

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА**

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ДЯКІВ АНДРІЙ ОЛЕГОВИЧ

УДК.658.65.012.3:332.05:004.9

**ДИСЕРТАЦІЯ
ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ В ТРАНСФОРМАЦІЇ
БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ**

05 – Соціальні та поведінкові науки

051 – Економіка

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Андрій Дяків

Науковий керівник (консультант)

Чубук Леся Петрівна

доктор економічних наук, доцент

Київ - 2025

АНОТАЦІЯ

Дяків А.О. Застосування блокчейн-технологій в трансформації бізнес-процесів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 05 – соціальні та поведінкові науки, за спеціальністю 051 – економіка. – Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Міністерство освіти і науки України, Київ, 2025.

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню важливих науково-практичних завдань щодо впровадження та ефективного застосування блокчейн-технологій у бізнес-процеси підприємств, що набуває особливої актуальності в умовах масштабної цифровізації економіки.

У дисертаційній роботі досліджено етапи розвитку блокчейн-технологій та їхні ключові характеристики як технологічного феномену цифрової економіки. Проаналізовано основні теоретичні підходи до вивчення блокчейн-технологій, виокремлено їхні концептуальні засади та обґрунтовано роль у трансформації бізнес-процесів. Встановлено основні вектори впливу блокчейн-технологій на бізнес-моделі підприємств, розглянуто стратегічні та операційні аспекти їх застосування. Здійснено аналіз мультисекторального використання блокчейн-рішень у глобальній економіці, визначено функціональні сфери їхньої інтеграції у бізнес-процеси. Досліджено стан та перспективи розвитку блокчейн-технологій в Україні, ідентифіковано ключові виклики, бар'єри та драйвери їхнього впровадження. Розроблено методичний підхід до оцінювання економічної ефективності та продуктивності бізнесу внаслідок застосування блокчейн-рішень із використанням фінансових, технологічних та організаційних метрик. Запропоновано модель оцінки готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій, здійснено її верифікацію та обґрунтовано значущість інтегрального показника готовності для стратегічного планування. Розроблено стратегічні рекомендації щодо впровадження блокчейн-рішень для підприємств різних типів з урахуванням ресурсних можливостей, технологічної зрілості та організаційної

специфіки. Сформовано концептуальні засади створення блокчейн-екосистеми на національному рівні та обґрунтовано її значення для цифрової трансформації економіки й розвитку міжорганізаційної взаємодії.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні концептуальних та методологічних засад впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси підприємств з урахуванням економічних, організаційних та технологічних аспектів цифрової трансформації. Запропонований підхід забезпечує комплексне розуміння впливу блокчейн-рішень на бізнес-моделі, управлінські процеси та стратегічний розвиток підприємств в умовах цифрової економіки.

На основі поглибленого вивчення й узагальнення теоретичних підходів стосовно сутності та функціональних особливостей блокчейну, у роботі уточнено сутність поняття «блокчейн» шляхом виокремлення та систематизації його ключових характеристик – децентралізованого характеру, механізмів консенсусу, криптографічного забезпечення незмінності даних і прозорості операцій для всіх учасників мережі. На відміну від наявних підходів, таке трактування дозволяє уникнути плутанини між поняттями «розподілений реєстр» і «децентралізована база даних» та акцентує увагу на унікальній ролі блокчейну у трансформації бізнес-процесів.

Розроблено авторську модель оцінки готовності підприємств до використання блокчейн-технологій, що, на відміну від поширених методичних підходів, орієнтованих переважно на технічні аспекти, ґрунтується на комплексному врахуванні технологічних, організаційних, внутрішніх і зовнішніх факторів. Такий підхід забезпечує кількісне оцінювання рівня готовності та типологізацію підприємств за ступенем цієї готовності, а також формує платформу для ухвалення ключових управлінських рішень щодо ефективної інтеграції блокчейн-рішень.

Удосконалено підхід щодо періодизації етапів розвитку та застосування блокчейн-технологій у фінансових і бізнес-процесах. На відміну від існуючих підходів, котрі здебільшого зосереджені на технічних характеристиках або

жорсткому поділі за часовими межами, в запропонованій періодизації враховано критерії сфер охоплення технології й ступеня формалізації взаємодії суб'єктів, що використовують блокчейн на контрактній основі. Крім того, виділено еволюцію інтеграції окремих блокчейн-рішень у складні цифрові екосистеми, що дозволяє більш комплексно оцінити вплив технології на стратегічні та операційні аспекти діяльності підприємств.

У роботі удосконалено класифікацію блокчейн-технологій, яка, на відміну від традиційних поділів за рівнем доступу (публічні, приватні, консорціумні) або за технічними параметрами, враховує сферу впливу технології на бізнес-процеси та розмежовує прямий та опосередкований її вплив на зростання вартісних індикаторів. Такий підхід надає можливість підприємствам цілеспрямованіше обирати тип блокчейн-рішень з урахуванням бажаного результату (наприклад, збільшення грошового потоку, оптимізація ланцюгів постачання, зміцнення довіри з боку контрагентів тощо).

Удосконалено класифікацію бізнес-процесів підприємств у контексті цифрової трансформації шляхом виокремлення видової категорії «процеси цифровізації та інфраструктурної інтеграції», що враховує специфіку впровадження блокчейн-технологій. Відмінністю цієї категорії є не лише трансформація окремих функціональних процесів, а й створення міжпроцесних каналів інтеграції децентралізованих реєстрів у корпоративну інфраструктуру. Сфокусованість на процесах цифровізації для цілей управління сприятиме більш точному врахуванню ролі блокчейну в трансформації бізнес-процесів, покращенню структурної адаптації підприємства до технологічних змін та підвищенню ефективності управління цифровими активами.

Набули подальшого розвитку методичні підходи до оцінювання ефективності застосування блокчейн-технологій, що охоплюють фінансовий, операційний, стратегічний та інституційний напрями аналізу. Обґрунтовано концептуальні засади побудови інтегруючих показників ефективності, які враховують вплив блокчейн-рішень на зростання ринкової капіталізації підприємства, підвищення операційної прибутковості, оптимізацію витрат і

вдосконалення управлінських процесів. Це дає можливість комплексно оцінити ефективність впровадження блокчейн-технологій та приймати обґрунтовані стратегічні рішення щодо доцільності і напрямів використання даної технології.

Розвинено та доповнено інструментарій виявлення слабких місць, проблемних зон та чинників негативного впливу на процеси впровадження блокчейн-технологій у діяльність підприємств, який базується на застосуванні сценарного аналізу з урахуванням типів готовності підприємств до інтеграції технології. Відмінністю підходу є використання методів прогнозування грошових потоків для оцінки фінансових ризиків і потенційних вигод від впровадження блокчейн-рішень, що дає змогу виявити та зменшити ризики, обґрунтувати очікувані фінансові вигоди.

Набули подальшого розвитку підходи до розроблення концепцій упровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси. Наголошено на необхідності диференціації підприємств за рівнем ресурсної забезпеченості та стратегічних пріоритетів. Зокрема, еволюційний вектор передбачає поступову інтеграцію блокчейну через адаптацію наявних технологій, локальні пілоти та тестування, що знижує ризики й обсяги початкових інвестицій. Натомість директивний вектор орієнтовано на масштабну цифрову трансформацію із впровадженням комплексної блокчейн-інфраструктури. Обидва підходи детально висвітлено в контексті покрокової моделі (стратегічне планування, оцінка готовності за *Bc_Adoption*, вибір формату впровадження, тестування, масштабування та інституціоналізація), що забезпечує адаптивність процесу та мінімізацію ризиків.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх застосування для формування стратегій цифрової трансформації підприємств з урахуванням їх ресурсної спроможності. Розроблена модель оцінки готовності підприємств (*Bc_Adoption*) дозволяє ідентифікувати бар'єри впровадження блокчейну та визначати оптимальні сценарії інтеграції технології. Концепція впровадження блокчейн-рішень сприяє ефективному вибору між еволюційним та директивним підходами, забезпечуючи адаптивність процесу цифровізації. Отримані результати можуть бути використані бізнесом для оптимізації

управління, державними установами для оцінки цифрової зрілості секторів економіки, а також у навчальних програмах для підготовки фахівців у сфері фінансових та цифрових технологій.

Ключові слова: Блокчейн-технології, цифрова економіка, децентралізовані системи, смарт-контракти, цифровізація, криптовалюта, цифрові активи, економічна ефективність, електронна платіжна система, електронна комерція, блокчейн-екосистема, управління ланцюгами постачання, автоматизація бізнес-процесів, впровадження інноваційних технологій, цифрові технології.

ABSTRACT

Andrii Diakiv. Application of blockchain technologies in business process transformation. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Thesis for obtaining the Degree of Doctor of Philosophy, specialty 051 «Economy» – Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2025.

This dissertation is dedicated to addressing significant scientific and practical problems related to the implementation and effective application of blockchain technologies in enterprise business processes, which is particularly relevant in the context of large-scale economic digitalization

The study examines the stages of blockchain technology development and its key characteristics as a technological phenomenon of the digital economy. The dissertation analyzes major theoretical approaches to the study of blockchain technologies, identifies their conceptual foundations, and substantiates their role in business process transformation. The research establishes the main vectors of blockchain technology's impact on business models, considering both strategic and operational aspects of its application. A multi-sectoral analysis of blockchain solutions in the global economy is conducted, identifying functional areas of their integration into business processes. The study also explores the current state and future prospects of blockchain technology development in Ukraine, identifying key challenges, barriers, and drivers of implementation.

A methodological approach is developed to assess the economic efficiency and business productivity resulting from the adoption of blockchain solutions, utilizing financial, technological, and organizational metrics. A readiness assessment model for enterprises to implement blockchain technologies is proposed, verified, and justified as an integral indicator for strategic planning. The research also provides strategic recommendations for the implementation of blockchain solutions across various types of enterprises, taking into account resource availability, technological maturity, and

organizational specifics. Additionally, conceptual principles for the creation of a national blockchain ecosystem are formulated, highlighting its significance for economic digital transformation and inter-organizational collaboration.

The scientific novelty of the obtained results lies in the development of conceptual and methodological foundations for the implementation of blockchain technologies in business processes, considering economic, organizational, and technological aspects of digital transformation. The proposed approach offers a comprehensive understanding of blockchain solutions' impact on business models, management processes, and enterprises' strategic development in the digital economy.

Through an in-depth study and synthesis of theoretical approaches regarding the nature and functional features of blockchain, the dissertation refines the definition of «blockchain» by distinguishing and systematizing its key characteristics – decentralized nature, consensus mechanisms, cryptographic data immutability, and transaction transparency for all network participants. Unlike existing interpretations, this definition helps eliminate confusion between «distributed ledger» and «decentralized database» concepts, emphasizing blockchain's unique role in business process transformation.

An original model for assessing enterprise readiness for blockchain adoption is developed. Unlike conventional methodological approaches that primarily focus on technical aspects, this model integrates technological, organizational, internal, and external factors. This comprehensive approach enables quantitative assessment of readiness levels, enterprise typology based on readiness degree, and provides a foundation for key managerial decisions regarding the effective integration of blockchain solutions.

The approach to the periodization of blockchain development and application stages in financial and business processes is improved. Unlike existing approaches, which primarily emphasize technical characteristics or rigid chronological boundaries, the proposed periodization considers the scope of technological adoption and the degree of contractual formalization among blockchain-utilizing entities. Moreover, the evolution of blockchain solution integration into complex digital ecosystems is highlighted, offering a more comprehensive assessment of the technology's impact on enterprises' strategic and operational aspects.

The dissertation refines the classification of blockchain technologies, shifting from traditional categorizations based on access levels (public, private, consortium) or technical parameters to an approach that considers blockchain's impact on business processes. It distinguishes between direct and indirect influences on value growth indicators. This approach allows enterprises to make more targeted decisions when selecting blockchain solutions, depending on desired outcomes (e.g., cash flow increase, supply chain optimization, or strengthening trust with counterparties).

The classification of enterprise business processes is also improved in the context of digital transformation by identifying a specific category – «digitalization and infrastructure integration processes» which accounts for the specifics of blockchain implementation. This category not only involves the transformation of individual functional processes but also establishes inter-process integration channels for decentralized ledgers within corporate infrastructure. Focusing on digitalization processes for management purposes enables a more precise consideration of blockchain's role in business process transformation, improving enterprises' structural adaptation to technological changes and enhancing digital asset management efficiency.

Methodological approaches to evaluating the effectiveness of blockchain technology applications have been further developed, covering financial, operational, strategic, and institutional analysis dimensions. Conceptual foundations for constructing integrated efficiency indicators are substantiated, considering blockchain solutions' impact on enterprises' market capitalization growth, operational profitability increase, cost optimization, and management process improvements. This enables a comprehensive evaluation of blockchain implementation effectiveness and the formulation of well-grounded strategic decisions on its use.

A toolkit for identifying weaknesses, problem areas, and factors negatively affecting the implementation of blockchain technologies in enterprises has been developed and expanded. This toolkit is based on the use of scenario analysis, taking into account the types of enterprise readiness for technology integration. A distinguishing feature of the approach is the use of cash flow forecasting methods to assess financial

risks and potential benefits of implementing blockchain solutions, which makes it possible to identify and mitigate risks and substantiate the expected financial gains.

Approaches to developing blockchain implementation concepts in business processes have advanced further. The need to differentiate enterprises by resource availability and strategic priorities is emphasized. Specifically, the evolutionary approach envisions the gradual integration of blockchain through adaptation of existing technologies, local pilot projects, and testing, minimizing risks and initial investment volumes. In contrast, the directive approach focuses on large-scale digital transformation with comprehensive blockchain infrastructure implementation. Both approaches are thoroughly explored within a step-by-step model (strategic planning, readiness assessment via Bc_Adoption, implementation format selection, testing, scaling, and institutionalization), ensuring process adaptability and risk minimization.

The practical significance of the obtained results lies in their potential application for shaping enterprise digital transformation strategies while considering resource capabilities. The developed enterprise readiness assessment model (Bc_Adoption) facilitates the identification of blockchain implementation barriers and determines optimal integration scenarios. The proposed blockchain adoption concept supports effective decision-making between evolutionary and directive approaches, ensuring a flexible digitalization process. The findings can be utilized by businesses for management optimization, government institutions for assessing sectoral digital maturity, and educational programs for training specialists in financial and digital technologies.

Keywords: Blockchain technologies, digital economy, decentralized systems, smart contracts, digitalization, cryptocurrency, digital assets, economic efficiency, electronic payment system, e-commerce, blockchain ecosystem, supply chain management, business process automation, innovative technology adoption, digital technologies.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ
Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації
Статті у вітчизняних та закордонних фахових виданнях

1. Diakiv A. Blockchain in public sector. *Теоретичні та прикладні питання економіки*. Збірник наук. праць. 2021 Випуск 2 (43). С.207-216 (0,77 д.а.).
2. Дяків А.О. Модель оцінки готовності компанії до впровадження блокчейн-технологій. *Економіка та суспільство*. 2023. № 58 (0,68 д.а.).
3. Дяків А.О. Перспективи використання смарт-контрактів для оптимізації бізнес-процесів та державного управління в Україні в умовах воєнного стану. *Економічний аналіз*. 2023. №33(4). С. 300–309 (0,83 д.а.).
4. Diakiv A. Evaluation of blockchain implementation effectiveness. *Three Seas Economic Journal*. 2024. № 5(4). P.8-13 (0,68 д.а.).
5. Дяків А.О. Створення блокчейн-екосистеми в Україні. *Успіхи і досягнення у науці*. 2025. Серія № 2(12) (0,72 д.а.).
6. Чубук Л.П., Дяків А.О. Типологізація ситуацій готовності підприємств до запровадження блокчейн-технологій. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2025. № 1(16) (автором виділено основні типи готовності підприємства до впровадження блокчейн-технологій; 0,72 д.а., з них 0,4 д.а. авторські).

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації
Тези конференцій

7. Дяків А. О. Використання блокчейн-технологій на вуглецевих ринках. *Конкурентоспроможність національної економіки: матеріали XX Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 20–21 жовт. 2022 р. Київ: Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2022. С. 69–71 (0,19 д.а.).*
8. Дяків А. О. Використання блокчейн-технологій у процесі відновлення України. *Шевченківська весна 2023. Повоєнне відновлення економіки України: проблеми та перспективи: матеріали XXI Міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, м. Київ, 29–31 берез. 2023 р. Київ, 2023. С. 189 (0,19 д.а.).*

9. Чубук Л. П., Дяків А. О. Роль блокчейн-технологій в управлінні ланцюгами постачань. *Управління бізнес-процесами та технологічними інноваціями в сучасних умовах та в післявоєнний період*: зб. тез доповідей (ч. 1), м. Київ, 10–11 жовт. 2023 р. Київ, 2023. С. 550–552 (автором досліджено використання блокчейн-технологій в управлінні ланцюгами постачань; 0,24 д.а., з них 0,18 д.а. авторські).

10. Дяків А. О. Потенціал використання блокчейн-технологій для вирішення агентської проблеми. *Ефективність інвестиційної діяльності: перспективний підхід*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Київ, 22 берез. 2024 р. Київ, 2024. С. 25–27 (0,13 д.а.).

11. Diakiv A. Interdisciplinary approach to the study of blockchain technology. *Ensuring Sustainable Economic Development in the Context of Globalization Challenges*: proc. of the Int. Sci. Conf., Kielce, Poland, 1–2 Nov. 2024. Kielce, 2024. P. 20–23 (0,23 д.а.).

12. Diakiv A. Multisectoral application of blockchain technologies in the global economy. *Transformation of the Economy under Global Challenges: Current Issues*: proc. of the Int. Sci.-Pract. Conf., Klaipėda, Lithuania, 7–8 Feb. 2025. Klaipėda, 2025. P.30–32 (0,18 д.а.).

13. Дяків А. О. Підходи до трансформації бізнес-процесів підприємств під впливом блокчейн-технологій. *Формування міжнародних економічних відносин в умовах дестабілізації міжнародної системи*: зб. тез доповідей, м. Ужгород, 21–22 лют. 2025 р. Ужгород, 2025. С. 24–27 (0,2 д.а.).

14. Дяків А. О. Інструменти для аналізу ефективності застосування блокчейн-технологій. *Ефективні механізми господарювання в контексті сучасної економічної теорії*: зб. тез доповідей, м. Запоріжжя, 7-8 берез. 2025 р. Запоріжжя, 2025. С. 34–38 (0,22 д.а.).

ЗМІСТ

ВСТУП.....	14
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	23
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВОЛЮЦІЇ ТА КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ	26
1.1. Етапи розвитку блокчейн-технологій та формування їхніх основних характеристик.....	26
1.2. Методичні підходи до вивчення блокчейн-технологій	51
1.3. Вектори трансформації бізнес-процесів під впливом блокчейн-технологій	69
Висновки до розділу 1	85
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ГАЛУЗЕВОГО ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ У ТРАНСФОРМАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ.....	88
2.1. Аналіз мультисекторального застосування блокчейн-технологій у глобальній економіці	88
2.2. Стан та перспективи розвитку блокчейн-технологій в Україні	123
2.3. Оцінювання економічної ефективності бізнесу через впровадження блокчейн-технологій	146
Висновки до розділу 2.....	163
РОЗДІЛ 3. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКЧЕЙН- ТЕХНОЛОГІЙ У ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ	166
3.1. Побудова та верифікація моделі оцінки готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси	166
3.2. Стратегічні рекомендації щодо впровадження блокчейн-технологій для підприємств різних типів	182
3.3. Концептуальні засади створення блокчейн-екосистеми на національному рівні	204
Висновки до розділу 3.....	220
ВИСНОВКИ	222
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	228
ДОДАТКИ	258

ВСТУП

Динамічний розвиток цифрової економіки та стрімке поширення новітніх технологій обумовлюють трансформацію традиційних підходів до організації бізнес-процесів. Однією з найперспективніших технологій, що сприяє зміні парадигм управління, фінансування та взаємодії між економічними агентами, є блокчейн. Його унікальні властивості, зокрема децентралізація, прозорість та незмінність даних, відкривають нові можливості для оптимізації процесів у різних секторах економіки, підвищення рівня довіри між учасниками ринку, автоматизації контрактних зобов'язань та усунення потреби в посередниках.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оцінки впливу блокчейн-технологій на бізнес-процеси підприємств та їхню ефективність у сучасних умовах. Інноваційні підходи до управління цифровими активами, розподілені системи реєстрації трансакцій, а також розвиток смарт-контрактів значно змінюють методи ведення господарської діяльності та управління ресурсами. При цьому, попри високий інтерес до блокчейн-рішень у фінансовому секторі, логістиці, охороні здоров'я та державному управлінні, рівень практичного впровадження цієї технології залишається обмеженим через організаційні, правові та економічні бар'єри.

Дослідження блокчейн-технологій у контексті трансформації бізнес-процесів привертає значну увагу як вітчизняних, так і зарубіжних науковців. Вагомий внесок у розвиток теоретичних і прикладних аспектів застосування блокчейну зробили О.Ю. Балазюк, М.М. Білинська, О.О. Бойко, О.В. Бречко, М.В. Голованенко, Т.Г. Затонацька, В.В. Корнеєв, В.С. Куйбіда, Г.І. Купалова, В. М. Пилявець, І.Ю. Штулер, які досліджують питання адаптації блокчейну до економічного середовища України, особливості його впровадження в державне управління, банківську систему, агропромисловий сектор та інші галузі. Водночас значний внесок у розвиток міжнародних теоретичних засад блокчейн-рішень здійснили такі зарубіжні науковці, як Х. Ванг, Р. Ватенхофер, П. Вінья, Х. Дай, М. Жегу, М. Кейсі, К. Лахані, В. Могайар, Е. Панаї, Г. Пітерс, М. Свон, С. Се, К. Смоландер, А. Тапскотт, Д. Тапскотт, Ф. Хсавер, З. Чжен, М. Янсіті та інші. У їхніх працях

розглядаються питання концептуального визначення блокчейну, механізми його функціонування, безпекові аспекти та перспективи застосування у фінансовому, логістичному та управлінському секторах. Значна увага приділяється перевагам децентралізації, підвищенню прозорості трансакцій та зниженню операційних витрат через застосування технології розподілених реєстрів.

Попри значну кількість досліджень, вплив блокчейн-технологій на бізнес-процеси залишається дискусійним та фрагментарним. У більшості наукових робіт аналізується впровадження блокчейну в окремих галузях економіки, проте відсутній комплексний аналіз його загального впливу на систему управління підприємствами різних масштабів. Вітчизняні дослідження переважно зосереджені на питаннях регуляторних обмежень, фінансової доступності технології, ризиків використання смарт-контрактів та рівня цифрової грамотності підприємств. Водночас залишається відкритим питання розробки стратегічних моделей інтеграції блокчейну в бізнес-процеси з урахуванням рівня готовності компаній, оцінки економічної ефективності технології та виявлення ключових чинників, що визначають успішність її впровадження. Це зумовлює необхідність подальшого дослідження стратегічних підходів до інтеграції блокчейн-рішень у бізнес-процеси, формування методології оцінки їхньої ефективності та розробки рекомендацій щодо їх оптимального використання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертацію виконано відповідно до тематики науково-дослідних робіт, присвячених цифровій трансформації бізнес-процесів та впровадженню блокчейн-технологій. Дослідження проводилося в межах кафедральної теми 16КФ040-09 «Соціоекономічний вектор розвитку вітчизняних підприємств в умовах непередбачуваності» (фундаментальне дослідження). У рамках дослідження розроблено теоретико-методичні засади оцінювання готовності підприємств до впровадження блокчейну, визначено ключові фактори впливу та обґрунтовано механізм прийняття управлінських рішень. Запропоновано концептуальну модель адаптації бізнесу до цифрових реалій із урахуванням технологічних,

організаційних і середовищних детермінант, а також сформульовано рекомендації для підприємств різних типів.

Метою дослідження є обґрунтування методичних підходів та розроблення науково-практичних рекомендацій щодо трансформації бізнес-процесів підприємств в наслідок застосування блокчейн-технологій.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішено такі наукові та практичні завдання:

- досліджено етапи розвитку блокчейн-технологій та визначено їхні ключові характеристики як технологічного феномену цифрової економіки;
- проаналізовано основні теоретичні підходи до вивчення блокчейн-технологій, виокремлено їхні концептуальні засади та обґрунтовано роль у трансформації бізнес-процесів;
- встановлено основні вектори впливу блокчейн-технологій на бізнес-моделі підприємств, розглянуто стратегічні та операційні аспекти їх застосування;
- здійснено аналіз можливостей мультисекторального використання блокчейн-рішень у глобальній економіці, визначено функціональні сфери їхньої інтеграції у бізнес-процеси;
- досліджено стан та перспективи розвитку блокчейн-технологій в Україні, ідентифіковано ключові виклики, бар'єри та драйвери їхнього впровадження;
- розроблено методичний підхід до оцінювання економічної ефективності та продуктивності бізнесу внаслідок застосування блокчейн-рішень, із використанням фінансових, технологічних та організаційних метрик;
- запропоновано модель оцінки готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій, здійснено її верифікацію та обґрунтовано значущість інтегрального показника готовності для стратегічного планування;
- розроблено стратегічні рекомендації щодо впровадження блокчейн-рішень для підприємств різних типів, з урахуванням ресурсних можливостей, технологічної зрілості та організаційної специфіки;

- сформовано концептуальні засади створення блокчейн-екосистеми на національному рівні, обґрунтовано її значення для цифрової трансформації економіки та розвитку міжорганізаційної взаємодії.

Об'єктом дослідження є процеси трансформації бізнес-процесів підприємств під впливом блокчейн-технологій.

Предметом дослідження є теоретико-методичні засади та практичні аспекти впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси підприємств з урахуванням їхньої економічної, організаційної та технологічної готовності.

Методи дослідження. Методологічною основою дослідження є сукупність способів наукового пізнання, методів, прийомів і принципів проведення наукового дослідження. Теоретичною основою дисертації послуговували положення концепцій цифрової економіки, теорій інноваційного розвитку, управління цифровими трансформаціями та економіко-математичного моделювання. Важливе значення мають праці вітчизняних і зарубіжних учених, які досліджують питання інтеграції блокчейн-технологій у бізнес-процеси, цифрової трансформації підприємств та економічної ефективності технологічних інновацій. Правове поле дослідження складають чинні законодавчі та нормативні документи, що регламентують розвиток блокчейн-рішень в Україні та світі.

Інформаційною базою дослідження є статистичні дані блокчейн-спільнот, аналітичні звіти міжнародних фінансових організацій, публікації у рецензованих наукових виданнях, результати експертних оцінок та кейс-стаді впровадження блокчейн-рішень у різних секторах економіки.

У процесі дослідження використано такі методи: діалектичної єдності історичного і логічного, що застосовувався при аналізі етапів розвитку блокчейн-технологій та формуванні їхніх основних характеристик (підрозділ 1.1); наукового аналізу і синтезу, який використовувався для систематизації теоретичних підходів до дослідження блокчейн-технологій та їхньої ролі в трансформації бізнес-процесів (підрозділи 1.2, 1.3); табличного та структурно-логічного аналізу, що дозволив визначити перспективи мультисекторального застосування блокчейн-технологій та структурувати функціональні сфери їх використання у бізнес-процесах

(підрозділ 2.1). Метод анкетування використовувався для дослідження готовності вітчизняних підприємств до впровадження блокчейн-технологій (підрозділ 2.2). Процесний і системний підходи застосовувалися для дослідження механізмів впровадження блокчейн-рішень у бізнес-моделі підприємств та оцінки їхнього впливу на економічну ефективність (підрозділ 2.3). Методи економіко-математичного моделювання були використані при розробці моделі оцінки готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій, що враховує технологічні, організаційні та середовищні фактори (підрозділ 3.1). Метод імітаційного моделювання застосовувався для оцінки впливу різних факторів на рівень адаптації підприємств до блокчейн-рішень із використанням програмного забезпечення Oracle Crystal Ball (підрозділ 3.1). Метод контент-аналізу дозволив оцінити наявні кейси впровадження блокчейн-технологій у глобальній економіці, визначити тенденції їхнього розвитку та виявити бар'єри адаптації (підрозділи 2.1, 2.2). Метод стратегічного планування використовувався для розробки рекомендацій щодо впровадження блокчейн-рішень залежно від типу підприємства та рівня їхньої цифрової зрілості (підрозділ 3.2). Графічний метод застосовувався для візуалізації концептуальної моделі впровадження блокчейн-технологій та представлення їхньої інтеграції у бізнес-процеси різних підприємств (підрозділи 3.2, 3.3).

Новизна дослідження. Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні нових та удосконаленні діючих концептуальних та методологічних засад впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси підприємств, що враховують економічні, організаційні та технологічні аспекти цифрової трансформації.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в такому:

вперше:

- розроблено модель оцінки готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій, яка, ґрунтуючись на комплексному врахуванні технологічних, організаційних, внутрішніх і зовнішніх факторів, забезпечує кількісне оцінювання рівня готовності, типологізацію підприємств за ступенем

готовності та слугує основою для формування управлінських стратегій, спрямованих на ефективну інтеграцію блокчейн-рішень у бізнес-процеси.

удосконалено:

- періодизацію етапів розвитку і застосування блокчейн-технологій у фінансових та бізнес-процесах, що, на відміну від існуючих підходів, зорієнтованих переважно на технічні характеристики або часові межі розвитку технології, ґрунтується на критеріях сфер охоплення та ступеня формалізації взаємодії суб'єктів, які використовують технології на контрактній основі, а також враховує еволюцію інтеграції окремих блокчейн-рішень у складні цифрові екосистеми;

- сутність поняття «блокчейн» шляхом виокремлення та систематизації його ключових характеристик, зокрема децентралізованого характеру, механізмів консенсусу, криптографічного забезпечення незмінності даних та прозорості перевірки операцій усіма учасниками мережі; це дало змогу визначити блокчейн як спеціалізовану реалізацію розподіленого реєстру, що діє як децентралізована база даних, у якій блоки з транзакціями об'єднані криптографічно й підтверджуються за допомогою алгоритмів консенсусу із забезпеченням захищеності та підвищеної надійності ведення записів та чітко окреслити межі, унікальні риси та відмінності блокчейн-технології від інших децентралізованих рішень;

- класифікацію блокчейн-технологій, через врахування, на додаток до існуючих видових класифікацій, які здебільшого беруть до уваги критерії технічних параметрів або рівнів доступу суб'єктів до технологій (публічні, приватні, консорціумні), поділу за ознаками сфери впливу блокчейн-технологій на бізнес-процеси підприємств, що дає можливість підприємствам цілеспрямованіше обирати тип блокчейн-рішень з урахуванням бажаного результату;

- класифікацію бізнес-процесів підприємств у контексті цифрової трансформації шляхом виокремлення видової категорії «процеси цифровізації та інфраструктурної інтеграції», відмінністю якої є врахування специфіки впровадження блокчейн-технологій, пов'язаної не лише із потребами трансформації окремих функціональних процесів, а й створенням міжпроцесних каналів інтеграції децентралізованих реєстрів у корпоративну інфраструктуру;

сфокусованість на процесах цифровізації для цілей управління сприятиме більш точному врахуванню ролі блокчейну в трансформації бізнес-процесів підприємства, покращенню структурної адаптації підприємства до технологічних змін та підвищенню ефективності управління цифровими активами.

набули подальшого розвитку:

- підходи до трансформації бізнес-процесів підприємств під впливом блокчейн-технологій шляхом виокремлення еволюційного та директивного векторів впровадження та трактування їх змістовного наповнення; виявлено відмінності еволюційного вектору, як такого, що передбачає поступову інтеграцію блокчейн-рішень через адаптацію існуючих технологій, тестування та локальну апробацію у вибраних бізнес-процесах, що дозволяє знизити ризики та оптимізувати витрати та директивного вектору, орієнтованого на комплексну цифрову трансформацію підприємства з масштабним впровадженням блокчейн-інфраструктури. Це підвищує рівень прозорості, автоматизації та ефективності управління, але потребує значних фінансових та організаційних ресурсів;

- методичні підходи до оцінювання ефективності застосування блокчейн-технологій шляхом узагальнення існуючих функціональних напрямів оцінювання (фінансовий, операційний, стратегічний, інституційний) та обґрунтування концептуальних основ побудови інтегруючих показників ефективності, які враховують вплив блокчейн-рішень на зростання ринкової капіталізації підприємства, підвищення операційної прибутковості, оптимізацію витрат і вдосконалення управлінських процесів;

- інструментарій виявлення слабких місць, проблемних зон та чинників негативного впливу на процеси впровадження блокчейн-технологій у діяльність підприємств, що, на відміну від традиційних підходів, базується на застосуванні сценарного аналізу з урахуванням типів готовності підприємств до впровадження та використанні методів прогнозування грошових потоків для оцінки фінансових ризиків і потенційних вигод від інтеграції блокчейн-рішень, що дає підприємствам можливість оцінити фінансові ризики і потенційні вигоди від впровадження блокчейн-технологій;

- підходи до формування концепції впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси шляхом обґрунтування необхідності диференціації підприємств за рівнем ресурсної забезпеченості. Запропонована концепція визначає послідовність ключових етапів інтеграції блокчейну: стратегічне планування, оцінку готовності за моделлю *Vc_Adoption*, вибір оптимального формату впровадження (еволюційного або директивного), тестування, масштабування та інституціоналізацію технології. Відмінністю є комплексне врахування технологічних, організаційних факторів і факторів середовища, що забезпечує адаптивність процесу, мінімізацію ризиків та сприяє ефективній цифровій трансформації підприємств.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх застосування для формування стратегій цифрової трансформації підприємств з урахуванням їх ресурсної спроможності. Розроблена модель оцінки готовності підприємств (*Vc_Adoption*) дозволяє ідентифікувати бар'єри впровадження блокчейну та визначати оптимальні сценарії інтеграції технології.

Запропонована концепція впровадження блокчейн-рішень сприяє ефективному вибору між еволюційним та директивним підходами, забезпечуючи адаптивність процесу цифровізації. Отримані результати можуть бути використані бізнесом для оптимізації управління, державними установами для оцінки цифрової зрілості секторів економіки, а також у навчальних програмах для підготовки фахівців у сфері фінансових та цифрових технологій.

Наукові положення та прикладні рекомендації дисертації схвалені та прийняті до впровадження у роботі: ТОВ «СІВІТТА УКРАЇНА» (довідка №28-02-2025/1 від 28.02.2025); ТОВ «Вінісан» (довідка №47 від 23.02.2025); ГО «ЛЕГКИЙ БІЗНЕС» (довідка від 24.02.2025).

Особистий внесок здобувача. Наукові положення, розробки та висновки дисертаційної роботи є результатом самостійно проведеного автором дослідження щодо застосування блокчейн-технологій в трансформації бізнес-процесів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та висновки дисертації доповідалися та отримали схвалення на XX Міжнародній науково-

практичній конференції «Конкурентоспроможність національної економіки» (Київ, 2022); Міжнародній науковій конференції «Управління бізнес-процесами та технологічними інноваціями в сучасних умовах та в післявоєнний період» (Київ, 2023); Міжнародній науково-практичній конференції «Шевченківська весна 2023. Повоєнне відновлення економіки України: проблеми та перспективи» (Київ, 2023); Всеукраїнській науково-практичній конференції (Київ, 2024); Міжнародній науковій конференції «Забезпечення сталого економічного розвитку в контексті викликів глобалізації» (Кельце, Польща, 2024); Міжнародній науково-практичній конференції «Трансформація економіки в умовах глобальних викликів: актуальні питання» (Клайпеда, Литва, 2025); Всеукраїнській науковій конференції «Формування міжнародних економічних відносин в умовах дестабілізації міжнародної системи» (Ужгород, 2025); Міжнародній науково-практичній конференції «Ефективні механізми господарювання в контексті сучасної економічної теорії» (Запоріжжя, 2025).

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 14 наукових праць, 6 статей – у фахових журналах та збірниках наукових праць, з них одна стаття опублікована у науковому періодичному виданні іноземної країни (*Three Seas Economic Journal*); 7 публікацій – у матеріалах наукових конференцій. Загальний обсяг публікацій – 5,98 д. а., з яких автору належить 5,61 д. а.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів і висновків, викладених на 214 сторінках друкованого тексту. Матеріали дисертації містять 32 таблиці і 15 рисунків. Список використаних джерел із 307 найменувань уміщено на 30 сторінках, 5 додатків – на 30 сторінках.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- БП – бізнес-процеси;
- БТ – блокчейн-технології;
- ВДЕ – відновлювальні джерела енергії;
- МАІ – метод аналізу ієрархій;
- ММСП – мікро-, малі та середні підприємства;
- МСП – малі та середні підприємства;
- ОЕСР – Організація економічного співробітництва та розвитку;
- ОАЕ – Об’єднані Арабські Емірати;
- ПАР – Південно Африканська Республіка;
- США – Сполучені Штати Америки;
- АНР (Analytic Hierarchy Process) – процес аналізу ієрархій;
- AI (Artificial Intelligence) – штучний інтелект;
- API (Application Programming Interface) – прикладний програмний інтерфейс;
- BIS (Bank for International Settlements) – Банк міжнародних розрахунків;
- BSN (Blockchain-based Service Network) – сервісна мережа на основі блокчейну;
- CRM (Customer Relationship Management) – управління відносинами з клієнтами;
- DAO (Decentralized Autonomous Organization) – децентралізована автономна організація;
- DApps (Decentralized Applications) – децентралізовані додатки;
- DeFi (Decentralized Finance) – децентралізовані фінанси;
- DLT (Distributed Ledger Technology) – технологія розподіленого реєстру;
- EBSI (European Blockchain Services Infrastructure) – європейська інфраструктура блокчейн-сервісів;
- ERC (Ethereum Request for Comments) – запит на коментарі до Ethereum;
- ERP (Enterprise Resource Planning) – планування ресурсів підприємства;
- ESG (Environmental Social and Governance) – екологічне соціальне управління;

FOMO (Fear of Missing Out) – синдром втрачених можливостей;
GDPR (General Data Protection Regulation) – загальний регламент про захист даних;

IaaS (Infrastructure as a Service) – інфраструктура як сервіс;

ICC (International Chamber of Commerce) – Міжнародна торгова палата;

ICO (Initial Coin Offering) – початкова пропозиція монет;

IEO (Initial Exchange Offering) – початкова біржова пропозиція;

IEO (Initial Exchange Offerings) – первинна біржова пропозиція;

IMF (International Monetary Fund) – Міжнародний валютний фонд;

IoT (Internet of Things) – інтернет речей;

KPI (Key Performance Indicators) – Ключові показники ефективності;

MCDA (Multi-Criteria Decision Analysis) – мультикритеріальний аналіз рішень;

MVP (Minimum Viable Product) – мінімально життєздатний продукт;

NFT (Non-Fungible Token) – невзаємозамінний токен;

NPV (Net Present Value) – чиста поточна вартість;

P2P (Peer-to-Peer або Person-to-Person) – від людини до людини;

PoC (Proof of Concept) – перевірка концепції;

PoS (Proof-of-Stake) – доказ частки володіння;

PoW (Proof-of-Work) – доказ виконаної роботи;

PPP (Public-Private Partnerships) – Державно-приватне партнерство;

R&D (Research and Development) – дослідження і розробки;

ROI (Return on Investment) – повернення інвестицій;

SLA (Service Level Agreement) – угода про рівень сервісу;

SSL (Secure Sockets Layer) – рівень захищених сокетів;

STO (Security Token Offering) – пропозиція токенизованих цінних паперів;

SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities і Threats) – сильні сторони, слабкі сторони, можливості, загрози;

TCO (Total Cost of Ownership) – сукупна вартість володіння;

TLS (Transport Layer Security) – захист на транспортному рівні;

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) – техніка визначення порядку переваги за схожістю з ідеальним рішенням;

TTM (Trailing Twelve Months) – останні дванадцять місяців;

VPN (Virtual Private Network) – віртуальна приватна мережа;

WEF (World Economic Forum) – Світовий економічний форум;

WFP (World Food Programme) – Всесвітня продовольча програма.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВОЛЮЦІЇ ТА КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ

1.1. Етапи розвитку блокчейн-технологій та формування їхніх основних характеристик

Технологія блокчейн розвивається як одна з найбільших інновацій 21-го століття, враховуючи ланцюгову реакцію, яку викликає поява даної технології в фінансовому секторі, промисловості, освіті, охороні здоров'я та інших секторах. В цьому підрозділі ми розглянемо історико-концептуальні аспекти розвитку технології блокчейн, а також формування її основних характеристик. Про відносно новий характер технології блокчейн, зокрема свідчить існування різних варіантів написання терміну «блокчейн» у сучасній українській науковій літературі. Серед найбільш поширених є адаптоване слово «блокчейн», що відповідає правилам передачі іншомовних термінів. Рідше зустрічаються варіанти «блок-чейн» і «блок чейн», якими намагаються передати структуру оригінального слова. Іноді в текстах використовується англійська транслітерація blockchain.

Незважаючи на зростаючу популярність, у науковій спільноті досі тривають дискусії щодо універсального визначення цього поняття. Термін «блокчейн» походить від англійського block –«блок» і chain –«ланцюг», що ілюструє структуру даних, які формуються у вигляді послідовно зв'язаних блоків. У широкому сенсі блокчейн трактується як розподілена база даних або цифровий реєстр, який забезпечує надійність та незмінність даних завдяки використанню криптографії й алгоритмів консенсусу.

Аналіз різних підходів до визначення поняття «блокчейн», запропонований Г.І. Купаловою, Н.О. Коренєвою, та Н.В Гончаренко, свідчить про розмаїття акцентів у сучасній науковій літературі (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Сутність поняття «блокчейн» у трактуванні науковців

№	Автор	Ключові характеристики
1	Пол Вінья і Кейсі Майкл	Це цифровий реєстр (простіше – облікова книга), розподілений по децентралізованій мережі автономних комп'ютерів, які оновлюють та підтримують його таким чином, щоб будь-який користувач зміг довести достовірність та справжність будь-якого запису. Тобто здатність накопичувати та обробляти дані перейде децентралізованій, нікому невідомій структурі.
2	Джеймс Клавін та ін.	Блокчейн – це технологія, що використовується розробниками криптовалют, таких як біткоїн, щоб забезпечити обмін фінансовими «монетами» між учасниками за відсутності довіреної третьої сторони для забезпечення трансакції, як це зазвичай роблять уряди.
3	Вільям Могайар	Технічно блокчейн – це база даних, яка є розподіленим реєстром з можливістю відкритої перевірки. З точки зору бізнесу, блокчейн – це обмінна мережа для переміщення трансакцій, активів між рівними партнерами без допомоги посередників. З юридичної точки зору, блокчейн перевіряє трансакції, замінюючи (точніше, роблячи непотрібними) колишні контролюючі органи.
4	Кріс Скіннер	Це реєстр, у якому кожен може бачити обмін трансакціями, оскільки всі операції реєструються як ланцюжок.
5	Мелані Свон	Блокчейн – це багатонаціональна і багаторівнева інформаційна технологія, призначена для надійного обліку різних активів. По суті, блокчейн – це нова організаційна парадигма для координації будь-якого виду людської діяльності.
6	Алекс Тапскотт	Порівнює технологію блокчейн із цифровою бухгалтерською книгою, яка може бути запрограмована для обліку всього, що має цінність.
7	Г.В. Криворучко	Це цифрові записи об'єднані в блоки, які на основі алгоритму пов'язуються «ланцюгом» між собою згідно здійснених операцій.
8	В.С. Куйбіда, М.М. Білинська, О.М. Петрос	Блокчейн потрібно сприймати, як облік та обмін правами власності на цифрові активи в одноранговій мережі, яка містить структуровані дані у вигляді розподіленого реєстру.
9	О.В.Неізнана, О.О. Бойко	Блокчейн розглядається як технологія, що передбачає створення довгих списків з послідовних даних. Кожен компонент системи пам'ятає попередній, а внесення несанкціонованих змін відразу блокується.
10	О.С. Олексюк	Блокчейн слід розглядати як багатфункціональну і багаторівневу інформаційну технологію, призначену для розподіленого зберігання записів про всі здійснені трансакції.
11	Н.М. Пантелєєва	Блокчейн – це технологія, що передбачає формування розподіленої децентралізованої мережі збереження даних (трансакцій), елементами якої є записи-блоки визначеного розміру, кожен з яких містить посилання до попереднього та об'єднується в ланцюг блоків відповідно до ідентифікатора, який розраховується за спеціальним математичним алгоритмом.

Джерело: [33, с.122].

Купалова Г. І., Коренєва Н. О. та Гончаренко Н. В. пропонують трактувати блокчейн як «розподілену, децентралізовану базу даних, яка використовується спільно між вузлами комп'ютерної мережі і зберігає достовірні та незмінні дані в цифровому форматі». У цьому визначенні науковці одночасно роблять наголос на трьох ключових аспектах: 1) технологічна складова (наявність спільно використовуваної бази даних без централізованого сховища); 2) організаційна складова (децентралізована мережа з відповідними вузлами, що керують системою); 3) інформаційна складова (достовірність і незмінність збережених даних) [33].

Зіставлення такої комплексної дефініції із визначеннями інших дослідників, наведеними у табл. 1.1, підтверджує вагому роль децентралізації, розподіленого характеру даних і криптографічного забезпечення достовірності. Водночас, як показують праці Пола Вінї, Майкла Кейсі, Вільяма Могайара, Мелані Свон та інших авторів, у науковому дискурсі простежуються різні аспекти трактування блокчейну: від фінансового (криптовалюти) й бізнес-процесного (транзакції, бухгалтерські книги) до ідеї глобальної зміни парадигми взаємодії та довіри.

Разом із тим, із табл. 1.1 видно, що частина дослідників – як зарубіжних, так і вітчизняних – схильні вживати терміни «розподілений реєстр» та «децентралізована база даних» як рівнозначні синоніми до слова «блокчейн». Подібна практика пояснюється тим, що блокчейн справді є особливою формою розподіленого зберігання записів, що забезпечується без центрального органу. Проте, з наукової точки зору, такі ототожнення не завжди коректні, оскільки не відображають унікальні властивості блокчейну – передусім алгоритми консенсусу та механізми криптографічного «ланцюга блоків», які гарантують незмінність даних і підвищений рівень захищеності.

Відтак, виникає необхідність конкретизації спільних і відмінних рис понять «розподілений реєстр», «децентралізована база даних» та власне «блокчейн».

Так, «розподілений реєстр» (distributed ledger) є широким поняттям, яке позначає будь-яку систему, що синхронізує дані між кількома вузлами без необхідності централізованого сховища. Його реалізація може включати як

мінімальну децентралізацію (коли один орган усе ще контролює більшість вузлів), так і складні моделі верифікації. Але не всі розподілені реєстри застосовують незмінні блоки або консенсусні протоколи, типові для блокчейну.

«Децентралізована база даних» підкреслює відсутність єдиного сервера управління, проте вона не завжди реалізує жорстку незмінність записів. Механізм оновлень може залишатися доволі гнучким, що в певних випадках дає змогу виправляти чи видаляти дані без узгодження мережі. Цим вона відрізняється від блокчейну, де будь-яка зміна в історії транзакцій вимагає колективної згоди й коригування всієї криптографічної послідовності.

В свою чергу «блокчейн» виходить за межі обох понять завдяки наявності чітких алгоритмів консенсусу (Proof-of-Work, Proof-of-Stake тощо) і криптографічного ланцюга (hash pointers), які роблять систему надзвичайно стійкою до фальсифікацій. Він не лише децентралізовано розподіляє дані, а й прописує «правила гри», за якими кожен новий блок інформації має бути верифікований великою кількістю вузлів, що унеможливує приховане внесення змін і гарантує безперервний запис усіх транзакцій.

Отже, з урахуванням наведених аргументів щодо відмінності термінів «розподілений реєстр», «децентралізована база даних» і «блокчейн», а також комплексного трактування, запропонованого Г.Купаловою, Н.Кореневою й Н.Гончаренко, доцільно уточнити дефініцію «блокчейну» таким чином, щоб відобразити як його розподілений і децентралізований характер, так і ключову роль консенсусних та криптографічних механізмів) [33]. Зокрема, ми пропонуємо таке визначення: блокчейн – це спеціалізована реалізація розподіленого реєстру, що діє як децентралізована база даних, у якій блоки з транзакціями об'єднані криптографічно й підтверджуються за допомогою алгоритмів консенсусу, забезпечуючи незмінність, відсутність єдиного адміністратора та прозорість перевірки операцій усіма учасниками мережі.

Таке визначення, з одного боку, орієнтується на комплексність, яку наголошували в своїй роботі Г.Купалова та співавтори, а з іншого – виокремлює *саме ті властивості*, що вирізняють блокчейн з-поміж інших форм

децентралізованих рішень і дають йому можливість кардинально змінювати моделі взаємодії у сучасній економіці.

Що ж стосується історичних аспектів дослідження блокчейну та теоретичних аспектів його формування, то вони беруть свій початок з 1980-х років, адже саме у 1980-х роках з'явилися перші дослідження, присвячені розподіленим системам та криптографії. Математики і комп'ютерні науковці розглядали можливість створення безпечних систем обміну інформацією, де конфіденційність та достовірність даних забезпечувались без участі центральних посередників, таких як банки або урядові органи. Основною метою було створення такого механізму, де учасники могли б здійснювати безпечні трансакції без необхідності довіряти одній конкретній стороні.

Одним із науковців, важливі відкриття котрого в галузі розподілених систем і криптографії стали основою для розвитку блокчейн-технологій, є Девід Чаум. У 1982 році він запропонував концепцію анонімних трансакцій і електронних грошей [127, с.200-202]. Його дослідження стало проривом у розробці цифрових підписів, що дозволяли здійснювати анонімні трансакції між користувачами, не розкриваючи змісту підписаних повідомлень. Сліпі підписи, запропоновані Чаумом, забезпечили конфіденційність і безпеку, що були критично важливими для майбутніх цифрових платіжних систем. Заснована ним компанія DigiCash Inc, зробила перші кроки у створенні електронної валюти на основі криптографії, що мали значний вплив на подальший розвиток технологій. Розробки Чаума стали важливим поштовхом для подальшого розвитку приватності та безпеки у цифрових платежах. Концепції, які Чаум Д. впровадив у DigiCash, зокрема анонімність та можливість проведення трансакцій без централізованих посередників, стали важливими складовими сучасного блокчейну. Хоча DigiCash не отримав комерційного успіху, він довів, що криптографічно захищені цифрові платежі є можливими, і надихнув на подальший розвиток децентралізованих систем [128].

Ральф Меркл, інший провідний науковець того часу, зробив важливий внесок у розвиток криптографічних структур даних. У 1979 році він розробив структуру, яка дозволяє зберігати та перевіряти великі обсяги інформації ефективним і

безпечним способом. Дерево Меркла – це структура, яка організовує дані у вигляді дерева, де кожен «лист» містить хеш-код даних [226, с. 125]. Хешування - це процес перетворення будь-якого набору даних у короткий унікальний рядок фіксованої довжини (хеш), який дозволяє швидко ідентифікувати спробу зміни даних. Перевага такої структури полягає в тому, що замість перевірки кожного елемента даних окремо можна швидко перевірити цілісність всього набору даних через їхнє хешування.

На нижньому рівні дерева знаходяться «листи», що є хешами певних частин даних. Такі хеші об'єднуються у пари, і їхні хеші утворюють наступний рівень дерева. Процес продовжується до тих пір, поки не залишається один хеш на верхівці дерева, який називають кореневим хешем (root hash). Цей кореневий хеш є унікальним підсумком для всієї структури даних [226].

Дерево Меркла стало основою для перевірки цілісності даних у розподілених системах, зокрема в технології блокчейн, де кожен блок містить набір транзакцій, які організовані у вигляді дерева, і зберігає великий обсяг даних (транзакцій), одночасно забезпечуючи їхню перевірку за допомогою кореневого хешу. Якщо хтось спробує змінити одну транзакцію в блоці, хеш цієї транзакції зміниться, що спричинить зміну всього дерева Меркла і, зрештою, кореневого хешу, що дозволяє миттєво виявити будь-які спроби фальсифікації даних [226].

У блокчейні кожен блок містить хеш попереднього блоку, що утворює ланцюг блоків (блокчейн). Таким чином, зміна даних в одному блоці змінює всі наступні блоки, роблячи систему стійкою до зловживань, що дає змогу блокчейну бути децентралізованою, надійною та безпечною технологією для зберігання даних і проведення транзакцій.

Дерево Меркла стало одним з ключових елементів, що дозволили блокчейн-технології стати безпечною та ефективною платформою для зберігання та передачі даних. Його використання дозволило побудувати масштабовану і децентралізовану систему, яка може працювати без єдиного контролюючого органу.

Один із піонерів у галузі розподілених систем – Леслі Лампорт досліджував проблеми довіри та безпеки у таких системах. Його робота зосереджувалася на

питаннях аутентифікації і управління доступом, що є ключовими аспектами для функціонування децентралізованих мереж [219]. Лампорт обґрунтував розв'язання проблеми довіри до однієї централізованої сторони і запропонував механізми, які дозволяли учасникам системи обмінюватися інформацією без централізованого контролю. Його дослідження стали важливим кроком на шляху до створення блокчейну, де безпека і довіра забезпечуються без єдиного контролюючого органу.

Ще одним важливим досягненням стало відкриття Вітфілда Діффі та Мартіна Геллмана, які в 1976 році розробили протокол, що став фундаментом для сучасної системи безпечної передачі даних в інтернеті, зокрема для блокчейн- технологій [159]. До їхнього відкриття криптографія в основному базувалася на симетричному шифруванні, коли для шифрування і дешифрування повідомлення використовувався один і той самий ключ, що створювало значні труднощі, оскільки потрібно було безпечно передавати цей ключ між сторонами. У великих мережах обмін ключами ставав складним і вразливим до атак, оскільки зломисник міг перехопити ключ під час його передачі.

Протокол Діффі-Геллмана вирішив цю проблему шляхом створення асиметричного шифрування, що передбачає використання двох ключів: відкритого ключа (public key) і приватного ключа (private key). Відкритий ключ можна безпечно передавати через незахищений канал, тоді як приватний ключ залишається в таємниці і використовується для дешифрування повідомлень. Це забезпечує безпечний обмін інформацією без необхідності передавати секретний ключ.

Основна ідея протоколу Діффі-Геллмана полягає в тому, що кожна сторона має свій приватний ключ і генерує публічний ключ, який передається іншій стороні. Кожна сторона використовує свій приватний ключ і отриманий публічний ключ від іншої сторони для обчислення спільного секретного ключа, який є ідентичним для обох сторін, але відомим лише їм. Цей процес дозволяє обом сторонам створити загальний ключ, який зломисник не зможе отримати, навіть якщо він перехопив публічні ключі, оскільки для обчислення спільного секретного ключа йому потрібні приватні ключі, що не передаються [261].

Протокол Діффі-Геллмана зробив справжню революцію в криптографії, оскільки [213]:

- убезпечив обмін ключами через незахищені канали зв'язку, вирішивши головну проблему симетричного шифрування;
- став першою реальною реалізацією асиметричної криптографії (також відомої як криптографія з відкритим ключем), що пізніше була вдосконалена для застосування в системах цифрових підписів та сертифікатів безпеки (наприклад, SSL/TLS).

3. Створив основу для системи цифрових підписів у блокчейні, яка надає кожному користувачу пару ключів. Приватний ключ використовується для підписання транзакцій, що підтверджує їх автентичність, а публічний ключ дозволяє іншим користувачам мережі перевірити цей підпис.

Отже, протокол Діффі-Геллмана не лише вирішив проблему безпечного обміну ключами, але й заклав фундамент для безпеки блокчейн-технологій, криптовалют, зокрема таких як Bitcoin і Ethereum [159] і цифрових підписів, спричинив тривалий вплив на розвиток криптографії та безпеки в цифрову епоху [270].

Наприкінці 1990-х років Нік Сабо запропонував концепцію смарт-контрактів – договорів, які автоматично виконуються без посередників, коли виконані певні умови. Це стало важливим кроком у розвитку майбутніх блокчейн систем, де смарт-контракти стали одним із головних інструментів автоматизації угод [276]. Сабо також запропонував концепцію Bit Gold, яка передбачала створення цифрової валюти без участі третіх сторін [277]. Хоча цей проєкт не був реалізований, окремі його положення стали прототипом створення Bitcoin.

Першим рішенням, яке можна вважати передвісником блокчейн-технології, є праця Стюарта Хабера і В. Скотта Сторнетти, презентована у 1991 році [186]. Вчені дослідили криптографічно захищений ланцюг блоків, завдяки якому ніхто не міг підробити часові позначки документів.

У 1991 році вони запропонували концепцію незмінності цифрових документів за допомогою хронологічного ланцюга хешів. Їхнє дослідження

зосереджувалося на створенні такої системи, яка б гарантувала, що жоден цифровий документ не можна змінити або підробити без виявлення факту втручання.

Хабер С. і Сторнетта В. досліджували рішення проблем забезпечення цілісності і незмінності цифрових документів. У той час цифрові файли можна було легко копіювати, змінювати і видаляти, не залишаючи слідів. Це створювало серйозні загрози для документів, які повинні залишатися незмінними протягом тривалого часу, наприклад, юридичних контрактів, медичних записів або патентів. Їхнє рішення полягало в розробці методу, який дозволяв би створювати цифровий підпис, що підтверджував автентичність і незмінність документа. Для цього вони використали криптографічне хешування [186].

У своїй роботі Хабер С. і Сторнетта В. запропонували використання хеш-функцій, які дозволяють перетворювати будь-який набір даних у унікальний хеш (криптографічну суму). Якщо будь-який елемент документа змінюється, хеш також змінюється. Це означає, що навіть найменші зміни в документі залишають очевидні сліди, що робить зміну документа без виявлення практично неможливою. Хабер С. і Сторнетта В. використали ідеї Меркла для свого хронологічного ланцюга хешів, оскільки дерево Меркла дало їм змогу об'єднати багато документів у одну структуру, де кожен елемент має власний хеш і пов'язаний з іншими елементами.

Структура, запропонована Хабером С. і Сторнеттою В., є прототипом того, що ми сьогодні називаємо блокчейном. У їхній системі кожен блок даних має часову позначку (timestamp) і хеш попереднього блоку, що створює неперервний ланцюг подій, за яким можна прослідкувати всі зміни, що дозволило користувачам перевіряти точність і автентичність документів без необхідності довіряти централізованим посередникам.

Пізніше вони продовжили розробляти свою систему і дійшли до ідеї децентралізованої бази даних. В їхній моделі кілька учасників мережі могли б одночасно зберігати копії документів і перевіряти їхню автентичність за допомогою загальних хешів, що усунуло потребу в централізованому контролі, зробивши систему більш стійкою до зловживань і маніпуляцій.

Отже, такі напрацювання Хабера С. і Сторнетти В. як цілісність даних, створення ланцюга блоків та додавання часових позначок стали важливим елементами для створення децентралізованих систем, які ми використовуємо сьогодні.

Таким чином, у 1980-х і 1990-х роках дослідження в галузі криптографії та розподілених систем заклали фундамент для розвитку блокчейну. Роботи Девіда Чаума, Ральфа Меркла, Леслі Лампсона, Ніка Сабо, Вітфілда Діффі та Мартіна Геллмана дозволили створити технологічну базу для безпечних, децентралізованих систем, що не потребують довіри до централізованих органів. Ці наукові досягнення стали основою для створення блокчейну, який змінив підходи до безпеки даних, анонімних трансакцій і автоматизації угод в сучасній економіці. А напрацювання Стюарта Хабера і Вейкфілда Скотта Сторнетти об'єднали попередні досягнення і розробили перше рішення, яке можна вважати блокчейн- технологією.

Хоча концепції розподілених систем і хешування вже існували завдяки роботам вищезгаданих науковців, справжня революція відбулася у 2008 році, коли Сатоші Накамото опублікував «білу книгу» під назвою «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System» [234].

У цьому документі Накамото С. запропонував повноцінну систему децентралізованої цифрової валюти, яка працювала без необхідності залучати посередників, таких як банки або уряди. Основною технологією, що лежала в основі Bitcoin, став блокчейн – децентралізована мережа комп'ютерів (нод), яка перевіряє та зберігає трансакції у вигляді блоків. Одним з найважливіших аспектів його технології стала децентралізація. Замість того, щоб зберігати дані на одному центральному сервері, блокчейн працює у децентралізованій мережі комп'ютерів або вузлів (нод), кожен з яких зберігає повну копію блокчейну, що робить систему стійкою до збоїв. Якщо один або кілька вузлів виходять з ладу, інші вузли продовжують забезпечувати функціонування системи, оскільки копії бази даних залишаються незмінними [105].

Кожен блок містив набір трансакцій і хеш попереднього блоку, що робило його практично неможливим для зміни без впливу на весь ланцюг блоків. Накамото

також вирішив кілька основних проблем, з якими стикалися попередні цифрові валюти, включаючи проблему дворазового витрачання, коли цифрові активи могли бути дубльовані. Завдяки блоку транзакцій, що зберігається в розподіленій мережі, стало неможливо провести одну і ту саму транзакцію двічі [235].

Усі транзакції, що здійснюються у Bitcoin, є доступними для перегляду всіх учасників мережі. Проте, попри відкритість транзакцій, анонімність користувачів зберігається за допомогою криптографічних ключів. Це означає, що адреси, з яких здійснюються транзакції, не пов'язані з реальними іменами користувачів, що дозволяє зберігати приватність при проведенні операцій.

Процес додавання нового блоку до блокчейну вимагає підтвердження мережі, що забезпечує захист від підробок і гарантує, що лише правдиві транзакції можуть бути записані в блокчейн. Учасники, які перевіряють транзакції та додають блоки, отримують винагороду у вигляді криптовалюти, що стимулює їх продовжувати підтримувати безпеку і функціонування системи [234].

Таким чином, блокчейн не лише став технологією для зберігання інформації, але й трансформував саму концепцію довіри у цифровій економіці. Учасники системи більше не потребували централізованого органу для підтвердження угод, оскільки всі дані зберігалися та перевірялися мережею комп'ютерів, що робило систему стійкою до збоїв та атак.

У контексті таких змін, які принесла поява блокчейн-технологій, особливу увагу привертають ролі та функції учасників цієї децентралізованої системи. Відсутність централізованого посередника означає, що відповідальність за перевірку, збереження й оновлення інформації розподіляється між усіма учасниками мережі.

Нижче наведена таблиця ілюструє ключові відмінності між централізованими системами та блокчейн-рішеннями. Окреслені переваги формують блокчейн як ефективний інструмент для забезпечення надійності та захищеності даних, особливо в середовищах, де важливі довіра і децентралізований контроль (табл 1.2).

Таблиця 1.2

Порівняння блокчейну та централізованих систем

Критерій	Централізовані системи	Блокчейн
Архітектура	Централізована, дані зберігаються на одному або кількох центральних серверах	Децентралізована, дані зберігаються на багатьох вузлах одночасно
Контроль над даними	Контроль здійснює одна організація або особа	Контроль розподіляється між усіма учасниками мережі
Безпека	Вразливі до кібератак, потребують зовнішніх засобів захисту	Безпека забезпечується криптографією та механізмами консенсусу
Відновлення після атаки	Складне відновлення у разі атаки на центральний сервер	Система швидко відновлюється завдяки децентралізації і наявності копій на багатьох вузлах
Прозорість	Доступ до даних обмежується власником системи, низька прозорість	Всі транзакції публічні і доступні для перегляду учасниками мережі
Захист від збоїв	Система залежить від центрального сервера, є ризик повної зупинки роботи	Система продовжує працювати навіть при виході з ладу окремих вузлів
Маніпуляція даними	Можливість змінювати або видаляти дані за рішенням централізованого органу	Змінити або видалити дані майже неможливо після підтвердження мережею
Довіра користувачів	Довіра залежить від надійності та репутації централізованого органу	Довіра базується на прозорості та криптографічній безпеці, а не на одній стороні

Джерело: систематизовано автором.

Аналіз систематизованих в табл. 1.2 критеріїв порівняння блокчейну та централізованих систем, а також спеціальної економічної літератури дозволяє стверджувати, що основні переваги блокчейну над традиційними централізованими базами даних полягають:

- 1) у його децентралізованій архітектурі;
- 2) високому рівні безпеки через криптографічні механізми;
- 3) прозорості, що дозволяє усім учасникам перевіряти інформацію.

У січні 2009 року Накамото С. запустив перший блокчейн, створивши так званий генезисний блок, що став початковим блоком у ланцюгу транзакцій. Генезисний блок також містив приховане повідомлення: «The Times 03/Jan/2009 Chancellor on brink of second bailout for banks», яке підкреслювало основну ідею

створення Bitcoin – недовіру до традиційної фінансової системи та спробу створити альтернативу банкам і урядам.

Після цього блокчейн продовжував розвиватися, і нові учасники приєднувалися до мережі, створюючи нові блоки та підтверджуючи транзакції з використанням алгоритму консенсусу Proof-of-Work (PoW). У механізмі PoW учасники мережі, яких називають майнерами, повинні виконати складне математичне завдання для того, щоб підтвердити блок транзакцій і додати його до блокчейну. Це завдання полягає у пошуку правильного хешу – унікального коду, який генерується на основі даних у блоці. Процес виглядає так: майнер бере інформацію про транзакції з нового блоку і використовує її для створення хешу. Щоб цей хеш відповідав певним вимогам (наприклад, починався з певної кількості нулів), майнер повинен багаторазово змінювати так званій «нанс» (nonce) – випадкове число, яке додається до вмісту блоку для генерації хешу. Це вимагає значних обчислювальних потужностей і часу. Перший майнер, якому вдасться знайти правильний хеш, додає блок до блокчейну і отримує винагороду у вигляді криптовалюти.

Такий процес виконує важливу функцію у забезпеченні безпеки мережі. По-перше, він робить шахрайство надзвичайно дорогим і складним. Щоб змінити дані в блоці, зловмиснику довелося б перерахувати хеші для всіх наступних блоків, що вимагає колосальних обчислювальних ресурсів. Це майже неможливо, особливо у великих децентралізованих мережах, таких як біткоїн. По-друге, PoW гарантує, що всі учасники мережі мають рівні шанси на додавання нового блоку, оскільки успіх залежить лише від обчислювальної потужності, а не від контролю над мережею.

Таким чином, Proof-of-Work забезпечує захист блокчейну через високі витрати на обчислювальні операції, роблячи будь-які спроби маніпуляцій вкрай не вигідними і технічно складними.

Після того як Накамото залишив розробку Bitcoin іншим, блокчейн почав знаходити застосування в інших галузях, таких як управління ланцюгами постачання, охорона здоров'я, логістика, захист інтелектуальної власності та

багато іншого. Хоча більшість людей досі асоціюють блокчейн із криптовалютами, ця технологія стала основою для багатьох нових бізнес-моделей та інновацій.

Наступним значним кроком в розвитку блокчейн технологій став запуск Ethereum – децентралізованої блокчейн-платформа з підтримкою смарт-контрактів. Його засновник Віталік Бутерін був одним із зростаючого списку розробників, які вважали, що біткоїн не використовує всі можливості технології блокчейн. Занепокоєний обмеженнями біткоіна, Бутерін почав працювати над тим, що, на його думку, було б гнучким блокчейном, який може виконувати різні функції на додаток до однорангової мережі. Ethereum народився як новий загальнодоступний блокчейн у 2013 році з додатковими функціями порівняно з біткоїнами [115].

Ethereum суттєво змінив блокчейн, розширивши функціональні можливості технології та надавши блокчейну нові сфери застосування. Якщо біткоїн був зосереджений виключно на криптовалюті та її обігу, Ethereum став універсальною платформою для створення децентралізованих додатків (dApps) і смарт-контрактів, що радикально трансформувало роль блокчейну [82].

Головною інновацією Ethereum стала поява смарт-контрактів – набору правил, які автоматично виконуються за дотримання певних умов. Це дозволило використовувати блокчейн не тільки для зберігання інформації про транзакції, але й для виконання складніших програм, які автоматизують процеси, усувають потребу в посередниках та забезпечують прозорість і незмінність угод.

Також Ethereum став платформою для створення децентралізованих додатків. Розробники змогли створювати додатки на блокчейні Ethereum, які працюють без централізованих серверів і забезпечують децентралізовану обробку даних. Такі додатки охоплюють різні сфери, включаючи децентралізовані фінанси (DeFi), невзаємозамінні токени (NFT) для мистецтва та медіа, а також логістичні рішення для відстеження товарів [2].

