

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Міністерство освіти і науки України

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЧИГИРИНСЬКИЙ АРТЕМ МИХАЙЛОВИЧ

УДК 330.1; 330.3; 338.1

ДИСЕРТАЦІЯ
ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТОК ЦИФРОВИХ ЕКОСИСТЕМ

051 Економіка

05 Соціальні та поведінкові науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

_____ Чигиринський А.М.

Науковий керівник (консультант): Ходжаян Аліна Олександрівна

доктор економічних наук, професор

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Чигиринський А.М. Формування та розвиток цифрових екосистем. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за Спеціальністю 051 «Економіка» (05 – Соціальні та поведінкові науки). – Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Міністерство освіти і науки України. Київ, 2025.

У дисертаційній роботі досліджено теоретико-методологічні засади, структурні характеристики та інституційні передумови формування і розвитку цифрових екосистем у державному та приватному секторах, сформовані нові імпаکت-моделі та надані рекомендації щодо їх імплементації для економіки України в умовах воєнного стану та післявоєнної модернізації.

Показано, що у процесі формування та розвитку екосистем в межах економічного дискурсу виявлені змістовні характеристики й плюралізм наявних підходів до визначення сутності цифрових екосистем, які здебільшого сегреговані та сконцентровані в межах певних бізнес-структур, сегментованих технологій чи платформених рішень. Сформоване авторське визначення економічної категорії *цифрова екосистема*, як складноструктурованої та самоорганізованої взаємодії відповідних функціональних компонентів технологічного, інфраструктурного, організаційного та операційного рівнів державних інституцій та приватних організацій, що генерує синергетичний ефект підвищення стійкості національних економік в умовах сучасних глобальних трансформацій. Розкрито характерні ознаки цифрових екосистем, які є самостійними, динамічними системами, що підтримують інновації та ефективну взаємодію між учасниками. З'ясовано, що цифрові

екосистеми демонструють здатність до швидкої координації дій учасників, що дозволяє ефективно реагувати на зміни зовнішнього середовища та запускати процеси інноваційного розвитку державних інституцій і приватних підприємств.

Визначено, що ключовим завданням цифрових екосистем є збалансоване об'єднання у відповідній функціональній ієрархії технологічних елементів, які у синергетичній дії збільшують ефективність функціонування організаційної структури. Запропоновано класифікаційну матрицю цифрових екосистем, яка охоплює ключові елементи, зокрема, цифрові платформи, стейкхолдерів, інформаційні потоки та технології. Ця класифікація матриці підтверджує те, що цифрові екосистеми є складними полісистемними структурами та мають розгалужену, багаторівневу структуру. Методологічну базу вимірювання ефективності формування та функціонування цифрових екосистем доповнено шляхом розроблення системи показників, яка охоплює: техніко-організаційний потенціал, рівень цифрової зрілості, якість взаємодії елементів, гнучкість моделей управління, інтеграційність цифрових сервісів і результати соціально-економічного ефекту.

Зазначено основні чинники, що впливають на розвиток цифрових екосистем, зокрема, технологічні інновації, економічні стимули, регуляторні умови та соціальні зміни. Визначено, що одним із ключових чинників розвитку цифрових екосистем є конвергенція між цифровими інноваціями, підприємницькою діяльністю та інформаційним суспільством, що зумовлює перехід від Індустрії 4.0 до 5.0. Аналіз імплементації та функціонування технологій у межах розвитку цифрових екосистем приватного та державного секторів підтверджує важливу роль ключових технологічних драйверів, зокрема таких, як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), AR\VR-технології, блокчейн і хмарні обчислення, у формуванні цифрових екосистем.

Уперше обґрунтовано концептуальну модель 3D-економіки як імпакт-моделі розвитку цифрових екосистем, що базується на використанні імерсивних технологій доповненої віртуальної реальності, 3D-друку та 3D-графіки у виробництві, обміні, демонстрації й реалізації товарів та послуг. Сформульовано мету 3D-економіки, яка полягає в тому, аби шляхом інтеграції імерсивних технологій залучити споживача глибше до взаємодії з товаром або послугою, надати йому користувацький досвід ще до того, як він фізично придбав товар або створити віртуальне середовище для симуляторної взаємодії з об'єктами задля скорочення витрат на реалізацію цього середовища у реальному (фізичному) світі. Визначено ключові елементи кваліфікаційної структури 3D-економіки, як нового складника цифрових екосистем, яка поєднує технологічні, економічні та соціальні компоненти. Проведено кількісну оцінку ефективності використання AR/VR-рішень у системі електронної комерції та в освітньому середовищі, обґрунтовано позитивний вплив технологій 3D-економіки на зміну споживчих патернів, конверсію продажів, залучення користувачів і результативність навчального процесу. Науково-практично аргументовано ефективність цих технологій і підтверджено, що 3D-економіка є не лише інноваційним напрямом цифрової трансформації, але й потужним інструментом для формування нових форм економічної діяльності, що має значний вплив на державний і приватний сектори.

З'ясовано можливості й загрози цифрових екосистем для державних інституцій та приватних організацій, визначено пріоритетні напрями державної політики у сфері цифрового розвитку, а також запропоновано рекомендації щодо інтеграції екосистемного підходу у національні стратегії цифровізації. Ідентифіковано основні загрози цифрових екосистем, серед яких кіберризиками, недостатній рівень захисту даних, правові виклики та дисфункції нормативного регулювання. Запропоновано стратегії мінімізації ризиків цифрових екосистем, що містять інвестиції в

кібербезпеку, підвищення рівня цифрової грамотності персоналу та вдосконалення регуляторної бази. Водночас визначено, що цифрові екосистеми: полегшують обмін інформацією; знижують адміністративні витрати; підтримують автоматизацію управлінських процесів і підвищують доступність послуг для громадян і бізнесу.

За результатами здійсненого аналізу визначено особливості функціонування цифрових екосистем у національній економіці, які сприяють прискоренню інтеграції технологій у всі галузі та на всіх рівнях економічної системи країни. Аргументовано, що цифрові екосистеми формують умови для інноваційної діяльності, підвищують продуктивність, знижують витрати та стимулюють співпрацю між різними економічними суб'єктами. Досліджено вплив успішного запуску платформи «Дія» та ініціативи «Дія.Сіті», як центральних елементів екосистемної трансформації державних послуг в Україні.

Сформовано та формалізовано форми та компоненти цифрових екосистем Міністерства охорони здоров'я, Міністерства освіти та Міністерства оборони України. Зокрема, здійснений аналіз на основі вибіркового даних та побудови кореляційно-регресійного аналізу демонструє високий рівень позитивного впливу технологій віртуальної реальності на навчальний процес. У межах наукового дослідження надано рекомендації з використання імерсивних технологій, покращення кібербезпеки та створення єдиної інформаційної платформи. Аналіз імплементації цифрових екосистемних рішень для різних державних інституцій України демонструє глибоке проникнення технологій у горизонтальні та вертикальні моделі економічної системи. Інтеграція цифрових екосистем у державному секторі України охоплює використання інноваційних технологій для посилення взаємодії між органами влади, забезпечення доступності публічних послуг та підтримки економічної стійкості й обороноздатності країни.

Аргументовано ключові проблеми чинного регулювання цифрових екосистем України та розроблено пріоритетні напрями їх удосконалення. Використаний системний підхід у межах цього наукового дослідження дозволив сформувати авторську концепцію «дорожньої мапи» пріоритетних напрямів державного регулювання та реформування цифрових екосистем України через інтеграцію європейських стандартів, стимулювання інновацій та розбудову цифрової інфраструктури, зокрема, в частині кібербезпеки, захисту персональних даних, етичного використання алгоритмів, стимулювання інноваційної активності та міжсекторальної взаємодії.

Практична значущість результатів дослідження полягає у можливості їх застосування для обґрунтування стратегічних напрямів цифрового розвитку національної економіки, підвищення ефективності державного управління, оптимізації організаційних процесів у приватному секторі, розбудови регіональних цифрових екосистем та удосконалення інституційного середовища економіки України в період повоєнної модернізації. Також результати проведеного дослідження можуть бути використані в процесі викладання економічних дисциплін.

Ключові слова: цифровізація, цифрова екосистема, цифрова економіка, цифрова трансформація, Індустрія 5.0, інформаційні технології, 3D-економіка, доповнена та віртуальна реальність, інноваційний розвиток, IT-бізнес, автоматизація, штучний інтелект, економічний розвиток, інновації, інформаційно-комунікаційні технології, інституції.

ABSTRACT

Chyhyrnskyi A.M. Formation and Development of Digital Ecosystems. – Qualification scientific work as a manuscript.

The thesis for attaining the Doctor of Philosophy Degree in a specialty 051 «Economics» (05 – Social and behavioral sciences). – Taras Shevchenko National University of Kyiv. Ministry of Education and Science of Ukraine. Kyiv, 2025.

The thesis examines the theoretical and methodological foundations, structural characteristics, and institutional prerequisites for the formation and development of digital ecosystems in the public and private sectors, develops new impact models, and provides recommendations for their implementation for the Ukrainian economy in the context of martial law and post-war modernization.

It is shown that in the process of formation and development of ecosystems within the economic discourse, the author reveals the substantive characteristics and pluralism of existing approaches to defining the essence of digital ecosystems, which are mostly segregated and concentrated within certain business structures, segmented technologies or platform solutions. The author's definition of the economic category of digital ecosystem is formed as a complex and self-organized interaction of the relevant functional components of the technological, infrastructural, organizational and operational levels of public institutions and private organizations, which generates a synergistic effect of increasing the sustainability of national economies in the context of modern global transformations. The author reveals the characteristic features of digital ecosystems, which are independent, dynamic systems that support innovation and effective interaction between participants. It has been found that digital ecosystems demonstrate the ability to quickly coordinate the actions of participants, which allows them to effectively respond to changes in the

environment and launch processes of innovative development of public institutions and private enterprises.

It is determined that the key task of digital ecosystems is a balanced combination of technological elements in the appropriate functional hierarchy, which in synergy increase the efficiency of the organizational structure. The author proposes a classification matrix of digital ecosystems that covers the key elements, in particular, digital platforms, stakeholders, information flows, and technologies. This classification matrix confirms that digital ecosystems are complex polysystem structures and have a branched, multi-level structure. The methodological framework for measuring the effectiveness of the formation and functioning of digital ecosystems has been supplemented by the development of a system of indicators that covers: technical and organizational potential, level of digital maturity, quality of interaction of elements, flexibility of management models, integration of digital services and results of socio-economic effect.

The main factors influencing the development of digital ecosystems, in particular, technological innovations, economic incentives, regulatory conditions and social changes, are indicated. It is determined that one of the key factors in the development of digital ecosystems is the convergence between digital innovations, entrepreneurship and the information society, which determines the transition from Industry 4.0 to 5.0. An analysis of the implementation and functioning of technologies in the development of digital ecosystems in the private and public sectors confirms the important role of key technological drivers, such as artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), AR\VR technologies, blockchain, and cloud computing, in the formation of digital ecosystems.

The conceptual model of the 3D economy as an impact model for the development of digital ecosystems based on the use of immersive technologies of augmented virtual reality, 3D printing and 3D graphics in the production, exchange, demonstration and sale of goods and services is first substantiated.

The author formulates the goal of the 3D economy, which is to involve the consumer more deeply in the interaction with a product or service by integrating immersive technologies, to provide him with a user experience even before he physically purchases the product, or to create a virtual environment for simulated interaction with objects in order to reduce the cost of implementing this environment in the real (physical) world. The key elements of the qualification structure of the 3D economy as a new component of digital ecosystems that combines technological, economic and social components are identified. A quantitative assessment of the effectiveness of using AR/VR solutions in the e-commerce system and in the educational environment is carried out, the positive impact of 3D economy technologies on changing consumer patterns, sales conversion, user engagement and the effectiveness of the educational process is substantiated. The effectiveness of these technologies has been scientifically and practically substantiated and it has been confirmed that the 3D economy is not only an innovative direction of digital transformation, but also a powerful tool for the formation of new forms of economic activity that has a significant impact on the public and private sectors.

The opportunities and threats of digital ecosystems for public institutions and private organizations are identified, priority areas of state policy in the field of digital development are determined, and recommendations for integrating the ecosystem approach into national digitalization strategies are proposed. The main threats to digital ecosystems are identified, including cyber risks, insufficient data protection, legal challenges, and regulatory dysfunctions. The author proposes strategies for minimizing the risks of digital ecosystems, including investments in cybersecurity, increasing the level of digital literacy of personnel, and improving the regulatory framework. At the same time, it is determined that digital ecosystems: facilitate the exchange of information; reduce administrative costs; support the automation of management processes and increase the availability of services for citizens and businesses.

Based on the results of the analysis, the article identifies the features of the functioning of digital ecosystems in the national economy, which help accelerate the integration of technologies into all sectors and at all levels of the country's economic system. It is argued that digital ecosystems create conditions for innovation, increase productivity, reduce costs and stimulate cooperation between various economic entities. The impact of the successful launch of the Diia platform and the Diia.City initiative as central elements of the ecosystem transformation of public services in Ukraine is investigated.

The forms and components of the digital ecosystems of the Ministry of Health, the Ministry of Education, and the Ministry of Defense of Ukraine are formed and formalized. In particular, the analysis based on sample data and correlation and regression analysis demonstrates a high level of positive impact of virtual reality technologies on the educational process. The study provides recommendations for the use of immersive technologies, improving cybersecurity and creating a single information platform. The analysis of the implementation of digital ecosystem solutions for various state institutions in Ukraine demonstrates the deep penetration of technology into horizontal and vertical models of the economic system. The integration of digital ecosystems in the public sector of Ukraine includes the use of innovative technologies to strengthen interaction between government agencies, ensure the availability of public services, and support the country's economic stability and defense capabilities.

The key problems of the current regulation of digital ecosystems in Ukraine are argued and priority areas for their improvement are developed. The systematic approach used in this research allowed the author to formulate the author's concept of a “road map” of priority areas of state regulation and reform of Ukraine's digital ecosystems through the integration of European standards, stimulation of innovation and development of digital infrastructure, in particular,

in terms of cybersecurity, personal data protection, ethical use of algorithms, stimulation of innovation activity and cross-sectoral interaction.

The practical significance of the research results lies in the possibility of their application to substantiate the strategic directions of digital development of the national economy, increase the efficiency of public administration, optimize organizational processes in the private sector, develop regional digital ecosystems and improve the institutional environment of the Ukrainian economy in the period of post-war modernization. The results of the study can also be used in the process of teaching economic disciplines.

Keywords: digitalization, digital ecosystem, digital economy, digital transformation, Industry 5.0, information technology, 3D economy, augmented and virtual reality, innovative development, IT business, automation, artificial intelligence, economic development, innovation, information and communication technologies, institutions.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Гражевська Н.І., Чигиринський А.М. Цифрова трансформація економіки в умовах посилення глобальних ризиків і загроз. Економіка та держава. 2021. № 8. С. 53–57. DOI: 10.32702/2306-6806.2021.8.53.

2. Гражевська Н.І., Чигиринський А.М. Розвиток підприємницьких цифрових екосистем як чинник повоєнного відновлення економіки України. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. 2022. Вип. 2(219). С. 17–24. DOI: 10.17721/1728-2667.2022/219-2/3.

3. Чигиринський А.М. Роль цифрових екосистем в інноваційно-технологічній розбудові економіки України. Цифрова економіка та економічна безпека. 2024. № 3(12). С. 115–120. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.12-21>.

4. Чигиринський А. М. Цифровізація як ключовий фактор забезпечення стійкості розвитку української економіки в умовах повоєнної модернізації. Ефективна економіка. 2024. №7(12). DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.7.90>.

5. Ходжаян А.О., Чигиринський А.М. Впровадження та використання цифрових екосистем у державному секторі. Формування ринкових відносин в Україні. 2025. № 2(285). С. 5-13. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15315082>

Статті у зарубіжних виданнях:

6. Chyhyrskyi A., Safar Hasan Purhani, Bulhakova O., Durman M. The impact of digital ecosystems on the financial management efficiency in state institutions. Theoretical and Practical Research in Economic Fields. 2024. Vol. 15, No. 2. Pp. 471–480. DOI: 10.14505/tpref.v15.2(30).23.

Тези доповідей у збірниках міжнародних і всеукраїнських наукових та науково-практичних конференцій:

7. Chyhyrskyi A., Hrazhevska N. The role of digital ecosystems in the sphere of public services. Scientific Progress: Innovations, Achievements and Prospects. Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference. MDPC Publishing. Munich, Germany. 2022. Pp. 487–494. URL: https://dspace.vnmu.edu.ua/bitstream/handle/_Munich.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

8. Чигиринський А.М. Вплив імерсивних технологій на розвиток підприємницьких цифрових екосистем. *Science and technology: problems, prospects and innovations. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2022. Pp. 489-495.* URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2022/10/SCIENCE-AND-TECHNOLOGY-PROBLEMS-PROSPECTS-AND-INNOVATIONS-19-21.10.22.pdf>.

9. Чигиринський А.М. Роль імерсивних технологій у післявоєнному відновленні економіки України. *Шевченківська весна 2023. Повоєнне відновлення економіки України: проблеми та перспективи, матеріали Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених.* Київ: 2023. С. 82. URL: <https://econom.knu.ua/wp-content/uploads2023.docx.pdf>

10. XV Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих вчених та студентів «Маркетингове управління конкурентоспроможністю в умовах глобальних викликів». Університет ім. Альфреда Нобеля. Тема виступу: «Перетворення реальності. Як AR\VR\3D-технології допомагають брендам зростати і перемагати конкурентів». 18 квітня 2024. Дніпро. URL: <https://old.duan.edu.ua/anonsy/xv-mizhnarodna-naukovo-praktychna-internet-k>

onferentsiia-molodykh-vchenykh-ta-studentiv-marketynhove-upravlinnia-konkurentospromozhnistiu-v-umovakh-hlobalnykh-vyklykiv.html

11. Чигиринський А.М. Цифрові екосистеми, як елемент стійкості в межах стратегічної візії соціально-економічної модернізації України. *Міжнародна науково-практична конференція «Конкурентоспроможність національної економіки: нова модель в умовах воєнних викликів».* (CNE'2024). Київ, 2024. С.112. URL: <https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/B8.pdf?sequence=1&isAllow>

12. «XVII Міжнародний маркетинг-форум». Тема виступу: «Яким технологіям вірити. Роль 3D-економіки». 23-24 квітня 2024 р., Київ. URL: <https://marketingforum.com.ua/2024/speakers/>

13. Чигиринський А.М. 3D-економіка як нова компонента розвитку цифрових екосистем. *International scientific and practical conference metaverse – virtual technologies for the transformation of our time. Київський національний університет будівництва і архітектури.* Київ. 2024 р. URL: <https://www.knuba.edu.ua/metaverse-virtualni-tehnologiyi-transformacziyi-suchasnosti-pidsumky-mizhnarodnoyi-konferencziyi/>

14. 55-й Всесвітній Економічний форум в Давосі. Січень 2025 року. Тема доповіді: «Інтеграція технологічних екосистемних рішень 3D-економіки у Medtech галузь». URL: <https://www.davosinnovationweek.com/>

ЗМІСТ

ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ЕКОСИСТЕМ	30
1.1. Розвиток теоретичних уявлень щодо сутності та характерних ознак цифрових екосистем.....	30
1.2. Структура та класифікаційна матриця цифрових екосистем.....	42
1.3. Методичні підходи до вимірювання рівня розвитку цифрових екосистем.....	62
Висновки до першого розділу.....	72
РОЗДІЛ 2. ПЕРЕДУМОВИ, ФОРМИ РОЗВИТКУ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ ГЕНЕЗИ ЦИФРОВИХ ЕКОСИСТЕМ	75
2.1. Основні чинники розвитку цифрових екосистем.....	75
2.2. 3D-економіка як нова імпакт-модель розвитку цифрових екосистем.....	86
2.3. Можливості та загрози розвитку цифрових екосистем для державних інституцій та приватних організацій.....	104
Висновки до другого розділу.....	131
РОЗДІЛ 3. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ ЕКОСИСТЕМ В УКРАЇНІ	134
3.1. Функціонування цифрових екосистем в національній економіці....	134
3.2. Імплементация цифрових екосистем в державному секторі України.....	148
3.3. Пріоритетні напрями вдосконалення державного регулювання цифрових екосистем в Україні.....	165
Висновки до третього розділу.....	180
ВИСНОВКИ	183
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	191
ДОДАТКИ	214

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

МВФ – Міжнародний Валютний Фонд

AR – Доповнена реальність

VR – Віртуальна реальність

XR – Змішана реальність

AI – Штучний інтелект

STEM – Наука, технології, інженерія, математика

BIG DATA – Великі дані

DESI – Індекс діджиталізації економіки і суспільства

ICT – Індекс розвитку інформаційно-комунікаційних технологій

ЄС – Європейський Союз

DES – Розробка цифрової екосистеми

ESS – Еволюційно стабільні стратегії

IoT – Інтернет речей

DeFi – Децентралізовані фінанси

MVP – Мінімально працюючий продукт

ВСТУП

Новітні технологічні рішення, багатовимірно та різнопланово інтегровані у соціально-економічні процеси, суттєво трансформують традиційно усталені галузеві бізнес-моделі та державне управління, впливаючи на горизонтальну міжособистісну комунікацію в межах сучасних економічних систем. При цьому організаційні структури, як приватної, так і державної форм власності у своїй виробничій, економічній та соціальній діяльності, все більше залежать від впровадження та ефективного використання цифрових технологій. Йдеться про розроблені та частково впроваджені цифрові технології четвертої промислової революції, а також провідні тенденції Індустрії 5.0, пов'язані зі створенням цілісних цифрових екосистем та імпаکت-моделей на різних структурних та ієрархічних рівнях національної та глобальної економік, зокрема, 3D-економіку, яка базується на використанні імерсивних технологій доповненої та віртуальної реальності (VR/AR), штучного інтелекту (AI), BIG DATA та інших інноваційних технологій.

Інтегруючи комплексні технологічні інновації на макrorівні та платформні бізнес-моделі на мікрорівні, розвиваючи нові форми цифрової взаємодії між суб'єктами та об'єктами державного і приватного секторів економіки, трансформуючи соціально-економічні відносини та принципи створення і розподілу доданої вартості, цифрові екосистеми постають одним з ключових драйверів глобального конкурентоспроможного розвитку національних економік. За цих обставин ефективна та швидка імплементація цифрових екосистемних рішень на різних рівнях економіки України сприятиме зміцненню її стійкості до внутрішніх і зовнішніх загроз на шляху реалізації європейського вектору розвитку в умовах війни та повоєнної модернізації.

Проблематика формування і розвитку цифрових екосистем привертає увагу зарубіжних науковців, а саме: Р. Аднера, Д. Тіса, М. Янсіті, Д. Лі,

Ф. Б'єнні, Майкла Дж. Якобідеса, М. Чекканьолі, К. Формана, М. Янсіті, П. Хуана та інших, які досліджують зазначені проблеми здебільшого через призму бізнес-стратегій та управлінських моделей. Особливий внесок у вивчення платформеної економіки й цифрової взаємодії зробили: Д. Бріско, Ю. Бадр, Р. Левієн. У їх працях знайшли відображення принципи мережевого ефекту та цифрової кооперації.

У роботах українських науковців Т. Биркович, В. Базилевича, О. Булкот, Н. Гражевської, А. Ігнатюк, В. Коляденко, К. Краус, Л. Лазебник, А. Маслова, В. Осецького, І. Струтинської, Ю. Уманцева, Г. Филюк, В. Фіщук, В. Хаустової, А. Ходжаян та ін., зацентровано увагу на проблемах цифрової трансформації економіки України, адаптації національної економіки до новітніх цифрових технологій, розвитку цифрового регулювання, взаємодії держави і бізнесу в цифровій сфері, підвищенні ефективності адаптованих цифрових рішень, спрямованих на підтримку економічної життєздатності України в умовах сучасних викликів та потрясінь.

У цілому зарубіжні та вітчизняні дослідники зробили вагомий внесок у дослідження цифрових екосистем. Водночас комплексне теоретичне осмислення зазначених проблем з урахуванням новітніх тенденцій започаткування Індустрії 5.0 та формування 3D-економіки все ще відстає від нагальних практичних запитів, що зумовило вибір теми, мету й завдання пропонованого дослідження.

Метою дисертаційної роботи є поглиблення теоретико-методологічних засад дослідження формування і розвитку сучасних цифрових екосистем та обґрунтування на цій основі науково-практичних рекомендацій щодо їх імплементації в економіку України в умовах її воєнного стану та післявоєнної модернізації.

Досягнення зазначеної мети зумовило постановку та вирішення таких завдань:

- узагальнити теоретичні підходи до визначення сутності та характерних ознак цифрових екосистем;
- розробити класифікаційну матрицю цифрових екосистем на основі дослідження їх структури та функціональних характеристик;
- проаналізувати методичні підходи до вимірювання рівня розвитку цифрових екосистем;
- визначити передумови та основні чинники розвитку цифрових екосистем;
- охарактеризувати 3D-економіку, як нову імпакт-модель розвитку цифрових екосистем;
- визначити можливості та загрози цифрових екосистем для державних інституцій і приватних організацій;
- дослідити сучасний стан та проблеми розвитку цифрових екосистем в національній економіці;
- проаналізувати імплементацію цифрових екосистем в державному секторі України;
- обґрунтувати пріоритетні напрями вдосконалення державного регулювання цифрових екосистем в Україні.

Об'єктом дослідження є система економічних відносин в умовах цифрової трансформації економіки.

Предметом дослідження є теоретико-методичні засади та практичні аспекти формування та розвитку цифрових екосистем на рівні державних інституцій та приватних організацій.