Ethereum дозволив створювати токени за стандартом ERC-20 та ERC-721, які представляють реальні активи чи права власності у цифровій формі, що призвело до появи таких інструментів, як ICO (Initial Coin Offerings) – спосіб збору коштів через випуск tokenів, а також до токенизації активів, таких як нерухомість, цінні

папери та інші ресурси. Цей процес дозволив спростити та здешевити передачу права власності та залучення інвестицій [116].

З появою Ethereum з'явилася ціла екосистема децентралізованих фінансів (DeFi), що дозволила створювати фінансові інструменти на основі смарт-контрактів без потреби у традиційних банках. Сюди входять кредитування та позики без банків, стейблкоїни – цифрові активи, прив'язані до вартості фіатних валют, а також децентралізовані біржі для торгівлі криптовалютами. Запропоновані інструменти надали користувачам можливість отримувати фінансові послуги без посередників, що відкриває доступ до ринків для людей у країнах із нерозвиненою фінансовою інфраструктурою [232].

Хоча Ethereum відкрив нові можливості, він також зіткнувся з проблемами. Система Proof-of-Work, яку він успадкував від біткоїн, мала обмежену масштабованість, що призвело до затримок та високих комісій за трансакції в моменти великого навантаження на мережу. Це стало стимулом для розробки нових рішень, таких як Ethereum 2.0 (перехід на Proof-of-Stake для зменшення енергоспоживання та покращення масштабованості), а також рішення другого рівня (Layer-2), як-от Lightning Network, для зменшення навантаження на основну мережу.

Розглянемо детальніше підхід до досягнення консенсусу Proof-of-Stake (PoS). На відміну від майнерів, які в PoW виконують обчислювальні завдання, в PoS учасники мережі можуть стати валідаторами, які підтверджують трансакції і додають нові блоки. Відбір валідаторів ґрунтується на тому, скільки криптовалюти вони мають і готові поставити як заставу.

Процес виглядає так: валідатори блокують частину своїх активів як заставу, що гарантує їхню чесність. Після цього система випадково обирає одного з валідаторів для підтвердження нового блоку трансакцій. Якщо валідатор успішно додає блок і виконує всі вимоги мережі, він отримує винагороду у вигляді нових токенів або комісій за трансакції. Такий механізм також ефективно захищає мережу від атак. По-перше, валідатори ризикують своїми власними активами, тому шахрайство для них є ризикованим і не вигідним. По-друге, щоб скомпрометувати

мережу, зловмиснику довелося б контролювати більшість активів, що циркулюють у системі, що є практично неможливим.

Порівняння ключових механізмів знаходження консенсусу PoW і PoS за критеріями наведено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Порівняння ключових механізмів знаходження консенсусу

Критерій	Proof-of-Work (PoW)	Proof-of-Stake (PoS)
Механізм	Майнери виконують складні математичні завдання для створення блоків	Валідатори підтверджують транзакції на основі кількості токенів
Споживання енергії	Дуже високе, вимагає значних обчислювальних ресурсів	Низьке, оскільки не вимагає складних обчислень
Винагорода	Нова криптовалюта за кожен успішно доданий блок	Винагорода у вигляді нових токенів або комісій за транзакції
Залежність від обчислювальних ресурсів	Висока залежність, більше ресурсів = більше шансів додати блок	Незалежність від обчислювальних ресурсів, більша ставка = більше шансів
Ризик шахрайства	Дороге шахрайство через потребу в потужних обчислювальних ресурсах	Шахрайство карається втратою заставлених активів
Захист від атак	Атаки вимагають величезних ресурсів, що робить їх економічно не вигідними	Атаки вимагають контролю більшості активів, що дуже дорого
Можливість централізації	Можливість централізації через концентрацію майнінгових ресурсів	Можливість централізації через концентрацію активів у валідаторів
Час підтвердження транзакцій	Залежить від обчислювальної потужності, може бути довгим	Швидке порівняно з PoW, оскільки немає складних обчислень

Джерело: сформовано автором.

Отже, ґрунтуючись на представлених критеріях, обидва механізми – Proof-of-Work і Proof-of-Stake – ефективно забезпечують захист блокчейну від різних видів шахрайства. Proof-of-Work гарантує безпеку через складність обчислень, тоді як Proof-of-Stake забезпечує її через економічні стимули. Хоча обидва механізми працюють за різними принципами, їхня кінцева мета одна – зробити блокчейн стійким до атак і гарантувати, що всі транзакції залишаються чесними та прозорими.

У 2015 році Linux Foundation запустила проект під назвою Hyperledger, який став парасольковою ініціативою для розробки блокчейн-технологій з відкритим

кодом [220]. Мета Hyperledger – сприяння розвитку технології блокчейну і розподілених реєстрів через спільні зусилля різних галузей і компаній. Під керівництвом Браяна Белендорфа, Hyperledger став одним із ключових проєктів у сфері блокчейну, націленим на підтримку глобальних бізнес-транзакцій та підвищення ефективності і надійності існуючих систем [96].

Однією з головних відмінностей Hyperledger від інших блокчейн-платформ є його акцент на приватних і консорціумних блокчейнах, які можуть бути адаптовані для використання великими підприємствами та організаціями. На відміну від публічних блокчейнів, таких як Bitcoin і Ethereum, Hyperledger надає можливість контролювати доступ до даних, що особливо важливо для корпоративних і регульованих середовищ.

Hyperledger об'єднує кілька блокчейн-платформ і інструментів з відкритим кодом, орієнтованих на розробку рішень для різних сценаріїв використання. Серед найвизначніших проєктів виокремлюють: Hyperledger Fabric, що дозволяє створювати приватні та консорціумні блокчейни з високим рівнем контролю доступу; Hyperledger Sawtooth, розроблену для гнучкого налаштування й масштабованості; Hyperledger Iroha, оптимізовану для інтеграції з мобільними додатками; Hyperledger Besu, що використовує технології Ethereum у корпоративних середовищах; а також Hyperledger Indy, спрямовану на розробку децентралізованих систем ідентифікації.

Усе це робить Hyperledger ваговою ініціативою для розвитку корпоративних блокчейн-рішень. Завдяки відкритим стандартам і модульним платформам компанії можуть впроваджувати блокчейн для посилення ефективності своїх бізнес-процесів, а також підвищувати прозорість і безпеку у взаємодії з даними.

Initial Coin Offering (ICO), або початкова пропозиція монет, стало наступним важливим кроком у розвитку блокчейн-технологій після створення таких платформ, як Ethereum. ICO є механізмом для залучення фінансування, схожим на первинну публічну пропозицію акцій (IPO), але замість випуску акцій компанії пропонують токени на блокчейні.

Initial Coin Offering (ICO) – це метод залучення фінансування, під час якого проект випускає токени на блокчейні і продає їх інвесторам в обмін на криптовалюти, такі як Bitcoin або Ethereum. Ці токени можуть мати різні призначення:

- надавати доступ до певного продукту чи послуги;
- бути інвестиційними активами, що зростають у ціні в міру розвитку проекту;
- представляти цифрові активи, що використовуються в мережі, подібно до акцій або голосів у платформі.

Запуск ICO передбачає наступні етапи.

1. Проект або стартап оголошує про запуск ICO та випуск токенів. Публікується «білий папір», де описується ідея проекту, його мета, технічні аспекти та використання залучених коштів.

2. Інвестори купують токени, надсилаючи криптовалюту на адресу проекту, в обмін на отримання певної кількості токенів, еквівалентної їх інвестиціям.

3. Токени можуть бути торговані на біржах криптовалют або використовуватися у самій мережі проекту після його запуску.

Однією із основних причини популярності ICO була легкість запуску. Для проведення ICO не потрібні складні юридичні процедури чи великі витрати. Платформи, такі як Ethereum, дозволили швидко створювати смарт-контракти для випуску токенів.

Також ICO дає швидкий доступ до капіталу. ICO дозволяє проектам залучати великі кошти за короткий час. А також, дозволяє залучати фінансування без участі банків чи венчурних фондів.

Одним з перших прикладів ICO був проект Mastercoin у 2013 році. Проте справжній бум ICO почався із запуском Ethereum у 2014 році, коли проект зібрав близько 18 мільйонів доларів через продаж токенів Ether.

У 2016-2017 роках багато нових проектів збирали мільйони доларів за лічені години або навіть хвилини, що зробило ICO одним із найпопулярніших методів залучення капіталу. Проте, більшість ICO були проведені без належного

регулювання, що дозволяло проектам обходити закони про цінні папери. Це створило значні ризики для інвесторів, адже деякі проекти виявилися шахрайськими. Комісія з цінних паперів і бірж США почала вважати токени цінними паперами, що підлягають регулюванню відповідно до законодавства. У результаті популярність ICO знизилася, оскільки регулятори почали контролювати цей процес.

Через збільшення регулювання виникли альтернативи ICO.

1. Security Token Offering (STO): це формат, де токени випускаються відповідно до законодавства про цінні папери, що знижує ризики для інвесторів.

2. Initial Exchange Offering (IEO): продаж tokenів відбувається на біржі криптовалют, що надає додаткову перевірку проекту з боку біржі.

Отже, ICO стало важливим етапом у розвитку блокчейн-екосистеми, надаючи можливість стартапам і проектам залучати кошти через продаж tokenів.

Наступний крок у розвитку блокчейн-технологій - поява децентралізованих фінансових послуг (DeFi), що стала можливою завдяки розширенню використання смарт-контрактів. DeFi забезпечили доступ до фінансових послуг без банків та інших посередників, дозволивши користувачам напряму надавати і брати кредити, здійснювати страхування або інвестувати [30]. Це ще більше підвищило прозорість і доступність фінансових послуг, оскільки всі операції виконувалися на основі відкритих протоколів і були доступні для перегляду всіма учасниками мережі. Смарт-контракти автоматизували всі процеси, що знижувало потребу в людському втручанні і зменшувало ризики помилок [107].

Отже, еволюція блокчейн-технологій проходила через кілька ключових етапів – від формування теоретичних засад до широкого комерційного застосування. Кожен із цих етапів вносив нові ідеї та інновації, які розширювали можливості використання блокчейну. Перший етап – формування концепцій (до 2008 року), коли з'явилися ідеї криптографічних протоколів, цифрових валют і механізмів консенсусу. Другий – блокчейн 1.0 (2008–2013), пов'язаний із запуском Bitcoin, який представив децентралізовану систему обміну цінностями на основі Proof-of-Work. Третій етап – блокчейн 2.0 (2013–2020), що розширив функціонал

технології через впровадження смарт-контрактів (Ethereum) та децентралізованих застосунків, відкривши шлях до комерціалізації. Нарешті, четвертий етап – блокчейн 3.0 (з 2020 року), орієнтований на масштабованість, взаємодію між блокчейнами (Polkadot, Cosmos) та інтеграцію з іншими технологіями, такими як IoT і NFT, забезпечуючи ширше впровадження блокчейну в бізнес і суспільство.

На рис. 1.1 виділено чотири ключові етапи розвитку блокчейн технологій.

Формування концепції	Блокчейн 1.0	Блокчейн 2.0	Блокчейн 3.0
<ul style="list-style-type: none"> • Формування теоретичних ідей, що стали основою технології. • Запуск перших цифрових валют. 	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск першої криптовалюти – Bitcoin. • Впровадження механізму децентралізованого консенсусу (Proof-of-Work). 	<ul style="list-style-type: none"> • Створення смарт-контрактів на базі Ethereum. • Створення децентралізованих застосунків (dApps). 	<ul style="list-style-type: none"> • Інтеграція з іншими технологіями. • Розвиток багато-ланцюгових екосистем, які забезпечують взаємодію між різними блокчейнами.

Рис. 1.1. Етапи розвитку блокчейн-технологій

Джерело: побудовано автором.

Таким чином, починаючи від перших концепцій криптографічних протоколів і до сьогодні, блокчейн пройшов шлях від експериментальних ідей до потужної глобальної інфраструктури, що здатна підтримувати розмаїття застосувань у бізнесі та суспільстві. Четвертий етап розвитку (блокчейн 3.0), орієнтований на багатоланцюгові екосистеми (Polkadot, Cosmos), інтеграцію з IoT і впровадження NFT, свідчить про перехід від окремих мереж до мереж, у яких різні блокчейни можуть взаємодіяти та передавати цінність або дані один одному. Така концепція робить блокчейн-технологію не просто засобом реєстрації трансакцій, а структурою для організації децентралізованих систем у масштабах кількох галузей та географічних меж.

Відповідно, у розумінні останніх досягнень блокчейн-технології, його слід розглядати як комплексну систему, а не лише як набір протоколів чи прикладну платформу. Такий системний підхід передбачає, що блокчейн володіє власними «входами» (транзакції, дані, механізми консенсусу), «процесами» (верифікація, формування блоків, підтримка логіки смарт-контрактів) і «виходами» (незмінний реєстр, зниження транзакційних витрат, підвищення прозорості), які функціонують у взаємопов'язаному середовищі численних вузлів. Така логіка особливо актуальна в умовах багатоланцюгових екосистем, де взаємодія між ланцюгами вимагає чіткої організації системних складових – криптографічного захисту, прозорості та узгоджених консенсусних правил.

Нижче наведено концептуальну модель блокчейну за принципом «Вхід – Процеси – Вихід». Вона ілюструє, як відбувається формування та верифікація блоків, яким чином консенсусні механізми забезпечують узгодження дій між учасниками мережі та що саме система видає «на виході» (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Концептуальна модель блокчейну за принципом «Вхід – Процеси – Вихід»

Джерело: побудовано автором.

Системний підхід дозволяє блокчейну слугувати основою для масштабованих мереж і багатоланцюгових екосистем, де довіра формується через розподілену криптографічну архітектуру. Водночас це не виключає наявності вразливостей: навіть найбільш захищена децентралізована система залишається підданою певним видам атак і технологічних ризиків.

Розглянемо основні загрози, які можуть виникати в блокчейні, та способи їх подолання.

Однією з найбільш відомих і серйозних загроз для блокчейн-мереж є атака 51%, що відбувається, коли один зловмисник або група контролює понад 50% обчислювальних ресурсів у мережі (для Proof-of-Work) або більше половини токенів (для Proof-of-Stake) [224]. За таких умов зловмисник може змінювати історію блоків, скасовувати або блокувати транзакції, а також здійснити так звану подвійну витрату, коли одні й ті ж кошти витрачаються кілька разів.

Щоб знизити ризик такої атаки, блокчейн-мережі покладаються на децентралізацію. Чим більше вузлів бере участь у мережі, тим важче комусь отримати контроль над більшістю обчислювальних ресурсів. У великих мережах, таких як Bitcoin, контроль над 51% потужностей є практично неможливим через величезну кількість майнерів і вузлів по всьому світу. Мережі, що використовують Proof-of-Stake, також захищені економічними стимулами, оскільки для здійснення атаки зловмиснику доведеться володіти більшістю активів, що є дуже дорогим і ризикованим.

Іншою загрозою є сибілічна атака, коли зловмисник створює велику кількість фальшивих вузлів у мережі, щоб отримати контроль над процесом підтвердження транзакцій. Це може статися, коли зловмисник намагається маніпулювати мережею через створення численних підроблених вузлів, що дозволяє впливати на процес прийняття рішень у децентралізованій системі.

Така загроза мінімізується завдяки використанню механізмів Proof-of-Work, де створення нових вузлів вимагає значних обчислювальних ресурсів, що робить фальшиві вузли неефективними. У Proof-of-Stake така атака також малоімовірна,

оскільки зловмисник повинен володіти значною частиною токенів для того, щоб мати можливість впливати на мережу.

Подвійна витрата – це загроза, коли один і той самий актив намагаються витратити кілька разів. Така проблема може виникнути, якщо зловмисник зможе змінити історію транзакцій у блокчейні або маніпулювати підтвердженням нових блоків, щоб використати одні й ті ж кошти двічі.

Блокчейн-мережі захищені від цього типу атак за допомогою механізмів консенсусу. У Proof-of-Work, після того, як блок транзакцій підтверджений і доданий до ланцюга, будь-яка спроба змінити історію блокчейну вимагає величезної обчислювальної потужності, що робить атаку економічно не вигідною. У Proof-of-Stake така атака стає ризикованою через необхідність володіння більшістю активів, а шахрайські дії можуть призвести до втрати власних активів валідатора.

Смарт-контракти також можуть мати свої вразливості. Якщо код смарт-контракту містить помилки або недоліки, зловмисники можуть використовувати ці вразливості для викрадення активів або маніпулювання виконанням контракту, що стало відомо після атаки на DAO (Decentralized Autonomous Organization) у 2016 році, коли через вразливість було втрачено велику кількість Ethereum.

Для запобігання таким атакам використовуються регулярні аудити коду та формальна верифікація смарт-контрактів, що дозволяє виявляти помилки і вразливості до їхньої активації. Крім того, можна обмежити функціональність смарт-контрактів, щоб мінімізувати ризики.

Незважаючи на те, що сам блокчейн є дуже захищеним, слабким місцем можуть бути користувачі, зокрема їхні приватні ключі. Приватні ключі дають повний доступ до активів користувача, і якщо зловмисник отримає цей ключ через фішинг або інші методи соціальної інженерії, він може вкрати кошти без можливості їх повернення.

Захист від таких загроз досягається завдяки використанню апаратних гаманців, які зберігають приватні ключі офлайн, що робить їх недоступними для зловмисників через інтернет. Крім того, важливу роль відіграє двофакторна

автентифікація для захисту криптовалютних гаманців, а також регулярне оновлення ключів та використання багаторазових підписів.

Іншою проблемою може стати незмінність даних. Якщо до блокчейну було записано неправильні або помилкові дані, виправити їх буде надзвичайно складно, оскільки система не дозволяє змінювати блоки після підтвердження, що вимагає дуже ретельної перевірки інформації перед її внесенням до блокчейну. Крім того, смарт-контракти, які також функціонують на основі блокчейну, можуть містити вразливості, що призводить до незворотних наслідків, якщо помилка сталася після активації контракту.

Наразі ведеться активна дискусія стосовно прозорості та приватності в різних блокчейн системах. Хоч всі можуть переглядати транзакції, вони не можуть безпосередньо ідентифікувати, хто стоїть за тією чи іншою адресою. Таким чином, блокчейн забезпечує псевдоанонімність, оскільки адреси не пов'язані з реальними особистостями користувачів. Наприклад, у Bitcoin можна переглянути всі транзакції, які були проведені з певної адреси, але неможливо дізнатися, хто володіє цією адресою, якщо ця інформація не була оприлюднена самим користувачем.

Однак, є деякі виклики щодо захисту приватності в публічних блокчейнах.

1. Відстеження транзакцій. Хоча блокчейн забезпечує псевдоанонімність, у деяких випадках можна відстежити транзакції і пов'язати їх з конкретними особами через аналіз транзакційних даних. Якщо користувач взаємодіє з централізованими біржами або сервісами, які вимагають особистої ідентифікації, його адресу можна прив'язати до реальної особи.

2. Розширені методи відстеження. Деякі аналітичні компанії та правоохоронні органи використовують спеціалізовані методи для аналізу транзакцій в блокчейні і відстеження грошових потоків, що дозволяє їм виявляти зв'язки між адресами і потенційно ідентифікувати користувачів.

3. Приватність у смарт-контрактах. Смарт-контракти в деяких блокчейнах, таких як Ethereum, також є повністю прозорими. Це означає, що будь-хто може бачити код контракту і відстежувати його виконання, що може створювати виклики для приватності.

Для покращення захисту приватності користувачів були розроблені певні технології.

1. Приватні блокчейни. Деякі блокчейни, наприклад, Monero або Zcash, спеціально розроблені для забезпечення більш високого рівня приватності. Вони використовують технології шифрування, такі як «скриті адреси» або zk-SNARKs (нульове розголошення знань), щоб приховати деталі транзакцій, включаючи адресу відправника, отримувача та суму транзакції.

2. Міксери транзакцій. Деякі сервіси дозволяють користувачам «перемішувати» свої транзакції з іншими, щоб ускладнити відстеження, що може бути корисно для збереження приватності, але також може використовуватися для приховування незаконних операцій, що викликає занепокоєння у регуляторів.

3. Апаратні гаманці. Використання апаратних гаманців може допомогти підвищити рівень безпеки приватних ключів, оскільки вони зберігають ключі офлайн і захищають користувачів від хакерських атак.

Отже, прозорість є однією з ключових особливостей блокчейну, оскільки всі транзакції є доступними для перегляду будь-яким учасником мережі, що підвищує рівень довіри і забезпечує відкритість системи. Однак, разом із прозорістю постає питання про анонімність і захист приватності користувачів.

Оскільки різні бізнес-моделі вимагають різного рівня конфіденційності масштабованості та способу управління даними, то розроблені різні типи блокчейну, які найкраще відповідають специфіці завдань. Блокчейн, залежно від моделі управління і доступу, може бути публічним, приватним, консорціумним чи гібридним. Кожен із цих типів має свої особливості, що визначають його функціональність і сферу застосування.

Публічний блокчейн використовують для проектів, які потребують максимальної прозорості, наприклад, у сфері фінансів чи громадських ініціатив. Приватний блокчейн, натомість, створений для вирішення завдань у корпоративному середовищі, де важливі швидкість і конфіденційність. Консорціумний блокчейн пропонує модель спільного управління для галузей, де потрібна координація між кількома організаціями, а гібридні блокчейни дозволяють

досягти балансу між відкритістю та захищеністю даних. М.В. Голованенко у своїй статті виділив ключові переваги та недоліки різних типів блокчейну, які наведено в табл. 1.4 [7].

Таблиця 1.4

Переваги й недоліки окремих типів блокчейну

№	Тип блокчейну	Переваги	Недоліки
1	Публічний блокчейн	– надійність; – безпека; – анонімність; – децентралізованість	– швидкість обробки транзакцій; – енергомісткість
2	Приватний блокчейн	– швидкість; – масштабованість; – збалансованість	– безпека; – централізованість; – стійкість
3	Гібридний блокчейн	– екосистема; – вартість; – архітектура; – операції	– ефективність; – прозорість
4	Консорціум блокчейну	– швидкість; – авторитетність; – приватність; – гнучкість.	– механізм консенсусу; – прозорість; – вразливість.

Джерело: [7].

Таким чином, історичний розвиток блокчейн-технологій від ранніх досліджень у криптографії до сучасних децентралізованих фінансових послуг демонструє поступове формування і зміцнення їхніх ключових характеристик, таких як децентралізація, безпека, незмінність даних і прозорість. Кожен етап розвитку не тільки розширював можливості технології, але й давав поштовх для її впровадження у нові сфери, забезпечуючи надійність і ефективність процесів у різних галузях економіки та суспільного життя [165].

1.2. Методичні підходи до вивчення блокчейн-технологій

Блокчейн став об'єктом наукового вивчення після публікації Сатоші Накамото. Спочатку дослідження були зосереджені на криптовалютах та їхньому впливі на фінансову систему. Однак згодом науковці почали вивчати блокчейн ширше – як технологію, що здатна трансформувати не лише фінансову сферу, але

й інші галузі, такі як логістика, державне управління, медицина та енергетика. Впровадження можливості створювати та виконувати смарт-контракти дало новий поштовх науковим дослідженням блокчейну, зокрема вивченню його потенціалу для автоматизації бізнес-процесів, управління активами та інновацій у цифровій економіці. Блокчейн став предметом досліджень не лише з технологічного боку, але й у контексті правових, економічних та соціальних змін.

Найчастіше блокчейн досліджується в рамках економічних, технічних та правових дисциплін, оскільки ця технологія одночасно впливає на економічні моделі, технічні інновації та правове регулювання. Кожна з цих дисциплін має свої власні підходи, завдання та методології вивчення блокчейну, що дозволяє отримати всебічний огляд як його переваг, так і викликів. У табл. 1.5 систематизовано основні підходи до вивчення блокчейн-технологій в економічному, технічному та правовому контекстах.

Таблиця 1.5

Підхід до вивчення блокчейну в різних дисциплінах

Характеристика	Економічні дослідження	Технічні дослідження	Правові дослідження
1	2	3	4
Мета	Оцінка впливу блокчейну на економічні процеси та моделі бізнесу.	Розробка та вдосконалення технологій, алгоритмів та протоколів для роботи блокчейну.	Визначення правових аспектів, регулювання та юридичної відповідності блокчейну.
Об'єкт	Економічні системи, бізнес-процеси, транзакційні витрати.	Архітектура блокчейну, алгоритми консенсусу, безпека даних.	Регулювання використання блокчейну.
Предмет	Вплив блокчейну на ефективність бізнес-процесів та транзакційні витрати.	Технічні аспекти роботи блокчейн-мережі, включаючи алгоритми консенсусу та захист даних.	Юридична відповідність блокчейну, легітимність смарт-контрактів, захист даних.
Завдання	<ul style="list-style-type: none"> - Визначити вплив блокчейну на зниження витрат. - Оцінити ефективність застосування блокчейну в бізнесі. - Дослідити зниження агентських витрат. 	<ul style="list-style-type: none"> - Розробити ефективні алгоритми консенсусу. - Забезпечити безпеку даних. - Вивчити можливості масштабування блокчейн-мереж. 	<ul style="list-style-type: none"> - Дослідити законодавчі бар'єри для використання блокчейну та смарт-контрактів. - Захист прав споживачів та приватності даних.

Продовження табл. 1.5

1	2	3	4
Методологія	- Кількісний аналіз економічної ефективності. - Економетричний аналіз.	- Тестування та моделювання блокчейн-протоколів. - Аналіз безпеки мережі.	- Правовий аналіз. - Огляд регуляторних ініціатив у різних юрисдикціях.
Науковий інструментарій дослідження	- Економетричні моделі. - Кейс-стаді (аналіз конкретних випадків впровадження блокчейну).	- Комп'ютерне моделювання. - Аналіз стійкості мережі до кібер-атак. - Тестові блокчейн-мережі для експериментів.	- Огляд законодавства різних країн. - Інтерв'ю з експертами у сфері права та регулювання.
Інформаційна база	- Дані про трансакції на блокчейн-мережах. - Звіти бізнес-компаній, які впровадили блокчейн.	- Код блокчейн-протоколів. - Технічні документи (Whitepapers). - Результати тестів безпеки.	- Нормативно-правові акти. - Судова практика у сфері криптовалют та смарт-контрактів.

Джерело: сформовано автором на основі [2; 26; 33; 101; 104; 105; 107; 109; 120].

Блокчейн, як інноваційна технологія, активно досліджується вітчизняними та міжнародними науковцями, зокрема аспекти його впливу на фінансові системи, міжнародні економічні відносини та загальний економічний розвиток.

Один із провідних дослідників блокчейн-технологій, Дон Тапскотт, зробив значний внесок у розуміння впливу блокчейну на економічні процеси. У своїй книзі «Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies Is Changing the World» він, у співавторстві з Алексом Тапскоттом, описує блокчейн як технологію, що має потенціал змінити безліч секторів економіки. На думку Д. Тапскотта, блокчейн може кардинально вплинути на фінансову систему, зменшити роль посередників і підвищити ефективність у багатьох сферах – від логістики до урядового управління. Блокчейн, за його словами, є новим інструментом для децентралізації влади та управління активами, знижуючи витрати на довіру та підвищуючи прозорість економічних відносин [279].

Д. Тапскотт підкреслює, що однією з головних переваг блокчейну є можливість зменшити трансакційні витрати та прискорити фінансові операції. Він

стверджує, що технологія допоможе знизити залежність від банків та інших фінансових посередників, які традиційно виступають як гаранті довіри між учасниками економічних трансакцій. Замість цього блокчейн надає новий підхід, де довіра забезпечується за рахунок технології. У своїх роботах Тапскотт також аналізує вплив блокчейну на глобальні ланцюги постачання, прогножуючи значні зміни у способах переміщення продуктів від виробників до кінцевих споживачів. Також Дон Тапскотт заснував Blockchain Research Institute, що є одним із провідних аналітичних центрів, що досліджує тематику блокчейн і прагне забезпечити підприємства та уряди знаннями та ресурсами, необхідними для досягнення успіху в сучасній цифровій економіці, що швидко розвивається [107].

Тематиці блокчейну і його впливу на різні сфери економіки присвячено праці професора Кевіна Вербаха, який розглядає, як блокчейн може стати новою інфраструктурою для побудови довіри у фінансових ринках. Вербах зазначає, що блокчейн дозволяє створити безпечні, прозорі й автоматизовані механізми для проведення фінансових трансакцій без посередників, що значно знижує витрати та ризики [297].

Андреас Антонопулос, грецько-британський технологічний експерт, автор кількох книг про біткоїн та блокчейн, зосереджується на технічних аспектах технології та її впливі на фінансові системи [81; 82; 83]. Тім Свансон займається дослідженнями впливу блокчейну на ринки і регуляцію [274]. Гарт В. Пітерс вивчає вплив блокчейну на фінансові ринки та регуляцію, а також досліджує можливості, які технологія відкриває для нових бізнес-моделей [247]. Ефстатіос Панай спеціалізується на застосуванні блокчейну в фінансових послугах і управлінні ризиками [246]. Мелані Свон аналізує використання блокчейн-технологій у контексті великих даних та їхнього впливу на бізнес-процеси [51]. Марко Янсіті відомий своїми дослідженнями в сфері управління технологіями та інноваціями, зокрема, як блокчейн може змінити бізнес-моделі [194]. Зенг Чжен вивчає динаміку ринків криптовалют і вплив регуляцій на розвиток блокчейн-технологій [306]. Сунг Чой, віце-президент зі стратегії та розвитку бізнесу компанії Coinme, вивчає вплив блокчейну на міжнародну торгівлю та економічні відносини між країнами [140].

Ці дослідники роблять значний внесок у розвиток теорії та практики використання блокчейн-технологій, аналізуючи їхній вплив на економіку та фінансові системи.

Такі інституції, як Міжнародний валютний фонд (IMF) та Банк міжнародних розрахунків (BIS), також активно досліджують вплив блокчейну на глобальні фінансові системи. У звітах їхніх аналітики відзначають, що блокчейн може покращити фінансову стабільність за рахунок швидшої обробки трансакцій і підвищення прозорості. Водночас вони підкреслюють необхідність регуляторного контролю для запобігання можливим ризикам, таким як незаконне використання криптовалют [88; 202].

Дослідження, проведені такими організаціями, як Міжнародна торгова палата (ICC) та Світовий економічний форум (WEF) [238; 303], зосереджені на впливі блокчейну на глобальні ланцюги постачання. За даними цих інституцій, блокчейн може зробити ланцюги постачання більш прозорими, відстежуваними та ефективними. Наприклад, технологія дозволяє компаніям у реальному часі відстежувати шлях продукту від його створення до кінцевого споживача, що знижує ризики фальсифікації товарів та підвищує рівень довіри серед усіх учасників ланцюга постачання.

Світовий банк у своїх звітах зазначає, що блокчейн може суттєво знизити бар'єри для доступу до фінансових послуг у регіонах, де традиційна банківська інфраструктура недостатньо розвинена [72, с. 260-261]. Наприклад, використання криптовалют дозволяє людям у країнах з низьким рівнем розвитку фінансової системи отримати доступ до глобальних ринків і брати участь у світовій економіці.

В Україні також є ряд вчених, які активно досліджують блокчейн і його вплив на економіку, фінансові системи та інші сфери. Так, Наталія Ющенко аналізує можливості блокчейну для залучення інвестицій та поліпшення технологічного потенціалу України [75]. Олександр Балазюк вивчає переваги та недоліки використання блокчейну у фінансовій сфері. Віталій Койбічук опрацьовує методичні підходи до застосування блокчейн-технологій у діяльності підприємств, його роботи спрямовані на узагальнення практичного використання блокчейну в

бізнес-середовищі [28]. Лілія Венгер досліджує застосування блокчейн-технологій у фінансовій сфері України, акцентуючи увагу на їх потенціалі для оптимізації фінансових процесів [6]. Володимир Сідак висвітлює практичні механізми захисту прямих іноземних інвестицій на основі використання технології блокчейн як методу гарантованого збереження та захисту економічної інформації [53]. Ці дослідники роблять значний внесок у розвиток теорії та практики використання блокчейн-технологій як в Україні, так і за її межами, аналізуючи їх вплив на економічні системи і пропонуючи шляхи для їх ефективного впровадження.

Загалом економічні дослідження блокчейну фокусуються на трьох основних аспектах.

1. Вплив на фінансові системи. Блокчейн може трансформувати традиційні фінансові системи, зокрема через автоматизацію процесів, зменшення витрат на обробку транзакцій та підвищення швидкості їх виконання, що може призвести до зниження вартості кредитів і покращення доступу до фінансування для бізнесу. Наприклад, аналітики вказують, що впровадження блокчейну у фінансових біржах може скоротити час розрахунків за цінними паперами з кількох днів до кількох секунд.

2. Діджиталізація економіки. Блокчейн сприяє діджиталізації міжнародної економіки, що дозволяє створювати нові бізнес-моделі та оптимізувати існуючі процеси. Наприклад, компанії використовують блокчейн для підвищення прозорості ланцюгів постачання та скорочення кількості фальсифікованих товарів. Наукові розробки обґрунтовують, що це сприяє зниженню витрат на аудит, покращенню управління запасами та забезпечує кращу взаємодію між постачальниками та клієнтами [28].

3. Створення децентралізованих платформ. Економісти досліджують, як блокчейн впливає на транзакційні витрати і скорочує агентські проблеми, зокрема завдяки прозорості та автоматизації через смарт-контракти. Зокрема, роботи Олівера Вільямсона про транзакційні витрати, інтегрують блокчейн як механізм зниження витрат на довіру [300]. Також теоретичні дослідження аналізують, як блокчейн впливає на структуру ринків і конкуренцію. Зокрема, розглядаються

моделі, в яких блокчейн дозволяє створити рівні умови для учасників ринку, усуваючи монополії та надаючи малому бізнесу і стартапам можливість конкурувати на глобальному рівні.

Вивчення блокчейну в економічній царині охоплює використання таких методів аналізу, як наукова абстракція, що дозволяє визначати ключові характеристики блокчейну та його вплив на економіку, моделювання для прогнозування змін у різних аспектах економічної діяльності, а також економічний аналіз, який допомагає встановити причинно-наслідкові зв'язки між розвитком блокчейну та трансформаціями економічних систем [55].

Блокчейн є важливим об'єктом наукових економічних розвідок через його потенціал для трансформації фінансових систем і впливу на міжнародні економічні відносини. Його інтеграція в різні сфери економіки може суттєво змінити способи ведення бізнесу та управління ресурсами [26].

Дослідження блокчейн-технологій з технічної точки зору охоплює різноманітні аспекти, включаючи архітектуру, алгоритми консенсусу, безпеку, а також обробку великих даних та можливості інтеграції блокчейну з іншими технологіями, такими як штучний інтелект і Інтернет речей (IoT) [55]. У кожному з цих напрямів дослідники зосереджуються на конкретних аспектах, що розкривають принципи роботи, виклики та перспективи вдосконалення блокчейну.

Крістофер Д. Клак досліджує аспекти застосування блокчейн-технологій у виконанні смарт-контрактів, зокрема, реалізації довгострокових фінансових трансакцій [135]. Хао Нін Дай спеціалізується на безпеці даних у блокчейн-системах і розробці алгоритмів для покращення їхньої стійкості до атак [143]. Роджер Уаттенхофер відомий своїми роботами в області теорії графів і їх застосування до аналізу блокчейн-мереж [295]. Джес Юлі-Хуумо досліджує технічні аспекти блокчейну та його можливості для оптимізації бізнес-процесів [305]. Володимир Кучковський досліджує використання блокчейну для опрацювання великих даних [26]. Ці та інші дослідники роблять значний внесок у розвиток теорії та практики використання блокчейн-технологій з технічної точки

зору, аналізуючи їхній вплив на різні сфери діяльності та пропонуючи нові рішення для покращення систем безпеки та ефективності.

Урядові організації, такі як Європейська комісія та Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), досліджують потенціал блокчейну для автоматизації державних послуг і спрощення регуляторних процесів. У своїх звітах вони підкреслюють важливість інтеграції блокчейну для побудови цифрових платформ, які забезпечують безпечний обмін даними та підвищують ефективність державних функцій.

Загалом, вивчення блокчейну з технологічної точки зору охоплює кілька ключових тем, які сприяють глибшому розумінню функціонування цієї технології та її потенціалу для різних галузей. Основними напрямками наукових розробок є архітектура блокчейну, алгоритми консенсусу, безпека блокчейн-систем і обробка великих даних.

У рамках вивчення архітектури блокчейну досліджується структура блоків, принципи побудови ланцюга та механізми забезпечення цілісності даних. Зокрема, увага приділяється аналізу хеш-функцій, які пов'язують блоки між собою, часових міток, що гарантують хронологічний порядок транзакцій, і метаданих, які забезпечують додаткову інформацію для функціонування системи [64]. Визначено особливості технології блокчейн, де на основі введеного поняття блоку даних розглянуто принципи створення алгоритму передавання даних між різними вузлами інформаційної системи [64, с. 80]

Дослідження алгоритмів консенсусу спрямовані на аналіз механізмів досягнення узгодження між учасниками мережі. Зокрема, вивчається ефективність і безпека алгоритмів Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS) та їх варіацій. Увага приділяється опрацюванню енергетичних витрат, швидкості обробки транзакцій, можливостей масштабування та стійкості до атак. Перспективними є також комбінування алгоритмів консенсусу в залежності від майбутнього функціоналу, для досягнення стійкості та невразливості системи [35].

Безпека є одним із ключових напрямів дослідження блокчейну, де вивчаються можливі загрози, стійкість систем до атак і методи забезпечення

конфіденційності даних. Дослідження охоплюють аналіз існуючих блокчейн-протоколів, таких як Bitcoin, Ethereum і Hyperledger, з точки зору вразливостей і механізмів їх усунення. Окрему увагу приділено розробці способів перевірки автентичності даних, збережених у блокчейні, та забезпеченню приватності в умовах публічних і приватних мереж [62].

У межах цього напряму окремі наукові розвідки зосереджуються на потенціалі блокчейну для зберігання, обробки та аналізу великих обсягів даних. Вивчаються алгоритми оптимізації запису і зчитування інформації, а також математичні моделі для ефективного управління даними в децентралізованому середовищі. Дослідники також аналізують способи інтеграції блокчейну з існуючими технологіями Big Data, щоб забезпечити високу швидкість і якість обробки інформації, необхідної для аналітики та прийняття рішень [35].

Отже, наукові дослідження блокчейну з технічної точки зору охоплюють широкий спектр тем, від архітектури системи до алгоритмів консенсусу і безпеки, сприяючи розвитку нових технологій і методик, які можуть значно поліпшити ефективність і безпеку блокчейн-рішень у різних галузях [62].

Вивчення блокчейн-технологій з юридичної точки зору спрямовані на правове регулювання, захист даних, юридичну силу трансакцій і документообігу, а також виклики, пов'язані з міжнародними стандартами [27].

Проектуючи застосування блокчейну у правовій площині, Аарон Райт і Прімевер Де Філіпі у роботі «Blockchain and the Law», аналізують правові виклики. Вони досліджують можливості інтеграції блокчейну в існуючі правові рамки або створення нових механізмів правового регулювання, насамперед, щодо обігу криптовалют, захисту прав інтелектуальної власності та функціонування смарт-контрактів [148].

Окремі дослідники спеціалізуються на правовому регулюванні криптовалют у Європейському Союзі, аналізуючи законодавчі ініціативи та їх вплив на ринок. Ребекка К. Слаутер вивчає правові виклики, пов'язані з блокчейном і смарт-контрактами, а також їхнє застосування в комерційних угодах [267]. Алан Л. Браун спеціалізується на міжнародному праві та регуляторних аспектах блокчейну,

зокрема на питаннях юрисдикції та міжнародного співробітництва, обґрунтовує зв'язок між організаційними змінами та оцифруванням, а також з'ясовує правові аспекти надання державних послуг у цифровій економіці [113; 114]. Поширеними є дослідження правового регулювання блокчейн-технологій у контексті захисту прав споживачів та боротьби з фінансовими злочинами. Правники досліджують вплив блокчейн-технологій на корпоративне право та управління компаніями, акцентуючи увагу на нових моделях бізнесу. Окремі дослідження розглядають правові питання, пов'язані з використанням блокчейну в державному управлінні, зокрема в контексті електронного голосування та реєстрації активів. Також вивчають правові виклики в контексті глобального використання блокчейну, зокрема в аспектах захисту даних і конфіденційності. Олексій Терлюк у своїй монографії описує вплив блокчейн-технології на публічне управління, акцентуючи на децентралізації та прозорості, що може змінити суспільні структури. Він також розглядає, як блокчейн може підвищити довіру до інформації в умовах цифрового суспільства [63, с.57]. Згадані дослідники активно працюють над проблемами правового регулювання блокчейну на міжнародному рівні, аналізуючи його вплив на різні сфери діяльності та пропонуючи рішення для адаптації існуючих норм до нових технологічних реалій [22].

Загалом, дослідження блокчейну з юридичної точки зору охоплюють ключові аспекти правового регулювання, адаптації традиційного законодавства до нових технологій та створення міжнародних стандартів [8]. Основні напрями включають аналіз правового регулювання, юридичної сили трансакцій, захисту персональних даних, міжнародної співпраці та викликів, пов'язаних із швидким розвитком технологій [22, с. 74].

Дослідження правового регулювання блокчейну зосереджуються на аналізі сучасного законодавчого регулювання блокчейн-технологій у різних країнах. Зокрема, вивчаються виклики, пов'язані з відсутністю єдиних міжнародних стандартів, і необхідність узгодження нормативно-правової бази між юрисдикціями [9, с. 268-269]. Дослідники також розробляють рекомендації для вдосконалення законодавства, щоб забезпечити правове визнання блокчейну як

надійної технології для зберігання та захисту інформації. Р. О. Стефанчук наголошує, що технологія блокчейн – основна технологія цифровізації суспільних відносин та юридичних процесів у більшості розвинених правових порядків світу, що застосовується у сфері криптовалют, смарт-контрактів, реєстрації об'єктів інтелектуальної власності, електронної комерції, Інтернету-речей, економіці спільної участі та ін. Вчений виділяє такі правові характеристики блокчейну як співвідношення його із технологією здійснення певних юридично значущих дій, що надає можливість об'єктивізації та фіксації визначених благ та юридичних фактів [57, с. 42–44].

Також активно досліджуються питання юридичної сили трансакцій і документів, збережених у блокчейні. Дослідники аналізують, чи можуть дані, збережені в блокчейні, бути використані як докази в судових справах. Також вивчається необхідність створення правової бази для визнання інформації у блокчейні як підтвердження права власності або існування активів [22, с. 75].

Захист персональних даних також є важливою темою, адже прозорість блокчейн-технологій може створювати виклики для забезпечення конфіденційності. Дослідники аналізують, як існуючі норми законодавства можуть бути адаптовані до нових реалій. Значна увага приділяється балансу між прозорістю даних і правом на конфіденційність, особливо у контексті європейського законодавства про захист персональних даних (GDPR).

Окремі дослідження спрямовані на обґрунтування міжнародної співпраці для розробки узгоджених нормативних актів і стандартів, які регулюватимуть блокчейн на глобальному рівні. Дослідники також працюють над створенням механізмів для врегулювання питань юрисдикції та регулювання транскордонних операцій. Наукові дослідження блокчейну з юридичної точки зору мають ключове значення для забезпечення ефективного регулювання цієї інноваційної технології. Водночас виклики, які постають перед законодавством, вимагають комплексного підходу до пізнання блокчейну як системи фіксації інформації та як об'єкта права інтелектуальної власності щоб забезпечити відповідність правових норм сучасним технологічним реаліям [61, с. 76].

Блокчейн, як децентралізована технологія, має потенціал радикально змінити суспільні структури, тому його досліджують і з точки зору впливу на суспільні процеси. Наприклад, децентралізація виборів через блокчейн дозволяє кожному громадянину брати участь у процесі голосування без посередників. Кожен голос може бути зафіксований у незмінному реєстрі, що забезпечує його автентичність і захищає від підробок, що не лише підвищує прозорість процесу, але й надає можливість більшій кількості людей брати участь у голосуванні з будь-якої точки світу, що особливо актуально для громадян, які проживають за кордоном. Крім того, блокчейн може сприяти формуванню нових соціальних структур, де громади стають більш активними в управлінні своїми справами. Наприклад, через децентралізовані автономні організації (DAO) люди можуть об'єднуватися для прийняття рішень щодо спільних проєктів або ресурсів без необхідності в традиційних ієрархічних структурах, що може призвести до більшої соціальної справедливості та участі в ухваленні рішень на місцевому рівні [41]. Також є дослідження щодо етичних аспектів впливу блокчейну на прозорість та конфіденційність. Прозорість – одна з ключових характеристик блокчейну, яка забезпечує відкритість даних і можливість їх перевірки будь-яким учасником мережі, що може бути позитивним аспектом у контексті боротьби з корупцією та забезпечення довіри до системи. Однак досліджується питання чи не є надмірна прозорість загрозою для приватності особистого життя. Блокчейн може забезпечити анонімність транзакцій, але це також створює ризики для зловживання. Наприклад, анонімність може бути використана для фінансування незаконної діяльності або ухилення від оподаткування. Таким чином, баланс між прозорістю та конфіденційністю стає критично важливим питанням.

Філософи також розглядають питання відповідальності у контексті децентралізованих систем. Хто несе відповідальність за помилки або зловживання в системах на основі блокчейну? Чи можуть алгоритми приймати етичні рішення? Ці питання відкривають нові горизонти для філософських дискусій про технології та їхній вплив на суспільство. Вивчення блокчейну з соціологічної та філософської точок зору дозволяє глибше зрозуміти його потенціал для зміни суспільних

структур і викликів, які він ставить перед етичною думкою. Блокчейн може стати потужним інструментом для децентралізації влади і підвищення прозорості, але одночасно потребує уважного аналізу етичних аспектів, пов'язаних із конфіденційністю і відповідальністю. Ця технологія не лише змінює спосіб взаємодії людей один з одним, але й ставить нові запитання про наше місце в цифровому світі.

Незважаючи на унікальні переваги кожного окремого підходу, мультидисциплінарна перспектива є важливою для повного використання потенціалу технології блокчейн. Хоча економічні, юридичні та технічні дослідження дають цінну інформацію, вони лише розкривають частину ширшої картини. Застосовуючи міждисциплінарний підхід, ми можемо об'єднати різноманітні ідеї для розвитку цілісного розуміння можливостей і обмежень блокчейну. Саме комплексна перспектива дозволить ефективніше вирішувати проблеми блокчейну та використовувати його переваги в економічній, соціальній та бізнес-сферах, закладаючи фундамент для його впровадження в сучасному світі.

В умовах швидкої та масштабної інтеграції блокчейну у бізнес-процеси, економіку та суспільне життя, наявний міждисциплінарний підхід до його дослідження потребує суттєвого перегляду і поглиблення. Хоча економічні, правові та технічні студії розкривають різні грані цієї технології, саме узгоджена теоретична база може забезпечити системне розуміння всіх аспектів взаємодії блокчейну з бізнесом і суспільством. У цьому контексті стає актуальним залучення цілого спектра економічних, управлінських та філософських теорій, а також концепцій інформаційного суспільства, щоб комплексно обґрунтувати роль і вплив блокчейну на сучасну цифрову економіку та бізнес-практики (рис. 1.3).

Виходячи з того, що блокчейн радикально переглядає усталені механізми трансакцій та усуває посередників, однією з найсуттєвіших теорій, які пояснюють його інтеграцію в бізнес-процеси, є *теорія трансакційних витрат*. Рональд Коуз [136] і Олівер Вільямсон [299] обґрунтували, що економічна взаємодія завжди супроводжується витратами на пошук інформації, переговори й контроль виконання угод, особливо коли сторони не мають достатнього рівня довіри.

Завдяки блокчейну з його розподіленим реєстром і можливістю автоматичного виконання умов (смарт-контракти) компанії помітно знижують потребу в численних посередниках, а отже, суттєво мінімізують трансакційні витрати. У типовій ситуації, коли оплата постачальникові відбувається лише після підтвердження отримання товару, смарт-контракт автоматично узгоджує процес та унеможливорює «ручні» помилки чи шахрайські дії, що робить угоди швидшими, дешевшими й водночас прозорішими.

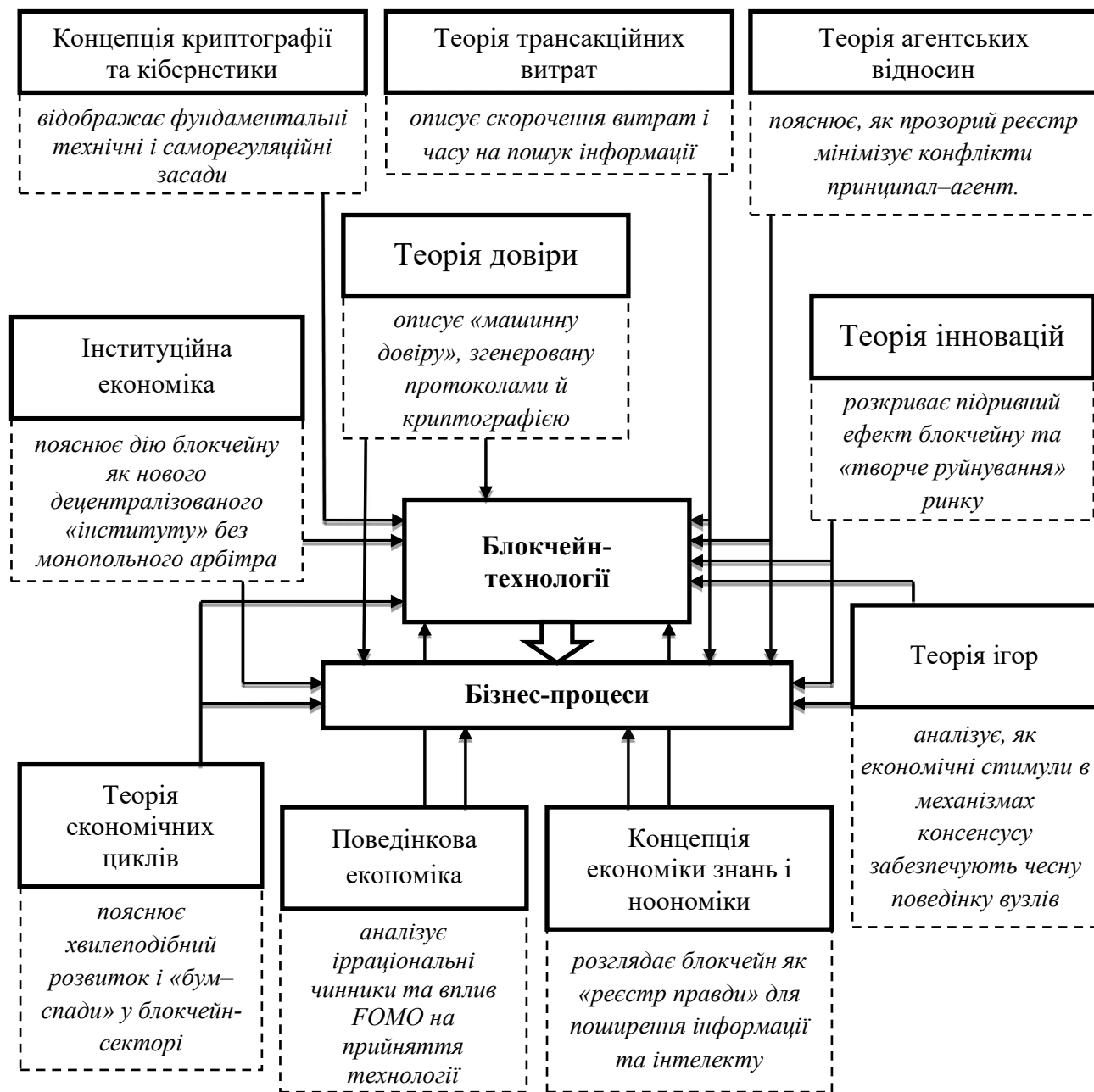


Рис. 1.3. Схема теоретико-концептуальної взаємодії блокчейн-технологій і бізнес-процесів

Джерело: побудовано автором.

З огляду на те, що в багатьох компаніях проблема «принципал–агент» може ускладнювати реалізацію бізнес-цілей, ефективним інструментом аналізу виступає *теорія агентських відносин(теорія контрактів)*. Майкл Дженсен та Вільям Меклінг [205] описали, як різниця інтересів між власником і менеджером породжує додаткові витрати на моніторинг і контроль, щоб уникнути опортуністичної поведінки агента. Блокчейн же формує незмінний ланцюг блоків, де кожна дія прозора фіксується та перевіряється мережею, що скорочує витрати на перевірку й аудити, адже несправедливі або шахрайські операції стають «видимими» в загальному реєстрі. Крім того, запровадження смарт-контрактів дозволяє запрограмувати виконання бізнес-правил і контракти автоматично забезпечують дотримання домовленостей, що додатково зменшує агентські витрати.

Розглядаючи блокчейн як своєрідний децентралізований інститут, доцільно звернутися до *інституційної економіки*. Дуглас Норт [239] і представники нової інституційної школи наголошують, що формальні та неформальні «правила гри» визначають ефективність функціонування ринку. Блокчейн у цьому сенсі працює як «протокол довіри», де жоден монопольний орган не здатен втручатися в правила чи змінювати історію трансакцій. Колективне затвердження кожної операції через консенсусні механізми мінімізує ризик корупції або зловживань, а відсутність центру прийняття рішень сприяє здоровій конкуренції. Це допомагає перебудувати структури, у яких раніше панували неефективність та залежність від величезної кількості ланцюгів паперової бюрократії.

Зважаючи на те, що блокчейн пропонує новий формат організації угод без необхідності довіряти конкретній установі чи особі, логічно стає *теорія довіри*. Френсіс Фукуяма [178] та Дієго Гамбетта [179] наголошували, що довіра є ключовим соціальним ресурсом, що зменшує невизначеність і скорочує витрати на контроль. У блокчейні роль довіри перебирає на себе сама технологія: незмінна база даних, криптографічні механізми та колективна верифікація гарантують, що зловмисник не зможе перезаписати історію. Це переводить взаємодію із площини особистих чи інституційних гарантій у площину прозорих протоколів, які

економлять час, зусилля та підвищують безпеку операцій навіть між раніше не знайомими гравцями.

Беручи до уваги трансформаційний характер блокчейну, що здатний повністю перевиначити усталені бізнес-моделі, доречним є посилання на *теорію інновацій*. Йозеф Шумпетер [74] вказував на «творче руйнування», коли якісно нові технології витісняють старі й стимулюють економічне зростання. Прикладами дисруптивних ефектів блокчейну є швидкий розвиток DeFi-платформ, NFT-ринків чи DAO-спільнот, які постали альтернативою традиційним банківським або централізованим організаціям. Це спонукає компанії та стартапи до активного пошуку нових сфер застосування децентралізованих інструментів і створює умови для появи інноваційних продуктів та послуг із глобальним масштабом.

Зважаючи на властивий ринкам хвилеподібний розвиток, наслідком появи таких революційних технологій, як блокчейн, можуть бути «бум» і «спад» на кшталт «криптобуму» чи «криптозими». Відтак стає актуальною *теорія економічних циклів*, яку розвивали Клемент Жугляр [208], Саймон Кузнець [218] і Микола Кондратьєв [214]. Кожна хвиля технологічного ентузіазму неминуче змінюється корекцією, коли надмірна ейфорія поступається тверезому аналізу. Такий сценарій спостерігався в історії з «криптовалютними бумами»: після періоду надмірних очікувань і високих інвестиційних показників наставали фази сумніву, проте сама базова технологія ставала міцнішою і дедалі зрілішою, готуючись до наступного етапу зростання.

Окреме значення має *поведінкова економіка*, оскільки поширення блокчейну в суспільстві та бізнесі залежить не лише від суто раціональних чинників. Річард Талер [60] і Даніель Канеман [24] довели, що люди часто діють під впливом емоцій, когнітивних упереджень і стадних ефектів. Різкі стрибки курсу криптовалют або ажіотаж довкола окремих токенів свідчать про роль FOMO («страх втратити вигоду») і схильність інвесторів піддаватися тиску новин або лідерів думок. Тому, попри вбудовану логіку консенсусу та криптографічної безпеки, розвиток блокчейну великою мірою зумовлює людська психологія і реакція ринку.

Механізми консенсусу, які визначають порядок запису блоків у розподілений реєстр, реалізують економічні стимули для чесної поведінки гравців, що вписується в *теорію ігор*. Джон фон Нейман, Оскар Моргенштерн [294] і Джон Неш [236] аналізували, як раціональні гравці досягають оптимальних стратегій у взаємодії один із одним. У контексті блокчейну майнери чи валідатори зацікавлені не порушувати чесного протоколу: щоб підробити дані, потрібно колосальних ресурсів, що робить атаку нерентабельною. Таким чином, система здобуває рівновагу Неша, коли всім учасникам вигідніше підтримувати загальні правила, а не намагатися їх порушити.

Оскільки блокчейн стосується зберігання й обміну інформацією у великих масштабах, до уваги береться *концепція економіки знань і ноономіки*. Фрітц Махлуп [223], Пітер Друкер [163] і Мануель Кастельс [122] заклали підвалини дослідження економіки, де знання стають вирішальним чинником розвитку, а Володимир Вернадський і П'єр Тейяр де Шарден розвивали ідею ноосфери – колективного інтелекту [66]. Блокчейн у такому ракурсі виступає «реєстром правди», що гарантує автентичність даних, захист авторства й дає змогу організувати децентралізовані спільноти (DAO) для ухвалення рішень. Це відкриває шлях до формування мереж, де інформація, ресурси й інновації циркулюють прозоро, заощаджуючи час і підвищуючи суспільну довіру.

Зрештою, фундаментальний технічний базис блокчейну пояснює концепція криптографії та кібернетики. Клод Шеннон [262] розробляв принципи інформаційної та криптографічної теорії, а Норберт Вінер [298] досліджував кібернетичні підходи до саморегулювання складних систем. Блокчейн, об'єднуючи криптографію для захисту даних і децентралізовані протоколи для спільного прийняття рішень, утворює кібернетичну систему, здатну виявляти й відхиляти шахрайські дії й автоматично утримувати чесну поведінку учасників. Це означає, що стабільність і безпека мережі забезпечують розподілені алгоритми консенсусу, які діють як орган управління в багатоагентному середовищі.

Узгоджене залучення зазначених теорій і концепцій – від транзакційних витрат до ноономіки й криптографії – дає змогу побачити блокчейн у всій його

багатогранності. Йдеться не лише про зменшення ролі посередників чи підвищення прозорості, а й про формування нових парадигм управління, механізмів довіри, інноваційних хвиль, поведінкових моделей ринку та технічних рішень, які змінюють способи ведення бізнесу і спільнотну взаємодію в цифрову епоху.

Таким чином, узгоджене залучення економічних, управлінських, соціальних та технічних теорій і концепцій дає змогу найбільш повно пояснити феномен блокчейну як унікальної технології, що змінює бізнес-процеси і структуру ринку. Кожен підхід – від теорії трансакційних витрат та інституційної економіки до поведінкової економіки та економіки – висвітлює специфічний аспект: від скорочення ролі посередників і витрат на контроль до формування «машинної довіри» і управління складними розподіленими системами. Водночас саме синергія цих ідей вказує, чому блокчейн стає рушійною силою інновацій, впливаючи не лише на економічні процеси, а й на суспільні відносини та моделі управління в масштабі як окремих організацій, так і глобальних мереж.

Перш за все, мультидисциплінарний підхід до вивчення блокчейну набуває особливої актуальності в сучасних дослідженнях, оскільки ця технологія охоплює широке коло сфер: від економічних моделей і правового регулювання до соціологічних, філософських та етичних питань. Стрімке поширення смарт-контрактів і децентралізованих платформ підтверджує масштаб можливостей блокчейну, водночас засвідчуючи, що аналіз виключно з позицій економічної вигоди чи технічної досконалості не розкриє повноти його впливу. Економісти, зосереджуючись на зниженні трансакційних витрат і оптимізації бізнес-процесів, неминуче стикаються з проблемами конфіденційності й захисту даних, які потребують відповідного правового підґрунтя, а юристи – із технологічними викликами консенсусу, безпеки й масштабування. Саме комплексний підхід дозволяє зрозуміти взаємодію економічних, юридичних і соціальних чинників, ураховуючи специфіку інновацій та регуляторних обмежень.

По-друге, координація між різними дисциплінами у дослідженні блокчейну виявляє низку переваг, які були б недоступні при вузькій фокусі. Наприклад, розроблення або модифікація алгоритмів консенсусу нерозривно пов'язана з

питаннями економічної доцільності й правової відповідності, адже технічні поліпшення вимагають законодавчого забезпечення й прозорих правил доступу. Крім того, широкі впровадження блокчейну в державних послугах чи корпоративному управлінні покладаються не лише на високу пропускну здатність мережі, а й на довіру суспільства та чіткі механізми врегулювання конфліктів. Таким чином, бачені з різних боків ризику (людський чинник, шахрайство чи потенційна нерівність у доступі) можна виявити й подолати лише завдяки скоординованому аналізу економістів, правників, інженерів та фахівців із соціальних наук.

Зрештою, узгоджене залучення економічних, управлінських, соціальних і технічних теорій дає змогу найбільш повно пояснити феномен блокчейну як унікальної технології, що змінює структуру ринку, бізнес-процеси й суспільні відносини. Кожен підхід – від теорії трансакційних витрат і агентських відносин до концепцій нооміки й криптографії – висвітлює окремі аспекти децентралізації, від скорочення ролі посередників і витрат на контроль до формування «машинної довіри» й керування складними розподіленими системами. Водночас саме синергія цих ідей пояснює, чому блокчейн стає рушійною силою інновацій, впливаючи не лише на економічні процеси, а й на соціальну динаміку та моделі управління, відкриваючи шлях до нових парадигм ведення бізнесу й державного врядування.

1.3. Вектори трансформації бізнес-процесів під впливом блокчейн-технологій

В умовах глобалізації та цифровізації підприємства зіштовхуються зі зростаючою складністю бізнес-процесів, високою конкуренцією та вимогою до інновацій. Традиційні підходи до управління часто не забезпечують необхідної гнучкості, прозорості чи безпеки, що змушує організації шукати альтернативні рішення, до яких належать блокчейн-технології.

Бізнес-процеси є базовою складовою функціонування будь-якого підприємства, оскільки вони визначають спосіб, у який організація досягає своїх

цілей, забезпечуючи координацію діяльності її структурних підрозділів. Одними з перших термін «бізнес-процес» в управлінську термінологію ввели М. Хаммер та Дж. Чампі для описання реінжинірингу як нового методу управління [188].

Науковці пропонують різні підходи до сутності поняття «бізнес-процес», що відображено в табл. 1.6. У представлених визначеннях можна спостерігати різноманітні акценти та підходи до трактування цієї економічної категорії.

Таблиця 1.6

Погляди вітчизняних та зарубіжних вчених на сутність поняття «бізнес-процес»

Автори	Визначення
М. Хаммер, Дж. Чампі [188, с. 35]	«Бізнес-процес - це сукупність різних видів діяльності, в межах якої на «вході» використовується один чи більше видів ресурсів, в результаті цієї діяльності на «виході» утворюється продукт, що має цінність для споживача».
Т. Дейвенпорт, Дж.Шорт [146]	«Бізнес-процес – це: «структурована множинна вимірюваних дій, що спроектовані для виробництва специфічної послуги або продукту для конкретного споживача або ринку. Включає в себе роботи, завдання впорядковані в просторі та часі з наявністю визначених «входів» та «виходів»».
Л. Чорнобай, О. Дума [68, с. 130]	Під бізнес-процесом слід розуміти «систему безперервних, взаємопов'язаних, відповідним чином упорядкованих і керованих дій ..., яка, в свою чергу, є елементом механізму формування доданої вартості (споживчої цінності) через перетворення організаційних ресурсів, зосереджених на досягненні однієї комплексної цілі, спрямованих на забезпечення продуктивності та ефективності організації в цілому і забезпеченні донесення доданої вартості (споживчої цінності) до цільового ринку через бізнес-модель підприємства».
І.В. Сіменко, Т.Д. Косова [54, с.192]	«Бізнес-процес являє собою сукупність бізнес-операцій, певну кількість внутрішніх видів діяльності, що починаються з одного або більше входів і закінчуються створенням продукції, необхідної клієнту (клієнт – не обов'язково зовнішній відносно підприємства споживач, це може бути підрозділ організації або конкретний працівник)»
М. Портер, В. Міллар [250, с. 152]	«Бізнес-процеси – це комплекс видів діяльності, які визначаються точками «входу» і «виходу» та використовують організаційні ресурси з метою створення цінності товарів/послуг для споживача».

Джерело: сформовано автором на основі [54; 68; 130; 146; 188; 250].

Значення бізнес-процесів для підприємства полягає в їхній ролі в забезпеченні системності, ефективності та узгодженості виконання завдань. Глобалізація ринків і посилення конкурентного середовища змушують

підприємства постійно оптимізувати свої бізнес-процеси, щоб досягати стратегічних цілей. Як зазначає Пол Гармон, успішна оптимізація бізнес-процесів дозволяє не лише зменшувати витрати, а й створювати додаткову вартість через покращення обслуговування клієнтів та підвищення якості продукції [189].

Ефективність бізнес-процесів має прямий вплив на конкурентоспроможність підприємства. Майкл Портер наголошує, що підприємства, які забезпечують унікальність своїх бізнес-процесів, здатні створювати конкурентні переваги через підвищення ефективності та інноваційності [249]. Наприклад, використання сучасних інформаційних технологій, таких як ERP-системи чи блокчейн, може значно підвищити прозорість і швидкість виконання операцій. Крім того, ефективні бізнес-процеси дозволяють підприємствам швидше реагувати на зміни в ринкових умовах, що особливо важливо в умовах нестабільного середовища.

Таким чином, бізнес-процеси є не лише інструментом управління, а й ключовим фактором конкурентної переваги, що визначає стратегію розвитку підприємства та його здатність адаптуватися до сучасних викликів. Ефективне управління бізнес-процесами забезпечує системний підхід до організації роботи, підвищення продуктивності та задоволення потреб клієнтів.

Бізнес-процеси можна класифікувати за їхньою функціональною роллю в організації, що допомагає розуміти їхній вплив на ефективність діяльності підприємства. Їх поділяють на чотири основні групи: основні, допоміжні, управлінські та процеси розвитку [1]. Основні бізнес-процеси забезпечують створення продуктів і послуг, які приносять прибуток підприємству, та формують споживчу цінність. До них належать процеси внутрішньої та зовнішньої логістики, виробництва, маркетингу, збуту та післяпродажного обслуговування. Джеймс Гаррінгтон зазначає, що ці процеси є основою створення цінності для кінцевого споживача та визначають конкурентоспроможність підприємства [190].

Допоміжні бізнес-процеси підтримують інфраструктуру компанії, їх споживачами виступають внутрішні підрозділи та основні процеси. Дані процеси забезпечують стабільність функціонування основних процесів [188].

Управлінські бізнес-процеси не створюють доданої вартості, але забезпечують ефективне функціонування основних процесів, конкурентоспроможність і розвиток підприємства. Вони включають планування, організацію, облік, контроль і регулювання діяльності, забезпечуючи управління ключовими ресурсами, такими як персонал, фінанси чи товарні запаси. На думку Пітера Друкера, управлінські процеси мають на меті забезпечити організацію необхідними ресурсами та напрямом розвитку, а також сформувати культуру ефективного управління [11].

Бізнес-процеси розвитку спрямовані на довгостроковий розвиток компанії та створення доданої вартості через впровадження інновацій, автоматизацію, реструктуризацію чи запуск нових продуктів. Їх часто розглядають як бізнес-проекти, що мають стратегічну спрямованість та інвестиційну природу.

Окрім зазначеної класифікації бізнес-процесів, існують й інші підходи, які дозволяють більш детально аналізувати, описувати та оптимізувати діяльність організацій. Нижче розглянуто окремі підходи до класифікації бізнес-процесів.

Підхід за характером продукту передбачає поділ бізнес-процесів на виробничі та адміністративні. Виробничі процеси орієнтовані на створення товарів чи послуг, що мають споживчу цінність для зовнішніх клієнтів. Адміністративні процеси, у свою чергу, зосереджуються на виконанні управлінських завдань і координації діяльності організації, забезпечуючи ефективну взаємодію між її підрозділами [21].

За взаємодією з клієнтами бізнес-процеси поділяються на зовнішні та внутрішні. Зовнішні процеси включають ті, що мають вхід або вихід поза межами організації, наприклад, обслуговування клієнтів. Внутрішні процеси здійснюються виключно всередині організації, обслуговуючи її структурні підрозділи або забезпечуючи функціонування інших бізнес-процесів [21].

Підхід за функціями управління розрізняє горизонтальні та вертикальні бізнес-процеси. Горизонтальні процеси охоплюють інтегровані дії, спрямовані на досягнення кінцевих результатів, та виконуються через взаємодію різних

підрозділів. Вертикальні процеси відповідають за ієрархічну структуру управління організацією, відображаючи координацію між рівнями управління [1].

За ступенем складності процеси поділяються на прості й складні. Прості бізнес-процеси мають невелику кількість взаємозв'язків і легко моделюються. Складні процеси включають значну кількість взаємозалежних елементів, наприклад, комплексні виробничі ланцюги чи міжнародні логістичні операції.

Класифікація бізнес-процесів є важливим інструментом для підприємств, оскільки дозволяє глибше аналізувати їхню структуру та вплив на загальну ефективність організації. Зокрема, для того щоб аналізувати бізнес-процеси, необхідно розуміти їхні базові характеристики, які визначають їхню сутність та роль у системі, а саме гнучкість і складність процесу та його взаємозв'язок з іншими процесами. Гнучкість характеризує здатність бізнес-процесів швидко адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі, що є критичним у конкурентному ринковому середовищі. Наприклад, у дослідженні Пола Гармона стверджується, що здатність до змін є важливим чинником конкурентоспроможності [189]. Складність бізнес-процесів відображає багаторівневу структуру та кількість залучених ресурсів. Водночас взаємозв'язок вказує на ступінь інтеграції окремих процесів у межах організаційної системи, що забезпечує їх функціонування для досягнення стратегічних цілей підприємства.

З огляду на широкий спектр викликів і можливостей, які постають перед підприємствами в умовах цифрової трансформації, існуючі класифікації бізнес-процесів (за М. Портером, М. Хаммером та ін.) вимагають розширення та конкретизації, особливо коли йдеться про впровадження радикальних інструментів на кшталт блокчейн-технологій. Традиційний поділ на основні, допоміжні, управлінські й процеси розвитку, безсумнівно, дозволяє відобразити функціональну розгалуженість діяльності організації, проте не дає змоги повною мірою виокремити ті процеси, що безпосередньо пов'язані з діджиталізацією та створюють інноваційне підґрунтя для швидких ринкових змін. Саме тому ми пропонуємо додатково запровадити категорію «процеси цифровізації та

інфраструктурної інтеграції», оскільки саме вони можуть стати ключовими драйверами стратегії реалізації блокчейну.

Нижче наведено узагальнену табл. 1.7, де, окрім традиційного поділу на основні, допоміжні, управлінські та процеси розвитку, виокремлено окрему групу процесів «цифровізації та інфраструктурної інтеграції», пов'язану безпосередньо з впровадженням блокчейну чи інших цифрових рішень.

Таблиця 1.7

Авторська класифікація бізнес-процесів

Група бізнес-процесів	Характерні риси	Приклади	Потенціал впровадження блокчейн-технологій
1. Основні процеси	Забезпечують створення продукту/послуги; безпосередній прибуток; формують споживчу цінність	Виробництво, логістика, маркетинг, продаж, постачання	Високий, оскільки прозорість і безпечні трансакції суттєво підвищують ефективність
2. Допоміжні процеси	Підтримують інфраструктуру компанії; споживачами виступають внутрішні підрозділи	ІТ-підтримка, кадрові процедури (HR), юридичний супровід, бухгалтерія	Середній, оскільки деякі елементи можна перевести на смарт-контракти, але не всі
3. Управлінські процеси	Координація ресурсів, визначення стратегій; не генерують напряду доданої вартості	Планування, облік, бюджетування, контроль, аналітика	Залежить від масштабів; використання блокчейн може допомогти у прозорості відстеження рішень
4. Процеси розвитку	Орієнтовані на інновації, довгострокову перспективу, формування нових продуктів/послуг	Дослідницько-конструкторські роботи, впровадження нових технологій, R&D-проекти	Високий, зокрема у частині партнерських інновацій та децентралізованих платформ (DAO)
5. Процеси цифровізації та інфраструктурної інтеграції	Зосереджені саме на переході до цифрових технологій (блокчейн, Big Data, AI тощо)	Міграція на децентралізовані платформи, інтеграція IoT-рішень, перехід від ERP до смарт-контрактів	Дуже високий, оскільки ці процеси безпосередньо спрямовані на використання блокчейн-рішень

Джерело: сформовано автором на основі даних [1; 7; 13; 68].

Аргументованість такої класифікації зумовлена насамперед характером сучасного технологічного прориву. Якщо основні, допоміжні та управлінські процеси відображають поточний стан і забезпечують стабільне функціонування підприємства, то впровадження блокчейну нерідко вимагає глибокої перебудови корпоративної інфраструктури й створення специфічних міжпроцесних каналів. У цьому контексті звичні розподілення на «виробництво», «маркетинг» чи «управлінські рішення» не завжди дають змогу побачити, де саме і яким чином варто інтегрувати децентралізований реєстр. Створення окремої групи «процесів цифровізації та інфраструктурної інтеграції» дає можливість вивести в окрему площину проекти й підпроцеси, що безпосередньо пов'язані з реінжинірингом підходу до зберігання, передачі та верифікації даних.

Водночас суто «процеси розвитку», попри свою інноваційну спрямованість, переважно стосуються довгострокових напрямів і R&D-активностей у межах продукції чи сервісів. Натомість діджиталізація здатна впливати не тільки на створення нових продуктів, а й на організаційну логіку, комплекс керування ризиками, юридичні взаємини та інші аспекти, які виходять за межі класичних понять «розвиток» чи «вдосконалення». Саме тому пропозиція виокремити окрему групу для процесів цифровізації – це не дублювання категорії «розвиток», а посилення її з огляду на прикладні й системні вимоги цифрової епохи.

З наукового погляду, запроваджувана категорія «процесів цифровізації та інфраструктурної інтеграції» узгоджується зі спостереженнями низки дослідників щодо необхідності системного підходу до ІТ-трансформацій. Автори, які вивчають реінжиніринг з урахуванням інформаційних інновацій, наголошують на тому, що класичні «основні» та «допоміжні» процеси нерідко не враховують точок дотику з технологічними платформами [150; 151]. Відповідно, підприємства можуть суттєво недооцінювати складність і комплексність переходу на децентралізовані рішення, коли на етапі планування така інфраструктура не відображена як окремий стратегічний блок процесів.

Таким чином, запропонована авторська класифікація, де вводиться п'ята група процесів, пов'язаних із цифровими перетвореннями, набуває особливої ваги у

межах підготовки й реалізації блокчейн-проектів. Завдяки цій деталізації можна встановити не лише, як певний відділ чи бізнес-процес можуть отримати вигоду від децентралізованої технології, а й які саме дії варто здійснити для належної інтеграції блокчейну з існуючими ERP/CRM-системами, наскільки суттєвими будуть зміни в структурі даних та моделях взаємодії, а також у який спосіб вибудовувати партнерські ланцюги (ланцюги постачань, логістику або управлінську вертикаль). У результаті підприємства зможуть розробляти більш реалістичні й практично обґрунтовані дорожні карти впровадження блокчейну та отримувати довгостроковий ефект від його застосування у бізнес-процесах.

Водночас сучасна наука пропонує різні підходи до трансформації бізнес-процесів, які спрямовані на підвищення їх ефективності, адаптивності та результативності. У сучасному науковому дискурсі трансформація бізнес-процесів трактується як комплексний підхід до вдосконалення діяльності організації, що охоплює перегляд, оптимізацію та впровадження інновацій для підвищення продуктивності, зниження витрат і покращення якості послуг або продукції [188]. Вибір підходу до трансформації залежить від специфіки підприємства, стратегічних цілей та доступних ресурсів.

Реінжиніринг є одним із найбільш радикальних підходів до трансформації, і спрямований на досягнення кардинальних змін. Як зазначає Гаррінгтон, цей підхід передбачає «обнулення» поточних процесів і їхню розробку з нуля для досягнення максимальних покращень у часі виконання, витратах і якості [190]. Реінжиніринг бізнес-процесів базується на розумінні потреб клієнтів і передбачає узгоджену взаємодію працівників задля досягнення спільної мети. Його головна мета – швидка адаптація підприємства до змін у запитах споживачів, підвищення ефективності операційної діяльності та суттєве зниження витрат у виробничо-збутових процесах.

Основними характеристиками реінжинірингу є відмова від застарілих правил ведення бізнесу, радикальна перебудова господарської діяльності, інтеграція сучасних інформаційних технологій та досягнення значного покращення ключових

показників діяльності підприємства. Реінжиніринг зазвичай застосовують у випадках:

- 1) кризи через неконкурентні витрати або втрату клієнтів;
- 2) стабільного поточного стану, але зі слабкими прогнозами майбутньої діяльності;
- 3) у швидкозростаючих компаніях, які завдяки реінжинірингу бізнес процесів створюють унікальні конкурентні переваги.

Реінжиніринг часто супроводжується переходом від лінійно-функціональної до процесно-орієнтованої організації, де ключовим є ланцюжок створення споживчої вартості. Реалізація даного методу включає такі етапи:

- 1) аналіз існуючих бізнес-процесів для визначення їхніх сильних і слабких сторін;
- 2) розробку еталонної моделі організації бізнесу з постановкою цілей та оцінкою результатів;
- 3) реалізацію цілей моделі, мінімізацію негативних чинників і запровадження нового стилю управління;
- 4) регулювання інтегрованих процесів за допомогою бенчмаркінгу після впровадження змін.

Lean Management, або концепція «ощадливого виробництва», є підходом, спрямованим на усунення всіх видів втрат у процесах. Основними принципами цього підходу є створення цінності для споживача, зменшення непродуктивних витрат і підвищення ефективності через постійне вдосконалення. Lean часто використовується в галузях, де важлива швидкість виконання процесів і контроль витрат, наприклад у виробництві чи логістиці. Завдяки впровадженню Lean Management підприємства можуть зменшити час виконання замовлень, оптимізувати використання ресурсів та скоротити непродуктивні операції [302].

Agile-підходи набули популярності завдяки своїй здатності забезпечувати гнучкість і адаптивність у змінному середовищі. Цей підхід базується на ітеративному процесі впровадження змін, орієнтованому на співпрацю, відкритість до інновацій і швидке досягнення результатів. У бізнес-процесах Agile може

використовуватися для управління проектами, зокрема у сфері ІТ, маркетингу чи розробки продуктів, де швидкість і здатність до адаптації є критично важливими. Agile-підхід дозволяє підприємствам мінімізувати ризики, пов'язані з впровадженням інновацій, та зосередитися на досягненні цілей через поступові покращення [93].

Хоча всі зазначені підходи спрямовані на вдосконалення бізнес-процесів, вони мають різну спрямованість. Реінжиніринг підходить для радикальних змін, Lean Management – для підвищення ефективності, Agile – для адаптації до змін, а технології – для впровадження інновацій. Оптимальна трансформація часто потребує поєднання кількох підходів залежно від специфіки підприємства, галузі та стратегічних цілей. Також, варто зазначити, що сучасна трансформація бізнес-процесів неможлива без впровадження технологій, які сприяють автоматизації, прозорості та безпеці. Серед інструментів трансформації особливе місце займають блокчейн-технології, штучний інтелект і Big Data. Наприклад, блокчейн дозволяє автоматизувати процеси через смарт-контракти, забезпечувати прозорість ланцюга постачання та знижувати ризики шахрайства.

Блокчейн-технології стали інструментом, здатним трансформувати бізнес-процеси зокрема за рахунок впровадження смарт-контрактів – автоматизованих програм, що виконуються на блокчейні і гарантують виконання умов договору без участі третьої сторони. У контексті бізнес-процесів вони значно скорочують витрати на юридичний супровід і знижують ризики людських помилок. Наприклад, у ланцюгах постачання використання смарт-контрактів дозволяє автоматично здійснювати оплату постачальникам після отримання товарів, перевірених за допомогою IoT-датчиків [259]. Такі системи вже активно використовуються компаніями, як-от Walmart, для моніторингу поставок продуктів харчування.

У складних ланцюгах постачання блокчейн дозволяє відстежувати кожен етап виробництва та доставки продукції. Кожна транзакція, записана в блокчейн, стає незмінною та доступною для перевірки [176]. Наприклад, платформи, як-от IBM Food Trust, дозволяють постачальникам і споживачам отримувати інформацію

про походження товарів у режимі реального часу, що мінімізує ризик шахрайства та забезпечує довіру між сторонами [195].

На основі аналізу наукових досліджень та практичного застосування блокчейн-технологій можна зробити висновок, що їх інтеграція у бізнес-процеси має значний потенціал для оптимізації діяльності підприємств, підвищення прозорості, ефективності та безпеки. Проте впровадження блокчейну потребує комплексного підходу, що включає стратегічне планування, оцінку готовності підприємства до змін та адаптацію існуючих процесів до технологічних інновацій.

Порівнюємо особливості управління процесами на основі блокчейну та традиційних систем (табл. 1.8).

Таблиця 1.8

Порівняння управління процесами на основі блокчейну та традиційних систем

Критерій	Блокчейн-технології	Традиційні системи управління
Прозорість	Висока: усі трансакції доступні для перевірки в реальному часі.	Обмежена: залежить від централізованого контролю.
Безпека даних	Криптографічний захист, незмінність записів.	Залежність від централізованих серверів, вразливість до зламів.
Автоматизація	Смарт-контракти виконують операції автоматично.	Потреба у зовнішніх програмних рішеннях або ручній роботі.
Витрати на трансакції	Низькі: відсутність посередників.	Високі через залучення посередників.
Гнучкість	Може бути обмеженою для деяких адаптаційних рішень.	Легше адаптується до індивідуальних потреб.
Стійкість до збоїв	Висока через децентралізацію.	Уразливість через централізовану архітектуру.
Потенціал інновацій	Нові бізнес-моделі, наприклад, DAO (децентралізовані автономні організації).	Обмежений традиційними підходами до управління.

Джерело: сформовано автором.

На основі поданого порівняння робимо висновок, що блокчейн забезпечує кращу прозорість, безпеку та автоматизацію, але може вимагати високих

початкових витрат. Традиційні системи краще підходять для невеликих чи нестандартних операцій, але не здатні забезпечити такі переваги, як децентралізація чи смарт-контракти.

Завдяки криптографічним методам, блокчейн гарантує високий рівень захисту даних. Це особливо важливо в таких галузях, як охорона здоров'я, де конфіденційність пацієнтів є важливою складовою приватності. Наприклад, платформи, як-от MedRec, використовують блокчейн для безпечного управління медичними записами, дозволяючи пацієнтам і лікарям легко обмінюватися даними без ризику їх втрати чи несанкціонованого доступу [87].

Отже, технологія блокчейну має значний потенціал для трансформації бізнес-процесів, пропонуючи автоматизацію, оптимізацію, прозорість та високий рівень захисту даних. Вона дозволяє суттєво скоротити витрати і час на виконання операцій завдяки усуненню посередників та використанню смарт-контрактів. Прозорість і можливість відстеження інформації мінімізують ризики шахрайства, що особливо важливо для складних бізнес-ланцюгів. Децентралізований характер блокчейну забезпечує надійний захист конфіденційних даних, що має ключове значення для підприємств у галузях з підвищеними вимогами до безпеки.

Однак, для ефективного впровадження блокчейну, компаніям необхідно ретельно підходити до цього процесу, де ключовою умовою є оцінка готовності підприємства, що включає аналіз технологічної бази, кваліфікації персоналу та можливих бар'єрів. Інтеграція блокчейну має стати частиною загальної цифрової стратегії, спрямованої на оптимізацію ключових бізнес-процесів. Навчання співробітників і запуск пілотних проєктів дозволять оцінити ефективність технології та адаптувати її до потреб компанії. Співпраця з експертами та технологічними партнерами є важливим кроком для зниження ризиків і швидкого впровадження.

Отже, традиційні підходи до оптимізації бізнес-процесів уже не завжди можуть забезпечити очікувану гнучкість та рівень інновацій, тоді як блокчейн-технології відкривають нові можливості як для великих, так і для малих підприємств.

Однією з ключових проблем, з якими стикаються сучасні компанії, є недостатній рівень довіри між учасниками бізнес-процесів. Традиційні системи управління значною мірою залежать від наявності посередників (банків, нотаріусів, аудиторів), що збільшує кількість трансакцій, час їх обробки та витрати на супровід. З іншого боку, блокчейн завдяки своїй децентралізованій природі та незмінності даних надає можливість кожному учаснику мережі перевіряти справжність записів у режимі реального часу. Така система підвищує загальний рівень прозорості, оскільки всі трансакції фіксуються у відкритому ланцюгу блоків, а їхня модифікація потребує згоди більшості вузлів мережі.

З точки зору класичних бізнес-процесів, прозорість надзвичайно важлива в таких галузях, як логістика та ланцюг постачання. За допомогою блокчейну кожен етап руху товару реєструється у розподіленому реєстрі, що мінімізує імовірність шахрайства чи фальсифікації документів. Збільшення прозорості має не лише технічне, а й стратегічне значення. Для підприємств, що працюють у глобальних ланцюгах поставок, прозорість стає вагомим фактором конкурентоспроможності. Компанії можуть використовувати технологію блокчейну для підтвердження походження сировини, забезпечення відповідності екологічним стандартам чи доведення соціальної відповідальності, що допомагає їм позиціонувати свій продукт на ринку як більш надійний, «чистий» чи виготовлений із дотриманням прав людини та довкілля.

Іншою суттєвою перевагою застосування блокчейну в бізнес-процесах є потенціал для зниження операційних витрат. У традиційних системах часто є потреба у залученні посередників, які забезпечують довіру між сторонами або проводять аудит. В умовах блокчейну така третя сторона стає значною мірою зайвою, оскільки вся логіка угоди вбудована в децентралізовану мережу, яка сама по собі є незмінною і криптографічно захищеною.

Крім зменшення трансакційних витрат, блокчейн-технології сприяють також і прискоренню самих операцій. У контексті міжнародної торгівлі чи логістики час відіграє вирішальну роль: швидке підтвердження постачання, оформлення необхідних документів та проведення розрахунків дає змогу уникати затримок і

штрафних санкцій. Зрештою, скорочення тривалості угод має позитивний вплив на загальну конкурентоспроможність компанії та дає їй змогу швидше реагувати на зміни попиту.

Висока ефективність і зниження витрат потенційно можуть забезпечити стратегічну перевагу підприємствам, що впроваджують блокчейн першими, оскільки вони зможуть надавати послуги за більш вигідною ціною або з кращим сервісом. Це корелює з ідеєю Майкла Портера про унікальність бізнес-процесів, завдяки якій можна створити стійкі конкурентні переваги.

Попри численні переваги, впровадження блокчейну в реальні бізнес-процеси не позбавлене труднощів. По-перше, це доволі висока вартість початкових інвестицій, оскільки адаптація під блокчейн вимагає розробки нових програмних рішень і перепідготовки персоналу. По-друге, у багатьох юрисдикціях регуляторне середовище для блокчейну ще не сформоване. Нерідко компанії опиняються в ситуації правової невизначеності, адже відсутні чіткі законодавчі норми щодо «цифрових договорів» чи формальних засобів захисту учасників блокчейн-мережі. По-третє, необхідна кваліфікована команда ІТ-фахівців, від яких залежить і реалізація блокчейн-проектів, і налаштування їх під специфічні потреби конкретного підприємства.

Упровадження блокчейн-технологій потрібно розглядати не як самостійну мету, а як елемент загальної цифрової трансформації [42]. Блокчейн потенційно здатен посилити всі чотири види бізнес-процесів (основні, допоміжні, управлінські, процеси розвитку), пропонуючи вищий ступінь автоматизації, прозорості й можливість створення нових форм взаємодії з клієнтами та партнерами. У результаті підприємство отримує системні переваги, що можуть зумовити підвищення ефективності, якості сервісу та рівня довіри до його пропозицій.

Таким чином, на підставі аналізу наукової літератури можна виокремити два ключові вектори, за якими блокчейн-технології здатні трансформувати бізнес-процеси: еволюційний та директивний (рис. 1.4).

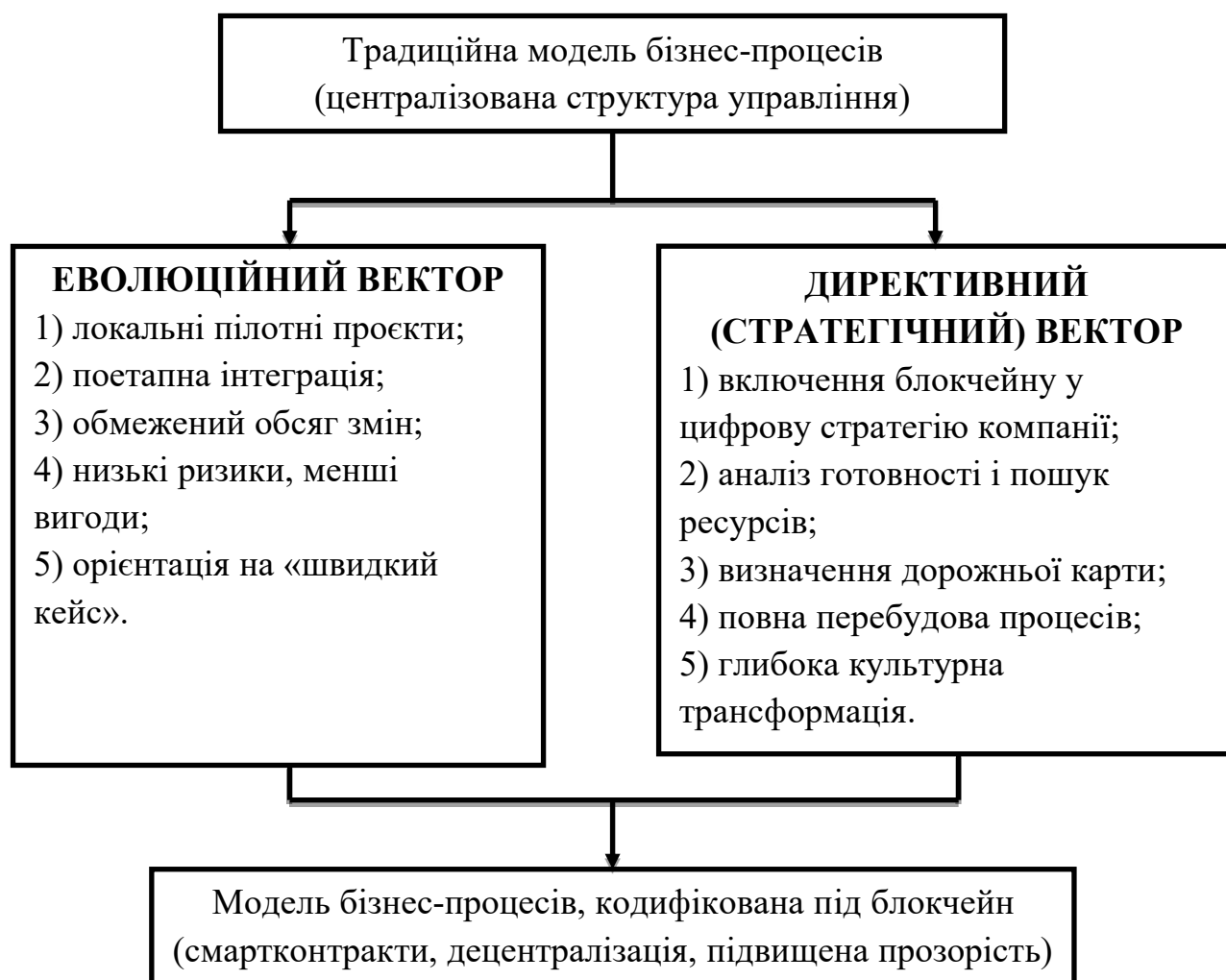


Рис. 1.4. Узагальнена схема двовекторної трансформації бізнес-процесів під впливом блокчейн-технологій

Джерело: сформовано автором.

Еволюційний вектор вирізняється тим, що підприємство поступово інтегрує ті блокчейн-технології, які вже є на ринку та були створені відповідними компаніями чи стартапами, у свої наявні бізнес-процеси, переважно в тих напрямках, де децентралізована структура відразу демонструє найбільшу вигоду. У такому разі немає потреби в загальній реорганізації всієї системи управління, оскільки впровадження охоплює окремі «вузькі» місця, пов'язані з недосконалістю контролю або з надмірними операційними витратами. Наприклад, компанії можуть вибірково запроваджувати блокчейн-рішення у ланцюзі постачання чи при роботі з контрагентами, перевіряючи ефективність технології у пілотних сценаріях та

уникаючи глобальних перебудов. Такий підхід дає змогу поступово досягати зниження трансакційних витрат, підвищення прозорості та покращення якості даних, що особливо актуально в умовах високої конкуренції та нестабільних ринків. Одночасно еволюційна модель зменшує ризики, оскільки працівники отримують змогу адаптуватися до нових інструментів без різкої зміни всієї операційної системи, а позитивний досвід, накопичений у локальних пілотах, може поширюватися на інші відділи й процеси, утворюючи синергетичний ефект.

У межах такого поступового підходу підприємство виявляє конкретні проблеми, що гальмують продуктивність чи збільшують витрати, та запускає локальні рішення з використанням блокчейну. Виявлена успішність цих рішень під час пілотних проєктів не тільки переконує керівництво в доцільності більш масштабної інтеграції, а й сприяє формуванню досвіду в команді, що допомагає модифікувати регламенти й алгоритми роботи. Завдяки цьому еволюційному характеру компанія поступово закладає основу для розширеного використання децентралізованих технологій у різних сегментах діяльності, зберігаючи водночас гнучкість і уникаючи значних початкових інвестицій. Ті самі властивості, що сприяють мінімізації витрат і ризиків, можуть зумовлювати й повільніше проникнення блокчейну в корпоративну культуру: оскільки окремі підрозділи діють автономно, блокчейн часто існує у форматі «острівців» інновацій. Проте цей процес є природним кроком, коли підприємство прагне знайти оптимальний баланс між швидкістю змін і розмірним контролем над ресурсами.

На відміну від еволюційного підходу, директивна трансформація передбачає свідоме та масштабне впровадження блокчейн-технологій у межах загальної цифрової стратегії підприємства. У такому випадку керівництво на найвищому рівні ухвалює рішення перейти до принципово іншої моделі взаємодії, коли децентралізована інфраструктура охоплює ключові бізнес-процеси й може поєднуватися з Big Data, AI чи IoT. Цей вектор вимагає детального аналізу готовності: оцінюють технічні можливості наявних систем, рівень компетенції персоналу й відстежують регуляторні обмеження, щоб створити дорожню карту переходу. Одним із наріжних елементів директивної перебудови є формування

чіткої цифрової стратегії, яка визначає порядок і темпи впровадження блокчейну в усі релевантні напрями діяльності, від закупівель і логістики до фінансового обліку та управління персоналом. Завдяки такому підходу підприємство може досягати значного збільшення прозорості та радикального зниження операційних витрат, але ці переваги супроводжуються серйозними початковими інвестиціями та високими вимогами до менеджменту, який має виводити всю організацію на новий рівень функціонування.

Подібна стратегічна орієнтація не обмежується суто технологічною перебудовою, а зачіпає й трансформацію корпоративної культури, коли змінюються звичні організаційні структури та форми звітності. Команди вчаться працювати з розподіленими системами, а відповідальність за операції може переходити безпосередньо до смарт-контрактів. Унаслідок цього підприємство може суттєво випередити конкурентів, створюючи умови для радикальних інновацій і побудови власних блокчейн-платформ. Водночас директивна модель тягне за собою і вищі ризики: будь-який збій або недосконалість технічного рішення впливає відразу на кілька підрозділів і може ускладнити роботу всієї системи. Однак саме завдяки цілеспрямованому характеру стратегічної трансформації блокчейн-інновації можуть приносити підприємству довготривалі конкурентні переваги та підвищувати його стійкість у динамічному середовищі.

Висновки до розділу 1

Перший розділ дисертаційної роботи присвячено дослідженню та удосконаленню теоретичних засад еволюції та концептуальних елементів блокчейн-технологій. Проведений аналіз наукової літератури дав змогу зробити наступні висновки.

На основі дослідження фахових джерел визначено, що блокчейн-технології вирізняються децентралізованим принципом зберігання та передачі даних, криптографічним захистом інформації та можливістю автоматизованого виконання умов договорів (смарт-контрактів). Саме ці характеристики формують ключові

переваги блокчейну, зокрема: високу прозорість операцій, мінімізацію ризиків шахрайства через незмінність записів у ланцюгу блоків, а також зниження операційних витрат завдяки усуненню посередників.

Аналіз існуючих підходів до визначення сутності блокчейну та його впливу на бізнес-процеси дозволяє говорити про поступове розширення сфери проникнення технології у фінансовому та нефінансовому середовищі. Спочатку її застосування було обмежене переважно криптовалютами, а для наступних етапи розвитку характеризуються інтеграцією блокчейну в банківську діяльність, страхові операції, логістику та управління ланцюгами постачання, а згодом – у юридично-правові та управлінські процеси, де важливою стає формалізація і фіксація правочинів у цифровому реєстрі.

Вивчення поглядів науковців дозволило систематизувати їхні думки щодо періодизації розвитку блокчейну на основі критеріїв сфер охоплення та ступеня формалізації взаємодії суб'єктів. Перший етап попередній теоретичний – до 2008 року, другий етап «блокчейн 1.0» – орієнтовно 2008–2013 рр., позначений переважно фінансовими операціями і розвитком криптовалют, «блокчейн 2.0» – 2013–2020 рр. характеризується розширеним охопленням бізнес-процесів, де смарт-контракти запроваджуються для перевірки й автентифікації трансакцій та, а «блокчейн 3.0» – з 2020 року і дотепер – інтеграцією низки технологій (штучний інтелект, Big Data, IoT) з блокчейном, що створює нові форми мережевої кооперації.

Аналіз поглядів науковців та існуючих підходів до визначення сутності блокчейну та його місця в оптимізації бізнес-процесів свідчить про те, що переваги цієї технології найвиразніше проявляються в контексті складних багаторівневих угод, котрі передбачають участь кількох сторін. Самі бізнес-процеси можуть бути різного типу: від основних (виробництво, збут, логістика) до допоміжних (юридичний супровід, управління персоналом) та управлінських (планування, контроль).

На основі проведеного дослідження, ми вважаємо, що мультидисциплінарний підхід до аналізу блокчейн-технологій надає комплексне

бачення її впливу та потенціалу в сучасному світі, оскільки поєднує технічні, економічні, правові та соціальні перспективи. Така інтеграція дає змогу всебічно оцінити можливості зниження трансакційних витрат і підвищення прозорості економічної взаємодії, а також визначити правові засади й етичні норми функціонування децентралізованих мереж. Це дозволяє розкрити ширший спектр ризиків і розробити стратегії їх уникнення, забезпечити відповідність технологічних рішень діючому регуляторному полю та надати міцне підґрунтя для подальших інновацій.

Основні результати дослідження за першим розділом дисертаційної роботи опубліковані у наступних наукових роботах автора [15; 16; 157], що подані у списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ГАЛУЗЕВОГО ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ У ТРАНСФОРМАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

2.1. Аналіз мультисекторального застосування блокчейн-технологій у глобальній економіці

У сучасних умовах цифрової трансформації блокчейн-технології відіграють дедалі важливішу роль у зміні підходів до ведення бізнесу та організації бізнес-процесів. Використання блокчейну виходить за межі фінансового сектору, охоплюючи логістику, охорону здоров'я, державне управління, енергетику та багато інших сфер. Його ключові характеристики, такі як децентралізація, незмінність записів, прозорість і підвищена безпека даних, формують передумови для широкого застосування у трансакційних процесах, управлінні ланцюгами постачання, цифровій ідентифікації та смарт-контрактах. Проте, незважаючи на очевидні переваги блокчейн-технологій, їх впровадження залишається фрагментарним через технічні, регуляторні та економічні бар'єри. Відсутність єдиної методології оцінки ефективності впровадження блокчейну у бізнес-процеси, а також значна варіативність прогнозів щодо його майбутнього розвитку створюють наукову та практичну невизначеність щодо його мультисекторальної інтеграції.

Попри активне дослідження блокчейн-технологій, у науковій літературі та звітах спеціалізованих компаній на сьогодні відсутня конкретна статистика щодо ключових показників впровадження блокчейну у бізнес-процеси та отриманих вигод у кількісному вираженні. Наприклад, звіт Juniper Research прогнозує, що використання блокчейну у транскордонних розрахунках дозволить банкам скоротити витрати з 301 млн доларів у 2021 році до 10 млрд доларів у 2030 році [209]. Аналіз прогнозних оцінок спеціалізованих дослідницьких компаній підтверджує значний потенціал зростання впровадження блокчейн-рішень (рис. 2.1).

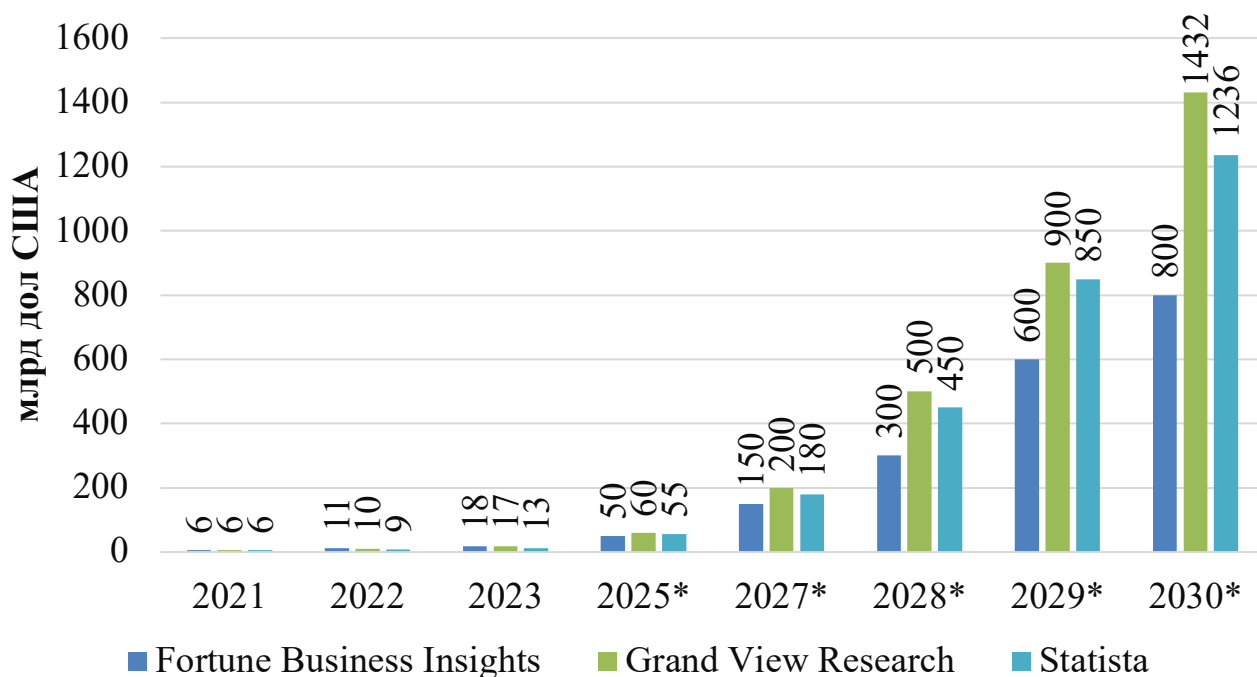


Рис. 2.1. Динаміка прогнозного зростання ринку блокчейн-технологій в глобальній економіці у 2021-2030 роках

Джерело: сформовано автором на основі [283].

За даними Fortune Business Insights, Grand View Research та Statista, ринок блокчейн-технологій зросте з 6 млрд доларів США у 2021 році до 800–1432 млрд доларів у 2030 році, що свідчить про його щорічний експоненційний ріст. Найвищі оцінки надає Grand View Research, прогнозуючи ріст ринку до 1432 млрд доларів у 2030 році. Це вказує на те, що блокчейн поступово переходить від експериментальних до комерційно життєздатних рішень у різних секторах економіки. Водночас прогнозна дисперсія оцінок ринку свідчить про певну невизначеність у швидкості та масштабах його впровадження.

Водночас Gartner оцінює, що до 2030 року технологія блокчейну створюватиме річну вартість бізнесу у 3,1 трлн доларів, а її рішення керуватимуть 10-20% глобальної економічної інфраструктури [108]. Це свідчить про значний економічний ефект від впровадження блокчейну, проте відсутність деталізованих розрахунків щодо конкретних бізнес-процесів ускладнює емпіричну оцінку його ефективності.

Разом з тим, аналізуючи ринкову капіталізацію найбільших компаній світу, що працюють у сфері блокчейн-технологій (Nu Holdings Ltd, Coinbase Global Inc., Core Scientific Inc., MicroStrategy Inc., Marathon Digital Holdings Inc. та Riot Platforms Inc.), зауважимо, що вони здебільшого орієнтовані на фінансові сервіси, криптовалютний майнінг та блокчейн-інфраструктуру. Це свідчить про домінування фінансових аспектів технології над її інтеграцією в реальний сектор економіки, оскільки більшість компаній спеціалізуються на банківських послугах, біржовій торгівлі криптоактивами або безпосередньо на майнінгу криптовалют (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Дохідність та ринкова капіталізація шести найбільших блокчейн-компаній на біржах США та Канади, 2024 року, млрд дол США

Компанія	Дохід (TTM)	Дохід (2023)	Чистий прибуток (TTM)	Ринкова капіталізація	Однорічне зростання ціни акцій	Основна діяльність
Nu Holdings Ltd	9,146	8,029	1,268	64,11	72,8%	Цифровий банкінг та блокчейн-рішення
Coinbase Global, Inc.	3,973	3,108	1,349	53,54	153,7%	Найбільша криптовалютна біржа у США
Core Scientific, Inc.	0,561	0,502	-0,035	1,80	153,7%	Майнінг та хостинг криптовалют
MicroStrategy Inc.	0,490	0,496	-0,085	24,77	237,8%	Аналітичне ПЗ, інвестиції у біткоїн
Marathon Digital Holdings	0,502	0,388	0,605	5,67	23,19%	Криптовалютний майнінг
Riot Platforms, Inc.	0,287	0,281	0,218	2,83	-44,5%	Майнінг біткоїна, дата-центри

Джерело: сформовано автором за даними [203].

Аналіз економіко-математичних моделей дослідження впровадження блокчейн-технологій також не дає однозначних кількісних висновків, зосереджуючись переважно на якісних характеристиках. Так, у дослідженнях [240; 253] доведено, що ключовими вигодами блокчейну є зменшення ризиковості

транзакцій, підвищення рівня відстеження операцій та зменшення часу реакції на проблеми чи запити. В іншому дослідженні [191] зазначено, що рівень технічної ефективності підприємств у вибірці становить у середньому 57,76%, що вказує на значний потенціал підвищення продуктивності через впровадження блокчейн-технологій. Однак ці оцінки залишаються узагальненими і не дозволяють встановити точні параметри економічного ефекту для окремих секторів бізнесу.

Таким чином, з метою дослідження перспектив мультисекторального застосування блокчейн-технологій у глобальній економіці та структуризації функціональних сфер їх використання у бізнес-процесах ми розробили авторську методику дослідження. Вона базується на контент-аналізі аналітичних звітів, наукових публікацій та офіційних веб-сайтів компаній, що використовують блокчейн у своїй діяльності. Особливістю підходу є врахування розширеної класифікації бізнес-процесів із включенням нової категорії «процеси цифровізації та інфраструктурної інтеграції», що відображає роль блокчейн-рішень у трансформації корпоративних структур.

Для структурованого аналізу впровадження блокчейн-технологій визначено чотири основні критерії. Перший критерій – тип бізнес-процесу – визначає, у яких сферах бізнесу використовується блокчейн, з урахуванням класифікації бізнес-процесів. Це можуть бути основні процеси (виробництво, логістика, маркетинг, продажі), допоміжні процеси (ІТ-підтримка, кадрові процедури, бухгалтерія), управлінські процеси (планування, аналітика, управління ризиками), процеси розвитку (інновації, R&D, партнерські розробки) та процеси цифровізації та інфраструктурної інтеграції (перехід на блокчейн-рішення, децентралізовані платформи, інтеграція AI та Big Data).

Другий критерій – вектор трансформації показує, яким чином впровадження блокчейн-рішень змінює процеси та організаційні моделі. У цьому контексті виокремлюються два ключові вектори: еволюційний та директивний. Еволюційний підхід передбачає поступове впровадження технології у певні напрями бізнес-діяльності без кардинальної перебудови корпоративної інфраструктури. Директивний вектор, навпаки, означає комплексну цифрову трансформацію

компанії, що передбачає глибоку інтеграцію блокчейну в операційні, стратегічні та управлінські процеси.

Третій критерій – опис впровадження – передбачає аналіз конкретних прикладів застосування блокчейн-рішень у компаніях. Це дозволяє оцінити, як саме впровадження технології змінило функціонування підприємств, які виклики виникли в процесі переходу та які рішення було використано для їх подолання.

Четвертий критерій – результати та КРІ – оцінює фактичні досягнення після впровадження блокчейну за ключовими показниками ефективності. Серед основних ефектів виокремлюють скорочення операційних витрат, підвищення прозорості, автоматизацію контрактів і платежів, зменшення часу виконання операцій, покращення безпеки даних та трансакцій.

Вибір саме цих критеріїв дозволяє визначити сфери бізнесу, де блокчейн впроваджується найбільш ефективно, зрозуміти глибину трансформації бізнес-процесів у кожному конкретному випадку, оцінити результати впровадження не лише на рівні окремих компаній, а й у масштабах галузей, а також сформулювати аналітичну базу для майбутніх досліджень впливу блокчейну на макроекономічному рівні.

Аналіз кейсів використання блокчейн-технологій у різних сферах дозволив виділити основні бізнес-ефекти, які ця технологія приносить підприємствам. Для цього ми систематизували інформацію, зібрану з понад 60 реальних кейсів впровадження блокчейну, за ключовими категоріями впливу. Так, для розуміння різноманітних способів застосування блокчейн-технологій у фінансовому секторі було проаналізовано ключові компанії, платформи та проекти, які впроваджують інноваційні рішення для вирішення традиційних проблем галузі, таких як високі витрати, довгі строки обробки трансакцій, відсутність прозорості та складність управління активами. Для кожного кейсу визначено його вплив на ефективність бізнесу. Ці приклади відображають широкі можливості блокчейну у трансформації фінансових послуг (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Застосування блокчейну компаніями у сфері фінансових послуг

Компанія / Кейс	Тип бізнес-процесу	Вектор трансформації	Опис впровадження (Кейс)	Результати і КРІ (ключові ефекти)
1	2	3	4	5
Ripple (RippleNet) [97]	Основні процеси (міжнародні платежі)	Еволюційний (пілот, потім масштабування)	Використання мережі RippleNet для транскордонних розрахунків	Скорочення часу транзакцій до ~3 секунд, зниження витрат на комісії на 40%.
JPMorgan Chase (JPM Coin) [40]	Основні процеси (розрахунки між корпоративними клієнтами)	Директивний (стратегічна ініціатива)	JPM Coin як інструмент миттєвих розрахунків для корпоративних клієнтів	Скорочення операційного циклу платежів до миттєвого рівня, усунення посередників, зниження витрат на операції.
Santander (One Pay FX) [100]	Основні процеси (міжнародні платежі, перекази)	Еволюційний (масштабування після пілоту)	Міжнародні транзакції через One Pay FX на базі блокчейну	Скорочення термінів переказів із кількох днів до кількох секунд, підвищення довіри клієнтів.
Tzero [289]	Процеси цифровізації та інфраструктурної інтеграції (торгівля токенами)	Еволюційний (поетапне розширення)	Блокчейн-платформа для обігу та торгівлі токенованими активами	Скорочення часу клірингу цінних паперів, зниження витрат на облік активів, спрощення доступу до ринків капіталу.
R3 (Corda) [255]	Основні процеси (міжбанківські розрахунки, обмін даними)	Змішаний (масштабування через стратегічні партнерства)	Децентралізована платформа Corda для безпечних транзакцій і обміну даними	Прискорення транзакцій у 5 разів, зниження ризиків шахрайства, підвищення ефективності міжбанківських операцій.
Numerai [241]	Процеси розвитку (аналітика, AI)	Еволюційний (інтеграція AI та блокчейн)	Використання токенів Numerai для створення розподілених прогнозів у хедж-фондах	Підвищення точності прогнозів, оптимізація алгоритмічних стратегій інвестування, зменшення витрат на аналітику.
Paxos Settlement Service [145]	Основні процеси (розрахунки з цінними паперами)	Еволюційний (переорієнтація на блокчейн)	Платформа для клірингу угод із цінними паперами	Скорочення термінів розрахунків із T+2 до T+1 дня, зниження вартості обробки транзакцій, автоматизація звітності.
Chain (Nasdaq) [124]	Процеси цифровізації та інфраструктурної інтеграції (торгівля акціями)	Директивний (інтеграція з біржею)	Впровадження блокчейну для прозорості операцій на Nasdaq	Зменшення шахрайства, автоматизація клірингових процесів, підвищення швидкості обробки угод.
DeFi Lending [97]	Основні процеси (децентралізоване кредитування)	Еволюційний (від нішевого рішення до масового застосування)	Децентралізовані платформи для надання позик через смарт-контракти	Зниження комісій на кредитні операції, зростання обсягів DeFi-позик у 10 разів за 3 роки.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5
CoinList [139]	Процеси розвитку (ICO, інвестиції)	Еволюційний (масштабування платформи)	Платформа для проведення законних ICO та випуску tokenів	Залучення інвестицій на рівні \$100+ млн на рік, автоматизація випуску tokenів, зниження регуляторних ризиків.
Kickstarter [212]	Основні процеси (краудфандинг)	Еволюційний (інтеграція tokenів)	Використання tokenів у краудфандингових кампаніях	Підвищення прозорості збору коштів, залучення інвесторів через tokenізовані активи, зниження ризику маніпуляцій.
Coinbase, Binance [138]	Основні процеси (криптовалютна торгівля)	Директивний (оптимізація KYC/AML)	Обслуговування торгівлі криптовалютами на децентралізованих біржах	Зниження рівня шахрайства, покращення процесу AML, автоматизація обробки платежів, зростання ліквідності ринку.
Zweispace [305]	Допоміжні процеси (управління активами, юридичний супровід)	Еволюційний (запуск спеціалізованих смарт-контрактів)	Розробка смарт-контрактів для автоматизації виконання заповітів	Скорочення судових спорів на 70%, спрощення процедури спадкування, підвищення рівня довіри.
PwC, EY, Deloitte [254; 174; 150]	Управлінські процеси (аудит, перевірка активів)	Директивний (поетапне впровадження)	Автоматизація аудиту цифрових активів	Скорочення часу перевірки з 3 місяців до 2 тижнів, зменшення витрат на аудит, підвищення надійності звітності.
Dharma Labs [154]	Основні процеси (управління tokenізованими боргами)	Еволюційний (перехід на децентралізовану модель)	Протоколи для управління борговими інструментами	Спрощений доступ до кредитів без банків, зниження витрат на фінансові посередники, зростання ліквідності DeFi-ринку.
Insurwave [199; 200]	Основні процеси (страхування)	Еволюційний (перехід на смарт-контракти)	Автоматизація страхових контрактів та управління ризиками	Скорочення витрат на адміністрування на 30%, швидке врегулювання страхових претензій, підвищення рівня автоматизації.
BitGive [99]	Основні процеси (благодійність, пожертвування)	Директивний (блокчейн-донорство як стратегія)	Використання блокчейну для відстеження пожертвувань	Підвищення довіри донорів, прозорість фінансових операцій, збільшення кількості внесків на 20%.

Джерело: сформовано автором за даними [40; 89; 97; 99; 100; 124; 138; 139; 145; 150; 154; 174; 199; 200; 212; 241; 254; 255; 289; 305].

Аналіз кейсів, систематизованих у табл. 2.2, свідчить про суттєвий вплив блокчейн-технологій на фінансові послуги, що виражається в оптимізації процесів, підвищенні прозорості та ефективності операцій. Основні напрями цієї трансформації можна згрупувати за чотирма ключовими категоріями: автоматизація процесів, токенизація активів, усунення посередників та підвищення прозорості й довіри.

Автоматизація фінансових процесів дозволяє скоротити час трансакцій, зменшити витрати та мінімізувати ризики. Такі рішення, як RippleNet, JPM Coin та Insurwave, показали високу ефективність у прискоренні платежів, автоматизації розрахунків і зниженні адміністративних витрат. Наприклад, впровадження RippleNet у транскордонних платежах скоротило час розрахунків до кількох секунд, у той час як традиційні системи потребують кількох днів. Аналогічно, Insurwave автоматизує врегулювання страхових претензій, що скорочує витрати компаній та зменшує ризики шахрайства.

Токенизація активів спрощує доступ до інвестицій та покращує ліквідність ринків. Такі платформи, як tZERO, Chain та CoinList, забезпечують ефективне перетворення фінансових активів у цифрову форму. Наприклад, tZERO дозволяє торгувати токенизованими активами без посередників, що зменшує час клірингу та операційні витрати. Впровадження блокчейну на Nasdaq (Chain) підвищило прозорість торговельних угод і покращило ефективність клірингових процесів.

Усунення посередників дозволяє зменшити операційні витрати та прискорити фінансові угоди. Децентралізовані фінансові платформи (DeFi Lending, Dharma Labs, криптобіржі Coinbase і Binance) демонструють, що блокчейн дає змогу здійснювати фінансові операції без банків та брокерів. Наприклад, використання смарт-контрактів у DeFi Lending значно зменшило витрати на кредитні операції та забезпечило зростання ринку DeFi-кредитування в 10 разів за три роки.

Підвищення прозорості та довіри є одним із ключових ефектів блокчейну у фінансовій сфері. Використання децентралізованих реєстрів забезпечує незмінність даних і їхню верифікацію, що суттєво знижує ризики шахрайства та

фінансових маніпуляцій. Платформи BitGive, Kickstarter та PwC, EY, Deloitte використовують блокчейн для забезпечення прозорості аудиту, благодійності та краудфандингу. Наприклад, автоматизація перевірки звітності у PwC, EY та Deloitte скоротила час аудиту з трьох місяців до двох тижнів, що значно зменшило витрати компаній.

Отже, блокчейн не лише оптимізує фінансові процеси, а й створює нові бізнес-моделі, що сприяють прискоренню розрахунків, зниженню витрат та покращенню доступності фінансових послуг. Однак його широкомасштабне впровадження потребує подолання регуляторних бар'єрів, забезпечення кібербезпеки та підвищення довіри з боку традиційних фінансових установ.

Загалом, блокчейн виступає ключовим інструментом цифрової трансформації фінансових послуг, створюючи передумови для зниження транзакційних витрат, підвищення безпеки даних і забезпечення більш відкритої та ефективної фінансової системи. Блокчейн-технологія відкриває нові можливості для індустрії подорожей і мобільності, яка є однією з найбільш динамічних і глобалізованих галузей. Її ключові виклики включають складні ланцюги постачання, необхідність забезпечення прозорості транзакцій, управління ідентичністю та захистом даних. За прогнозами, застосування блокчейну у сфері подорожей до 2030 року може призвести до значного зниження операційних витрат і підвищення рівня довіри між учасниками ринку.

Однією з основних переваг блокчейну є спрощення процесів бронювання, управління ланцюгами постачання, моніторинг логістики та підвищення ефективності використання транспортних засобів. Компанії, які впроваджують цю технологію, отримують змогу пропонувати більш персоналізовані послуги для мандрівників і забезпечувати кращий контроль за обміном даних. Результати застосування блокчейну компаніями, що функціонують у сфері подорожей та мобільності наведено в табл 2.3.

Таблиця 2.3

Застосування блокчейну у сфері туризму з урахуванням трансформаційного підходу

Компанія / Кейс	Тип бізнес-процесу	Вектор трансформації	Опис впровадження (Кейс)	Результати і КРІ (ключові ефекти)
1	2	3	4	5
Winding Tree [301]	Основні процеси (бронювання подорожей)	Еволюційний (усунення посередників у бронюванні)	Децентралізована платформа для бронювання подорожей без участі агентств та агрегаторів	Зниження витрат на комісії до 20%, прозорість трансакцій, швидша обробка бронювань.
DOVU [162]	Основні процеси (управління мобільністю)	Еволюційний (інтеграція токенизації)	Нагородження користувачів токенами за обмін даними про мобільність (використання транспорту, маршрутів тощо)	Стимулювання обміну даними, підвищення ефективності транспортних систем, зменшення заторів.
Travelport [286]	Основні процеси (фінансові розрахунки в туризмі)	Директивний (глобальна автоматизація процесів)	Використання блокчейну для автоматизації фінансових розрахунків між постачальниками подорожей	Прискорення трансакцій у 2 рази, зниження ризику помилок, зменшення витрат на адміністрування платежів.
TUI Group [288]	Допоміжні процеси (управління ланцюгами постачання)	Еволюційний (локальні рішення, поступова інтеграція)	Використання приватного блокчейну для управління інвентарем у сфері туризму	Зниження витрат на управління ресурсами до 30%, покращення ефективності обміну даними.
Arcade City [198]	Основні процеси (райдхейлінг, транспортні послуги)	Еволюційний (від централізованих сервісів до децентралізованих)	Децентралізована платформа для райдхейлінгу, що усуває посередників, таких як Uber	Вільне встановлення тарифів водіями, прозорість трансакцій, зменшення вартості поїздок для клієнтів.
Singapore Airlines (Kris+) [266]	Основні процеси (програми лояльності)	Директивний (глобальна стратегія цифрової лояльності)	Блокчейн-платформа для програм лояльності, що перетворює милі в токени, які можна використовувати в різних мережах	Підвищення зручності для клієнтів, розширення можливостей використання бонусів у партнерських мережах.
MOBI (Mobility Open Blockchain Initiative) [229]	Управлінські процеси (ідентифікація транспортних засобів)	Директивний (індустріальний стандарт)	Відстеження ідентифікації транспортних засобів і управління даними через блокчейн	Підвищення безпеки транспортних операцій, зменшення шахрайства та підrobки даних у реєстрах.

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5
CarVertical [171]	Основні процеси (перевірка історії автомобілів)	Еволюційний (блокчейн як додаткова опція до поточних сервісів)	Відстеження історії автомобілів через блокчейн	Покращення прозорості для покупців вживаних авто, скорочення випадків шахрайства на 50%.
BeeToken [95]	Основні процеси (оренда житла)	Еволюційний (від централізованих платформ до децентралізованих)	Децентралізована платформа для оренди житла без посередників, таких як Airbnb	Скорочення комісій до 15%, безпечний і прозорий процес бронювання, підвищення довіри між орендарями.
LockTrip [221]	Основні процеси (бронювання готелів та авіаквитків)	Еволюційний (поетапне розширення платформи)	Блокчейн-майданчик для бронювання готелів і авіаквитків без посередників	Зниження витрат на комісії до 20%, прозорі ціни для клієнтів, усунення непрозорих цінових алгоритмів.
Xain [263]	Процеси цифровізації та інфраструктурної інтеграції (управління транспортними даними)	Еволюційний (локальне впровадження, тестування)	Платформа для управління даними транспортних засобів, зокрема електромобілів, через блокчейн	Підвищення ефективності управління даними, інтеграція із смарт-містами, безпечне зберігання даних.
ShareRing [263]	Основні процеси (каршеринг, обмін транспортними засобами та послугами)	Еволюційний (інтеграція в спільні транспортні рішення)	Децентралізована платформа для обміну транспортними засобами та туристичними послугами	Оптимізація спільного використання ресурсів, зменшення вартості послуг для користувачів, автоматизація перевірки водіїв.

Джерело: сформовано автором на основі [89; 162; 171; 198; 221; 229; 263; 266; 286; 288; 301].

Аналіз кейсів, систематизованих у табл. 2.3, свідчить, що блокчейн суттєво змінює бізнес-процеси у сфері подорожей і мобільності, сприяючи децентралізації, підвищенню прозорості, усуненню посередників та оптимізації операційних витрат. Трансформація цієї галузі відбувається за двома основними векторами: еволюційним та директивним.

Еволюційний вектор характерний для компаній, які інтегрують блокчейн у свої існуючі бізнес-моделі поступово, тестуючи технологію на окремих процесах без кардинальної реорганізації інфраструктури. Наприклад, Winding Tree, BeeToken та LockTrip використовують блокчейн для децентралізації бронювання житла та подорожей, що дозволяє усунути посередників і зменшити комісії на 15–20%. У сегменті райдхейлінгу та каршерингу Arcade City та ShareRing впроваджують децентралізовані сервіси, що дають користувачам більше свободи у встановленні тарифів та виборі умов співпраці. Подібно до цього, DOVU запроваджує токенизовану систему винагороди за надання даних про мобільність, що сприяє ефективнішому управлінню транспортними потоками.

Директивний вектор характерний для компаній, які впроваджують блокчейн як стратегічний компонент своїх бізнес-моделей або створюють нові галузеві стандарти. Наприклад, Singapore Airlines (Kris+) та Travelport використовують блокчейн для глобального управління програмами лояльності та фінансовими розрахунками, що дозволяє автоматизувати транзакції, усунути посередників і підвищити довіру клієнтів. Також MOBI формує новий стандарт безпеки для ідентифікації транспортних засобів через блокчейн, що знижує рівень шахрайства та покращує управління транспортною інфраструктурою.

Загалом, блокчейн у сфері подорожей і мобільності сприяє автоматизації транзакцій, усуненню посередників, підвищенню прозорості фінансових операцій та оптимізації транспортних процесів. Використання децентралізованих платформ для бронювання, фінансових розрахунків та каршерингу змінює логіку функціонування індустрії, роблячи її гнучкішою, доступнішою та безпечнішою. У перспективі подальша інтеграція блокчейну в цю сферу сприятиме розвитку персоналізованих сервісів, цифрових програм лояльності та автоматизованих транспортних систем, що формуватиме нові моделі взаємодії у глобальній туристичній та мобільній індустрії.

Блокчейн має потенціал трансформувати інфраструктуру та енергетичну галузь, забезпечуючи децентралізовані рішення для управління енергоресурсами, оптимізації логістики та підвищення прозорості. Індустрія енергетики стикається зі

складними викликами, такими як розподіл відновлюваних джерел енергії, забезпечення надійності мереж та інтеграція розумних технологій. Блокчейн може стати ключовим інструментом у вирішенні цих завдань.

Ключовими перевагами блокчейну є автоматизація енергетичних угод за допомогою смарт-контрактів, забезпечення відстеження вуглецевого сліду та підтримка реер-to-реер торгівлі енергією. За прогнозами, до 2030 року інтеграція блокчейну в енергетичну індустрію дозволить скоротити витрати на 30-40% у сфері управління ресурсами та операцій. Розглянемо переваги застосування блокчейну енергетичними та інфраструктурними компаніями (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Застосування блокчейну у сфері інфраструктури та енергетики

Компанія / Кейс	Тип бізнес-процесу	Вектор трансформації	Опис впровадження (Кейс)	Результати і KPI (ключові ефекти)
1	2	3	4	5
Power Ledger [251]	Основні процеси (торгівля енергією, peer-to-peer моделі)	Еволюційний (від централізованих мереж до P2P)	Платформа для реер-to-реер торгівлі відновлюваною енергією між споживачами	Зниження витрат на посередників до 30%, стимулювання використання відновлюваної енергії, підвищення енергетичної незалежності споживачів.
Grid+ [184]	Основні процеси (оптимізація закупівель енергії)	Еволюційний (поступова інтеграція блокчейну у розрахунки)	Використання блокчейну для оптимізації закупівель енергії споживачами напряму у виробників	Зменшення вартості енергії для споживачів на 10-20%, прозорість процесу купівлі, автоматизація контрактів.
LO3 Energy (Brooklyn Microgrid) [112]	Основні процеси (локальні енергомережі, розподіл електроенергії)	Еволюційний (локальне застосування, розширення на інші спільноти)	Локальна мікромережа на основі блокчейну для обміну електроенергією в межах спільнот	Підвищення автономії енергетичних спільнот, зменшення навантаження на основні мережі, зростання локального споживання.
IBM і VeChain [293]	Управлінські процеси (контроль вуглецевого сліду, ESG-аналітика)	Директивний (глобальна стратегія сталого розвитку)	Відстеження вуглецевого сліду у ланцюгах постачання енергоресурсів	Прозорість екологічних даних, покращення ESG-звітності компаній, стимулювання відповідального споживання.

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5
Electron [166]	Управлінські процеси (оптимізація управління енергомережами)	Еволюційний (інтеграція з існуючими системами управління)	Блокчейн-платформа для координації між учасниками ринку та управління енергетичними мережами	Зниження витрат на адміністрування до 25%, підвищення ефективності розподілу ресурсів, покращена гнучкість у відповідь на попит.
WePower [172]	Основні процеси (токенізація енергії, інвестування у ВДЕ)	Еволюційний (впровадження механізмів токенізації)	Токенізація енергії, що дозволяє споживачам купувати відновлювану енергію за допомогою токенів	Підвищення доступності «зеленої» енергії, прискорення фінансування відновлюваних проєктів на 30%.
EnergiMine [167]	Процеси розвитку (мотивація енергоефективності, стимулювання споживачів)	Еволюційний (локальні пілоти, масштабування)	Нагородження споживачів токенами за енергозбереження та сталу поведінку	Заохочення споживачів до економії енергії, залучення до програм енергоефективності, зниження споживання на 10-15%.
Siemens [265]	Основні процеси (зарядна інфраструктура для електромобілів)	Директивний (інтеграція в існуючі глобальні мережі)	Блокчейн для моніторингу та управління електричними зарядними станціями для електромобілів	Оптимізація використання інфраструктури зарядних станцій, зменшення часу простою, автоматизація платежів.
SunContract [273]	Основні процеси (контрактна платформа для постачання енергії)	Еволюційний (від традиційних контрактів до смарт-контрактів)	Децентралізована платформа для контрактів на постачання енергії між виробниками та споживачами	Усунення посередників, зниження операційних витрат на 15-20%, створення прозорого ринку енергії.

Джерело: сформовано автором на основі [89; 112; 166; 167; 172; 184; 251; 265; 273; 293].

Аналіз кейсів, систематизованих у табл. 2.4, свідчить, що блокчейн здійснює глибоку трансформацію бізнес-процесів у сфері енергетики та інфраструктури, сприяючи децентралізації, підвищенню прозорості, автоматизації фінансових та операційних розрахунків, а також стимулюванню використання відновлюваних джерел енергії. Трансформація галузі відбувається за двома ключовими векторами: еволюційним (поетапна інтеграція технології у вже існуючі бізнес-моделі) та

директивним (масштабне впровадження блокчейн-рішень на рівні стратегічних ініціатив).

Еволюційний вектор реалізується через поступове впровадження блокчейну у ключові енергетичні процеси, зокрема у peer-to-peer торгівлю енергією, токенизацію активів та децентралізоване управління енергетичними мережами. Наприклад, Power Ledger та LO3 Energy (Brooklyn Microgrid) дозволяють споживачам безпосередньо купувати і продавати відновлювану енергію, що не лише усуває посередників та знижує витрати, а й стимулює використання локальних енергоресурсів. Проекти Grid+ та SunContract пропонують смарт-контракти для оптимізації закупівель енергії, що робить ринок прозорішим і гнучкішим, дозволяючи споживачам напряду укласти угоди з виробниками енергії. Додатково, WePower застосовує токенизацію енергоресурсів, що прискорює фінансування відновлюваних енергетичних проектів на 30%, створюючи нові моделі інвестування у ВДЕ.

Директивний вектор передбачає стратегічне впровадження блокчейну у глобальні інфраструктурні та управлінські процеси. Наприклад, IBM та VeChain використовують блокчейн для відстеження вуглецевого сліду в енергетичному секторі, що підвищує ефективність ESG-аналітики та сприяє розвитку сталих екологічних ініціатив. Аналогічно, Siemens застосовує блокчейн для моніторингу та оптимізації зарядної інфраструктури електромобілів, що покращує управління мережею зарядних станцій та сприяє зниженню часу простою електротранспорту. Electron, у свою чергу, розробляє блокчейн-рішення для координації управління енергетичними мережами, що дозволяє оптимізувати розподіл ресурсів та знизити витрати на адміністрування до 25%.

Блокчейн створює нову парадигму децентралізованого управління енергетичними ресурсами, підвищуючи ефективність, прозорість та доступність енергопостачання. Використання блокчейну у peer-to-peer торгівлі, оптимізації контрактних відносин, автоматизації фінансових розрахунків та моніторингу ESG-показників дозволяє мінімізувати витрати, спростити трансакції та сприяти переходу до сталої енергетики. У перспективі подальше поширення блокчейн-

рішень у цій сфері може сприяти глобальному переходу до розумних енергетичних мереж (smart grids), автоматизованих систем моніторингу викидів та цифрових платформ для управління енергетичними ресурсами.

Блокчейн стає все більш важливим інструментом у сфері охорони здоров'я, вирішуючи проблеми з безпекою даних, прозорістю та ефективністю. Складна структура медичних послуг часто призводить до дублювання даних, проблем із верифікацією інформації та загроз конфіденційності. Блокчейн надає рішення, що дозволяють децентралізовано зберігати медичні записи, забезпечувати прозорість ланцюгів постачання ліків і впроваджувати інновації у сфері клінічних досліджень.

За прогнозами, ринок блокчейн-рішень у сфері охорони здоров'я досягне понад 5 мільярдів доларів до 2030 року. Використання смарт-контрактів для управління даними пацієнтів та інтеграція з Інтернетом речей (IoT) дозволять значно підвищити якість медичних послуг та оптимізувати процеси.

Приклади як застосування блокчейну покращує результати у сфері охорони здоров'я наведено у табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Застосування блокчейну у сфері охорони здоров'я

Компанія / Кейс	Тип бізнес-процесу	Вектор трансформації	Опис впровадження (Кейс)	Результати і KPI (ключові ефекти)
1	2	3	4	5
Medicalchain [225]	Основні процеси (керування медичними записами)	Еволюційний (поетапна інтеграція)	Децентралізоване зберігання електронних медичних записів із контрольованим доступом для пацієнтів	Покращення конфіденційності даних, зниження ризику витоку інформації, контроль доступу лікарів до медичних записів.
MediLedger [132]	Основні процеси (відстеження постачання фармпрепаратів)	Директивний (індустріальна інтеграція)	Відстеження ланцюгів постачання фармацевтичних препаратів для боротьби з підробками	Зниження ризику фальсифікації ліків на 50%, підвищення прозорості в постачанні, оптимізація логістики.
BurstIQ [161]	Основні процеси (обмін медичними даними)	Еволюційний (масштабування після тестування)	Блокчейн-платформа для обміну даними між медичними установами та науковими дослідниками	Прискорення обміну даними на 40%, захист конфіденційності, зменшення дублювання інформації.

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5
Guardtime [185]	Допоміжні процеси (безпека медичних даних)	Директивний (глобальний стандарт)	Захист медичних записів за допомогою блокчейну та криптографічних підписів	Захист даних від несанкціонованого доступу, зниження ризиків зламу системи на 60%.
Nebula Genomics [237]	Основні процеси (керування генетичними даними)	Еволюційний (інтеграція в персоналізовану медицину)	Платформа для обміну генетичною інформацією з використанням блокчейну	Контроль доступу до генетичних даних, зменшення вартості досліджень, стимулювання наукових досліджень.
Solve.Care [269]	Основні процеси (керування медичними послугами та страхуванням)	Еволюційний (інновації в медстрахуванні)	Управління медичними послугами та страховими виплатами через блокчейн	Зниження адміністративних витрат на 30%, підвищення швидкості опрацювання запитів, прозорість розрахунків.
IBM Watson Health [196]	Основні процеси (моніторинг клінічних випробувань)	Директивний (масштабне корпоративне впровадження)	Відстеження клінічних випробувань із використанням блокчейну для забезпечення прозорості	Підвищення довіри до результатів досліджень, зниження випадків фальсифікації даних, покращення моніторингу.
Dentacoin [152]	Допоміжні процеси (покращення стоматологічних послуг)	Еволюційний (переорієнтація сервісу)	Платформа на основі блокчейну для підвищення якості стоматологічних послуг через токенизацію	Стимулювання відгуків пацієнтів, створення програм лояльності для стоматологічних клінік, підвищення якості сервісу.