Методи дослідження. У процесі виконання дисертаційної роботи застосовувалися загальнонаукові та спеціальні методи наукового пізнання. Зокрема, комплексний та системний підходи було використано з метою

узагальнення теоретичних підходів до визначення сутності та характерних ознак цифрових екосистем (п.1.1). За допомогою методів наукового абстрагування, аналізу, синтезу, єдності історичного та логічного було визначено структуру та розроблено класифікаційну матрицю цифрових екосистем (п.1.2). Порівняльний та еволюційний підходи було використано у процесі типологізації цифрових екосистем та виявлення специфіки 3D-економіки, як нової імпакт-моделі їх розвитку (п.2.1, п.2.2). Виявленню можливостей і загроз розвитку цифрових екосистем у державному та приватному секторах національної економіки сприяла реалізація абстрактно-аналітичного та інституційного методу наукового пізнання (п. 2.3). Структурно-функціональний та статистичний аналіз було застосовано в процесі аналізу формування та впливу технологій 3D-економіки на різні галузеві структури (п. 2.2). Методи економетричного моделювання уможливили оцінювання впливу AR/VR-технологій на освітній сектор та STEM-навчання в Україні (п.3.2). Метод сценарного прогнозування було використано в процесі визначення тенденцій та ризиків розвитку цифрових екосистем в Україні та обґрунтування напрямів удосконалення їх державного регулювання (п.3.3, п.2.3). Графічний і табличний методи застосовувалися для візуалізації викладу теоретичного та фактологічного матеріалу. Програмне забезпечення MS Excel, Miro, Google застосовувалися у процесі написання текстів та відображення ілюстрацій та таблиць.

Інформаційну базу досліджень становлять: наукові праці вітчизняних та зарубіжних авторів, опубліковані у фахових наукових періодичних виданнях, а також виданнях, які індексуються в базах даних Scopus, Index Copernicus та Web of Science; законодавчі та нормативно-правові акти; аналітичні звіти; статистичні дані та результати власних розрахунків, що стосуються формування та розвитку цифрових екосистем. Також у дисертаційній роботі використано аналітичні звіти та дані з матеріалів

Світового банку, Європейської комісії, Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), Міжнародного валютного фонду (МВФ), McKinsey, Deloitte, PwC та інших дослідницьких та R&D-центрів, що займаються питаннями цифрової економіки. Аналіз статистичної інформації здійснювався на основі даних Державної служби статистики України, Світового економічного форуму, Statista, Eurostat, ITU щодо динаміки цифровізації економіки, рівня розвитку цифрових технологій та їх впливу на економічні процеси. Окремо взяті статистичні дані, для побудови економетричних моделей, були надані компаніями ТОВ «Едвін Глобал», ТОВ «Робокод» та проєктною командою SaaS-сервісу «ShopAR». У дисертаційній роботі використано матеріали міжнародних науково-практичних конференцій, 55-го Давоського економічного форуму та інші матеріали, розміщені в мережі Інтернет.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в комплексному підході до аналізу цифрових екосистем, розвитку теоретико-методологічних положень та обґрунтуванні практичних рекомендацій щодо вирішення актуальної наукової проблеми, формування та розвитку цифрових екосистем в умовах Індустрії 5.0. Основними теоретичними та практичними результатами, що містять елементи наукової новизни та розкривають особистий внесок автора, є такі:

уперше:

– розроблено класифікаційну матрицю цифрових екосистем, покладену в основу відповідної концептуальної моделі, заснованої на компонентно-цільовому аналізі багаторівневої структури цифрового середовища державних інституцій і приватних організацій, як складних, розгалужених, багаторівневих та полісистемних складових (цифрові платформи, стейкхолдери, інформаційні потоки та технології), що дозволило упорядкувати цифрові екосистеми за різними класифікаційними ознаками та комплексно оцінити функціонування новітніх технологій в

межах організаційної екосистеми національної економіки з урахуванням можливості динамічного масштабування, розширення її учасників та сервісів;

— розроблено імпакт-модель 3D-економіки, охарактеризовано економічні переваги останньої (оптимізація бізнес-процесів, зниження витрат, підвищення персоналізації товарів і послуг, розширення доступу до нових ринків) та доведено її ефективність на прикладі інтеграції технології доповненої реальності в цифрову екосистему ринку електронної комерції з урахуванням змін в поведінкових моделях споживачів. Отримані результати підтвердили значний потенціал 3D-технологій у формуванні нових споживчих патернів і підвищенні ефективності цифрових платформ державних інституцій та приватних організацій.

удосконалено:

— понятійно-категоріальний апарат економічної теорії в частині авторського визначення: (1) цифрової екосистеми, як складноструктурованої та самоорганізованої взаємодії відповідних функціональних компонентів технологічного, інфраструктурного, організаційного та операційного рівнів державних інституцій та приватних організацій, що генерує синергетичний ефект підвищення стійкості національних економік в умовах сучасних глобальних трансформацій; (2) 3D-економіки, як нової імпакт-моделі розвитку цифрових екосистем, що формуються та розвиваються шляхом використання імерсивних технологій доповненої, віртуальної реальності, 3D-друку та 3D-графіки у виробництві, обміні й реалізації товарів та послуг приватними організаціями й державними інституціями;

— наукові підходи до дослідження цифровізації державних інституцій і приватних організацій у частині класифікації можливостей (підвищення швидкості, ефективності та прозорості державних послуг, полегшення обміну інформацією, зниження адміністративних витрат,

автоматизація управлінських процесів) та загроз (кібербезпека, недостатній рівень захисту персональних даних, правові виклики та дисфункції нормативного регулювання розвитку) відповідних цифрових екосистем. Це уможливило розробку практичних рекомендацій щодо удосконалення механізмів управління ризиками цифрових екосистем з урахуванням кібербезпеки, регуляторного контролю, впливу цифрової трансформації на ринок праці й конкурентне середовище національної економіки;

– теоретичні засади дослідження основних чинників розвитку цифрових екосистем національних економік з урахуванням переходу від одиничних технологічних рішень в межах Індустрії 4.0 до інтеграції технологій, персоналізації сервісів, впровадження інтерактивних інтерфейсів та розвитку етичних аспектів штучного інтелекту в межах Індустрії 5.0. Це дозволило обґрунтувати науково-практичні рекомендації щодо імплементації цифрових екосистем в державний та приватний сектори економіки, а саме таких технологічних драйверів, як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), AR\VR-технології, блокчейн і хмарні обчислення;

– методичні підходи до оцінювання рівня розвитку цифрових екосистем з урахуванням їх відкритості, складноструктурованості та емерджентності. Запропонований методичний підхід, на відміну від тих, що існують, передбачає: аналіз чинників зовнішнього середовища на основі рейтингових звітів міжнародних організацій; дослідження внутрішнього середовища на базі законодавчо-правових актів, статистичних даних окремих країн та структурування цифрових екосистем на рівні державного та приватного секторів шляхом опрацювання даних аналітичних, рейтингових центрів та соціологічних опитувань.

набули подальшого розвитку:

– наукові підходи до структурування цифрових екосистем в частині виокремлення та компаративного аналізу: (1) цифрової екосистеми державного сектору, як структурованої та динамічно організованої багаторівневої взаємодії технологічних елементів (цифрових платформ та інформаційних систем) органів державної влади та громадян, що функціонує на основі технологічних рішень, реєстрів даних та сервісної інфраструктури з метою забезпечення ефективного державного управління, надання якісних публічних послуг, прозорості та стійкого соціально-економічного розвитку; (2) цифрової екосистеми приватного сектору, як гнучкої та самоорганізованої взаємодії комерційних підприємств, API-провайдерів, постачальників, клієнтів та інноваційних інфраструктур, що функціонує на основі цифрових технологій, даних, мережевих бізнес-моделей, з метою створення, масштабування та споживання економічної цінності і генерації додаткового рівня монетизації в умовах висококонку rentної та динамічної ринкової кон'юнктури;

– прикладний інструментарій визначення впливу технологій 3D-економіки на цифрову екосистему державного сектору. За допомогою економетричного моделювання виявлено взаємозв'язок між успішністю учнів у вивченні точних наук та інтенсивністю використання VR-технологій у цьому процесі. Підтверджено гіпотезу, що для підвищення рівня успішності та засвоєння знань учнів у точних науках — використання імерсивних VR-технологій є ефективним інструментом. Це дало змогу визначити пріоритетність впровадження технологій 3D-економіки, зокрема віртуальної реальності, у структуру цифрової екосистеми приватних та державних навчальних закладів загальної середньої освіти;

– комплексний аналіз функціонування цифрових екосистем в національній економіці на основі якого зроблено висновок, що Україна демонструє поетапний шлях розвитку останніх, сфокусувавшись на забезпеченні доступності цифрових послуг, стимулюванні інновацій в межах локальних ринків та потенційному залученню інвестицій в майбутньому. Стратегічні ініціативи та підтримка сучасних технологій однозначно вказують на важливість та пріоритизацію для Уряду країни побудови стійкої цифрової економіки, яка забезпечить економічне зростання та підвищить якість життя громадян;

– науково-прикладні положення щодо пріоритетних напрямів вдосконалення державного регулювання цифрових екосистем в Україні з урахуванням ключових проблем їх чинного інституційного впорядкування (неузгодженість національного законодавства з міжнародними стандартами, низький рівень захисту персональних даних, недостатній рівень регуляції кібербезпеки, регіональні диспропорції у доступі до цифрових інфраструктур), а саме: (1) гармонізації цифрового законодавства України з європейськими та міжнародними нормами (GDPR, NIS2, Digital Markets Act та ін.); (2) розбудова цифрової інфраструктури; (3) формування регуляторних «пісочниць»; (4) стимулювання венчурного фінансування; (5) секторальна міжгалузєва підтримка сфер Fintech, DefenceTech, Medtech, а також блокчейну, імерсивних технологій, штучного інтелекту, технологій подвійного використання та ідей щодо інтеграції блокчейну у державне управління та економіку загалом.

Практичне значення проведеного наукового дослідження полягає в тому, що сформовані та розроблені в дисертаційній роботі концептуальні підходи, моделі та методичні рекомендації поглиблюють розуміння сутності, структури та характерних особливостей цифрових екосистем, сприяють їх ефективному розвитку, підвищують дієвість їх регулювання з метою адаптації до надскладних динамічних соціально-економічних

процесів сучасності. Зазначені наукові результати можуть використовуватись органами державної влади задля оптимізації державного управління цифровою економікою, шляхом вдосконалення механізмів електронного урядування, розширення цифрових послуг та покращення взаємодії держави з бізнесом і громадянами через цифрові екосистемні рішення. Окремо розроблені рекомендації щодо захисту цифрових даних та мінімізації ризиків кіберзагроз у державних інформаційних системах сприятимуть розбудові більш збалансованої структури цифрової інфраструктури національного рівня. Приватні підприємства можуть використовувати отримані результати для адаптації своїх стратегій до цифрових викликів, у тому числі використання штучного інтелекту, автоматизованих систем аналізу даних, імерсивних технологій та формувати ціннісні екосистеми, які сприятимуть підвищенню ефективності їх функціонування та розвитку. Основні результати пропонованого дослідження можуть бути також використанні в процесі викладання економічних дисциплін.

Викладенні у дисертації науково-практичні рекомендації щодо ефективного використання цифрових екосистемних рішень на регіональному рівні та впровадження технологій 3D-економіки у проекти програм розвитку були враховані Київською обласною державною адміністрацією в процесі розробки та імплементації «Стратегії розвитку Київської області 2021-2027 роки» та «Комплексної програми розвитку культури Київської області на 2024-2026 роки» (довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи №136/41.1-N/41.01-N/2025 від 4 лютого 2025 року, видана Київською обласною державною адміністрацією, Додаток А1).

Основні положення і результати наукового аналізу імплементації різних технологічних рішень в межах формування комплексних цифрових екосистем у приватному секторі були використані приватними

підприємствами (ТОВ «РА АДВЕРТ», ТОВ «ВР РЕХАБ») та благодійною організацією (Фонд Олени Пінчук) з метою оптимізації управлінських та бізнес-процесів (довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження, видана ТОВ «РА АДВЕРТ» від 4 лютого 2025 року №21, Додаток А2; довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження, видана ТОВ «ВР РЕХАБ» від 4 лютого 2025 року №7, Додаток А3; довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження, видана Фондом Олени Пінчук від 5 лютого 2025, Додаток А4).

Окремі положення та результати дисертаційної роботи були впроваджені у навчально-освітній процес на кафедрі економічної теорії, макро- і мікроекономіки економічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка в процесі викладання навчальних дисциплін «Економічна теорія та економічна політика» студентам 1-го року бакалаврату ОПП «Економіка та економічна політика», а також «Глобалізація та економічна політика» студентам 1-го року магістратури ОНП «Економіка та економічна політика»

Особистий внесок здобувача. Представлена дисертація є самостійно виконаною науково-дослідною роботою. Всі представлені в ній та винесені на публічний захист наукові та практичні результати, висновки і рекомендації, були отримані автором самостійно. У випадках, коли автор спирається на праці, опубліковані у співавторстві, використано лише ті матеріали, що безпосередньо належать здобувачеві та відображають його особистий внесок у наукове дослідження.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретико-практичні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на 9 міжнародних і всеукраїнських наукових та практичних конференціях, а саме: 55 Всесвітньому економічному форумі в Давосі (20-24 січня 2025 р., м. Давос, Швейцарія); Міжнародному форумі EFBM 3.0 «Економіка.

Фінанси. Бізнес. Управління. Від відновлення до зростання». Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Економічний факультет (22 травня 2024 р., м. Київ); XV Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції молодих вчених та студентів «Маркетингове управління конкурентоспроможністю в умовах глобальних викликів». Університет ім. Альфреда Нобеля (18 квітня 2024 р., м. Дніпро); XVII Міжнародному маркетинг-форумі (23-24 квітня 2024 р., м. Київ); Міжнародній науково-практичній конференції «Конкурентоспроможність національної економіки: нова модель в умовах воєнних викликів» (CNE'2024) (Київ, 2024); Міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Шевченківська весна 2023. «Повоєнне відновлення економіки України: проблеми та перспективи» Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Економічний факультет (29-31 березня 2023 р., м. Київ); Міжнародній науково-практичній конференції «Науковий прогрес: інновації, досягнення та перспективи. Матеріали 1-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Видавництво МДПК» (Мюнхен, Німеччина. 2022); Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і технології: проблеми, перспективи та інновації. Матеріали 1-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Видавнича група CPN» (Осака, Японія. 2022); XVI Міжнародному маркетинг-форумі (29-30 червня 2023 р., м. Київ).

Публікації. Основні результати дисертації викладено у 14 публікаціях, а саме: опубліковано 8 праць апробаційного характеру у збірниках матеріалів конференцій та 6 наукових статтях, 5 з яких – у науково-фахових виданнях України (3 у співавторстві) та 1 стаття, що індексується в міжнародній наукометричній базі Scopus. Наукові публікації відповідають вимогам п.8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради

закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою №44 Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року. Наукові статті відображають основний зміст дисертаційної роботи.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, змісту, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Обсяг основного тексту – 161 сторінка, що містять 11 таблиць і 22 рисунки. Список використаних джерел із 196 найменувань подано на 23 сторінках, 8 додатків розміщені на 20 сторінках.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ЕКОСИСТЕМ

1.1. Розвиток теоретичних уявлень щодо сутності та характерних ознак цифрових екосистем

На сучасному етапі цивілізаційного розвитку людства, в умовах формування інформаційного суспільства та з переходом до П'ятої промислової революції, спостерігається розвиток нової економічної системи – цифрової економіки. Її ключовою ознакою є широке проникнення в усі сфери життєдіяльності людства через призму цифрових технологій.

Цифрові технології сьогодні стали незамінним інструментом для пошуку, отримання, передачі та зберігання даних, а також для підтримки сумісної взаємодії організацій та інституцій в цифрових середовищах. Разом з цим, значна кількість даних неоднорідного характеру, що створюється щодня, і все більш складна архітектура програмного забезпечення, зробили системи з підтримкою цифрових технологій значно складнішими для проектування і обслуговування. За таких обставин виникла концепція «цифрових екосистем», якій характерний стрімкий розвиток і яка потребує глибокого економічного аналізу.

Сам термін «екосистема» бере свій початок з біологічних та природничих наук – в 30-х роках ХХ ст. англійський ботанік А. Тенслі ввів до наукової термінології поняття «екосистема» під яким він розумів сукупність елементів довкілля та живих організмів, які у процесі свого розвитку взаємодіють одне з одним, спільно еволюціонують, співпрацюють і адаптуються до зовнішніх змін з метою виживання і розвитку [167, р.517]. А. Тенслі зазначав, що екосистеми мають різні види

та розміри, відрізняються за ступенем ізолюваності та автономності. Згодом з біології поняття «екосистема» поширилося в інші галузі науки, у тому числі – економіку та менеджмент. Зокрема, американський дослідник менеджменту Дж. Ф. Мур в 1993 році у роботі «Хижак і жертви. Нова екологія конкуренції» використав цей термін для характеристики економічного співтовариства, що складається з різних зацікавлених учасників ринку (виробників, постачальників, конкурентів, споживачів) та назвав його бізнес-екосистемою [141, р.77]. На його думку, бізнес-екосистема дозволяє компаніям об'єднувати свої зусилля для розробки і впровадження інновацій, виробництва нових товарів та послуг і виведення їх на ринок. Мур підкреслював, що учасники бізнес-екосистеми з часом коеволюціонують, циклічно запускаючи процес інноваційного розвитку на новий етап розвитку [142, р.33].

Розвиваючи такий підхід, М. Ротшильд у 1991 році опублікував працю «Біономіка: Економіка як екосистема», у якій він прирівнює економіку до біологічної екосистеми в тому сенсі, що як у біологічній, так і в економічній екосистемах відбуваються певні взаємодії між усіма їх учасниками [162, р. 87]. У природній екосистемі кожен живий організм визначається власним набором ген та відносинами з хижаками і здобиччю, тоді як в економічній екосистемі – бізнес-організації залежать від інших учасників (постачальників товарів та послуг, споживачів товарів та послуг, конкурентів – операторів ринків товарів та послуг, контрагентів, урядових організацій тощо), а успіх їх діяльності визначається рівнем технологічного та інноваційного розвитку.

Враховуючи це і розглядаючи в подальшому питання розвитку теоретичних засад цифрових екосистем, необхідно визначити, що *системою* є сукупність взаємопов'язаних та відповідним чином упорядкованих елементів, які утворюють відповідну єдність через свою функціональну взаємодію.

Розглядаючи проблематику цифрових екосистем в економічній площині, варто визначити, що *економічна система* – це сукупність елементів економіки, які утворюють структурну цілісність з відповідними властивостями, закономірностями та механізмами, які регулюють діяльність суб'єктів та об'єктів економіки на макро- та мікрорівнях, формують способи організації господарської діяльності та розподілу ресурсів, що функціонують у синергії та забезпечують цілісність і розвиток в межах історично сформованого соціуму. Функціональна структура економічної системи характерна інституційною основою, адже в процесах обміну, розподілу та споживання товарів та послуг важливу роль відіграють ринкові та неринкові механізми, формальні та неформальні інституції, права власності, закони тощо. Також формування економічних систем не виникає ні з чого, а є результатом історичної генези під впливом культурних, територіальних, політичних, соціальних та інших факторів. Тож, економічна система є формотворчим елементом структурованої моделі організації господарського життя.

Водночас, *екосистема* – це адаптивна, гнучка, мобільна та саморегульована система взаємодії суб'єктів та об'єктів господарювання, інституцій, технологій та інфраструктурних елементів, що спільно формують середовище для створення, обміну та споживання економічної цінності на основі мережевої взаємодії, кооперації та спільного розвитку. Створення екосистем в економіці сприяє взаємовигідному співробітництву, утворенню конкурентних переваг, зростанню потенціалу підприємств, що входять до екосистеми, утворенню нових бізнес-зв'язків, зростанню цінності від продуктів та послуг [74, р.41]. Екосистема об'єднує дві групи учасників: стейкхолдери та споживачі. Стейкхолдерами є організаційні структури, які є головними виробниками продуктів та послуг, а «споживачі» (або «доповнювачі») – учасники, які забезпечують створення додаткової продукції за допомогою платформеної технології.

В останні роки з'являється багато наукових праць, присвячених вивченню особливостей та характеристик екосистем. Цей інтерес зумовлений їх зв'язком з досягненнями в галузі цифрових технологій. У міру того, як організації різних форм власності переносять більшу частину своєї діяльності в цифровий простір, поняття екосистем набуває все більш цифрового характеру. Таким чином відбувається трансформація екосистем в цифрові екосистеми під впливом інтеграції технологічних рішень, які прямо впливають на ефективність функціонування організацій. Наразі відмінності між екосистемами та семантично пов'язаними поняттями, такими як цифрові екосистеми, інноваційні екосистеми, цифрові інноваційні екосистеми, екосистеми відкритих інновацій – чітко не визначені. Фактично – це нова мультидисциплінарна концепція, що призводить до формування багатьох визначень залежно від рівня з якої вона аналізується (наприклад: галузевий, державний, транснаціональний рівень, тощо) та науки і галузі діяльності дослідження. Однак, більшість, як іноземних, так і українських науковців, відносять дослідження проблематики цифрових екосистем та їх впливу на господарську діяльність саме до економіки, а не інших галузевих наук. Концепція цифрових екосистем виникла як новий спосіб сприйняття все більш складних і взаємозалежних систем, що створюються сьогодні у економічному середовищі макро- та мікрорівнів. Аналізуючи проблематику формування та розвитку цифрових екосистем у межах економічної діяльності різних суб'єктів господарювання варто зазначити, що «система» виступатиме як базова аналітична одиниця, яка визначатиме структурні особливості впровадження технологій («елементів системи») як на рівні мікроекономіки у розрізі господарської та бізнес-діяльності організацій приватної та державної форми власності, так і на макрорівні у контексті функціонування державних інституцій та економічної політики національних економік.

Узагальнення та дослідження чинників розвитку екосистем та цифрових екосистем зокрема у світовій економіці представлене працями науковців-дослідників: Р. Аднер, Ю. Бадр, Ф. Б'єнні, Дж. Бріско, Д. Ву, Р. Левієн, Дж. Лі, В. Лі, Р. Капур, Д. Тіс, М. Чекканьолі, П. Хуан, С. Фіорін, К. Форман, Х. Фу, М. Якобідес, М. Янсїті та інших. Крім того, в іноземних працях виділяються визначення, близькі за змістом до цифрових екосистем: цифрові підприємницькі екосистеми (Ф. Сьюзан, З. Ас), цифрові бізнес-екосистеми (П. Сеньо, К. Лю, Дж. Еффах) та цифрові платформні екосистеми (М. Хіл).

Одним з найпоширеніших трактувань цифрових екосистем сьогодні є визначення, наведене авторами В. Лі, Ю. Бадра та Ф. Б'єнні. Під цифровою екосистемою автори розуміють самоорганізовану, масштабовану та стійку систему, що складається з різномірних цифрових об'єктів та їх взаємозв'язків, зосереджених на взаємодії між суб'єктами. Взаємодія має на меті підвищення корисності системи, отримання переваг та сприяння обміну інформацією, внутрішньому та міжсистемному співробітництву у контексті системних інновацій [136, p.119]. Автори визначили елементи цифрових екосистем як цифрові одиниці.

А. Разаві, С. Мошоянніс та П. Краузе пропонують розглядати цифрові екосистеми в цілісному форматі та з мультидисциплінарної перспективи як самоорганізовану цифрову інфраструктуру, спрямовану на створення цифрового середовища для мережевих організацій, яка підтримує співпрацю, обмін знаннями, розробку відкритих та адаптивних технологій і еволюційних бізнес-моделей [159, p.396].

Професор стратегії Лондонської бізнес-школи Майкл Дж. Якобідес визначає цифрові екосистеми як: «взаємодіючі організації, які підключені до цифрових мереж, мають модульну архітектуру і не керуються ієрархічними структурами» [129]. Наведені вище визначення характеризують цифрову екосистему з різних точок зору. М. Якобідес на

основі проведеного дослідження економічної літератури зазначає, що існують три основні підходи до розуміння екосистеми в економічній літературі (рис.1.1).



Рис. 1.1. Підходи Якобідеса до розуміння екосистем в економічній літературі

Джерело: розроблено автором на основі [130]

Прихильником першого підходу є Д. Тіс, який розглядає екосистему, як об'єднання організацій, установ та осіб, які впливають на підприємство, його клієнтів і постачальників [170, р.1325]. За цим підходом екосистема розуміється як економічна спільнота взаємодіючих суб'єктів, які своєю діяльністю впливають один на одного, враховуючи характеристики всіх відповідних учасників за межами однієї галузі. Д. Тіс зазначає, що екосистема є середовищем, яке компанія повинна контролювати, яке впливає на її динамічні можливості і, таким чином, на її здатність створювати стійку конкурентну перевагу. Професор Гарвардської школи бізнесу М. Янсіті та винахідник Р. Левієн наголошують на «спільній участі» економічного об'єднання в цілому – продуктивність окремих учасників пов'язана із загальною продуктивністю екосистеми [124, р.69]. Вони у своїй роботі «Strategy as Ecology» визначають бізнес-екосистеми як «вільні» мережі постачальників, дистриб'юторів, аутсорсингових компаній, виробників супутніх продуктів і послуг, постачальників технологій та

безлічі інших організацій, які впливають на створення та реалізацію підприємством своїх пропозицій [124].

Прихильники другого підходу розглядають екосистему як спільні механізми за допомогою яких організації об'єднують свої індивідуальні пропозиції в узгоджені, орієнтовані на клієнтів рішення [73, р.98]. Р. Капур та Дж. Лі акцентують увагу на розумінні того, як пов'язані компанії взаємодіють, аби створювати та комерціалізувати інновації, які приносять користь кінцевому споживачу з розумінням того, що якщо координація всередині екосистеми неефективна, то ці інновації зазнають невдачі [131, р.281]. Концепція «інноваційної екосистеми» призначена для охоплення зв'язку між основним продуктом, його компонентами та додатковими продуктами/послугами, які разом створюють цінність для клієнтів.

У рамках третього підходу науковці досліджують конкретні технології – платформи та взаємозалежності між їх спонсорами та розробниками. З точки зору М. Чекканьолі, К. Формана, П. Хуана та Д. Ву екосистема складається зі спонсора платформи та всіх постачальників доповнень, які роблять платформу більш цінною для споживачів [90, р.280]. Екосистема цифрової платформи має форму «центру та стріли» з низкою периферійних компаній, підключених до центральної платформи через спільні технології або технології з відкритим вихідним кодом й технічні стандарти (інтерфейси програмування, програмне забезпечення тощо).

Ф. Сьюзан та З. Ас відзначають, що незважаючи на істотні відмінності в ході дискусії про предметну область цифрових екосистем, сформовано два основоположні рівні цифрових екосистем – цифрові технології та людський капітал [165, р.58]. Тому, при розгляді цифрових екосистем та суміжних з ними понять, стає зрозуміло, що у визначеннях існує велика кількість перетинів, які створюють складності їх ідентифікації.

В українському науковому дискурсі дослідженню цифрових екосистем приділяється досить мало уваги. Більшість вітчизняних дослідників їх розглядають лише в рамках дослідження процесів діджиталізації та становлення цифрової економіки. Зокрема, серед вітчизняних дослідників цього питання слід виділити таких авторів, як Н. Гражевська, О. Булкот, А. Амелін, Г. Філюк, Ю. Уманцев, А. Маслов, В. Осецький, А. Ходжаян, С. Коляденко, В. Хаустова, Н. Краус, Н. Слюсаренко, Т. Артёмова, І. Струтинська, В. Фіщук та інші. Зокрема, В. Коляденко дослідила передумови та етапи розвитку цифрової економіки в Україні. В. Фіщук та А. Амелін у публікації «Україна 2030Е – Країна з розвинутою цифровою економікою» також аналізують особливості становлення цифрової економіки в Україні. Н. М. Краус і О. П. Голобородько узагальнили характерні особливі і виокремили основні тренди цифрової економіки. Крім того, в працях українських дослідників виділяються дослідження ролі цифрових екосистем у певних сферах діяльності. Наприклад, Н. Пантелєєва та К. Пантелєєва досліджують особливості використання цифрових екосистем в інвестиційній діяльності. Вони визначають цифрову екосистему як «відкриту, розподілену, адаптивну, децентралізовану систему консолідації ресурсів та динамічної взаємодії всіх учасників реалізації інвестиційних проектів за фазами життєвого циклу, що будується на інтеграції цифрових платформ» [48, С.152].

Н. Слюсаренко та О. Кохановська досліджують функціонування цифрових екосистем в сфері освіти. Т. Артёмова розглядає цифрові екосистеми з точки зору платформної економіки і визначає, що цифрові екосистеми створюються на основі мережевої колаборації за допомогою якої різні економічні агенти (бізнес-структури, споживачі, органи публічного управління) можуть взаємодіяти через мережу комунікацій, створюючи разом спільний ланцюг формування споживчої вартості. Мережева колаборація формується завдяки тому, що бізнес-організації

знаходять своє місце в досить складному логістичному ланцюгу поставок через розгорнуту мережу інформаційних зв'язків між суб'єктами економічних відносин, присутніми на ринку [1, С.86].

Враховуючи виявлені змістовні характеристики і обмеження існуючих підходів до сутності цифрових екосистем в межах економічного дискурсу, на основі полісистемного теоретичного аналізу можна сформувати авторське визначення поняття цифрової екосистеми.

Цифрова екосистема – це складнотруктурована та самоорганізована взаємодія відповідних функціональних компонентів технологічного, інфраструктурного, організаційного та операційного рівнів державних інституцій та приватних організацій, що генерує синергетичний ефект підвищення стійкості національних економік в умовах сучасних глобальних трансформацій. Вона визначається високим рівнем мобільності, інтеграції та кооперації між учасниками і підтримкою технологічного балансу між управлінням і самоорганізацією з метою створення стійкого середовища для економічної, соціальної чи державної взаємодії. Цифрові екосистеми, як надійні, самоорганізовані та масштабовані, дозволяють управляти великою кількістю інформації у великомасштабному середовищі. Цифрова екосистема характеризує принцип тісного взаємозв'язку цифрових технологій та людини, вона окреслює загальний принцип цифрової кооперації всіх одиниць екосистеми.

Передумови формування та розвитку цифрових екосистем наступні:

- розробка технологій, які відкривають нові можливості для взаємодії бізнес-організацій з клієнтами і вивчення їх переваг;
- зміна природи конкуренції, акцент на взаємовигідній співпраці;

- бажання клієнтів задовольняти свої потреби з мінімальними часовими витратами, не виходячи з дому (особливу роль в цьому відіграв COVID-19);
- зростання потреби в об'єднанні географічно розрізаних економічних агентів внаслідок глобалізації;
- бажання клієнта отримувати індивідуальні пропозиції на основі надання своїх персональних даних;
- прагнення бізнесу збільшити прибуток за рахунок пропозиції додаткових продуктів і послуг.

Проведений аналіз наукової літератури показав, що цифрові екосистеми різні – їх тип і особливості залежать від середовища в якому вони формуються і завдань, яким вони служать. Цифрові екосистеми можуть бути глобальними та локальними, що функціонують на конкретних ринках або мають нішевий характер.

Основними характеристиками цифрових екосистем є самоорганізація, масштабованість, стійкість та динамізм [136, p.118]. Уперше характеристика самоорганізації цифрових екосистем була запропонована Ф. Хейлігеном для демонстрації спонтанного виникнення глобальної структури з локальних взаємодій. Г. Бріско й Д. Уайлд дають альтернативне визначення самоорганізації цифрової екосистеми, як еволюції популяції агентів, що входять до системи, а структура їх організації залежить від контексту її формування, перспективи до якої вона прагне та особистості, якою вона викликана [80, p.49]. Тобто самоорганізація цифрових екосистем виявляється у здатності їх самостійної зміни в умовах зміни внутрішніх елементів та довкілля. Однак, кардинальна зміна зовнішнього середовища, що виражається, наприклад, у глибокій економічній кризі може негативно вплинути на можливість цифрової екосистеми до самоорганізації.

Характеристикою масштабованості цифрових екосистем є здатність системи, мережі або процесу обробляти значні обсяги роботи зручним способом або їх здатність розширюватися, відповідно до цього зростання. Формальне визначення масштабованості цифрових екосистем дає М. Хіл. Цифрова екосистема є масштабованою, якщо її продуктивність залишається ефективною та дієвою, характерна велика кількість вхідних даних або велика кількість різноманітних об'єктів, які приймають участь в процесах даної екосистеми [118, р.20]. Масштабованість цифрових екосистем полягає в можливості ефективного функціонування при зростаючій кількості використовуваних даних та цифрових категорій. Збільшення кількості елементів цифрової екосистеми призводить до збільшення її масштабу, проте, зважаючи на зазначені характеристики біологічних екосистем, можна відзначити, що оптимальна рівновага визначається стійкістю екосистеми, а не її розміром.

Під стійкістю екосистеми розуміється її здатність до об'єднання цифрових ресурсів, знань та людей з підсумковим високим ідентифікованим рівнем продуктивності в ситуації формування чинників та факторів динамічного внутрішнього та зовнішнього середовища, загроз ефективного функціонування тощо. Тобто стійкість цифрової екосистеми показує здатність підтримувати її продуктивність під час змін в структурі факторів внутрішнього та зовнішнього середовища і здатність до відновлення після виникнення системних помилок чи пошкоджень.

Динамічність цифрових екосистем полягає у постійній зміні характеристик та взаємовідносин цифрових одиниць. Характеристика динамізму широко використовується в динамічних складних системах для опису тимчасової залежності змінних. Динамізм цифрової екосистеми аналізується з погляду стратегічного та інноваційного управління. У контексті цифрових екосистем необхідно визначити динамічну характеристику цифрових об'єктів, які постійно змінюються з часом.

Профіль цифрового об'єкта містить опис його специфікації в системі, наприклад, значення атрибутів, відносин, стану взаємодії з іншими об'єктами тощо.

Завдяки швидкому розвитку цифрових технологій на початку XXI ст. відбулася зміна не лише економічного, але й суспільного бачення світу. Можна констатувати, що настала цифрова доба для якої характерне швидке зростання інформаційних потоків, обсягу інноваційних продуктів та розвиток новітніх технологій. Велике значення у цьому процесі відводиться формуванню та розвитку цифрових екосистем на приватному та державному рівні. Узагальнюючи результати наукових досліджень щодо сутності та характерних ознак цифрових екосистем слід відмітити, що сьогодні існує багато підходів до їх визначення, які часто перетинаються одне з одним, що створює додаткові складності для їх ідентифікації. Логіка дослідження категоріального апарату («система» – «економічна система» – «екосистема» – «цифрова екосистема»), теоретико-методологічної структури та економічної наукової літератури дозволяє надати як обґрунтоване авторське визначення цифрової екосистеми, так і чітко виявити ключові особливості на функціональному рівні для організацій різних форм власності і державних інституцій. Цими *ключовими функціональними особливостями* цифрової екосистеми є:

- Модульність — можливість інтеграції нових учасників та технологій за рахунок додавання нових блоків («модулів») в екосистему.
- Адаптивність — здатність до мобільної трансформації, до зміни зовнішньої ринкової кон'юнктури або запитів від внутрішніх суб'єктів.
- Автоматизація — використання власних технологічних рішень для оптимізації процесів управління та розвитку (наприклад: CRM, ERP-системи, штучний інтелект та BIG DATA).
- Економія на масштабі — оптимізація трансакційних витрат за рахунок ефекту власної цифрової екосистемної мережі.

Характерною змістовною характеристикою цифрової екосистеми є те, що за рахунок технологій, хмарних та локальних обчислювальних систем, фінансових інструментів, серверних потужностей, мультиплатформеності, тощо — вона здатна швидко об'єднувати різних суб'єктів (споживачі, громадяни, підприємства, державні органи, тощо) для співпраці, конкуренції, поширення інформації або купівлі благ та послуг у межах організаційної структури, на базі якої дана цифрова система функціонує.

Метою формування цифрових екосистем є створення симбіотичних взаємозв'язків між користувачами, стейкхолдерами, технологіями та процесами в межах організаційної структури задля досягнення ефективності виробництва, обробки даних, швидкості взаємозв'язку між елементами та споживачами, а також формування доданої вартості стейкхолдерам і доданої цінності користувачам.

Таким чином, узагальнення сучасних наукових підходів до трактування сутності та характерних ознак цифрової екосистеми дозволило зробити висновок, що формалізація цифрових екосистем в контексті простої взаємодії цифрових платформ і користувачів є недостатньою. Цифрова екосистема має розглядатися як динамічна, самоорганізована структура в межах як приватного, так і державного секторів національної економіки, не тільки з погляду технологічної інфраструктури, але і як комплексне організаційне середовище в якому взаємодіють технології та суб'єкти відповідно до загального принципу цифрової кооперації всіх одиниць екосистеми.

1.2. Структура та класифікаційна матриця цифрових екосистем

Цифрові трансформації та виклики суспільно-економічного життя останніх десятиліть докорінно змінили характер в організації ведення

бізнес-діяльності організаціями та надання органами державної влади послуг громадянам. Поширення цифрових технологій спричинило експоненціальне зростання кількості та якості взаємозв'язків та взаємодій між компаніями, організаціями, органами влади, громадянами і соціально-економічними системами, яке супроводжується динамічним зростанням кількості транзакцій та обсягів інформації і, відповідно, спричиняє більш складну та синхронізовану інтеграцію всіх учасників. Зважаючи на це, цифрові екосистеми сьогодні стають основою побудови структурних процесів для сучасних організацій та інституцій, що пов'язано з швидким розвитком цифрових технологій, які з кожним роком стають все доступнішими для широкого кола споживачів. Це значно розширює сферу їх використання та напрями впровадження.

В.Д. Леон зазначає, що основними елементами цифрової екосистеми є:

- *цифрова платформа*: функціонує на принципах модульності та відкритості;
- *мережевий ефект*: чим більше створено різних продуктів, послуг, можливостей на цій платформі (ціннісні пропозиції), тим більшого ефекту можна за її допомогою досягти;
- *ринкові очікування*: сприйняття споживачами потенційних вигод від функціоналу використовуваних цифрових платформ, які в цей момент часу можуть бути ще не створеними, але бути запланованими відповідно до очікувань, цінностей та переваг учасників взаємодій [191, р.45].

Як зазначив Т. Хардін, цифрові екосистеми на найвищому рівні складаються з компаній, мереж і спільнот людей, процесів, даних. Ці компоненти тісно взаємопов'язані через моделі спільного користування цифровими платформами (рис.1.2).

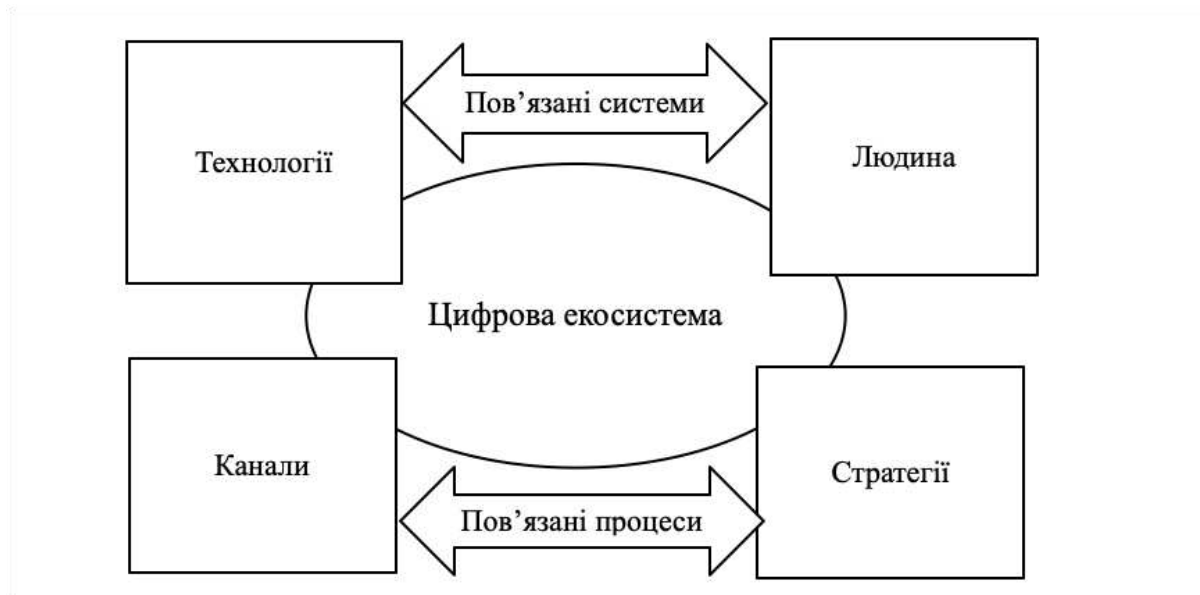


Рис. 1.2. **Взаємозв'язок елементів цифрової екосистеми**

Джерело: розроблено автором на основі [116]

На думку Р. Аднер, в основі структури цифрових екосистем лежать чотири основні елементи, які у сукупності характеризують конфігурацію діяльності та учасників, необхідних для реалізації екосистемою ціннісної пропозиції:

1. *Заходи*, що окреслює окремі дії, які необхідно здійснити, щоб пропозиція була втілена в життя: впровадження технічних та технологічних можливостей, використання людського та інтелектуального капіталу, впровадження можливостей інвестиційної політики, тощо.

2. *Учасники*, які є суб'єктами, що здійснюють ці напрями діяльності. Один учасник може здійснювати декілька видів діяльності, і, навпаки, декілька учасників можуть здійснювати один напрям діяльності та реалізовувати один вид підприємницьких ініціатив. Наприклад, бізнес-аналітик: розробка концепту продукту з урахуванням технічних та технологічних можливостей; фінансовий аналітик: моделювання фінансових потоків; маркетолог: управління маркетинговими ініціативами.

3. *Позиціонування учасників* в операційних процесах та бізнес-моделі діяльності в екосистемі, характеристика типів взаємозв'язків та їх моделі, матриця відповідальності та підпорядкування.

4. *Зв'язки*, які моделюють взаємодії між учасниками. Зміст цих взаємодій може бути різним: матеріальні ресурси, інформаційні потоки, моделі лідерства та комунікацій, фінансові ресурси [73].

Виокремлені в структурі цифрових екосистем чотири елементи описують моделі створення ціннісної пропозиції та реалізації ціннісних ініціатив для організації .

М. Коч, Д. Крохмер розглядають цифрову екосистему як соціотехнічну систему, що об'єднує пул постачальників товарів та послуг і споживачів через інструменти цифрових платформ. Вони виділяють три основні елементи структури в екосистемі: кадровий рівень моделі; технічний рівень моделі; функціональний (діловий) рівень моделі [132]. Науковці пропонують наступну структурну модель цифрової екосистеми (рис. 1.3).

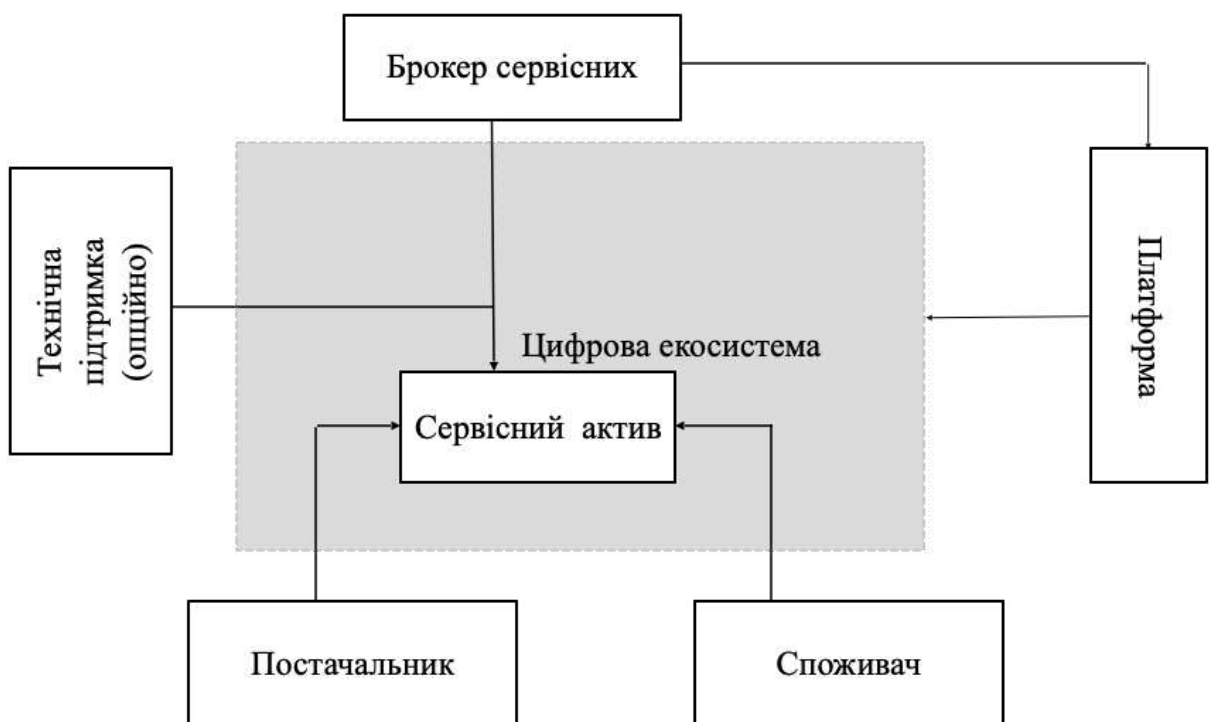


Рис. 1.3. Структурна модель цифрової екосистеми

Джерело: розроблено автором на основі [132]

Основною цінністю цифрової екосистеми, якою обмінюються учасники в процесі взаємодій, є сервісний актив. Актив у формі матеріальної та нематеріальної цінності, який вважається цінним як для постачальників, так і для споживачів ціннісної пропозиції. Створений на цій основі портрет учасників формування цінностей цифрової екосистеми — це фізичні або юридичні особи, які пропонують до використання (постачальники послуг) або споживають (споживачі, цільова аудиторія) сервісний актив. При цьому кожна зі сторін прагне досягнути поставлених в цій структурі взаємодій цілей (постачальник — максимізація вартості; споживач — максимізація задоволення від споживання ціннісної пропозиції). Цифрова екосистема сприяє передачі сервісних активів, тобто їх наданню і споживанню через організацію послуг посередництва між постачальниками та споживачами. Сам сервісний актив не є частиною послуги цифрової екосистеми, оскільки вона лише визначає напрям та вектори в діяльності учасників [132].

Поширення цифрових екосистем пов'язано з бажанням організації надавати користувачам широкий набір продуктів або послуг замість того, аби концентруватися лише на одному сегменті. Цифрові екосистеми допомагають приватним організаціям та державним інституціям наблизитися до споживачів і громадян. Внаслідок можливостей мережі учасників у них формуються додаткові можливості для організації збору і аналізу даних. За допомогою цього вони можуть приймати інтелектуальні рішення відносно формування системи побажань та очікувань клієнтів і постачальників, пропонувати їм персоналізовані рекомендації, спеціальні пропозиції, тощо.

Аналізуючи класифікацію цифрових екосистем, слід відмітити, що сьогодні існує безліч підходів до визначення їх видів і типів, але ні серед вітчизняних науковців, ні серед зарубіжних — загальноприйнятої класифікації цифрових екосистем не виокремлено. Розглянемо детальніше

декілька сегментованих підходів до класифікації цифрових екосистем. Наприклад, Ханг Ле Хонг – аналітик консалтингової компанії «Gartner», поділяє цифрові екосистеми на наступні рівні в залежності від масштабу їх діяльності:

1. Его-система (ланцюжок створення вартості): цифрова екосистема, власником якої є певна компанія, яка управляє та контролює діями постачальників, партнерів, клієнтів в структурі своєї системи;

2. Галузева екосистема: цифрова екосистема, утворена учасниками певної галузі та пов'язаними з ними компаніями. На роль лідера цієї екосистеми окремі компанії не претендують. Галузева цифрова екосистема використовується для встановлення стандартів, формування консорціумів та асоціацій чи співпраці між державними інституціями;

3. Екосистема, як бізнес-модель: платформна екосистема, коли власник цифрової екосистеми є лише посередником в обміні цінностями. Вона може приймати форму торгового майданчику, бізнес-хабу, маркетплейсу, тощо, де комбінуються, наприклад, рішення та технології, які користувач в подальшому імплементує на практиці, в залежності від потреби;

4. Еко-індустрія: цифрова екосистема, яка формується на перетині традиційних галузей в результаті їх взаємопроникнення, зближення та інтеграції і створює нову (цифрову) галузь;

5. Еко-політика: екосистема-монополія всередині певної галузі або між галузями. Вона виникає внаслідок експансії компаній-цифрових гігантів одночасно на декількох ринках на основі ефекту охоплення та ефекту масштабу. Цей тип цифрової екосистеми може мати як позитивні, так і негативні наслідки [119].

Своєю чергою, аналітик компанії-системного інтегратора «Techtarget» К. Бруш виділяє три основні типи цифрових екосистем:

- екосистема цифрового пристрою (оцифровувачів);
- екосистема платформи;
- екосистема суперплатформи.

Екосистеми цифрового пристрою зосереджені на оцифруванні існуючого продукту за допомогою ділових партнерів, зберігаючи низьку складність управління. Вони можуть додавати нові функції до систем та генерувати дохід від надання цифрових послуг. *Екосистема платформи* є більш досконалою за технічними можливостями і передбачає використання користувачами можливостей пристроїв на цифровій платформі, одночасно гарантуючи при цьому високий рівень та якість обслуговування. Дані, генеровані цією екосистемою, можна використовувати для управління операційними процесами подібних видів діяльності та моделей обслуговування. *Екосистема суперплатформи* є найбільш складним типом в класифікації цифрових екосистем. Їх метою є інтеграція декількох платформ на базі інтегрованої інформаційної служби, а також збір інформації — відомості про користувачів з моделей інтегрованих платформ. Даний тип екосистем формує широкий спектр інформаційних даних про користувачів та монетизує їх за допомогою технічних можливостей суміжних бізнес-моделей. Прикладом екосистеми суперплатформи є віртуальний помічник, який об'єднує покупки, оплату, транспортні та комунікаційні послуги в одну зручну опцію — придбання та доставка товарів та послуг [81].

Загалом, проведений аналіз можна структурувати у вигляді класифікаційної матриці цифрових екосистем (таблиця.1.1).