Джерело: сформовано автором на основі [89; 132; 152; 161; 185; 196; 225; 237; 269].

Аналіз кейсів, систематизованих у табл. 2.5, свідчить, що блокчейн сприяє революційним змінам у медичних бізнес-процесах, забезпечуючи високий рівень безпеки даних, оптимізацію логістичних ланцюгів, прозорість страхових виплат і підвищення ефективності клінічних досліджень. Впровадження блокчейну в охороні здоров'я відбувається за двома основними векторами: еволюційним, що передбачає поступову інтеграцію технології у процеси управління медичними записами, страхуванням та обміном інформацією, та директивним, що реалізується через масштабні корпоративні та галузеві ініціативи, спрямовані на боротьбу з

підробками ліків, стандартизацію клінічних випробувань та захист персональних даних.

Еволюційний вектор застосовують компанії, які впроваджують блокчейн у менеджмент медичних послуг і даних, спрощуючи їхню обробку та оптимізуючи фінансові процеси. Наприклад, Medicalchain запровадив децентралізоване зберігання медичних записів із контрольованим доступом пацієнтів, що підвищує рівень конфіденційності та зменшує ризик витоку даних. Подібним чином, BurstIQ використовує блокчейн для прискорення обміну інформацією між медичними установами та дослідниками, що скорочує дублювання даних і підвищує швидкість аналізу медичних показників. У сфері генетичних досліджень Nebula Genomics забезпечує конфіденційний обмін генетичною інформацією, що знижує вартість аналізу та стимулює персоналізовану медицину. Водночас, у сфері медичного страхування Solve.Care застосовує блокчейн для управління медичними послугами та страховими виплатами, що дозволяє автоматизувати розрахунки, скоротити витрати та підвищити прозорість фінансових операцій.

Директивний вектор відображає масштабне впровадження блокчейн-технологій у глобальні ініціативи охорони здоров'я та фармацевтичну галузь. Так, MediLedger використовує блокчейн для відстеження постачання фармацевтичних препаратів, що дозволяє скоротити кількість підроблених ліків на 50% і покращити прозорість ланцюгів постачання. У сфері безпеки даних Guardtime запровадив криптографічні підписи для захисту медичних записів, що знижує ризик зламу систем на 60%. Також компанія IBM Watson Health застосовує блокчейн у моніторингу клінічних випробувань, що запобігає фальсифікації даних і підвищує довіру до наукових результатів.

Загалом, блокчейн у сфері охорони здоров'я створює передумови для підвищення прозорості, безпеки та ефективності медичних послуг. Використання децентралізованих платформ для управління медичними записами, відстеження постачання лікарських засобів та персоналізованої медицини дозволяє мінімізувати бюрократичні бар'єри, прискорити доступ до інформації та оптимізувати витрати медичних установ. У перспективі широке впровадження блокчейну може

забезпечити повністю інтегровану систему цифрової охорони здоров'я, що об'єднає лікарів, пацієнтів, фармацевтичні компанії та страхові установи в єдину прозору та ефективну мережу.

Блокчейн-технологія має потенціал суттєво змінити функціонування державного управління, забезпечуючи прозорість, ефективність та безпеку процесів. Сучасні урядові системи стикаються з такими викликами, як бюрократія, корупція, низький рівень та складність управління даними громадян. Завдяки блокчейну можливо створити децентралізовані реєстри для управління інформацією, автоматизувати процеси через смарт-контракти та підвищити прозорість взаємодії між урядом і громадянами.

За прогнозами, впровадження блокчейну в державному секторі дозволить знизити адміністративні витрати на 30-50% та суттєво підвищити рівень довіри до урядових послуг. Особливий інтерес до блокчейну проявляють країни, що розвиваються, для забезпечення прозорих виборів, управління земельними реєстрами та розподілу соціальної допомоги.

У табл. 2.6 наведено приклади країн та Організації Об'єднаних Націй, які використовують блокчейн у державному адмініструванні.

Таблиця 2.6

Застосування блокчейну у сфері державного управління окремими країнами та ООН в гуманітарній сфері

Країна/ Організація	Тип бізнес- процесу	Вектор трансформації	Опис впровадження	Результати і КРІ (ключові ефекти)
1	2	3	4	5
Естонія [169]	Основні процеси (цифрова ідентифікація громадян)	Директивний (національна стратегія)	Децентралізоване управління електронними ідентифікаційними картками громадян	Забезпечення захищеного доступу до державних послуг, зниження ризиків шахрайства на 50%.
Швейцарія (Цуг) [76]	Основні процеси (електронне голосування)	Еволюційний (тестування на локальному рівні)	Електронне голосування на основі блокчейну у місті Цуг	Прозорість виборчого процесу, підвищення довіри до результатів, зменшення ризиків фальсифікації.

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5
Грузія [106]	Основні процеси (реєстрація прав власності)	Директивний (національне впровадження)	Управління реєстрами земельних ділянок через блокчейн	Незмінність записів про власність, зниження корупції у сфері землевідведення на 30%.
ООН (WFP) [291]	Основні процеси (розподіл гуманітарної допомоги)	Директивний (масштабне застосування в кризових регіонах)	Розподіл гуманітарної допомоги за допомогою блокчейну у таборах для біженців	Зниження адміністративних витрат на 40%, забезпечення прозорості використання коштів, усунення посередників.
Дубай [268]	Основні процеси (цифрові державні реєстри)	Директивний (Smart Dubai ініціатива)	Стратегія «Smart Dubai» для децентралізації державних реєстрів і цифрових трансакцій	Скорочення часу на обробку документів на 50%, створення інноваційної екосистеми для бізнесу та громадян.
Литва [89]	Основні процеси (збереження освітніх документів)	Еволюційний (інтеграція в систему освіти)	Використання блокчейну для зберігання дипломів та сертифікатів	Захищеність документів від підробки, швидкий доступ до записів про освіту, автоматизація перевірки кваліфікацій.
Чилі [89]	Основні процеси (бюджетний моніторинг, витрати держави)	Еволюційний (пілотний проєкт, поступове розширення)	Моніторинг державних витрат на основі блокчейну для забезпечення прозорості	Підвищення довіри до державного фінансування, зменшення ризиків нецільового використання коштів на 35%.
Велика Британія [89]	Основні процеси (відстеження грантів на дослідження)	Еволюційний (локальні програми, поступове розширення)	Блокчейн для відстеження розподілу грантів на дослідження	Прозорість у використанні державних грантів, підвищення відповідальності отримувачів, зниження ризику зловживань.

Джерело: сформовано автором на основі [89; 169; 76; 106; 291; 268].

Аналіз кейсів, систематизованих у табл 2.6, підтверджує, що блокчейн відіграє ключову роль у трансформації державного управління, забезпечуючи прозорість, безпеку та ефективність у сфері електронного врядування, фінансового моніторингу та управління державними реєстрами. Використання блокчейн-технологій у державному секторі відбувається за двома основними векторами: директивним, коли уряди реалізують масштабні національні ініціативи, та еволюційним, коли технологія впроваджується через локальні проекти, поступово поширюючись на нові сфери.

Директивний вектор характерний для країн, що реалізують блокчейн як стратегічний елемент цифрового врядування. Наприклад, Естонія впровадила блокчейн для цифрової ідентифікації громадян, що дозволяє знизити ризики шахрайства на 50% та забезпечити захищений доступ до державних послуг. Аналогічно, Грузія використовує блокчейн для реєстрації прав власності, що підвищує надійність записів та зменшує корупційні ризики у сфері землевідведення. ООН (WFP) застосовує блокчейн для розподілу гуманітарної допомоги у кризових регіонах, що дозволяє скоротити адміністративні витрати на 40% та забезпечити цільове використання коштів. Значний внесок у цифрову трансформацію також робить Дубай, який у межах ініціативи «Smart Dubai» застосовує блокчейн для державних реєстрів, що скорочує час обробки документів на 50% та сприяє розвитку цифрової економіки.

Еволюційний вектор охоплює країни, які поступово інтегрують блокчейн у окремі сфери державного управління. Наприклад, Швейцарія (Цуг) впроваджує блокчейн для електронного голосування, що сприяє підвищенню довіри виборців та зменшенню ризику фальсифікацій. Литва використовує блокчейн для збереження освітніх документів, що автоматизує перевірку кваліфікацій та запобігає підробці дипломів. У свою чергу, Чилі реалізувала пілотний проект бюджетного моніторингу, що дозволяє зменшити нецільове використання державних коштів на 35% та підвищити прозорість державних витрат. Велика Британія використовує блокчейн для відстеження розподілу грантів на наукові

дослідження, що сприяє оптимізації фінансування та зниженню корупційних ризиків.

Загалом, впровадження блокчейну у сфері державного управління створює нову парадигму прозорого, захищеного та ефективного електронного врядування. Застосування цієї технології дозволяє зменшити бюрократичні бар'єри, прискорити доступ громадян до державних послуг, мінімізувати корупційні ризики та підвищити ефективність управління державними фінансами. У перспективі подальша інтеграція блокчейну може стати фундаментом для створення глобальних цифрових екосистем у сфері врядування та гуманітарної допомоги, що забезпечить інноваційний розвиток державних сервісів та підвищення довіри громадян до державних інституцій.

Блокчейн трансформує сферу ритейлу та товарів широкого вжитку, надаючи можливості для покращення відстежуваності продуктів, прозорості ланцюгів постачання та підвищення довіри споживачів. У цій індустрії ключовими викликами є боротьба з підробками, ефективне управління ланцюгами постачання та забезпечення відповідності екологічним стандартам. Завдяки блокчейну можна автоматизувати перевірку автентичності продукції, відстежувати її походження та створювати умови для персоналізованих відносин із клієнтами.

За оцінками, використання блокчейну у ритейлі може знизити втрати на 30% внаслідок покращення управління запасами, а прозорість у виробництві сприяє зміцненню репутації брендів. Також ця технологія створює нові можливості для впровадження програм лояльності та взаємодії зі споживачами.

Переваги застосування блокчейну крупними ритейлерами та виробниками проаналізуємо за допомогою табл. 2.7.

Застосування блокчейн-технологій у ритейлі стає потужним інструментом для підвищення прозорості ланцюгів постачання, гарантії автентичності товарів та цифрової взаємодії зі споживачами. Проаналізовані кейси демонструють, що інтеграція блокчейну в бізнес-моделі компаній реалізується за двома ключовими підходами: через масштабні корпоративні ініціативи або поступове тестування технології у вибраних сегментах бізнесу.

Таблиця 2.7.

Застосування блокчейну у сфері роздрібної торгівлі

Компанія / Кейс	Тип бізнес-процесу	Вектор трансформації	Опис впровадження (Кейс)	Результати і КРІ (ключові ефекти)
1	2	3	4	5
Walmart [102]	Основні процеси (контроль якості харчових продуктів)	Директивний (масштабне впровадження)	Відстеження походження продуктів харчування (наприклад, манго та свинини) за допомогою блокчейну	Скорочення часу перевірки джерел з кількох днів до секунд, підвищення довіри до якості продукції.
Provenance [252]	Основні процеси (відстеження етичного виробництва)	Еволюційний (інтеграція у ланцюги постачання)	Забезпечення прозорості для покупців шляхом відстеження ланцюга постачання модних товарів і продуктів	Покращення етичного іміджу брендів, підвищення обізнаності клієнтів про походження товарів.
Unilever [292]	Основні процеси (екологічний контроль постачання)	Директивний (частина глобальної ESG-стратегії)	Відстеження постачання пальмової олії для забезпечення відповідності екологічним стандартам	Зниження ризику порушення екологічних норм, прозорість у ланцюгах постачання, зменшення викидів CO ₂ .
Starbucks [271]	Основні процеси (відстеження поставок кави, взаємодія з фермерами)	Еволюційний (пілотне впровадження, масштабування)	Використання блокчейну для відстеження походження кавових зерен і прозорої взаємодії з фермерами	Підвищення довіри клієнтів до бренду, забезпечення справедливих умов для фермерів, покращення логістики.
LVMH (Aura) [86]	Основні процеси (перевірка автентичності товарів розкоші)	Директивний (запуск власної блокчейн-мережі)	Платформа Aura для відстеження автентичності предметів розкоші, таких як сумки та аксесуари	Зниження кількості підробок на 30%, зміцнення довіри до бренду, підвищення вартості бренду.
Carrefour [118]	Основні процеси (контроль ланцюга постачання харчових продуктів)	Еволюційний (тестування в окремих категоріях)	Відстеження продуктів харчування через блокчейн, включаючи молоко, яйця та м'ясо	Підвищення прозорості для споживачів, створення конкурентних переваг, зниження випадків відклику продуктів.

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5
Nestlé [117]	Основні процеси (контроль якості дитячого харчування)	Директивний (глобальна стратегія безпеки харчових продуктів)	Відстеження ланцюгів постачання дитячого харчування через блокчейн	Забезпечення довіри батьків до якості продуктів, прозорість у ланцюгах постачання, зменшення ризиків забруднення продукції.
Adidas [77]	Процеси цифровізації (NFT, взаємодія з клієнтами)	Еволюційний (тестування у преміальних колекціях)	Створення NFT для обмежених серій продукції, що надає унікальний досвід для клієнтів	Залучення нової аудиторії, підвищення лояльності до бренду, створення цифрових активів для колекціонерів.

Джерело: сформовано автором на основі [77; 86; 89; 102; 117; 118; 252; 271; 292].

Компанії, що впроваджують блокчейн у межах глобальних стратегій (директивний підхід), використовують його для посилення контролю над якістю продукції, екологічного моніторингу та боротьби з підробками. Наприклад, Walmart та Nestlé інтегрували блокчейн у свої системи постачання, що дозволило значно скоротити час перевірки якості та забезпечити повну простежуваність продукції. LVMH використовує блокчейн для захисту предметів розкоші від підробок, зміцнюючи брендову довіру. Unilever застосовує блокчейн у рамках екологічної відповідальності, що дозволяє контролювати сталість виробництва та дотримання стандартів ESG.

Поступове впровадження блокчейну (еволюційний підхід) орієнтоване на вдосконалення процесів постачання та покращення взаємодії з клієнтами. Так, Starbucks використовує блокчейн для відстеження походження кавових зерен, що підвищує довіру до бренду та забезпечує прозорість співпраці з фермерами. Carrefour тестує технологію у постачанні харчових продуктів, мінімізуючи ризики відкличу продукції. Provenance впроваджує блокчейн для сертифікації етичного виробництва, що формує відповідальні споживчі рішення.

Окремий сегмент впровадження блокчейну в ритейлі стосується цифровізації клієнтського досвіду. Наприклад, Adidas інтегрує NFT у преміальні колекції, що дозволяє бренду створювати унікальні цифрові активи для лояльних клієнтів та розширювати фанатські спільноти.

Таким чином, блокчейн у ритейлі формує новий стандарт прозорості та відповідальності бізнесу. Він дозволяє ефективно відстежувати рух товарів, зменшувати екологічні ризики та розширювати можливості цифрового маркетингу. Зважаючи на позитивний ефект, можна очікувати, що технологія продовжить проникати в нові сегменти ритейлу, забезпечуючи глибшу інтеграцію блокчейну у глобальні ланцюги створення вартості.

Блокчейн у сільському господарстві допомагає вирішувати важливі проблеми, такі як відстеження походження продукції, прозорість ланцюгів постачання, боротьба з шахрайством та ефективний розподіл ресурсів. Використання технології дозволяє забезпечити незмінність даних про виробництво, підвищити довіру споживачів до якості продуктів та оптимізувати процеси управління фермерськими господарствами.

За прогнозами, блокчейн у сільському господарстві може забезпечити до 20-30% зниження втрат у ланцюгах постачання завдяки кращому управлінню та підвищенню ефективності. Крім того, впровадження цієї технології дозволяє фермерам отримувати доступ до прямих ринків, зменшуючи залежність від посередників.

Інтеграція блокчейну у сферу сільського господарства забезпечує прозорість ланцюгів постачання, зменшення ризиків харчового шахрайства та оптимізацію фермерських операцій. Запровадження децентралізованих систем дозволяє автоматизувати торговельні процеси, контролювати якість продукції та покращити доступ малих фермерів до ринків. Глобальні стратегії (директивний підхід) застосовуються для комплексного моніторингу постачання та екологічних стандартів (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Застосування блокчейну у сфері сільського господарства

Компанія / Кейс	Тип бізнес-процесу	Вектор трансформації	Опис впровадження (Кейс)	Результати і КРІ (ключові ефекти)
IBM Food Trust [195]	Основні процеси (відстеження постачання продуктів)	Директивний (глобальна стратегія)	Відстеження походження продуктів (фрукти, овочі, м'ясо) на кожному етапі ланцюга постачання	Підвищення довіри споживачів, скорочення часу перевірки джерел продукції
AgriDigital [78]	Основні процеси (торгівля зерновими)	Еволюційний (поетапна інтеграція)	Токенізація врожаїв та автоматизація процесів купівлі-продажу зернових культур	Прозорість у торгівлі, зниження адміністративних витрат для фермерів
TE-FOOD [281]	Основні процеси (контроль якості харчових продуктів)	Еволюційний (інтеграція у постачання)	Відстеження ланцюгів постачання харчових продуктів, включаючи м'ясо та молоко	Прозорість для споживачів, мінімізація ризиків харчового шахрайства
Ripe.io [284]	Основні процеси (моніторинг умов вирощування)	Еволюційний (локальне тестування)	Моніторинг умов вирощування сільськогосподарських продуктів (температура, вологість тощо) через блокчейн	Покращення якості продукції, контроль відповідності стандартам
Provenance [252]	Основні процеси (етичне виробництво)	Директивний (контроль відповідності стандартам)	Відстеження етичних стандартів у виробництві сільськогосподарської продукції	Сприяння сталому розвитку, підвищення обізнаності споживачів
OriginTrail [245]	Основні процеси (глобальні ланцюги постачання)	Еволюційний (масштабування через партнерства)	Інтеграція блокчейну для забезпечення прозорості у глобальних ланцюгах постачання агропродукції	Зниження ризиків втрати даних, покращення співпраці між постачальниками
Farmobile [175]	Процеси цифровізації (агродані та аналітика)	Еволюційний (поетапна інтеграція)	Збір і зберігання даних про врожайність полів та використання техніки з подальшим аналізом через блокчейн	Оптимізація використання ресурсів, покращення управління фермерськими господарствами
AgUnity [79]	Основні процеси (кооперація фермерів)	Еволюційний (доступ до цифрових ринків)	Платформа для полегшення співпраці між малими фермерами та ринками через мобільний додаток на блокчейні	Підвищення доходів фермерів, спрощення доступу до ринків

Джерело: сформовано автором на основі [78; 79; 89; 175; 195; 245; 252; 281; 284].

Так, IBM Food Trust створює систему відстеження походження продуктів, підвищуючи довіру споживачів та скорочуючи час перевірки продукції, а Provenance забезпечує контроль етичності виробництва.

Пілотні проекти та поступова інтеграція (еволюційний підхід) спрямовані на локальне тестування та масштабування успішних рішень. Наприклад, AgriDigital спрощує торгівлю зерновими завдяки токенизації, TE-FOOD мінімізує ризики фальсифікації продуктів, а Farmobile використовує блокчейн для збору агроданих та підвищення ефективності управління господарством.

Таким чином, блокчейн формує сучасну цифрову інфраструктуру агробізнесу, сприяючи автоматизації процесів, захисту даних та розвитку сталих аграрних практик. Подальше впровадження технології дозволить посилити екологічний контроль, розширити інвестиційні можливості та забезпечити цифрову інтеграцію фермерських господарств у глобальні ринки.

Блокчейн у сфері інформації та комунікацій забезпечує децентралізовані рішення для захисту даних, прозорості взаємодії та управління цифровим контентом. У цій індустрії виклики включають кібератаки, монополізацію платформ, відсутність контролю за персональними даними та несправедливий розподіл доходів між творцями контенту.

Застосування блокчейну дозволяє створювати прозорі платформи для обміну інформацією, захищати права інтелектуальної власності та надавати контроль над персональними даними самим користувачам. За прогнозами, інтеграція блокчейну в інформаційно-комунікаційні процеси сприятиме зниженню витрат на кібербезпеку та підвищенню довіри до цифрових платформ.

Інтеграція блокчейну у сферу інформації та комунікацій сприяє захисту даних, монетизації цифрового контенту та підвищенню довіри до інформаційних ресурсів. Основні напрями використання цієї технології включають верифікацію інформації, захист авторських прав, децентралізацію соціальних платформ та альтернативні моделі цифрової реклами.

Позитивні наслідки застосування блокчейну в сфері інформації та комунікацій на прикладі окремих компаній проаналізуємо за даними табл. 2.9.

Децентралізація медіа дозволяє зменшити вплив цензури та зовнішніх маніпуляцій. Так, Civil створює незалежну журналістську екосистему, а Steemit

забезпечує монетизацію контенту через блокчейн, що сприяє прямій взаємодії авторів із читачами без посередників.

Таблиця 2.9

Застосування блокчейну у сфері інформації та комунікацій

Компанія / Кейс	Тип бізнес-процесу	Вектор трансформації	Опис впровадження (Кейс)	Результати і КРІ (ключові ефекти)
Civil [134]	Основні процеси (незалежна журналістика, верифікація контенту)	Еволюційний (створення децентралізованих ЗМІ)	Децентралізована платформа для журналістики, що захищає незалежність контенту	Підвищення прозорості, боротьба з цензурою, зміцнення довіри до ЗМІ, зменшення впливу зовнішніх факторів на журналістику.
Steemit [272]	Основні процеси (монетизація контенту, соціальні медіа)	Еволюційний (створення блокчейн-економіки контенту)	Соціальна платформа на блокчейні, що нагороджує користувачів за створення контенту	Справедливий розподіл винагороди між авторами, підтримка інклюзивності платформи, підвищення активності користувачів.
Brave (Basic Attention Token) [91]	Основні процеси (цифрова реклама, управління персональними даними)	Еволюційний (перехід до альтернативної рекламної моделі)	Браузер із інтегрованим блокчейном для прозорого розподілу доходів від реклами	Підвищення конфіденційності користувачів, монетизація уваги, винагороди за перегляд реклами, зниження залежності від традиційних рекламних мереж.
po.et [248]	Основні процеси (управління правами інтелектуальної власності)	Директивний (блокчейн як глобальний стандарт)	Платформа для управління правами інтелектуальної власності на основі блокчейну	Захист авторських прав, автоматизація реєстрації контенту, спрощення ліцензування цифрового контенту.
Orchid [243]	Основні процеси (інформаційна безпека, VPN-сервіси)	Еволюційний (децентралізація інтернет-доступу)	Децентралізований VPN-сервіс, що забезпечує захищений доступ до Інтернету	Покращення конфіденційності, боротьба з блокуванням контенту, безпечний анонімний доступ.
Audius [85]	Основні процеси (стримінг музики, монетизація контенту)	Еволюційний (створення децентралізованої платформи для артистів)	Музична платформа, яка використовує блокчейн для справедливого розподілу доходів між музикантами	Усунення посередників у музичній індустрії, підвищення прибутків незалежних артистів, покращення прозорості виплат.
Synereo [275]	Основні процеси (децентралізовані соціальні мережі)	Еволюційний (перехід до альтернативної моделі управління контентом)	Платформа для децентралізованого управління соціальними медіа	Контроль користувачів над контентом, прозорість алгоритмів взаємодії, незалежність від централізованих платформ.

Джерело: сформовано автором на основі [85; 89; 91; 134; 243; 248; 272; 275].

Нова економіка цифрового контенту формується завдяки альтернативним рекламним моделям та блокчейн-рішенням для прав інтелектуальної власності. Наприклад, Brave пропонує систему винагород за перегляд реклами, а po.et автоматизує управління авторськими правами, що знижує ризики піратства та забезпечує справедливий розподіл доходів між творцями контенту.

Децентралізовані комунікаційні технології підвищують рівень безпеки в Інтернеті. Orchid розробляє блокчейн-VPN для анонімного доступу, Audius усуває посередників у музичній індустрії, а Synereo створює соціальні мережі без централізованого контролю.

Таким чином, блокчейн змінює традиційну інформаційну екосистему, роблячи її більш прозорою, стійкою до маніпуляцій та орієнтованою на користувача. Подальший розвиток цієї технології сприятиме створенню нових бізнес-моделей у сфері контенту, зменшенню цифрових загроз та формуванню відкритого інформаційного простору.

Блокчейн суттєво впливає на сферу розваг, змінюючи підходи до монетизації контенту, захисту прав інтелектуальної власності та взаємодії між творцями й аудиторією. Індустрія стикається з такими викликами, як непрозорість розподілу доходів, піратство та складність управління цифровими правами. Завдяки блокчейну створюються нові можливості для прямих взаємодій між митцями, музикантами, творцями фільмів та їхніми шанувальниками.

Використання блокчейну дозволяє творцям контенту отримувати справедливі винагороди, а споживачам – безпечно купувати або підтримувати проекти. За прогнозами, інтеграція блокчейну в розважальну індустрію може сприяти зниженню втрат від піратства до 50% та підвищенню доходів творців на 20-30%.

За допомогою табл. 2.10 виокремимо ефективні напрями застосування блокчейну у сфері розваг.

Використання блокчейну у сфері розваг сприяє демократизації доступу до контенту, усуненню посередників та підвищенню прозорості фінансових потоків. Головні напрями інтеграції технології включають стримінгові сервіси, відео- та музичну індустрію, ринок NFT та метавсесвіти.

Таблиця 2.10

Застосування блокчейну у сфері розваг

Компанія / Кейс	Тип бізнес-процесу	Вектор трансформації	Опис впровадження (Кейс)	Результати і KPI (ключові ефекти)
Audius [85]	Основні процеси (стримінг музики, монетизація контенту)	Еволюційний (створення децентралізованої екосистеми для артистів)	Децентралізована музична платформа для стримінгу музики	Справедливий розподіл доходів між артистами, усунення посередників, підтримка незалежних виконавців.
Theta Network [285]	Основні процеси (відеостримінг, оптимізація трафіку)	Еволюційний (перехід до розподіленої мережі стримінгу)	Блокчейн-платформа для стримінгу відеоконтенту, яка винагороджує користувачів за розподіл пропускну здатності	Оптимізація витрат на стримінг на 30%, створення екосистеми взаємодії творців і споживачів контенту.
Enjin [168]	Основні процеси (геймінг, створення NFT-активів)	Директивний (інтеграція блокчейну в ігрову економіку)	Використання блокчейну для створення NFT у відеоіграх	Унікальні цифрові активи, підвищення залученості гравців, зростання ринку NFT у відеоіграх.
Ujo Music [290]	Основні процеси (монетизація музики, контроль авторських прав)	Еволюційний (прямий зв'язок між артистами та аудиторією)	Платформа для монетизації музики, яка дозволяє артистам напряму продавати свої роботи аудиторії	Прозорість розподілу доходів, усунення посередників, збільшення прибутку музикантів.
Vevue [103]	Основні процеси (відеоконтент, монетизація авторських прав)	Еволюційний (децентралізований відеообмін)	Децентралізована платформа для обміну відеоконтентом, яка використовує смарт-контракти для монетизації	Прямий дохід для творців відео, прозорість фінансових операцій, уникнення монополізації відеохостингів.
Decentraland [149]	Процеси цифровізації (метавсесвіт, віртуальні активи)	Директивний (створення блокчейн-платформи для віртуального контенту)	Платформа для створення віртуального контенту та ігор на основі блокчейну	Унікальний досвід для користувачів, монетизація віртуальних активів, розвиток метавсесвітів.
OpenSea [242]	Основні процеси (торгівля цифровими активами, NFT)	Директивний (масштабний маркетплейс для NFT)	Маркетплейс для купівлі та продажу NFT, включаючи мистецтво, музику та інші цифрові активи	Підтримка митців через продаж NFT, створення прозорого ринку цифрових товарів, зростання ліквідності NFT.
MovieBloc [233]	Основні процеси (фільмова індустрія, розповсюдження контенту)	Еволюційний (надання незалежним режисерам доступу до аудиторії)	Блокчейн-платформа для розповсюдження фільмів і отримання доходів незалежними режисерами	Прямий доступ до аудиторії, підвищення доходів творців контенту, зменшення комісійних витрат.

Джерело: сформовано автором на основі [85; 89; 103; 149; 168; 233; 242; 285; 290]

Монетизація контенту та прямий зв'язок із творцями стали ключовими змінами в індустрії. Так, Audius та Ujo Music забезпечують прозорий розподіл доходів між артистами та аудиторією, дозволяючи музикантам отримувати справедливу винагороду без участі великих лейблів. Подібно, Vevue та MovieBloc надають незалежним творцям контенту можливість монетизувати свої роботи безпосередньо через блокчейн-платформи.

Оптимізація розповсюдження цифрового контенту також набуває значної ваги. Theta Network та Decentraland використовують децентралізовані мережі для оптимізації потокового відео та розвитку метавсесвітів, що дозволяє створювати унікальний користувацький досвід.

NFT та віртуальні активи кардинально змінюють ринок цифрових розваг. OpenSea є найбільшим маркетплейсом для торгівлі цифровими активами, а Enjin інтегрує NFT у відеоігри, що сприяє збільшенню залученості гравців та створенню нових економічних моделей у геймінгу.

Таким чином, блокчейн у сфері розваг забезпечує нові можливості для творців контенту, підвищує рівень прозорості та дозволяє користувачам безпосередньо взаємодіяти із цифровими активами. Подальший розвиток цієї технології сприятиме зміцненню альтернативних бізнес-моделей у музичній, кіно- та ігровій індустрії, розширюючи можливості для креативної економіки.

Аналіз кейсів застосування блокчейн-технологій у різних секторах економіки демонструє, що їх впровадження відбувається за двома основними векторами: еволюційним та директивним. Еволюційний підхід дозволяє інтегрувати блокчейн у конкретні бізнес-процеси без значних організаційних змін, поступово адаптуючи нові технологічні рішення до наявних структур. Такий підхід є більш гнучким, оскільки компанії можуть експериментувати з блокчейн-рішеннями у вузьких напрямках, наприклад, у сфері фінансів (JPM Coin, RippleNet), торгівлі (Walmart, Carrefour), сільського господарства (IBM Food Trust, AgriDigital) чи інформаційних технологій (Brave, Audius). Це сприяє оптимізації бізнес-процесів, підвищенню прозорості, усуненню посередників та зниженню операційних витрат, не вимагаючи кардинальних змін у корпоративному управлінні.

Натомість директивний вектор впровадження блокчейну вимагає значних інвестиційних та організаційних зусиль, оскільки передбачає зміну корпоративної культури, стратегічного бачення та політики підприємств. У таких випадках блокчейн інтегрується як фундаментальний елемент цифрової трансформації, що змінює підхід до управління всією компанією чи навіть галуззю. Наприклад, ініціативи «Smart Dubai», запровадження блокчейну у державне управління (Естонія, Грузія) чи масштабні блокчейн-рішення для глобальних ринків (Nestlé, Siemens, OpenSea) передбачають комплексну перебудову процесів, централізоване прийняття рішень та значну реорганізацію операційної діяльності. Хоча цей підхід є складнішим у реалізації, він створює довгострокові конкурентні переваги та закладає основу для масштабної децентралізації економічних відносин.

Поряд з цим, важливою метою контент-аналізу 60 кейсів впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси було дослідження ефективності такого впровадження у економічному, організаційному та технологічному вимірах. Економічна ефективність полягає у зниженні витрат, оптимізації фінансових процесів, прискоренні розрахунків та покращенні доступу до фінансування. Організаційна ефективність виражається у підвищенні прозорості операцій, зниженні адміністративних витрат, покращенні управління ризиками та мінімізації шахрайства. Технологічна ефективність охоплює прискорення трансакцій, підвищення рівня безпеки даних та впровадження децентралізованих інфраструктур.

У економічному вимірі основними перевагами стали зниження витрат (Power Ledger – 30%, Ripple – 40%, Insurwave – 30%), скорочення комісій (Winding Tree – 20%, VeeToken – 15%, LockTrip – 20%) та залучення інвестицій (CoinList – 100%). Блокчейн також сприяв прискоренню розрахунків (Raxos – 50%) та покращенню доступу до фінансування для відновлюваних енергетичних проєктів (WePower – 30%) (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Ефективність впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси у рамках економічного, організаційного та технологічного вимірів
Джерело: сформовано автором на основі [89; 124; 125; 138; 139; 167]

З організаційного погляду блокчейн допоміг знизити адміністративні витрати (Solve.Care – 30%), мінімізувати ризики фальсифікації ліків (MediLedger – 50%) та запобігти зламу системи (Guardtime – 60%). Найбільш вагомий ефект спостерігався у сфері фінансових розрахунків, де блокчейн-технології забезпечили прискорення транзакцій у 200% (Travelport) та оптимізацію управління ресурсами на 30% (TUI Group). Технологічний ефект включав зниження випадків шахрайства (CarVertical – 50%) та найсуттєвіше прискорення транзакцій – 500% у випадку платформи R3. Ці результати підтверджують, що блокчейн не лише підвищує ефективність операцій, але й сприяє фундаментальним змінам у бізнес-моделях, особливо в контексті цифровізації, автоматизації та безпеки даних.

Отже, аналіз застосування блокчейн-технологій у різних галузях бізнесу дозволяє виокремити ключові напрями, які мають суттєвий вплив на

трансформацію бізнес-процесів підприємств. Ці напрями були виділені на основі їхньої ролі у вирішенні ключових проблем бізнесу, таких як оптимізація операцій, усунення посередників, підвищення прозорості та створення нових можливостей для зростання (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Напрями функціонального використання блокчейн-технологій

Категорія	Опис	Прямі ефекти	Опосередковані ефекти
Оптимізація та автоматизація	Впровадження смарт-контрактів та автоматизація процесів для скорочення витрат і часу.	Зменшення витрат на трансакції, прискорення бізнес-процесів.	Підвищення продуктивності, мінімізація помилок.
Децентралізація	Усунення посередників, забезпечення прямої взаємодії між учасниками ринку.	Скорочення витрат на посередників, підвищення ефективності взаємодії.	Розширення доступу до ринків, підвищення незалежності бізнесу.
Прозорість і довіра	Відстеження походження продуктів, прозоре управління даними та аудит.	Зменшення ризиків шахрайства, підвищення відповідності стандартам.	Зміцнення довіри клієнтів, покращення репутації бренду.
Нові бізнес-моделі	Створення платформ для монетизації контенту, управління активами та інтеграції клієнтів.	Відкриття нових джерел доходу, підвищення залученості клієнтів.	Розвиток інновацій, формування нових партнерських відносин.
Токенізація активів	Перетворення фізичних чи цифрових активів у токени для спрощення операцій і залучення інвестицій.	Прискорення операцій з активами, зниження витрат на управління.	Покращення ліквідності активів, залучення інвесторів, зростання ринкових можливостей.

Джерело: складено автором.

Внаслідок проведеного аналізу даних табл. 2.11, можемо запропонувати наступні напрями впровадження блокчейн-технологій:

1. Оптимізація та автоматизація бізнес-процесів. Однією з найбільш значущих переваг блокчейну є його здатність автоматизувати рутинні завдання, що дозволяє компаніям мінімізувати витрати та скоротити час виконання операцій. Наприклад, використання смарт-контрактів у фінансових трансакціях та адмініструванні значно прискорює процеси та мінімізує ризики помилок.

2. Децентралізація. Усунення посередників та централізованих структур надає підприємствам більший контроль над власними операціями. Це особливо корисно у галузях з високим рівнем конкуренції, таких як логістика, фінанси та енергетика.

3. Прозорість і довіра. Можливість верифікації даних, які надає блокчейн, створюють основу для довіри між партнерами, клієнтами та регуляторами. Такі інструменти, як відстеження походження продукції або аудиторські блокчейн-системи, дозволяють компаніям зміцнювати свою репутацію та підвищувати конкурентоспроможність.

4. Нові бізнес-моделі. Блокчейн відкриває нові перспективи для створення бізнес-моделей. Наприклад, монетизація контенту через NFT чи створення платформ для інтеграції клієнтів у виробничі процеси дозволяє підприємствам розвивати додаткові джерела доходу.

5. Токенізація активів. Перетворення фізичних чи цифрових активів у токени відкриває доступ до глобальних ринків, сприяючи ліквідності та залученню інвестицій.

Отже, здійснений аналіз продемонстрував, що блокчейн-технології займають дедалі більш вагоме місце у глобальній економіці та набувають мультисекторального застосування, забезпечуючи універсальні рішення для компаній різних галузей. Як свідчать наведені у розділі кейси, ця технологія застосовується у фінансовому, транспортному, енергетичному, державному секторах, а також у таких галузях, як охорона здоров'я, ритейл, сільське господарство, інформаційно-комунікаційні послуги та індустрія розваг. Це доводить її виняткову гнучкість і здатність адаптуватися під специфіку різних ринків.

Структура функціональних сфер використання блокчейну у бізнес-процесах може бути систематизована за п'ятьма базовими категоріями. По-перше, це оптимізація та автоматизація операцій шляхом запровадження смарт-контрактів і діджиталізації найрізноманітніших трансакцій, що дозволяє знизити фінансові та часові витрати. По-друге, децентралізація – усунення чи скорочення ролі посередників у ланцюгу створення вартості, завдяки чому компанії здатні більш гнучко реагувати на ринкові зміни. По-третє, прозорість і довіра: блокчейн дає змогу уніфікувати методи верифікації даних і тим самим знижувати ризик шахрайства та суперечок. По-четверте, блокчейн сприяє становленню нових бізнес-моделей, включно з токенизацією активів, децентралізованими платформами торгівлі, автоматизованими програмами лояльності та розбудовою NFT-економіки. І, нарешті, п'ята категорія – токенизація активів, що відкриває широкий простір для залучення інвестицій, розширення кола потенційних партнерів і споживачів, а також підвищує ліквідність ринків.

Виділення функціональних сфер використання блокчейн-технологій дозволяє визначити конкретні напрями впровадження та формувати більш цілеспрямовані стратегії цифрової трансформації. Це, у свою чергу, сприяє кращому розумінню потенціалу блокчейну, дозволяє передбачати можливі ризики та формувати основу для сталого зростання в умовах наростаючої глобальної конкуренції.

2.2. Стан та перспективи розвитку блокчейн-технологій в Україні

Технологія блокчейн активно розвивається в Україні, знаходячи застосування в різних секторах економіки та державного управління. В умовах воєнного стану її значення лише зросло, адже блокчейн забезпечує безпечний, децентралізований та незмінний спосіб збереження даних, що є критично важливим для фінансових операцій, документообігу, реєстрації власності та контролю над гуманітарною допомогою.

Згідно з Глобальним індексом впровадження криптовалют за 2024 рік, Україна входить до топ-10 країн світу, займаючи 6-те місце за рівнем використання цифрових активів та децентралізованих фінансових рішень (DeFi) (рис. 2.3). Висока популярність криптовалют у країні стала одним із ключових факторів стимулювання впровадження блокчейн-технологій, зокрема у сфері фінансів, електронної комерції та цифрової ідентифікації. Значний рівень адаптації криптовалют серед населення пояснюється економічною нестабільністю, високим рівнем цифрової грамотності та розвиненим сектором ІТ-фрілансу, що стимулює використання децентралізованих фінансових платформ для міжнародних платежів і збереження капіталу.

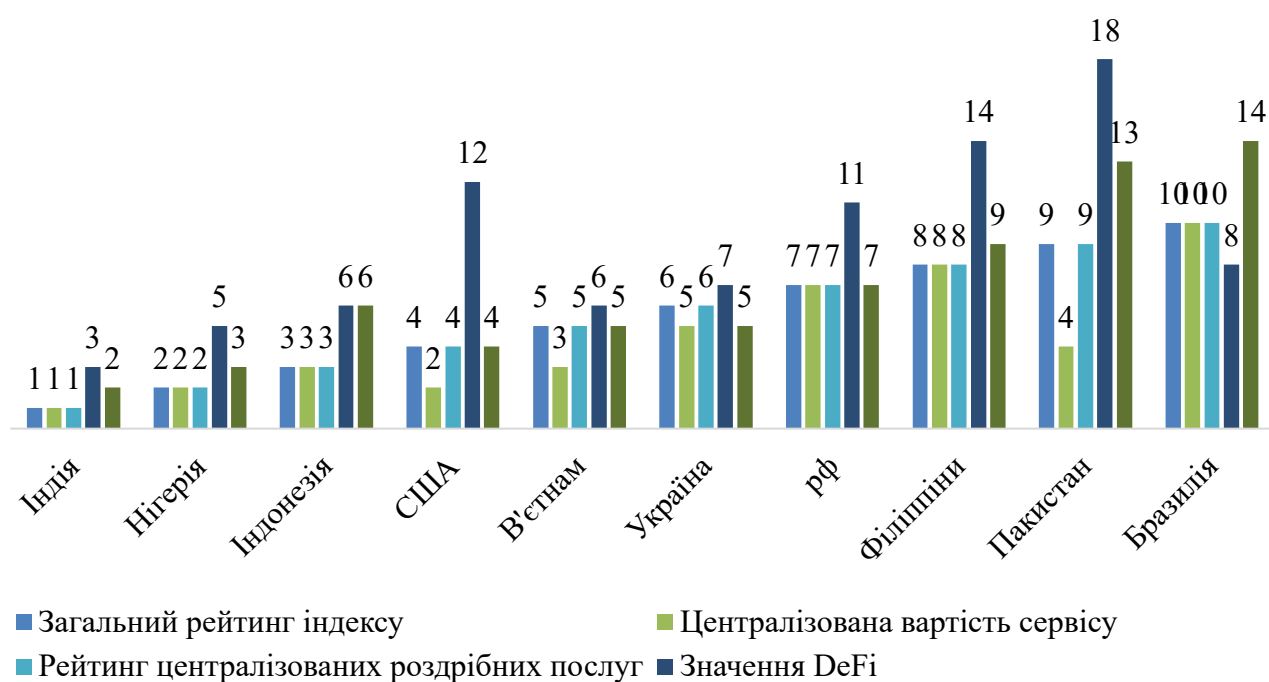


Рис. 2.3. ТОП-10 країн в глобальному індексі впровадження криптовалют за 2024 рік

Джерело: сформовано автором на основі [304].

Аналіз складових рейтингу свідчить, що Україна займає 5-те місце за рівнем розвитку DeFi та 7-ме місце за рівнем інтеграції блокчейну у централізовані фінансові сервіси. Це свідчить про те, що технологія здебільшого застосовується у децентралізованих фінансових рішеннях, таких як криптобіржі, P2P-кредитування,

стейблкоїни та смарт-контракти, тоді як традиційні банківські установи та фінансові компанії поки що лише частково використовують блокчейн-інфраструктуру. Окрім фінансового сектору, блокчейн також поступово впроваджується в логістику, державне управління та управління цифровими активами, хоча ці сфери ще не демонструють значної масштабності.

Разом з тим, Україна займає конкурентну позицію в сфері блокчейн-розробок, входячи до ТОП-25 країн світу за кількістю Web3-розробників. Високий рівень залученості українських спеціалістів у глобальні блокчейн-проекти свідчить про зростаючу роль країни у світовій децентралізованій економіці (рис. 2.4).

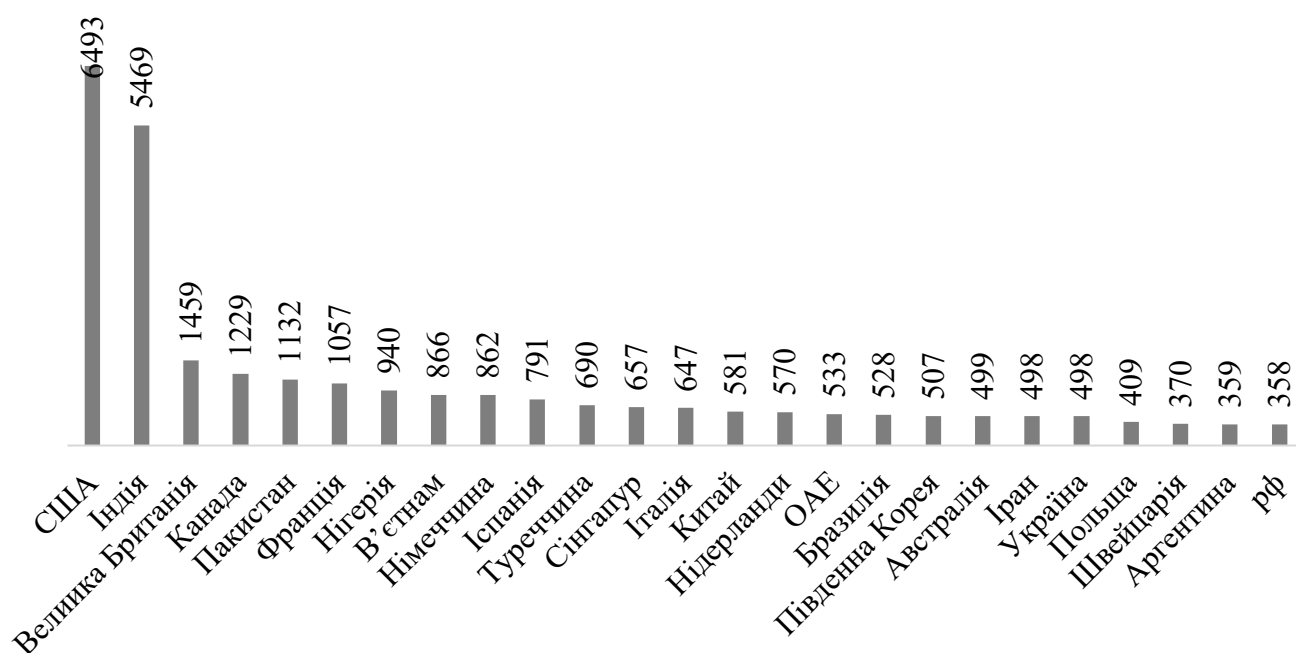


Рис. 2.4. ТОП-25 країн за кількістю розробників блокчейну у світі у 2023 році
Джерело: сформовано автором на основі [304].

Як видно з даних рис. 2.4, лідерами за кількістю розробників блокчейну є США (6493), Індія (5469) та Сполучене Королівство (1459), що підкреслює домінування великих ІТ-ринків у цьому секторі. Водночас Україна (498) знаходиться на одному рівні з Іраном (498) та перевершує низку європейських країн, таких як Польща (409) та Швейцарія (370). Це свідчить про значний потенціал країни у розвитку блокчейн-екосистеми, який може бути посилений

подальшою інтеграцією технологій у фінансовий, державний та приватний сектори.

Незважаючи на високий рівень впровадження криптовалют в Україні та значну кількість розробників блокчейн-технологій, аналітичні дані щодо реальних масштабів інтеграції блокчейну в бізнес-процеси є обмеженими. Брак комплексної статистики та досліджень ускладнює оцінку рівня готовності компаній до впровадження децентралізованих технологій, а також перешкоджає розробці ефективних стратегій цифрової трансформації. Саме тому для проведення дослідження ми застосували авторську методику, яка дозволяє оцінити поточний стан, готовність бізнесу до впровадження блокчейну та виявити ключові виклики і переваги цієї технології для підприємств різних секторів.

Методика дослідження базується на проведенні анкетного опитування серед представників бізнесу, що дає змогу отримати емпіричні дані щодо рівня обізнаності, готовності до інтеграції блокчейну, а також ключових факторів, що впливають на ухвалення відповідних рішень. Анкетування дозволяє систематизувати погляди бізнесу на впровадження блокчейну, зокрема щодо його потенційного впливу на фінансові, організаційні та операційні процеси (додаток А).

Опитування охопило 79 респондентів, які є керівниками бізнесу широкого спектру галузей економіки. Найбільше представництво має сектор професійних послуг, що становить 27% вибірки, що свідчить про високий рівень зацікавленості у впровадженні блокчейну серед компаній, які працюють з інформаційними та консультаційними послугами. Значною мірою представлені також такі сектори, як будівництво (13%), надання послуг (7%), ІТ та цифрові технології (9%), а також легка промисловість (6%). Це демонструє, що інтерес до блокчейн-рішень існує не лише у фінансовому секторі чи сфері криптовалют, а й у більш традиційних галузях економіки (додаток Б).

Підприємства, що входять до вибірки, мають різний досвід роботи, що дозволяє оцінити впровадження блокчейну як у нових компаніях, так і серед стабільних ринкових гравців. Найбільша частка (39%) працює на ринку від 5 до 10

років, а ще 31% мають досвід роботи 10–20 років, що свідчить про їхню стабільність та можливість для інвестування в нові технології. Водночас лише 3% підприємств є новоствореними (до 5 років), що вказує на відносно низьку поширеність блокчейну серед стартапів.

Структура вибірки також включає підприємства різних масштабів за рівнем доходів. Переважна більшість (60%) компаній мають дохід до 2 млн євро, що демонструє домінування малого бізнесу в опитуванні. Лише 4% підприємств перевищують позначку в 50 млн євро, що свідчить про обережний підхід великих компаній до впровадження блокчейну.

З точки зору організаційно-правових форм, у вибірці домінують Товариства з обмеженою відповідальністю (77%), приватні підприємства становлять 14%, а фізичні особи-підприємці – 9%. Це відповідає загальній структурі бізнесу в Україні, де середні та малі підприємства відіграють ключову роль.

Найбільшу частку вибірки (44%) становлять представники вищого керівництва, включаючи генеральних директорів (CEO) та директорів, що забезпечує високу якість відповідей у частині стратегічного бачення та ухвалення рішень щодо цифрової трансформації. Менеджери та керівники відділів становлять 26% вибірки, а спеціалісти, які виконують операційні завдання, – 9%.

Щодо рівня впровадження блокчейн-технологій, результати дослідження демонструють певний розрив між зацікавленістю та реальним використанням технології. Переважна більшість підприємств (66%) наразі не використовують блокчейн, що пояснюється низькою обізнаністю, відсутністю нормативного регулювання або високими витратами на впровадження. Лише 7% підприємств заявили про плани впровадження блокчейн-рішень у найближчій перспективі, що свідчить про поступове розширення його використання. Водночас лише 6% компаній вже активно використовують блокчейн, що демонструє початковий, але все ж важливий етап його інтеграції в український бізнес-сектор.

Рівень знань керівників компаній у сфері блокчейн-технологій було оцінено за шкалою Лайкерта, де 1 означає мінімальну обізнаність, а 5 – максимальну. Такий підхід дозволяє кількісно виміряти рівень сприйняття технології бізнесом та

оцінити, наскільки добре респонденти знайомі з її можливостями та потенційними застосуваннями.

Графічне представлення отриманих результатів наведено на рис. 2.5, що демонструє розподіл відповідей серед учасників опитування. Це дозволяє визначити загальні тенденції та рівень готовності підприємств до інтеграції блокчейн-рішень у свою діяльність.



Рис. 2.5. Обізнаність компаній щодо можливостей блокчейн (від 1 до 5), % респондентів

Джерело: побудовано автором за результатами проведеного опитування.

18 респондентів оцінили обізнаність своєї компанії на рівні 1 (мінімальна обізнаність), ще 8 респондентів оцінили рівень обізнаності своєї компанії у 2 бали (низька обізнаність). Це свідчить про те, що значна частина компаній має недостатнє розуміння потенціалу блокчейн-технологій, що може бути пов'язано з відсутністю освітніх ініціатив чи доступу до інформації.

12 респондентів оцінили знання своїх компаній про блокчейн як середні. Ця група компаній, ймовірно, розуміє базові принципи технології блокчейн, але не в змозі оцінити її практичну цінність для свого бізнесу. 28 респондентів оцінили знання своїх компаній на рівні 4 балів (висока обізнаність) та 13 респондентів поставили найвищу оцінку – 5 балів (максимальна обізнаність). Компанії

демонструють впевнене розуміння можливостей блокчейну та, ймовірно, можуть планувати або вже здійснювати впровадження цієї технології у своїй діяльності.

Аналіз даних свідчить, що лише частина компаній має високий рівень обізнаності щодо блокчейн-технологій, що підкреслює важливість проведення інформаційних кампаній, спрямованих на поширення знань про практичні переваги блокчейну, а також організації освітніх програм для бізнесу.

Додатковий аналіз показав, що організації, які володіють більшими знаннями про блокчейн, демонструють вищу готовність до його використання. Це дозволяє стверджувати, що популяризація інформації про переваги та практичні застосування блокчейну може слугувати ефективним інструментом для стимулювання інновацій.

Проведемо оцінку рівня впливу впровадження технології блокчейн на такі аспекти ведення бізнесу як нові джерела доходу, доступ до фінансування, відповідність очікуванням клієнтів, конкурентна перевага, ефективність бізнес-процесів. Для цього використаємо, систематизовану інформацію проведеного опитування представників бізнесу (табл. 2.12).

Таблиця 2.12

Відповіді респондентів щодо впливу впровадження блокчейн-технологій на окремі аспекти ведення бізнесу, % респондентів

Аспекти впливу блокчейну	Зовсім не вплине	Матиме незначний вплив	Помітно вплине на деякі аспекти	Матиме значний вплив	Вплине вирішальним чином
Нові джерела доходу	24%	33%	18%	10%	15%
Доступ до джерел фінансування	24%	9%	24%	35%	8%
Відповідність очікуванням клієнтів	33%	24%	11%	8%	24%
Конкурентна перевага	24%	19%	15%	15%	27%
Посилена довіра	32%	19%	19%	23%	8%
Більша відповідність і прозорість	24%	16%	34%	0%	25%
Більш ефективні процеси	34%	8%	24%	9%	25%

Джерело: складено автором на основі проведеного опитування.

Результати опитування щодо впливу впровадження блокчейн-технологій на створення нових джерел доходу свідчать про різноманітне сприйняття їх потенційного ефекту серед організацій. Найбільша частка респондентів, а саме 19 осіб, вважає, що блокчейн не матиме жодного впливу на створення нових джерел доходу для їхньої організації, а 26 респондентів оцінюють вплив блокчейну як незначний. Це може свідчити про скептицизм щодо практичної користі технології або невідповідність її можливостей специфіці бізнесу. При цьому в опитуванні Deloitte's 2021 Global Blockchain Survey проведеного серед 1,280 керівників і старших фахівців у 10 країнах світу (США, Китай, Німеччина, Велика Британія, Гонконг, Бразилія, Сінгапур, Японія, ОАЕ, ПАР) показало, що 80% загальних респондентів вірять, що блокчейн та цифрові активи створять нові потоки доходу.

14 респондентів відзначили, що блокчейн може помітно вплинути на певні аспекти організації. Це вказує на усвідомлення того, що технологія може стати корисною в окремих бізнес-процесах, хоча її ефект, ймовірно, не буде всеосяжним. 8 респондентів вважають, що блокчейн може значно змінити підхід до створення нових джерел доходу, а 12 респондентів вважають, що блокчейн матиме вирішальний вплив. Ці компанії, ймовірно, бачать перспективи у використанні технології для розширення своїх бізнес-можливостей. Отже, більшість респондентів або сумніваються у впливі блокчейн-технологій, або очікують лише незначний ефект. Водночас помітна частина організацій розглядає блокчейн як інструмент для помітних змін або навіть ключовий фактор для розвитку нових джерел доходу.

19 респондентів зазначили, що блокчейн не матиме жодного впливу на доступ до джерел фінансування. Ці організації, ймовірно, не бачать прямого зв'язку між використанням цієї технології та покращенням можливостей залучення фінансових ресурсів. 7 респондентів оцінюють вплив блокчейну як незначний. 19 респондентів вважають, що блокчейн може помітно вплинути на певні аспекти, пов'язані з фінансуванням. Найбільша група респондентів (28 осіб) відзначає, що блокчейн може суттєво змінити доступ до фінансових ресурсів. Лише 6 респондентів вважають, що блокчейн матиме вирішальний вплив на доступ до джерел фінансування. Отже, більшість респондентів визнають, що блокчейн може мати

значний або помітний вплив на фінансові аспекти діяльності. Це свідчить про розуміння потенціалу цієї технології у створенні прозорих та ефективних механізмів фінансування.

Результати опитування про вплив блокчейн-технологій на здатність організацій відповідати очікуванням клієнтів показує, що найбільша частка респондентів (26 осіб) вважають, що блокчейн не матиме жодного впливу на відповідність очікуванням клієнтів, а 19 респондентів оцінили вплив блокчейну як незначний. Ці компанії, ймовірно, або не працюють у сферах, де блокчейн може бути релевантним, або не бачать у ньому цінності для покращення клієнтського досвіду. 9 респондентів зазначили, що блокчейн може помітно вплинути на окремі аспекти взаємодії з клієнтами. 6 респондентів вважають, що впровадження блокчейну може суттєво покращити здатність організації відповідати очікуванням клієнтів. 19 респондентів оцінили вплив блокчейну як вирішальний для відповідності очікуванням клієнтів. Такі компанії бачать у блокчейні стратегічний інструмент, що може стати основою конкурентної переваги завдяки новим можливостям і прозорості. Отже, значна частина респондентів скептично ставиться до впливу блокчейну на очікування клієнтів, проте помітна кількість організацій усвідомлює його потенціал для підвищення якості клієнтського обслуговування.

Щодо впливу блокчейн-технологій на створення конкурентної переваги, 19 респондентів вважає, що блокчейн не матиме жодного впливу на конкурентну перевагу їхніх організацій. Це може свідчити як про відсутність практичного застосування цієї технології у їхній галузі, так і про недовіру до її можливостей. 15 респондентів зазначили, що блокчейн матиме лише незначний вплив. Такі компанії, ймовірно, усвідомлюють певний потенціал технології, але не очікують, що її впровадження суттєво змінить бізнес-процеси. 12 респондентів оцінили вплив блокчейну як помітний для окремих аспектів конкурентної стратегії. Ще 12 респондентів вважають, що блокчейн може значно вплинути на конкурентну перевагу їхніх організацій. Найбільша частка респондентів (21) впевнена, що блокчейн стане вирішальним фактором конкурентної переваги. У вище згаданому дослідженні Deloitte 73% респондентів вважали, що їхня компанія втратить

конкурентну перевагу, якщо не впровадить блокчейн і цифрові активи. Таким чином, більшість респондентів визнає потенціал блокчейну у зміні конкурентної динаміки, хоча значна частина компаній поки не бачить його практичного застосування, що підкреслює важливість демонстрації успішних прикладів використання технології та поширення знань про її можливості у різних сферах бізнесу.

25 респондентів вважає, що блокчейн не матиме жодного впливу на довіру до їхніх організацій. 15 респондентів оцінили вплив блокчейну як незначний. Це може бути пов'язано з тим, що такі компанії не асоціюють блокчейн із прозорістю чи підвищенням довіри у своїй сфері діяльності. Ще 15 респондентів зазначили, що блокчейн може помітно вплинути на окремі аспекти, пов'язані з довірою. 18 респондентів вважають, що блокчейн здатен суттєво вплинути на довіру до їхньої організації. Лише 6 респондентів оцінюють блокчейн як вирішальний інструмент для посилення довіри. Отже, хоча більшість респондентів або не бачить зв'язку між блокчейном і довірою, або оцінює його вплив як незначний, помітна частина організацій визнає потенціал цієї технології для посилення довіри.

Результати опитування про вплив блокчейн-технологій на підвищення відповідальності та прозорості в організаціях свідчать про значний інтерес до цього аспекту, а також про певний рівень скептицизму серед респондентів.

Блокчейн-технології визнаються важливим інструментом для підвищення ефективності процесів у бізнесі. Однак значна частка респондентів або скептично ставиться до її впливу, або не бачить її релевантності для своїх потреб.

Представлені на рис. 2.6 результати опитування демонструють широкий спектр можливих застосувань блокчейн-технологій у бізнес-процесах, від фінансових трансакцій до покращення логістики.



Рис. 2.6. Частка респондентів, які вбачають економічні переваги окремих аспектів бізнес-процесів від впровадження блокчейну, % респондентів

Джерело: побудовано автором за результатами проведеного опитування.

Аналіз аспектів ведення бізнесу, на які справлятиме позитивний вплив впровадження блокчейну (рис. 2.6) показав, що найбільша кількість респондентів (57 осіб) вважає, що блокчейн є перспективним для оптимізації процесів оплати. Автоматизація договорів купівлі-продажу через смарт-контракти отримала підтримку 40 респондентів. Це свідчить про визнання переваг автоматизації угод, скорочення часу на виконання транзакцій і зниження ризиків, пов'язаних із людськими помилками.

Контроль відвантаження товарів і створення рахунків-фактур визнали перспективним 38 респондентів. Це вказує на потребу в прозорості та точності в логістичних процесах, що можна досягти завдяки впровадженню блокчейн-рішень.

Підвищення прозорості фінансових транзакцій зазначили як важливий аспект 29 респондентів. Вони розглядають цю технологію як інструмент для побудови довіри з клієнтами та партнерами через відстежуваність і прозорість операцій.

Забезпечення незмінності записів та захисту від маніпуляцій визнали важливим 33 респонденти, що підкреслює цінність блокчейну для довгострокового зберігання даних та їхнього захисту.

Отже, блокчейн-технології розглядаються респондентами як потужний інструмент для оптимізації фінансових транзакцій, автоматизації угод і покращення логістичних процесів.

Результати опитування, подані на рис. 2.7., відображають ключові ресурси, які, на думку респондентів, можуть бути використані їхніми компаніями для підтримки впровадження блокчейн-технологій.



Рис. 2.7. Результати опитування щодо ресурсів для впровадження блокчейн, кількість відповідей

Джерело: побудовано автором за результатами проведеного опитування.

Аналізуючи ключові ресурси необхідні для впровадження блокчейн-технологій у бізнесі, відзначимо, що лише 12 респондентів відзначили підтримку керівництва як важливий ресурс для впровадження блокчейну.

20 респондентів зазначили, що їхні компанії не мають доступних ресурсів для підтримки впровадження блокчейну. Це може свідчити про відсутність підготовки, обмеження ресурсів або недостатню зацікавленість у технології.

38 респондентів вважають, що їхні компанії мають необхідну ІТ-інфраструктуру для впровадження блокчейн-технологій. Це підкреслює важливість наявності технічної бази для ефективної інтеграції блокчейну в бізнес-процеси.

40 респондентів вказали на наявність кваліфікованого персоналу, здатного працювати з блокчейн-рішеннями.

Найбільша частка респондентів (46 осіб) вважає, що їхні компанії мають достатні фінансові ресурси для впровадження блокчейн-технологій. Це вказує на готовність компаній інвестувати в нові технології за умови очікування потенційної вигоди.

Таким чином, фінансові ресурси та кваліфікований персонал є основними елементами, які компанії готові використовувати для підтримки впровадження блокчейну. Наявність ІТ-інфраструктури також відіграє значну роль у цьому процесі. Водночас підтримка керівництва залишається менш вагомим фактором, що може свідчити про недостатнє залучення топ-менеджменту до процесу впровадження інновацій. Частина компаній відчуває нестачу ресурсів, що може стати бар'єром для впровадження блокчейну. Для таких організацій важливими можуть бути освітні ініціативи та створення доступних технологічних рішень, які допоможуть подолати ці труднощі.

Результати опитування, які демонструють рівень готовності компаній змінювати традиційні підходи для впровадження нових технологій наведено на рис. 2.8.

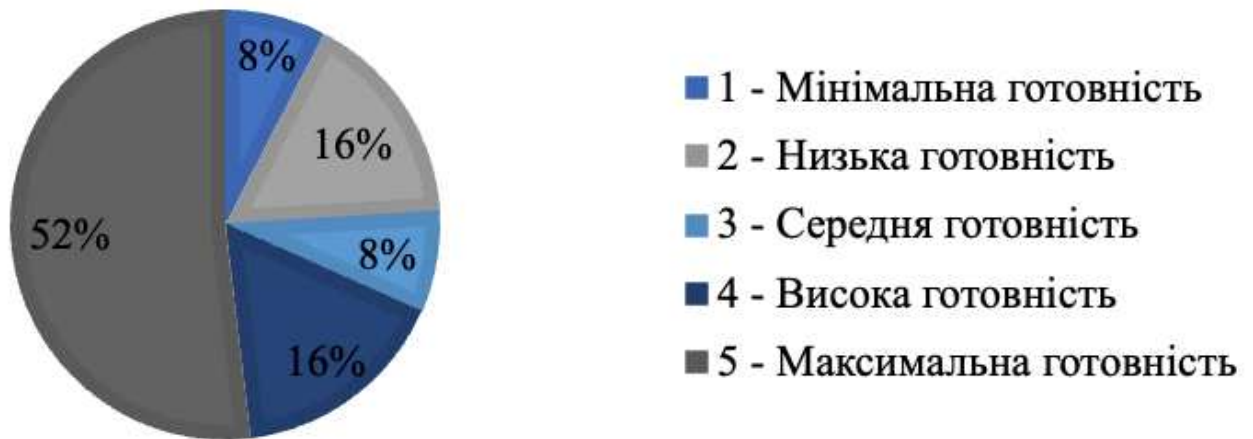


Рис. 2.8. Частка респондентів, які готові змінювати підходи до впровадження нових технологій, % респондентів

Джерело: побудовано автором за результатами проведеного опитування.

Проаналізувавши рівень готовності компаній до впровадження нових технологій (рис. 2.8), відзначимо, що лише 6 респондентів оцінили готовність своїх компаній змінювати традиційні підходи як мінімальну (1 бал). Ще 13 респондентів відзначили низький рівень готовності (2 бали). Ймовірно, ці компанії усвідомлюють потенційні переваги нових технологій, але стикаються з внутрішніми бар'єрами, такими як недостатня обізнаність чи страх перед змінами. 6 респондентів оцінили готовність своїх компаній на середньому рівні (3 бали). Це вказує на нейтральну або обережну позицію, коли організації визнають потенційні можливості змін, але не поспішають їх впроваджувати. Високий рівень готовності (4 бали) відзначили 13 респондентів. Це свідчить про позитивне ставлення таких організацій до нововведень, хоча вони можуть потребувати додаткових ресурсів чи підтримки для їх реалізації. Найбільша частка респондентів (41) оцінила готовність своїх компаній як максимальну (5 балів). Це свідчить про те, що ці організації прагнуть впроваджувати нові технології та активно змінювати традиційні підходи задля підвищення ефективності й конкурентоспроможності.

Таким чином, більшість компаній демонструє високу або максимальну готовність до змін, що підкреслює позитивне ставлення до інновацій та впровадження нових технологій. Компанії, які мають вищу гнучкість і відкритість

до адаптації, частіше готові впроваджувати нові технології, включаючи блокчейн. Це вказує на те, що організаційна культура, орієнтована на інновації, є важливим компонентом успішного прийняття нових технологій.

Результати опитування щодо рівня згоди респондентів із твердженням «Моя організація втратить можливість отримати конкурентну перевагу, якщо ми не запровадимо блокчейн і цифрові активи» демонструють широкий спектр думок. Найбільша частка респондентів (26 осіб) повністю не погоджується з цим твердженням. Це свідчить про скептичне ставлення до ролі блокчейн-технологій і цифрових активів у створенні конкурентної переваги або про те, що ці організації не розглядають їх як актуальні для свого бізнесу (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Рівень обізнаності респондентів щодо перспектив блокчейн-технологій,
% респондентів

Твердження	Повністю не згоден	Частково не згоден	Нейтрально	Частково згоден	Повністю згоден
Технологія блокчейн широко масштабована і досягла широкого поширення	8%	41%	18%	20%	14%
Наша команда вважає, що існує переконливе обґрунтування для використання блокчейну у моїй організації	24%	23%	25%	13%	15%
Наші ділові партнери, постачальники, клієнти та/або конкуренти обговорюють або працюють над блокчейном та/або криптовалютами в контексті рішень або стратегій	30%	8%	34%	28%	0%
Моя організація втратить можливість отримати конкурентну перевагу, якщо ми не запровадимо блокчейн і цифрові активи	33%	16%	15%	29%	23%

Джерело: складено автором за результатами проведеного опитування.

Нейтральну позицію займають 12 респондентів. Їхня невизначеність може бути зумовлена недостатньою обізнаністю або відсутністю доказів щодо реальної користі технології для досягнення конкурентної переваги.

Частково згодні з твердженням 23 респонденти. Це вказує на те, що вони усвідомлюють потенційні можливості блокчейну, але, можливо, мають застереження щодо його впровадження, такі як фінансові ризики чи технічні складнощі.