Таблиця 1.1

Класифікаційна матриця цифрових екосистем

Тип екосистеми / Рівень інтегрованості	Низький	Середній	Високий

Цифрова екосистема державного сектору	Фрагментовані ІТ-системи, відсутність міжвідомчої взаємодії. Суб'єкти: державні інституції, органи державної влади, підприємства державної форми власності. Об'єкти: розрізнені сервіси. Регулювання: централізоване, змішане.	ІТ-інтеграція між відомствами, доступ до спільних реєстрів. Суб'єкти: держустанови, органи місцевого самоврядування. Об'єкти: технологічні продукти на ранніх етапах. Регулювання: нормативно-координуюче.	Єдині платформи обслуговування громадян, інтероперабельність. Суб'єкти: держава, цифрові агенції. Об'єкти: комплексні цифрові сервіси. Регулювання: поліцентричне.
Цифрова екосистема приватного сектору	Ізольовані CRM/ERP, слабка цифрова взаємодія. Суб'єкти: організації приватної форми власності. Об'єкти: локальні дані. Регулювання: внутрішнє корпоративне.	Партнерська взаємодія через API, частковий обмін даними. Суб'єкти: бізнес-кластери. Об'єкти: сервіси, продукти. Регулювання: угоди/стандарти.	Цифрові платформи, економіка даних, відкриті інтерфейси. Суб'єкти: великі екосистемні компанії. Об'єкти: мультисервіси, користувацькі дані. Регулювання: саморегуляція.
Змішана	Непоєднані системи державно-приватного партнерства. Суб'єкти: публічні і приватні гравці. Регулювання: конфліктне або відсутнє.	Спільні проекти (eHealth, Smart City), часткова інтеграція. Суб'єкти: державні інституції та приватні організації. Регулювання: угоди, нормативні документи.	Цифрові платформи державно-приватного управління (наприклад, Дія), спільна архітектура. Регулювання: поліцентричне, API-підхід.

Джерело: розроблено автором

Дана класифікаційна матриця підтверджує те, що цифрові екосистеми є складними полісистемними структурами, які мають розгалужену та багаторівневу структуру. Ключовим завданням цифрових екосистем є збалансоване об'єднання у відповідній функціональній ієрархії

технологічних елементів, які у синергетичній дії збільшують ефективність функціонування організаційної структури.

Для порівняння, організація «USAID» у своїй цифровій стратегії наголошує, що цифрова екосистема балансує інтереси зацікавлених сторін, формує систему ефективних взаємодій та факторів сприятливого середовища, які разом дають змогу учасникам використовувати цифрові технології для доступу до послуг, взаємодіючи один з одним із використанням економічних можливостей [185]. Відштовхуючись від цієї концепції, USAID запропонували наступну структуру цифрової екосистеми (рис. 1.4).

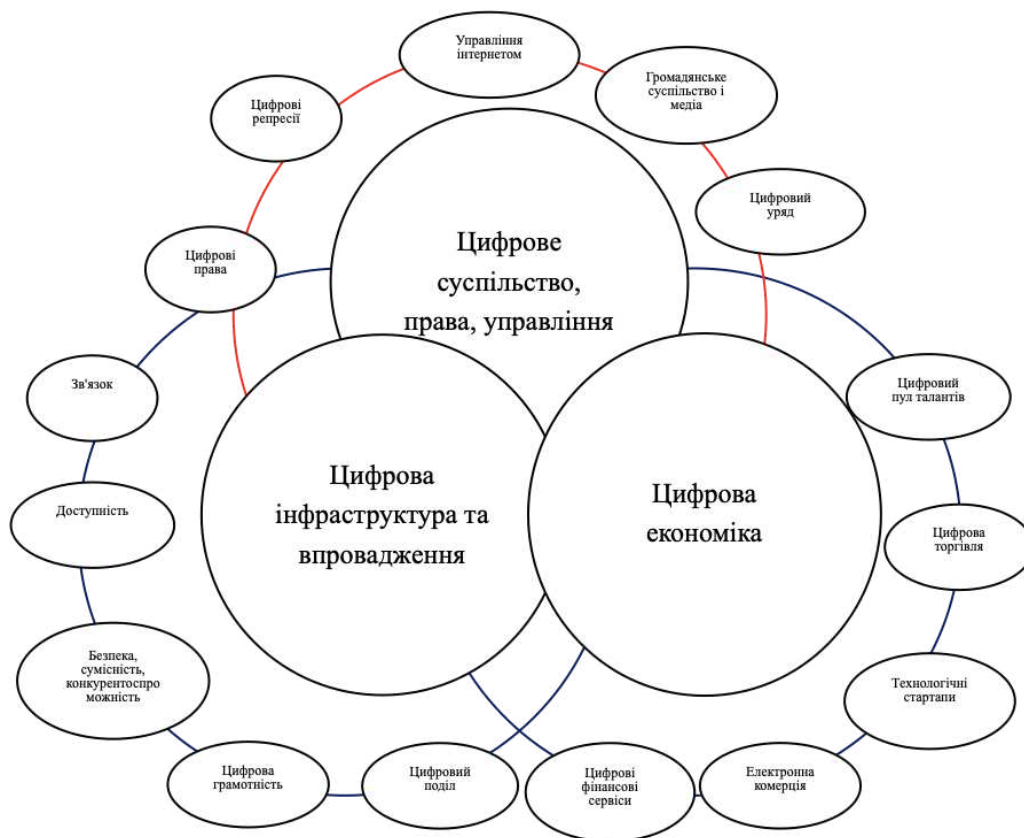


Рис. 1.4. Структура цифрової екосистеми від USAID

Джерело: розроблено автором на основі [185]

Ця структура цифрової екосистеми організована в моделі концептуального балансування трьох основних напрямів:

- *Цифрова інфраструктура та впровадження*: ресурси, які забезпечують взаємодії цифрових систем і те, як окремі стейкхолдери та організації отримують доступ до цих ресурсів та використовують їх з метою формування ціннісної пропозиції;
- *Цифрове суспільство, права та управління*: як цифрові технології комбінуються із урядовими ініціативами, проектами громадянського суспільства і засобами масової інформації;
- *Цифрова економіка*: роль цифрових технологій у розширенні економічних можливостей та підвищенні ефективності взаємодій у моделі.

Представлена структура цифрової екосистеми охоплює чотири наскрізні теми:

1. *Інклюзія*. Скорочення проявів нерівності в отриманні доступу до мережі та «цифрового розриву». Виражається як у інтелектуальних аспектах (нерівномірність якісного сприйняття споживачами структури інформації через розумові та інтелектуальні здібності), так і технічних (технологічні та технічні аспекти, які визначають попит на послуги) та фінансових (визначають фінансовий потенціал реалізації ініціатив) тощо;
2. *Кібербезпека*. Захист інформаційно-комунікаційних систем та інформації від пошкодження, несанкціонованого використання або модифікації чи експлуатації;
3. *Нові технології*. охоплює штучний інтелект, Інтернет речей, блокчейн, імерсивні технології, AR\VR, 5G та інші новітні технології;
4. *Геополітичне становище*. Вплив авторитарних держав, які активно працюють над формуванням глобального цифрового простору [185].

Враховуючи проведений аналіз та розроблену класифікаційну матрицю, у таблиці 1.2 пропонується авторське визначення суб'єктно-об'єктного складу цифрових екосистем.

Таблиця 1.2

Суб'єктно-об'єктний аналіз цифрових екосистем

Суб'єкти цифрових екосистем	Стейкхолдери цифрових екосистем	Організації приватної та державної форми власності, державні інституції
	Користувачі цифрових екосистем	Громадяни, споживачі, органи державної та виконавчої влади, структурні підрозділи підприємств, вендори, інвестори, альянси, кластери, тощо
Об'єкти цифрових екосистем	Технологічна інфраструктура цифрових екосистем та система взаємозв'язків (API) між всіма суб'єктами користування цифрових екосистем	Технології IOT, BIG DATA, хмарні та серверні архітектури обчислень, імерсивні технології, штучний інтелект, біотехнології, тощо.
	Технологічні продукти цифрових екосистем	Державний сектор: електронне урядування, електронне голосування, цифрові сервіси для громадян. Приватний сектор: мережеві платформи, маркетплейси, мобільні та нативні веб-додатки, CRM та ERP-системи.
	Пристрої користування технологіями цифрових екосистем	Мобільні смарт-девайси, стаціонарні комп'ютерні станції, серверні блоки зберігання та обробки даних, AR, VR-гарнітури

Джерело: розроблено автором

Таким чином, на основі проведеного дослідження можна запропонувати спрощену уніфіковану структуру цифрових екосистем (рис. 1.5) для організацій різних форм власності і державних інституцій.

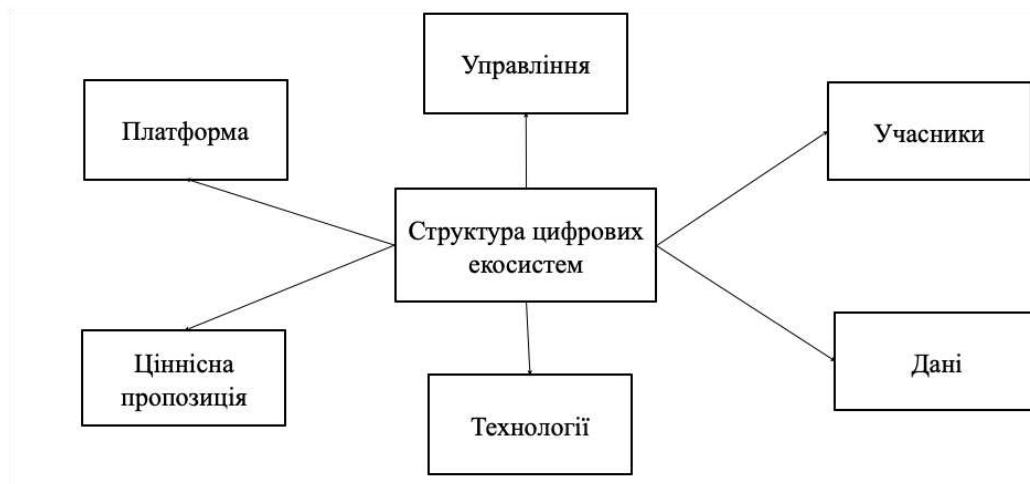


Рис. 1.5. Спрощена структура цифрових екосистем

Джерело: розроблено автором

Обґрунтовуючи дану структуру, варто зазначити, що *платформи* забезпечують необхідну інфраструктуру для взаємодії між різними учасниками цифрових екосистем. Прикладами платформ є операційні системи, мобільні застосунки, соціальні мережі, платформи електронної комерції, тощо. *Учасниками* цифрової екосистеми є всі суб'єкти, які взаємодіють в межах екосистеми, зокрема розробники (інтегратори), компанії, споживачі, сторонні постачальники послуг (банки, інтернет-провайдери). Кожен учасник робить свій внесок у формування ціннісної пропозиції екосистеми через використання продуктів, послуг чи взаємодій, приймає участь на певному етапі ланцюгів формування ціннісної пропозиції. *Дані* є основним ресурсним джерелом для забезпечення функціонування цифрових екосистем. Це інформаційний масив про користувачів, транзакцій, поведінкові індикатори та критерії, які використовуються учасниками для вдосконалення та підвищення якості

запропонованих продуктів та послуг. *Технології* поєднують всі компоненти, якими забезпечується повноцінне функціонування цифрових екосистем (інфраструктура, пристрої IoT, обладнання, програмне забезпечення, мережеві можливості, хмарні обчислення). *Механізми управління* цифровими екосистемами визначають правила, стандарти та протоколи, які регулюють партнерську взаємодію учасників в екосистемі. Це забезпечує формування довірчих та партнерських відносин між усіма учасниками, гарантує необхідний рівень безпеки, що сприяє розвитку та розширенню аспектів співпраці. *Ціннісна пропозиція* цифрової екосистеми включає все те, що може зацікавити учасників взаємодій та підтримує їх участь в моделі комунікацій. Фактично, під ціннісною пропозицією варто розуміти комплекс взаємопов'язаних та впорядкованих продуктів, які отримує суб'єкт будучи частиною екосистеми за рахунок дотримання принципів зручності, ефективності, економічності, інноваційності та мобільності. Крім того, в результаті розвитку мережевої координації зв'язків формуються національні цифрові екосистеми, в яких інтерактивні мережеві взаємодії вже охоплюють практично всю економічну систему країни та в яких балансуються інтереси представників всіх інституційних секторів та основних соціальних груп: бізнесові структури, наукові організації, органи державної та місцевої влади, некомерційні організації, інституції, тощо.

Враховуючи проведений суб'єктно-об'єктний аналіз, можна визначити, що ключовими стейкхолдерами цифрових екосистем є інституції та організації державного та приватного сектору.

Цифрова екосистема державного сектору – це структуроване та динамічно організоване середовище багаторівневої взаємодії технологічних елементів (цифрових платформ та інформаційних систем), органів державної влади та громадян, яке функціонує на основі технологічних рішень, реєстрів даних та сервісної інфраструктури з метою

забезпечення ефективного управління, надання якісних публічних послуг, прозорості та стійкого економічного розвитку.

Цифрова екосистема приватного сектору — це гнучка та самоорганізована взаємодія комерційних підприємств, технологічних рішень, API-провайдерів, постачальників, клієнтів та інноваційних інфраструктур, яка функціонує на основі цифрових технологій, даних, мережевих бізнес-моделей з метою створення, масштабування та споживання економічної цінності і генерації додаткового рівня монетизації в умовах високої конкуренції та динамічної ринкової кон'юнктури.

У контексті державного сектору, глобальною метою цифровізації публічного управління є створення цифрового уряду, який базується на ідеях клієнтоорієнтованості та омніканальності (використання різних каналів комунікацій), максимізації корисності діяльності публічних органів влади для населення. Завдання цифрових екосистем в публічному управлінні полягає в підвищенні якості цифрового «спілкування» між державою і суспільством, розширенні переліку пропонованих послуг. Розвиток цифрових екосистем у сфері державного управління позитивно впливає на підвищення ефективності міжвідомчої взаємодії, поширення надання якісних публічних послуг громадянам та бізнесу [2]. Зважаючи на це, у сфері публічного управління важливе місце відводиться формуванню цифрової екосистеми, що передбачає створення комплексної інфраструктури для надання комплексу публічних послуг та підвищення ефективності операційних процесів в системі публічного управління. *Цифрова екосистема в державному секторі* представляє собою платформу, яка складається із ключових стейкхолдерів та інституцій, що виконують схожі задачі та формують аналогічні за типом взаємодії, мають відношення до екосистеми та пов'язані між собою. Розвиток партнерства держави з компаніями, некомерційними організаціями і громадянами в структурі взаємодій цифрової екосистеми дозволяє істотно скоротити трансакційні

витрати та мінімізувати вплив ризиків, підвищити якість обслуговування, продуктивність праці, рівень задоволеності та ступінь лояльності зі сторони споживачів. Держава переймає в цьому випадку на себе функції створення і управління цифровою екосистемою, в якій взаємодіють усі учасники платформи.

Цифрові екосистеми в державному управлінні базуються на використанні даних та аналітики для спрощення виконання трансакцій (цифрових і офлайнових) для кінцевих користувачів (державних установ, підприємств, громадян). За їх допомогою формується якісний банк даних для підтримки і підвищення ефективності прийняття управлінських рішень органами влади, державними підприємствами і громадянами, що сприяє створенню нових, більш ефективних моделей взаємодій та надання публічних послуг.

Варто зазначити, що Україна стала однією з перших країн, яка розвиває власну державну цифрову екосистему з надання публічних послуг суспільству. Мова йде про цифрове екосистемне рішення – сервіс «Дія» – розроблене Міністерством цифрової трансформації України та запущене в лютому 2020 року. Сервісом «Дія» наразі користуються близько 20 млн. українців. Він надає публічні послуги, як громадянам (формування довідок та витягів з реєстрів, продаж автомобіля, оформлення шлюбу, тощо), такі і бізнесу (гранти, реєстрація ФОП, декларації, реєстрації видача будівельного паспорта, тощо). Загалом асортимент державних послуг порталу «Дія» для громадян та підприємців складає більше 100 позицій [44].

У структурі державного управління існує певна ієрархія цифрових екосистем:

- цифрова екосистема загальнодержавного рівня (наприклад, портал «Дія» в Україні, «WeChat» в КНР);

- цифрова екосистема галузевого та відомчого рівня (наприклад, екосистема «Резерв+», «Армія + », тощо).

Створення цифрової екосистеми загальнодержавного рівня дозволяє не лише збільшити швидкість розробки цифрових сервісів держави, а також вивести сервіси на принципово новий рівень громадянського досвіду. Щодо цифрової екосистеми галузевого рівня, то вона не повинна замикатися лише в структурі одного відомства, а органічно інтегруватись у загальнодержавний рівень, проте, не замінюючи його, а активно та тісно взаємодіючи з питань формування єдиного ланцюга державних послуг з іншими органами влади та державними організаціями. У цьому випадку галузеві цифрові екосистеми визначаються потребами користувачів та входять до складу розширеної екосистеми, що вже є частиною цифрової екосистеми загальнодержавного рівня.

Окремо, в межах дослідження, варто проаналізувати основні характеристики функціонування цифрових екосистем для приватного та державного сектору. Для цього у таблиці 1.3 та 1.4 пропонується авторський компонентно-цільовий аналіз функціонування цифрових екосистем в межах державного та приватного сектору, відповідно. Цей аналіз враховує шість компонентів цифрових екосистем, властивих для державного сектору та приватного бізнесу, цілі використання компонентів у діяльності організацій та інституцій, прямих суб'єктів користування та вигодонабувачів цими компонентами і результати їх функціонування.

Таблиця 1.3

**Компонентно-цільовий аналіз цифрових екосистем для
державного сектору**

Компоненти цифрових екосистем	Цілі використання даних компонентів	Користувачі компоненту цифрових екосистем	Результат функціонування компонентів
-------------------------------	-------------------------------------	---	--------------------------------------

Платформи електронного уряду	Автоматизація державних процесів, зменшення бюрократії	Громадяни, держслужбовці, бізнес	Підвищення ефективності державного управління, зменшення корупції
Інтегровані інформаційні системи	Оптимізація управління, підвищення прозорості між державними структурами	Державні установи, регуляторні органи	Покращена співпраця між державними органами, прозорість
Цифрові сервіси для громадян	Надання громадянам швидкого доступу до державних послуг	Громадяни, бізнеси, державні організації	Швидке надання послуг, зручність для громадян
Електронне голосування	Покращення демократичних процесів через спрощений доступ до голосування	Громадяни, виборчі комісії	Підвищення участі в виборчих процесах, прозорість
Цифрові послуги охорони здоров'я	Забезпечення доступу до медичних послуг онлайн	Пацієнти, лікарі, медичні установи	Покращення доступу до охорони здоров'я, ефективність
Аналітика державних даних	Аналіз великих обсягів даних для підвищення ефективності прийняття рішень	Аналітики, урядовці, дослідники	Більш обґрунтовані державні рішення, ефективний розподіл ресурсів

Джерело: розроблено автором

Основна відмінність цифрових екосистеми в публічному та приватному управлінні є те, що перша орієнтована на збільшення ефективності державного управління та зменшенні витрат державного бюджету, а друга — на зростання прибутків та вартості бізнесу.

Таблиця 1.4

**Компонентно-цільовий аналіз цифрових екосистем для
приватного сектору**

Компоненти цифрових екосистем	Цілі використання даних компонентів	Користувачі компоненту цифрових екосистем	Результат функціонування компонентів
Цифрові платформи	Оптимізація продажів, управління продуктами, маркетинг	Клієнти, бізнес-партнери, розробники	Підвищення ефективності бізнесу, швидкість впровадження нових продуктів
Аналітика даних	Аналіз поведінки клієнтів, прогнозування попиту, покращення рішень	Маркетологи, менеджери, аналітики	Більш точні бізнес-рішення, адаптація до ринкових змін
Інтеграція постачальників	Спільна розробка продуктів, оптимізація ланцюга постачань	Постачальники, бізнес-партнери, менеджери	Зниження витрат, покращення якості продуктів
Хмарні обчислення	Зменшення витрат на інфраструктуру, масштабованість рішень	Технічні команди, розробники, менеджери	Гнучкість і масштабованість, зниження витрат на ІТ
Мобільні додатки	Підвищення доступності продуктів, поліпшення клієнтського досвіду	Клієнти, користувачі, технічна підтримка	Покращений користувацький досвід, лояльність клієнтів
Маркетплейси	Залучення нових клієнтів, розширення	Продавці, покупці, менеджери	Розширення ринку, зростання продажів

Джерело: розроблено автором

Відповідно, цифрові екосистеми в публічному управлінні більше орієнтовані на цифрове урядування (електронні сервіси для громадян та підприємств, спрощуючи процеси взаємодії з владою), відкриті

інформаційні відомості (доступ громадськості до інформації про діяльність державних установ), цифрові інфраструктури (системи моніторингу громадського транспорту). Тоді як цифрові екосистеми в приватному секторі більше орієнтовані на електронну комерцію (онлайн-торгівля, маркетплейси), «фінтех інновації» (цифрові платіжні системи, хмарні обчислення і мобільні додатки), впровадження CRM та ERP-систем тощо.

Враховуючи проведений вище суб'єктно-об'єктний і компонентно-цільовий аналіз та сформувану класифікаційну матрицю, можна побудувати розширену концептуальну модель цифрової екосистеми як для державного, так і приватного сектору економіки (рис.1.5). Ця багаторівнева структура дозволяє оцінити рівень розвитку цифрових екосистем, визначати їх ефективність та спрогнозувати майбутній розвиток у різних сферах.



Рис. 1.5. Схема розширеної концептуальної моделі цифрової екосистеми

Джерело: розроблено автором

Це комплексний підхід до аналізу взаємодій у цифровій екосистемі. Важливо, що дана модель цифрової екосистеми відрізняється від існуючих підходів своєю структурою та підходом до уніфікованого аналізу як для

приватного, так і державного сектору. Так, фундаментальну роль у забезпеченні функціонування екосистеми забезпечує централізація інфраструктурного ядра від якого вже відбувається побудова рівнів інтеграторів, координації, цифрових сервісів, користувачів, регулювання, монетизації, що потім трансформується у рівень даних та автоматизації і виходить у соціально-економічну площину (фактично, на ринок чи пропозицію надання державних послуг населенню).

Таким чином, проведений полісистемний аналіз структури та класифікації цифрових екосистем в державному та приватному секторах національної економіки уможливив висновок, що екосистеми державних інституцій орієнтовані на задоволення потреб громадян шляхом надання якісних державних послуг за допомогою цифрового урядування, відкритих даних, цифрових інфраструктур тощо. Тоді як цифрові екосистеми в приватному секторі більше орієнтовані на збільшення рівня монетизації, генерації додаткового доходу, збільшення кількості споживачів та підвищення рівня ефективності управління за рахунок технологічних інструментів які надає електронна комерція, «фінтех інновації», Інтернет речей, штучний інтелект, AR\VR-технології, тощо. Комплексну оцінку функціонування новітніх технологій у межах організаційної екосистеми національної економіки зроблено на основі класифікаційної матриці цифрових екосистем, відповідної концептуальної моделі та компонентно-цільовому аналізі багаторівневої структури цифрового середовища державних інституцій і приватних організацій. Моделі управління та приклади функціонування цифрових екосистем у межах приватного та державного секторів детально досліджені у наступних розділах дисертації.

1.3. Методичні підходи до вимірювання рівня розвитку цифрових екосистем

Розвиток цифрових екосистем сприяє взаємовигідному співробітництву, формуванню конкурентних переваг, розширенню потенціалу суб'єктів господарювання, які входять до їх структури, утворенню нових бізнес-зв'язків, оптимізації моделі формування ланцюгів вартості, підвищенню цінності кінцевого продукту [74]. У результаті, актуальним стає питання щодо систематизації передумов та факторів, які чинять вплив на формування та розвиток цифрових екосистем. Для його вирішення необхідно провести оцінювання процесів розвитку цифрових екосистем, що потребує розробки практичних методів оцінки.

Методологія проведення діагностики розвитку цифрових екосистем, запропонована аналітиками Світового банку, складається з трьох етапів:

- аналіз контексту взаємодій в цифровій бізнес-екосистемі на національному та субнаціональному рівнях;
- картування сприятливих факторів — формування карти ризиків та факторів зовнішнього та внутрішнього впливу;
- рекомендації щодо політики.

На першому етапі — контекстний аналіз: на основі концептуального підходу проводиться аналіз структури цифрової екосистемі країни на національному і субнаціональному рівнях, основний фокус, при цьому, акцентується на показниках результативності екосистем та індикаторах сформованого кінцевого продукту. Зокрема, досліджуються:

1. Результати діяльності реального сектору економіки (динаміка кількості компаній, розширення масштабів їх діяльності та інноваційна політика, вартість бізнесу та структура доходів, тощо);

2. Оцінка екосистем (фінансовий капітал, людський капітал, соціальний капітал, формування стимулів до реалізації проектів з

інвестування та нагромадження капіталу, формування моделей доступу до фінансування, регуляторні механізми);

3. Сильні сторони та виклики, фактори зовнішнього та внутрішнього середовища, загрози та можливості (із застосуванням низки інструментів стратегічного управління та планування).

Перевага запропонованої Світовим банком методики полягає в тому, що вона [91]:

- поєднує більше інформаційних даних для оцінювання результатів розвитку бізнес-екосистем в країнах, що розвиваються;
- розширює можливості використання експериментальних інструментів для збору аналітичних відомостей та аналізу індикаторів розвитку бізнес-екосистем із меншими витратами;
- формує більш співставні показники на субнаціональному рівні;
- формує інструменти для оцінки комплексу заходів державної політики, результативної державних ініціатив.

На другому етапі проводиться оцінка комплексу заходів державної політики в сфері цифровізації економічної системи і визначаються недоліки та слабкі сторони в політичних інструментах та інституційній спроможності. Як правило, країни використовують низку інструментів та механізмів державної політики, які підтримують розвиток цифрової економіки, але не формують матрицю досягнення їх основних цілей та бюджетних асигнувань. Такий брак інформації призводить до вищої ймовірності дублювання та відсутності узгодженості між державною політикою та цілями розвитку цифрових екосистем [91].

Третій етап стосується визначення ключових пріоритетів державної політики цифровізації та передбачає розробку відповідних рекомендацій. Діагностика, яка охоплює міждержавний аналіз, характеристику потенціалу місцевих цифрових екосистем, а також картографування

сприятливих факторів, має бути використана для визначення пріоритетів політики з питань інформаційної стратегії.

У рамках цього процесу важливо не лише проводити консультації із учасниками для отримання відповідної інформації про якість виконання функцій, структуру матриці відповідальності, моделі взаємодії та впливу цифрових екосистем, але й підтвердити ключові пріоритети та рекомендації, отримані в процесі проведеної оцінки. На цьому етапі проводяться фокус-групові інтерв'ю з підприємцями, посередницькими організаціями та особами, відповідальними за розробку державної політики з метою виявлення ключових проблем в моделі управління, взаємодії між зацікавленими сторонами, а також у розробці та впровадженні ініціатив та рекомендацій [91].

Спираючись на методику Світового банку, оцінювання процесу формування та розвитку цифрових екосистем пропонується проводити в наступній послідовності:

- аналіз зовнішнього середовища формування та розвитку цифрових екосистем;
- аналіз внутрішнього середовища та передумов формування цифрових екосистем;
- аналіз рівня розвитку цифрових екосистем.

Аналіз зовнішнього середовища формування та розвитку цифрових надає змогу виділити важливі фактори зовнішнього середовища, які можуть здійснювати вплив на їх формування та розвиток в країні — як стримувати, так і стимулювати [165, р.60].

Аналіз сучасного стану і динаміки змін ключових показників, якими характеризується рівень цифровізації національних економік має важливе значення для розробки і впровадження заходів із питань розвитку цифрових екосистем. Аналіз проводиться на основі масиву архівних

ретроспективних статистичних даних, звітів міжнародних організацій. Для цього можна використовувати різні рейтингові дослідження, які періодично проводяться міжнародними організаціями. Наприклад, Індекс розвитку Інтернету в країнах світу (The Web Index), Індекс розвитку інформаційно-комунікаційних технологій у країнах світу (ICT Development Index), Індекс мережевої готовності, Індекс діджиталізації економіки і суспільства (DESI), Рейтинг цифрової конкурентоспроможності. Загалом, у світовій практиці сьогодні існує більше, ніж двадцять міжнародних індексів, які характеризують цифровий розвиток країн.

Індекс розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, автором якого є Міжнародна спілка електрозв'язку, показує рівень розвитку інформаційно-комунікаційних технологій у країнах світу. Індекс публікувався в 2009-2018 рр., проте потім упродовж 4 років індекс не розраховувався, відновили практику в 2023 році. Індекс включає в свою структуру десять індикаторів щодо формування доступу до інформаційно-комунікаційних технологій, їх використання та цифрових навичок, охоплюючи основні аспекти розвитку інформаційно-комунікаційних технологій в одному вимірі, що дає можливість порівнювати країни, робити відповідні висновки та приймати управлінські рішення. Індекс розвитку інформаційно-комунікаційних технологій у 2023 році охопив економіки 169 країн світу [172].

У ЄС широко застосовується показник розвитку цифрової економіки — Індекс діджиталізації економіки і суспільства (DESI), який розраховується щорічно з 2017 року Європейською Комісією для країн-учасниць ЄС. Складові індексу цифрової економіки містять наступні параметри: розвиненість послуг зв'язку (асортимент послуг), інфраструктура для цифрових технологій, зберігання та передача інформації (телекомунікаційні моделі), розвиток людського капіталу (кваліфікація персоналу), інформаційна безпека (архітектура моделі

безпеки), «цифровізація» бізнесу (у тому числі рівень автоматизації внутрішніх процесів), регуляторне середовище і бар'єри для розвитку цифрових технологій [93].

Аналіз внутрішнього середовища розвитку цифрової економіки і передумов формування цифрових екосистем передбачає дослідження рівня цифрової трансформації національної економіки. Для цього необхідно проаналізувати наступні показники: доступ до мережі Інтернет у вітчизняних підприємств, кількість користувачів мобільного та фіксованого інтернету, рівень використання цифрових технологій на підприємствах та організаціях. Для розвитку цифрових екосистем важливе значення має наявність доступу до послуг інтернету у населення та організацій, оскільки без цих можливостей користувач не може використовувати цифрові послуги. Зважаючи на це, потрібно забезпечити рівний доступ до інтернету, як для міських жителів, так і для жителів сіл. Тому, при аналізі внутрішнього середовища розвитку цифрової економіки доцільно також звернути увагу на такі показники, як частка населення (домогосподарств), у яких є доступ до послуг інтернету вдома, розподіл населення за категоріями доступу до мережі інтернет, частотою та місцем користування послугами інтернету.

Проблематика рівня розвитку цифрових екосистем є найскладнішим етапом аналізу, адже не сформована уніфікована система показників та не розроблена методологія для оцінки цього явища. Наукові розробки також досі не запропонували статистичні системи показників та моделі для оцінки рівня розвитку цифрових екосистем, тому для дослідження особливостей формування та розвитку цифрових екосистем доцільно скористатися методом опитування представників приватних підприємств, державних інституцій, громадян тощо.

Перед проведенням опитування необхідно виокремити перелік факторів, які найкраще характеризують умови створення та функціонування цифрових екосистем. Такими факторами можуть бути:

- кількість партнерів в екосистемі;
- напрями та профіль діяльності партнерів екосистеми;
- кількість користувачів, які віддають перевагу продуктам екосистеми;
- ролі підприємств в екосистемі;
- наявність цифрової платформи.

Остаточний перелік факторів може бути сформований лише після проведення анкетування та опитування представників компаній-учасників екосистем та лінгвістичного (семантичного) аналізу отриманих даних. Може бути використаний метод анкетування та інтерв'ю з експертами.

Процес оцінювання рівня розвитку цифрових екосистем через опитування передбачає наявність кількох етапів, які описані на рис. 1.6.

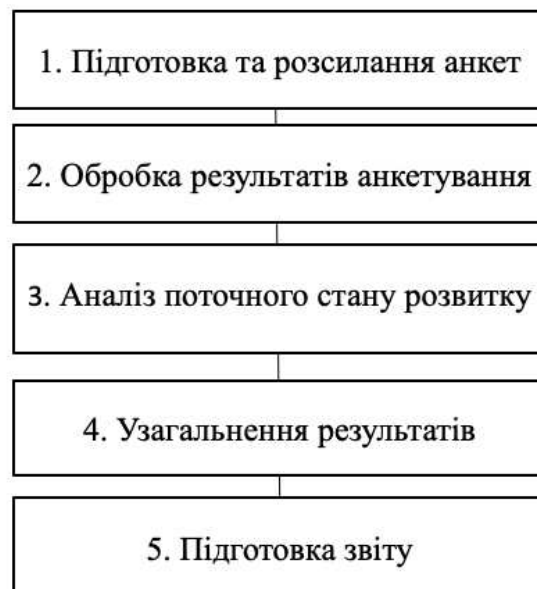


Рис. 1.6. Етапи оцінювання рівня розвитку цифрових екосистем методом опитування

Джерело: розроблено автором

Для аналізу отриманих первинних даних можна використовувати економіко-математичні методи, зокрема кластерний аналіз, кореляційний аналіз, метод загального статистичного аналізу, детермінантний аналіз, прогнозування. У науковій літературі, залежно від конкретної ситуації, виділяють різні підходи до побудови математичних моделей. Так, наприклад, Ю. Бойко виділяє наступні підходи до побудови моделей [10]:

1. Безпосередній аналіз функціонування системи;
2. Проведення обмеженого експерименту над самою системою;
3. Використання аналогів;
4. Аналіз вхідних даних.

У деяких випадках існує можливість проведення безпосередніх досліджень з виявленням істотних властивостей і взаємодій між ними. Потім або застосовуються відомі математичні моделі, або вони модифікуються, або пропонується нова модель. Таким чином, наприклад, можна впроваджувати розробку моделі формування цифрових екосистем, вивчаючи існуючі екосистеми за допомогою опитування учасників систем чи спостереженням за їх діями.

При проведенні експерименту виявляється значна частина істотних властивостей і їх вплив на ефективність системи. Таким способом можна було б провести експеримент утворення екосистеми на базі якогось стартапу або акселератора стартапів. Однак, цей спосіб точно має недолік щодо високої вартості та суттєвих витрат часу (оплата праці персоналу, широка розгалуженість етапів проєктів, і, відповідно, їх тривалість). Якщо метод побудови моделі системи не чіткий, але її структура очевидна, то можна скористатися схожістю з більш простою системою, модель якої існує. До побудови моделі можна приступити на основі аналізу вхідних даних, які вже відомі або можуть бути отримані. Аналіз дозволяє сформулювати гіпотезу про структуру системи, яка потім апробується.

В інших джерелах підходами називають [58]:

- індуктивний (від окремого до спільного). Він передбачає розгляд окремих випадків використання загальновідомої фундаментальної моделі. При окреслених передумовах відома модель адаптується під умови змодельованого об'єкту;
- дедуктивний (від спільного до окремого). Він передбачає висунання гіпотез, декомпозицію складного об'єкта, аналіз, потім синтез. Тут широко використовується подібність, аналогічна моделюванню, умовиводи з метою формування будь-яких закономірностей у структурі передбачень щодо поведінки системи.

У нашому випадку доцільним буде використання дедуктивного підходу, коли на початку побудови моделі проводиться аналіз особливостей функціонування системи, виявляються окремі елементи системи, потім складається опис системи у структурі схем та закономірностей.

Дослідники К. Нао, Г. Ліу, К. Жанг, Л. Донг використовують теорію ігор для моделювання процесів в екосистемах. Автори включають «Уряд», «Підприємство» та «Університет-науково-дослідний інститут» до моделі еволюційної гри і, спираючись на теорію інноваційної екосистеми, проводять аналіз механізмів для прояснення еволюційної стабільності стратегій зацікавлених сторін в індустрії переробки ресурсів для підприємств галузі промисловості (RRI) [114]. Результати висвітлюють шість потенційних еволюційно стабільних стратегій (ESS), за допомогою яких можна досягнути «ідеального стану». Більше того, з політикою субсидій та без неї, стратегічний вибір гравців по-різному взаємозалежний, визначаються різні фактори та механізми впливу на основні зацікавлені сторони, а також виявляється ефект передачі впливу. В побудованій моделі приймають участь три гравці. По-перше, підприємство (E), залучене як одна із зацікавлених сторін в екосистемі. Крім того, через подібні функції

акторів у моделі (наприклад, університету та науково-дослідного інституту), ці два актори абстрагуються як одна зацікавлена сторона, а саме UR. Аналогічно, уряд, фінансові установи, споживачі та інші організації спрощені, названі як Додаткова інноваційна організація (SIO). Під час спільної еволюції в екосистемі підприємство в основному відповідає за забезпечення інноваційними ресурсами та перетворення інноваційних досягнень, UR відповідає за інновації знань, технологічні інновації та людський потенціал. У той же час SIO забезпечує нагляд та керівництво за інноваційною діяльністю, а також фінансову підтримку [114].

Як було вже зазначено, для вимірювання розвитку цифрових екосистем у країнах використовуються різні міжнародні рейтинги та індекси. Скористаємось Індексом цифрової економіки і суспільства (DESI) для оцінювання ступеня розвитку цифрових технологій у країнах ЄС.

Аналіз Індексу показав, що за підсумками 2022 року індекс DESI становив 53,1 бали, порівняно з 52,5 балами за результатами 2020 року (рис. 1.7). Це свідчить про поширення цифрового розвитку у країнах ЄС.

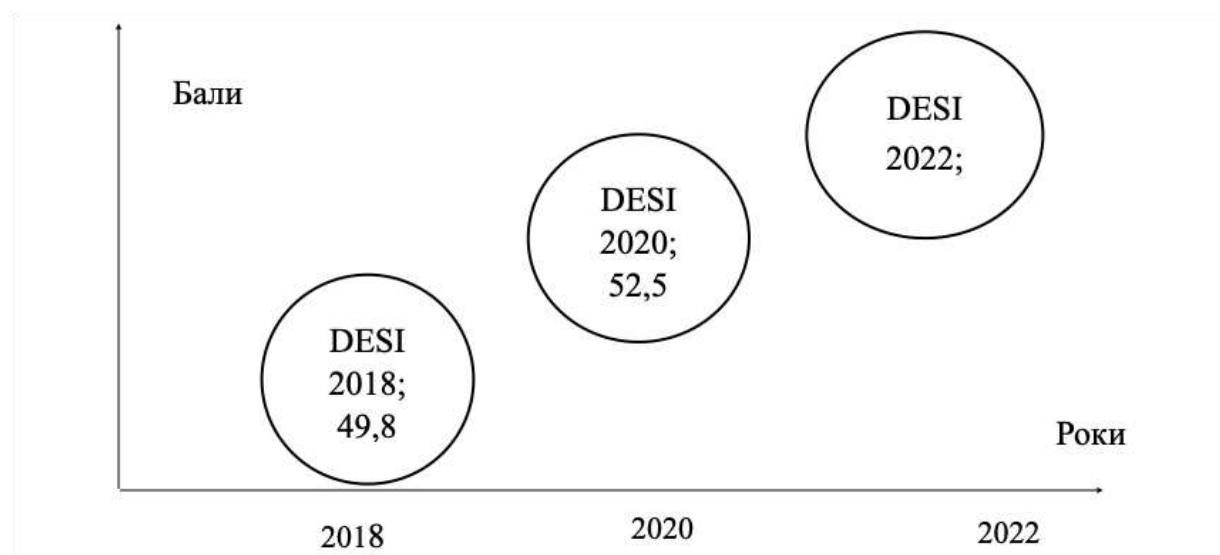


Рис. 1.7. Індекс DESI у 2018-2022 рр.

Джерело: розроблено автором на основі [93]

На рис. 1.8. показаний рівень розвитку цифрових технологій країн-членів ЄС за індексом DESI 2022. З рисунку бачимо, що найвищі рейтинги набрали такі країни, як Фінляндія, Швеція — вони займають лідируючі позиції в рейтингу вже декілька років поспіль. Аутсайдерами ЄС з розвитку цифрових технологій залишаються Польща, Греція, Болгарія та Румунія.

Слід відмітити, що у звіті за 2022 рік було зазначено, що навіть для країн-лідерів в рейтингу залишається актуальною наявність певних цифрових проблем. Зокрема, на перешкоді майбутнього поширення та розвитку цифрових технологій стоїть недостатній рівень цифрових навичок, який поглиблює цифровий розрив. До інших питань, які потребують вирішення, слід віднести і питання безпеки даних, кіберзагрози, необхідність постійного навчання персоналу, складність інтеграції різних технологічних рішень.

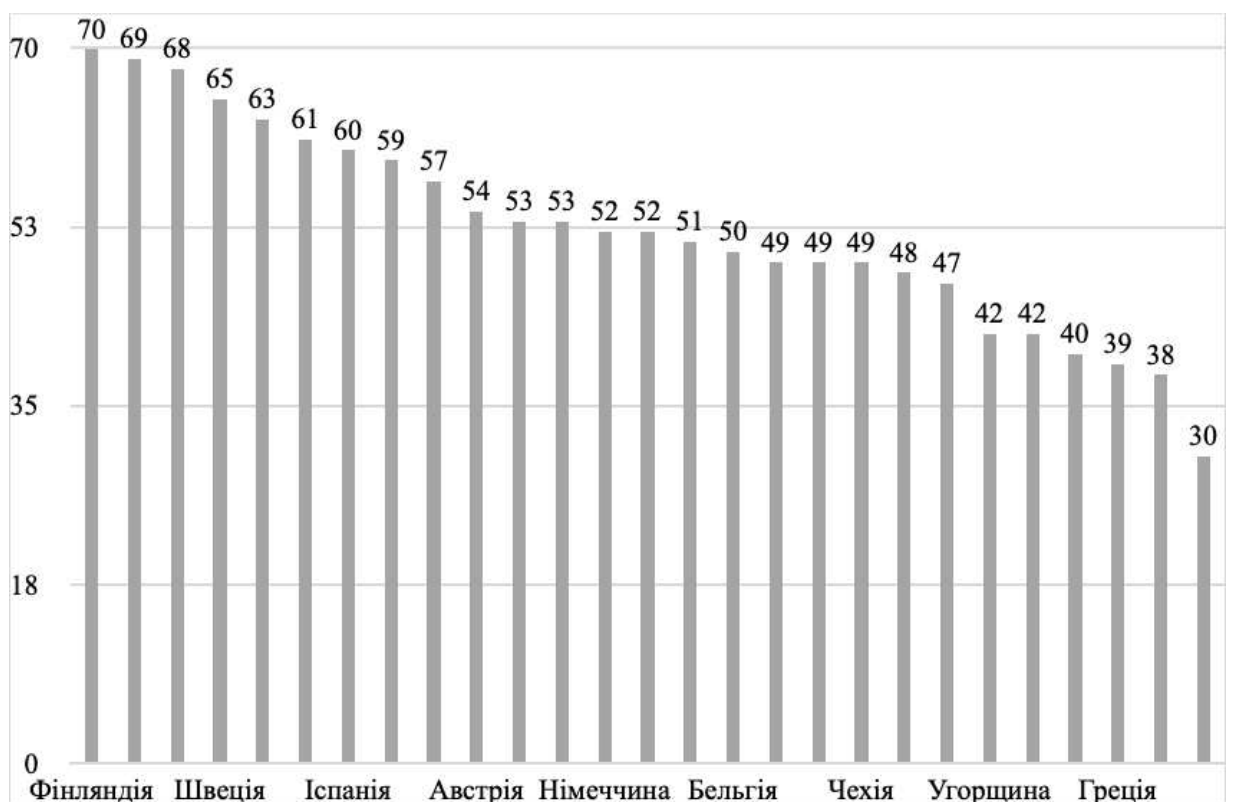


Рис. 1.8. Індекс DESI 2022 в розрізі країн ЄС

Джерело: розроблено автором на основі [93]

Таким чином, розглянувши методичні підходи до вимірювання рівня розвитку цифрових екосистем, можна зробити висновок, щодо необхідності комплексного оцінювання зазначеного рівня. Йдеться про необхідність врахування відкритості, складноструктурованості та емерджентності цифрових екосистем, що передбачає вимірювання рівня розвитку цифрових екосистем на трьох рівнях: (1) аналіз зовнішнього середовища формування та розвитку цифрових екосистем (на основі рейтингових звітів міжнародних організацій); (2) аналіз внутрішнього середовища та передумов формування цифрових екосистем на рівні державного сектору (на базі законодавчо-правових актів, статистичних даних окремих країн); (3) аналіз розвитку цифрових екосистем на рівні приватного сектору (на основі даних аналітичних, рейтингових центрів та соціологічних опитувань).

Висновки до першого розділу

На основі аналізу та узагальнення теоретико-методологічних засад дослідження цифрових екосистем отримано такі наукові результати:

Сучасні теоретичні розробки сутності та характерних ознак цифрових екосистем характеризуються плюралізмом підходів до їх визначення, але здебільшого сконцентровані в межах певних бізнес-структур, сегментованих технологій, платформених рішень за допомогою яких різні економічні агенти можуть взаємодіяти через мережу комунікацій, створюючи разом спільний ланцюг формування споживчої вартості. З урахуванням здобутків та обмежень існуючих підходів було запропоновано авторське визначення економічній категорії *цифрова екосистема*, як складноструктурованої та самоорганізованої взаємодії відповідних функціональних компонентів технологічного,

інфраструктурного, організаційного та операційного рівнів державних інституцій та приватних організацій, що генерує синергетичний ефект підвищення стійкості національних економік в умовах сучасних глобальних трансформацій.

Характерними ознаками цифрових екосистем, які є самостійними, динамічними системами, що підтримують інновації та ефективну взаємодію між учасниками є: модульність, адаптивність, автоматизація та економія на масштабі. При цьому унікальна *змістовна характеристика* цифрової екосистеми полягає у здатості швидко об'єднувати різних суб'єктів (споживачів, громадян, підприємства, державні органи, тощо) для співпраці, конкуренції, поширення інформації або купівлі благ та послуг в межах організаційної структури на базі якої ця цифрова система функціонує шляхом технологій, хмарних та локальних обчислювальних систем, фінансових інструментів, серверних потужностей, мультиплатформеності, тощо.

Визначено мету формування цифрових екосистем, а також їх відмінності від традиційних бізнес-моделей, які полягають в їх здатності до самоорганізації, гнучкості та масштабованості, що забезпечує високий рівень адаптивності. Цифрові екосистеми інтегрують різних суб'єктів (підприємства, організації, споживачів та державні установи), формуючи між ними міцні взаємозв'язки, що сприяють співпраці та створюють додану вартість для стейкхолдерів і додану цінність для користувачів. Цифрові екосистеми демонструють здатність до швидкої координації дій учасників, що дозволяє ефективно реагувати на зміни зовнішнього середовища та запускати процеси інноваційного розвитку.

Запропонована класифікаційна матриця цифрових екосистем, що охоплює їхні ключові елементи (цифрові платформи, стейкхолдерів, інформаційні потоки та технології) та характеризує цифрові екосистеми як складні, розгалужені, багаторівневі та полісистемні структури. Ключовим

завданням цифрових екосистем — є збалансоване об'єднання у відповідній функціональній ієрархії технологічних елементів, які у синергетичній взаємодії підвищують ефективність організаційної структури. На основі авторського суб'єктно-об'єктного аналізу цифрових екосистем встановлено, що важливим фактором ефективності цифрової екосистеми є можливість динамічного масштабування та розширення її учасників і сервісів, що розкривається через класифікаційні характеристики, такі як масштаб, ступінь відкритості, рівень управління та профіль екосистеми. Розроблена класифікаційна матриця дозволяє систематизувати цифрові екосистеми за різними ознаками, створюючи комплексне розуміння їх типів і специфіки функціонування в сучасному цифровому середовищі.

На основі компонентно-цільового аналізу цифрових екосистем для державного та приватного секторів визначено, що їх основною відмінністю є те, що перша орієнтована, здебільшого, на збільшення позитивного соціального впливу, підвищення ефективності державного управління та зменшенні витрат державного бюджету, а друга — на зростання прибутків та вартості бізнесу. Запропонована розширена концептуальна модель цифрової екосистеми, що містить інфраструктурний, операційний, координаційний, регуляторний та монетизаційний рівні сприяє глибшому розумінню механізмів функціонування цифрових екосистем з метою формування ефективних стратегій та регулювання в національній економіці.

На основі аналізу існуючих методичних підходів до вимірювання рівня розвитку цифрових екосистем, обґрунтовано необхідність комплексного оцінювання зазначеного рівня з урахуванням контекстного аналізу, внутрішніх і зовнішніх факторів впливу на їх формування і функціонування. Такий підхід уможливорює стратегічне управління цифровими екосистемами на всіх етапах їх життєвого циклу.

РОЗДІЛ 2. ПЕРЕДУМОВИ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ ГЕНЕЗИ ЦИФРОВИХ ЕКОСИСТЕМ

2.1. Основні чинники розвитку цифрових екосистем

Розвиток науково-технічного прогресу сприяв стрімкому входженню в господарське життя всіх суб'єктів економічної діяльності цифрових технологій. Вони суттєво трансформують усталені норми, ринкові правила, порядок отримання державних послуг, тощо та продовжуватимуть це робити. Проте, варто зазначити, що технології, які сьогодні є інноваційними для того чи іншого елемента системи господарської діяльності економічного суб'єкта, через декілька років можуть втратити свій вплив та ефективність. Цифрові технології характеризуються високою швидкістю як інтеграції, так і трансформації, змінюючи при цьому організаційне, фінансове, юридичне, маркетингове і навіть соціальне середовище організаційної структури. В результаті цього виникають нові форми взаємодії підприємств, державних інституцій, громадськості та споживачів. У ХХІ ст. відбулась конвергенція між інноваціями, цифровими технологіями та динамікою господарської діяльності, що призвело до переходу на новий технологічний уклад, який отримав назву Індустрія 4.0. Перетин Індустрії 4.0 з цифровими екосистемами являє собою багатогранну взаємодію, яка змінює сучасний економічний та промисловий ландшафт [133, р.15].

Колектив авторів під Індустрією 4.0 розуміє сукупність відносин, які формуються в процесі виробництва товарів та послуг організаційними структурами всіх секторів економіки на основі впровадження та використання передових цифрових технологій задля підвищення конкурентоспроможності бізнесу та економіки країни загалом [6, С.7]. Р. Гайссбауер, С. Шрауф, В. Кох, С. Куге характеризують Індустрію 4.0 як:

«..новий рівень організації й контролю над ланцюгом життєвого циклу товарів, що орієнтований на задоволення індивідуальних потреб споживачів. Він починається з формування ідеї щодо товару або послуги, охоплює етапи зі створення запиту на замовлення, виробництво і постачання товару споживачам або надання послуги і завершується утилізацією» [115]. Однак, у цьому визначенні авторами жодним словом не згадується про цифрові екосистеми. К. М. Краус, Н. М. Краус та О. В. Штепа вважають, що ключовою відмінністю Індустрії 4.0 є застосування автоматизованого цифрового виробництва, яке в онлайн-режимі спрямовується і управляється штучними інтелектуальними системами й повноцінно взаємодіє із зовнішнім середовищем (як в межах однієї організації, так і поза нею), створюючи глобальну промислову мережу [22].

Цифрова трансформація світової економіки на основі Індустрії 4.0 характеризується розвитком «розумного» виробництва і рішеннями, заснованими на аналітиці великих даних. Фактично, в межах Четвертої промислової революції народжуються кластери технологій, які мають на меті зробити робочі процеси автоматизовані, а людське втручання мінімальним. Роботизація, хмарні обчислення, машинне навчання, технології 3D-друку, тощо швидко поширилися на мікро- та макрорівнях економіки і в комплексному вираженні сприяють швидкій цифровій трансформації приватних організацій та державних інституцій.