18 респондентів повністю погоджуються із твердженням. Вони вважають, що блокчейн і цифрові активи є стратегічно важливими для забезпечення конкурентоспроможності. Такі компанії, ймовірно, вже активно вивчають або впроваджують ці технології у свої процеси.

Отже, думки респондентів щодо ролі блокчейну та цифрових активів у забезпеченні конкурентної переваги є досить поляризованими. Попри значний скептицизм і нейтральність, помітна частина організацій визнає потенціал цих технологій. Це підкреслює важливість демонстрації успішних кейсів, які могли б підтвердити їхню цінність для бізнесу.

Результати свідчать про значну поляризацію в думках щодо ролі блокчейну і цифрових активів у забезпеченні конкурентної переваги. Хоча більшість респондентів або не погоджуються, або займають нейтральну позицію, значна частка все ж визнає потенціал цієї технології. Для подальшого стимулювання інтересу до блокчейну важливо демонструвати успішні кейси його впровадження, які підтверджують реальну вигоду для бізнесу.

Результати опитування також показують рівень згоди із твердженням: «Наші ділові партнери, постачальники, клієнти та/або конкуренти обговорюють або працюють над блокчейном та/або криптовалютами в контексті рішень або стратегій». Найбільша частка респондентів (24 особи) повністю не погоджується із цим твердженням. Це свідчить про те, що для багатьох організацій блокчейн і криптовалюти не є актуальними темами у взаємодії з партнерами, постачальниками чи клієнтами.

Нейтральну позицію займають 27 респондентів. Це може свідчити про те, що вони не мають достатньої інформації про те, чи їхні партнери або конкуренти працюють із блокчейном.

22 респонденти частково погоджуються із твердженням, вважаючи, що в їхніх галузях блокчейн і криптовалюти поступово стають більш популярними темами.

Таким чином, результати свідчать, що у багатьох галузях блокчейн і криптовалюти поки що не набули широкого поширення. Це вказує на необхідність активнішого поширення інформації про можливості та переваги цих технологій.

Основні перешкоди, які компанії бачать на шляху до впровадження блокчейн-технологій представлено на рис. 2.9.



Рис. 2.9. Потенційні перешкоди, які компанії бачать на шляху до впровадження блокчейн-технологій, кількість відповідей

Джерело: побудовано автором за результатами проведеного опитування.

Результати опитування (рис. 2.9) демонструють основні перешкоди, які компанії бачать на шляху до впровадження блокчейн-технологій. Найбільша кількість респондентів (42 особи) зазначила складність механізму впровадження як ключову проблему. Це свідчить про те, що багато організацій стикаються із технічними та організаційними викликами, які ускладнюють інтеграцію блокчейну в бізнес-процеси.

Ще 42 респонденти назвали нестачу кваліфікованих фахівців вагомим бар'єром. Відсутність необхідних знань і навичок серед персоналу підкреслює потребу в навчанні та підготовці спеціалістів у сфері блокчейну.

Регуляторні обмеження також були відзначені як значна перешкода – 32 респонденти вказали на проблеми, пов'язані із недосконалістю законодавства та правовою невизначеністю, що може стримувати організації від активного впровадження технології, особливо в галузях із суворими регуляторними вимогами.

29 респондентів зазначили кібербезпеку як один із ключових викликів. Їхні занепокоєння пов'язані із ризиками, що виникають у процесі збереження даних та забезпечення захисту від кібератак у межах блокчейн-інфраструктури.

Відсутність пропозицій на ринку була вказана як проблема 30 респондентами. Це може свідчити про недостатню кількість готових блокчейн-рішень, які відповідають потребам бізнесу, або про обмежений вибір адаптованих продуктів.

Фінансова інфраструктура стала бар'єром для 12 респондентів. Це може бути пов'язано із високою вартістю впровадження блокчейну, яка для багатьох компаній залишається непосильною.

Найменша частка респондентів (6 осіб) відзначила конфіденційність і відсутність доцільності як перешкоди. Це вказує на те, що ці аспекти є менш критичними порівняно з іншими викликами.

Таким чином, основними бар'єрами для впровадження блокчейну є складність механізму інтеграції, нестача кваліфікованого персоналу та регуляторні обмеження. Для їх подолання необхідно інвестувати в навчальні програми, вдосконалювати нормативно-правову базу та розвивати ринок готових блокчейн-рішень. Це сприятиме зменшенню бар'єрів і пришвидшенню адаптації технології в різних секторах бізнесу.

Опитування засвідчило, що переважна кількість компаній (50 респондентів) не мають досвіду спільної реалізації технологічних проєктів з іншими організаціями. Це може свідчити про обмежену практику співпраці, зумовлену

відсутністю потреби, ресурсів або недостатньою обізнаністю щодо переваг партнерських ініціатив. Водночас 29 респондентів повідомили про позитивний досвід колаборації.

Загалом, ці результати відкривають потенціал для розширення співпраці: якщо компаніям продемонструвати успішні кейси та надати платформи для налагодження партнерств, вони можуть активніше долучатися до спільних проєктів і тим самим збільшувати власну конкурентоспроможність.

Розглядаючи рівень готовності компаній до використання блокчейну, найбільша частка респондентів відзначила низьку (26 респондентів) або мінімальну підготовленість (27 респондентів). Лише 2 респонденти оцінили свою готовність на середньому рівні. Водночас групи з 12 респондентів надали високі (4) та максимальні (5) оцінки готовності, що свідчить про наявність компаній, які активно шукають можливості впровадження цієї технології для удосконалення спільних процесів.

Аналізуючи відповіді на дані питання можна помітити взаємозв'язок між досвідом колаборації та готовністю впроваджувати блокчейн. Ті компанії, які мають успішний досвід співпраці у сфері спільних технологічних рішень, більше зацікавлені у використанні сучасних інструментів (зокрема й блокчейну) для подальшого вдосконалення процесів. Відсутність же попередньої спільної роботи може зумовлювати скептицизм і низький рівень готовності до впровадження блокчейну.

Таким чином, збільшення кількості спільних проєктів та поширення інформації про переваги й успішні кейси блокчейну може стимулювати як розширення практик колаборації, так і покращення загального рівня готовності до впровадження інноваційних технологій на міжорганізаційному рівні.

Отже, у межах дослідження було виявлено, що блокчейн-технології, попри їх потенційні переваги у сфері прозорості, надійності та оптимізації трансакційних процесів, досі не набули масового поширення в бізнес-середовищі. Отримані дані свідчать про наявність як позитивного інтересу з боку частини респондентів, так і про значні бар'єри, які сповільнюють впровадження децентралізованих рішень.

Результати опитування демонструють, що більшість респондентів розглядають блокчейн крізь призму його «недостатньої зрілості» та неповної масштабованості, проте визнають потенційну цінність цієї технології. Таке сприйняття може бути пояснене відсутністю достатньо розвиненої інформаційної інфраструктури, а також недостатнім рівнем освітніх програм, що ускладнює формування високого рівня компетенцій у цій галузі. Аналізуючи світові тренди, можна відзначити, що схожа ситуація спостерігалася й на ранніх етапах впровадження інших інновацій (наприклад, хмарних обчислень), де визнання потенціалу передувало формуванню чіткого плану інтеграції.

Серед ключових труднощів, на які вказали учасники дослідження, домінують:

- Складність механізму впровадження. Наявність технологічних викликів, зокрема проектування та інтеграції блокчейн-платформ у чинні бізнес-процеси, потребує фахової експертизи та якісної планувальної діяльності.

- Брак кваліфікованих спеціалістів. Ринок праці поки що обмежений у кількості спеціалістів, які володіють знаннями з розробки та адміністрування блокчейн-рішень.

- Регуляторні бар'єри. Незавершеність правового поля та неоднозначність у трактуванні цифрових активів перешкоджають швидкій імплементації інновацій.

- Питання кібербезпеки. Блокчейн хоч і пропонує високий рівень захищеності даних, усе ж залишається уразливим до атак на інфраструктурному рівні (наприклад, «51% attack» в публічних блокчейнах), а також потребує надійного зберігання приватних ключів.

- Обмеженість ринкових пропозицій. Попри зростання кількості технологічних стартапів, багато компаній не можуть знайти гнучких блокчейн-рішень, адаптованих під їхню специфіку.

У науковому контексті ці фактори можуть бути розглянуті як інноваційні бар'єри, що заважають компаніям здійснити перехід від традиційних моделей даних до децентралізованих. Стратегічні дослідження вказують на важливість

комплексного підходу до їхнього подолання, включно з підготовкою висококваліфікованого персоналу, формуванням позитивної регуляторної бази та створенням «success stories» для заохочення потенційних користувачів.

Опитування зафіксувало, що значна кількість компаній не мають досвіду співробітництва у впровадженні спільних технологічних рішень. Така ситуація корелює зі спостереженнями низької готовності до використання блокчейну в міжорганізаційному контексті. У той же час певна частка респондентів наголошує на важливості інтеграції блокчейн-технологій у міжорганізаційні процеси, особливо для верифікації трансакцій і спільної роботи з даними. Це може свідчити про готовність до колаборації з метою зниження витрат та ризиків при реалізації пілотних проєктів. В академічному середовищі вважається, що спільні інновації стимулюють процеси колективного навчання та підвищують здатність компаній до адаптації.

Показово, що частина респондентів усвідомлює можливі негативні наслідки ігнорування блокчейну: компанії ризикують відстати від ринкових трендів і втратити конкурентну перевагу. У сучасній економічній теорії (зокрема, в межах ресурсно-орієнтованого підходу) інноваційні технології постають як важливий стратегічний ресурс, і невміння їх своєчасно інтегрувати може призвести до зниження вартості бізнесу та його конкурентоспроможності.

Більшість респондентів розглядаються блокчейн-технології як інструмент:

1. Підвищення прозорості фінансових трансакцій: Завдяки децентралізованому характеру блокчейну вдається забезпечити простежуваність та незмінність даних.

2. Смарт-контрактів: Автоматизація умов договорів може зменшити адміністративні витрати та ризик людської помилки.

3. Оптимізації процесів оплати: Швидкість та ефективність фінансових операцій має вирішальне значення в умовах глобалізації бізнесу, і блокчейн потенційно може скоротити час та вартість цих операцій.

Для практичного втілення цих переваг необхідні наступні кроки:

1. Формування комплексної стратегії навчання: розробка спеціалізованих програм підготовки фахівців з блокчейну має бути пріоритетом для профільних університетів та корпоративних академій.

2. Удосконалення регуляторного середовища: визначення чітких правових рамок для функціонування блокчейн-проектів. Встановлення прозорих правил сприятиме збільшенню інвестицій та пришвидшенню інноваційного процесу.

3. Розвиток міжорганізаційної взаємодії: поширення успішних кейсів, створення спільних майданчиків для колаборації (консорціумів) та краудсорсингових платформ допоможуть подолати скептицизм і побоювання.

4. Подальше емпіричне дослідження: розширити вибірку, зосередившись на конкретних галузях (фінанси, логістика, охорона здоров'я), щоб виявити додаткові закономірності та визначити найдієвіші механізми впровадження блокчейну.

Загалом, здобуті результати свідчать про суперечливий характер сьогоденного ставлення українського бізнесу до блокчейн-технологій: з одного боку, визнається їхній проривний потенціал, а з іншого – бракує інфраструктури, навичок і зрозумілих практичних прикладів, здатних забезпечити впевнений перехід до децентралізованих рішень. Очевидно, що у найближчій перспективі формування ефективного екосередовища для впровадження блокчейну в Україні залежить від поєднання зусиль науковців, бізнесу та регуляторів. Такий тристоронній підхід, за умов цілеспрямованої взаємодії, може сприяти трансформації сучасних бізнес-моделей і становленню нового рівня цифрових інновацій.

Отже, отримані результати опитування створюють комплексну інформаційну базу для побудови моделі оцінки готовності компаній до впровадження блокчейн-технологій. На основі виявлених тенденцій та бар'єрів можна ідентифікувати ключові чинники, які мають вирішальне значення у формуванні «зрілої» екосистеми для інтеграції блокчейну. По-перше, результати свідчать про суттєву залежність між рівнем обізнаності про блокчейн і бажанням компаній розглянути цю технологію як складову своєї бізнес-стратегії.

По-друге, значна частка компаній визнає потенціал блокчейну у таких аспектах, як підвищення прозорості фінансових трансакцій, автоматизація угод та оптимізація логістики. Проте показники «скептицизму» і сумнівів залишаються високими: багато респондентів або вважають, що блокчейн «не вплине» на їхню діяльність, або ж оцінюють його вплив як «незначний». З огляду на те, що 21 респондент бачить у блокчейні вирішальний фактор конкурентної переваги, а ще 28 оцінюють його вплив на фінансування як «значний», у моделі слід враховувати здатність бізнесу інтегрувати блокчейн у довгострокові плани розвитку.

По-третє, ключовим блоком є ресурсна готовність, яка об'єднує наявність фінансів, кваліфікованого персоналу та ІТ-інфраструктури. Як виявило опитування, найбільше респонденти наголошували на готовності інвестувати (46), водночас звертаючи увагу на дефіцит блокчейн-фахівців (42) і складність механізму впровадження (42).

По-четверте, важливим є організаційна культура та гнучкість, оскільки відкритість до інновацій виявилася важливою передумовою для інтеграції блокчейну. Фактично, компанії з високим рівнем внутрішньої готовності до змін (41 респондент максимально оцінив цей показник) набагато частіше розглядають блокчейн як пріоритет. Відповідно, у моделі можна виокремити критерії, що оцінюють мотивацію керівництва, гнучкість організаційної структури та готовність перебудовувати традиційні процеси.

Таким чином, дані опитування дозволяють сформулювати набір факторів для комплексної моделі оцінки готовності до впровадження блокчейн-технологій. Оцінка кожної компоненти за допомогою відповідних індикаторів дасть змогу ідентифікувати «слабкі місця» компаній у контексті блокчейн-інтеграції й водночас стане основою для розробки рекомендацій щодо подолання бар'єрів і посилення пріоритетних напрямів розвитку.

2.3.Оцінювання економічної ефективності бізнесу через впровадження блокчейн-технологій

Блокчейн-технології, що забезпечують прозорість, безпеку та ефективність операційних процесів, стають ключовим елементом цифрової трансформації бізнесу. Водночас оцінювання їхньої ефективності залишається складним завданням через відсутність уніфікованої методології, що могла б адекватно відображати економічний, організаційний та технологічний вплив впровадження. Існуючі підходи до оцінювання зосереджені переважно на фінансових показниках (ROI, NPV, TCO), проте ці моделі не враховують специфічних характеристик блокчейну, таких як децентралізація, мережевий ефект, вплив регуляторного середовища та стратегічну гнучкість компаній. Особливої уваги потребує диференціація підходів до інтеграції блокчейн-рішень, що може здійснюватися через еволюційну або директивну стратегію. Перший підхід передбачає поступове впровадження у вигляді пілотних проєктів із подальшою адаптацією та масштабуванням, тоді як другий базується на централізованому рішенні щодо імплементації технології на рівні всієї компанії або галузі. Вибір між цими стратегіями значно впливає на кінцеву ефективність технології, що потребує розширення методологічного інструментарію оцінювання.

Теорія дифузії інновацій [256] пояснює, як нові технології поширюються серед користувачів через послідовні стадії – від ранніх адептів до масового ринку. У випадку блокчейну цей процес відбувається нерівномірно через складність масштабування та мережеву залежність технології. Важливим фактором є стратегія інтеграції: еволюційний підхід забезпечує поступову адаптацію, що зменшує ризики, але може уповільнити ефект від мережевої взаємодії, тоді як директивний підхід пришвидшує дифузю, однак створює додаткові організаційні та фінансові виклики. Відповідно, оцінювання ефективності блокчейну має враховувати не лише фінансові метрики, але й стадію поширення технології та готовність ринку до її адаптації.

Теорія динамічних здібностей [282] наголошує, що компанії, які впроваджують інновації, повинні мати здатність швидко адаптувати свої ресурси та компетенції відповідно до змін ринку. У контексті блокчейну це означає, що ефективність

інтеграції технології залежить не лише від інвестицій у саму платформу, а й від організаційної спроможності компанії реорганізувати бізнес-процеси, змінити моделі управління та навчити персонал. При еволюційному підході організаційні зміни відбуваються поступово, що знижує опір персоналу, але може обмежити стратегічні переваги, тоді як директивний підхід вимагає швидкої адаптації, що створює ризики організаційної інерції, що свідчить про необхідність доповнення традиційних фінансових моделей показниками організаційної адаптивності.

Теорія реальних опціонів [287] розглядає інвестиції як набір стратегічних можливостей, які можуть бути розширені або скорочені залежно від умов ринку. У контексті блокчейну ця теорія пояснює, чому компанії часто впроваджують технологію через еволюційний підхід: можливість розпочати пілотний проєкт без зобов'язань щодо повного масштабування знижує інвестиційні ризики. Водночас директивна стратегія передбачає реалізацію опціону на повномасштабне впровадження одразу, що може забезпечити значні конкурентні переваги, але підвищує фінансові ризики. Традиційні NPV-розрахунки не враховують ефект стратегічної гнучкості, тоді як метод реальних опціонів дозволяє оцінювати впровадження блокчейну з урахуванням можливості перегляду інвестиційного рішення в майбутньому.

Інституційна теорія [160] підкреслює важливість нормативно-правового середовища для впровадження інновацій. Блокчейн часто стикається з викликами легітимації через невизначеність щодо регулювання, статусу смартконтрактів та криптоактивів. Впровадження через директивний підхід у фінансових установах чи великих корпораціях може прискорити легітимацію технології, оскільки створює прецеденти використання та сприяє розробці нормативних стандартів. Натомість еволюційна інтеграція в окремих компаніях може гальмувати впровадження через відсутність регуляторної визначеності, що призводить до підвищення трансакційних витрат.

Поведінкова економіка [210] пояснює, як когнітивні упередження впливають на прийняття управлінських рішень щодо впровадження технологій. Директивні ініціативи часто супроводжуються ефектом «Fear of Missing Out» (FOMO), коли

керівники переоцінюють потенційні вигоди інновації через страх втратити конкурентну перевагу. Водночас еволюційний підхід може призводити до надмірної обережності, що відкладає прийняття рішень про масштабування, що свідчить про необхідність коригування стандартних фінансових моделей з урахуванням поведінкових факторів, що можуть викривляти реальні оцінки ефективності.

Корекція моделей оцінки ефективності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси є неможливою без конкретизації сутності економічної, організаційної та технологічної ефективності блокчейн-рішень як ключових аспектів їхньої інтеграції. Відсутність чіткого визначення цих складових призводить до фрагментарного аналізу та ускладнює формування стратегічного бачення щодо застосування блокчейну в бізнесі. Тому необхідно розглядати ці аспекти в єдиній аналітичній системі, що дозволить оцінювати як прямий, так і непрямий вплив технології на економічну діяльність компаній.

Звертаючись до енциклопедично-довідкової літератури зауважимо, що під економічною ефективною А.Г. Загородній, Г.Л. Вознюк розуміють «результативність економічної діяльності реалізації економічних програм та вжиття заходів, що характеризуються відношенням отриманого економічного ефекту (результату) до витрат ресурсів, які зумовили отримання цього результату» [23], а Мочерний В.С. визначає економічну ефективність, як «досягнення найбільших результатів за найменших витрат живої і уречевленої праці» [20, с. 508]. Обидва підходи акцентують увагу на раціональному використанні економічних ресурсів та пошуку оптимального балансу між витратами й результатами. Водночас, ці визначення не враховують специфіки сучасних технологічних рішень, зокрема цифрових інновацій, які можуть мати не лише безпосередній фінансовий ефект, а й сприяти довгостроковій стійкості та конкурентоспроможності компанії.

У контексті впровадження блокчейн-технологій економічна ефективність повинна враховувати як традиційні фінансові метрики, так і специфічні переваги технології, такі як автоматизація трансакцій, усунення посередників, зниження операційних ризиків та підвищення ліквідності активів. Таким чином, економічна ефективність впровадження блокчейн-технологій визначає їхній вплив на фінансові

показники підприємства, зокрема на оптимізацію витрат, підвищення прибутковості та мінімізацію фінансових ризиків, що проявляється через економію транзакційних витрат, підвищення швидкості фінансових операцій, зменшення витрат на аудит і комплаєнс, а також покращення управління фінансовими потоками (рис. 2.10.).

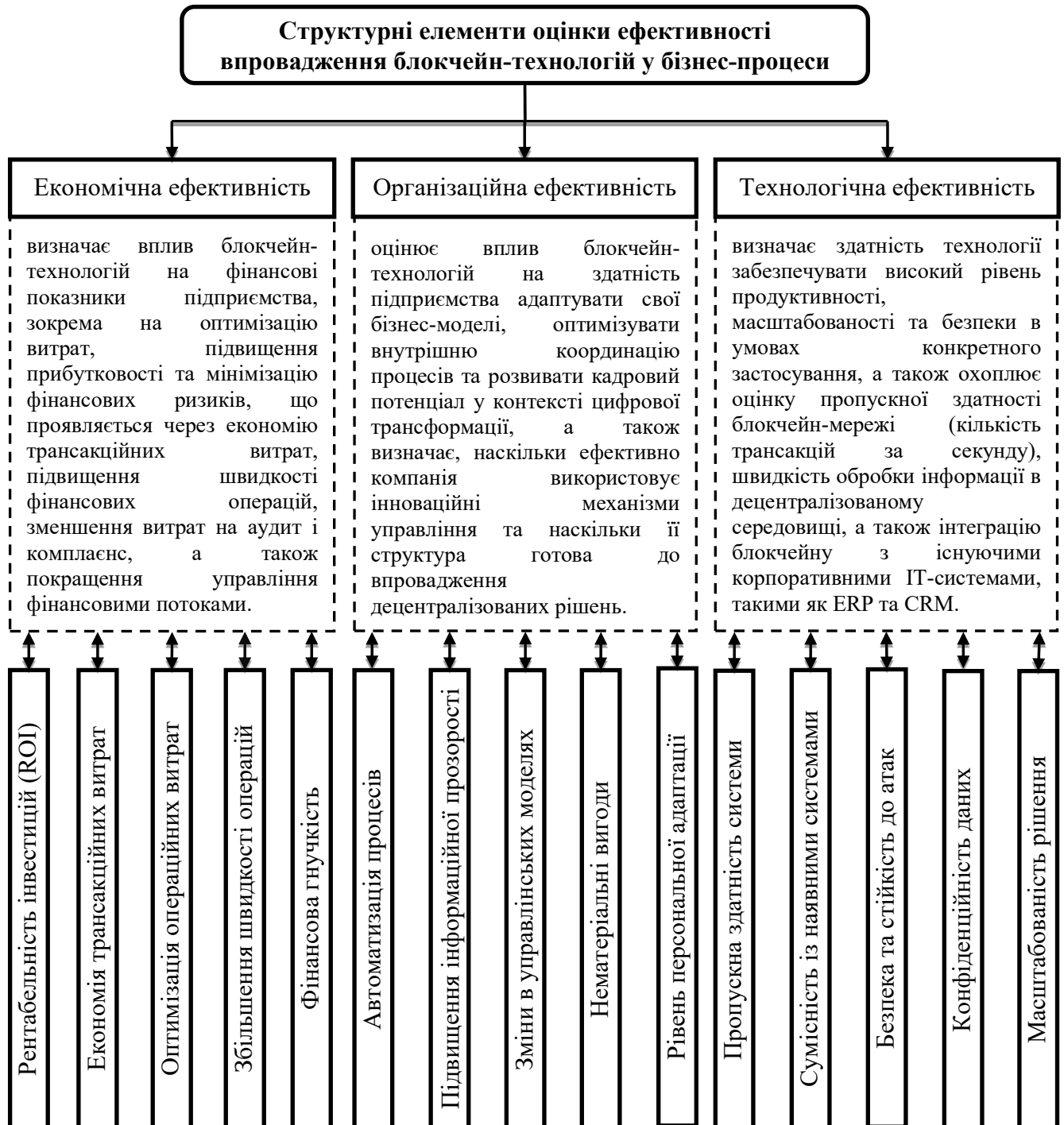


Рис. 2.10. Структурні елементи оцінювання економічної, організаційної та технологічної ефективності впровадження блокчейн-технологій у бізнес процеси
Джерело: сформовано автором.

Одним із ключових показників, що визначає економічну ефективність впровадження блокчейн-рішень є рентабельність інвестицій (ROI), яка відображає співвідношення отриманих вигод до витрат на впровадження технології. Також важливими метриками є економія транзакційних витрат, що демонструє здатність блокчейну усувати посередників і автоматизувати фінансові операції, та оптимізація операційних витрат, яка визначається через зменшення витрат на аудит, верифікацію даних та комплаєнс. Додатково оцінюється швидкість фінансових операцій, яка визначає здатність блокчейну прискорювати процеси оплати та фінансового обліку, а також фінансова гнучкість компанії, що проявляється у можливості токенизації активів, зменшенні потреби у проміжних фінансових інститутах і доступі до альтернативних фінансових інструментів.

В свою чергу, організаційна ефективність [215] оцінює вплив блокчейн-технологій на здатність підприємства адаптувати свої бізнес-моделі, оптимізувати внутрішню координацію процесів та розвивати кадровий потенціал у контексті цифрової трансформації. На відміну від економічної ефективності, яка орієнтується на фінансові результати, організаційна ефективність визначає, наскільки ефективно компанія використовує інноваційні механізми управління та наскільки її структура готова до впровадження децентралізованих рішень.

Важливими показниками організаційної ефективності є автоматизація процесів, що визначає рівень зменшення ручного втручання та людських помилок, а також скорочення адміністративних витрат, пов'язане зі зменшенням обсягу бюрократичних процедур. Значущим параметром є інформаційна прозорість, що сприяє відкритості бізнес-процесів, підвищенню корпоративної відповідальності та довіри між партнерами. Водночас критичним фактором є готовність персоналу до використання блокчейн-рішень, що визначається рівнем навчання, адаптації до децентралізованих процесів та вмінням працювати з новими цифровими інструментами. Особливу увагу слід приділити нематеріальним вигодам, таким як підвищення репутації компанії, розширення партнерської мережі та зростання конкурентоспроможності завдяки іміджу інноваційної організації.

Що ж стосується технологічної ефективності впровадження блокчейн-рішень, то варто звернути увагу на концепції продуктивності та ефективності, викладені у працях [187; 264]. Ці дослідження розкривають взаємозв'язок між технічними параметрами систем та їхньою результативністю в реальних умовах використання. Визначення технологічної ефективності, яке застосовується в різних галузях, включає кілька основних підходів: ступінь віддачі виробничих процесів, швидкість обробки інформації, питома витрата ресурсів на виконання операцій та співвідношення між отриманим ефектом і загальними витратами.

Технологічна ефективність блокчейн-рішень у бізнесі визначає здатність технології забезпечувати високий рівень продуктивності, масштабованості та безпеки в умовах конкретного застосування. Це поняття охоплює оцінку пропускну здатності блокчейн-мережі (кількість транзакцій за секунду), швидкість обробки інформації в децентралізованому середовищі, а також інтеграцію блокчейну з існуючими корпоративними ІТ-системами, такими як ERP та CRM. Важливим аспектом є ефективність використання обчислювальних ресурсів і енергоефективність алгоритмів консенсусу, що є ключовими факторами для визначення економічної доцільності впровадження технології.

Окрім цього, технологічна ефективність визначає рівень інтероперабельності блокчейн-рішень, тобто їхню сумісність із зовнішніми платформами та можливість взаємодії з іншими цифровими системами, такими як IoT або Big Data. Висока технологічна ефективність означає, що блокчейн може бути легко масштабований, оновлюваний і адаптований до змін ринкового середовища, що критично важливо для довгострокової цифрової стратегії компанії.

З точки зору безпеки, технологічна ефективність блокчейну оцінюється через рівень криптографічного захисту, стійкість до кібератак та здатність запобігати втратам або маніпуляціям із даними. Високий рівень безпеки дозволяє мінімізувати ризики несанкціонованого доступу, що є особливо важливим у фінансовому секторі та в системах управління критичною інформацією.

Таким чином, технологічна ефективність блокчейн-рішень визначає їхню адаптивність до існуючих інфраструктур, продуктивність у виконанні транзакцій,

рівень безпеки та енергоефективність, що є ключовими параметрами при оцінці доцільності впровадження цієї технології у бізнес-процеси.

Оцінювання ефективності блокчейну неможливе без застосування економіко-математичних методів, які дозволяють інтегрувати фінансові, організаційні та технологічні показники в єдину систему оцінки. Найпоширенішими підходами є ROI, NPV, TCO та MCDA.

Оцінка економічної ефективності впровадження блокчейн-технологій є складним завданням через специфічні характеристики цієї технології, зокрема її децентралізовану природу, масштабованість та інтеграційні витрати. Одним із ключових інструментів, що використовується для фінансової оцінки таких ініціатив, є показник рентабельності інвестицій (Return on Investment, ROI). ROI визначає відношення чистого прибутку до загальних витрат на проєкт і дозволяє оцінити ефективність використання ресурсів, вкладених у технологію. Стандартна формула для розрахунку ROI виглядає наступним чином (2.1):

$$ROI = \frac{\text{Дохід від проєкту} - \text{Загальні витрати}}{\text{Сума інвестицій}} \times 100\% \quad (2.1)$$

У контексті блокчейну ROI оцінюється на основі як прямих фінансових вигод, таких як зниження операційних витрат і трансакційних комісій, так і непрямих факторів, зокрема підвищеної безпеки, прозорості та довіри між контрагентами. Проте традиційна методологія розрахунку ROI має низку обмежень щодо оцінки ефективності блокчейну. Зокрема, блокчейн створює нематеріальні вигоди (зменшення ризиків шахрайства, покращення репутації компанії, посилення довіри з боку клієнтів), які складно оцінити кількісно. Крім того, початкові витрати на впровадження блокчейну можуть бути значними і включати розробку програмного забезпечення, закупівлю обладнання, інтеграцію з наявними системами, навчання персоналу та юридичне забезпечення.

Серед переваг використання ROI для оцінювання ефективності блокчейну варто виділити його універсальність та простоту застосування. ROI дозволяє

порівняти економічну доцільність різних блокчейн-проектів та визначити, наскільки швидко вони можуть окупитися [260]. Його використання є обґрунтованим у випадках, коли компанія прагне оцінити короткостроковий фінансовий ефект від інвестицій у блокчейн. З іншого боку, метод має значні недоліки, оскільки ігнорує фактор часу (не враховує часову вартість грошей, на відміну від NPV), стратегічну гнучкість (не передбачає можливості зміни проекту залежно від ринкових умов) і немонетарні ефекти, які можуть мати критичний вплив на бізнес.

Іншим викликом є варіативність операційних витрат, оскільки блокчейн-рішення мають різну вартість залежно від типу платформи (публічний або приватний блокчейн), кількості транзакцій, необхідності підтримки мережевих вузлів та змін у регуляторному середовищі. Наприклад, у публічних блокчейнах високі комісії за транзакції можуть знижувати рентабельність проекту, тоді як у приватних системах витрати можуть бути пов'язані із забезпеченням інфраструктури та управлінням доступом. Це свідчить про необхідність комплексного підходу до оцінки економічної ефективності блокчейн-проектів, що враховує не лише ROI, а й інші фінансові та нефінансові показники.

Таким чином, хоча ROI залишається важливим базовим інструментом оцінки ефективності впровадження блокчейну, його використання потребує розширення через залучення додаткових підходів. Одним із можливих рішень є поєднання ROI з багатокритеріальним аналізом рішень (MCDA), який дозволяє враховувати нематеріальні переваги та стратегічну гнучкість технології. Крім того, розширення методологічної бази шляхом інтеграції оцінки життєвого циклу витрат (TCO) та оцінки теперішньої вартості майбутніх вигід (NPV) може забезпечити більш точну картину економічної ефективності блокчейну для підприємств.

Нижче наведена таблиця, що містить порівняльний аналіз основних метрик оцінки ефективності блокчейну за різними категоріями, зокрема їх сутність, переваги та обмеження, а також можливі сфери застосування (табл. 2.14).

Таблиця 2.14

Порівняння метрик оцінки ефективності блокчейну

Метрика	Сутність	Переваги	Обмеження	Сфера застосування
1	2	3	4	5
ROI (Return on Investment)	Оцінює відношення прибутку до витрат, використовуючи формулу: $ROI = (\text{Чистий прибуток} / \text{Витрати}) \times 100\%$	Простий у розрахунку, зрозумілий для інвесторів. Використовується для швидкого порівняння альтернативних варіантів впровадження блокчейну.	Не враховує часову вартість грошей. Ігнорує нематеріальні вигоди, такі як підвищення довіри чи покращення безпеки	Короткострокові інвестиційні рішення, оцінка вигідності проєктів у сфері фінансів, логістики, управління ланцюгами поставок
NPV (Net Present Value)	Враховує майбутні грошові потоки, зводячи їх до сьогодення через дисконтну ставку: $NPV = \sum (CF_t / (1 + r)^t) - I$	Враховує часову вартість грошей. Підходить для довгострокових інвестицій. Можна застосовувати для оцінки ризиків	Чутливий до зміни дисконтної ставки. Вимагає точних прогнозів грошових потоків, що ускладнює оцінку інноваційних технологій	Довгострокові інвестиції, аналіз ефективності великих блокчейн-проєктів, прогнозування фінансового ефекту
TCO (Total Cost of Ownership)	Враховує всі витрати на впровадження, експлуатацію, обслуговування та модернізацію блокчейн-системи	Дозволяє оцінити всі приховані витрати. Можна використовувати для порівняння альтернативних технологій	Не враховує вигоди, що може викривити реальну оцінку. Може бути складним через необхідність детального аналізу витрат	Оцінка вартості експлуатації блокчейн-платформ у логістиці, фінансах, управлінні активами
MCDA (Multi-Criteria Decision Analysis)	Враховує не лише фінансові показники, але й якісні фактори (довіра, безпека, децентралізація, прозорість) через методи багатофакторного аналізу (АНР, TOPSIS, ELECTRE тощо)	Можливість оцінки нематеріальних факторів (довіра, прозорість, децентралізація). Підходить для стратегічного аналізу та порівняння складних рішень	Суб'єктивність у виборі критеріїв і вагових коефіцієнтів. Відсутність єдиного фінансового виміру	Стратегічні рішення щодо вибору блокчейн-платформ, оцінка суспільного впливу технології, аналіз прозорості в державних і корпоративних системах

Джерело: побудовано автором на основі [126; 137; 217; 260].

Оцінювання економічної ефективності впровадження блокчейн-технологій викликає складнощі через значну частку нематеріальних вигід, які важко кількісно оцінити в межах традиційних фінансових метрик. У таких випадках ефективним підходом є багатокритеріальний аналіз рішень (Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA), який дозволяє враховувати не лише фінансові показники, а й якісні характеристики технології, що мають стратегічне значення для бізнесу.

MCDA – це методологія прийняття рішень, яка використовується для оцінки альтернатив на основі множини критеріїв, кожен з яких може мати різну вагу залежно від пріоритетів компанії. У контексті блокчейну MCDA дозволяє структурувати оцінку ефективності, включаючи такі аспекти:

1. Фінансові показники: ROI, NPV, TCO та інші економічні параметри, які визначають безпосередню окупність інвестицій у блокчейн.
2. Операційна ефективність: зниження витрат на транзакції, прискорення обробки операцій, скорочення потреби в посередниках.
3. Безпека та прозорість: рівень захисту даних, можливість усунення шахрайства, забезпечення автентичності та довіри в бізнес-процесах.
4. Юридична відповідність: оцінка регуляторних ризиків, складність правової інтеграції блокчейну в діяльність компанії.
5. Гнучкість та масштабованість: здатність блокчейну адаптуватися до майбутніх потреб компанії, інтегруватися з іншими технологіями та підтримувати збільшення обсягів транзакцій.
6. Нематеріальні вигоди: посилення довіри до бренду, підвищення рівня клієнтської лояльності, покращення корпоративної репутації.

Основна перевага MCDA у порівнянні з традиційними фінансовими методами оцінки (наприклад, ROI) полягає в тому, що цей підхід дозволяє враховувати як кількісні, так і якісні критерії, надаючи об'єктивну оцінку складних і багатовимірних технологічних рішень. Наприклад, компанія, що впроваджує блокчейн у систему управління ланцюгами постачання, може оцінити економічний ефект через зменшення витрат на перевірку продукції, але водночас MCDA допоможе оцінити й

нематеріальні аспекти, такі як зростання довіри партнерів і клієнтів, що безпосередньо впливає на довгострокову конкурентоспроможність.

Для практичної реалізації MCDA застосовуються такі інструменти, як метод аналізу ієрархій (АНР – Analytic Hierarchy Process) або метод багатофакторного оцінювання (TOPSIS – Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution). У цих підходах кожен критерій отримує вагу залежно від його важливості, після чого проводиться ранжування альтернатив на основі багатофакторного аналізу.

Недоліком MCDA є певний рівень суб'єктивності, адже ваги критеріїв можуть змінюватися залежно від експертних оцінок. Проте його застосування у поєднанні з іншими фінансовими методами, такими як ROI та NPV, дозволяє отримати більш збалансовану та точну картину ефективності впровадження блокчейну в бізнес-процеси, що підкреслює необхідність комплексного аналізу економічної ефективності, що включає не лише традиційні фінансові показники, а й стратегічні аспекти, пов'язані з довгостроковими вигодами та адаптивністю технології до бізнес-середовища.

Оцінка загальної вартості володіння (Total Cost of Ownership, TCO) є одним із ключових підходів до аналізу економічної ефективності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси. На відміну від традиційних методів, що зосереджуються на оцінці початкових інвестицій та прямих фінансових вигід, TCO дозволяє враховувати повний спектр витрат, пов'язаних з усім життєвим циклом технології, що забезпечує більш комплексне бачення фінансових наслідків запровадження блокчейн-рішень, дозволяючи підприємствам стратегічно оцінити довгострокову доцільність таких інвестицій.

Вартість володіння блокчейн-технологіями складається з кількох основних категорій витрат, серед яких початкові капітальні вкладення, операційні витрати та непрямі фінансові ризики. Початкові витрати включають розробку або придбання програмного забезпечення, налаштування інфраструктури та інтеграцію блокчейн-платформи із наявними інформаційними системами підприємства. Крім того, важливим чинником є витрати на юридичний супровід і забезпечення відповідності регуляторним вимогам, що є особливо актуальним для фінансового та медичного

секторів. Операційні витрати охоплюють підтримку та адміністрування мережі, технічне обслуговування, оновлення програмного забезпечення, навчання персоналу, а також енергетичні витрати, що можуть бути значними у випадку використання блокчейну з механізмом консенсусу Proof-of-Work.

До непрямих витрат належать фінансові ризики, пов'язані з регуляторною невизначеністю, технологічною застарілістю та необхідністю адаптації бізнес-моделі до нових умов. Нестабільність нормативного середовища, зміни у вимогах до криптоактивів чи смарт-контрактів можуть призвести до непередбачуваних витрат або необхідності коригування впроваджених рішень. Крім того, високий рівень початкових витрат та потреба в довгостроковій окупності роблять методологію ТСО важливим інструментом для порівняння альтернативних сценаріїв розгортання блокчейн-технологій, включаючи оцінку централізованих і децентралізованих підходів до управління бізнес-процесами.

Перевагою використання оцінки загальної вартості володіння є її здатність забезпечувати більш реалістичний аналіз витрат у довгостроковій перспективі, що дозволяє уникнути занижених прогнозів щодо фінансового впливу блокчейну. Водночас цей підхід має певні обмеження, серед яких складність кількісного вимірювання непрямих вигід, таких як підвищення рівня довіри клієнтів, зміцнення репутації компанії або покращення безпеки операцій. Традиційні фінансові моделі, орієнтовані на оцінку прямих грошових потоків, можуть не враховувати такі фактори, що знижує точність прогнозування кінцевої економічної ефективності.

Застосування ТСО як базового методологічного підходу до оцінки блокчейн-проектів дозволяє підприємствам уникати короткозорих рішень і мінімізувати ризики, пов'язані із впровадженням інноваційних технологій. Порівняння загальної вартості володіння блокчейн-системами з альтернативними централізованими рішеннями сприяє формуванню раціональної інвестиційної політики та дозволяє визначити оптимальні стратегії розгортання технології залежно від специфіки галузі та масштабу діяльності підприємства (табл. 2.14).

Для оцінки ефективності блокчейн-рішень у бізнесі необхідно застосовувати різні фінансові та стратегічні показники, що дозволяють всебічно проаналізувати

як економічні, так і нефінансові вигоди. Використання метрик ROI, NPV та TCO дає змогу оцінити рентабельність інвестицій, врахувати часову вартість грошей та розрахувати загальну вартість володіння технологією. Нижче представлено таблицю порівняння економічної ефективності впровадження блокчейну у конкретних бізнес-кейсах на основі даних про Walmart, IBM і Maersk, а також JPMorgan Chase (табл. 2.15).

Аналіз кейсів впровадження блокчейну у різних галузях демонструє значну економічну ефективність за рахунок зниження трансакційних витрат, оптимізації логістичних процесів та підвищення швидкості обробки інформації. Найвищі вигоди спостерігаються у фінансовому секторі та глобальних ланцюгах постачання, де швидкість і прозорість операцій мають критичне значення.

Таблиця 2.15

Порівняння ефективності блокчейн-рішень за ключовими метриками

Компанія / Кейс	Метрика	Результат	Основні економічні ефекти
Walmart (Hyperledger Fabric, відстеження постачання)	ROI	Високий: скорочення часу відстеження з 7 днів до 2,2 секунд	Зменшення витрат на відкликання продукції, оптимізація логістики
	NPV	\$100+ млн щорічних вигод	Мінімізація ризиків втрат від бракованої продукції
	TCO	Високий: інтеграція в ERP, навчання персоналу, обслуговування	Зниження витрат на контроль якості та управління ризиками
IBM & Maersk (TradeLens, логістика)	ROI	Високий: скорочення часу обробки документів на 40%	Економія на адміністративних витратах до \$220 млн/рік
	NPV	\$1,8 млрд потенційного економічного ефекту	Оптимізація процесів, скорочення затримок у портах
	TCO	Високий: розгортання TradeLens, підключення постачальників	Зниження трансакційних витрат, підвищення прозорості
JPMorgan Chase (JPM Coin, міжнародні платежі)	ROI	Високий: скорочення часу платежів з 1-2 днів до 2 секунд	Зменшення операційних витрат
	NPV	\$1 млрд щорічної економії	Оптимізація транскордонних платежів, зниження витрат на кореспондентські банки
	TCO	Високий: регуляторна відповідність, адаптація платформ	Спрощення фінансових операцій, зменшення витрат на посередників

Джерело: побудовано автором за даними [192; 207; 230].

Зважаючи на обмеження традиційних фінансових методик оцінки ефективності впровадження блокчейн-технологій, актуальним є застосування більш комплексного підходу, який враховує не лише економічні показники, а й технологічні, організаційні та екологічні фактори. У цьому контексті модель «технологія-організація-середовище» (ТОЕ), розширена в дослідженні Барнса і Сяо, пропонує більш системний аналіз процесу прийняття рішень щодо впровадження блокчейн-рішень. Ця модель доповнює класичний підхід Деп'єстро, інтегруючи мережевий вплив зацікавлених сторін у блокчейн-екосистемі. Вона дозволяє оцінювати не лише безпосередню вигоду від впровадження технології, а й чинники, що визначають її прийнятність, стійкість та довгострокову ефективність в умовах сучасної цифрової економіки.

Однією з ключових переваг підходу ТОЕ є його комплексність, що дозволяє розглядати блокчейн не як ізольовану фінансову інновацію, а як технологічну трансформацію бізнес-процесів. Модель включає три основні складові: технологічний аспект, який аналізує сумісність блокчейн-рішень з існуючими системами, їхню корисність та складність інтеграції; організаційний аспект, що враховує рівень підготовленості компанії до впровадження, підтримку керівництва та розмір підприємства; екологічний аспект, який оцінює вплив регуляторного середовища, підтримку технологічних постачальників, конкуренцію та готовність клієнтів до використання нових цифрових інструментів. Таким чином, модель ТОЕ дозволяє здійснювати структуровану оцінку ефективності блокчейн-рішень з урахуванням усіх ключових факторів, що впливають на їх впровадження.

На відміну від традиційних фінансових методів оцінки, модель ТОЕ дозволяє не лише аналізувати поточну рентабельність інвестицій (ROI) чи чисту теперішню вартість (NPV), а й виявляти стратегічні бар'єри та можливості для масштабування технологій.

Ще однією вагомою перевагою ТОЕ є її гнучкість у застосуванні. Модель дозволяє проводити аналіз компаній різних розмірів та галузей, адаптуючи критерії оцінки залежно від специфіки бізнесу. Це критично важливо в умовах цифрової

трансформації, коли впровадження блокчейн-рішень може мати різний вплив залежно від рівня розвитку технологічної інфраструктури компанії. Крім того, ТОЕ дозволяє оцінювати потенційні ризики впровадження блокчейну, такі як технологічна складність, необхідність оновлення внутрішніх процесів та залежність від підтримки зовнішніх стейкхолдерів, що робить цю модель значно ефективнішою порівняно з суто фінансовими підходами (табл. 2.16).

Таблиця 2.16

Практичне застосування моделі ТОЕ у контексті оцінки блокчейн-рішень

Компанія / Кейс	Категорія ТОЕ	Фактори оцінки	Вплив на ефективність
Walmart (Hyperledger Fabric, відстеження постачання)	Технологічний аспект	Масштабованість, інтеграція з ERP-системами	Висока адаптивність, покращення управління логістикою
	Організаційний аспект	Навчання персоналу, внутрішня готовність до інновацій	Підвищення ефективності управління, зменшення помилок
	Аспект середовища	Вимоги регуляторів до безпеки харчових продуктів	Мінімізація ризиків відкликання продукції, відповідність стандартам
IBM & Maersk (TradeLens, глобальні логістичні операції)	Технологічний аспект	Інтероперабельність з існуючими системами	Зниження витрат на документообіг, прискорення процесів
	Організаційний аспект	Підключення партнерів, змінювання традиційних бізнес-процесів	Скорочення затримок у портах, підвищення координації
	Аспект середовища	Вимоги міжнародних логістичних стандартів	Відповідність регуляторним нормам, підвищення прозорості
JPMorgan Chase (JPM Coin, міжнародні платежі)	Технологічний аспект	Сумісність із банківськими системами, безпека транзакцій	Зменшення витрат на кореспондентські банки, прискорення транзакцій
	Організаційний аспект	Довіра до нових фінансових інструментів, готовність клієнтів	Оптимізація транскордонних платежів, спрощення операцій
	Аспект середовища	Регуляторна відповідність, фінансове законодавство	Зниження ризиків невідповідності регулюванням

Джерело: побудовано автором за даними [192; 207; 230].

Враховуючи зазначені переваги, модель ТОЕ пропонує більш обґрунтований інструмент для аналізу ефективності блокчейн-рішень, дозволяючи компаніям оцінити не лише фінансовий вплив технологій, але й їхню довгострокову

стратегічну значущість. У контексті цифрової трансформації та зростаючого впливу децентралізованих технологій такий підхід є особливо цінним для підприємств, що прагнуть ефективно інтегрувати блокчейн у свою операційну модель та забезпечити його стійке використання в умовах динамічного бізнес-середовища.

Інтеграція традиційних метрик із нематеріальними показниками є перспективним напрямом для подолання зазначених прогалин. Хоча якісні оцінки залишаються суб'єктивними, вони забезпечують структурований підхід до врахування нематеріальних вигод у кількісному аналізі. Додаткові інструменти, такі як чутливий аналіз, дозволяють оцінювати, наскільки стійкими є інвестиції за різних зовнішніх умов. Наприклад, коригування дисконтних ставок, припущень про витрати чи ваг нематеріальних вигод може ілюструвати можливий діапазон результатів.

Децентралізована архітектура блокчейну створює додаткові складнощі. Успіх проекту часто залежить від досягнення критичної маси – достатньої кількості учасників, готових прийняти систему [31]. Це явище, відоме як «мережевий ефект», важко інтегрувати у традиційні формули ROI чи NPV. Проекти, які не досягають необхідного рівня прийняття, можуть не дати суттєвих результатів, тоді як ті, що його перевершують, можуть демонструвати експоненційне зростання цінності.

Оцінювання блокчейн-ініціатив потребує врахування як кількісних, так і якісних показників, що дозволяє створити більш збалансоване розуміння їхньої ефективності. Поєднання традиційних фінансових метрик із спеціалізованими інструментами, які враховують нематеріальні вигоди, дозволяє організаціям точніше оцінювати вплив проектів і приймати стратегічні рішення, що відповідають довгостроковим цілям.

Аналіз наведених у розділі підходів до кількісної та якісної оцінки блокчейн-технологій демонструє, що впровадження децентралізованих рішень потребує значно ширшого методичного інструментарію, аніж традиційні фінансові моделі. По-перше, варто враховувати, що блокчейн характеризується мережевим ефектом: успіх проекту залежить не лише від внутрішньокорпоративних інвестицій, а й від

залучення зовнішніх учасників та формування критичної маси користувачів. Такий «мережевий вимір» складно інтегрувати в стандартні метрики, на кшталт ROI чи NPV, адже вони переважно ґрунтуються на централізованій структурі управління та чіткій прив'язці грошових потоків до однієї організації.

По-друге, ефективність блокчейну вимагає комплексного підходу, що охоплює економічний, організаційний і технологічний аспекти (концепція TOE). Економічні показники – ROI, NPV, TCO – дозволяють оцінити пряму фінансову вигоду чи витрати протягом життєвого циклу блокчейн-рішення. Їхнє застосування дає змогу побачити, чи перевищать прогнозовані грошові надходження сукупні видатки на проєкт. Водночас організаційні чинники (структура, культура, кадрова компетентність) часто визначають, наскільки персонал і менеджмент готові до змін. Саме брак навичок, відсутність програм навчання та спротив внутрішніх стейкхолдерів можуть нівелювати потенційні переваги навіть найвигідніших з погляду фінансів проєктів. Технологічні аспекти (пропускна здатність, інтеоперабельність, безпека, масштабованість) забезпечують життєздатність блокчейн-системи й її відповідність галузевим та регуляторним вимогам.

По-третє, невід'ємною складовою оцінювання має стати врахування нематеріальних переваг. Прозорість, підвищення довіри серед ділових партнерів, покращення іміджу компанії або посилена безпека – все це важко вкласти у вигляді прямих грошових показників. Для їх аналізу пропонують використовувати багатокритеріальні методи (MCDA) та різноманітні якісні індикатори (репутаційні опитування, показники лояльності клієнтів тощо). Така інтеграція дає змогу збагатити суто економічні метрики та сформувати більш об'єктивну картину загальної вартості від блокчейну.

По-четверте, інструменти сценарного аналізу та чутливості виступають доповненням до стандартних фінансових формул. Вони дозволяють оцінювати ризики регуляторних змін і ринкової волатильності, що особливо критично в умовах швидкоплинного законодавчого поля для цифрових активів. Регулярне оновлення моделей ROI, NPV та TCO з урахуванням динаміки ринку, появи нових

технологічних модулів чи вимог до безпеки робить оцінювання більш гнучким і реалістичним.

Таким чином, у межах формування методичних підходів до оцінювання ефективності блокчейн-технологій доцільно поєднувати стандартні фінансово-економічні показники з інструментами, які вимірюють організаційну зрілість, технологічну адаптивність та нематеріальні вигоди. Лише комплексний, багатовимірний аналіз здатний адекватно відобразити внесок блокчейну у підвищення операційної ефективності, конкурентоспроможності та довгострокового сталого розвитку підприємств.

Висновки до розділу 2

Другий розділ дисертаційної роботи присвячено дослідженню та удосконаленню теоретичних засад еволюції та концептуальних елементів блокчейн-технологій і дає змогу зробити наступні висновки.

Завдяки гнучкості і здатності адаптуватися під специфіку різних ринків блокчейн-технології набувають все більшого поширення, забезпечують універсальні рішення у фінансовому, транспортному, енергетичному, державному секторах, а також у таких галузях, як охорона здоров'я, ритейл, сільське господарство, інформаційно-комунікаційні послуги та індустрія розваг. Мультисекторальне застосування цих технологій все більше впливає на процеси у глобальній економіці.

В результаті проведеного аналізу були виділені наступні функціональні напрями впровадження: оптимізація та автоматизація бізнес-процесів, децентралізація, прозорість і довіра, нові бізнес-моделі, токенизація активів.

Готовність компаній до впровадження блокчейну відповідно до авторського трактування визначається рівнем обізнаності про ці технології та гнучкості компаній: результати опитування підтверджують, що вищі знання про блокчейн і відкритість до змін (організаційна культура) створюють перспективні передумови для інтеграції цієї технології в поточну діяльність.

Основними бар'єрами для впровадження блокчейну залишаються технічна складність, дефіцит кваліфікованих фахівців та невизначеність у регуляторному середовищі: попри визнання блокчейну перспективним, багато підприємств стикаються з труднощами, пов'язаними з інтеграцією рішень у власні бізнес-процеси.

Результати аналізу систематизованих результатів опитування підприємств дозволили дійти висновку, що досвід колаборації та стратегічне партнерство прискорюють адаптацію технології: компанії, які вже реалізовували спільні технологічні проєкти, значно частіше готові до блокчейн-рішень, оскільки мають налагоджені процеси співпраці й обмін досвідом.

Застосування методології TOE (технологія – організація – середовище) забезпечує комплексний погляд на впровадження блокчейну: технологічні, організаційні та екологічні фактори рівною мірою впливають на успіх проєкту й мають бути враховані на етапі оцінювання та планування.

Відповідно, ефективність блокчейну слід оцінювати за трьома вимірами: економічним, організаційним і технологічним. Економічні показники (ROI, NPV, TCO) дають фінансову оцінку, організаційні фактори відображають готовність персоналу та структури, а технологічні критерії засвідчують життєздатність і масштабованість рішення. Стандартні фінансові метрики (ROI, NPV, TCO) потребують адаптації до децентралізованого середовища: через специфіку блокчейну (мережевий ефект, відсутність єдиного центру, можливість спільного управління) традиційний розрахунок окупності може недооцінювати нематеріальні переваги та стратегічні чинники.

Успішне впровадження блокчейну залежить від поєднання економічної доцільності, організаційної зрілості та технологічної стійкості: лише за умови комплексного врахування цих чинників організації можуть розкрити повний потенціал децентралізованих рішень і забезпечити їхню довгострокову результативність

Основні результати дослідження за другим розділом дисертаційної роботи опубліковані у наступних наукових роботах автора [12; 13; 14; 18; 69; 155; 156; 158], що подані у списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 3.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ У ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ

3.1. Побудова та верифікація моделі оцінки готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси

Технологія блокчейн продовжує стрімко розвиватися, і хоча багато керівників підприємств усвідомлюють її потенціал для оптимізації бізнес-процесів, зменшення ризиків та створення нових джерел доходу, рівень практичного впровадження залишається порівняно низьким. Аналіз результатів проведеного опитування свідчить про значну обережність компаній у реалізації блокчейн-проектів: лише 15% підприємств продемонстрували високу готовність до міжорганізаційного використання блокчейну, оцінюючи власну готовність на рівні 4 або 5 за п'ятибальною шкалою. Це свідчить про те, що, попри усвідомлення переваг технології, основними бар'єрами залишаються регуляторні обмеження, питання кібербезпеки та дефіцит кваліфікованих спеціалістів.

Як було проаналізовано у підрозділі 2.3 дисертації, існує широкий спектр методик оцінки ефективності впровадження блокчейн-технологій, серед яких фінансові метрики, організаційні показники та технологічні фактори. Проте традиційні фінансові індикатори, такі як ROI, NPV та TCO, мають низку обмежень, оскільки зосереджуються переважно на короткострокових економічних вигодах і не враховують вплив технологічних і організаційних змін. У свою чергу, організаційні та технологічні методики оцінки дозволяють аналізувати довгострокову стійкість і масштабованість рішень, проте їхня практична реалізація вимагає інтеграції із факторами зовнішнього середовища. Внаслідок цього жоден із розглянутих підходів не забезпечує всебічної оцінки, що є критично важливим для прийняття стратегічних рішень щодо впровадження блокчейну в бізнес-процеси.

Враховуючи ці виклики, необхідно застосовувати модель оцінки, яка дозволяє враховувати як внутрішні характеристики підприємства, так і зовнішні фактори, що впливають на рішення про впровадження блокчейн-технологій. В цьому контексті, у науковій літературі, що стосується дослідження впровадження інформаційних технологій у систему діяльності підприємств, досить часто використовуються моделі оцінки готовності до впровадження [29; 32; 34; 216]. Вони застосовуються для визначення рівня підготовленості організацій до інтеграції нових технологій, враховуючи технічні, організаційні, фінансові та соціальні аспекти.

На наш погляд, саме модель «технологія-організація-середовище» (ТОЕ) [222] є найбільш придатною для оцінки готовності компаній до інтеграції блокчейн-рішень. Вона охоплює три ключові аспекти: технологічні, організаційні фактори та фактори середовища, що визначають можливості, бар'єри та перспективи цифрової трансформації. Застосування ТОЕ-моделі у процесі оцінки готовності підприємств до блокчейн-інтеграції дозволяє вирішити кілька ключових завдань. По-перше, вона забезпечує комплексний аналіз ризиків та викликів, пов'язаних із технологією, що допомагає компаніям розробляти стратегії ризик-менеджменту та мінімізувати можливі втрати. По-друге, модель сприяє визначенню рівня підготовки підприємств, ідентифікуючи слабкі місця, що потребують усунення, та оцінюючи необхідні ресурси для адаптації компанії до роботи з новими технологіями. По-третє, ТОЕ-модель дозволяє враховувати динаміку зовнішнього середовища, що є критично важливим у контексті регуляторної невизначеності та швидкої еволюції блокчейн-екосистеми.

Таким чином, вибір ТОЕ-моделі для оцінки готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій є виправданим, оскільки вона дозволяє здійснювати комплексний аналіз, інтегруючи економічні, організаційні та технологічні фактори, що впливають на ефективність цифрової трансформації. На відміну від традиційних фінансових показників, ця модель дає змогу оцінювати не лише поточні вигоди від блокчейн-рішень, але й стратегічний потенціал їхнього застосування в довгостроковій перспективі.

Оцінка готовності підприємств до впровадження блокчейну допомагає зрозуміти складність і вартість процесу, що дозволяє ефективно розподіляти ресурси, оптимізувати інвестиції та уникати зайвих витрат. Завдяки такій оцінці компанії можуть ухвалювати більш обґрунтовані рішення щодо використання блокчейн-технологій, мінімізуючи ризики та збільшуючи шанси на успішне впровадження. Застосування цієї моделі дає можливість компаніям провести самооцінку своєї готовності до інтеграції блокчейн-технологій, враховуючи ключові технологічні, організаційні та середовищні фактори. Оцінювання ґрунтується на багатофакторному аналізі, що дозволяє не лише визначити загальний рівень підготовленості підприємства, а й виокремити конкретні аспекти, які потребують удосконалення.

Важливим етапом такого оцінювання є розрахунок зваженої оцінки кожного критерію, визначення вагових коефіцієнтів для них та аналіз існуючих знань про технологію. Для забезпечення об'єктивності оцінювання використано метод аналізу ієрархій (MAI), що дозволяє визначити відносну значущість кожного фактору та сформулювати фінальну узагальнену оцінку готовності компанії до впровадження блокчейну.

У ході дослідження також було проведено опитування, результати якого дозволили скоригувати значення вагових коефіцієнтів критеріїв моделі. Це зробило її більш адаптивною до сучасних умов та специфіки впровадження блокчейн-рішень у різних секторах економіки. У розділі 2.2 були детально описані результати опитування та їхній вплив на коригування моделі.

Таким чином, фінальна формула для оцінки готовності компанії до впровадження блокчейн-технологій має наступний вигляд (3.1):

$$Bc_Adoption = \beta_1 cbc_knwldg + \beta_2 Tech + \beta_3 Orga + \beta_3 Env \quad (3.1)$$

де $Bc_Adoption$ – фінальна оцінка готовності компанії до впровадження технології, β_n – ваговий коефіцієнт критерію, що визначає його важливість, cbc_knwldg – рівень поточних знань про технологію, $Tech$ – фінальна оцінка

технологічних факторів, *Orga* – фінальна оцінка організаційних факторів, *Env* – фінальна оцінка факторів середовища.

Для оцінки поточного рівня знань компаній щодо впровадження блокчейн-технологій необхідно розробити спеціалізоване опитування. Водночас інші фактори оцінюватимуться шляхом аналізу відповідності підприємства визначеним критеріям. Для забезпечення об'єктивності оцінки кожного критерію буде використано метод аналізу ієрархій (МАІ), який є ефективним інструментом багатокритеріального прийняття рішень. Цей підхід, розроблений Томасом Сааті, дозволяє структуровано порівнювати різні альтернативи та визначати їх відносну важливість у межах ієрархічної системи критеріїв [258].

Метод аналізу ієрархій ґрунтується на припущенні, що особа, яка ухвалює рішення, здатна здійснювати парні порівняння елементів і виражати відносну значущість кожного з них. Він передбачає побудову матриць порівняння, де всі елементи оцінюваної системи зіставляються один з одним. Використання цього методу дозволяє отримати зважені коефіцієнти для кожного критерію, що підвищує обґрунтованість прийнятих рішень.

Процес реалізації МАІ складається з таких основних етапів [257]:

1. Формулювання цілі оцінювання. На першому етапі визначається загальна мета дослідження – оцінка готовності компаній до впровадження блокчейн-технологій. В свою чергу мета деталізується через підцілі та критерії оцінки.

2. Побудова ієрархічної структури. Визначена проблема розкладається на декілька рівнів: верхній рівень містить загальну ціль, проміжні рівні – групи критеріїв (економічні, організаційні та технологічні фактори), а нижній рівень – конкретні показники оцінювання.

3. Конструювання матриць парних порівнянь. На кожному рівні ієрархії формується матриця порівняння, в якій кожен критерій оцінюється відносно інших за шкалою від 1 до 9. Значення 1 свідчить про рівнозначність критеріїв, а 9 – про домінування одного критерію над іншим.

Для розрахунків вагових коефіцієнтів, знайдемо середнє геометричне для значень попарних порівнянь критеріїв (3.2):

$$\underline{u}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}; i = \underline{1, n}; \quad (3.2)$$

де a_{ij} – i -й елемент j -го стовпця матриці попарних порівнянь критеріїв, n – кількість критеріїв.

Отримані значення використаємо для розрахунку значень критеріїв за допомогою наступної формули (3.3):

$$u_i = \frac{\underline{u}_i}{\sum_{i=1}^n \underline{u}_i}; i = \underline{1, n}; \quad (3.3)$$

Максимальне власне значення обернено-симетричної матриці попарних порівнянь визначається за наступною формулою (3.4):

$$\lambda_{max} \approx \sum_{j=1}^n u_j (\sum_{i=1}^n a_{ij}) \quad (3.4)$$

Також необхідно визначити оцінки відносної важливості елементів, що порівнюються. Вони повинні бути узгоджені, тому визначимо індекс узгодженості (3.5):

$$IY = \frac{|\lambda_{max} - n|}{n-1} \quad (3.5)$$

Якщо значення індексу узгодженості не перевищує 10% від еталонного рівня, результати оцінювання можна вважати прийнятними. У цьому дослідженні аналізувалися ієрархії, що включають чотири або п'ять елементів. Для ієрархічних структур із п'ятьма елементами допустиме значення індексу узгодженості не повинно перевищувати 0,112, а для структур із чотирма елементами – 0,09 [211]. Результати розрахунків подано у табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

Матриця попарних порівнянь для складових фінальної формули

№п/п	Назва критерію оцінки	Номери елементів				Ваговий коефіцієнт
		1	2	3	4	
1	Рівень поточних знань про технологію	1	1	2/5	4/7	0,156
2	Оцінка технологічних факторів	1	1	1/3	1/3	0,132
3	Оцінка організаційних факторів	2 4/9	2 5/6	1	1 4/7	0,407
4	Оцінка факторів середовища	1 5/7	3	5/8	1	0,304
$\lambda_{max}=4.038; IU =0.0095$						

Джерело: розраховано автором.

Оскільки $IU =0.0095 < 0,09$, то оцінки узгоджені. Отже, фінальна формула матиме наступний вигляд (3.6):

$$Bc_Adoption=0.156*cbc_knwldg+0.031*Tech+0.407*Orga+0.304*Env \quad (3.6)$$

Розглянемо складові оцінки кожного із факторів та визначимо вагові коефіцієнти критеріїв.

Технологічні фактори: Технологічний контекст складається з відносної переваги, сумісності, складності, випробуваності та спостережуваності. На відносну перевагу впливають сприйняті вигоди і витрати. Рівняння для розрахунку фінального критерію (3.7):

$$Tech=a_1F_1+ a_2F_2+ a_3F_3+ a_4F_4+ a_5F_5 \quad (3.7)$$

де $Tech$ – фінальна оцінка технологічних факторів, a_n – ваговий коефіцієнт критерію n , що визначає його важливість, F_n – оцінка критерію n .

Фактор 1. Відносна перевага. Відносна перевага відіграє ключову роль у визначенні швидкості впровадження інновацій у соціальних системах. Вона відображає, наскільки нова технологія сприймається як ефективніша порівняно з наявними альтернативами. Впровадження блокчейн-рішень може забезпечити значні переваги, такі як підвищена безпека, прозорість та зменшення витрат на посередників. Водночас вартість інтеграції нової технології може бути суттєвою,

що змушує компанії зважувати очікувані вигоди та фінансові затрати перед ухваленням рішення про перехід на блокчейн. Ті організації, які оцінюють блокчейн як економічно доцільний варіант порівняно з традиційними методами, мають вищу ймовірність його впровадження.

Фактор 2. Сумісність. Одним із критичних аспектів прийняття інновацій є їхня відповідність до існуючих технологічних, організаційних і регуляторних вимог. Чим краще блокчейн-технологія інтегрується в наявну інфраструктуру компанії та відповідає її операційним стандартам, тим вищою є ймовірність її застосування. Низька сумісність із існуючими системами може стати серйозною перешкодою для переходу на блокчейн, оскільки вимагає значних змін у бізнес-процесах та додаткових витрат на адаптацію персоналу.

Фактор 3. Складність. Спрощення розуміння технологічного аспекту відіграє важливу роль у швидкості її поширення. Блокчейн, як інноваційна технологія, базується на складних криптографічних алгоритмах, децентралізованих системах управління даними та нових механізмах безпеки. Для багатьох організацій ці фактори ускладнюють прийняття рішень щодо впровадження через необхідність спеціалізованих знань, що підвищує бар'єри входу. Чим складніша технологія для розуміння та використання, тим вища ймовірність її відтермінованого впровадження або обмеженого використання.

Фактор 4. Випробуваність. Можливість протестувати нову технологію перед її масштабним впровадженням значно підвищує довіру до неї. Якщо компанія має змогу оцінити блокчейн-рішення у контрольованому середовищі або на пілотному проєкті, вона отримує кращу уяву про його ефективність і потенційні ризики. Висока випробуваність сприяє швидшому ухваленню інновації, тоді як відсутність можливості попереднього тестування може сповільнити її поширення.

Фактор 5. Спостережуваність. Відкритість та наочність результатів використання технології впливає на швидкість її прийняття. Якщо організації можуть безпосередньо бачити позитивний вплив блокчейну на ефективність роботи інших компаній, вони будуть більш схильні до його впровадження. Чим більш видимими є переваги технології, тим швидше вона поширюється у

відповідних галузях. Наприклад, у фінансовому секторі успішні кейси застосування блокчейну в міжнародних платежах та смарт-контрактах сприяють його активнішому впровадженню.

Попарне порівняння технологічних факторів представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Матриця попарних порівнянь для оцінки технологічних факторів

№п/п	Назва фактору	Номер фактору					Ваговий коефіцієнт
		1	2	3	4	5	
1	Відносна перевага	1	4/7	5/7	1	1 1/3	0.168
2	Сумісність	1 5/7	1	5/7	1 2/9	2 2/9	0.24
3	Складність	1 2/5	1 2/5	1	1 5/7	3 1/6	0.305
4	Випробуваність	1	4/5	4/7	1	1 5/7	0.18
5	Спостережуваність	3/4	4/9	1/3	4/7	1	0.108
$\lambda_{max}=5.033; IU=0.066$							

Джерело: розраховано автором.

Оскільки $IU = 0.066 < 0,124$, то оцінки узгоджені. Отже, фінальна формула матиме наступний вигляд (3.8):

$$Tech = 0,168 * F_1 + 0,24 * F_2 + 0,305 * F_3 + 0,18 * F_4 + 0,108 * F_5 \quad (3.8)$$

Організаційні фактори. Організаційний контекст складається з таких факторів, як організаційна готовність, розмір організації, підтримка вищого керівництва та вік організації. Рівняння для розрахунку фінального критерію (3.9):

$$Orga = \gamma_1 F_6 + \gamma_2 F_7 + \gamma_3 F_8 + \gamma_4 F_9 \quad (3.9)$$

де $Orga$ – фінальна оцінка організаційних факторів, γ_n – ваговий коефіцієнт критерію n , що визначає його важливість, F_n – оцінка критерію n .

Фактор 6. Організаційна готовність. Успішне впровадження нових технологій передбачає адаптацію внутрішніх процесів, культури та ресурсів компанії до запланованих змін. Рівень організаційної готовності визначається доступністю фінансових, технологічних та кадрових ресурсів, які можуть бути задіяні для реалізації цифрової трансформації. Компанії з достатніми фінансовими можливостями та високим рівнем ІТ-компетенцій мають більше шансів на

ефективне впровадження блокчейн-технологій. У той же час, недостатня підготовка або слабка стратегічна координація можуть стати бар'єрами на шляху до успішної інтеграції інновацій.

Фактор 7. Розмір організації. Організаційний розмір суттєво впливає на швидкість і можливості адаптації нових технологій. Великі компанії, як правило, мають більший доступ до фінансових ресурсів, розширені можливості для навчання персоналу, а також розвинену технологічну інфраструктуру, що сприяє впровадженню блокчейну. Малі та середні підприємства (МСП) часто стикаються з обмеженими ресурсами та меншою стійкістю до невизначеності, що може стримувати їхню готовність до прийняття інновацій. Основним показником розміру бізнесу є кількість штатних працівників, але також можуть використовуватися такі параметри, як рівень активів, обсяг продажів чи масштаб операційної діяльності.

Фактор 8. Підтримка вищого керівництва. Залученість керівництва є визначальним чинником у впровадженні інноваційних проєктів, зокрема у сфері цифрових технологій. Активна підтримка з боку топ-менеджменту забезпечує стратегічну спрямованість процесу впровадження, спрощує розподіл ресурсів та сприяє ефективній комунікації між департаментами. Крім того, лідерська позиція керівництва може сприяти подоланню опору змінам серед працівників, формуючи культуру інновацій у компанії.

Фактор 9. Вік організації. Вік компанії також впливає на її здатність до впровадження технологічних змін. Молоді підприємства, які лише виходять на ринок, часто мають високу гнучкість та готовність до експериментів, оскільки прагнуть знайти конкурентні переваги. Водночас великі корпорації з усталеною структурою можуть стикатися зі складнощами при інтеграції нових технологій через адміністративні бар'єри та необхідність узгодження нововведень із поточними бізнес-моделями. Однак, завдяки більшим фінансовим ресурсам і досвіду, старші компанії можуть більш стратегічно підходити до впровадження блокчейну.

Попарне порівняння організаційних факторів представлено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Матриця попарних порівнянь для оцінки організаційних факторів

№п/п	Назва фактору	Номер фактору				Ваговий коефіцієнт
		1	2	3	4	
1	Організаційна готовність	1	2 4/9	2/5	4 4/7	0.251
2	Розмір організації	2/5	1	1/6	2 4/9	0.11
3	Підтримка вищого керівництва	2 4/9	6	1	9	0.584
4	Вік організації	2/9	2/5	1/9	1	0.055
$\lambda_{max}=4.023; IU =0,00575;$						

Джерело: розраховано автором.

Оскільки $IU =0,00575 < 0,09$, то оцінки узгоджені. Отже, фінальна формула матиме наступний вигляд (3.10):

$$Orga=0.251 * F_6 + 0.11 * F_7 + 0.548 * F_8 + 0.055 * F_9 \quad (3.10)$$

Фактори середовища. Середовище складається з інтенсивності конкуренції, зовнішнього тиску, регуляторної невизначеності, співпраці та масштабу бізнес-екосистеми. Рівняння для розрахунку фінального критерію (3.11) :

$$Env=\delta_1 F_{10} + \delta_2 F_{11} + \delta_3 F_{12} + \delta_4 F_{13} + \delta_5 F_{14} \quad (3.11)$$

де Env – фінальна оцінка факторів середовища, δ_n – ваговий коефіцієнт критерію n , що визначає його важливість, F_n – оцінка критерію n .

Фактор 10. Інтенсивність конкуренції. Інтенсивність конкуренції є ключовим елементом конкурентної стратегії підприємств та визначає силу впливу конкурентного середовища на процеси ухвалення рішень. Відповідно до концепції п'яти сил Портера, високий рівень конкуренції змушує компанії шукати нові інструменти для підвищення ефективності, оптимізації витрат та створення унікальних конкурентних переваг. У такому контексті блокчейн може виступати як стратегічний актив, що забезпечує зростання довіри, підвищення прозорості та автоматизацію бізнес-процесів. Компанії, які першими адаптують цю технологію, можуть отримати ринкові переваги, залишаючи позаду конкурентів.

Фактор 11. Тиск зовнішніх стейкхолдерів. Зовнішні зацікавлені сторони, включаючи клієнтів, партнерів, регуляторні органи та інвесторів, можуть суттєво впливати на впровадження технологічних змін у компаніях. Під тиском глобальних цифрових тенденцій, зростаючих вимог щодо прозорості та безпеки, а також вимог щодо відповідності нормативним стандартам, організації змушені адаптувати нові технології. Блокчейн, завдяки своїм характеристикам незмінності даних і прозорості, може слугувати ефективним інструментом для задоволення вимог стейкхолдерів. Високий рівень зовнішнього тиску прискорює процеси впровадження блокчейн-рішень, особливо в фінансовому секторі, логістиці та державному управлінні.

Фактор 12. Регуляторна невизначеність. Регуляторне середовище відіграє критично важливу роль у визначенні перспектив впровадження блокчейну в бізнес-моделі компаній. Відсутність чітких законодавчих норм, нестабільність у трактуванні смарт-контрактів, а також невизначеність у питаннях відповідальності та юридичної сили блокчейн-транзакцій можуть стримувати поширення цієї технології. Чим вища регуляторна невизначеність, тим менше компаній готові інвестувати у впровадження блокчейн-рішень, оскільки це підвищує операційні та фінансові ризики.

Фактор 13. Попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами. Блокчейн-технології потребують взаємодії між багатьма учасниками ринку для створення ефективної цифрової екосистеми. Проекти, що ґрунтуються на блокчейні, зазвичай передбачають спільне використання даних, розподіл відповідальності та інтеграцію між партнерами. Проте складність децентралізованих моделей управління, правові виклики та необхідність узгодження технологічних стандартів можуть гальмувати процес впровадження. Компанії, які мають досвід у спільному управлінні проектами, мають вищі шанси на успішну інтеграцію блокчейну.

Фактор 14. Масштаб бізнес-екосистеми. Рівень інтеграції технології в межах екосистеми визначає складність її впровадження. Використання блокчейну всередині однієї організації є менш ризикованим і простішим у реалізації, ніж міжорганізаційна інтеграція, яка вимагає координації між різними компаніями та секторами. Розширені бізнес-екосистеми, що включають велику кількість учасників,

стикаються з вищими витратами на узгодження процесів та стандартизацію технологічних рішень. Відповідно, чим ширший масштаб бізнес-екосистеми, тим складнішим буде впровадження блокчейну (додаток В).

Попарне порівняння оцінки факторів середовища представлено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Матриця попарних порівнянь для оцінки факторів середовища

№п/п	Назва фактору	Номер фактору					Ваговий коефіцієнт
		1	2	3	4	5	
1	Інтенсивність конкуренції	1	4/7	1/5	1/5	1/5	0.053
2	Зовнішній тиск	1 5/7	1	2/9	1/4	1/4	0.075
3	Регуляторна невизначеність	5 1/5	4 4/7	1	1 4/7	1 4/7	0.356
4	Співпраця	5	3 7/8	5/8	1	1	0.258
5	Масштаб бізнес-екосистеми	5	3 7/8	5/8	1	1	0.258
$\lambda_{max}=5.035; IU = 0.007$							

Джерело: розраховано автором.

Оскільки $IU = 0.007 < 0,124$, то оцінки узгоджені. Отже, фінальна формула матиме наступний вигляд (3.12):

$$Env = 0.053 * F_{10} + 0.075 * F_{11} + 0.356 F_{12} + 0.258 * F_{13} + 0.258 * F_{14} \quad (3.12)$$

Для отримання фінального рівняння оцінки, підсумуємо отримані результати (3.13).

$$\begin{aligned} Bc_Adoption = & 0.156 * cbc_knwldg + 0.031 * (0.168 * F_1 + 0.24 * F_2 + 0.305 * F_3 + 0.18 * F_4 + \\ & 0.108 * F_5) + 0.407 * (0.251 * F_6 + 0.11 * F_7 + 0.548 * F_8 + 0.055 * F_9) + 0.304 * (0.053 * F_{10} + 0.075 * \\ & F_{11} + 0.356 * F_{12} + 0.258 * F_{13} + 0.258 * F_{14}) = 0.156 * cbc_knwldg + 0.022172 * F_1 + 0.031706 * F_2 \\ & + 0.040278 * F_3 + 0.023798 * F_4 + 0.014237 * F_5 + 0.102196 * F_6 + 0.044914 * F_7 + 0.238051 * F_8 + \\ & 0.022194 * F_9 + 0.016217 * F_{10} + 0.034254 * F_{11} + 0.108342 * F_{12} + 0.078466 * F_{13} + 0.078466 * F_{14} \end{aligned} \quad (3.13)$$

Для подальшого розвитку Моделі оцінки готовності компанії до впровадження блокчейн-технологій необхідно розробити опитувальник, що визначатиме рівень знань компанії щодо блокчейн-технологій, а також детальніше пропрацювати

методологію оцінки кожного із чотирнадцяти наведених факторів, для цього пропонується використати 5 бальну шкалу для кожного фактора (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Шкала для оцінювання готовності компанії до впровадження блокчейну

Назва фактору	Опис критерію оцінки	Шкала (1-5)
1	2	3
Відносна перевага	Очікуваний приріст продуктивності або зниження витрат (%)	1. <5% 2. 5-10% 3. 10-20% 4. 20-30% 5. >30%
Сумісність	Частка поточних бізнес-процесів, які не потребують змін (%)	1. <20% 2. 20-40% 3. 40-60% 4. 60-80% 5. >80%
Складність	Середня кількість годин навчання персоналу (годин/співробітник)	1. <10 год 2. 10-20 год 3. 20-50 год 4. 50-100 год 5. >100 год
Випробуваність	Частка функцій, які можуть бути протестовані перед впровадженням (%)	1. <20% 2. 20-40% 3. 40-60% 4. 60-80% 5. >80%
Спостережуваність	Кількість успішних кейсів у компаніях з подібним профілем	1. 0-2 кейси 2. 3-5 кейсів 3. 6-10 кейсів 4. 11-20 кейсів 5. >20 кейсів
Організаційна готовність	Частка бюджету на цифрові інновації від загального ІТ-бюджету (%)	1. <5% 2. 5-10% 3. 10-20% 4. 20-30% 5. >30%
Розмір організації	Кількість штатних співробітників, які залучені до ІТ-розробки	1. <5 осіб 2. 5-20 осіб 3. 20-50 осіб 4. 50-200 осіб 5. >200 осіб

Продовження табл. 3.5

1	2	3
Підтримка вищого керівництва	Частка топ-менеджерів, які підтримують впровадження блокчейну (%)	1. <20% 2. 20-40% 3. 40-60% 4. 60-80% 1. >80%
Вік організації	Тривалість існування компанії (років)	2. <1 рік 3. 1-3 роки 4. 3-10 років 5. 10-20 років 6. >20 років
Інтенсивність конкуренції	Кількість конкурентів, які впровадили або планують впровадити блокчейн	1. 0 конкурентів 2. 1-2 конкуренти 3. 3-5 конкурентів 4. 6-10 конкурентів 5. >10 конкурентів
Зовнішній тиск	Кількість запитів від клієнтів або партнерів щодо використання блокчейну	1. 0 запитів 2. 1-2 запити 3. 3-5 запитів 4. 6-10 запитів 5. >10 запитів
Регуляторна невизначеність	Рівень правової визначеності щодо використання блокчейну у країні	1. Відсутнє законодавство, високі ризики 2. Деякі законодавчі ініціативи, але багато невизначеності 3. Є основні правові норми, але потребують уточнення 4. Достатнє регулювання, мінімальні правові ризики 5. Повне регулювання, законодавча підтримка
Попередня співпраця із зацікавленими сторонами	Кількість спільних ІТ-проектів з іншими компаніями або держструктурами	1. 0 проектів 2. 1-2 проекти 3. 3-5 проектів 4. 6-10 проектів 5. >10 проектів
Масштаб бізнес-екосистеми	Кількість бізнес-партнерів, які можуть брати участь у блокчейн-проекті	1. <5 партнерів 2. 5-10 партнерів 3. 11-20 партнерів 4. 21-50 партнерів 5. >50 партнерів

Джерело: сформовано автором.

На основі отриманих результатів оцінки готовності компанії до впровадження блокчейн-технологій можна зробити наступні висновки щодо рівня її підготовленості та стратегічних дій для подальшої інтеграції цієї технології.

Висока готовність (загальний бал більше 4). Якщо компанія демонструє високий рівень готовності до впровадження блокчейну, це свідчить про наявність необхідної технологічної бази, організаційної спроможності та сприятливих зовнішніх умов. Такі компанії можуть швидко інтегрувати блокчейн у свої бізнес-процеси, що дозволить їм отримати конкурентні переваги, підвищити рівень автоматизації та зменшити витрати на операційну діяльність. Висока готовність також означає наявність підтримки з боку керівництва, достатнього рівня технічних компетенцій та адаптивної корпоративної культури, що сприяє успішному впровадженню інновацій. Для таких компаній рекомендується розглядати активне впровадження блокчейн-рішень як частину своєї цифрової трансформації.

Середня готовність (загальний бал від 3 до 4). Компанії, що отримали середній рівень готовності, мають потенціал для інтеграції блокчейн-технологій, однак можуть зіткнутися з певними бар'єрами, що потребують усунення. Це може бути недостатній рівень технічної експертизи, відсутність стратегічного бачення щодо використання технології або зовнішні регуляторні обмеження. У таких випадках компанії варто здійснити додатковий аналіз проблемних аспектів та розробити план поступової підготовки до впровадження блокчейну. Основними напрямками можуть бути навчання персоналу, модернізація ІТ-інфраструктури або пошук стратегічних партнерів для спільної реалізації блокчейн-проектів.

Низька готовність (загальний бал менше 3). Компанії з низьким рівнем готовності можуть стикатися з істотними технологічними, організаційними або регуляторними бар'єрами, які ускладнюють ефективне використання блокчейну. Основними причинами низької готовності можуть бути відсутність фінансових ресурсів для реалізації технології, недостатня підтримка з боку керівництва або невідповідність існуючих бізнес-процесів вимогам блокчейн-інфраструктури. У такому випадку компанія має визначити, чи доцільно здійснювати інвестиції у

створення необхідних передумов для впровадження блокчейну, або ж варто розглянути альтернативні технології для оптимізації бізнес-процесів.

Проведений аналіз готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій засвідчив, що хоча ця технологія має значний потенціал для оптимізації бізнес-процесів, зменшення витрат і підвищення конкурентоспроможності, її реальне впровадження стикається з низкою організаційних, технологічних і регуляторних бар'єрів. Запропонована модель оцінки, заснована на підході «технологія-організація-середовище» (ТОЕ), дозволяє комплексно оцінити фактори, що визначають можливість інтеграції блокчейну в діяльність підприємства. Вона враховує як внутрішні ресурси та готовність компаній до технологічної трансформації, так і зовнішні умови, включаючи рівень конкуренції та регуляторне середовище.

Аналіз отриманих результатів дозволяє виокремити три рівні готовності компаній до впровадження блокчейну: висока, середня та низька. Висока готовність свідчить про те, що підприємство має необхідні технічні, організаційні та стратегічні передумови для швидкої інтеграції технології. Такі компанії можуть розглядати блокчейн не лише як інструмент оптимізації бізнес-процесів, а й як основу для створення нових конкурентних переваг. Середній рівень готовності означає наявність потенціалу до впровадження, проте потребує додаткової підготовки, включаючи розбудову інфраструктури, навчання персоналу та адаптацію організаційної моделі. Компаніям із низьким рівнем готовності доцільно зосередитися на усуненні фундаментальних бар'єрів, таких як відсутність технологічної експертизи, обмеженість фінансових ресурсів чи недостатня підтримка з боку керівництва.

Запропонована методика оцінювання може бути корисною як для керівників підприємств, що розглядають можливість впровадження блокчейну, так і для дослідників, які займаються вивченням впливу цифрових технологій на бізнес-процеси. Подальші дослідження в цьому напрямку можуть бути спрямовані на розширення переліку факторів, що впливають на готовність підприємств, а також на емпіричне тестування моделі у різних галузях економіки.

Отже, впровадження блокчейн-технологій потребує не лише фінансових інвестицій, а й стратегічного планування, комплексного аналізу ризиків та адаптації організаційних структур. Використання моделі ТОЕ дає можливість не лише визначити поточний рівень готовності підприємства, а й сформувати дорожню карту цифрової трансформації, що забезпечить ефективне використання ресурсів та мінімізує потенційні загрози.

3.2. Стратегічні рекомендації щодо впровадження блокчейн-технологій для підприємств різних типів

Сучасний розвиток цифрових технологій спричиняє суттєві зміни у веденні бізнесу, трансформації ланцюгів постачання та формуванні нових моделей створення доданої вартості. Серед інновацій, які найбільше привертають увагу наукової спільноти та керівників різних рівнів, ключове місце посідає блокчейн (розподілений реєстр). Попри те, що початково технологія асоціювалася насамперед із криптовалютами (Bitcoin, Ethereum тощо), на сьогодні спектр її можливого застосування значно ширший і охоплює такі галузі, як логістика, енергетика, охорона здоров'я, банківська справа, агросектор, державне управління, телекомунікації й багато інших.

У світлі тенденцій посилення конкурентного тиску й швидкоплинних технологічних змін, блокчейн стає одним з ключових драйверів цифрової трансформації. Однак його впровадження вимагає чіткої стратегічної візії та розуміння того, як саме розподілені реєстри узгоджуються зі специфікою бізнесу, його корпоративною культурою та потребами ключових зацікавлених сторін. На рівні управлінських рішень це означає, що організації мають:

- оцінити наявні бізнес-процеси й визначити, чи дійсно блокчейн вирішує конкретну проблему або відкриває суттєві можливості;
- адаптувати систему управління, зокрема ІТ-архітектуру, нормативно-правові процедури, підготовку персоналу тощо;

- врахувати галузеві нюанси (регуляторні обмеження, підхід до конфіденційності та обробки даних, рівень зрілості конкурентів) і створювати умови для довгострокового «співіснування» традиційних інструментів із блокчейн-рішеннями.

Хоча наукові й консалтингові джерела описують різні деталі процесу впровадження блокчейну, можна виділити п'ять-шість універсальних кроків, характерних для більшості успішних кейсів.

1. Стратегічне усвідомлення й оцінка можливостей. На початковому етапі керівництво організації повинно сформувати чітку візію: як блокчейн узгоджується зі загальними цілями підприємства, його конкурентними перевагами та розвитком ринків. Здійснюється попередній аудит внутрішніх потреб і зовнішніх обмежень: регуляторних, правових, інфраструктурних. Важливо розрізняти базові риси блокчейну (децентралізація, незмінність даних, розподілений консенсус) від додаткових (смарт-контракти, токенизація, гібридні моделі зберігання). На цьому етапі керівництво має:

- поставити конкретні цілі (зниження трансакційних витрат, підвищення прозорості ланцюгів постачання, мінімізація шахрайства тощо);
- визначити критичні ресурси (ІТ-інфраструктура, кваліфікований персонал, залучення зовнішніх експертів);
- попередньо промоніторити досвід конкурентів і аналогічні кейси в суміжних галузях.

2. На цьому етапі компанія проводить глибинний аналіз витрат і вигод (cost-benefit analysis), порівнюючи блокчейн із класичними централізованими рішеннями (наприклад, SQL-базами даних). Важливо зрозуміти, чи виправдане впровадження розподіленого реєстру, тобто чи існує бізнес-проблема, яку технологія може розв'язати більш ефективно та з меншими ризиками.

Доцільно організувати навчання (семінари, тренінги) для персоналу, аби забезпечити когнітивну готовність працівників та формування єдиного термінологічного простору.

3. Розробка пілотного проєкту й Proof of Concept (PoC). Цей крок часто називають першим практичним тестом технології. Обирається обмежений сценарій, за яким вимірюють ключові метрики ефективності (наприклад, швидкість трансакцій, пропускна здатність мережі, собівартість операції). Команда розробників разом зі стейкхолдерами (юридичним, фінансовим, операційним відділами) готує технічну специфікацію та дизайн прототипу:

- визначається тип блокчейну (публічний, приватний, консорціум);
- розробляється архітектура системи (взаємодія вузлів, моделі консенсусу, механізм підтвердження трансакцій);
- інтегруються смарт-контракти, якщо вони необхідні для бізнес-логіки проєкту.

4. На цьому етапі важливо встановити метрики успіху: чи досягається очікуваний рівень безпеки? Чи достатньо швидко обробляються трансакції? Чи можлива масштабованість? Пілотний проєкт дає змогу зібрати реальні дані щодо стабільності та продуктивності рішення, а також виявити прогалини в компетенціях команди чи в технічній інфраструктурі.

5. Повномасштабне розгортання й інтеграція з наявними системами.

За успішного проходження пілоту блокчейн-рішення переводиться в продукційний режим. Цей перехід супроводжується:

- оптимізацією технічної архітектури для роботи в реальних умовах навантаження;
- допрацюванням політики безпеки (автентифікація, управління ключами, резервне копіювання даних);
- інтеграцією з існуючими корпоративними системами (ERP, CRM, внутрішніми базами даних), а також з інструментами зовнішніх партнерів і постачальників.

На цьому етапі вкрай важлива міжфункціональна співпраця: ІТ-відділ у тісній взаємодії з операційними та фінансовими підрозділами забезпечує безперебійну роботу рішення, відстежує показники ефективності, збирає зворотний зв'язок від реальних користувачів (як внутрішніх, так і зовнішніх). У паралельному режимі

організація коригує внутрішні процедури та регламенти, аби блокчейн гармонійно «вклався» в бізнес-процеси.

Для масштабування проєкту необхідно залучати нових учасників (постачальників, клієнтів, партнерів). Тут набирає чинності «мережевий ефект»: що більше організацій або користувачів підключається до платформи, то вища цінність такого рішення. Водночас управлінці мають підтримувати довіру, яка є ключовим елементом розподілених реєстрів. Для збереження стабільності системи розгортається процес безперервного вдосконалення, коли на основі зібраних даних (лог-файлів, відгуків користувачів) вносять коригування або додають нові функціональні модулі.

6. Оцінка довгострокового впливу та інституціоналізація інновацій. Завершальним кроком у циклі впровадження стає систематична оцінка ROI (Return on Investment), TCO (Total Cost of Ownership) та інших фінансових показників. Аналізуються також непрямі вигоди, такі як поліпшення іміджу компанії, формування нових екосистем або підвищення кваліфікації персоналу.

На цьому етапі компанія нерідко приймає рішення про масштабування блокчейн-рішень на інші підрозділи або про інтеграцію з платформами партнерів, створюючи міжорганізаційні чи навіть міжгалузеві блокчейн-мережі. По суті, в компанії формується внутрішня культура інновацій, де блокчейн розглядається як один із ключових елементів стратегії цифрової трансформації.

Згідно інформацією PixelCrayons, мінімальна вартість створення блокчейн рішення може коливатися в діапазоні від 20 тисяч до 50 тисяч доларів, тоді як масштабний корпоративний проєкт часто перевищує 200 тисяч доларів чи навіть більше – залежно від рівня інтеграції та кількості залучених стейкхолдерів [104]. Сукупна вартісна модель (TCO) при впровадженні блокчейну включає такі компоненти:

1. Розробка ПЗ і створення архітектури:

– зарплати розробників, тестувальників, DevOps-фахівців, фахівців з безпеки;

- витрати на ліцензії (якщо використовуються корпоративні блокчейн-платформи на кшталт Hyperledger, Quorum чи Corda).

2. Інтеграція з наявними ІТ-системами:

- модифікація або оновлення внутрішніх баз даних, ERP-систем, CRM-модулів;

- налаштування API та зовнішніх сервісів для обміну даними.

3. Інфраструктура:

- витрати на хостинг (хмарні рішення, власні сервери) та масштабування мережі вузлів;

- забезпечення безпеки та резервування даних.

4. Управління змінами й навчання персоналу:

- тренінги щодо архітектури блокчейну, смарт-контрактів, методів криптографії;

- консультації із зовнішніми експертами, аудит безпеки, юридичні послуги.

5. Обслуговування та підтримка:

- постійне відстеження стану блокчейн-системи, оновлення протоколу, усунення вразливостей;

- технічна підтримка користувачів та залучених партнерів.

Важливо розглядати витрати у динаміці й враховувати потенційні вигоди, як-от:

1. Скорочення трансакційних витрат (наприклад, зменшення потреби у третіх сторонах).

2. Зменшення операційних ризиків, пов'язаних із шахрайством чи помилками в документації.

3. Підвищення репутаційних дивідендів (інноваційний бренд, залучення інвесторів).

Загалом, для раціональної стратегії впровадження блокчейну доцільно виконувати покроковий перехід від Proof of Concept до малого проєкту, а далі – до масштабування та оптимізації. Правильна оцінка витрат забезпечує прозорість

інвестування, а системне порівняння з альтернативними технологіями дозволяє уникнути «надмірного хайпу», коли блокчейн упроваджується лише через його «модність» або PR-вигоди без реального бізнес-підґрунтя.

Успішне впровадження блокчейну залежить від раціонального розподілу й використання ресурсів підприємства: фінансових, людських, технічних, організаційних тощо. Особливості блокчейну (децентралізація, потреба у безпекових протоколах, складна архітектура) висувають підвищені вимоги до:

1. Кваліфікації персоналу. Необхідні розробники з досвідом програмування смарт-контрактів (наприклад, Solidity для Ethereum, Chaincode для Hyperledger), криптографи, системні аналітики, що розуміють розподілені системи.

2. Гнучкості IT-інфраструктури. Блокчейн створює додаткове навантаження на серверні потужності, а також потребує надійного каналу зв'язку між вузлами.

3. Управлінської підтримки. Впровадження інновацій часто стикається зі спротивом, особливо якщо немає чіткого розуміння вигід або існує страх перед змінами бізнес-процесів. Тому важливою є роль топменеджменту в аргументації й комунікації змін, забезпеченні бюджетів, формуванні спільного бачення.

4. Міжфункціональної співпраці. Оскільки блокчейн пронизує різні підрозділи (IT, юридичний, логістичний, фінансовий) й навіть кордони компанії (залучає постачальників, клієнтів, державні установи), необхідна налагоджена система взаємодії.

5. Керування ризиками. Компанія повинна заздалегідь продумати стратегії на випадок технічних чи регуляторних змін (наприклад, зміна норм щодо захисту даних, обмеження в іноземній юрисдикції).

Роль організаційної культури також є ключовою: успіх залежить від того, чи готові працівники перейти на новий формат роботи, чи здатна компанія швидко експериментувати й ставитися до невдач як до частини навчального процесу. У протилежному випадку блокчейн-проекти ризикують залишитися на стадії демонстраційного прототипу.

Таким чином, стратегічні рекомендації для впровадження блокчейну в різних типах підприємств базуються на виваженому поєднанні технологічної експертизи,

організаційної зрілості та кооперації із зовнішніми стейкхолдерами. Успішні кейси свідчать, що блокчейн може створити суттєву додану вартість і навіть змінити конкурентні правила гри в галузі. Водночас невдале або непродумане впровадження призводить до зайвих витрат та репутаційних ризиків.

Ключовий висновок: блокчейн – це не просто чергова технологічна опція, а інструмент із великим потенціалом стратегічного впливу. Його впровадження вимагає комплексного, багаторівневого підходу, що починається з чіткого бачення та аналізу потреб і завершуються створенням сталих блокчейн-екосистем, де виграють усі залучені сторони.

Для формування рекомендацій, щодо впровадження блокчейну важливо розглядати результати оцінки у контексті загальної стратегії бізнесу. Проте, оцінка готовності є важливим етапом на шляху до успішного впровадження блокчейн-технології в бізнес процеси.

Технологія блокчейну має великий потенціал для трансформації бізнесу. Багато компаній це усвідомлюють, проте не впроваджують блокчейн в свою діяльність, через ряд факторів. Запропонована нами модель дозволяє компаніям аналізувати свою готовність до впровадження блокчейну та приймати обґрунтовані рішення, що дозволить мінімізувати ризики та ефективно розподіляти ресурси. Дана модель враховує взаємодію трьох основних аспектів: технології, організації та зовнішнього середовища.

Для розвитку моделі оцінки готовності до впровадження блокчейну та її практичного застосування необхідно провести подальші дослідження, включаючи розробку опитувальників та більш детальний аналіз факторів.

Отже, основні висновки полягають в тому, що блокчейн є важливою технологією для бізнесу, але впровадження її вимагає обґрунтованого підходу, аналізу готовності та управління ризиками.

Проведене у підрозділах 2.2 та 3.1 дослідження на основі експертних опитувань, а також структурування та визначення значимості методом аналізу ієрархій факторів, що найбільш суттєво впливають на загальний показник (коефіцієнт) готовності підприємства до впровадження блокчейн-технологій,

потребує, на нашу думку, подальшого розвитку у напрямі виділення типів підприємств за ступенем готовності до ефективного впровадження блокчейн. Виокремлення таких типів на науково обґрунтованій, об'єктивній основі, мало б практичне значення, оскільки давало б змогу підприємствам після експертного діагностування поточного стану готовності до впровадження блокчейн-технологій будувати відповідну стратегію розвитку з врахуванням необхідності нарощування потенціалу тих чи інших факторів, критично необхідних для забезпечення у подальшому цільового рівня готовності. З практичного погляду це сприяло б також кращій ресурсній забезпеченості інвестиційних проєктів та програм впровадження блокчейн-технологій, оптимізації кошторисів витрат за такими проєктами, підвищенню обґрунтованості прогнозних показників ефективності, зниженню проєктних ризиків. Інституціоналізація цифрових трансформацій передбачає врахування цілого ряду факторів, серед яких організаційна культура, нормативно-правова база, технологічна інфраструктура, стратегії управління кадрами. У цілому зосередження на фінансуванні витрат на фактори, до збільшення яких найбільш чутливий загальний показник готовності підприємства до впровадження блокчейн-технологій, відповідає принципам забезпечення ефективності, коли при найменших витратах досягається найбільший позитивний економічний ефект.

Метою цієї частини дослідження є проведення типологізації ситуацій готовності підприємств до ефективного запровадження блокчейн-технологій, виділення типів підприємств за ступенем готовності використовувати технології блокчейн у різних функціональних сферах своєї діяльності (а саме такі, що мали б значимі відмінності у комбінаціях різних факторів цільової функції моделі) та визначення на цій основі нормативних рекомендованих меж значень загального показника готовності підприємства до впровадження блокчейн-технологій.

Гіпотеза дослідження полягає у наявності залежності змін значення загального показника готовності підприємства до ефективного впровадження блокчейн-технологій від позитивного комплементарного впливу факторів, що обумовлюють тип готовності підприємства до впровадження відповідних технологій. Сутність комплементарності полягає у взаємодії елементів системи, за

якої вони залежать один від одного і доповнюють один одного, залишаючись при цьому відносно самостійними [5]. Підтвердити гіпотезу про позитивний комплементарний вплив факторів можна, виявивши залежність між зростанням значення загального показника готовності до впровадження за певної комбінації факторів моделі, яку можна позначити як певний тип готовності до ефективного впровадження, порівняно із значенням показника готовності за умов іншої комбінації факторів, із імітацією стохастичної, ймовірнісної зміни усіх факторів моделі одночасно.

Підтвердження чи спростування справедливості гіпотези про комплементарність факторів впливу на готовність підприємств до ефективного впровадження блокчейн-технологій здійснюватиметься на основі аналізу чутливості та рангової кореляції загального коефіцієнта готовності до впровадження та обраних комбінацій переважаючих факторів впливу (які обумовлюють тип готовності до впровадження).

У ході дослідження побудуємо стохастичну імітаційну модель, що передбачатиме варіювання оцінювання за 5 бальною шкалою поточних знань про технологію, технологічних, організаційних та факторів середовища, що обумовлюють готовність до ефективного впровадження блокчейн-технологій підприємством за 15-ма факторами цільової функції моделі. Побудова моделі та проведення імітаційного моделювання здійснювались за такими етапами.

1. Визначення залежної та незалежних змінних моделі. Ключовим показником моделі є загальний показник готовності підприємства до впровадження блокчейн-технологій, формула розрахунку якого розроблена у підрозділі 3.1 дисертаційної роботи (див. формулу 3.13)

де:

$Vc_Adoption$ – загальний показник готовності підприємства до впровадження технології;

– оцінка рівня поточних знань про технологію, балів;

– оцінка технологічних факторів (відносна перевага, сумісність, складність, випробуваність, спостережуваність), балів;

- оцінка організаційних факторів (організаційна готовність, розмір організації, підтримка вищого керівництва, вік організації), балів;
- оцінка факторів середовища (інтенсивність конкуренції, тиск зовнішніх стейкхолдерів, регуляторна невизначеність, попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами, масштаб бізнес-екосистеми), балів.

Отже, ключовою залежною змінною моделі є загальний показник готовності підприємства до впровадження блокчейн-технологій, незалежними змінними, значення яких зазнаватимуть імітаційних стохастичних змін у вказаних межах (оцінок у балах за 5 бальною шкалою), будуть 15 факторів моделі, зокрема: – *рівень поточних знань про технологію*; *технологічні фактори*: – відносна перевага; – сумісність; – складність; – випробуваність; – спостережуваність; *організаційні фактори*: – організаційна готовність; – розмір організації; – підтримка вищого керівництва; – вік організації; *фактори середовища*: – інтенсивність конкуренції; – тиск зовнішніх стейкхолдерів; – регуляторна невизначеність; – попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами; – масштаб бізнес-екосистеми.

2. Вибір програмного забезпечення для проведення розрахунків по моделі. Для реалізації імітаційного моделювання обрано програму Oracle Crystal Ball [142], що має ряд переваг, порівняно із шаблоном користувача у MS Excel, створеним під конкретне завдання, щодо зручності проведення імітаційного моделювання та виведення і візуалізації його результатів для аналізу [133, с. 433-435].

3. Призначення характеру розподілу ймовірностей та меж зміни значень за незалежними факторами/параметрами моделі. Враховуючи вузький діапазон зміни значень та власне тип даних (експертні оцінки у балах) як основний було взято трикутний розподіл ймовірностей. Високий рівень експертних оцінок за кожним фактором знаходився в межах від 4 до 5, середній – від 3 до 4 і низький, відповідно, – від 1 до 3 балів.

4. Визначення доцільної кількості прогонів (експериментів, імітацій) моделі. Оскільки дослідне збільшення кількості прогонів моделі не впливало на підвищення точності результатів та не змінювало результати аналізу чутливості (відображення ступеня впливу окремих факторів на ключовий показник моделі,

залежну змінну), було обрано базовий варіант, що пропонується програмою за замовчуванням, а саме 500 експериментів.

5. Попереднє виокремлення комбінацій готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій із переважаючим чи недостатнім розвитком тих чи інших факторів.

Імітаційне моделювання зміни експертних оцінок з метою з'ясування їх впливу на значення загального показника готовності підприємства до ефективного впровадження технологій блокчейн здійснювалось відокремлено за сформованими комбінаціями рівнів оцінювання (низьким, середнім та високим) факторів моделі в рамках їх груп – рівня поточних знань про технологію; технологічних факторів; організаційних факторів та факторів середовища.

Оцінки в балах встановлювались як значення середини кожного оціночного інтервалу (низького, середнього та високого). При призначенні оцінок усіх факторів із груп 0, 1, 2 та 3, по яких було сформовано комплементарні комбінації для кожного окремого циклу імітації, на низькому, середньому або високому рівнях (відповідно до додатку Д) із варіацією в межах початку та кінця оціночного інтервалу, по решті факторів із інших груп, які не були включені до комбінації, оцінки встановлювались на середньому рівні 3,5 бали із варіацією від 1 до 5 балів.

При практичному використанні моделі готовності підприємства до впровадження блокчейн-технологій, а саме здійсненні оцінювання факторів, на нашу думку, має бути проведене опитування керівників для визначення рівня поточних знань підприємства/організації про блокчейн-технології, які можуть застосовуватись для трансформації бізнес-процесів та підвищення ефективності функціонування. Усі інші фактори мають оцінюватись на підприємстві/організації експертним шляхом, із залученням фахівців, які надалі безпосередньо займатимуться впровадженням, з врахуванням ступеня інтенсивності ознак по кожному із факторів.

6. Здійснення імітацій, аналіз та інтерпретація отриманих результатів моделювання.

Результати імітаційного моделювання щодо діапазону значень у балах загального показника готовності компанії до ефективного впровадження блокчейн-технологій та управлінських змін відповідно до різних комбінацій рівнів оцінок факторів, подано у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Очікувані середні значення загального показника готовності підприємства до впровадження блокчейн-технологій, бали

№п/п	Комбінація груп факторів та рівень оцінок по окремих факторах групи ((H) – низький, (C) – середній, (B) – високий) ¹	Очікуване середнє значення показника готовності підприємства до впровадження БТ	Стандартнє відхилення	Діапазон ймовірних значень загального показника готовності підприємства до впровадження БТ (для 99,7% довірчого інтервалу)
1	2	3	4	5
1	F ⁰ (H)	3,00	0,25	2,25 – 3,75
2	F ⁰ (C)	3,24	0,26	2,46 – 4,02
3	F ⁰ (B)	3,38	0,25	2,63 – 4,13
4	F ¹ (H)	3,00	0,27	2,19 – 3,81
5	F ¹ (C)	3,17	0,31	2,24 – 4,1
6	F ¹ (B)	3,31	0,30	2,41 – 4,21
7	F ² (H)	2,71	0,22	2,05 – 3,37
8	F ² (C)	3,37	0,15	2,92 – 3,82
9	F ² (B)	3,72	0,20	3,12 – 4,32
10	F ³ (H)	2,82	0,28	1,98 – 3,66
11	F ³ (C)	3,30	0,26	2,52 – 4,08
12	F ³ (B)	3,58	0,26	2,8 – 4,36
13	F ⁰ (H) F ¹ (H)	2,99	0,15	2,54 – 3,44
14	F ⁰ (C) F ¹ (C)	3,22	0,28	2,38 – 4,06
15	F ⁰ (B) F ¹ (B)	3,58	0,26	2,80 – 4,36
16	F ⁰ (H) F ² (H)	2,53	0,18	1,99 – 3,07
17	F ⁰ (C) F ² (C)	3,37	0,16	2,89 – 3,85
18	F ⁰ (B) F ² (B)	3,93	0,15	3,48 – 4,38
19	F ⁰ (H) F ³ (H)	2,83	0,10	2,51 – 3,11
20	F ⁰ (C) F ³ (C)	3,35	0,22	2,69 – 4,01
21	F ⁰ (B) F ³ (B)	3,80	0,23	3,11 – 4,49
22	F ¹ (H) F ² (H)	2,54	0,21	1,91 – 3,17
23	F ¹ (C) F ² (C)	3,36	0,20	2,76 – 3,96
24	F ¹ (B) F ² (B)	3,90	0,19	3,33 – 4,47
25	F ¹ (H) F ³ (H)	2,68	0,25	1,93 – 3,43
26	F ¹ (C) F ³ (C)	3,32	0,24	2,60 – 4,04
27	F ¹ (B) F ³ (B)	3,76	0,25	3,01 – 4,51
28	F ² (H) F ³ (H)	2,35	0,18	1,81 – 2,89
29	F ² (C) F ³ (C)	3,44	0,14	3,02 – 3,86
30	F ² (B) F ³ (B)	4,13	0,16	3,65 – 4,61
31	F ⁰ (H) F ¹ (H) F ² (H) F ³ (H)	2,02	0,13	1,63 – 2,41
32	F ⁰ (H) F ¹ (H) F ² (C) F ³ (C)	3,06	0,09	2,79 – 3,33

Продовження табл. 3.6

1	2	3	4	5
33	F ⁰ (C) F ¹ (C) F ² (H) F ³ (H)	2,42	0,14	2,00 – 2,84
34	F ⁰ (C) F ¹ (C) F ² (C) F ³ (C)	3,54	0,06	3,36 – 3,72
35	F ⁰ (C) F ¹ (C) F ² (B) F ³ (B)	4,25	0,06	4,07 – 4,43
36	F ⁰ (B) F ¹ (B) F ² (H) F ³ (H)	2,74	0,12	2,38 – 3,10
37	F ⁰ (B) F ¹ (B) F ² (C) F ³ (C)	3,82	0,07	3,61 – 4,03
38	F ⁰ (B) F ¹ (B) F ² (B) F ³ (B)	4,54	0,06	4,36 – 4,72
39	F ⁰ (H) F ¹ (B) F ² (B) F ³ (B)	4,13	0,08	3,89 – 4,37
40	F ⁰ (B) F ¹ (H) F ² (B) F ³ (B)	4,20	0,07	3,99 – 4,41
41	F ⁰ (B) F ¹ (B) F ² (H) F ³ (B)	3,51	0,11	3,18 – 3,84
42	F ⁰ (B) F ¹ (B) F ² (B) F ³ (H)	3,76	0,09	3,49 – 4,03

¹Примітка. Значення оцінок факторів моделі в усіх інших групах, не включених до комбінації, встановлено на середньому рівні.

Джерело: складено автором на основі розрахунків за моделлю готовності підприємства до впровадження з використанням функції імітаційного моделювання у Oracle Crystal Ball.

Після відсіювання близьких за значенням оцінок, ранжування значень загального показника готовності за зростанням та аналізу чутливості його зміни до окремих факторів, що здійснювалась за допомогою діаграм чутливості та таблиць рангової кореляції, виділено 8 основних типів готовності до ефективного впровадження блокчейн-технологій на підприємстві, відмінних за характером домінуючих груп факторів (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Типи готовності підприємств до ефективного впровадження блокчейн-технологій, бали

№ п/п	Тип готовності до впровадження блокчейн-технологій (за ознакою рівня розвитку складових факторів)	Очікуване середнє значення показника готовності підприємства до впровадження БТ	Стандартне відхилення	Діапазон ймовірних значень загального показника готовності підприємства до впровадження БТ
1	2	3	4	5
1	Низький рівень розвитку усіх факторів: поточних знань про технологію, технологічних, організаційних та несприятливих факторів середовища (F ⁰ (H) F ¹ (H) F ² (H) F ³ (H))	2,02	0,13	1,63 – 2,41

Продовження табл. 3.7

2	Високий рівень розвитку поточних знань про технологію та технологічних факторів ($F^0(B)$ $F^1(B)$)	3,58	0,26	2,80 – 4,36
3	Високий рівень розвитку технологічних факторів та сприятливих факторів середовища ($F^1(B)$ $F^3(B)$)	3,76	0,25	3,01 – 4,51
4	Високий рівень розвитку поточних знань про технологію та сприятливих факторів середовища ($F^0(B)$ $F^3(B)$)	3,80	0,23	3,11 – 4,49
5	Високий рівень розвитку технологічних та організаційних факторів ($F^1(B)$ $F^2(B)$)	3,90	0,19	3,33 – 4,47
6	Високий рівень розвитку поточних знань про технологію та організаційних факторів ($F^0(B)$ $F^2(B)$)	3,93	0,15	3,48 – 4,38
7	Високий рівень розвитку організаційних факторів та сприятливих факторів середовища ($F^2(B)$ $F^3(B)$)	4,13	0,16	3,65 – 4,61
8	Високий рівень розвитку усіх факторів: поточних знань про технологію, технологічних, організаційних та сприятливих факторів середовища ($F^0(B)$ $F^1(B)$ $F^2(B)$ $F^3(B)$)	4,54	0,06	4,36 – 4,72

¹Примітка. Рівень оцінок по окремих факторах групи ((Н) – низький, (С) – середній, (В) – високий)

Джерело: власна розробка автора.

У цілому дані табл. 3.6 та 3.7 свідчать про підтвердження гіпотези щодо наявності позитивного комплементарного впливу певних комбінацій факторів на зростання загального показника готовності до впровадження підприємством/організацією блокчейн-технологій. За будь-яких комбінацій середніх експертних оцінок високого рівня (тобто, виставлених в інтервалі від 4 до 5 балів) найбільший позитивний комплементарний вплив на зростання загального показника готовності підприємства/організації до впровадження блокчейн-технологій справляє високий рівень розвитку усіх факторів, а також таких факторів, як організаційні фактори та сприятливі фактори середовища.

Дещо менший, але також значимий обопільний вплив спричинює високий рівень розвитку поточних знань про технологію та організаційних факторів. Далі, за спадною, дані таблиць демонструють комплементарний вплив на показник готовності до впровадження високого рівня розвитку технологічних та організаційних факторів; поточних знань про технологію та сприятливих факторів середовища; технологічних факторів та сприятливих факторів середовища; поточних знань про технологію та технологічних факторів.

Таким чином, за недостатності рівня розвитку (виміряного через експертні оцінки) усіх або частини груп факторів, пріоритетними з точки зору стратегічного розвитку мають бути саме ті фактори, які спричинюють найвищий вплив на зростання показника готовності до впровадження блокчейн-технологій.

Зіставлення фактично отриманої загальної оцінки при діагностуванні стану готовності підприємства/організації (розрахованої за формулою 3.1) із очікуваними середніми табличними значеннями загальної оцінки готовності в межах від 2,02 до 4,54 (відповідно до низького та високого рівня оцінок по усіх 4 групах факторів), даватиме змогу не лише охарактеризувати досягнутий рівень готовності до впровадження на дату оцінювання (високий, середній чи низький), але й співвіднести цей рівень із певним типом готовності (за переважанням факторів та їх комплементарним впливом на загальний показник) та отримати таким чином орієнтири для подальшого прийняття на цій основі стратегічних рішень щодо впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси підприємства/організації.

Отже, одним із суттєвих здобутків проведеного дослідження стало виявлення позитивного комплементарного впливу низки факторів на загальний показник готовності (*Bc_Adoption*). Це означає, що збалансований розвиток технологічних, організаційних чинників та чинників зовнішнього середовища приводить до найвищого зростання інтегрального показника готовності та, відповідно, до успішнішого впровадження блокчейну.

Унаслідок проведеного імітаційного моделювання та аналізу (табл. 3.6) сформовано вісім основних «типів» готовності до блокчейн-технологій, що різняться за комбінаціями високих, середніх чи низьких рівнів розвитку

досліджуваних факторів (зокрема, поточних знань $F0$, технологічних $F1$, організаційних $F2$ та чинників середовища $F3$). Виявлено, що найнижча готовність (значення $Bc_Adoption \approx 2,0-2,5$) притаманна тим підприємствам, у яких недостатньо розвинені всі групи чинників ($F0(H)$, $F1(H)$, $F2(H)$, $F3(H)$). Натомість найвищі показники готовності ($Bc_Adoption \approx 4,5$) досягають ті організації, де на високому рівні перебувають одночасно поточні знання про блокчейн, технологічні ресурси, організаційні компетенції та сприятливе бізнес-середовище.

Типологізація дозволяє кожному підприємству:

- визначити свій поточний стан готовності (за допомогою експертного оцінювання й розрахунку інтегрального показника);
- зіставити отриманий результат із визначеними в табл. 3.5 та 3.6 референтними діапазонами;
- розробити пріоритети та цільові параметри покращення (наприклад, посилити організаційні компетенції, які найсуттєвіше впливають на загальний показник).

Висновки імітаційного моделювання свідчать, що організаційні чинники (зокрема, підтримка керівництва, рівень внутрішньої готовності, кадровий потенціал) та чинники зовнішнього середовища (наприклад, сприятлива конкуренція, попередня співпраця із партнерами, масштаб бізнес-екосистеми) відіграють ключову роль у стрімкому підвищенні інтегрального показника готовності. Отже, за обмеженості ресурсів саме посилення цих чинників надасть найбільший приріст $Bc_Adoption$.

Підтверджено, що за низького рівня організаційної зрілості ($F2$) впровадження навіть технічно досконалих рішень може ускладнюватися спротивом персоналу, браком відповідної експертизи тощо. Тому рекомендується:

- інвестувати в людський капітал – проведення спеціалізованих тренінгів, залучення зовнішніх консультантів, мотивацію талановитих фахівців для пришвидшення цифрових перетворень;

– поширювати інформацію всередині компанії про переваги блокчейну, підкріплюючи їх конкретними кейсами (наприклад, зниження трансакційних витрат, прискорення роботи з контрагентами).

Як засвідчує проведене дослідження, високі оцінки (F3) – зокрема, попередня взаємодія з партнерами, масштаб екосистеми, інтенсивність конкуренції – сприяють зростанню загального рівня готовності. За належних комунікацій та побудови «довірчої» мережі постачальників і клієнтів блокчейн-продукти можуть приносити мережевий ефект. Тому на практиці рекомендується:

- укладати галузеві чи міжгалузеві союзи, створювати консорціуми для спільної розробки та стандартизації блокчейн-рішень;
- впроваджувати спільні пілоти з контрагентами, щоб перевірити дієвість системи в реальних умовах і розділити інвестиційні ризики.

Модель, що поєднує результати імітацій (табл. 3.5, 3.6), наочно демонструє: *організації*, які прагнуть швидкого збільшення показника *Bc_Adoption*, мають насамперед підтягнути ті фактори, «недорозвиненість» яких особливо знижує інтегральну оцінку. Нерідко це означає:

- зростання рівня управлінської підтримки (роз'яснення ролі блокчейну керівному складу, виділення достатніх коштів);
- поглиблення внутрішнього потенціалу (рівня поточних знань F0) через освітні програми, семінари, тренінги;
- посилення партнерської взаємодії на ринку (робота із зовнішніми стейкхолдерами, створення/розвиток екосистеми).

Щоб забезпечити поетапне та ефективне використання ресурсів, доцільно впроваджувати:

1. Невеликий бюджет на створення Proof of Concept (оцінка життєздатності рішення, технічна експертиза).

2. Збільшений бюджет на інтеграцію та масштабування в разі успішного пілоту (залучення фінансування партнерів, кредитних ресурсів чи інвесторів).

3. Бюджет підтримки на довгострокову експлуатацію, безпеку, оновлення, з огляду на швидкоплинність технологічних змін і появу нових механізмів консенсусу.

З метою формування *галузевих стандартів* впровадження блокчейну доцільно систематизувати найкращі практики, опрацьовані у провідних світових та локальних компаніях. Формування подібного переліку кейсів, структурованих за типами готовності підприємств, полегшить розробку дорожніх карт для конкретних сценаріїв (наприклад, впровадження смарт-контрактів у логістичних ланцюгах чи відстеження постачань).

Таким чином, блокчейн-технології володіють високим потенціалом для трансформації бізнес-процесів та підвищення конкурентоспроможності сучасних підприємств. Водночас успішність її інтеграції безпосередньо залежить від збалансованого розвитку технологічних (F1), організаційних (F2) і середовищних (F3) чинників, а також від початкового рівня обізнаності про блокчейн (F0). Метод імітаційного моделювання та аналізу різних «типів готовності» демонструє, що комплементарний вплив окремих груп факторів є вирішальним для досягнення високих значень інтегрального показника (*Bc_Adoption*).

Запропонована модель допомагає діагностувати поточний стан готовності до впровадження блокчейну, виокремлювати основні напрями розвитку (залежно від того, які саме фактори перебувають на низькому рівні) й оптимізувати стратегічні рішення щодо розподілу фінансових, кадрових та часових ресурсів.

Зрештою, комплексний підхід до оцінки готовності та формування стратегії дає змогу підприємствам сформувати обґрунтований сценарій переходу від локальних пілотів до повномасштабних блокчейн-рішень, які здатні принести суттєвий економічний і репутаційний вигравш за умов правильної реалізації та дотримання принципів цифрової трансформації.

На основі проведеного дослідження та результатів імітаційного моделювання розроблено узагальнену концепцію впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси компаній. Враховуючи різну фінансову, організаційну та технологічну спроможність підприємств, обґрунтовано доцільність розподілу їх на дві категорії:

малі і середні підприємства та великі компанії. Такий підхід забезпечує адаптацію процесу впровадження до ресурсних можливостей суб'єктів господарювання та дозволяє визначити оптимальну стратегічну траєкторію інтеграції блокчейну в їхні бізнес-процеси (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Концепція практичної інтеграції блокчейн-технологій у бізнес-процеси підприємств

Етапи впровадження	Малі і середні підприємства	Великі підприємства
1	2	3
1. Формування стратегічного бачення впровадження блокчейну (<i>ТОЕ: організаційні фактори – підтримка керівництва, стратегічна орієнтація, інтеграція у бізнес-стратегію</i>)	- Аналіз ринку та існуючих блокчейн-рішень. - Оцінка потенційного впливу блокчейну на бізнес-модель. - SWOT-аналіз можливостей і загроз.	- Інтеграція блокчейну в корпоративну цифрову стратегію. - Визначення бізнес-процесів із найбільшою вигодою від блокчейну. - Аналіз регуляторних ризиків та конкурентного середовища.
2. Оцінка готовності підприємства за моделлю <i>Vc_Adoption</i> (<i>ТОЕ: технологічні, організаційні, середовищні фактори</i>)	Оцінка готовності підприємства за такими критеріями - F0 – рівень поточних знань про технологію. - F1 – технологічні фактори: безпека, масштабованість, гнучкість. - F2 – організаційні фактори: внутрішня підтримка, фінансова готовність, управління змінами. - F3 – фактори середовища: конкуренція, регуляторні ризики, партнерська екосистема. - Визначення слабких місць і пріоритетів підготовки.	
3. Підготовка персоналу до впровадження (<i>ТОЕ: організаційні фактори – рівень кваліфікації, управління змінами, навчальні ініціативи</i>)	- Базові тренінги для співробітників про блокчейн. - Впровадження навчальних модулів щодо роботи зі смарт-контрактами та криптографією.	- Масштабні навчальні ініціативи: сертифікація, корпоративні навчальні програми. - Створення внутрішньої команди цифрових трансформацій.
4. Вибір підходу до впровадження (<i>ТОЕ: технологічні фактори – гнучкість, можливість інтеграції, сумісність з існуючими системами</i>)	- Еволюційний підхід: мінімізація витрат, використання готових рішень (API, відкриті блокчейни). - PoC (Proof of Concept) для тестування бізнес-ефективності.	- Два можливі підходи: 1. Еволюційний підхід – тестування блокчейн-рішень у вузьких бізнес-операціях. 2. Директивний підхід – повномасштабне розгортання із централізованим управлінням і кастомізацією під потреби компанії.

Продовження табл. 3.8

1	2	3
5. Розробка пілотного проекту (PoC) (ТОЕ: організаційні фактори – тестування технологічної ефективності, прийняття рішень на основі даних)	- Запуск обмеженого пілоту на сторонніх блокчейн-платформах. - Вимірювання швидкості, безпеки, вартості. - Аналіз результатів PoC.	- експерименти з постачальниками та клієнтами; - інтеграція у внутрішню ERP/CRM-систему.
6. Оцінка ефективності впровадження (ТОЕ: фактори середовища – регуляторні обмеження, бізнес-ефект)	- Фінансові метрики: ROI, NPV, TCO. - Операційні метрики: швидкість обробки транзакцій, зниження витрат. - Технологічні метрики: продуктивність, масштабованість, сумісність із системами. - Стратегічні метрики: вплив на конкурентоспроможність, покращення взаємодії із партнерами. - Оцінка ефективності смарт-контрактів у реальних кейсах.	
7. Масштабування та інтеграція	- Поступове розширення функціоналу блокчейну на інші процеси. - Використання хмарних рішень для зниження витрат.	- поступове розширення на інші бізнес-підрозділи.; - повне впровадження блокчейн-рішень у всю операційну систему компанії.
8. Інституціоналізація інновацій	- Автоматизація бізнес-процесів через смарт-контракти (наприклад, автоматичне управління постачаннями). - Моніторинг ефективності впровадженого блокчейну.	- Створення внутрішньої корпоративної блокчейн-екосистеми. - Інтеграція смарт-контрактів у фінансові операції, логістику та управління контрактами. - Міжгалузеві партнерства для використання міжорганізаційних блокчейн-мереж.

Джерело: сформовано автором.

Визначено, що першочерговим етапом є формування стратегічного бачення, яке ґрунтується на аналізі ринку, оцінці потенційного впливу блокчейну на бізнес-модель та SWOT-аналізі можливостей і загроз. Для великих компаній цей процес включає інтеграцію блокчейну в загальну цифрову стратегію, визначення пріоритетних бізнес-процесів для його застосування та оцінку регуляторних ризиків. Наявність стратегічної орієнтації та підтримки керівництва є критичними факторами успішного переходу на блокчейн, що узгоджується з концепцією технологічної, організаційної та середовищної підготовки підприємства (ТОЕ).

Оцінка готовності підприємств до впровадження блокчейну здійснюється за розробленою моделлю *Bc_Adoption*, яка враховує чотири ключові групи факторів:

поточні знання підприємства про технологію, технологічні фактори, організаційні чинники та характеристики бізнес-середовища. Визначено, що найбільший комплементарний вплив на готовність мають організаційні та середовищні фактори, зокрема підтримка керівництва, фінансова готовність, стратегія управління змінами, рівень конкуренції, партнерська екосистема та регуляторні ризики. Для всіх типів підприємств оцінка здійснюється за однаковими критеріями, що дозволяє зіставляти їхні позиції та визначати напрями розвитку.

Наступним етапом є підготовка персоналу до роботи з блокчейном. Малі та середні підприємства зосереджуються на базових навчальних модулях, які охоплюють принципи роботи смарт-контрактів та криптографічних механізмів. Великі компанії реалізують масштабні програми корпоративного навчання, що включають сертифікацію, формування внутрішніх команд цифрової трансформації та спеціалізовані тренінги для технічного персоналу. Належна підготовка людських ресурсів сприяє мінімізації організаційного опору та підвищенню ефективності впровадження технології.

На основі оцінки готовності обирається підхід до впровадження блокчейну. Малі та середні підприємства використовують еволюційний підхід, що передбачає мінімізацію витрат через використання готових рішень (API, відкриті блокчейн-платформи) та тестування Proof of Concept (PoC). Для великих підприємств можливими є два підходи: еволюційний, що дозволяє поступово інтегрувати блокчейн-рішення в окремі бізнес-функції, та директивний, що передбачає повномасштабне розгортання системи з централізованим управлінням та кастомізацією під корпоративні потреби. Вибір підходу обумовлюється рівнем ризиків, рівнем цифрової зрілості компанії та готовністю до масштабного впровадження.

Після вибору підходу здійснюється розробка пілотного проекту, що має на меті тестування технологічної ефективності та бізнес-доцільності блокчейн-рішень. Малі підприємства тестують блокчейн у зовнішньому середовищі, використовуючи сторонні платформи, тоді як великі компанії впроваджують експерименти з постачальниками та клієнтами, інтегруючи блокчейн у внутрішні

ERP- та CRM-системи. Оцінка пілотного проєкту дозволяє виявити слабкі місця технологічної архітектури, скоригувати алгоритми консенсусу та визначити подальші напрями масштабування.

Оцінка ефективності впровадження здійснюється за комплексом метрик. Фінансові показники (ROI, NPV, TCO) дозволяють визначити економічну доцільність, операційні (швидкість транзакцій, скорочення витрат) – виміряти ефективність бізнес-процесів, технологічні (продуктивність, масштабованість, стабільність) – оцінити технічну придатність, а стратегічні (конкурентні переваги, покращення взаємодії з партнерами) – враховують довгострокові ефекти. Додатково аналізується ефективність смарт-контрактів у реальних бізнес-кейсах, що дозволяє визначити їхній вплив на автоматизацію операцій та оптимізацію витрат.

Після успішного пілотного тестування відбувається масштабування та інтеграція блокчейн-рішень у бізнес-процеси підприємства. Малі підприємства розширюють використання блокчейну поступово, застосовуючи хмарні рішення для зниження витрат. Великі компанії інтегрують технологію у кілька бізнес-підрозділів, а в разі обрання директивного підходу – реалізують повномасштабне впровадження блокчейну у всю операційну систему.

Завершальним етапом є інституціоналізація інновацій, яка передбачає закріплення блокчейн-рішень у бізнес-процесах компанії та їх інтеграцію в екосистему партнерів. Для малих підприємств це означає автоматизацію окремих процесів через смарт-контракти (наприклад, управління поставаннями). Великі компанії можуть створювати внутрішні корпоративні блокчейн-екосистеми, інтегрувати смарт-контракти у фінансові операції та логістику, а також брати участь у міжгалузевих блокчейн-мережах для розширення бізнес-можливостей.

Запропонована концепція забезпечує адаптивність впровадження блокчейну відповідно до рівня ресурсної забезпеченості підприємств. Вона дозволяє визначати найбільш ефективні сценарії цифрової трансформації, мінімізувати ризики та підвищувати рівень технологічної готовності. Використання моделей оцінки, таких як *Bc_Adoption*, а також стратегічного підходу до вибору методів

впровадження, гарантує, що підприємства отримають максимальну вигоду від інтеграції блокчейн-технологій у свої бізнес-процеси.

3.3. Концептуальні засади створення блокчейн-екосистеми на національному рівні

Розбудова блокчейн-екосистеми на національному рівні в Україні набуває все більшої актуальності в умовах глобальної цифрової трансформації. Дані технології активно впроваджуються по всьому світу, і багато країн вже створюють власні національні стратегії для її використання. Китай запустив мережу Blockchain-based Service Network (BSN) для полегшення розгортання блокчейн-додатків, а Європейський Союз працює над European Blockchain Services Infrastructure (EBSI) для захищених державних трансакцій. В Естонії блокчейн використовується для захисту урядових даних, а в США та Великобританії технологія застосовується для відстеження безпечності продуктів та контролю за постачанням ліків. Глобальні тренди свідчать про зростання довіри до блокчейну як механізму прозорості, безпеки та ефективності.

Проте, попри значний потенціал, блокчейн стикається з низкою викликів, що стримують його широке впровадження. Технологічні проблеми включають низьку продуктивність і масштабованість, оскільки кожна трансакція вимагає значних обчислювальних ресурсів. Правові аспекти залишаються нерозв'язаними, зокрема питання конфіденційності даних, відповідальності та регулювання криптовалют. Брак навичок і розуміння технології серед державних і бізнес-структур також уповільнює її інтеграцію. Крім того, інфраструктурні обмеження, пов'язані з необхідністю значних інвестицій у розгортання національних блокчейн-платформ, створюють бар'єри для державних і приватних ініціатив.

У лютому 2022 року Верховна Рада ухвалила Закон «Про віртуальні активи», який визначає правовий статус криптовалют. Проте цей закон набуде чинності лише після прийняття змін до Податкового кодексу щодо оподаткування операцій з віртуальними активами. Варто зазначити, що відсутність чітких правил

оподаткування та правового статусу криптовалют створює невизначеність для інвесторів та учасників ринку. Тому прийняття відповідних законодавчих змін є важливим кроком для розвитку криптовалютного ринку в Україні [36].

Для ефективного впровадження блокчейн-технологій в Україні необхідно розробити блокчейн-інфраструктуру, яка стане основою для створення єдиної екосистеми цифрових реєстрів. Варто приділити особливу увагу дослідженням та інноваціям, створенням правової та нормативної бази, запровадження освітніх програм, які підвищують рівень знань і підготують фахівців для роботи з блокчейном.

Створення повноцінної блокчейн-екосистеми вимагає глибокого дослідження та чіткого визначення концептуальних засад, на яких базуватиметься подальший розвиток цієї галузі. Зокрема, при формуванні загальної стратегії слід враховувати технологічні аспекти: вибір оптимальних платформ, консенсус-алгоритмів і протоколів безпеки, питання масштабованості, сумісності з існуючою ІТ-інфраструктурою, а також ступінь готовності наявних дата-центрів до розгортання блокчейн-рішень.

Організаційна складова є не менш важливою, оскільки залучає різноманітних стейкхолдерів – від державних органів і приватного сектора до науково-дослідних установ та громадських об'єднань. Чітке визначення ролей і відповідальності, наявність правових механізмів і регуляторної бази, а також створення стимулів для розвитку підприємництва та інновацій є ключовими передумовами успішної реалізації блокчейн-проектів. Лише за умови ефективної координації та прозорих процедур ухвалення рішень можливо досягти значущих результатів.

Важливо врахувати і фактори середовища, пов'язані із соціально-економічним контекстом, рівнем цифрової грамотності населення, станом інформаційної безпеки та доступністю фінансування. Наявність сприятливого середовища, яке стимулює відкритість, співпрацю та безперервний обмін досвідом, є одним із наріжних каменів у формуванні довіри до блокчейну. Відповідні освітні програми та медійні ініціативи здатні підвищити обізнаність та зламати існуючі стереотипи щодо новітніх технологій.

У цьому контексті, дослідження концептуальних засад створення блокчейн-екосистеми на національному рівні допоможе розробити системний підхід, ідентифікувати ключові виклики та окреслити можливі шляхи їх подолання.

Слід зазначити, що цифрова трансформація в ширшому сенсі є одним зі пріоритетів державної політики України. Так, ще в 2018 році Уряд затвердив Концепцію розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки [48], що стала основою для подальших стратегій та планів у сфері цифрової трансформації. Серед інших стратегічних документів далі були прийняті також Концепція розвитку цифрових навичок та компетенцій до 2025 року [47], Стратегія здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації Системи управління державними фінансами до 2025 року [50], Стратегія розвитку електронних комунікацій до 2030 [58] та багато інших.

Особливої уваги в контексті даного документу варто приділити документам, що направлені на стимулювання цифрової трансформації ММСП. Так, у серпні 2024 року було схвалено Стратегію відновлення, сталого розвитку та цифрової трансформації малого і середнього підприємництва на період до 2027 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024–2027 роках [49]. Операційним планом заходів з реалізації даної стратегії передбачено ряд конкретних дій, що направлені на досягнення цілей, зокрема:

- сприяння інформуванню малого та середнього підприємництва про Програму ЄС «Цифрова Європа» (Digital Europe Programme) та збільшення участі малого та середнього підприємництва у зазначеній Програмі;
- забезпечення інформування бізнесу для стимулювання його переходу з програмного забезпечення походженням з російської федерації на програмне забезпечення, розроблене в Україні;
- забезпечення можливості подання юридичними особами до Єдиного державного реєстру юридичних осіб, фізичних осіб –підприємців та громадських формувань інформації про структуру власності та кінцевих бенефіціарних власників через Єдиний державний веб-портал електронних послуг;

- розроблення та впровадження тестування рівня цифрової трансформації малого та середнього підприємництва;
- забезпечення фінансування державної грантової програми для надання малому та середньому підприємству ваучерів на доступ до цифрових рішень та цифрових інструментів управління підприємством, зокрема із впровадженням заходів із кібербезпеки, технологій штучного інтелекту, інтернету речей та аналітики великих масивів даних,
- впровадження інструменту електронних рахунків відповідно до Директиви 2014/55/ЄС у публічних закупівлях;
- запровадження миттєвих платежів Національного банку в Україні.

Також, державні органи релізовували різні ініціативи щодо впровадження блокчейн технологій. Прикладом такого документу звіт форсайту «Віртуальні активи в Україні – 2030», що є результатом спільного проєкту Міністерства цифрової трансформації України та представників індустрії віртуальних активів, проведеного в березні-червні 2021 року [65]. Метою форсайту було сформулювати спільне бачення розвитку галузі віртуальних активів в Україні, розробити стратегію її розвитку та створити спільноту для реалізації цієї стратегії.