Важливе значення для цифрової трансформації економіки мають:

- *цифрові фінанси (Fintech)*. Інтеграція технологій у фінансовій сфері, зокрема, онлайн-платежі, електронні державні закупівлі, цифрова валюта, мобільні гроші, блокчейн, тощо;
- *соціальні мережі*. Формування комплексної платформенної взаємодії, яка вигідна кожному новому суб'єкту з економічної точки зору. Джерело інновацій, комунікацій, маркетингу, продажу товарів та послуг;

- *цифрова ідентифікація*. Єдина електронна система біометричної верифікації особистості для забезпечення безпеки банківських операцій, доступу до соціальних послуг, голосування, оплати комунальних платежів та інших видів цифрових взаємодій;

- *революція великих даних (Big data)* [17, С.14].

Поява та розвиток Індустрії 4.0 спричинені усвідомленням можливостей таких цифрових технологій, як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (ШІ), big data, доповнена та віртуальна реальність, біоінженерія, наноматеріали, тощо. Технології Індустрія 4.0 мають істотний вплив на глобальні виробничі системи та сервісні процеси (рис. 2.1).

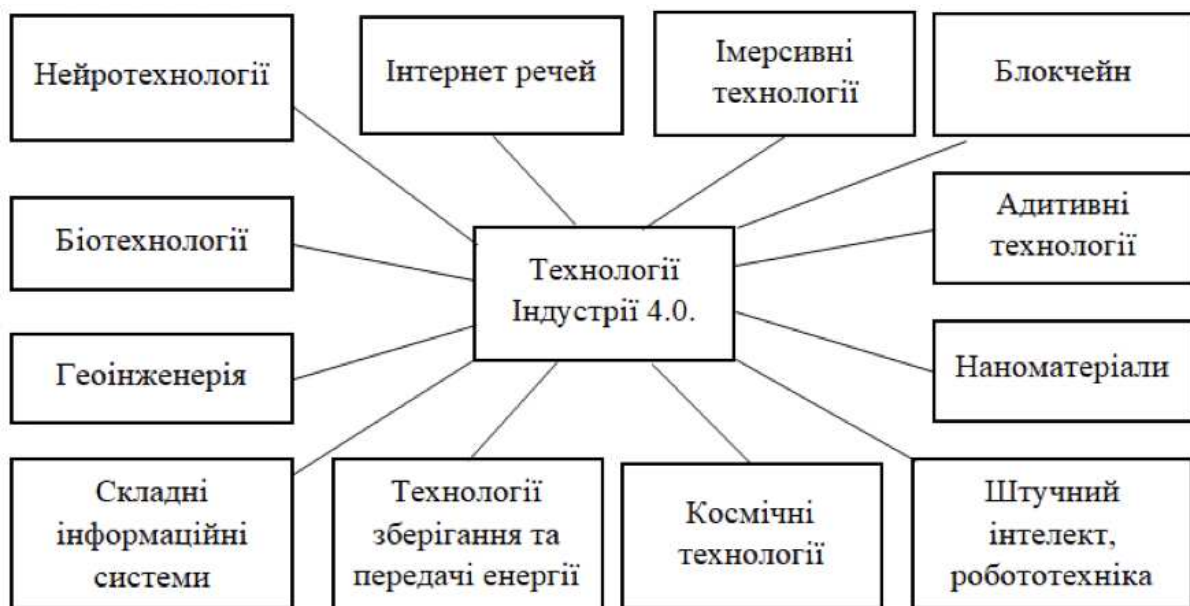


Рис. 2.1. Нові технології Індустрії 4.0

Джерело: розроблено автором на основі [161]

Основними характеристиками які визначають становлення та розвиток цифрових технологій є:

- *гнучка архітектура (модульність)*. Технології адаптуються до різних зовнішніх та внутрішніх змінних умов завдяки використанню модулів, які легко трансформуються відповідно до кон'юнктурних змін;

- *автономність та здатність до самокоординації.* Окремі елементи (як об'єкти, так і суб'єкти) технологічних систем здатні самостійно аналізувати інформацію, приймати рішення і координуватись з іншими елементами цифрової інфраструктури;

- *імерсивність та симулятивність.* Впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності формує підґрунтя для створення нових форм взаємодії з 3D-контентом через спеціальні смарт-пристрої, що суттєво дозволяє знизити витрати виробництва, покращити навчання персоналу та підвищити маркетингові метрики;

- *сервісоцентричність.* Орієнтація не лише на технічну взаємодію пристроїв, а й на забезпечення синхронізації інтересів між усіма учасниками ринку — від постачальників технологій до кінцевих користувачів і державних інституцій;

- *інтелектуалізація та прогнозування.* Застосування моделей економічного моделювання, системи симуляції та інструментів цифрової експертизи, що дозволяє точно оцінювати поточний економічний стан та формувати стратегії подальшого розвитку.

Фактично, Індустрія 4.0 створила всі умови для розробки та імплементації технологій у виробничі та сервісні компоненти організаційних структур. Натомість, формування кластерного об'єднання технологій у глибокі інтеграційні цифрові екосистеми відбувається вже у межах Індустрії 5.0. Наступний етап розвитку промислово-технологічної революції сприяє тому, що сформовані технології в межах Індустрії 4.0 стають елементами цілісних екосистем, де відбувається перехід від автономно-роботизованої концепції точкового використання технологій до зародження цифрових екосистемних рішень, що надають можливість одночасній роботі різних типів платформ (логістичних, виробничих,

фінансових), забезпечуючи швидку взаємодію процесів та обмін даними між учасниками організації чи інституції. Індустрія 5.0 у своїй структурній генезі формує дві ключові парадигми. Перше — це повернення ролі людини, як важливого інтелектуально-творчого суб'єкта, який займається ко-креацією нових форм технологічних продуктів та сервісів на основі поєднання традиційних галузевих рішень з цифровими інноваціями. Друге — активне формування цифрових екосистем у межах організаційних структур на всіх рівнях економіки. У такий спосіб з'являтимуться цілі нові галузеві форми такі як DefenceTech, MedTech, тощо. Фактично, в межах Індустрії 5.0 цифрові екосистеми є місцем інтеграції людини та технологій з фокусом на вигоду від цього як стейкхолдерів, так і індивідів. Також активно додаються важливі елементи імпаکت-складової, індивідуалізації та параметрів з концепції сталого розвитку. Цифрові екосистеми створюють умови для ефективної взаємодії різних учасників процесу, дозволяючи підвищити ефективність, екологічність і якість виробництва та послуг.

Основні чинники формування та розвитку цифрових екосистем у межах Індустрії 5.0 створеній на технологічній основі Четвертої промислової зазначені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Основні чинники формування та розвитку цифрових екосистем в межах Індустрії 5.0

Компоненти	Опис
Співпраця людини і машини	Інтеграція роботів та людей, де технології виконують рутинні завдання, а людина зосереджується на творчих і стратегічних аспектах.
Інтеграція штучного інтелекту	Використання AI для прийняття рішень, персоналізації продуктів та оптимізації виробничих процесів. AI забезпечує автономність та точність у роботі цифрових екосистем.

Зростання числа IoT-пристроїв	IoT дозволяє збирати й аналізувати дані в реальному часі, покращуючи взаємодію між пристроями та процесами для автоматизації і ефективного використання ресурсів.
Екологічна стійкість	Фокус на мінімізацію впливу на навколишнє середовище і розвиток «зелених» технологій через стратегії циркулярної економіки.
Гнучкі та адаптивні виробничі процеси	Виробництво стає більш динамічним і готовим до швидких змін, підтримує персоналізацію продуктів і оптимізацію процесів у реальному часі.
Хмарні технології та великі дані (Big Data)	Хмарні обчислення забезпечують безперервний доступ до інформації, а великі дані дозволяють аналізувати та використовувати інформацію для покращення бізнес-процесів.
Цифрові платформи і суперплатформи	Цифрові платформи об'єднують учасників для створення нових бізнес-моделей, а суперплатформи інтегрують різні інформаційні потоки між галузями.
Соціальна відповідальність та інклюзивність	Зростання інтересу до соціальної відповідальності бізнесу та забезпечення доступності технологій для різних соціальних груп, що допомагає створювати нові робочі місця.

Джерело: розроблено автором

Слід відмітити, що важливим фактором розвитку цифрових екосистем є доступ до мережі Інтернет. На рис.2.2. інформація про динаміку кількості мережевих користувачів за 2015-2022 рр.. Щорічно кількість користувачів мережі Інтернет зростає. Наприклад, за даними звіту Digital 2023, у 2022 році кількість користувачів мережі Інтернет у світі становила 5,2 млрд. осіб, що на 98 млн. осіб більше, ніж роком раніше, і за період 2015-2022 рр. зросла майже на 53% (рис. 2.2).

При цьому, загальна чисельність населення планети на початок 2023 року вже досягла 8 млрд. осіб, тобто рівень проникнення послуг мережі Інтернет складає 65%. За попередніми оцінками, у 2025 р. кількість користувачів мережі Інтернет має досягнути 6 млрд. осіб [111].

Однак слід відмітити, що рівень доступу до мережі Інтернет в усьому світі досить нерівномірний, тому країни з низьким рівнем доступу можуть відставати у розвитку цифрової економіки.

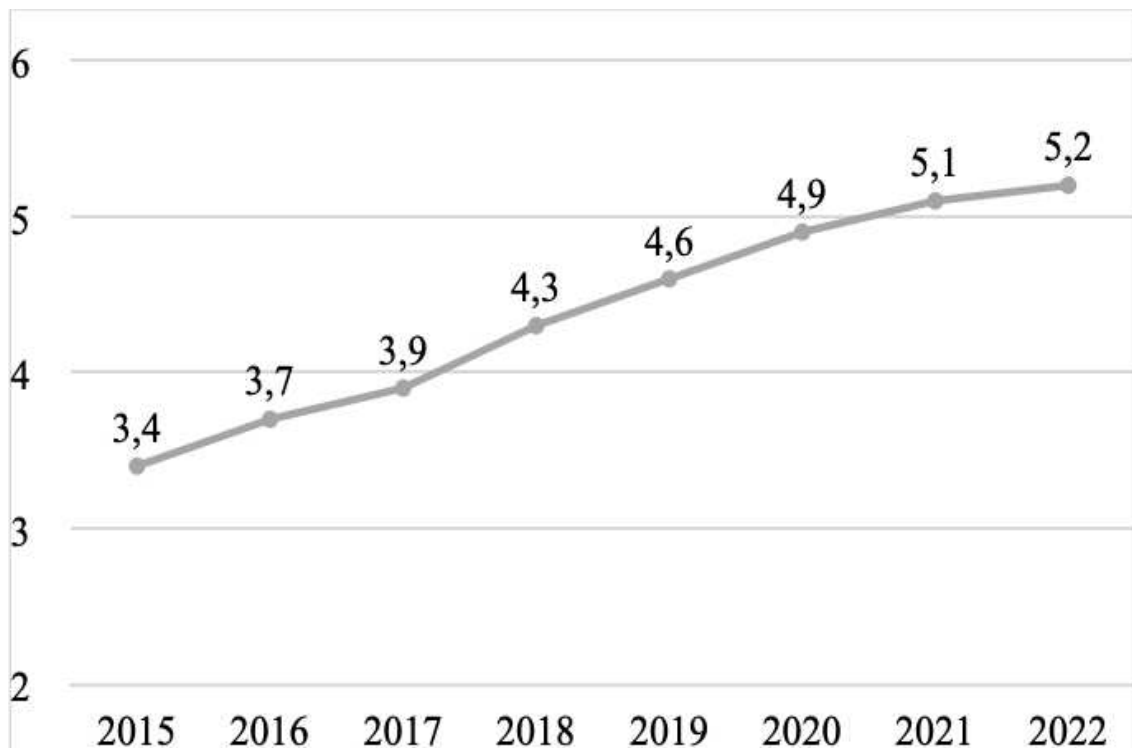


Рис. 2.2. Динаміка кількості користувачів мережі Інтернет у світі в 2015-2022 рр.

Джерело: розроблено автором на основі [111]

Ще одним важливим фактором, який має суттєвий вплив на розвиток цифрових екосистем та цифрового ринку взагалі, є нормативно-правове регулювання. Важливість правового регулювання розвитку цифрових екосистем пов'язана з тим, що компанії-власники цих екосистем посилюють свій ринковий вплив шляхом контролю над ціноутворенням, складаючи при цьому серйозну конкуренцію власникам традиційного бізнесу. Основна мета регулювання цифрових екосистем полягає в забезпеченні справедливої конкуренції на національному ринку для всіх учасників.

Яскравим прикладом такого регулювання є «Закон про цифрові ринки», який було прийнято в 2022 році в ЄС [173]. Дія цього закону спрямована на забезпечення виконання принципів відкритості та конкурентоспроможності цифрових ринків. Зокрема, Законом встановлюється набір чітко визначених об'єктивних критеріїв для ідентифікації так званих «гейткіперів» — крупних цифрових платформ, які пропонують основні цифрові послуги, такі, як онлайн-пошукові системи, магазини програмного забезпечення та мобільних застосунків, служби обміну повідомленнями, соціальні мережі, тощо. Гейткіперам доведеться дотримуватися вимог і заборон, перелічених законом [173]. Закон про цифрові ринки є одним із перших регуляторних інструментів ЄС для комплексного регулювання повноважень найбільших цифрових компаній, насамперед Apple, Google, Meta, тощо. Багато положень цього Закону спрямовані на цифрові екосистеми, забезпечуючи конкуренцію між цифровими компаніями, руйнуючи їх монополію.

Вплив цих факторів на діяльність компаній в сучасних умовах призводять до того, що їм потрібно шукати нові напрями для зростання. Саме одним з цих напрямів є створення цифрових екосистем, адже це дозволяє компанії:

- підвищити власну конкурентоспроможність;
- отримати додатковий прибуток від реалізації нетрадиційних для компанії товарів та послуг, які є частиною цифрової екосистеми, а також через використання моделей перехресних продажів між різними сервісами цифрової екосистеми;
- суттєво наростити кількість клієнтів, причому, певна їх частина може не бути клієнтами основного бізнесу компанії-засновника цифрової екосистеми;

- підвищити власну ринкову вартість, оскільки цифрова екосистема передбачає наявність в ній високотехнологічних «цифрових» бізнесів, які на ринку цінуються більш високо;
- скоротити витрати на залучення нових клієнтів за рахунок того, що кожен бізнес, який приєднується до цифрової екосистеми, як правило, вже має свою клієнтську базу, яка після приєднання до екосистеми стає частиною загальної клієнтської бази [176, р.184].

Наявний досвід впровадження цифрових екосистем засвідчує, що конвергенція між економікою і цифровими екосистемами має значний синергетичний ефект. Технології, характерні для Індустрії 4.0, що супроводжуються автоматизацією, оцифруванням та прийняттям рішень на основі великих даних, мають значний вплив як на приватний, так і на державний сектор, але вже у межах Індустрії 5.0. Нижче у таблиці 2.2 наведений аналіз впливу п'яти технологій, які були зароджені в межах Індустрії 4.0, сформувались як компоненти екосистем в межах Індустрії 5.0 та сприяють розвитку цифрових кластерів для публічних, приватних організацій та державних інституцій.

Таблиця 2.2

Аналіз функціонування п'яти технологій в межах цифрових екосистем приватного та державного сектору

Технології	Приватний сектор	Державний сектор
Штучний інтелект та машинне навчання	Штучний інтелект (AI) та машинне навчання (ML) допомагають бізнесу автоматизувати процеси, аналізувати великі обсяги даних, персоналізувати продукти та послуги. Наприклад, AI може покращувати маркетингові стратегії або оптимізувати логістику.	AI та ML використовуються для автоматизації державних послуг, аналізу громадських даних та боротьби з корупцією. Наприклад, AI може допомагати виявляти шахрайство або прогнозувати соціальні проблеми.

Хмарні обчислення	Хмарні обчислення дозволяють компаніям масштабувати свої ІТ-інфраструктури, зменшувати витрати на фізичні сервери та підвищувати продуктивність. Вони сприяють віддаленій співпраці, безперервному доступу до даних і аналітики в реальному часі.	Хмарні обчислення в державному секторі дозволяють зберігати великі обсяги даних, знижувати витрати на інфраструктуру і забезпечувати прозорість та доступність державних послуг для громадян.
Імерсивні технології (AR/VR)	AR/VR використовуються для створення нових способів взаємодії з клієнтами, тренувань співробітників та розробки продуктів. Наприклад, AR може вдосконалювати електронну комерцію, дозволяючи віртуально “приміряти” товар.	AR/VR допомагають покращувати державні послуги через віртуальні консультації або навчальні програми для громадян. Вони також можуть бути використані для планування міської інфраструктури через віртуальні симуляції.
Біотехнології	Біотехнології впроваджуються у виробничі процеси та медичні стартапи, дозволяючи приватним компаніям розробляти інноваційні продукти, такі як біомедичні пристрої або нові методи лікування.	Біотехнології впроваджуються в державні програми охорони здоров'я для удосконалення діагностики, лікування і створення інноваційних підходів до профілактики захворювань.
Нейротехнології	Нейротехнології застосовуються для створення продуктів, орієнтованих на взаємодію людини з машинами через мозкові імпульси, що може бути використано у сфері охорони здоров'я або в індустрії розваг.	Нейротехнології можуть бути застосовані для розробки технологій реабілітації або спеціалізованих програм для людей з інвалідністю, а також для покращення процесів у сфері охорони здоров'я.

Джерело: розроблено автором

Суть Індустрії 4.0 полягає в активній цифровій трансформації виробництва та промислових парадигм. У цій матриці цифрові екосистеми

відіграють важливу роль, надаючи інноваторам і підприємцям необхідну платформу для розробки цифрових рішень. Широке впровадження інноваційних технологій, яке підтримується Індустрією 4.0, знаходить своє втілення в цифрових екосистемах [72, р.11]. Водночас, внутрішня природа Індустрії 5.0 та цифрових екосистем сприяє розвитку ландшафту співпраці. Альянси, які часто формуються між стартапами, що знаходяться на стадії зародження, і вже існуючими транснаціональними компаніями, не є рідкістю і мають на меті розвиток технологій, які вдосконалюють структуру бізнес-процесів. Цифрові екосистеми допомагають таким стартапам, пропонуючи їм основні ресурси, які містять фінансову підтримку, менторство, доступ до дослідницьких можливостей та інфраструктури, необхідних для розвитку та інтеграції цифрових технологій.

Ініціативи спільних інновацій формуються шляхом інтеграції стартапів, приватних компаній, державних інституцій і науково-дослідних установ. Цифрові екосистеми використовуються для сприяння міжсекторальній співпраці, моделюючи середовище, де зовнішні суб'єкти пропонують свій досвід та інновації для вирішення конкретних проблем [103]. Така взаємодія формує динамічну цифрову екосистему, сприятливу для інноваційних проектів, гармонійно переплітаючи концепції у багатьох секторах. Синергія не лише сприяє інноваціям, але й стимулює зростання, створюючи сприятливе середовище, в якому всі зацікавлені сторони спільно рухаються вперед, стимулюючи технологічний та підприємницький прогрес [103].

Таким чином, основними факторами формування та розвитку цифрових екосистем є технологічні інновації, економічні стимули, регуляторні чинники та соціальні зміни. При цьому, ключовим драйвером розвитку цифрових екосистем є перехід від одиничних технологічних рішень в межах Індустрії 4.0 до сегрегації технологій, персоналізації

сервісів, впровадження інтерактивних інтерфейсів та розвитку етичних аспектів штучного інтелекту в межах Індустрії 5.0. Водночас, проведений аналіз імплементації та функціонування технологій в межах розвитку цифрових екосистем приватного та державного сектору підтверджує важливу роль ключових технологічних драйверів, таких як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), AR\VR-технології, блокчейн і хмарні обчислення у формуванні цифрових екосистем. Це сприяє впровадженню нових технологій та трансформації традиційних галузевих форм.

2.2. 3D-економіка як нова імпакт-модель розвитку цифрових екосистем

Формування та розвиток цифрових екосистем відбувається в дуальній єдності з експонентним розвитком технологій різного типу. Фактично, в межах Індустрії 4.0 була сформована велика кількість різних технологій (див. рис. 2.1), які були інструментами для реалізації тих чи інших промислових, маркетингових та операційних задач для приватних чи публічних структур. Можна констатувати, що в межах Індустрії 5.0 — стейкхолдери організацій комбінують різні типи технологій на різних рівнях, утворюючи в цій синергетичній взаємодії цифрові екосистеми. Разом з тим, відбувається безперервний розвиток та модифікація стеку технологій, які в одних організаціях можуть виступати як окремо взятим компонентом цифрової екосистеми, а в інших — на основі цього стеку відбувається побудова цілої екосистеми. Так, наприклад, є технологія блокчейну. Як технологія, вона може бути інтегрована у різні існуючі фінансові рішення у державному чи приватному секторі і ставати частиною цифрової екосистеми організації. Але в той же час технологія блокчейну формує цілу економіку криптоактивів, яка функціонує у вигляді цифрової господарської діяльності та в межах якої відбувається обмін та

розподіл криптовалют, смарт-контрактів, формується токенизація активів реального сектору економіки, розвиваються децентралізовані фінанси (DeFi), тощо. Вона характеризується автономністю, доступністю та відсутністю регульованого централізованого контролю. Ця економіка сприяє появі нових форм інвестицій, фінансових послуг і бізнес-моделей, таких як централізовані та децентралізовані біржі, NFT-ринок, блокчейн-контракти, тощо. Аналогічним прикладом можуть бути інтернет-платформи, які мають мережевий принцип взаємодії і утворюють цілісну мережеву економіку. В структурі цієї мережевої економіки основними суб'єктами цифрової господарської взаємодії є стейкхолдери інтернет-платформ, користувачі платформи, організації (суб'єкти), які використовують її у вигляді торгового чи рекламного майданчика задля отримання медійної та комерційної вигоди. Фактично, ключовими рисами даної економіки є економія масштабу, мережевий ефект, гнучкість і адаптивність, де кожен суб'єкт виграє від того, що до мережі додається новий користувач. Мережеві платформи знижують трансакційні витрати, пропонують нові способи монетизації, такі як рекламні моделі або моделі підписок, що дає користувачам можливість брати активну участь у розвитку платформи. Враховуючи контекст даного дослідження, ми бачимо як багато організацій приватного сектору та державних інституцій в межах своєї діяльності використовують інтернет-платформи як окремий технологічний компонент у своїй цифровій екосистемі на рівні таких же технологій, як, наприклад, хмарні обчислення, штучний інтелект, роботизовані системи, тощо. Але водночас деякі організаційні структури будують свою діяльність виключно на цифровій екосистемі мережевої економіки та її складових (напр., Uber, Airbnb, тощо).

Власне, це підтверджує факт того, що технології в генезі свого розвитку трансформуються і створюють цілі економічні системи (рис. 2.3), на основі яких далі будуються цифрові екосистеми організацій.

Відповідно, дослідження формування та розвитку цифрових екосистем невід’ємно пов’язане з розвитком технологій та економічних систем, які вони формують. Можна констатувати тренд на розвиток різних технологій, але лише деякі з них здатні утворювати екосистеми. Власне, одним з таких прикладів екосистеми, яка формується в межах Індустрії 5.0 і технології якої є компонентами багатьох приватних організацій та державних інституцій є 3D-економіка.



Рис. 2.3. Генеза розвитку технологій

Джерело: розроблено автором

Усі люди по своїй природі народились, живуть та ведуть господарську діяльність у фізичному світі. Це світ в якому більшість об’єктів мають об’ємну тривимірну форму. Відповідно, всі споживачі щодня взаємодіють з тривимірними об’єктами і, як наслідок, повністю або частково мислять 3D-образами на що вказують дослідження у сфері когнітивної та ментальної психології [163, р.701]. Водночас, економічні індивіди, зокрема, споживачі, схильні уявляти об’єкти в тривимірному вигляді аби оцінити їхні фізичні характеристики, особливо коли вони не

можуть їх потримати в руках та просто дивляться на їх плоске графічне зображення. Це свідчить про те, що уявлення про об'ємні форми підвищує бажання володіти продуктом і впливає на рішення про покупку [157, р.38].

З іншого боку, на рівні з фізичним світом існує цифровий світ інтернет-речей та смарт-пристроїв, в якому споживачі проводять майже щоденно час реалізуючи власні потреби по спілкуванню, купівлі тих чи інших благ та послуг або ведуть комерційну чи соціальну діяльність. Цифровий світ для споживачів «закутий» у екрани смарт-пристроїв. А екрани смарт-пристроїв є плоскими і мають 2D-форму. Відповідно, враховуючи темпи розвитку цифрової трансформації, збільшення ринку електронної комерції, віртуалізації послуг, доставки різного типу контенту до споживачів, тощо, виникає питання того, а як поєднати фізичний та цифровий світ в межах тих смарт-пристроїв, які мають споживачі. Фактично, постає технологічне питання «перенесення» візуалізації, інтерактиву та взаємодії з товарами та послугами з цифрового (плоского 2D-світу) у реальний фізичний (тривимірний 3D-світ) без зміни споживчих хардвер-пристроїв (смартфони, комп'ютери, планшети, тощо). Власне, задля вирішення цієї комплексної проблематики — «поєднання фізичного та цифрового світу», відбувається інтеграція імерсивних технологій різних типів у державні та приватні організації й інституції, а генеза розвитку цих технологій формує нову імпакт-модель розвитку цифрових екосистем під назвою 3D-економіка.

3D-економіка — це комплексна система взаємодії пов'язаних і відповідним чином упорядкованих елементів функціонування організацій та інституцій приватного і державного сектору, яка формується та розвивається шляхом використання імерсивних технологій доповненої, віртуальної реальності, 3D-друку та 3D-графіки у виробництві, обміні, демонстрації і реалізації товарів та послуг. Це інтеграція тривимірних цифрових рішень за рахунок технологій у відповідні сфери діяльності

організацій та інституцій задля покращення ефективності їх функціонування.