Підсумковий звіт містить аналіз ключових трендів та факторів розвитку, сценарії розвитку ринку, умови для формування екосистеми віртуальних активів, очікувані вигоди для суспільства та економіки, спільне бачення бажаного майбутнього, дорожню карту на найближчі три роки та висновки.

Проте, для комплексного розвитку блокчейн-екосистеми в Україні потрібен комплексний підхід, що включатиме три основні групи ініціатив. Ці групи охоплюють широкий спектр заходів – від модернізації ІТ-інфраструктури та посилення безпеки до запровадження нових організаційних моделей і створення сприятливих соціально-економічних та освітніх умов. Їх спільна реалізація дасть змогу поєднати інноваційні технології з ефективним управлінням і достатнім рівнем суспільної підтримки, створюючи передумови для сталого функціонування блокчейн-екосистеми.

Перший блок - «Технологічний базис», спрямований на формування фундаментальної ІТ-платформи та дослідницької інфраструктури, необхідних для масштабних блокчейн-проектів. Другий блок - «Організаційна готовність», зосереджується на ролі держави та приватного сектору, забезпечуючи нормативно-правові та інституційні передумови для ефективної взаємодії усіх стейкхолдерів. Третій блок - «Цифрове середовище», передбачає підтримку інновацій через освітні програми, інформаційно-просвітницькі заходи та залучення громадськості до активної участі в цифровій трансформації. Подальший розгляд цих груп ініціатив унаочнює, яким чином технічна, організаційна та соціокультурна складові блокчейн-екосистеми можуть бути об'єднані задля створення комплексної національної стратегії впровадження децентралізованих рішень (рис. 3.1).

Технологічний базис	Організаційна готовність	Цифрове середовище
<ul style="list-style-type: none"> • Створення національної блокчейн-платформи • Державне фінансування R&D у сфері масштабованості блокчейну • Партнерство з хмарними провайдерами для розвитку децентралізованих дата-центрів 	<ul style="list-style-type: none"> • Впровадження «регуляторного хабу» для тестування блокчейн-проектів • Заснування ваучерної програми підтримки впровадження блокчейну • Державні та публічно-приватні партнерства для масштабних пілотних проектів 	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск національних освітніх програм • Всеукраїнські інформаційно-просвітницькі кампанії • Проведення регулярних блокчейн-хакатонів і конкурсів

Рис. 3.1. Групи ініціатив щодо розвитку блокчейн-екосистеми в Україні
Джерело: сформовано автором.

Нижче наведено детальні описи дев'яти ініціатив, що охоплюють технологічні, організаційні та середовищні аспекти розбудови блокчейн-екосистеми на національному рівні.

Ініціатива №1: «Національна блокчейн-платформа».

Дана ініціатива спрямована на створення централізованої з погляду управління, але децентралізованої за своєю технологічною архітектурою платформи, що забезпечить інтеграцію державних і приватних сервісів у єдиному інформаційному просторі. У контексті цифрової трансформації України блокчейн-платформа матиме вирішальне значення для прозорості та безпеки операцій, пов'язаних із державними послугами (наприклад, реєстрацією майнових прав, видачею довідок, ліцензій тощо). Передбачається відкритий програмний інтерфейс (API), який дасть змогу розробникам та підприємствам інтегрувати свої додатки й сервіси до загальної екосистеми, тим самим стимулюючи подальше зростання сфери інформаційних послуг.

Ключова ідея полягає в тому, щоб надати державним органам і громадськості перевірені та захищені дані, мінімізувати операційні витрати та ризик зловживань. Застосування розподіленого реєстру надасть прозорий журнал усіх транзакцій, унеможлививши фальсифікацію чи несанкціоноване втручання. Платформа також може включати підтримку смарт-контрактів, що дозволить автоматизувати виконання певних дій на основі заздалегідь визначених умов. Такий підхід сприятиме підвищенню ефективності державного управління й створенню довіри з боку населення та бізнесу.

Важливим додатковим аспектом є адаптивність блокчейн-платформи до майбутніх змін у законодавстві та технологіях. Модульна архітектура має забезпечувати можливість розгортання нових сервісів без потреби кардинальної перебудови всієї системи. Таким чином, «Національна блокчейн-платформа» стане фундаментальною основою для цифрових сервісів майбутнього, інтегруючи урядові, банківські та комерційні рішення в єдину екосистему.

Ключові кроки реалізації:

1. Аналіз та проєктування архітектури: розробка вимог, вибір консенсус-алгоритму, планування мікросервісної й API-архітектури.
2. Пілотне впровадження: запуск MVP (Minimum Viable Product) для обмеженого набору державних послуг.

3. Відкриття API: створення документації та середовища тестування для сторонніх розробників і установ.

4. Масштабування та інтеграція: поступове підключення нових державних, приватних і громадських сервісів.

Запровадження національної блокчейн-платформи дозволить знизити витрати на адміністрування, убезпечити від випадків корупційних ризиків та підвищити рівень довіри громадян до державних сервісів. Зручна взаємодія через відкритий API стимулюватиме створення нових додатків, що надаватимуть послуги на базі даних блокчейну – від верифікації документів до проведення електронних аукціонів. У перспективі це сприятиме розвитку цифрових ринків і покращить інвестиційну привабливість України. Крім того, масштабованість платформи та її гнучка модульність забезпечать стійкість до майбутніх змін у нормативно-правовому полі й технологічних трендах, роблячи систему стабільною основою національної цифрової інфраструктури.

Ініціатива №2: «Державне фінансування R&D у сфері масштабованості блокчейну та розробки консенсус-алгоритмів».

Забезпечення належного рівня масштабованості, безпеки та енергоефективності є одним із найактуальніших викликів у галузі блокчейн-технологій. Державна підтримка досліджень і розробок (R&D) у цьому напрямі здатна істотно прискорити появу інноваційних рішень, що відповідають специфічним потребам національної інфраструктури. Запровадження спеціальних грантових і стипендіальних програм, а також цільового фінансування університетів та науково-дослідних інститутів дозволить залучити до роботи над блокчейн-проектами найкращих фахівців і талановитих студентів.

У рамках цієї ініціативи планується акцент на розробці нових консенсус-алгоритмів (Proof-of-Authority, гібридних механізмів) і технологій другого рівня (наприклад, шардингу чи каналних рішень), які сприятимуть зростанню пропускної здатності мереж і зменшенню затрат енергії. Додатково можуть бути підтримані дослідження у сфері квантово-стійкої криптографії, оскільки захист даних у блокчейні – один із найважливіших аспектів. Завдяки такій державній

програмі Україна зможе не лише інтегрувати найсучасніші технологічні розробки у власну інфраструктуру, а й набути статусу вагомого гравця на глобальному ринку блокчейн-рішень.

Ключові кроки реалізації:

1. Формування державно-приватного фонду: спільна робота урядових структур та інвесторів задля акумуляції коштів.
2. Розробка грантових програм: визначення пріоритетних напрямів досліджень і критеріїв відбору проєктів.
3. Створення центрів компетенцій: формування лабораторій при університетах і НДІ для фокусних досліджень у масштабованості й безпеці.

Інституціоналізація програми державного фінансування R&D сприятиме виникненню нових наукових колективів, посиленню міждисциплінарних контактів та впливу інтелектуальних ресурсів із теоретичних досліджень у практичні. У середньостроковій перспективі це дасть змогу суттєво підвищити конкурентоспроможність українських фахівців на міжнародній арені та залучити нові інвестиції в сектор технологій. Крім того, результати фундаментальних і прикладних досліджень ляжуть в основу вітчизняних рішень для державного сектору, банківської сфери й промисловості, забезпечивши їм належний рівень масштабованості, надійності та стійкості до зовнішніх викликів.

Ініціатива №3: «Партнерство з хмарними провайдерами для розвитку децентралізованих дата-центрів».

Задля ефективного функціонування блокчейн-систем і безперервного обміну даними між численними вузлами (нодами) необхідно забезпечити надійну та масштабовану серверну інфраструктуру. Партнерство з хмарними провайдерами, як-от AWS, Azure чи локальними компаніями, відкриває широкий спектр можливостей для розгортання вузлів у різних географічних регіонах України та за її межами. Такий підхід підвищує стійкість мережі, а також мінімізує ризик простою й несанкціонованих втручань.

Співпраця може бути реалізована як у форматі оренди віртуальної інфраструктури (IaaS), так і через розгортання приватних хмарних рішень,

адаптованих до державних вимог з безпеки. У результаті створюється «децентралізований дата-центр» – система, що об'єднує кілька резервних майданчиків, здатних дублювати та синхронізувати дані в реальному часі. Це забезпечує високу доступність сервісів і сприяє належному рівню масштабування – зокрема для публічних проєктів із великим обсягом трансакцій. Для України даний вектор розвитку є особливо актуальним, адже дозволяє покращити захист державних сервісів і знизити витрати на капітальне будівництво власних дата-центрів.

Ключові кроки реалізації:

1. Аудит поточної інфраструктури: визначення потреб у потужностях і безпеці для блокчейн-систем.
2. Укладання стратегічних договорів: переговори з провайдерами, погодження SLA (Service Level Agreement).
3. Пілотна інтеграція: запуск обмеженої кількості нод у хмарному середовищі, тестування їх ефективності.
4. Резервування та масштабування: розгортання резервних майданчиків по всій країні з урахуванням регіональних потреб.

Організація децентралізованих дата-центрів на базі співпраці з хмарними провайдерами дозволить досягти високої надійності й відмовостійкості блокчейн-інфраструктури. Гнучкий підхід до масштабування та розміщення вузлів сприятиме дотриманню принципів безпеки та оптимального розподілу навантаження. Унаслідок цього державні й комерційні установи матимуть доступ до стабільних сервісів, а громадяни – до послуг, які працюють без затримок і перерв. Крім того, використання хмарних технологій зменшить операційні витрати на утримання фізичних дата-центрів і дасть змогу швидко реагувати на зростання потреб у процесорних або мережевих ресурсах.

Ініціатива №4: «Впровадження «регуляторного хабу» для тестування та сертифікації блокчейн-проєктів у «пісочниці».

Різноманітні блокчейн-проєкти часто стикаються з невизначеністю у сфері регулювання та правозастосування, що гальмує інновації та призводить до

юридичних ризиків для розробників і користувачів. «Регуляторний хаб» – це структура, яка об'єднує представників регуляторних органів, експертів із права, технологій і бізнесу. Завданням цього хабу є створення «пісочниці» (sandbox) – спеціалізованого середовища, де блокчейн-проекти можуть бути протестовані без повного дотримання жорстких норм, але під наглядом компетентних органів.

Таке середовище сприяє швидкому виявленню потенційних нормативно-правових колізій та дає змогу оперативно внести необхідні зміни як до самого проекту, так і до регуляторної бази. Участь у «пісочниці» дозволяє стартапам і великим компаніям отримати статус «тимчасово сертифікованого» рішення, що значно полегшує вихід на ринок [43]. Крім того, хаб виконує функцію комунікаційного майданчика, забезпечуючи зворотний зв'язок між розробниками, інвесторами та державними установами, що сприятиме формуванню прозорих і сприятливих умов для розвитку українського блокчейн-сектору.

Ключові кроки реалізації:

1. Законодавче закріплення «пісочниці»: внесення змін до нормативно-правових актів, що визначають її правовий статус.
2. Формування експертних комісій: залучення фахівців із блокчейну, права, економіки та кібербезпеки.
3. Тестові етапи: відбір проєктів, організація їхнього тестування у контрольованому середовищі.

Завдяки впровадженню «регуляторного хабу» Україна зможе створити динамічний простір для розвитку блокчейн-інновацій, що водночас захищає інтереси споживачів і забезпечує дотримання законодавства. Успішні проєкти, пройшовши «пісочницю», швидше інтегруються в економіку та здобуватимуть довіру з боку бізнесу і суспільства. У перспективі це приверне увагу міжнародних інвесторів і стимулюватиме високотехнологічні компанії відкрити офіси в Україні. Крім того, досвід, накопичений у рамках хабу, сприятиме вдосконаленню регуляторних норм та формуванню стабільного правового середовища для подальшої цифрової трансформації.

Ініціатива №5: «Заснування державної програми підтримки впровадження блокчейн-рішень у вигляді ваучерів».

Основна ідея полягає у створенні механізму, за яким держава надає цільову фінансову допомогу (ваучери) підприємствам чи організаціям, що прагнуть інтегрувати блокчейн-рішення у свою діяльність. Ваучери можуть бути використані для покриття витрат на закупівлю програмного забезпечення, навчання персоналу або оплати консалтингових послуг. Така програма є особливо корисною для малого та середнього бізнесу, який часто не має достатніх ресурсів для масштабних інноваційних проєктів.

Суттєвою перевагою ваучерного підходу є його гнучкість і прозорість: підприємства мають змогу самостійно обирати постачальників послуг або типи рішень, які їм необхідні. Водночас, держава контролює ефективність використання коштів через систему звітування та аудитів. Критеріями відбору кандидатів можуть бути інноваційність проєкту, його суспільно-економічна значущість і потенціал для створення нових робочих місць. У результаті формується «ланцюг» взаємовигідної співпраці, в якому держава отримує сучасні високотехнологічні рішення, а компанії – додатковий стимул до модернізації.

Ключові кроки реалізації:

1. Розробка нормативної бази: визначення умов надання ваучерів, обсягу фінансування та вимог до бенефіціарів.
2. Створення онлайн-платформи для подання заявок, моніторингу та звітування про впровадження блокчейн-рішень.
3. Оцінювання та відбір проєктів: експертна комісія визначає пріоритетні галузі та критерії оцінки.
4. Контроль і аудит: регулярна перевірка прогресу та кінцевих результатів із боку державних органів.

Програма ваучерів здатна прискорити темпи впровадження блокчейн-технологій у ключових секторах економіки, включно з промисловістю, логістикою та фінансами. Це дозволить збільшити рівень автоматизації процесів, зменшити операційні витрати й покращити якість продукції та послуг. У середньостроковій

перспективі позитивний ефект відчує і держава: зростуть податкові надходження, розшириться спектр сучасних цифрових рішень для суспільних потреб. Додатково, підвищиться кваліфікація кадрів, що сприятиме формуванню спільноти фахівців із блокчейну та сталому розвитку цього напрямку в Україні.

Ініціатива №6: «Державні та публічно-приватні партнерства для масштабних пілотних проєктів».

Пілотні проєкти – один із найдієвіших інструментів доведення життєздатності та ефективності блокчейн-рішень у реальних умовах. Ініціатива щодо розвитку державно-приватних партнерств (PPP) покликана об'єднати ресурси, експертизу і ризики між державними установами та приватними компаніями задля запуску великих блокчейн-проєктів. У галузях, що мають високу соціальну значущість (електронна ідентифікація, земельний кадастр, логістика, охорона здоров'я), пілоти можуть продемонструвати, наскільки вдало розподілений реєстр вирішує проблеми прозорості, безпеки та підзвітності.

Суть підходу полягає у тому, що державні органи надають свій регуляторний і адміністративний ресурс, а приватний сектор – технології та інноваційну експертизу [25]. Утворюючи спільну робочу групу, сторони визначають вимоги до проєкту, ключові показники ефективності та відповідальних виконавців. Під час реалізації відбувається постійний моніторинг, а отримані результати використовуються як доказова база для можливого масштабування або зміни нормативних актів. Такий формат співпраці вигідний усім учасникам: держава отримує рішення із прогнозованими витратами, компанії – гарантоване ринкове застосування технологій, а громадяни – покращення якості публічних послуг.

Ключові кроки реалізації:

1. Визначення пріоритетних напрямів: галузі з високим суспільним та економічним ефектом.
2. Формування консорціуму: державні органи, приватні ІТ-компанії, науково-дослідні установи.
3. Пілотний період: реалізація MVP, відстеження KPI та оперативне коригування проєкту.

4. Оцінка та масштабування: перехід до повного розгортання або запуск аналогічних проєктів у суміжних сферах.

Успішні пілотні проєкти підвищать довіру до блокчейн-технології з боку суспільства, інвесторів та держапарату. Практично доведена ефективність рішень стане важливою передумовою для прийняття нових регуляторних норм, які сприятимуть широкій інтеграції блокчейну в різні галузі. Крім того, держава зможе отримати фінансову та організаційну підтримку від приватного сектору, зменшуючи навантаження на бюджет. Позитивні кейси також дадуть поштовх для зовнішніх інвестицій, адже міжнародні компанії зацікавлені в ринках, де проєкти в сфері передових технологій успішно реалізуються на рівні державної політики.

Ініціатива №7: «Запуск національних освітніх програм у співпраці з провідними університетами».

Стрімкий розвиток блокчейн-технологій вимагає підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних розробляти та впроваджувати інноваційні рішення у різних секторах економіки. Ініціатива полягає в організації бакалаврських і магістерських програм, а також короткострокових сертифікаційних курсів, присвячених вивченню розподілених реєстрів, криптографії, смарт-контрактів, децентралізованих застосунків (dApps) та іншим суміжним напрямам. Співпраця з провідними університетами, що мають сильні кафедри інформатики, кібербезпеки та економіки, дозволить сформуванню міждисциплінарну програму навчання.

Важливим елементом стане залучення вітчизняних і міжнародних експертів, які зможуть доповнити теоретичні знання практичним досвідом. Навчальні програми передбачатимуть як фундаментальні дисципліни (алгоритми, архітектура комп'ютерних систем), так і спеціалізовані курси з блокчейну. Планується розвивати науково-дослідний потенціал шляхом створення студентських лабораторій, де можна буде реалізувати проєкти під менторством професіоналів із галузі. Загалом, така ініціатива забезпечить постійне оновлення бази знань і задовольнить попит на компетентних фахівців у стрімко зростаючому секторі.

Ключові кроки реалізації:

1. Аудит освітніх програм: визначення наявних дисциплін і прогалин у знаннях, що стосуються блокчейну.
2. Розробка навчальних планів: узгодження структури курсів, формування міждисциплінарних модулів.
3. Залучення викладачів та експертів: підготовка лекторів з університетів, компаній і науково-дослідних інститутів.

Реалізація національних освітніх програм дасть змогу створити нове покоління спеціалістів, здатних працювати над передовими цифровими рішеннями. Це суттєво вплине на зростання кількості вітчизняних блокчейн-стартапів, а також допоможе існуючим компаніям модернізувати свою діяльність. Завдяки інтеграції теоретичних і практичних навичок студенти матимуть конкурентну перевагу на українському та міжнародному ринках праці. Крім того, підвищення загального рівня експертизи в академічному середовищі стимулюватиме науково-дослідну діяльність, сприяючи виробленню нових ідей та методик, що формуватимуть інноваційний потенціал країни.

Ініціатива №8: «Всеукраїнські інформаційно-просвітницькі кампанії».

Чимало громадян і навіть представників бізнесу досі мають обмежене розуміння того, що таке блокчейн і як він може бути застосований. Це породжує міфи й побоювання, гальмуючи активне впровадження технології в різних галузях. Інформаційно-просвітницькі кампанії, організовані на загальнодержавному рівні, допоможуть формувати більш усвідомлене ставлення до блокчейну, його переваг та обмежень. Такі ініціативи передбачають створення медійних матеріалів (роликів, інфографіки, статей), проведення тематичних семінарів, вебінарів і тренінгів, а також активну присутність у соціальних мережах.

Особливий акцент доцільно зробити на демонстрації реальних кейсів успішного застосування блокчейну, зокрема в державному секторі. Це допоможе розвіяти сумніви стосовно безпеки й доцільності нових рішень. Мобілізація зацікавлених сторін – від приватного сектору й неурядових організацій до університетів і ЗМІ – сприятиме тому, щоб інформаційне поле було збалансованим і доступним для людей із різним рівнем технічної компетенції.

Ключові кроки реалізації:

1. Формування єдиної комунікаційної стратегії: визначення ключових меседжів та цільових аудиторій.
2. Створення контенту: випуск серії відео- та текстових матеріалів про основи блокчейну й успішні приклади.
3. Регулярна взаємодія з медіа: співпраця з центральними та регіональними ЗМІ, онлайн-платформами.

Посилена обізнаність суспільства про блокчейн створить кращі умови для впровадження новітніх технологій: населення буде більш прихильно ставитися до електронних послуг, а підприємці – охочіше інвестувати в інноваційні рішення. Вирівнювання інформаційного поля сприятиме зниженню рівня шахрайства та маніпуляцій, пов'язаних із дезінформацією. У середньостроковій перспективі зросте рівень довіри до державних електронних ініціатив, що, своєю чергою, стимулюватиме розвиток цифрової економіки загалом. Зрештою, інформовані громадяни отримають вигоди від прозоріших і зручніших послуг, а держава – більш ефективний канал взаємодії з населенням.

Ініціатива №9: «Проведення регулярних блокчейн-хакатонів і конкурсів».

Хакатони та різноманітні конкурси ідей є важливим елементом інноваційної екосистеми, оскільки стимулюють командну роботу, швидку прототипізацію та обмін знаннями. У контексті блокчейну ці заходи можуть об'єднати розробників, дизайнерів, бізнес-аналітиків, маркетологів та інших фахівців для пошуку нестандартних рішень у сферах державного управління, фінансів, логістики, охорони здоров'я тощо. Ініціатива передбачає проведення щорічних або навіть більш частих конкурсів, у межах яких учасники отримують завдання розробити пілотний проєкт на базі блокчейн-технології за обмежений проміжок часу.

Це дозволить виявити таланти та залучити молодих спеціалістів до розв'язання актуальних проблем. Окрім того, хакатони стимулюють інвесторів, корпорації та представників державних структур брати участь у розробці, менторстві й подальшому фінансуванні найкращих проєктів. Переможці можуть отримувати призи у формі грантів, інкубаційних програм або контрактів на

доопрацювання продукту. У результаті формується динамічна спільнота інноваторів, яка просуває ідеї, що сприятимуть розвитку національної блокчейн-екосистеми.

Ключові кроки реалізації:

1. Пошук організаторів і партнерів: державні установи, ІТ-компанії, громадські організації.
2. Визначення тематичних напрямів: пріоритетні сфери застосування блокчейну.
3. Забезпечення ресурсів: приміщення, технічна інфраструктура, експертна підтримка.
4. Формування журі та менторських команд: залучення професіоналів із різних галузей.

Регулярні блокчейн-хакатони й конкурси допоможуть створити активний пул розробників, які володіють передовими технологічними компетенціями. Це прискорить появу нових прототипів і стартапів, що у перспективі можуть стати комерційно успішними або бути інтегрованими в державні сервіси. Крім того, зростатиме рівень колаборації між академічним середовищем, приватним сектором і органами влади. Сформований унаслідок таких заходів нетворкінг сприятиме подальшому розвитку галузі, допомагаючи обмінюватися ідеями й ресурсами. Зрештою, країна отримає платформу для постійного пошуку інновацій, яка зміцнить позиції України як регіонального лідера у сфері блокчейн-технологій.

Таким чином, реалізація описаних ініціатив у сукупності дозволить сформувати комплексний підхід до розвитку блокчейн-екосистеми на національному рівні. Технологічні, організаційні та освітньо-просвітницькі заходи мають доповнювати одне одного, забезпечуючи стале впровадження децентралізованих рішень та зростання довіри до них у суспільстві.

Висновки до розділу 3

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено розробленню стратегічних підходів до впровадження блокчейн-технологій у бізнес-середовищі та оцінці їхнього впливу на ефективність управління підприємствами.

1. Застосовуючи підхід «технологія–організація–середовище» (ТОЕ) та метод аналізу ієрархій, розроблено модель оцінки готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій (Bc_Adoption). Виявлено, що найбільший вплив на загальний рівень готовності мають організаційні та середовищні чинники (підтримка керівництва, регуляторне поле, партнерська взаємодія), а також рівень поточних знань про блокчейн.

2. На підставі результатів моделювання та аналізу факторів готовності підприємств сформовано стратегічні рекомендації для впровадження блокчейну у бізнес-процеси, що враховують типи підприємств (малі, середні, великі) та їхні ресурсні можливості. Окреслено універсальні кроки (Proof of Concept, пілотний проєкт, інтеграція) й підходи (еволюційний чи директивний), які мінімізують витрати й ризику.

3. Встановлено, що ефективність інтеграції блокчейну залежить від здатності підприємств залучати кваліфікований персонал, розбудовувати гнучку ІТ-архітектуру та налагоджувати співпрацю з партнерами й державними органами. Запропоновано виділяти фактори, найкритичніші для зростання рівня готовності (Bc_Adoption), і цілеспрямовано посилювати саме їх (наприклад, кадрову підготовку чи фінансування пілотів).

4. Обґрунтовано концептуальні засади створення блокчейн-екосистеми на національному рівні, що передбачають три основні групи ініціатив: технологічні (розробка національної платформи й інфраструктури), організаційні (правове врегулювання, державно-приватні партнерства, ваучерні програми) та середовищні (освітні проєкти, інформаційні кампанії, хакатони). Такий комплексний підхід забезпечить прискорення цифрової трансформації України.

5. З'ясовано, що успішне формування блокчейн-екосистеми потребує узгодження між державою, бізнесом та науково-освітніми установами:

запровадження національної блокчейн-платформи, проведення R&D у сфері масштабованості та безпеки, створення «регуляторних пісочниць» і міжгалузевих блокчейн-консорціумів; одночасно інформування суспільства й підготовка кадрів сприятимуть розвитку прозорі, інноваційної економіки з широкою міжорганізаційною взаємодією.

Основні результати дослідження за третім розділом дисертаційної роботи опубліковані у наступних наукових роботах автора [17; 19; 70], що подані у списку використаних джерел.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз еволюції блокчейн-технологій дозволив удосконалити їхню періодизацію на основі критеріїв сфери застосування, рівня формалізації взаємодії та ступеня інтеграції в бізнес-процеси, що включає чотири етапи: концептуальний (до 2008 року) – формування теоретичних основ децентралізації; блокчейн 1.0 (2008–2013) – створення першої децентралізованої платформи Bitcoin; блокчейн 2.0 (2013–2020) – розширення функціональності за рахунок смарт-контрактів та децентралізованих додатків (Ethereum); блокчейн 3.0 (з 2020 року) – розвиток багатоланцюгових екосистем, інтеграція з IoT і впровадження NFT.

2. Уточнення сутності поняття «блокчейн» у контексті цієї періодизації полягає у виокремленні його ключових характеристик – децентралізації, механізмів консенсусу, криптографічного забезпечення незмінності даних та прозорості перевірки операцій, що дозволило усунути термінологічну плутанину між поняттями «розподілений реєстр» і «децентралізована база даних». Визначена структурна еволюція блокчейн-технологій слугує основою для подальшого дослідження їхнього впливу на цифровізацію бізнес-процесів і розробки моделей їх інтеграції у корпоративну інфраструктуру з урахуванням технологічних та організаційних факторів.

3. Обґрунтовано, що блокчейн-технології, окрім своїх криптовалютних витоків, вимагають комплексного вивчення у площинах економічних, технічних і правових досліджень. Такі дисциплінарно різні підходи дозволяють виокремити концептуальні засади, котрі охоплюють як зниження трансакційних та агентських витрат, так і підвищення надійності й масштабованості. Водночас юридичні та соціальні студії, аналізуючи правове регулювання, конфіденційність, етичні й філософські питання, підтверджують мультидисциплінарний характер блокчейну. Унаслідок такої теоретичної інтеграції з'являється системне пояснення ролі блокчейну у формуванні «машинної довіри», прискоренні децентралізації та розкритті нових джерел вартості в цифровій економіці, що підтверджує його

потенціал у трансформації бізнес-процесів на різних галузевих і міжгалузевих рівнях.

4. Аналіз теоретичних підходів і практичних кейсів впровадження блокчейн-технологій у бізнес-середовище свідчить про існування двох основних векторів трансформації бізнес-процесів: еволюційного та директивного. Еволюційний підхід передбачає поступову інтеграцію блокчейну в окремі бізнес-процеси, що мінімізує ризики, забезпечує гнучкість адаптації та дозволяє підприємству поступово оцінювати ефективність технології. Цей вектор спирається на концепції реінжинірингу бізнес-процесів та дифузії інновацій, де зміни відбуваються поетапно, залежно від готовності організації та ринкових умов. Директивний підхід, навпаки, орієнтований на комплексну реорганізацію управлінських структур, масштабний перехід до децентралізованої моделі функціонування та інтеграцію блокчейну в ключові бізнес-функції на стратегічному рівні. Він базується на принципах цифрової трансформації, вимагає значних інвестицій і глибоких організаційних змін, проте забезпечує максимальну ефективність і конкурентні переваги в довгостроковій перспективі. Вибір між цими підходами визначається рівнем технологічної зрілості підприємства, фінансовими можливостями та масштабами його операцій, що підтверджує необхідність адаптивної стратегії впровадження блокчейну як ключового інструменту підвищення прозорості, ефективності та конкурентоспроможності бізнесу.

5. Дослідження мультисекторального використання блокчейну підтверджує його здатність системно трансформувати бізнес-процеси, створюючи децентралізоване та прозоре середовище для різних секторів економіки. Емпіричні дані з більш ніж 60 кейсів свідчать про відчутне зниження трансакційних витрат (30–40%), прискорення розрахунків (у 2–5 разів) і мінімізацію ризиків шахрайства (до 50–60%), що забезпечує позитивний фінансовий, організаційний і технологічний ефект. Основними векторами впровадження є еволюційний (локальні ініціативи без масштабних реорганізацій) та директивний (стратегічні національні й корпоративні проєкти), які доповнюють один одного, забезпечуючи як швидку апробацію блокчейн-рішень, так і фундаментальну реорганізацію

галузевих структур. Ключові функціональні сфери застосування включають оптимізацію та автоматизацію операцій (за допомогою смарт-контрактів), децентралізацію взаємодії учасників ринку, підвищення прозорості й довіри, розвиток нових бізнес-моделей (зокрема, NFT, DeFi) і токенизацію активів, що розширює доступ до міжнародних інвестиційних потоків. Водночас регуляторна невизначеність, недостатня розвиненість технічної інфраструктури й відсутність єдиних стандартів частково обмежують масштабне впровадження блокчейну, проте розробка спільних стратегій компаній, державних інституцій та міжнародних організацій сприяє поступовій уніфікації підходів і перетворює блокчейн на одну з ключових технологій цифрової економіки.

6. Значний інтерес українських компаній до блокчейну зумовлений економічною нестабільністю, популярністю криптовалют і потребою у захищених децентралізованих рішеннях. Водночас опитування представників бізнесу виявило суттєвий розрив між зацікавленістю та реальним упровадженням (66% узагалі не використовують блокчейн). Попри входження України до ТОП-10 за впровадженням криптовалют та ТОП-25 за кількістю блокчейн-розробників, більшість компаній не мають чіткого бачення економічних і технологічних переваг. Основними бар'єрами названо складність інтеграції, брак фахівців і регуляторну невизначеність, а драйверами – зростання ринку цифрових активів, поширення DeFi, освітні ініціативи та інтерес з боку великих бізнесів і держструктур. Для формування блокчейн-екосистеми в Україні критично важливо вдосконалювати правове середовище, зміцнювати IT-інфраструктуру, розвивати кадровий потенціал і забезпечувати міжорганізаційну співпрацю, що здатне перетворити високий інтерес до цієї технології на реальні конкурентні переваги.

7. Методичний підхід до оцінювання економічної ефективності й продуктивності бізнесу від впровадження блокчейн-рішень має ґрунтуватися на поєднанні традиційних фінансових показників (ROI, NPV, TCO) з організаційними та технологічними індикаторами, а також із врахуванням нематеріальних вигід (прозорість, довіра, репутаційний капітал). Така інтеграція зумовлена комплексною природою блокчейну, який одночасно створює економічний ефект, впливає на

організаційну структуру і вимагає оцінки технологічних характеристик. Модель «технологія-організація-середовище» (ТОЕ) і багатокритеріальний аналіз (MCDA) доповнюють суто фінансові розрахунки, дозволяючи враховувати мережевий ефект блокчейну, стратегічну гнучкість компанії та нематеріальні чинники, котрі не відображаються в ROI чи TCO. Такий багатовимірний підхід дає змогу бізнесу приймати більш обґрунтовані інвестиційні рішення та оцінювати внесок блокчейн-технологій у довгострокову конкурентоспроможність і стійкість підприємств.

8. Розроблена автором модель оцінки готовності підприємств до застосування блокчейн-технологій, яка відрізняється від наявних підходів комплексним урахуванням технологічних, організаційних та зовнішніх чинників, базується на теоретичних принципах побудови (ТОЕ), охоплює метод кількісного оцінювання й передбачає типологізацію компаній за ступенем готовності; це створює підґрунтя для розробки відповідних стратегій управління. Верифікація моделі свідчить, що рівень готовності до блокчейну визначається не лише економічною доцільністю, а й наявністю належної IT-інфраструктури, лідерської підтримки, кваліфікованих кадрів та сприятливих чинників зовнішнього середовища (регуляторні вимоги, конкуренція, партнерська взаємодія). Доведено, що саме збалансований розвиток усіх ключових аспектів (F0 – знання про блокчейн, F1 – технологічні чинники, F2 – організаційна підготовка, F3 – сприятливе бізнес-середовище) забезпечують найбільше зростання інтегрального показника готовності (Bc_Adoption), а відтак і реальну здатність підприємства отримати конкурентні переваги завдяки впровадженню децентралізованих рішень.

9. Розрахований інтегральний показник готовності дозволяє підприємствам ефективніше планувати впровадження децентралізованих рішень, фокусуючись на критичних факторах успіху: компанії з високим рівнем готовності можуть негайно розгортати блокчейн-проекти, тоді як підприємства із середнім чи низьким рівнем потребують більш ретельної підготовки (розбудова ресурсної бази, навчання персоналу, адаптація бізнес-моделей). Такий підхід дає змогу ухвалювати виважені рішення щодо цифрової трансформації та прискорювати розвиток конкурентних переваг, адже враховує ширший спектр впливів порівняно з традиційними

методами й слугує дієвим інструментом для формування довгострокових стратегій у сфері управління блокчейн-технологіями.

10. Успішне впровадження блокчейн-технологій потребує поєднання фінансової, організаційної та технологічної готовності, а також координації із зовнішніми стейкхолдерами. В цьому контексті запропонована узагальнена концепція інтеграції (з розподілом підприємств на дві категорії – малі й середні та великі компанії) дає змогу вибудувати адаптивний процес від формування стратегічного бачення і пілотних проєктів (Proof of Concept) до повномасштабного розгортання й інституціоналізації інновацій, де враховуються реальні ресурсні можливості та рівень технологічної зрілості кожного суб'єкта господарювання. Такі кроки, як початковий аудит бізнес-процесів і регуляторних ризиків, тестування блокчейну на пілотному рівні, поетапна інтеграція в ERP/CRM-системи та масштабування через «мережевий ефект» є універсальними для різних галузей, тоді як рівень інвестування, глибина змін в ІТ-архітектурі й підхід до організаційної культури коригуються залежно від типу підприємства. Завдяки цьому комплексному алгоритму можна мінімізувати витрати й управлінські ризики, оптимізувати навчання персоналу та модернізувати управлінські процедури, а також розвивати довгострокові партнерства (міжорганізаційні блокчейн-екосистеми), що прискорить цифрову трансформацію й підвищить результативність діяльності в умовах швидкоплинних ринкових змін.

11. Концептуальні засади створення блокчейн-екосистеми на національному рівні мають базуватися на трьох ключових напрямках: (1) технологічному – розбудова надійної інфраструктури, включно з національною блокчейн-платформою, розвиненими дата-центрами та дослідницькими програмами у сфері масштабованості й безпеки; (2) організаційному – формування прозорих механізмів державного регулювання (запровадження «регуляторного хабу» та «пісочниці» для тестування блокчейн-рішень), державно-приватних партнерств і підтримки ММСП (наприклад, через ваучерні схеми), а також випуск пілотних проєктів із залученням зацікавлених стейкхолдерів; (3) середовищному, що передбачає цільові освітні програми в університетах, інформаційно-просвітницькі кампанії, організацію

хакатонів і конкурсів для стимулювання інновацій. Саме комплексність такого підходу уможлиблює перехід від фрагментарних ініціатив до цілісної національної екосистеми, яка забезпечить прискорення цифрової трансформації економіки та формування міжорганізаційної взаємодії на основі децентралізованих рішень. Кожна із запропонованих ініціатив (від фундаментальних досліджень і створення блокчейн-платформи до активної комунікації й залучення приватних інвесторів) зміцнює довіру до технології та формує необхідну інфраструктуру і кадрову базу, підвищуючи конкурентоспроможність держави та сприяючи появі масштабних блокчейн-проектів у сфері державного управління, фінансів, логістики, охорони здоров'я й багатьох інших галузях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арєф'єва О. В., Луцька Т. В. Бізнес-процеси підприємств сфери послуг: фактори, формування, конкурентоспроможність: монографія. Київ: Вид. Європейського ун-ту, 2009. 96с.
2. Балазюк О., Пилявець В. Технологія блокчейн: дослідження суті та аналіз сфер використання. *Економіка та суспільство*. 2022. № 43. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-43-13> (дата звернення: 23.01.2023).
3. Батракова Т. І., Оніпко А. Д. Вплив використання технології блокчейн на фінансову безпеку країни. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент*. 2019. № 36. С. 162–167. URL: <http://www.vestnik-econom.mgu.od.ua/journal/2019/36-2019/24.pdf> (дата звернення: 23.01.2023).
4. Біда П. І., Петрова О. М. Технологія блокчейн та її використання у державному земельному кадастрі та землеустрою. *Економіка: реалії часу*. Науковий журнал. 2019. № 6(46). С. 42.
5. Бородіна О.С. Принцип комплементарності в міждисциплінарних дослідженнях економіки. *Економіка і прогнозування*. 2015. №2. С. 47–58.
6. Венгер Л.А. Еволюція технології блокчейн: перспективи для промисловості України. *Вчені записки ТНУ ім.Вернадського. Серія Економіка та управління*. 2020. Т. 70, № 6. С. 33–38. URL: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/70-6-6> (дата звернення: 23.01.2023).
7. Голованенко М. Оптимізація бізнес-процесів українських компаній на основі блокчейн-технології. *Теоретичні і прикладні питання економіки*. 2024. № 48. С. 56–61.
8. Гребенюк М. В., Лук'янчук Р. В. Правовий режим криптовалют: досвід ЄС. *Науковий вісник Національної академії внутрішніх справ*. 2017. № 4 (105). С. 310–323.
9. Гурова А., Кирпачова М. Правові аспекти застосування технології блокчейн у космічній діяльності: особливості регулювання технології на

національному, регіональному та міжнародному рівнях. *Підприємництво, господарство і право*. 2021. № 1. С. 265–275.

10. Демчишак Н., Гудима Р. Розвиток фінтеху в Україні та світі на основі використання технологій блокчейн та штучного інтелекту. *Ефективна економіка*. 2021. № 6. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.6.2> (дата звернення: 23.01.2023).

11. Друкер П. Як забезпечити успіх у бізнесі. Київ: Україна, 1994. 319 с.

12. Дяків А. О. Використання блокчейн-технологій на вуглецевих ринках. *Конкурентоспроможність національної економіки: матеріали XX Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 20–21 жовт. 2022 р. Київ: Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2022. С. 69–71.*

13. Дяків А. О. Використання блокчейн-технологій у процесі відновлення України. *Шевченківська весна 2023. Повоєнне відновлення економіки України: проблеми та перспективи: матеріали XXI Міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, м. Київ, 29–31 берез. 2023 р. Київ, 2023. С. 189.*

14. Дяків А. О. Інструменти для аналізу ефективності застосування блокчейн-технологій // *Ефективні механізми господарювання в контексті сучасної економічної теорії: зб. тез доповідей, м. Запоріжжя, 7-8 берез. 2025 р. Запоріжжя, 2025. С. 34–38.*

15. Дяків А. О. Підходи до трансформації бізнес-процесів підприємств під впливом блокчейн-технологій. *Формування міжнародних економічних відносин в умовах дестабілізації міжнародної системи: зб. тез доповідей, м. Ужгород, 21–22 лют. 2025 р. Ужгород, 2025. С. 24–27.*

16. Дяків А. О. Потенціал використання блокчейн-технологій для вирішення агентської проблеми. *Ефективність інвестиційної діяльності: перспективний підхід: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Київ, 22 берез. 2024 р. Київ, 2024. С. 25–27.*

17. Дяків А.О. Модель оцінки готовності компанії до впровадження блокчейн технологій. *Економіка та суспільство*. 2023. № 58. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-14>

18. Дяків А.О. Перспективи використання смарт-контрактів для оптимізації бізнес-процесів та державного управління в Україні в умовах воєнного стану. *Економічний аналіз*, 2023. № 33(4). С. 300–309.
19. Дяків А.О. Створення блокчейн-екосистеми в Україні. *Успіхи і досягнення у науці*. 2025. Серія № 2(12).
20. Економічна енциклопедія: у трьох томах. Т.1 / [Ред.кол.: С.В. Мочерний (відп. ред.) та ін]. К. : Видавничий центр «Академія», 2000. 864 с.
21. Економічне обґрунтування реінжинірингу бізнес-процесів виробничих підприємств: [монографія / авт. тексту Біловодська О.А. та ін.; заг. ред. Л.М. Таранюка]. Суми: Мрія-1, 2010. 440 с.
22. Жорняк А. Законодавче (правове) регулювання технології блокчейн. Сучасні виклики та міжнародний досвід. *Open Science and Innovation*. 2024. Т. 1, № 1. С. 73-87.
23. Загородній А.Г., Вознюк Г.Л. Фінансово-економічний словник. Київ: Знання, 2007. 1072 с.
24. Канеман Д. Мислення швидко й повільно. Київ: Наш Формат, 2017. 480 с.
25. Кишакевич Б., Настьошин С., Зварич Б., Волинський О. Бізнес-моделі формування децентралізованої автономної генерації електроенергії. *Сталий розвиток економіки*. 2024. №3(50). С. 94-99.
26. Клочок О., Сочка К. Блокчейн-технології: сутність, класифікація та характеристика основних секторів. *Acta academiae beregsasiensis. Economics*. 2024. № 7. С. 172–191.
27. Кожевнікова А.В. Технологія блокчейн у цивільному процесі. *Актуальні проблеми вітчизняної юриспруденції*. 2022. № 1. С. 59–64.
28. Койбічук В., Рожкова М. Дослідження застосування блокчейн-технологій в діяльності світових підприємств: методичний підхід. *Приазовський економічний вісник*. 2020. № 4(21). URL: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-4-20>.

29. Колодійчук А. В., Важинський Ф. А. Оцінка готовності торговельного бізнесу інформаційних технологій до впровадження систем контролінгу. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2023. № 1. С. 80-85.
30. Корнєєв В.В. Цифрова трансформація фінансового простору: виклики і можливості. *Digital financial space: Quo Vadis : Scientific monograph*. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024. С. 1 – 33. URL: <http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/view/450/12142/25364-1>
31. Корнєєв В.В., Белінська Я.В., Коваленко Ю.М. Вартісноутворюючі властивості платформної бізнес моделі фінансових корпорацій в умовах цифровізації. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2023. №7 (07). С. 141 – 147. URL: <http://dees.iei.od.ua/index.php/journal/article/view/212>
32. Кравчук І. П., Попадюк О. В. Оцінка рівня мережевої готовності підприємств в умовах розвитку інформаційного суспільства. *Держава та регіони. Серія : Економіка та підприємництво*. 2021. № 6. С. 52-57.
33. Купалова Г. І., Коренєва Н.О., Гончаренко Н.В. Теоретико-організаційні аспекти застосування технології блокчейн у підприємстві. *Modeling the development of the economic systems*. 2022. № 2. С.121–127.
34. Кучер Л., Хелдак М., Ороховська Л. Оцінка готовності аграрних підприємств до впровадження інноваційних проєктів. *Agricultural and resource economics: international scientific e-journal*. 2023. Т. 9, № 1. С. 224-259.
35. Кучковський В.В. Алгоритми консенсусу блокчейн систем. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. Т. 297, № 3. С. 30–33.
36. Легалізація віртуальних активів: Парламент ухвалив профільний законопроект. *Міністерство цифрової трансформації України*. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/legalizatsiya-virtualnikh-aktiviv-parlament-ukhvaliv-profilniy-zakonoproekt>) (дата звернення: 23.01.2025).
37. Манчур І. Рівень використання технології блокчейн українськими підприємствами у сфері бухгалтерського обліку та аудиту. *Економічний аналіз*. 2021. № 31(3). С.183–189.

38. Меморандум про взаєморозуміння та співробітництво між Міністерством юстиції України, Міністерством аграрної політики та продовольства України, Державним агентством з питань електронного урядування України, громадською організацією Transparency International Україна та Бітфурі Холдінг Б.В. URL: https://ti-ukraine.org/wp-content/uploads/2017/06/MEMO-SIGNED_2017_06_16.pdf (дата звернення: 21.12.2024)

39. Міністерство цифрової трансформації презентувало дорожню карту розвитку ринку віртуальних активів. Finap. 2024. URL: <https://finap.com.ua/ministerstvo-tsifrovoyi-transformatsiyi-prezentovalo-dorozhnyu-kartu-rozvitku-rinku-virtualnih-aktiviv/> (дата звернення: 21.12.2024)

40. Мінфін. Українські банки та блокчейн: перспективи розвитку. URL: <https://minfin.com.ua/ua/2020/10/28/54736214/>. (дата звернення: 21.12.2024)

41. Мутерко Г.М., Кучерівська С.С., Яцко М.В., Малець В.В. Впровадження блокчейн-технологій в економіці України: переваги та виклики. *Академічні візії*. 2023. № 26. С. 1-13. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/798>.

42. Неговська Ю.В., Штулер І.Ю., Пешков О.М. Блокчейн як драйвер цифрової трансформації: кейси успішного застосування в бізнесі. *Актуальні проблеми економіки*. 2024. № 11 (281). Том 2. С.49 – 57. URL: https://economicscience.net/wp-content/uploads/2024/11/11.24-2._topic_Yuliia-Negovska-Iryna-Shtuler-Oleksandr-M.-Peshkov-49-57.pdf

43. Основні принципи роботи та кроки до створення регулятивного хабу. URL: <https://uplan.org.ua/analytics/rehionalnyi-analitychnyi-tsentru-efektyvnoho-rehuliuвання-rehuliatornyi-khab-osnovni-pryntsypy-roboty-ta-kroky-do-stvorennia-tsentru>. (дата звернення: 21.12.2024)

44. Павлов Р. А., Павлова Т. С., Хмарський В. Ю. Філософія блокчейну та трансформація бізнес-моделей у підприємництві. *Економіка і менеджмент 2024: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку*: зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 4–5 квіт. 2024 р. Секція 6, т. 5., 2024. С. 64–65.

45. Пивовар П. В., Тарасович Л. В., Присяжна Т. Т. Діджиталізація інвестиційної діяльності територіальних громад: концептуальні основи, механізм управління та стратегічні орієнтації. *Київський економічний науковий журнал*. 2023. №1. С. 60–68.

46. Підписано Меморандум про розвиток державних електронних аукціонів на Blockchain. *Uteka.ua*. 24.03.2016. URL: <https://uteka.ua/ua/publication/news-14-delovye-novosti-36-podpisan-memorandum-o-razvitii-gosudarstvennykh-elektronnykh-aukcionov-na-blockchain>. (дата звернення: 21.12.2024)

47. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 03.03.2021 № 167-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-p#Text> (дата звернення: 22.12.2024)

48. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 17.01.2018 № 67-р : станом на 17 верес. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-p#Text> (дата звернення: 21.12.2024)

49. Про схвалення Стратегії відновлення, сталого розвитку та цифрової трансформації малого та середнього підприємництва на період до 2027 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024-2027 роках : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 30.08.2024 № 821-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/821-2024-p#Text> (дата звернення: 21.12.2024)

50. Про схвалення Стратегії здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації системи управління державними фінансами на період до 2025 року та затвердження плану заходів щодо її реалізації : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 17.11.2021 № 1467-р : станом на 11 квіт. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1467-2021-p#Text> (дата звернення: 23.12.2024)

51. Свон М. *Блокчейн: схема нової економіки*. Olympus.Business, 2017. 240 с.

52. CETAM. Система електронних торгів арештованих майном. URL: <https://setam.net.ua> (дата звернення: 10.03.2024).
53. Сідак В. С., Москов В. А. Технології блокчейн в економіці України як механізм захисту прямих іноземних інвестицій. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : Економіка і менеджмент*. 2019. Вип. 36. С. 65-69.
54. Сіменко І.В., Косова Т.Д. Аналіз господарської діяльності : навчальний посібник за заг. ред. І.В. Сіменко, Т.Д. Косової. К. : Центр учбової літератури, 2013. 384 с.
55. Смагло О. Перспективи розвитку блокчейн технологій у сфері глобального фінансового ринку. *Економіка та суспільство*. 2024. № 60. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-69>. (дата звернення: 27.12.2024).
56. Солодовнік О. О., Докуніна К. І. Технологія блокчейн: сутність та перспективи використання в системі державних фінансів України. *Бізнес інформ*. 2021. № 3. С. 126–131.
57. Стефанчук Р. О. Інформаційні технології та право: quo vadis? *Право України*. 2018. № 1. С. 30-50.
58. Стратегія розвитку електронних комунікацій до 2030. Міністерство цифрової трансформації України. URL: <https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F:15:05.pdf>. (дата звернення: 21.12.2024)
59. Стратегія розвитку фінансового сектору України до 2025 року (оновлена у березні 2021 року). *Національний банк України*. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/strategiya-rozvitku-finansovogo-sektoru-ukrayini-do-2025-roku-7686>. (дата звернення: 23.12.2024)
60. Талер Р. Поведінкова економіка. Чому люди діють ірраціонально і як отримати з цього вигоду. Київ: Наш Формат, 2021. 464 с.
61. Теремецький В., Маляр С. Місце блокчейну в системі об'єктів авторських прав. *Актуальні проблеми правознавства*. 2021. Т. 1, № 4. С. 72–78.

62. Терещенко Г. Ю., Кириченко І. В. Аналіз і обґрунтування використання наявних блокчейн-рішень для захисту цифрових активів. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2024. № 1 (27). С. 164–178.
63. Терлюк О. Правове регулювання блокчейн-технології у публічному управлінні: аспекти міжнародного та українського досвіду використання. [Монографія]. Львів : Растр-7, 2024. 260 с.
64. Тищенко О.С., Гумен Т.Ф., Трапезон К.О. Дослідження особливостей технології blockchain в інформаційних системах передавання даних. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 2019. № 2. ч.1. С. 77-81.
65. Форсайт «Віртуальні активи в Україні – 2030». Підсумковий звіт. Visionary Analytics. 2024. URL: <https://va2030.com/foresight/report> (дата звернення: 29.11.2024)
66. Червінський О. Теоретико-методологічні засади концепції ноосфери В. Вернадського. *Науковий вісник Чернівецького університету. Філософія*. 2014. Вип. 726-727. С. 10-14.
67. Чмерук Г. Вплив технології блокчейн на трансформацію фінансових відносин суб'єктів господарювання. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2020. № 2(76). С. 104–112.
68. Чернобай Л. І., Дума О. І. Бізнес-процеси підприємства: загальна характеристика та економічна суть. *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*. 2013. № 769. С. 125-131.
69. Чубук Л. П., Дяків А. О. Роль блокчейн-технологій в управлінні ланцюгами постачань. *Управління бізнес-процесами та технологічними інноваціями в сучасних умовах та в післявоєнний період: зб. тез доповідей (ч. 1)*, м. Київ, 10–11 жовт. 2023 р. Київ, 2023. С. 550–552.
70. Чубук Л.П., Дяків А.О. Типологізація ситуацій готовності підприємств до запровадження блокчейн-технологій. *Цифрова економіка та економічна безпека*, № 1(16).

71. Чубук Л.П., Яценко О.В., Овандер Н.Л. Вплив цифрової економіки на зміну моделей бізнесу та фінансового управління: інституціоналізація цифрових трансформацій. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. 2024. № 1. С. 58–64.
72. Шевцова А. В. Вплив технології блокчейн на фінансовий сектор глобальної економіки. *Бізнесінформ*. 2024. № 5. С. 258–264.
73. Штулер І.Ю., Войтович С.Я., Герасимчук Г.І. Інституційні концепти становлення та функціонування електронних платіжних послуг у цифровій економіці. *Актуальні проблеми економіки*. 2023. №9 (267). С.6 – 13. https://eco-science.net/wp-content/uploads/2023/09/09.23._topic_-Iryna-Yu.-Stuler-Serhii-Ya.-Voytovych-Halyna-I.-Gerasymchuk-6-13-1.pdf
74. Шумпетер Й. А. Теорія економічного розвитку: дослідження прибутків, капіталу, кредиту, відсотка та економічного циклу. Київ: Наш Формат, 2020. 456 с.
75. Ющенко Н.Л. Розвиток блокчейн-технологій в Україні та світі. *Економіка і суспільство*. 2018. № 19. С. 269–275.
76. 4 Приклади вдалого застосування блокчейну URL: <https://indevlab.com/uk/blog-ua/4-priklada-vdalogo-zastosuvannya-blokchejnu/> (дата звернення: 12.11.2023).
77. Adidas into the metaverse. URL: <https://www.adidas.com/us/blog/825513-into-the-metaverse-lets-go> (дата звернення: 18.07.2023).
78. AgriDigital. URL: <https://www.agridigital.io/> (дата звернення: 22.01.2023).
79. AgUnity Solutions. URL: <https://www.agunity.com/solutions> (дата звернення: 13.04.2024).
80. Andree. Product and usability challenges of decentralized services - part I. 2018, December 13. URL: <https://blog.blended.io/en/post/product-and-usability-challenges-of-decentralized-services-part-i/> (дата звернення: 13.04.2024).
81. Antonopoulos A.M. How bitcoin works. In *mastering bitcoin: programming the open blockchain* (2nd edition). 2018. URL: <https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook/blob/develop/ch02.asciidoc>. (дата звернення: 13.04.2024).

82. Antonopoulos A.M. Mastering ethereum: building smart contracts and dApps. Sebastopol: O'Reilly Media, 2018. 424 p.
83. Antonopoulos A.M. Wallets. In mastering bitcoin: programming the open blockchain (2nd edition). 2018. URL: <https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook/blob/develop/ch05.asciidoc>. (дата звернення: 13.04.2024).
84. Appinventiv. A comprehensive guide to blockchain implementation. 2023. URL: <https://appinventiv.com/blog/blockchain-implementation/> (дата звернення: 13.12.2023).
85. Audius blockchain music platform. URL: <https://audius.org/> (дата звернення: 02.01.2024).
86. Aura consortium blockchain solutions. URL: <https://auraconsortium.com/solutions> (дата звернення: 30.01.2024).
87. Azaria A., Ekblaw A., Vieira T., Lippman A. MedRec: Using blockchain for medical data access and permission management. *2nd International conference on open and big data (OBD)*, Vienna, Austria. 2016. P. 25-30.
88. Bank for International Settlements (BIS). The crypto ecosystem: key elements and risks. Bank for International Settlements. 2022. URL: <https://www.bis.org/publ/othp72.htm>. (дата звернення: 10.11.2024).
89. Banking is only the beginning: 65 big industries blockchain could transform. URL: <https://www.cbinsights.com/research/industries-disrupted-blockchain/>. (дата звернення: 30.11.2024).
90. Barnes III B.W., Xiao B. Organizational adoption of blockchain technology: an ecosystem perspective. *DIGIT 2019 Proceedings*. 9. URL: <https://aisel.aisnet.org/digit2019/9>
91. Basic attention token growth. URL: <https://basicattentiontoken.org/growth/> (дата звернення: 17.12.2024).
92. Bearman J. Silk road: the untold story. Wired, 2015, May 23. URL: <https://www.wired.com/2015/05/silk-road-untold-story/>. (дата звернення: 10.12.2023).

93. Beck K., et al. The Agile manifesto. Agile Alliance. 2001. URL: <http://agilemanifesto.org>. (дата звернення: 11.12.2023).
94. Beck R. Technology-driven changes in the economy. The Routledge companion to management information systems. Edited by Robert D. Galliers, Mari-Klara Stein. Routledge Falmer: Abingdon, UK, 2017. P. 481-489.
95. BeeToken. Official website. URL: <https://www.beetoken.com/>. (дата звернення: 10.11.2024).
96. Belendroff B. Hyperledger: Advancing blockchain technology for business. Linux foundation. URL: <https://www.hyperledger.org/blog>. (дата звернення: 12.11.2024).
97. Binance. Crypto market analysis. URL: <https://www.binance.com/ru-KZ/square/post/14199211865610>. (дата звернення: 10.11.2024).
98. Binance. Utilizing blockchain technology in financial transactions. URL: <https://www.binance.com/uk-UA/square/post/18971726193105>. (дата звернення: 10.11.2024).
99. BitGive foundation. About us. URL: <https://www.bitgivefoundation.org/about-us/>. (дата звернення: 10.11.2024).
100. Bits Media. Banco Santander i Ripple розширюють систему міжнародних платежів One Pay FX. URL: <https://bits.media/banco-santander-i-ripple-rasshiryat-sistemu-mezhdunarodnykh-platezhey-one-pay-fx/>. (дата звернення: 10.11.2024).
101. Blenkinsop C. Blockchain's scaling problem, explained. 2018, August 22. URL: <https://cointelegraph.com/explained/blockchains-scaling-problem-explained>. (дата звернення: 10.11.2024).
102. Blockchain adoption by global business giants. URL: <https://psm7.com/uk/analytics/kak-blokchejn-pokoryaet-mir-integraciya-texnologii-mirovymi-biznes-gigantami.html> (дата звернення: 02.01.2025).
103. Blockchain council. What is vevue platform and how can you earn money out of it? URL: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/what-is-vevue-platform-and-how-can-you-earn-money-out-of-it/> (дата звернення: 10.11.2024).

104. Blockchain development cost. PixelCrayons. 2023. URL: <https://www.pixelcrayons.com/blog/digital-transformation/blockchain-development-cost/>. (дата звернення: 17.07.2024).
105. Blockchain explained: What it is and isn't, and why it matters. / S. London. The McKinsey Podcast. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/blockchain-explained-what-it-is-and-isnt-and-why-it-matters>. (дата звернення: 10.11.2023).
106. Blockchain in Georgia's land registry. URL: <https://bitnovosti.io/2019/02/14/v-gruzii-registriruyut-zemelnye-uchastki-na-blokchejne> (дата звернення: 29.09.2023).
107. Blockchain Research Institute. URL: <https://www.blockchainresearchinstitute.org/>. (дата звернення: 21.12.2022).
108. Blockchain: What it is, how it works, why it matters. URL: <https://www.gartner.com/en/industries/high-tech/topics/blockchain>. (дата звернення: 10.12.2022).
109. Blockgeeks. What is blockchain technology? A step-by-step guide. 2021, November 25. URL: <https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology>. (дата звернення: 10.09.2023).
110. Blockgeeks. What is zkSNARKs: Spooky moon math. URL: <https://blockgeeks.com/guides/what-is-zksnarks/> (дата звернення: 10.11.2024).
111. Bocek T., Rodrigues B.B., Strasser T., Stiller B. Blockchains everywhere - a use-case of blockchains in the pharma supply-chain. *IFIP/IEEE Symposium on integrated network and service management (IM)*, Lisbon, May 8–12, 2017. Lisbon, Portugal. 2017. P. 772–777. URL: doi:10.23919/INM.2017.7987376
112. Brooklyn Energy. About us. URL: <https://www.brooklyn.energy/about>. (дата звернення: 10.12.2024).
113. Brown A. Digital economy dispatches: critical reflections on how to succeed with digital transformation in turbulent times. London: Unities Press, 2021. 252 p.
114. Brown A., Fisheneden J., Thompson M. Digitizing goverment. London, Palgrave Macmillan, 2014. 274 p.

115. Buterin V. A next-generation smart contract and decentralized application platform. Ethereum white paper, 2014. URL: <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper>. (дата звернення: 27.12.2023).
116. Buterin V. DAOs, DACs, DAs and more: An incomplete terminology guide. 2014, May 6. URL: <https://blog.ethereum.org/2014/05/06/daos-dacs-das-and-more-an-incomplete-terminology-guide>. (дата звернення: 27.12.2023).
117. Carrefour and Nestlé use IBM Blockchain. URL: <https://proexpress.com.ua/uk/carrefour-i-nestle-ispolzyut-blokchein-ibm-dlia-otslejivaniia-postavok-detskogo-pitaniia/> (дата звернення: 04.11.2024).
118. Carrefour blockchain in food transition. URL: <https://www.carrefour.com/en/group/food-transition/food-blockchain> (дата звернення: 11.11.2024).
119. Carson B., Higginson M., London S. Blockchain explained: What it is and isn't, and why it matters. McKinsey & Company, 2018, September. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/blockchain-explained-what-it-is-and-isnt-and-why-it-matters> (дата звернення: 27.12.2023).
120. Carter H. Part 3: What is blockchain? In Journey to blockchain: A non-technologist's guide to the internet of value. URL: <https://www.blockchainresearchinstitute.org/project/journey-to-blockchain/-a-non-technologists-guide-to-the-internet-of-value/>. (дата звернення: 15.12.2023).
121. Casey M. Blockchain will make today's accountants obsolete. 2018. URL: <https://www.marketwatch.com/story/blockchain-will-make-todays-accountants-and-many-wall-street-jobs-obsolete-2018-02-28>. (дата звернення: 24.11.2023).
122. Castells M. The information age: economy, society, and culture. 3 Vols. Malden, MA: Blackwell, 1996-1998. 597 p.
123. CBIInsights. How blockchain could disrupt banking. 2021, February 11. URL: <https://www.cbinsights.com/research/blockchain-disrupting-banking>.
124. Chain. Cloud blockchain solutions. URL: <https://www.chain.com/cloud>.

125. Chainalysis. The 2022 crypto crime report: original data and research into cryptocurrency-based crime. 2022, February. URL: <https://go.chainalysis.com/rs/503-FAP-074/images/Crypto-Crime-Report-2022.pdf>. (дата звернення: 27.05.2024).
126. Chakraborty A. Multi-criteria decision analysis framework for optimal combination of blockchain to determine scalability in IoT. *2024 IEEE International Conference on communication, computing and signal processing (IICCCS)*, ASANSOL, India, 2024. P. 1-6.
127. Chaum D. Blind signatures for untraceable payments. In: Chaum, D., Rivest, R.L., Sherman, A.T., Eds. *Advances in cryptology proceedings of crypto 82*, Plenum (Springer-Verlag), New York, 1982. P. 199-203. URL: <https://chaum.com/wp-content/uploads/2022/01/Chaum-blind-signatures.pdf> (дата звернення: 27.11.2023).
128. Chaum D. Security without identification: transaction systems to make big brother obsolete. *Communications of the ACM*, 1985. Vol. 28, № 10. P. 1030-1044. URL: <https://doi.org/10.1145/4372.4373>.
129. Cheikosman E. Why the debate about crypto's energy consumption is flawed. *World Economic Forum*, 2022, March 23. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2022/03/crypto-energy-consumption>.
130. Chile to track renewable energy for copper mining on blockchain. *Ledger Insights - blockchain for enterprise*. URL: <https://www.ledgerinsights.com/chile-to-track-renewable-energy-for-copper-mining-on-blockchain/> (дата звернення: 30.11.2024).
131. Choi D., Chung C. Y., Seyha T., Young J. Factors affecting organizations' resistance to the adoption of blockchain technology in supply networks. *sustainability* 12, 8882. doi:10.3390/su12218882 (дата звернення: 27.11.2024).
132. Chronicled Wholesalers. URL: <https://www.chronicled.com/wholesalers> (дата звернення: 26.06.2024).
133. Chubuk L., Zhukova Yu. Comparison of the methods of realizing the sensitivity analysis of the enterprise's value to risks. *Lecture notes on data engineering and communications technologies*, 2024, volume 221. P. 426–437. https://doi.org/10.1007/978-3-031-71801-4_31. (дата звернення: 27.12.2024).

134. Civil journalism blockchain platform. URL: <https://mbr.com.ua/uk/news/technology/2636-zurnalistskaya-blokcein-platforma-civil-zakry-vaetsya> (дата звернення: 29.03.2023).
135. Clack C. D., Cummins J. Transforming commercial contracts through computable contracting. *Journal of Strategic Contracting and Negotiation*, 6(1). 2022. P.3-25. URL: <https://doi.org/10.1177/20555636211072560> (дата звернення: 06.04.2023).
136. Coase R. H. The problem of social cost. *Journal of law and economics*. 1960. Vol. 3. P. 1–44.
137. Cocco L., Pinna A., Marchesi M. Banking on blockchain: costs savings thanks to the blockchain technology. *Future internet* 2017. № 9. P. 25.
138. Coinbase. Official website. URL: <https://www.coinbase.com>. (дата звернення: 27.12.2024).
139. CoinList. Token launch platform. URL: <https://coinlist.co>. (дата звернення: 27.12.2024).
140. Coinme: bitcoin accepted here – challenges and opportunities for crypto payments. URL: <https://thefintechtimes.com/coinme-bitcoin-accepted-here-challenges-and-opportunities-for-crypto-payments/> (дата звернення: 20.12.2024).
141. Crypto carbon ratings institute. The merge - implications on the electricity consumption and carbon footprint of the ethereum network. 2022. URL: <https://indices.carbon-ratings.com/ethereum-merge> (дата звернення: 20.01.2024).
142. Crystal ball feature overviews. Crystal ball (simulation). Risk analysis overview. The sensitivity chart. Oracle. URL: <https://www.oracle.com/middleware/technologies/crystalball.html> (дата звернення: 28.12.2024).
143. Dai H-N., Wang H., Wu Y. Convergence of blockchain and edge computing for secure and scalable IIoT critical infrastructures in industry 4.0. *IEEE Internet of Things Journal*, September, 2020. URL: <https://DOI: 10.1109/IIOT.2020.30259>. (дата звернення: 20.03.2024).

144. Daly J. Why radical openness is unnerving and necessary: A Q&A with TED eBook authors Don Tapscott and Anthony D. Williams. TED Blog, 2013, January 24. URL: <https://blog.ted.com/why-radical-openness-is-unnerving-reshaping-and-necessary-a-qa-with-ted-ebook-authors-don-tapscott-and-anthony-d-williams>. (дата звернення: 24.12.2023).

145. Datos Insights. Paxos securities settlement: creating an alternative equity clearing and settlement model in the US. URL: <https://datos-insights.com/reports/paxos-securities-settlement-creating-alternative-equity-clearing-and-settlement-model-us>. (дата звернення: 20.11.2024).

146. Davenport T. H., Short J. E. The new industrial engineering: information technology and business process redesign. *Sloan management review*. 1990. P. 11–27.

147. De Filippi P., McMullen G. Multiple layers of blockchain governance. In *governance of blockchain systems: governance of and by distributed infrastructure*, COALA + Blockchain Research Institute, 2018, June. P. 16-20.

148. De Filippi P., Wright A. *Blockchain and the law: the rule of code*. Cambridge: Harvard university press. 2018. URL: <https://doi.org/10.2307/j.ctv2867sp>. (дата звернення: 10.10.2023).

149. Decentraland. URL: <https://decentraland.org/> (дата звернення: 14.12.2024).

150. Deloitte Ukraine. A new language for digital transformation. URL: <https://www.deloitte.com/ua/uk/issues/digital/a-new-language-for-digital-transformation.html>. (дата звернення: 19.12.2024).

151. Deloitte's 2019 global blockchain survey Deloitte insights. Cambridge, United Kingdom: Deloitte Development LLC. URL: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf. (дата звернення: 19.12.2024).