Мета 3D-економіки полягає в тому, аби за рахунок інтеграції імерсивних технологій залучити споживача глибше у взаємодію з товаром або послугою, надати йому користувацький досвід ще до того, як він фізично придбав товар або створити віртуальне середовище для симуляторної взаємодії з об'єктами задля скорочення витрат на реалізацію цього середовища у реальному (фізичному) світі.

Ключовими технологічними елементами на основі яких побудована 3D-економіка є: імерсивні технології доповненої, віртуальної та змішаної реальності, 3D-моделювання, 3D-друк та 3D-виробництво. 3D-економіка створює нові форми взаємодії між стейкхолдерами організацій та інституцій та споживачами (користувачами) відповідних благ та послуг. Ці форми взаємодії будуються на основі трьох елементів, які задовольняють потреби користувачів у споживанні інформації та купівлі тих чи інших благ та послуг (рис.2.4).

Технології 3D-економіки (3D-технології) — це сукупність цифрових інструментів, які створені на основі тривимірного моделювання, візуалізації та мають здатність до інтерактивної взаємодії в цифровому середовищі за допомогою смарт-пристроїв. Вони забезпечують генерацію нових форм економічної діяльності, трансформацію бізнес-моделей, персоналізацію споживчого досвіду та підвищення ефективності виробничих і сервісних процесів у контексті імплементації екосистемних рішень сфери 3D-економіки у приватний та публічний сектор.

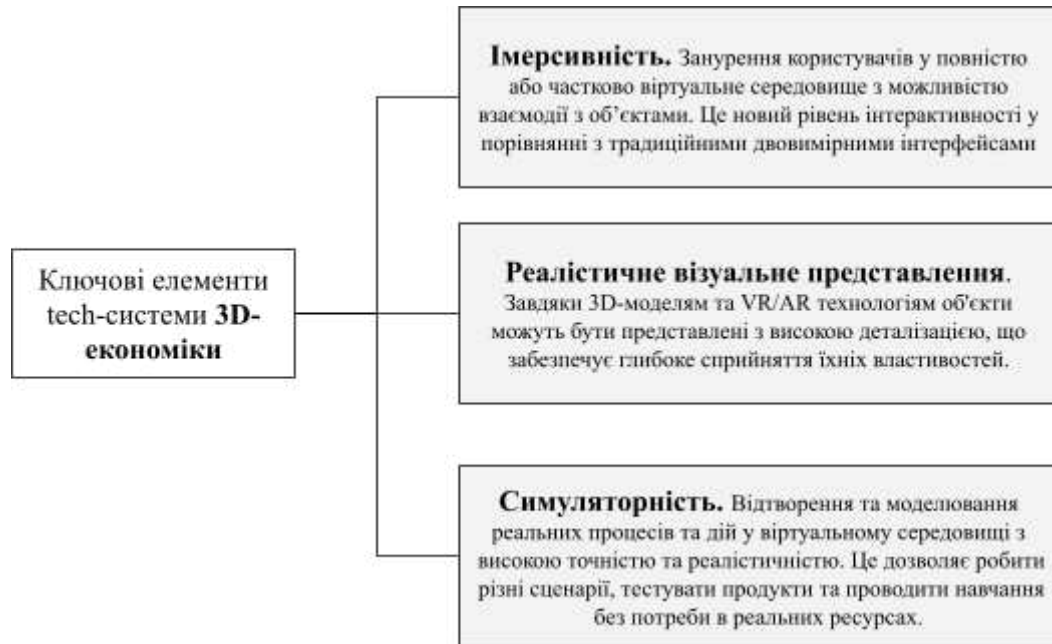


рис. 2.4. Ключові елементи tech-системи 3D-економіки

Джерело: розроблено автором

3D-економіка має наступну *кваліфікаційно-компонентну структуру*:

Технологічні компоненти:

- *Доповнена реальність (AR)* — технологія, яка в режимі реального часу за допомогою смарт-пристроїв (телефон, комп'ютер, гарнітура доповненої реальності) накладає на реально існуючий світ людини 2D або 3D-елементи в режимі реального часу;
- *Віртуальна реальність (VR)* — технологія, яка за допомогою спеціальної гарнітури (шоломи віртуальної реальності) повністю візуально змінює реально існуючий світ на віртуальний. Віртуальний світ створюється за допомогою 3D-графіки або завчасно знімається спеціальними 360-камерами. Людина може опинитися у віртуальній реальності тільки одягнувши на себе відповідний VR-шолом;
- *Програмні забезпечення по генерації 3D-файлів* — комп'ютерні технології за допомогою яких кваліфіковані спеціалісти створюють 3D-моделі та адаптують їх для подальшого використання у доповненій, віртуальній реальності, 3D-друці, імерсивному контенті, тощо;

- *BIG DATA* — технології по обробці та зберіганню файлових даних, хмарні обчислення, дата-центри, блокчейн, тощо для захисту даних, що забезпечують зберігання та передачу великих обсягів інформації в межах контент-складової екосистеми 3D-економіки.

Ресурсні компоненти:

- *Фізичні ресурси.* Це комплексне апаратне забезпечення та смарт-пристрої, які необхідні для розробки та відтворення імерсивного 3D-контенту за допомогою AR\VR-технологій. Це мобільні телефони, стаціонарні комп'ютери, шоломи віртуальної реальності, трекери, датчики для відслідковування рухів тіла людини, пристрої для 3D-друку високопродуктивні сервери, рендер-станції, тощо;

- *Інформаційні ресурси.* Просторові дані у вигляді інформації про фізичний простір в режимі реального часу, зокрема, для доповненої чи віртуальної реальності. Аналітичні дані про користувачів у вигляді звітів, які демонструють переваги від взаємодії споживачів з 3D-контентом, що дозволяє постійно адаптувати контент та покращувати користувацький досвід. Інформаційні дані для моделювання та симуляції, що необхідні для створення реалістичних 3D-моделей, прогнозів і симуляцій;

- *Цифрові ресурси.* Всі цифрові активи, які використовуються для створення, підтримки, управління, інтеграції та монетизації використання 3D-контенту державними інституціями та приватними організаціями. 3D-моделі та віртуальні об'єкти — бібліотеки 3D моделей, текстур, звукових ефектів, які можуть використовуватися для побудови віртуальних світів або доповнюючих елементів. Цифрові ліцензії та права інтелектуальної власності — авторське право на контент, зокрема, віртуальні об'єкти, програмне забезпечення, медіафайли, тощо. Інфраструктура для зберігання та обробки даних — хмарні або локальні платформи та сервери для зберігання великих обсягів 3D даних, що забезпечують швидкий доступ та їх обробку;

- *Юридичні та нормативно-правові ресурси.* Ресурси, які регулюють використання, обмін, розподіл, доступ і безпеку імерсивних технологій у межах цифрових екосистем організацій. Юридичні знання та підтримка — правова експертиза для захисту авторських прав на 3D контент, дотримання регуляторних вимог і стандартизації. Регуляція процедур отримання ліцензій та патентів на корисні моделі та винаходи у 3D-сфері. Політики безпеки та конфіденційності — нормативи для забезпечення захисту даних користувачів та забезпечення відповідності політикам конфіденційності у 3D середовищах.

Економічні компоненти:

- *Цифрові активи.* До них належать віртуальні об'єкти, продукти, NFT, віртуальні валюти, які стають товаром або послугою. Ці активи можуть мати цінність, яка залежить від попиту та пропозиції;

- *Моделі монетизації.* Це методи, через які організаційні структури можуть генерувати прибуток у 3D-економіці. Це можливо за допомогою плати за підписку (SaaS-моделі), реклама, платформені послуги, тощо;

- *Фінансові транзакції та розрахункові системи.* Використання цифрових валют, токенів, блокчейн-технологій для безпечного проведення розрахунків та забезпечення прозорості фінансових операцій.

3D-економіка формується та розвивається як комплексна та багаторівнева економічна система, яка поєднує різні типи технологій, ресурсів та економічні механізми, які слугують для створення нової імпакт-моделі взаємодії та ведення діяльності у цифрових екосистемах організацій різних типів. Фактично, один із ключових соціально-економічних наслідків генези розвитку цифрових екосистем є сегрегація новітніх форм та імпакт-систем, зокрема таких, як 3D-економіка, і впровадження їх технологічних компонентів у приватний та державний сектори. Ключовою рисою 3D-економіки, як нової

імпакт-моделі, є її здатність до інтеграції реального та віртуального світів через симуляцію дій та використання тривимірних технологій, що сприяє глибокій персоналізації, оптимізації бізнес-процесів і розширенню доступу до нових ринків. Завдяки цьому, 3D-економіка має потенціал стати основою для майбутніх цифрових екосистем, змінюючи підходи до споживання, взаємодії та виробництва у багатьох сферах, включаючи освіту, охорону здоров'я, роздрібну торгівлю, урядові послуги, тощо. Графічний вигляд 3D-економіки, як нової імпакт-моделі розвитку цифрових екосистем зображений на рис. Є1 (Додаток Є).

Дослідження показує, що як приватні організації, так і публічні структури використовують 3D-технології в межах своїх цифрових екосистем, а деякі — будують свої екосистеми навколо цих технологій. Так, наприклад, відбувається активне впровадження використання іммерсивних технологій в сфері освіти і побудова цілих навчальних програм з використанням AR, VR та 3D-технологій в них. Згідно з дослідженням компанії MarketsandMarkets, глобальний ринок AR та VR в освіті оцінювався у 3,8 мільярда доларів США у 2023 році та може досягти 14,2 мільярда доларів США до 2028 року, з середньорічним темпом зростання 29,6% упродовж цього періоду [189]. Крім того, дослідження, проведене компанією VirtualSpeech у 2024 році, показало, що використання VR у навчанні може збільшити утримання інформації на 75% порівняно з традиційними методами навчання. Це свідчить про ефективність VR у покращенні засвоєння матеріалу студентами [188]. Наприклад, Державний університет Аризони використовує VR для навчання студентів-медиків, дозволяючи їм практикувати хірургічні процедури в безпечному віртуальному середовищі. Це сприяє підвищенню якості підготовки та зменшенню ризиків, пов'язаних з навчанням на реальних пацієнтах [110]. Важливим є ефективне використання технологій 3D-економіки на виробничих підприємствах приватної та державної форми власності. Так,

використання технологій віртуальної реальності у виробничій сфері створює значний потенціал для підвищення продуктивності та оптимізації процесів. Дослідження PwC за 2023 рік показало, що VR у навчанні на виробництві підвищує продуктивність на 15-20% і скорочує час підготовки нових працівників на 30% [158]. Ринок електронної комерції починає будувати цілісні цифрові екосистеми на базі технологій 3D-економіки, зокрема доповненої реальності та функції віртуальної примірки товарів. Згідно з даними компанії Threekit, виробники товарів які на своєму сайті мають AR-технологію генерують на 200% більше залучення, ніж їхні аналоги без AR. Це вказує на здатність AR підвищувати взаємодію клієнтів, збільшуючи ймовірність покупки, а також 61% споживачів віддають перевагу AR адже хочуть, щоб роздрібні продавці пропонували можливості AR, оскільки це допомагає зменшити кількість повернень завдяки вищій впевненості в покупці [178]. У таблиці В.1 (Додаток В) наведено розгорнутий аналіз використання технологій 3D-економіки державним та приватним секторами, де розглянута теоретико-методологічна та практична основа впровадження екосистемних рішень 3D-економіки різними організаціями та інституціями. Фактично, цей аналіз дає змогу виокремити ключові потреби і, як наслідок, цілі імплементації цих технологій у різні сектори економіки (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Цілі імплементації 3D-економіки у державний та приватний сектор

Джерело: розроблено автором

Імплементація технологій 3D-економіки у різні галузі ринку для приватних організацій та державних інституцій має на меті значне покращення якості взаємодії зі споживачами, забезпечуючи більш кастомізований та інтерактивний досвід. Ці технології дозволяють підвищити рівень обслуговування та навчання, оптимізувати процеси підготовки кадрів у безпечних, але водночас гіперреалістичних умовах, що особливо актуально для секторів охорони здоров'я, оборони, виробництва, тощо. А занурення людини за допомогою імерсивних технологій у минуле або, навпаки, майбутнє, суттєво трансформує побудову моделей комунікації та монетизації для цифрової екосистеми державних організацій зі сфери культури. Для приватних організацій, особливо зі сфери електронної комерції, побудова цифрової системи 3D-економіки сприяє збільшенню конверсії продажів і зниженню повернень товарів завдяки віртуальним приміркам і оглядам, що дає можливість клієнтам краще розуміти продукцію що до того, як вони її фізично придбали. Крім того,

такі технології допомагають компаніям утримувати конкурентні позиції на своїх ринках та демонструвати інноваційність, підвищувати лояльність і залучати додаткових споживачів, зокрема, молодого покоління. Впровадження AR, VR та 3D-рішень стимулює інновації, допомагає організаціям відповідати сучасним потребам ринку.

У рамках цієї наукової роботи було проведено дослідження інтеграції технологій 3D-економіки у цифрові екосистеми приватних організації та державних інституцій на основі первинних даних від компанії ТОВ «Едвін Глобал», яка є провідним інтегратором імерсивних технологій в Україні та Східній Європі. Результати підтверджують ефективність цих рішень, зокрема, для ринку електронної комерції у сфері приватного бізнесу та історико-культурної галузі і міжнародної дипломатії в межах державних інституцій.

Починаючи з 2023 року компанія ТОВ «Едвін Глобал» впроваджує IT-рішення під назвою «ShopAR». Це інтеграція технології доповненої реальності для ринку електронної комерції. З січня 2023 року по жовтень 2024 року, на основі первинної інформації та аналітичних даних, проведено дослідження щодо ефективності впровадження технологій 3D-економіки, зокрема доповненої реальності, для цього ринку. У таблиці 2.3 наведена фактична оцінка результатів використання доповненої реальності для українських брендів ринку E-commerce. Враховуючи ці дані, можна зробити висновки щодо ефективності впровадження доповненої реальності (AR) для українських брендів у сфері E-commerce і комплексно оцінити вплив 3D-економіки на цю галузь. Загалом, результати дослідження показують, що впровадження технологій доповненої реальності має позитивний вплив на залученість клієнтів та конверсію продажів. Середня тривалість перегляду одного товару у доповненій реальності становить близько 2 хвилин 40 секунд, що є результатом високого рівня зацікавленості користувачів. Варто зазначити, що це є

одночасно і конкурентною перевагою, адже в середньому на 2 хвилини 40 секунд в розрізі одного товару споживачі проводять більше часу на сайті, де є інтеграція технологій 3D-економіки в цифрову екосистему підприємства, а ніж там, де її немає.

Таблиця 2.3

Аналітика впровадження технології доповненої реальності для українських брендів на ринку E-commerce

Назва українського бренду ринку E-commerce	Загальна кількість товарів бренду в системі доповненої реальності, шт.	Загальна кількість користувачів, які скористались сервісом доповненої реальності на сайті бренду, шт.	Загальна кількість користувачів, які зробили конверсійну дію після перегляду товарів у доповненій реальності, шт.	Середня тривалість перегляду одного товару у доповненій реальності, сек.	Кількість повернень товару після їх перегляду в доповненій реальності, шт.
4 Corners	49	1480	459	03:39	0
Broox	9	584	93	02:31	0
HIS	28	430	159	02:54	0
WoodSoft	32	82500	9743	01:28	1
Maestro	128	5200	730	03:25	0
Zalizo	14	3160	517	03:23	0
Wowin	134	16800	1876	02:41	0
WoodSun	11	1870	272	02:52	0
AndaSeat	22	22500	2910	01:53	0
Settee	9	4180	550	01:52	0

Джерело: розроблено автором на основі [179]

Високий коефіцієнт конверсії для окремих брендів підтверджує ефективність доповненої реальності, як інструменту для прийняття рішень про покупку, тоді як відсутність або мінімальна кількість повернень свідчить про краще розуміння клієнтами товарів, що знижує витрати

компаній на обробку повернень і повністю корелює з базовим економіко-когнітивним припущенням щодо образного 3D-мислення споживачів у контексті формування 3D-економіки. Окремо варто зазначити наступне:

- *Коефіцієнт конверсії як показник ефективності 3D-економіки.*

Високий коефіцієнт конверсії для окремих брендів свідчить про успішну інтеграцію доповненої реальності у процес продажів, що сприяє перетворенню переглядів товарів на реальні покупки. Наприклад, бренд «WoodSoft» із 32 товарами в AR-системі має велику кількість користувачів та високий коефіцієнт конверсії (11,8%), що показує значний інтерес і довіру покупців. Бренди, у яких коефіцієнт конверсії низький, як, наприклад, бренд «HIS» із 159 конверсіями при 430 користувачах доповненої реальності, можливо, потребують вдосконалення свого AR-контенту або маркетингової стратегії.

- *Тривалість перегляду як показник залученості споживачів.*

Середня тривалість перегляду товарів є показником залученості клієнтів. Триваліший час може вказувати на підвищений інтерес до товарів, але також може означати, що покупцям потрібно більше інформації для прийняття рішення. Наприклад, бренди «4 Corner» і «Maestro» мають більшу середню тривалість перегляду (03:39 і 03:25, відповідно), що може вказувати на високу зацікавленість або на складність товарів. Бренд «WoodSoft» має коротшу тривалість перегляду (01:28), але при цьому високу конверсію, що свідчить про добре оптимізовану систему AR, яка швидко допомагає клієнтам приймати рішення.

- *Зниження кількості повернень товару завдяки AR.* Кількість повернень є важливим економічним показником, оскільки вона впливає на витрати компанії. Низька кількість або відсутність повернень після використання AR, як у випадку з більшістю брендів, може свідчити про те, що AR допомагає клієнтам краще розуміти характеристики товару перед

покупкою, що знижує ризик повернень. Бренд «WoodSoft» має один випадок повернення при високій кількості користувачів, що вказує на успішне застосування AR для зниження невизначеності покупців.

- *Порівняння кількості товарів в AR із залученістю користувачів.* Бренди з більшою кількістю товарів в AR, такі як «Wowin» (134 товари) і «AndaSeat» (22 товари), мають значну кількість користувачів (16800 і 22500, відповідно), що показує ефективність різноманітності товарів для залучення покупців. Проте бренди з меншою кількістю товарів, як «Vroox» (9 товарів), мають меншу залученість користувачів, що свідчить про обмежений вибір для клієнтів, які використовують AR, та можливу потребу в розширенні каталогу товарів у AR.

- *Економічна ефективність AR як інструмента маркетингу та продажів.* Впровадження AR може розглядатися як ефективна інвестиція для підвищення конверсії та зниження витрат на повернення. Залучення користувачів до перегляду товарів у доповненій реальності допомагає брендам зменшити витрати на традиційні маркетингові канали, оскільки AR забезпечує інтерактивний досвід і дозволяє клієнтам краще зрозуміти товар. AR особливо вигідний для брендів із великим обсягом товарів (наприклад, брендам «Wowin» та «Maestro»), де інтерактивний досвід може підвищити ефективність продажів, даючи клієнтам можливість оцінити характеристики продуктів у зручний для них спосіб.

Це унікальне дослідження з використанням реальних даних приватного сектору демонструє, що технологічні інструменти 3D-економіки сприяють економічній ефективності, покращуючи взаємодію з клієнтами та оптимізуючи процес продажів для ринку E-commerce.

Інтеграція технологій доповненої та віртуальної реальності у сфері історико-культурної галузі і міжнародної дипломатії в межах державних організацій також свідчить про ефективність їх використання. Так, 15-16 червня 2024 року у Швейцарії у місті Бюргеншток був проведений

Глобальний Саміт Миру в рамках якого делегати з більше 90 країн світу могли подивитися за допомогою віртуальної реальності імерсивні відео зі зруйнованими українськими містами під час повномасштабної війни, а за допомогою доповненої реальності переглянути фотогалерею картин української сім'ї фотографів з прізвищем Ліберови. Як відмічають делегати заходу, імерсивні технології сприяли глибшому зануренню аудиторії у контекст подій в Україні, адже сприйняття інформаційного контенту за допомогою фото- і відеоматеріалів суттєво відрізняється від імерсивного контакту. Ці демонстрації сприяли суттєвому підсиленню дипломатичної позиції України на міжнародній арені в межах проведеного Саміту Миру. Окремо варто зазначити проєкт «Київщина. Місця пам'яті», який, в межах історико-культурної діяльності, активно використовує технології доповненої (AR) та віртуальної реальності (VR) для відтворення ключових локацій оборони столиці від російських загарбників. Ці технології занурюють користувачів у реалістичну атмосферу, демонструючи жорстокі бої, руйнування та біль, заподіяні ворожою навалою. Мета проєкту — зберегти пам'ять про жертв російського вторгнення та героїчний спротив українців, надаючи можливість кожному стати свідком трагічних подій, що розгорнулися у Київській області навесні 2022 року [23]. Загалом, в рамках цього проєкту, імерсивними технологіями скористалися більше 12000 унікальних користувачів [59].

Це свідчить про те, що технології 3D-економіки активно впроваджуються у цифрові екосистеми як приватних організацій, так і державних інституцій. Цю інтеграцію можна розглядати через призму соціально-економічних наслідків, можливостей та загроз.

Так, до *можливостей* впровадження технологій 3D-економіки можна віднести:

- *Інноваційний розвиток.* 3D-технології стимулюють появу нових продуктів та послуг, сприяючи зростанню конкурентоспроможності

підприємств. Вони дозволяють швидко прототипувати та виводити на ринок інноваційні рішення і пропонувати кастомізовані рішення своїм споживачам;

- *Персоналізація виробництва та оптимізація ланцюгів постачання.* Завдяки 3D-друку можливе виготовлення індивідуалізованих товарів за потребами споживачів, що підвищує їх задоволеність та лояльність. Локальне виробництво за допомогою 3D-друку зменшує залежність від глобальних ланцюгів постачання, скорочуючи витрати та час доставки;

- *Розвиток цифрових платформ.* 3D-економіка сприяє створенню нових цифрових платформ для обміну моделями, знаннями та послугами, що розширює можливості співпраці між підприємствами та споживачами;

- *Покращення навчання та тренінгів.* AR й VR дозволяють створювати реалістичні симуляції для навчання персоналу, знижуючи витрати на реальні тренінги та підвищуючи ефективність навчання;

- *Покращення взаємодії з клієнтами.* AR й VR надають можливість клієнтам взаємодіяти з продуктами або послугами у віртуальному середовищі, підвищуючи їх залученість та задоволеність.

Окремо варто виокремити *загрози* швидкої імплементації технологій 3D-економіки для різних типів організацій та установ:

- *Забезпечення прав інтелектуальної власності.* Легкість копіювання та розповсюдження 3D-моделей може призвести до порушення авторських прав та патентів;

- *Потенційна втрата робочих місць.* Автоматизація та впровадження 3D-технологій можуть зменшити потребу в традиційних виробничих процесах, що призведе до скорочення робочих місць у певних галузях;

- *Екологічні виклики.* Виробництво матеріалів для 3D-друку та утилізація відходів можуть мати негативний вплив на довкілля, якщо не впроваджувати відповідні екологічні стандарти на державному рівні;
- *Кібербезпека.* Цифрові екосистеми, пов'язані з 3D-економікою, можуть стати мішенню для кібератак, що загрожує безпеці даних та, як наслідок, повній або частковій зупинці виробничих процесів.

Отже, розглянуто 3D-економіку, як нову імпакт-модель розвитку цифрових екосистем, що формуються та розвиваються шляхом використання імерсивних технологій доповненої, віртуальної реальності, 3D-друку та 3D-графіки у виробництві, обміні та реалізації товарів та послуг приватними організаціями та державними інституціями. Інтеграція 3D-технологій у цифрові екосистеми відкриває нові можливості для національного інноваційного розвитку. Споживачі отримують більше можливостей для персоналізації товарів за рахунок технологій, що впливає на їх очікування та, відповідно, вимоги до підприємств. Впровадження AR та VR у навчання не лише покращує якість освіти, але й має позитивні соціально-економічні наслідки, сприяючи розвитку суспільства та економіки, а віртуальні лабораторії та симуляції дозволяють зменшити витрати на матеріали та обладнання, необхідні для традиційного навчання, що є економічно вигідним. Отримані результати дослідження інтеграції технології доповненої реальності в цифрову екосистему ринку електронної комерції підтвердили значний потенціал 3D-технологій у формуванні нових споживчих патернів та здатності посилювати ефект візуального сприйняття контенту. А імплементація технологічних рішень 3D-економіки у дипломатію та історико-культурну галузь сприяє кращому рівню засвоєння інформації та залученості громадян.

2.3. Можливості та загрози розвитку цифрових екосистем для державних інституцій та приватних організацій

Цифрові екосистеми є важливим формотворчим компонентом сучасної економіки, надаючи як державним інституціям, так і приватним організаціям можливості інтеграції технологічних рішень для підвищення їх ефективності, адаптивності та продуктивності. Завдяки цифровим платформам, організації можуть забезпечувати безперервний обмін інформацією, використовувати дані для прийняття рішень і створювати нові продукти та послуги, що задовольняють потреби громадян і споживачів [1, С.85]. Цифрові екосистеми мають на меті сприяти зменшенню адміністративних та трансакційних витрат, полегшити доступ до ресурсів і простимулювати економічне зростання, формуючи при цьому відповідний рівень прозорості і безпеки [2].

Для публічного сектору цифрові екосистеми, в межах розгалужених організаційних форм, є критично важливими через необхідність спрощення бюрократичних процесів і підвищення доступності державних послуг. Фактично, однією з ключових особливостей функціонування цифрових екосистем у державних установах — це можливість для громадян отримувати доступ до послуг онлайн, скорочуючи час, витрачений на фізичну взаємодію з державними установами. У кризових ситуаціях, таких як пандемія або військовий конфлікт, цифрові екосистеми дозволяють державі швидко адаптуватися, забезпечуючи підтримку для громадян і доступ до важливих ресурсів.