152. Dentacoin DCN. URL: <https://answr.pro/articles/1435-dentacoin-dcn/> (дата звернення: 03.05.2023).

153. Dewey J. (Ed.). Blockchain & cryptocurrency laws and regulations 2022. Global legal group, 2021. URL: <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/blockchain-laws-and-regulations>. (дата звернення: 20.07.2023).
154. Dharma Labs. Official website. URL: <http://www.dharmalabs.co>. (дата звернення: 22.12.2024).
155. Diakiv A. Blockchain in public sector. *Теоретичні та прикладні питання економіки*. Збірник наук. праць. 2021. Випуск 2 (43). С.207-216. URL: <https://doi.org/10.17721/tpre.2021.43.20> (дата звернення: 29.01.2024).
156. Diakiv A. Evaluation of blockchain implementation effectiveness. *Three Seas Economic Journal*, 2024. № 5(4). P.8-13.
157. Diakiv A. Interdisciplinary approach to the study of blockchain technology. *Ensuring Sustainable Economic Development in the Context of Globalization Challenges*: proc. of the Int. Sci. Conf., Kielce, Poland, 1–2 Nov. 2024. Kielce, 2024. P. 20–23.
158. Diakiv A. Multisectoral application of blockchain technologies in the global economy. *Transformation of the Economy under Global Challenges: Current Issues*: proc. of the Int. Sci.-Pract. Conf., Klaipėda, Lithuania, 7–8 Feb. 2025. Klaipėda, 2025. P. 30–32.
159. Diffie W., Hellman M.E. New directions in cryptography. *IEEE Transactions on Information Theory*. 1976. Vol. 22, № 6. P.644-654. URL: <https://ee.stanford.edu/~hellman/publications/24.pdf>. (дата звернення: 25.09.2023).
160. DiMaggio P.J., Powell W.W. The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American sociological review*. 1983. № 48(2). P.147-160. (дата звернення: 25.10.2023).
161. Dock.io & Burst IQ. URL: <https://www.dock.io/use-case-burst-iq> (дата звернення: 29.08.2023).
162. DOVU. DOVUOS platform. URL: <https://dovu.earth/en/dovuos/>. (дата звернення: 25.10.2024).
163. Drucker P. The age of discontinuity: guidelines to our changing society. New York: Harper & Row, 1969. 402 p.

164. D'Aliessi M. How does the blockchain work? – Member feature stories. 2016, June 1. URL: <https://medium.com/s/story/how-does-the-blockchain-work-98c8cd01d2ae>. (дата звернення: 20.03.2024).
165. Editors M. T. R. Explainer: What is a blockchain? *MIT Technology Review*. URL: <https://www.technologyreview.com/2018/04/23/143477/explainer-what-is-a-blockchain>. (дата звернення: 28.10.2023).
166. Electron. About us. URL: <https://electron.net/about>. (дата звернення: 25.12.2024).
167. EnergiMine. Cryptocurrency in energy sector. URL: <https://energimine.com/cryptocurrency>. (дата звернення: 25.12.2024).
168. Enjin blockchain for gaming. URL: <https://enjin.io/technology/blockchain> (дата звернення: 06.03.2024).
169. Estonia: blockchain government. URL: <https://decenter.org/estoniya-gosudarstvo-na-blokcheine/> (дата звернення: 11.01.2024).
170. Ethereum.org. Crypto-economic security, in proof-of-stake (PoS). URL: <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/#crypto-economic-security>. (дата звернення: 25.12.2023).
171. EU Startup News. Startup showcase: carVertical blockchain-based solution for car history. URL: <https://eustartup.news/startup-showcase-carvertical-blockchain-based-solution-for-car-history>. (дата звернення: 25.12.2024).
172. EU-Startups. WePower. URL: <https://www.eu-startups.com/directory/wepower>. (дата звернення: 25.12.2024).
173. European Parliament: directorate-general for parliamentary research services, Boucher P., Nascimento S. and Kritikos M. How blockchain technology could change our lives – In-depth analysis. European Parliament, 2017. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2861/926645> (дата звернення: 28.02.2023).
174. EY Ukraine. Digital audit. URL: https://www.ey.com/uk_ua/digital-audit. (дата звернення: 25.12.2024).
175. Farmobile Services. URL: <https://www.farmobile.com/services/> (дата звернення: 26.11.2023).

176. Francisco K., Swanson D. The supply chain has no clothes: technology adoption of blockchain for supply chain transparency. URL: <https://doi.org/10.3390/logistics2010002>. (дата звернення: 20.12.2023).

177. Frauenfelder M. I forgot my PIN: an epic tale of losing \$30,000 in bitcoin. Wired, 2017, October 29. URL: <https://12ft.io/proxy?q=https%3A%2F%2Fwww.wired.com%2Fstory%2Fi-forgot-my-pin-an-epic-tale-of-losing-dollar30000-in-bitcoin%2F>. (дата звернення: 25.11.2023).

178. Fukuyama F. Trust: the social virtues and the creation of prosperity. New York: Free Press, 1995. 457 p. (дата звернення: 25.09.2023).

179. Gambetta D. The sicilian mafia: the business of private protection. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1993. 253 p. (дата звернення: 28.09.2023).

180. Global crypto adoption index. 2022. URL: <https://www.chainalysis.com/blog/2022-global-crypto-adoption-index/>(дата звернення: 25.09.2024).

181. Goepel K.D Implementing the analytic hierarchy process as a standard method for multi-criteria decision making in corporate enterprises. *A new AHP Excel template with multiple inputs, proceedings of the International symposium on the Analytic hierarchy process*, Kuala Lumpur 2013. DOI: <https://doi.org/10.13033/isahp.y2013.047>. (дата звернення: 18.05.2024).

182. Greenberg A. Hackers remotely kill a jeep on the highway – with me in it. Wired, 2015, July 21. URL: <https://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway>. (дата звернення: 07.09.2023).

183. Greenberg A. The crypto trap: inside the bitcoin bust that took down the web's biggest child abuse site. Wired, 2022, April 7. URL: <https://www.wired.com/story/tracers-in-the-dark-welcome-to-video-crypto-anonymity-myth>. (дата звернення: 07.09.2023).

184. GridPlus. Official website. URL: <https://gridplus.io>. (дата звернення: 25.11.2024).

185. Guardtime blockchain security. URL: <https://guardtime.com/blog/increasing-healthcare-security-with-blockchain-technology> (дата звернення: 11.10.2024).
186. Haber S., Stornetta W. S. How to time-stamp a digital document. *Journal of Cryptology*. 1991. Vol. 3, № 2. P. 99–111. URL: <https://doi.org/10.1007/bf00196791>. (дата звернення: 25.09.2023).
187. Haie N. Transparent water management theory: Sefficiency in sequity. transparent water management theory. Water resources development and management Springer, Singapore. 2021. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6284-6_4. (дата звернення: 11.10.2024).
188. Hammer M., Champy J. Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution. New York : HarperBusiness, 1993. 223 p.
189. Harmon P. Business process change: a guide for business managers and BPM and six sigma professionals. 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2007. 592 p.
190. Harrington J. Business process improvement: the breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness. New York : McGraw-Hill, 1991. 274 p.
191. Hasan M., Shiming D., Islam M., Hossain M. Z. Operational efficiency effects of blockchain technology implementation in firms: evidence from China. *Review of international business and strategy, ahead-of-print*. 2020. Vol. 30. № 2. URL: <https://doi.org/10.1108/RIBS-05-2019-0069>. (дата звернення: 11.11.2023).
192. How Walmart brought unprecedented transparency to the food supply chain with Hyperledger fabric. *LF Decentralized Trust*. 2019. URL: https://www.lfdecentralizedtrust.org/case-studies/walmart-case-study?utm_source/%20 (дата звернення: 11.11.2024).
193. Huang J., O'Neill C., Tabuchi H. Bitcoin uses more electricity than many countries. How is that possible? The New York Times, 2021, September 3. URL: <https://www.nytimes.com/interactive/2021/09/03/climate/bitcoin-carbon-footprint-electricity.html> (дата звернення: 11.02.2024).

194. Iansiti M., Lakhani K. R. The truth about blockchain. *Harvard business review*, 2017, January 1. URL: <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>. (дата звернення: 11.11.2023).
195. IBM Food trust and food logistics. URL: <https://www.ibm.com/blockchain/resources/food-trust/food-logistics/> (дата звернення: 28.05.2023).
196. IBM Watson healthcare. URL: <https://www.ibm.com/products/watsonx-assistant/healthcare> (дата звернення: 05.02.2024).
197. IBM. What is blockchain technology? URL: <https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain>. (дата звернення: 05.02.2024).
198. Infinite Red. Arcade City project. URL: <https://infinite.red/work/arcade-city>. (дата звернення: 05.01.2024).
199. Insurwave. About us. URL: <https://insurwave.com/about-us>. (дата звернення: 15.11.2024).
200. Insurwave. Insurwave 2024: A year in review. URL: <https://insurwave.com/blog/product/insurwave-2024-a-year-in-review>. (дата звернення: 15.11.2024).
201. International Data Corporation. Worldwide blockchain spending guide, 2024. IDC. 2024. URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS52305724>. (дата звернення: 18.11.2024).
202. International Monetary Fund. The changing landscape of crypto assets – considerations for regulatory and supervisory authorities. International Monetary Fund, 2024. URL: <https://www.imf.org/en/News/Articles/2024/02/23/sp022324-changing-landscape-crypto-assets-considerations-regulatory-and-supervisory-authorities>. (дата звернення: 15.11.2024).
203. Investopedia. 6 biggest blockchain companies. URL: <https://www.investopedia.com/10-biggest-blockchain-companies-5213784>. (дата звернення: 18.12.2024).
204. Iredale G. History of blockchain technology: a detailed guide. 101 Blockchains, 2020. URL: <https://101blockchains.com/history-of-blockchain-timeline>. (дата звернення: 20.11.2024).

205. Jensen M.C., Meckling W.H. Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, Vol. 3, № 4 (1976). P. 305–360. (дата звернення: 18.04.2024).
206. Johnson S. Beyond the bitcoin bubble. *The New York Times*, 2018, January 16. URL: <https://www.nytimes.com/2018/01/16/magazine/beyond-the-bitcoin-bubble.html> (дата звернення: 18.11.2024).
207. JPMorgan Chase provides an update on its \$30 billion racial equity commitment. JPMorgan Chase & Co. 2021. URL: <https://media.chase.com/news/jpmc-provides-update-on-30-billion-racial-equity-commitment>. (дата звернення: 01.02.2024).
208. Juglar C. Des crises commerciales et leur retour périodique en France, en Angleterre, et aux États-Unis. Paris: Guillaumin, 1862. 367 p.
209. Juniper Research. Blockchain in cross-border payments: future market outlook and cost reduction potential. 2021. URL: <https://www.juniperresearch.com>. (дата звернення: 18.03.2024).
210. Kahneman D., Tversky A. Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 1979. №47(2). P. 263-291.
211. Kamble S., Gunasekaran A., Arha H. Understanding the blockchain technology adoption in supply chains-Indian context. 2019. *Int. J. Prod. Res.* 57, P. 2009–2033. doi:10.1080/00207543.2018.1518610 (дата звернення: 22.12.2024).
212. Kickstarter. About Kickstarter. URL: <https://www.kickstarter.com/about?ref=global-footer>. (дата звернення: 18.12.2024).
213. Koblitz N. A Course in number theory and cryptography. New York, NY : Springer US, 1987. URL: <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-0310-7>. (дата звернення: 18.11.2023).
214. Kondratieff N. D. The long waves in economic life. *The review of economic statistics*, 1935. Vol. 17, № 6. P. 105–115.
215. Kshetri N. Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International journal of information management*, 2018. №39. P. 80-89.

216. Kucher L., Heldak M., Orochovska L. Assessment of the readiness of agrarian enterprises to implement innovative projects. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2023. № 9(1). P. 224–259.

217. Kupalova H., Didukh N. Determining the impact of blockchain technologies on the grain supply chain tracking system in the EU. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2024. № 132(13). P.116-121.

218. Kuznets S. Modern economic growth: rate, structure, and spread. New Haven, CT: Yale University Press, 1966. 524 p.

219. Lamport L. Password authentication with insecure communication. *Communications of the ACM*. 1981. Vol. 24, № 11. P. 770–772. URL: <https://doi.org/10.1145/358790.358797> (дата звернення: 18.05.2024).

220. Linux Foundation. About Hyperledger. Hyperledger.org, <https://www.hyperledger.org/about>. (дата звернення: 18.11.2024).

221. LockTrip. What is LockTrip.com? URL: <https://help.locktrip.com/portal/en/kb/articles/what-is-locktrip-com>. (дата звернення: 20.11..2024).

222. Lustenberger M., Malešević S., Spsychiger F. Ecosystem readiness: blockchain adoption is driven externally. *Front Blockchain*. 2021, August, 16. URL: doi: 10.3389/fbloc.2021.720454 (дата звернення: 18.05.2024).

223. Machlup F. The production and distribution of knowledge in the United States. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1962. 416 p.

224. McShane G. What Is a 51% attack? *CoinDesk*, 2021, October 12. URL: <https://www.coindesk.com/learn/what-is-a-51-attack>. (дата звернення: 24.03.2024).

225. MedicalChain Whitepaper. URL: <https://www.allcryptowhitepapers.com/medicalchain-whitepaper/> (дата звернення: 14.04.2023). (дата звернення: 24.10.2024).

226. Merkle R. Protocols for public key cryptosystems. *1980 IEEE Symposium on Security and Privacy*, Oakland, CA, USA, 1980. P. 122-134. URL: <https://doi.org/10.1109/SP.1980.10006>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6233691>. (дата звернення: 24.09.2023).

227. Ministry of electronics and information technology (MeitY), Government of India. National strategy on blockchain MeitY. 2021. 52 p.
228. MIT Technology Review. Explainer: What is a blockchain? 2018, April 23. URL: <https://www.technologyreview.com/s/610833/explainer-what-is-a-blockchain>. (дата звернення: 24.11.2023).
229. MOBI. About us. URL: <https://dlt.mobi/about>. (дата звернення: 25.12.2024).
230. Moller A.P. Maersk and IBM introduce TradeLens blockchain shipping solution. PR Newswire. 2018. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/maersk-and-ibm-introduce-tradelens-blockchain-shipping-solution-300694642.html>. (дата звернення: 14.10.2024).
231. Monero. Ring Signatures. June 2017. URL: https://youtu.be/zHN_B_H_fCs?t=38. (дата звернення: 24.09.2024).
232. Mougayar W., Buterin V. Business Blockchain: promise, practice, and application of the next internet technology. Wiley & Sons Incorporated, 2016. 208 p.
233. MovieBloc Blockchain Cinema. URL: <https://www.moviebloc.com/about/en> (дата звернення: 17.11.2024).
234. Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Bitcoin.org, 2008. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. (дата звернення: 17.01.2023).
235. Narayanan A., et al. Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction. *Network Security*. 2016. Vol. 2016, № 8. P. 4. URL: [https://doi.org/10.1016/s1353-4858\(16\)30074-5](https://doi.org/10.1016/s1353-4858(16)30074-5). (дата звернення: 19.01.2023).
236. Nash J. Equilibrium points in N-person games. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1950. Vol. 36, № 1. P. 48–49.
237. Nebula Genomics. URL: <https://nebula.org/technology/?srsltid=AfmBOoqr6KMjdx26ltR4bWKNqnAA2S69Wo4cRAZemEXJ99mJWYRgEbT-> (дата звернення: 21.02.2024).
238. New ICC case studies provide guidance for trade digitalization. URL: <https://iccwbo.org/news-publications/news/new-icc-case-studies-provide-guidance-for-trade-digitalisation/> (дата звернення: 17.11.2024).

239. North D.C. Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 152 p.
240. Nozari H., Ghahremani-Nahr J. Assessing key performance indicators in blockchain-based supply chain financing: Case study of chain stores. *International Journal of Innovation in Engineering*, 2022. № 2(3). P. 42–58.
241. Numerai. Crypto ecosystem overview. URL: <https://docs.numer.ai/numerai-crypto/crypto-overview>. (дата звернення: 12.11.2024).
242. OpenSea NFT marketplace guide. URL: <https://opensea.io/learn/getting-started> (дата звернення: 15.03.2024).
243. Orchid VPN. URL: <https://www.orchid.com/vpn/> (дата звернення: 01.05.2023).
244. Organisation for economic co-operation and development. Digital transformation. OECD 2024. URL: <https://www.oecd.org/en/topics/policy-issues/digital-transformation.html>. (дата звернення: 17.01.2025).
245. OriginTrail blockchain for supply chains. URL: <https://origintrail.io/solutions/supply-chains> (дата звернення: 30.10.2024)
246. Peters G.W., Panayi E. Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: future of transaction processing and smart contracts on the internet of money. URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2692487> (дата звернення: 10.01.2023).
247. Peters G.W., Panayi E., Chapelle A. Trends in crypto-currencies and blockchain technologies: a monetary theory and regulation perspective. SSRN Electronic Journal, 2015 URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2646618. (дата звернення: 27.04.2023).
248. Po.et Whitepaper. URL: <https://www.allcryptowhitepapers.com/po-et-whitepaper/> (дата звернення: 11.04.2023).
249. Porter M. E. Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. New York : Free Press, 1985. 557 p.
250. Porter M. E., Millar V. E. How Information Gives You Competitive Advantage. *Harvard Business Review*, 1985, 85, (July–August). P.149– 160.

251. Powerledger. Official website. URL: <https://powerledger.io>. (дата звернення: 17.12.2023).
252. Provenance. URL: <https://provenance.io/> (дата звернення: 17.08.2023).
253. Purwaningsih E., Muslikh M., Suhaeri S., Basrowi B. Utilizing blockchain technology in enhancing supply chain efficiency and export performance, and its implications on the financial performance of SMEs. *Uncertain supply chain management*, 2024. № 12(1). P. 449–460.
254. PwC Ukraine. Assurance services. URL: <https://www.pwc.com/ua/uk/services/assurance.html>. (дата звернення: 17.10.2024).
255. R3 Corda. Blockchain platform overview. URL: <https://r3.com/corda>. (дата звернення: 17.12.2023).
256. Rogers Everett M. Diffusion of innovations. Free press of glencoe, 1962. 367 p.
257. Saaty T. L. Decision making with AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *European journal of operational research*. 2003. № 145. P. 85-91.
258. Saaty T. L. The analytic hierarchy process, planning, priority setting, resource allocation. Mc Graw-Hill, NY, 1980. 287 p.
259. Saberi S., Kouhizadeh M., Sarkis J., Shen L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International journal of production research*, 2018. № 57(7). P.2117–2135.
260. Scaling Parrots. How to calculate ROI in blockchain. 2023. URL: <https://www.scalingparrots.com/en/roi-in-blockchain>. (дата звернення: 22.01.2024).
261. Schneier B. Applied cryptography: Protocols, algorithms, and source code in C. 2nd ed. New York : Wiley, 1996. 758 p.
262. Shannon C. E. A Mathematical theory of communication. *The bell system technical journal*, Vol. 27, № 3 (1948). P. 379–423.
263. ShareRing. Online platforms in industries. URL: <https://sharering.network/industries/#online-platforms>.

264. Sickles R., Zelenyuk V. Measurement of productivity and efficiency: theory and practice. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. 629 p. URL: doi:10.1017/9781139565981.

265. Siemens Ukraine. Energy products. URL: <https://www.siemens.com/ua/uk/produkty/enerhetyka.html>. (дата звернення: 30.12.2024).

266. Singapore Airlines. Kris+ partnership program. URL: https://www.singaporeair.com/en_UK/us/ppsclub-krisflyer/use-miles/krisplus/become-krispluspartner. (дата звернення: 17.01.2024).

267. Slaughter R.K. Algorithms and economic justice: a taxonomy of harms and a path forward for the federal trade commission. URL: https://law.yale.edu/sites/default/files/area/center/isp/documents/algorithms_and_economic_justice_master_final.pdf

268. Smart Dubai 2021 Strategy. URL: <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/strategies-plans-and-visions-untill-2021/smart-dubai-2021-strategy> (дата звернення: 11.02.2023).

269. Solve.Care. URL: <https://solve.care/about/> (дата звернення: 15.10.2024).

270. Stallings W. Cryptography and network security: principles and practice. Pearson education, 2016. 752 p.

271. Starbucks Blockchain Coffee Traceability. URL: <https://www.ledgerinsights.com/starbucks-blockchain-coffee-traceability-azure/> (дата звернення: 06.04.2023).

272. Steemit Guide for Newcomers. URL: <https://steemit.com/ua/@c21c/novopribulci-v-steemit-informaciya-dlya-vas> (дата звернення: 13.08.2024).

273. SunContract. Your electricity marketplace. URL: <https://suncontract.org/your-electricity-marketplace>. (дата звернення: 29.12.2023).

274. Swanson T. The anatomy of a money-like informational commodity: a study of bitcoin. Penguin Publisher, 2014. 318 p. URL: <https://www.scribd.com/document/235826409/The-anatomy-of-a-Money-like-informational-commodity> (дата звернення: 17.09.2023).

275. Synereo Blockchain Social Media. URL: <https://golden.com/wiki/Synereo-6KYRGW> (дата звернення: 12.01.2023).
276. Szabo N. Formalizing and securing relationships on public networks. *First Monday*. 1997. Vol. 2, № 9. URL: <https://doi.org/10.5210/fm.v2i9.548>. (дата звернення: 16.09.2023).
277. Szabo N. The God protocols. Unenumerated blog. 1997. URL: <https://nakamotoinstitute.org/library/the-god-protocols>. (дата звернення: 16.09.2023).
278. Tapscott A. Can blockchain give us back our privacy? *Financial Post*, 2019, January 30. URL: <https://business.financialpost.com/technology/can-blockchain-give-us-back-our-privacy>. (дата звернення: 25.10.2023).
279. Tapscott D., Tapscott A. *Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world*. Penguin Books, Limited, 2016. 358 p.
280. Tapscott D., Tapscott A. Here's why blockchains will change the world. *Fortune*, 2016, May 8. URL: <http://fortune.com/2016/05/08/why-blockchains-will-change-the-world>. (дата звернення: 25.10.2023).
281. TE-FOOD. URL: <https://te-food.com/about-us/> (дата звернення: 26.05.2023).
282. Teece D.J. A dynamic capabilities-based entrepreneurial theory of the multinational enterprise. *Journal of international business studies*. 2014. № 45(1). P.8–37.
283. The Blockchain and blockchain development sector – statistics and facts. URL: https://kruschecompany.com/blockchain-sector-statistics-and-facts/#Blockchain_use_cases. (дата звернення: 25.12.2024).
284. The Index Project - Blockchain Nominee. URL: <https://theindexproject.org/award/nominees/2884> (дата звернення: 13.09.2024).
285. Theta Network. URL: <https://docs.thetatoken.org/docs/what-is-theta-network> (дата звернення: 20.08.2023)
286. Travelport Ukraine. Industry news. URL: <https://travelport.ua/news/category/industriya>. (дата звернення: 25.12.2024).

287. Trigeorgis L. Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation. MIT Press. 1996. 427p.
288. TUI Group. What is a blockchain? URL: <https://www.tuigroup.com/en/en/media/stories/special-themed-section/digitalisation-and-innovation/2017-08-16-what-is-a-blockchain>. (дата звернення: 10.12.2024).
289. tZero. Official website. URL: <https://tzero.com>. (дата звернення: 10.12.2024).
290. Ujo Music Features. URL: <https://blog.ujomusic.com/tagged/features> (дата звернення: 09.11.2023).
291. UN Blockchain assistance for Ukraine. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-uarazom/3636083-dopomoga-vid-oon-ukraincam-zapuskaut-grosovu-intervenciu-z-vikoristannam-tehnologii-blokcejn.html> (дата звернення: 30.07.2023).
292. Unilever and SAP Blockchain for Palm Oil. URL: <https://www.unilever.com/news/press-and-media/press-releases/2022/sap-unilever-pilot-blockchain-technology-supporting-deforestationfree-palm-oil/> (дата звернення: 22.11.2023).
293. VeChain Foundation. VeChainStats launches carbon calculator, bolstering VeChain's role in the digital sustainable economy. URL: <https://medium.com/vechain-foundation/vechainstats-launches-carbon-calculator-bolstering-vechains-role-in-the-digital-sustainable-7762bc6ef96>. (дата звернення: 25.12.2024).
294. Von Neumann J., Morgenstern O. Theory of games and economic behavior. Princeton University Press, 1944. 659 p.
295. Wattenhofer R. Distributed ledger technology: the science of the blockchain (2nd edition). Aalborg: CreateSpace independent publishing platform, 2017. 170 p.
296. Webisoft. How much does it cost to build a blockchain app? Webisoft. – 2023. URL: <https://webisoft.com/articles/blockchain-cost>. (дата звернення: 11.01.2024).
297. Werbach K. Blockchain and the new architecture of trust. MIT Press, 2018. 344 p.

298. Wiener N. Cybernetics: or control and communication in the animal and the machine. Cambridge, MA: MIT Press, 1948. 212 p.
299. Williamson O. E. Markets and hierarchies: analysis and antitrust Implications. New York: Free Press, 1975. 288 p.
300. Williamson O. E. The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting. New York : Free Press, 1987. 450 p.
301. Winding Tree. Official website. URL: <https://windingtree.com/>. (дата звернення: 12.12.2024).
302. Womack J. P., Jones D. T. Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the operational research society*. 1997. Vol. 48, № 11. P. 1148.
303. World Economic Forum. From source to stomach: How blockchain tracks food across the supply chain and saves lives. World Economic Forum. 2024. URL: <https://www.weforum.org/stories/2024/08/blockchain-food-supply-chain>. (дата звернення: 08.01.2025).
304. Worldwide blockchain and web3 developers statistics 2023. URL: <https://www.dappros.com/202303/worldwide-blockchain-and-web3-developers-statistics-2023/> (дата звернення: 05.02.2024).
305. Yli-Huumo J., Ko D., Choi S., Park S., Smolander K. Where is current research on blockchain technology?—A systematic review. PLoS ONE 11(10): e0163477. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163477> (дата звернення: 20.03.2025).
306. Zheng Z., Xie S., Dai H., Chen X. and Wang, H. An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. Proceedings of the 2017 IEEE BigData Congress, Honolulu, Hawaii, USA, 2017. P. 557–564. (дата звернення: 18.03.2024).
307. Zweispace. Zweinote platform. URL: <https://zweispace.com/zweinote/>. (дата звернення: 10.12.2024).

ДОДАТКИ

Додаток А

АНКЕТА ДЛЯ КЕРІВНИКІВ ПІДПРИЄМСТВ ЩОДО ГОТОВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ДО ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ У БІЗНЕС ПРОЦЕСИ

Заздалегідь дякуємо за час, який ви витратили на заповнення даного опитування. Ця інформація буде використана для наукового дослідження. Інформація, яку ви надаєте, розглядатиметься як конфіденційна, і ваші відповіді не будуть оприлюднені таким чином, щоб ідентифікувати вас або вашу компанію.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО КОМПАНІЮ

1. Будь ласка, вкажіть сектор (-и), в якому ви працюєте (позначте все, що підходить):

- 1.1. Сільське/лісове/рибне господарство
- 1.2. Легка промисловість
- 1.3. Обробка деревини та/або виробництво меблів
- 1.4. Харчова промисловість
- 1.5. ІТ та цифрові технології
- 1.6. Туризм
- 1.7. Роздрібна та/або оптова торгівля
- 1.8. Будівництво
- 1.9. Фінансова та страхова діяльність
- 1.10. Операції з нерухомим майном
- 1.11. Надання послуг
- 1.12. Інше (вкажіть): _____

2. Будь ласка, вкажіть скільки років Ваша компанія працює на українському ринку:

- 2.1. Більше 30 років
- 2.2. 20-30 років
- 2.3. 10-20 років
- 2.4. 5-10 років
- 2.5. Менше 5 років

3. Будь ласка, вкажіть ваш річний дохід за 2023:

- 3.1. до 2 млн євро
- 3.2. до 10 мільйонів євро
- 3.3. до 50 мільйонів євро
- 3.4. понад 50 мільйонів євро

4. Будь ласка, вкажіть організаційно-правову форму Вашого підприємства:

- 4.1. Фізична особа-підприємець
- 4.2. Фермерське господарство
- 4.3. Приватне підприємство
- 4.4. Товариство з обмеженою відповідальністю
- 4.5. Акціонерне товариство
- 4.6. Комунальне підприємство
- 4.7. Державне підприємство
- 4.8. Інше (вкажіть): _____

5. Чи використовує ваша організація технології блокчейн на поточний момент часу?

- 5.1. Так
- 5.2. Ні
- 5.3. Планується впровадження

6. До якої ланки управління ви належите?

- 6.1. Вище керівництво (СЕО, директор)

- 6.2. Середня ланка управління (менеджери, керівники відділів)
- 6.3. Виконавчий рівень (спеціалісти, співробітники)
- 6.4. Інше (вказіть): _____

ОСНОВНІ ЗАПИТАННЯ

7. Наскільки ваша компанія обізнана щодо можливостей блокчейн? *(оцініть за шкалою від 1 до 5)*

- 7.1. 1 - Зовсім не обізнана
- 7.2. 2 - Має загальне уявлення
- 7.3. 3 - Частково обізнана
- 7.4. 4 - Добре обізнана
- 7.5. 5 - Повністю обізнана

8. Як впровадження блокчейн-технологій може вплинути на наступні аспекти вашої організації? *(оцініть за шкалою від 1 до 5)*

- 8.1. Нові джерела доходу
- 8.2. Доступ до джерел фінансування
- 8.3. Зменшені ризики
- 8.4. Відповідність очікуванням клієнтів
- 8.5. Конкурентна перевага
- 8.6. Посилена довіра
- 8.7. Більша відповідність і прозорість
- 8.8. Більш ефективні процеси

9. Які напрями бізнес-процесів, на вашу думку, можуть отримати найбільшу вигоду від впровадження блокчейн-технологій у вашій компанії? *(Оберіть всі варіанти, що підходять):*

- 9.1. Автоматизація договорів купівлі-продажу через смарт-контракти
- 9.2. Контроль відвантаження товарів та створення рахунків-фактур.

- 9.3. Оптимізація процесів оплати.
- 9.4. Відслідковування походження продукції та покращення управління ланцюгами постачання.
Безпечне зберігання та обмін чутливими даними.
- 9.5. Забезпечення незмінності записів та захисту від маніпуляцій.
- 9.6. Підвищення прозорості фінансових трансакцій.
- 9.7. Зменшення витрат на посередників у бізнес-процесах.
- 9.8. Цифровізація фізичних активів для продажу/оренди.
- 9.9. Прозоре та безпечне електронне голосування.
- 9.10. Полегшення аудиту через прозорість записів.
- 9.11. Автоматизація процесів відповідності регуляторним нормам.
- 9.12. Інше (зазначте).

10. Які ресурси у вашій компанії можуть бути використані для підтримки впровадження блокчейн? (можна вибрати кілька варіантів):

- 10.1. Фінансові ресурси
- 10.2. IT-інфраструктура
- 10.3. Кваліфікований персонал
- 10.4. Підтримка керівництва
- 10.5. Жоден із перерахованих ресурсів

11. Яку роль відіграватимуть цифрові активи у вашій організації чи проекті?

- 11.1. Увімкнення рішень для лояльності
- 11.2. Управління казначейством/балансом
- 11.3. Віртуальне представлення фінансових інструментів або продуктів
- 11.4. Увімкнення трансакцій кінцевого користувача
- 11.5. Автоматизація договорів/права ІВ
- 11.6. Можливість внутрішньофірмових або банківських операцій
- 11.7. Токенізація активів
- 11.8. Доступ до децентралізованих фінансових платформ

11.9. Диверсифікація інвестицій/портфелів

11.10. Нові платіжні канали або типи

11.11. Зберігання цифрових активів

12. Наскільки керівництво підтримує ідею впровадження блокчейн? *(оцініть за шкалою від 1 до 5)*

12.1. 1 - Зовсім не підтримує

12.2. 2 - Частково підтримує

12.3. 3 - Підтримує із застереженнями

12.4. 4 - Активно підтримує

12.5. 5 - Повністю підтримує

13. Наскільки ваша компанія готова змінювати традиційні підходи для впровадження нових технологій? *(оцініть за шкалою від 1 до 5)*

13.1. 1 - Зовсім не готова

13.2. 2 - Мало ймовірно

13.3. 3 - Частково готова

13.4. 4 - Майже готова

13.5. 5 - Повністю готова

14. Оцініть рівень вашої згоди з наступними твердженнями:

14.1. Моя організація втратить можливість отримати конкурентну перевагу, якщо ми не запровадимо блокчейн і цифрові активи

14.2. Наші ділові партнери, постачальники, клієнти та/або конкуренти обговорюють або працюють над блокчейном та/або криптовалютами в контексті рішень або стратегій

14.3. Наша команда вважає, що існує переконливе обґрунтування для використання блокчейну, у моїй організації

14.4. Технологія блокчейн широко масштабована і досягла широкого поширення

15. Які потенційні перешкоди ваша компанія бачить на шляху до впровадження блокчейн?

- 15.1. Кібербезпека
- 15.2. Регуляторні бар'єри
- 15.3. Фінансова інфраструктура
- 15.4. Доступ до кваліфікованих фахівців
- 15.5. Відсутність пропозицій
- 15.6. Важкий механізм впровадження
- 15.7. Конфіденційність
- 15.8. Інший

16. Чи має ваша компанія досвід співпраці з іншими організаціями у впровадженні спільних технологічних рішень?

- 16.1. Так
- 16.2. Ні

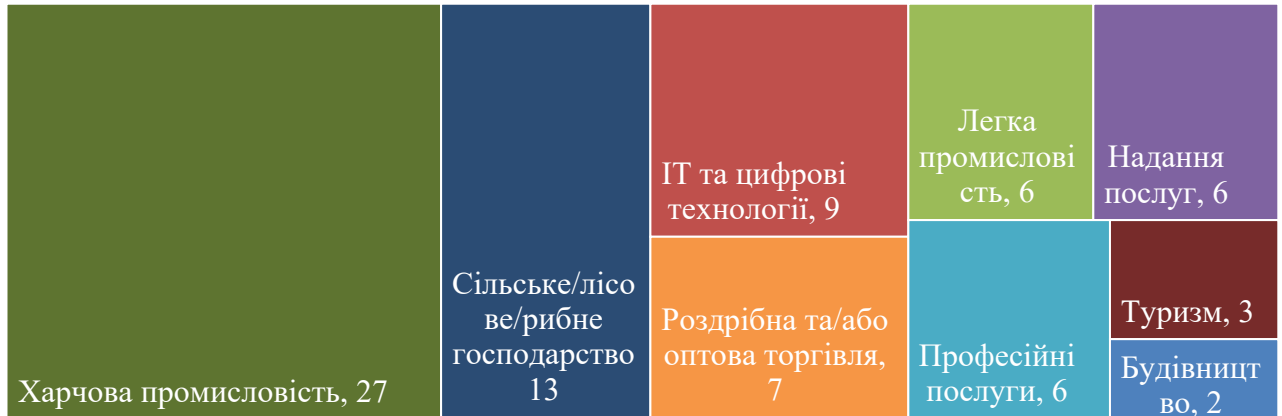
17. Наскільки ваша компанія готова застосувати блокчейн на міжорганізаційному рівні? *(оцініть за шкалою від 1 до 5)*

- 17.1. 1 – Зовсім не готова
- 17.2. 2 – Потребує значної підготовки
- 17.3. 3 – Частково готова
- 17.4. 4 – Майже готова
- 17.5. 5 – Повністю готова

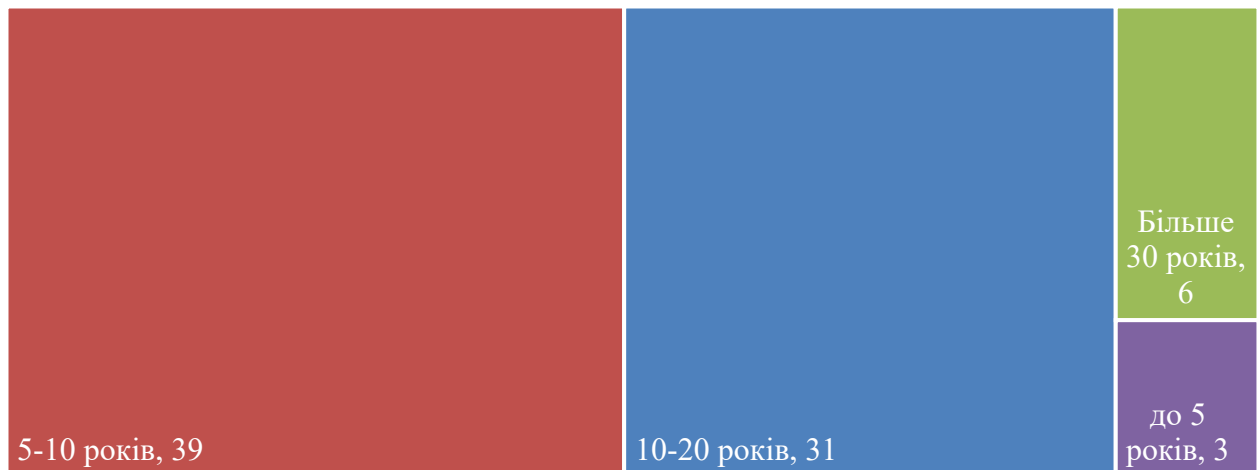
Додаток Б

ЗВЕДЕНІ РЕЗУЛЬТАТИ ОПИТУВАННЯ КЕРІВНИКІВ ПІДПРИЄМСТВ ЩОДО ГОТОВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ

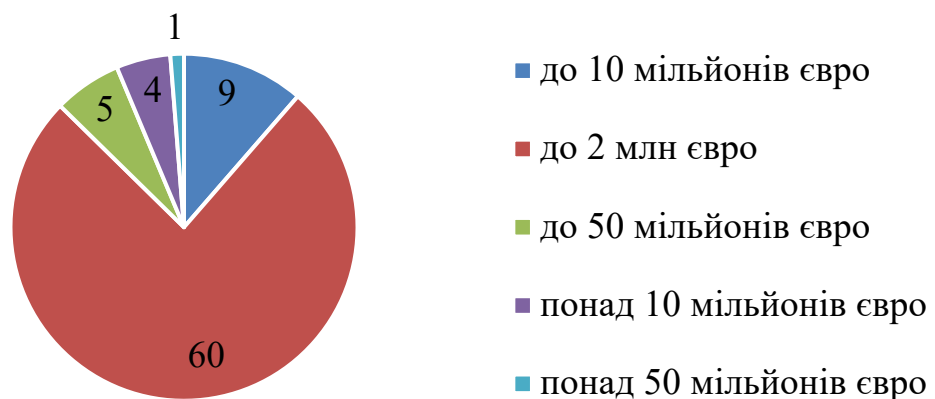
Вкажіть сектор (-и), в якому ви працюєте, кількість відповідей



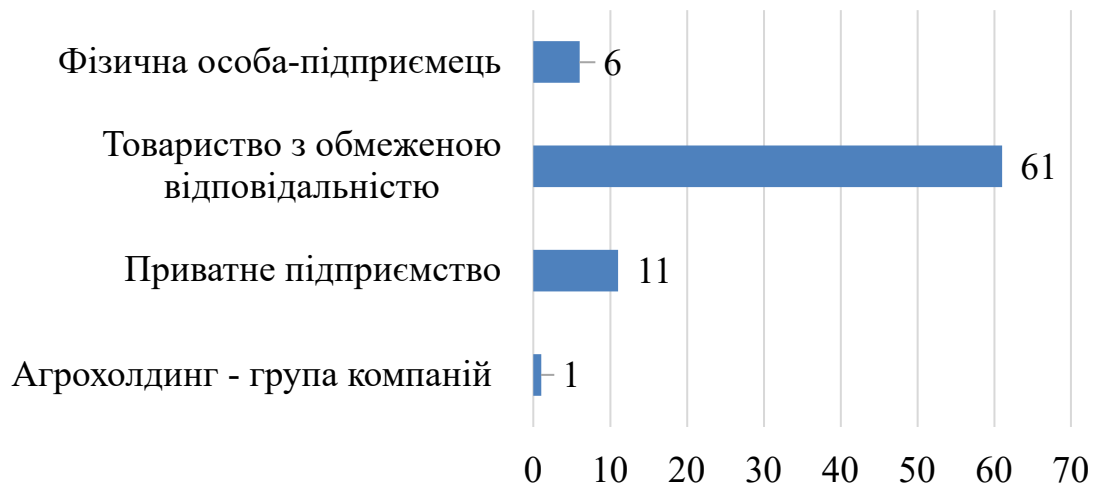
Вкажіть скільки років Ваша компанія працює на українському ринку, кількість відповідей



Вкажіть Ваш річний дохід за 2023, кількість відповідей



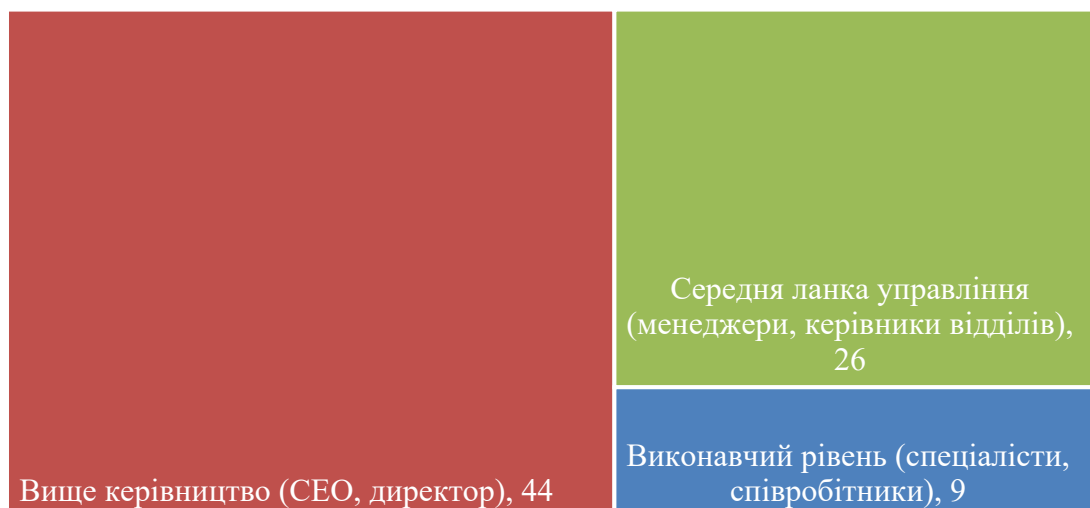
Вкажіть організаційно-правову форму Вашого підприємства, кількість відповідей



Чи використовує ваша організація технології блокчейн на поточний момент часу, кількість відповідей



До якої ланки управління ви належите, кількість відповідей



Як впровадження блокчейн технологій може вплинути на наступні аспекти вашої організації? [Нові джерела доходу, кількість відповідей]



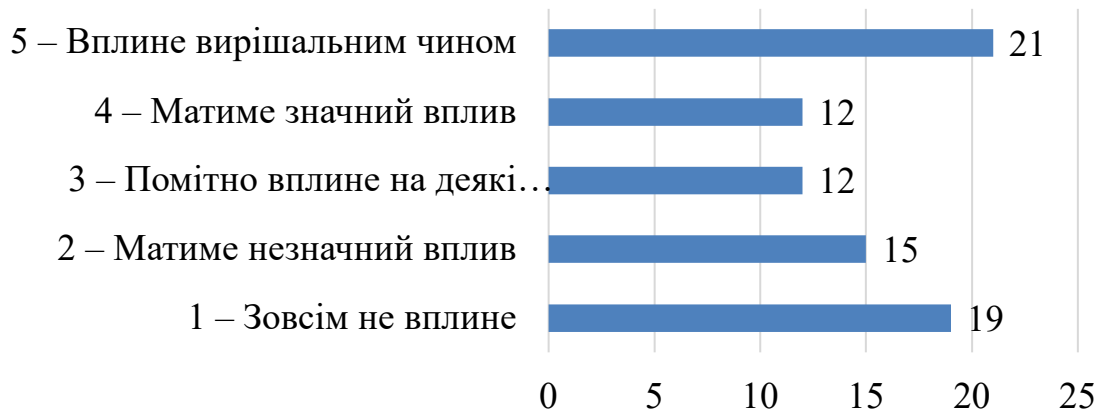
Як впровадження блокчейн технологій може вплинути на наступні аспекти вашої організації? [Доступ до джерел фінансування, кількість відповідей]



Як впровадження блокчейн технологій може вплинути на наступні аспекти вашої організації? [Відповідайте очікуванням клієнтів, кількість відповідей]



Як впровадження блокчейн технологій може вплинути на наступні аспекти вашої організації? [Конкурентна перевага, кількість відповідей]



Як впровадження блокчейн технологій може вплинути на наступні аспекти вашої організації? [Посилена довіра, кількість відповідей]



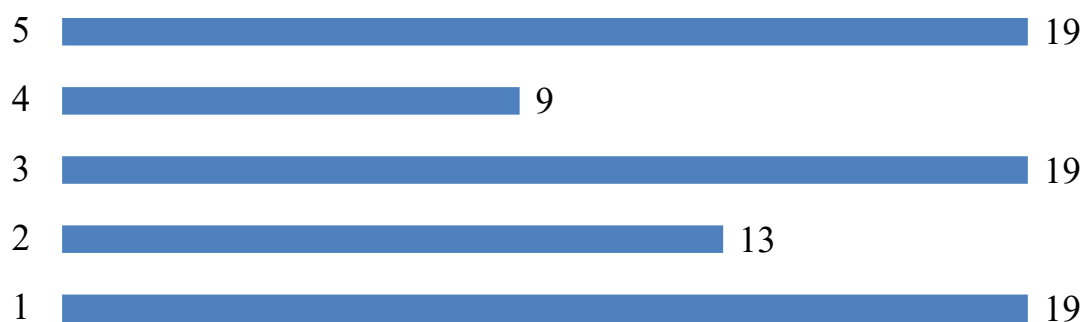
Як впровадження блокчейн технологій може вплинути на наступні аспекти вашої організації? [Більша відповідність і прозорість, кількість відповідей]



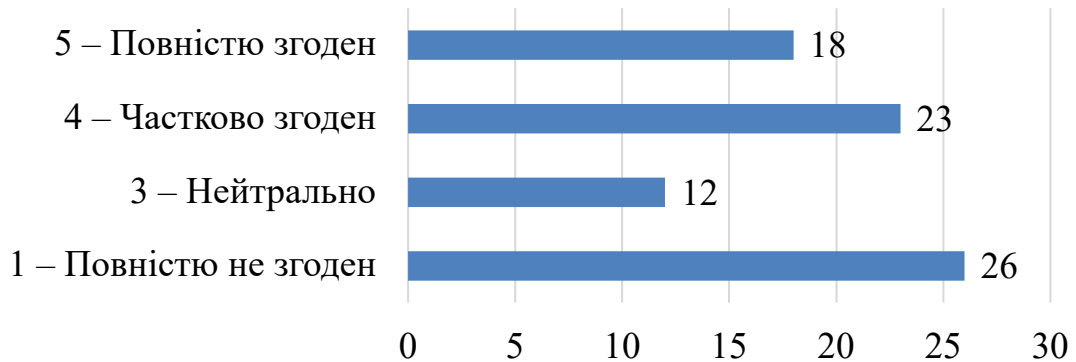
Як впровадження блокчейн технологій може вплинути на наступні аспекти вашої організації? [Більш ефективні процеси, кількість відповідей]



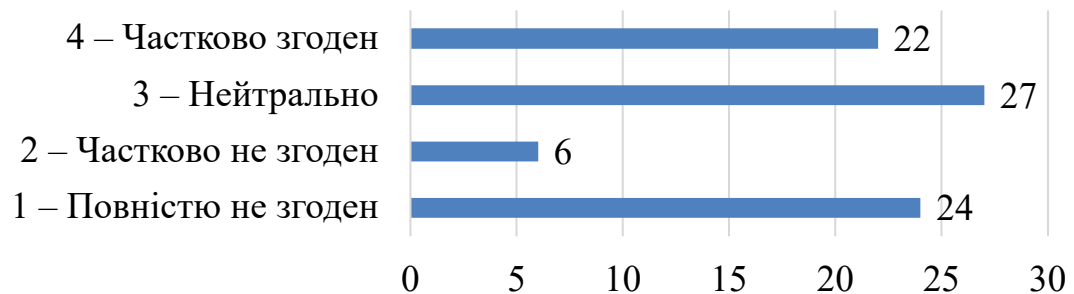
Наскільки керівництво підтримує ідею впровадження блокчейн (від 1 до 5), кількість відповідей



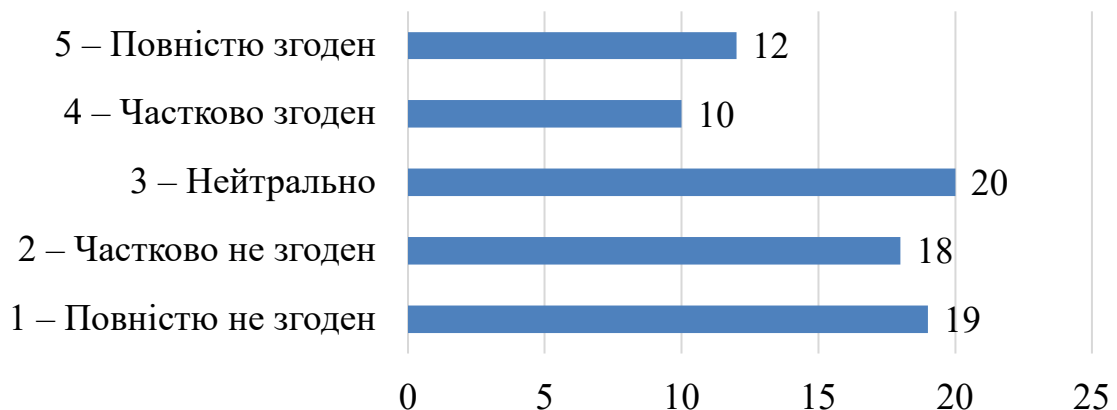
Оцініть рівень вашої згоди з наступними твердженнями: [Моя організація втратить можливість отримати конкурентну перевагу, якщо ми не запровадимо блокчейн і цифрові активи, кількість відповідей]



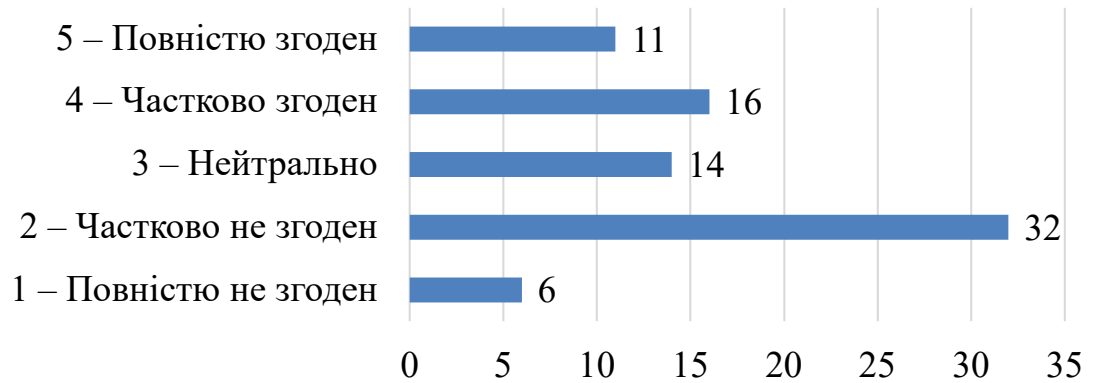
Оцініть рівень вашої згоди з наступними твердженнями: [Наші ділові партнери, постачальники, клієнти та/або конкуренти обговорюють або працюють над блокчейном та/або криптовалютами в контексті рішень або стратегій, кількість відповідей]



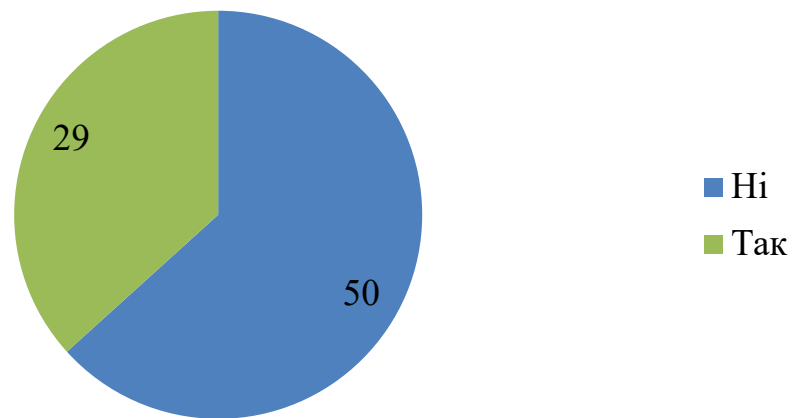
Оцініть рівень вашої згоди з наступними твердженнями: [Наша команда вважає, що існує переконливе обґрунтування для використання блокчейну, у моїй організації, кількість відповідей]



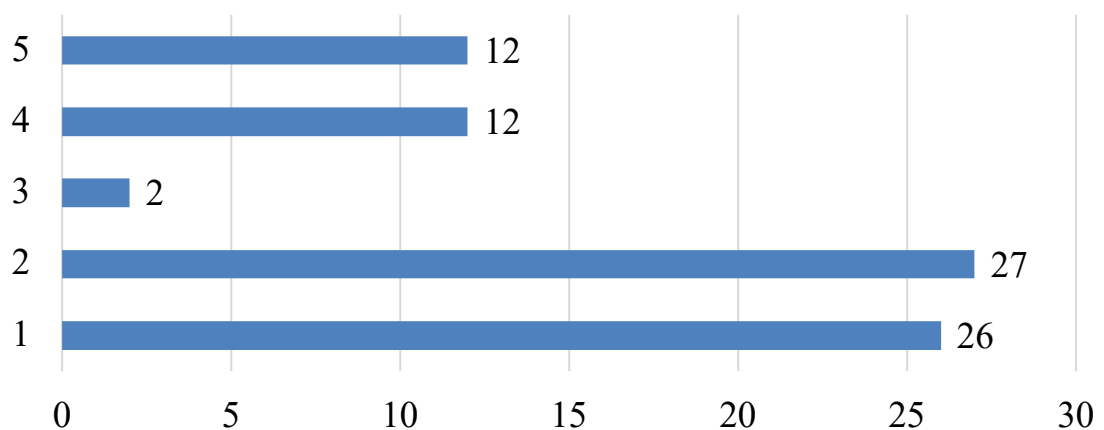
Оцініть рівень вашої згоди з наступними твердженнями: [Технологія блокчейн широко масштабована і досягла широкого поширення, кількість відповідей]



Чи має ваша компанія досвід співпраці з іншими організаціями у впровадженні спільних технологічних рішень, кількість відповідей



Наскільки Ваша компанія готова застосувати блокчейн на міжорганізаційному рівні (від 1 до 5), кількість відповідей



ДОВІДКИ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

ТОВ «СІВІТТА УКРАЇНА»
ЄДРПОУ: 38510763
вул. Пріорська, 21, м. Київ, Україна 04114
INFO.UA@CIVITTA.COM

civitta

від 28 лютого 2025 № 28-02-2025/1

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи
на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051
«Економіка»
здобувача кафедри економіки підприємства економічного факультету
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Дякова Андрія Олеговича
на тему «Застосування блокчейн технологій в трансформації бізнес-
процесів»

Довідка видана Дякову А.О., здобувачу кафедри економіки підприємства економічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, про те, що результати дисертаційного дослідження «Застосування блокчейн технологій в трансформації бізнес-процесів» були впроваджені у діяльність ТОВ «СІВІТТА УКРАЇНА».

Проведені автором дослідження, зокрема розроблена модель оцінки готовності підприємств до впровадження блокчейн-технологій були використані при оцінці перспектив цифрової трансформації, спрямованої на підвищення прозорості, оптимізацію операційних ланцюгів постачання та зниження транзакційних витрат.

Довідка видана для подання до спеціалізованої Вченої ради за місцем захисту дисертації. Довідка видана без фінансових та будь-яких інших зобов'язань перед автором.

Директор



Паламарчук Тетяна Валеріївна

ТОВ „ВІНІСАН“. 46007, Україна, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 5
 приймальня (0352) 52-78-71, факс (0352) 52-42-73,
 відділ продажу та постачання (0352) 25-46-18,
 бухгалтерія (0352) 25-46-75; e-mail: marketing@vinisan.com; www.vinisan.com
 IBAN35320984000026004210337835, у банку АТ "Прокредит Банк" м. Київ, МФО 320984
 Свідоцтво № 26750153. Інд. под. № 327366719185. ЄДРПОУ № 32736671



вих. № 47

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи
 на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051
 «Економіка»

здобувача кафедри економіки підприємства економічного факультету
 Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Дякова Андрія Олеговича

на тему «Застосування блокчейн технологій в трансформації бізнес-процесів»

Довідка видана Дякову А.О., здобувачу кафедри економіки підприємства економічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, про те, що результати дисертаційного дослідження «Застосування блокчейн технологій в трансформації бізнес-процесів» були впроваджені у діяльність товариства з обмеженою відповідальністю «Вінісан».

Дослідження автора, зокрема уточнені підходи до трансформації бізнес-процесів під впливом блокчейн технологій, використовувалися при оцінці доцільності використання блокчейн технологій при оптимізації ланцюгів постачання сировини та компонентів, а також при створенні внутрішніх реєстрів якості з використанням децентралізованих рішень. Такий підхід сприяв підвищенню прозорості на етапах виробництва штучних шкір, зменшенню операційних витрат і зміцненню довіри з боку ділових партнерів.

Запропонована методика оцінки ступеня готовності підприємства та диференційовані стратегії (еволюційні й директивні) впровадження блокчейн рішень дали змогу прийняти аргументоване рішення щодо впровадження блокчейн технологій.

Довідка видана для подання до спеціалізованої Вченої ради за місцем захисту дисертації.

Довідка видана без фінансових та будь-яких інших зобов'язань перед автором.

Директор

23/02/2025



Мацюк І.В.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи
на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 «Економіка»
здобувача кафедри економіки підприємства економічного факультету
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Дякова Андрія Олеговича

на тему «Застосування блокчейн технологій в трансформації бізнес-процесів»

Довідка видана Дякову А.О., здобувачу кафедри економіки підприємства економічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, про те, що результати дисертаційного дослідження «Застосування блокчейн технологій в трансформації бізнес-процесів» були впроваджені у діяльність ГО «ЛЕГКИЙ БІЗНЕС».

Запропоновані напрацювання, зокрема удосконалена періодизація етапів розвитку блокчейн-технологій та методичні підходи до оцінювання ефективності цифрових рішень, а також використання системи оціночних показників впливу блокчейн-технологій дозволило суттєво підвищити експертизу аналітичного центру у питаннях впровадження блокчейн-технологій.

Довідка видана для подання до спеціалізованої Вченої ради за місцем захисту дисертації. Довідка видана без фінансових та будь-яких інших зобов'язань перед автором.

Голова правління

24.02.2025

 Лива Дмитро Дмитрович




СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*****Статті у вітчизняних та закордонних фахових виданнях***

1. Diakiv A. Blockchain in public sector. *Теоретичні та прикладні питання економіки*. Збірник наук. праць. 2021 Випуск 2 (43). С.207-216 (0,77 д.а.).
2. Дяків А.О. Модель оцінки готовності компанії до впровадження блокчейн-технологій. *Економіка та суспільство*. 2023. № 58 (0,68 д.а.).
3. Дяків А.О. Перспективи використання смарт-контрактів для оптимізації бізнес-процесів та державного управління в Україні в умовах воєнного стану. *Економічний аналіз*. 2023. №33(4). С. 300–309 (0,83 д.а.).
4. Diakiv A. Evaluation of blockchain implementation effectiveness. *Three Seas Economic Journal*. 2024. № 5(4). P.8-13 (0,68 д.а.).
5. Дяків А.О. Створення блокчейн-екосистеми в Україні. *Успіхи і досягнення у науці*. 2025. Серія № 2(12) (0,72 д.а.).
6. Чубук Л.П., Дяків А.О. Типологізація ситуацій готовності підприємств до запровадження блокчейн-технологій. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2025. № 1(16) (автором виділено основні типи готовності підприємства до впровадження блокчейн-технологій; 0,72 д.а., з них 0,4 д.а. авторські).

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації***Тези конференцій***

7. Дяків А. О. Використання блокчейн-технологій на вуглецевих ринках. *Конкурентоспроможність національної економіки: матеріали XX Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 20–21 жовт. 2022 р.* Київ: Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2022. С. 69–71 (0,19 д.а.).
8. Дяків А. О. Використання блокчейн-технологій у процесі відновлення України. *Шевченківська весна 2023. Повоєнне відновлення економіки України: проблеми та перспективи: матеріали XXI Міжнар. наук.-практ. конф. студентів,*

аспірантів та молодих вчених, м. Київ, 29–31 берез. 2023 р. Київ, 2023. С. 189 (0,19 д.а.).

9. Чубук Л. П., Дяків А. О. Роль блокчейн-технологій в управлінні ланцюгами постачань. *Управління бізнес-процесами та технологічними інноваціями в сучасних умовах та в післявоєнний період*: зб. тез доповідей (ч. 1), м. Київ, 10–11 жовт. 2023 р. Київ, 2023. С. 550–552 (автором досліджено використання блокчейн-технологій в управлінні ланцюгами постачань; 0,24 д.а., з них 0,18 д.а. авторські).

10. Дяків А. О. Потенціал використання блокчейн-технологій для вирішення агентської проблеми. *Ефективність інвестиційної діяльності: перспективний підхід*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Київ, 22 берез. 2024 р. Київ, 2024. С. 25–27 (0,13 д.а.).

11. Diakiv A. Interdisciplinary approach to the study of blockchain technology. *Ensuring Sustainable Economic Development in the Context of Globalization Challenges*: proc. of the Int. Sci. Conf., Kielce, Poland, 1–2 Nov. 2024. Kielce, 2024. P. 20–23 (0,23 д.а.).

12. Diakiv A. Multisectoral application of blockchain technologies in the global economy. *Transformation of the Economy under Global Challenges: Current Issues*: proc. of the Int. Sci.-Pract. Conf., Klaipėda, Lithuania, 7–8 Feb. 2025. Klaipėda, 2025. P.30–32 (0,18 д.а.).

13. Дяків А. О. Підходи до трансформації бізнес-процесів підприємств під впливом блокчейн-технологій. *Формування міжнародних економічних відносин в умовах дестабілізації міжнародної системи*: зб. тез доповідей, м. Ужгород, 21–22 лют. 2025 р. Ужгород, 2025. С. 24–27 (0,2 д.а.).

14. Дяків А. О. Інструменти для аналізу ефективності застосування блокчейн-технологій. *Ефективні механізми господарювання в контексті сучасної економічної теорії*: зб. тез доповідей, м. Запоріжжя, 7-8 берез. 2025 р. Запоріжжя, 2025. С. 34–38. (0,22 д.а.).

Додаток Д
Таблиця Д.1

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 1)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів				Підсумкова оцінка факторів середовища					
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність		F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,2656
Оцінка в балах	2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
F ⁰ (Н)	Низький	Середній					Середній				Середній					

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2380 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,2656	Середнє очікув. значення	3	Станд. відхил.	0,25	3,75	2,25
---------------------------------	--------	--------------------------	---	----------------	------	------	------

Додаток Д
Таблиця Д.2

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 2)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів				Підсумкова оцінка факторів середовища					
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність		F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,4996
Оцінка в балах	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
F ⁰ (H)	Середній	Середній					Середній				Середній					

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,4996	Середнє очікув. значення	3,24	Станд. відхил.	0,26	4,02	2,46
---------------------------------	--------	--------------------------	------	----------------	------	------	------

Додаток Д
Таблиця Д.3

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 3)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів				Підсумкова оцінка факторів середовища					
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність		F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,6556
Оцінка в балах	4,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
F ⁰ (H)	Високий	Середній					Середній				Середній					

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,6556	Середнє очікув. значення	3,38	Станд. відхил.	0,25	4,13	2,63
---------------------------------	--------	--------------------------	------	----------------	------	------	------

Додаток Д
Таблиця Д.4

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 4)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів				Підсумкова оцінка факторів середовища					
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність		F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,3014
Оцінка в балах	3,5	2	2	2	2	2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
F ⁰ (H)	Середній	Низький					Середній				Середній					

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,3014	Середнє очікув. значення	3	Станд. відхил.	0,27	3,81	2,19
---------------------------------	--------	--------------------------	---	----------------	------	------	------

Додаток Д
Таблиця Д.5

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 5)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів				Підсумкова оцінка факторів середовища					
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність		F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,4996
Оцінка в балах	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
F ⁰ (H)	Середній	Середній					Середній				Середній					

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,4996	Середнє очікув. значення	3,17	Станд. відхил.	0,31	4,1	2,24
---------------------------------	--------	--------------------------	------	----------------	------	-----	------

Додаток Д
Таблиця Д.6

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій б)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів					Підсумкова оцінка факторів середовища					
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність	F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами	F14 масштаб бізнес-екосистеми	Загальна оцінка готовності до впровадження БТ
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,6318	
Оцінка в балах	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5		
F ⁰ (H)	Середній	Високий					Середній					Середній					

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,6318	Середнє очікув. значення	3,31	Станд. відхил.	0,3	4,21	2,41
---------------------------------	--------	--------------------------	------	----------------	-----	------	------

Додаток Д
Таблиця Д.7

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 7)

	F0 Рівень поточних знань про технологію	Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів					Підсумкова оцінка факторів середовища				Загальна оцінка готовності до впровадження БТ
		F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність	F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами	F14 масштаб бізнес-екосистеми	
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	2,8886
Оцінка в балах	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2	2	2	2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
F ⁰ (H)	Середній	Середній					Низький					Середній				

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	2,8886	Середнє очікув. значення	2,71	Станд. відхил.	0,22	3,37	2,05
---------------------------------	--------	--------------------------	------	----------------	------	------	------

Додаток Д
Таблиця Д.8

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 8)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів					Підсумкова оцінка факторів середовища				
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність	F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами	F14 масштаб бізнес-екосистеми
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,4996
Оцінка в балах	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
F ⁰ (H)	Середній	Середній					Середній					Середній				

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,4996	Середнє очікув. значення	3,37	Станд. відхил.	0,15	3,82	2,92
---------------------------------	--------	--------------------------	------	----------------	------	------	------

Додаток Д
Таблиця Д.9

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 9)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів				Підсумкова оцінка факторів середовища					
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність		F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,9070
Оцінка в балах	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
F ⁰ (H)	Середній	Середній					Високий				Середній					

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,9070	Середнє очікув. значення	3,72	Станд. відхил.	0,2	4,32	3,12
---------------------------------	--------	--------------------------	------	----------------	-----	------	------

Додаток Д
Таблиця Д.10

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 10)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів				Підсумкова оцінка факторів середовища					
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність		F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,0431
Оцінка в балах	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2	2	2	2	2	
F ⁰ (H)	Середній	Середній					Середній				Низький					

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,0431	Середнє очікув. значення	2,82	Станд. відхил.	0,28	3,66	1,98
---------------------------------	--------	--------------------------	------	----------------	------	------	------

Додаток Д
Таблиця Д.11

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 11)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів				Підсумкова оцінка факторів середовища					
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність		F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,4996
Оцінка в балах	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
F ⁰ (H)	Середній	Середній					Середній				Середній					

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,4996	Середнє очікув. значення	3,3	Станд. відхил.	0,26	4,08	2,52
---------------------------------	--------	--------------------------	-----	----------------	------	------	------

Додаток Д
Таблиця Д.12

Результати моделювання оцінки готовності впровадження блокчейн-технологій у бізнес-процеси (сценарій 12)

		Підсумкова оцінка технологічних факторів					Підсумкова оцінка організаційних факторів				Підсумкова оцінка факторів середовища					
		F0 Рівень поточних знань про технологію	F1 Відносна перевага	F2 Сумісність	F3 Складність	F4 Випробуваність	F5 Спостережуваність	F6 Організаційна готовність	F7 Розмір організації	F8 Підтримка вищого керівництва	F9 вік організації	F10 інтенсивність конкуренції	F11 тиск зовнішніх стейкхолдерів	F12 регуляторна невизначеність		F13 попередня співпраця з іншими зацікавленими сторонами
	0,1560	0,0222	0,0317	0,0403	0,0238	0,0142	0,1022	0,0449	0,2381	0,0222	0,0162	0,0229	0,1083	0,0785	0,0785	3,8040
Оцінка в балах	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
F ⁰ (H)	Середній	Середній					Середній				Високий					

$$Bc_Adoption = 0,1560 * F0 + 0,0222 * F1 + 0,0317 * F2 + 0,0403 * F3 + 0,0238 * F4 + 0,0142 * F5 + 0,1022 * F6 + 0,0449 * F7 + 0,2381 * F8 + 0,0222 * F9 + 0,0162 * F10 + 0,0229 * F11 + 0,1083 * F12 + 0,0785 * F13 + 0,0785 * F14,$$

Знач. заг. показника готовності	3,8040	Середнє очікув. значення	3,58	Станд. відхил.	0,26	4,36	2,8
---------------------------------	--------	--------------------------	------	----------------	------	------	-----