Для приватного сектору цифрові екосистеми є можливістю для додаткової генерації прибутку, більш швидкого розповсюдження інформації про товари й послуги та адаптивну взаємодію зі споживачами. Крім цього, підприємства можуть робити цифрову експансію і виходити на нові регіональні та національні ринки, створювати персоніфіковані

продуктові пропозиції своїм споживачам та покращувати з ними взаємодію, аналізуючи їх моделі поведінки у цифровому середовищі. Використання аналітики великих даних, штучного інтелекту та Інтернету речей дозволяє компаніям отримувати інсайти про поведінку клієнтів, оптимізувати ланцюги поставок і покращувати управління операціями.



рис. 2.6. П'ять цілей використання цифрових екосистем у державному секторі

Джерело: розроблено автором

На рис. 2.6 зображені ключові цілі використання комплексних цифрових екосистем та їх технологічних компонентів у публічному секторі. Власне, ці цілі і визначають можливості та загрози їх розвитку. Водночас, варто зазначити, що цілі не є відокремленими одна від одної, а, навпаки, формують цілісну карту функціонування екосистем та її компонентів, адже, фактично, являють собою мережеву взаємодію, де кожен компонент є доповнюючим одне одному. Ці цілі підкреслюють, як

цифрові екосистеми можуть підтримувати ефективність державного управління та покращувати взаємодію з громадянами.



рис. 2.7. П'ять цілей використання цифрових екосистем у приватному секторі

Джерело: розроблено автором

На рис. 2.7 відображені цілі, які взаємопов'язані одна з одною і демонструють, що цифрові екосистеми для приватного сектору розширюють ринки, покращують взаємодію з клієнтами і стимулюють інновації для підтримки конкурентоспроможності. Важливо розуміти, що в межах як приватного, так і державного сектору, цифрові екосистеми формуються на різних рівнях організаційних структур. Для того, аби точніше визначити глобальні можливості та загрози, необхідно зробити більш глибоку декомпозицію обох секторів і в межах кожного з цих секторів проаналізувати організаційні форми (стейкхолдерів цифрових систем), які внаслідок індивідуальних управлінських рішень, відповідно до своєї цільової групи та цілей організації, формують

комбінацію технологій, яка в подальшому стає архітектурною основою цифрової екосистеми.

Спершу, розглянемо функціонування, можливості розвитку та потенційні загрози функціонування цифрових екосистем для публічного сектору. Для цього пропонується виділити для аналізу 10 інституцій, які є у більшості демократичних країн світу:

1. *Міністерство охорони здоров'я*: відповідає за політику у сфері охорони здоров'я, контроль та підтримку медичних установ, а також регулювання фармацевтичної галузі;

2. *Міністерство освіти*: відповідає за національну освітню політику, стандартизацію освіти та управління навчальними закладами;

3. *Міністерство фінансів*: відповідає за управління державним бюджетом, фінансовим контролем, оподаткуванням та загальним економічним розвитком;

4. *Міністерство юстиції*: координує роботу судової системи, займається правовою політикою, законодавством та підтримкою верховенства права;

5. *Міністерство внутрішніх справ*: відповідає за громадську безпеку, поліцію, імміграцію та контроль кордонів;

6. *Міністерство оборони*: керує Збройними силами, відповідає за національну оборону, військову політику та безпеку країни;

7. *Міністерство закордонних справ*: займається зовнішньою політикою, дипломатичними відносинами та представництвом країни на міжнародній арені;

8. *Міністерство транспорту та інфраструктури*: координує будівництво та утримання транспортної інфраструктури, контролює дорожній, залізничний, повітряний і морський транспорт;

9. *Міністерство праці та соціального захисту*: відповідає за ринок праці, захист прав працівників, соціальне забезпечення та програми підтримки населення;

10. *Центральний банк*: незалежний орган, який відповідає за монетарну політику, контроль інфляції, регулювання банківської системи та стабільність національної валюти.

Ці інституції є основними структурами, які підтримують функціонування держави, забезпечують безпеку та рівень загального добробут громадян, а також регулюють ключові сектори економіки та суспільства. Відповідно, кожна з цих організаційних структур має свої власні цифрові екосистеми, технології, які є компонентами цих екосистем та суб'єктів, які є користувачами та споживачами.

Для прикладу, детально можемо розглянути модель цифрової екосистеми Міністерства охорони здоров'я. Варто зазначити, що вона є здебільшого стандартизованою, тому що не всі країни світу використовують її саме в такому вигляді, а кожна з компонентів екосистеми може бути використана індивідуально в кожній окремій країні. Так, цифрова екосистема Міністерства охорони здоров'я (МОЗ) є доволі комплексною та розгалуженою, яка об'єднує різні компоненти технологій та інструментів для надання якісних і доступних медичних сервісів, підвищення ефективності управління системою охорони здоров'я країни, а також забезпечення безпеки пацієнтів у державних та приватних лікарнях. Опис основних компонентів та технологій, які використовуються в цифровій екосистемі МОЗ може виглядати наступним чином (рис. 2.8).

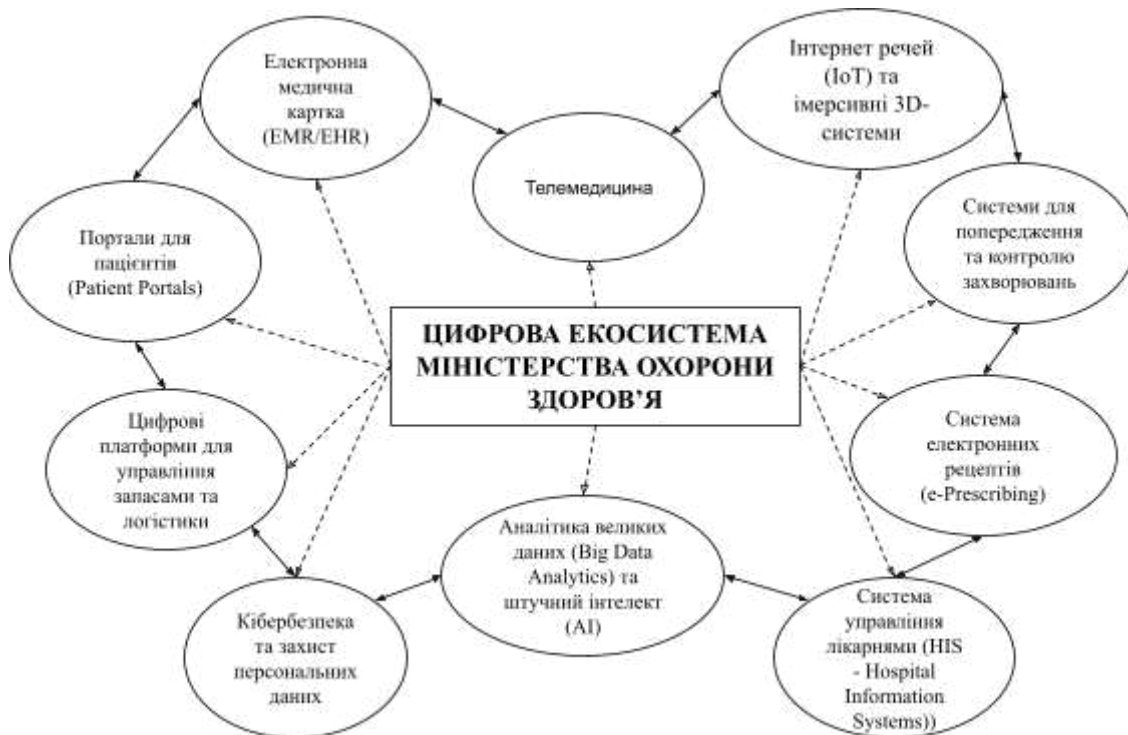


рис 2.8. Цифрова екосистема Міністерства охорони здоров'я

Джерело: розроблено автором

Так, електронна медична картка (EMR/EHR) та електронні медичні записи є основою для зберігання історії хвороб пацієнтів, результатів всіх аналізів, виписаних рецептів, діагнозів, призначень, тощо. Для цього в межах даних компонентів цифрової екосистеми МОЗ може використовуватися наступний перелік технологій: хмарні технології (AWS, Google Cloud) для централізованого зберігання даних, забезпечення доступу до записів лікарів через захищені платформи та автоматична генерація рецептів і процедур лікування пацієнтам, тощо; шифрування даних і інтероперабельність стандартів HL7; ведення пацієнтів за допомогою горизонтальних та вертикальних CRM та ERP-систем [100]. *Телемедицина* дає можливість надавати консультаційні послуги лікарям у приватних та державних лікарнях своїм пацієнтам дистанційно використовуючи веб-платформи, додатки для смартфонів (Telemedicine Software) та засоби відеозв'язку (Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, тощо). Це робить певні послуги медичної допомоги швидкими,

мобільними і зручними для пацієнтів з будь-якого куточку світу [144]. *Інтернет речей та імерсивні 3D-системи*. Пристрої Інтернету речей (Internet of Things) збирають, обробляють та передають інформаційні дані про стан здоров'я пацієнтів у режимі реального часу в межах цифрової платформи на різні пристрої з необхідним рівнем доступу. Це смарт-пристрої та медичне обладнання, яке використовує дані введені вручну лікарями після замірів або трекери автоматичної фіксації активності пацієнтів для підтримки моніторингу та аналізу інформації. Платформи для IoT (Medtronic, Philips HealthSuite), пристрої з датчиками, технології для збору та аналізу даних. Імерсивні 3D-системи доповненої та віртуальної реальності допомагають проводити реабілітацію пацієнтів, робити точні заміри амплітуди рухів під час виконання вправ та проводити більш точні хірургічні втручання. *Система електронних рецептів (e-Prescribing)* надає можливість лікарям призначати рецепти в електронному вигляді, надсилаючи їх безпосередньо до відповідних аптек для подальшого придбання пацієнтом ліків. Це допомагає зменшити дисфункції, які можуть виникати з паперовими рецептами, покращує доступність ліків та зменшує корупційну складову [144].

Описаний вище аналіз компонентів цифрової екосистеми Міністерства охорони здоров'я є звуженим, але дає розуміння наскільки глибоко технології в межах організаційної структури можуть проникати, інтегруючись у всі процеси на всіх рівнях і дозволяючи повністю змінювати формати і форми взаємодії та функціонування всіх суб'єктів.

У таблиці Г.1 (Додаток Г) пропонується аналіз форм і технологічних компонентів цифрових екосистем, які формуються в межах публічного сектора, а також суб'єктів користування цими технологіями. Цей аналіз дозволяє зробити декомпозицію впливу цифрових процесів у десять ключових державних інституцій для подальшого визначення можливих

загроз та можливостей технологій для цих секторів і, як наслідок, всіх пов'язаних державних установ.

Відповідно до аналізу, наведеного в таблиці Г.1 (Додаток Г), можна визначити наступні *можливості* впровадження та інтеграції цифрових екосистем у державні інституції:

- *Швидкість та ефективність надання державних послуг.* Цифрові платформи суттєво дозволяють автоматизувати адміністративні процеси для державних установ, скорочувати час виконання адміністративних задач і підвищувати продуктивність. Це знижує витрати на робочу силу, скорочує час на їх надання, покращує їх якість та зменшує рівень потенційної корупційної складової. Так, зокрема, інституції соціального захисту та праці населення використовують цифрові екосистемні рішення для управління соціальними програмами, покращенням можливостей доступу до допомоги для всіх верств населення. Міністерства закордонних справ, за рахунок технологій та цифрового документообігу, покращують швидкість доступу до консульських послуг, роблять процес по отриманню та управлінню візами більш доступним. Інституції юстиції впроваджують електронні судові системи для пришвидшення процесу судочинства та зниження комплексного навантаження на судову систему, а освітні організації активно інтегрують edtech-рішення для покращення доступу до навчання в будь-який час та в будь-якому місці, як студентам, так і школярам;

- *Доступність державних послуг.* Завдяки цифровим платформам, інтернету речей та смарт-пристроєм громадяни можуть отримувати державні послуги онлайн, що знижує потребу фізичного відвідування державних установи. Це особливо важливо для віддалених регіонів, де доступ до державних установ є обмеженим, а також суттєво знижує рівень паперового навантаження на всі органи публічного сектору за рахунок переходу на електронний документообіг. Так, через цифрові

платформи електронних платежів та податкових порталів, фізичні та юридичні особи мають можливість подавати декларації, сплачувати податки онлайн, звітувати за допомогою завчасно сформованих цифрових анкет. Платформи для електронного документообігу і судові портали в інституціях юстиції забезпечують громадян можливістю подачі різних заявок на документи, такі як свідоцтва про шлюб, народження дітей, дипломів про освіту, а також можна відстежувати стан судових справ. Також варто зазначити про цифрову доступність послуг з управління транспортними засобами, такими як їх реєстрація або придбання квитків на різні види транспорту. Це зменшує фізичне навантаження у касах вокзалів, аеропортів та інших транспортних пунктах, а також спрощує процес для громадян і бізнесу. Електронні платіжні системи та інтернет-банкінг дають можливість фізичним та юридичним особам зручно та швидко керувати фінансами, сплачувати рахунки, здійснювати транзакції та відстежувати економічну інформацію. Наприклад, користувачі можуть проводити банківські операції через мобільні додатки на своїх смарт-пристроях. Це сприяє значному зменшенню транзакційних витрати;

- *Підвищення прозорості.* Інтеграція цифрових екосистем дає можливість відстежувати реалізацію процесуальних дій від держави онлайн в режимі реального часу, що сприяє збільшенню рівня прозорості та підвищенню довіри від громадян. Це також позитивно впливає на зниження рівня корупції. Так, наприклад, впровадження електронних медичних карток (EHR) дає прозорість по наданню медичних послуг. Громадяни можуть переглядати свою медичну історію лікування, а також швидко отримувати детальну інформацію про медичні послуги. Це дозволяє нівелювати можливі приховані витрат громадянами і підвищує довіру до медичних установ. Онлайн-доступи до реєстрів, система електронного документообігу і цифрові платформи публікації судових

рішень дозволяє громадянам в режимі реального часу за допомогою персональних смарт-пристроїв ознайомлюватися з результатами судових справ. Це сприяє прозорості судочинства. CRM-системи для управління соціальними програмами та уніфіковані державні реєстраційні програми на веб-ресурсах дають єдиний і прозорий доступ до інформації про соціальні програми та розподіл коштів. Це дозволяє відстежувати обсяги виділених субсидій та інших видів допомоги;

- *Збір і аналіз даних для прийняття рішень.* Цифрові екосистеми дозволяють швидко збирати і обробляти великі масиви даних, що допомагає державним установам краще розуміти потреби громадян і швидко реагувати на їх запити. Зокрема, використання великих даних можна використовувати для прогнозування епідемій та розробки стратегій підвищення ефективності для охорони здоров'я. Для Міністерства внутрішніх справ впровадження технологій BIG DATA використовується для аналізу кримінальної діяльності, моделювання можливих дій та попередження їх настання. Економічні та фінансові державні інституції шляхом інтеграції технологій збору і аналізу даних мають можливість прогнозувати дохідно-витратну модель поточного та майбутнього періоду, формувати економічні тренди, будувати економетричні моделі, планувати бюджет, тощо. Інституції з оборонного комплексу формують цифрові екосистемні рішення для аналізу військових ресурсів та моделюють варіанти операцій враховуючи наявні дані про ворогів. Використання аналітики даних в синергії з блокчейн-технологіями дає можливість державним установам швидко моніторити економічні показники, знижувати інфляцію та забезпечувати подальшу стабільність національної економіки;

- *Кібербезпека та захист даних.* Впровадження технологій захисту інформаційних даних дозволяє державним інституціям захищати особисті дані громадян, державні системи та знижувати ризики кібератак.

Це є вкрай важливим для забезпечення надійності державних послуг. Так, оборонні інституції активно використовують технології для захисту державних таємниць та носіїв інформації, а також захисту військових мереж і комплексного забезпечення національної безпеки на всіх рівнях. Міністерство внутрішніх справ використовує екосистемні рішення по захисту даних інформації про громадян, максимально знижуючи ризик їх витоку та попереджаючи можливі кібератаки від ворожих систем. Через комплекси захисту від DDoS-атак та розподілені мережі платформи для кібербезпеки транспортної інфраструктури захищає дані про інфраструктурні проекти та транспортні системи. Міністерство праці інтегрує системи для захисту даних про громадян, які отримують соціальні послуги. Шифрування даних, багатфакторна аутентифікація для безпечного доступу до медичних записів формують безпеку для електронних медичних карток. Оскільки ці дані є конфіденційними, кібербезпека дозволяє запобігти витоку медичної інформації та зловживанню даними третіми особами. Брандмауери, антивірусні програми та рівні адміністративних доступів за допомогою API та ключів шифрування мають можливість використовувати державні освітні установи для захисту персональних даних студентів, школярів, викладачів та їх інтелектуальних здобутків і наукових опрацювань.

Також в межах можливостей, які надає впровадження цифрових екосистем можна окремо виділити зниження витрат на державне управління, підвищення роботи державних службовців та чиновників на різних управлінських рівнях, всебічну прозорість і публічну цифрову підтримку наукових розробок та прав інтелектуальної власності, розвиток інфраструктурних проектів для смарт-міст та технологічних індустріальних парків, забезпечення інтеграції між різними державними органами та забезпечення національної економічної і безпекової стабільності.

Варто зважати також на *загрози*, які існують в процесі розвитку та імплементації цифрових екосистем у державні інституції. Ці загрози охоплюють такі компоненти, як кібербезпековий захист, конфіденційність, надійність та адаптивність. Фактично, вони є актуальними для багатьох сфер, таких як охорона здоров'я, освіта, фінанси, внутрішні справи та інші. Серед таких *загроз* можна виділити наступні:

- *Технологічна недосконалість та цифрова дисфункція.* Технічні особливості функціонування, використання та імплементації технологій можуть мати постійні проблеми, такі як несправність, серверне обслуговування, збої в локальній мережі або інтернету, тощо. Можуть призвести до тимчасової зупинки та недоступності державних послуг, що в режимі реального часу може негативно впливати як на громадян, так і на підприємства. Для критичної інфраструктури навіть невелика технологічна несправність може призвести до серйозних наслідків. Так, наприклад, в разі технологічної дисфункції в системі управління державним бюджетом, можуть виникнути збої з виплатами соціальних допомог, стипендій, пенсій та інших важливих фінансових трансакцій. Збій та технологічна недосконалість у системах зв'язку і управління військовими ресурсами можуть мати критичні наслідки для системи національної безпеки, оскільки електронний доступ до стратегічної та важливої інформації стане обмеженим та недоступним під час військових оперативно-тактичних операцій. Технічні збої у програмних продуктах, нестабільний інтернет-зв'язок у системах управління логістичними шляхами та транспортними засобами можуть призводити до затримок у роботі громадського транспорту, проблем з плануванням руху та викликати труднощі для громадян про розуміння точного розкладу транспорту. Загалом, забезпечення технологічної стійкості екосистем та нівелювання ризиків цифрових дисфункцій є вкрай важливим для державних установ. Вони мають постійно підтримувати та інвестувати у резервні системи,

сучасне технологічне обладнання та мати альтернативні плани відновлення збоїв, щоб забезпечити безперервну роботу та доступність до критично важливих послуг;

- *Порушення конфіденційної інформації та зловживання персональними даними.* Державні інституції в межах своїх цифрових екосистем агрегують велику кількість персональних даних про юридичних та фізичних осіб. Частина цих даних є публічною, а частина — конфіденційною. Відповідно, наслідком порушення конфіденційності може бути витік інформації, що в подальшому призведе до корупції, шахрайства, ризику національної безпеки та навіть до політичних маніпуляцій. Так, наприклад, технологічно неконтрольований доступ до податкових записів, фінансової інформації, декларацій фізичних та юридичних осіб може призвести до розкриття цих даних, що в подальшому загрожує крадіжкою, маніпуляцією та шахрайством. Також, медичні записи пацієнтів у електронних базах даних в межах цифрової екосистеми містять закриту конфіденційну інформацію про діагнози, історію лікування, рецепти, тощо. Витік цих даних завдасть шкоди репутації пацієнта та лікаря і може використовуватися для шантажу, або бути частиною корупційної схеми. Порушення конфіденційної інформації про дипломатичні угоди, контакти та розмови з іноземними представниками може бути використане для політичного шантажу та маніпуляцій у міжнародних відносинах. Центральний банк володіє конфіденційною інформацією про банківські рахунки та фінансові трансакції. Несанкціоноване розголошення цих даних може призвести до вагомих фінансових втрат для громадян і бізнесу, а також вплинути на стабільність банківської системи в цілому. Загалом, впровадження сильних заходів захисту конфіденційності сприяє підвищенню рівня до державних установ;

- *Недостатній рівень кібербезпеки.* Загалом, кібербезпека в межах роботи з технологіями та електронними формами збору, обробки та

передачі інформації є ключовою компонентою захисту даних. Тому, ненадійний рівень кібербезпеки створює для державних інституцій високий рівень загрози. Відсутність багатфакторної аутентифікації входу до серверів, недостатній моніторинг потенційних кіберзагроз та DDOSS-атак і в цілому слабе інтелектуальне та технічне забезпечення безпеки для, наприклад, поліції можуть дозволити зловмисникам отримати доступ до баз даних, які містять інформацію про правопорушників. Такий витік може бути використаний для уникнення правосуддя, впливу на судову систему і маніпулювання доказами. Недостатній рівень інформаційного та технічного контролю фінансових систем по запобіганню кібератакам на фінансові рахунки і трансакції фізичних та юридичних осіб може призвести до крадіжки коштів або маніпуляцій з податковими даними. Злочинці можуть інтегруватися у цифрову екосистему для того, щоб змінювати податкові записи, відстежувати фінансові трансакції або викрадати кошти шляхом цифрового шифрінгу. Також брак систем моніторингу та контролю за кіберзагрозами є викликом для навчального процесу, особливо дистанційного формату. Хакери можуть несанкціоновано отримувати доступ до персональної інформації студентів та викладачів, втручатися у навчальний процес, змінюючи результати екзаменаційних робіт;

- *Залежність від постачальників технологій та ризик несумісності систем.* Цей фактор є високим ризиком для державних інституцій, адже обмеженість фінансового та людського ресурсу не дає достатніх можливостей для створення R&D центрів, які б постійно займались оновленням технологій та їх стеку, що, у свою чергу, є ризиком їх несумісностей, відсутності якісних оновлень та розуміння компонентів інтеграції нових технологій у вже працюючі екосистемні рішення. Так, відсутність кваліфікації особового персоналу, сертифікацій сумісності та належних інструкцій по налаштуванню технологічної взаємодії є ризиком

для функціонування і виконання ряду процесів у системи Міністерства оборони. Можливе використання спеціалізованих системи для моніторингу та управління військовими операціями в асинхронному режимі реального часу від декількох постачальників. Якщо ці системи не є взаємозамінними, не мають належних API-протоколів та не підтримують інтеграцію один з одним, то це може створити проблеми з ефективністю військових операцій на полі бою, особливо у випадках необхідності швидкого обміну інформацією. Або соціальні програми можуть використовувати різні адміністративні, як локального, так і хмарного компонентного сполучення, платформи для нарахування виплат різним верствам населення. Якщо платформи не підтримують інтеграцію між собою, це може призвести до затримок у виплатах, помилок у нарахування та розподілі соціальної допомоги. Центральний банк використовує окремі системи для обробки банківських операцій та моніторингу фінансових показників. Якщо ці системи не є сумісними, то це може суттєво ускладнити відстеження фінансової стабільності та управління банківською системою на національному рівні.

Також, в межах загроз функціонування цифрових екосистем для державних інституцій, варто виділити ризики шкідливого програмного забезпечення, постійних витрат на підтримку та оновлення цифрових екосистем, впровадження штучного інтелекту, недостатній рівень захисту від можливих внутрішніх загроз, низький рівень цифрової грамотності персоналу та чиновників, дисфункції у нормативно-правовому регулюванні. Також, варто зазначити, що переважна більшість цифрових екосистем побудовані і функціонують за рахунок обміну, зберігання та видачі даних за допомогою стабільного інтернет-зв'язку і, відповідно, електронного живлення. Будь-які перебої в роботі інтернету та електроенергії можуть призводити до порушення роботи цифрових екосистем на державному рівні.

Розглянемо функціонування цифрових екосистем у приватному секторі. Фактично, це дозволяє бізнесам оптимізувати організаційні процеси, підвищувати ефективність та інтегрувати інноваційні технології у свою діяльність. Можливості розвитку включають вдосконалення автоматизації, розширення аналітичних можливостей для прийняття управлінських рішень, а також створення інноваційних бізнес-моделей. Проте, впровадження цифрових екосистем несе і потенційні загрози, такі як залежність від зовнішніх постачальників технологій, ризик кібератак та порушення конфіденційності даних клієнтів. Крім того, без належної інтеграції та сумісності різних систем, компанії можуть зіткнутися з проблемами збоїв, що негативно впливатиме на безперервність операцій і довіру клієнтів. Фактично, як можливості, так і ризики для приватного сектору доволі щільно корелюють з державним. Якщо взяти універсальну модель взаємодії суб'єктів, інформаційних потоків та даних в межах цифрової екосистеми для організації чи установи з будь-якої галузі, то вона бути 5-ти компонентою і умовно виглядати як на рис. 2.9.



рис.2.9. Універсальна модель взаємодії суб'єктів та інформаційних потоків в межах цифрової екосистеми для приватного сектору

Джерело: розроблено автором

Враховуючи цілі цифрових екосистем в межах приватного сектору (рис.2.6) та розуміння універсальної моделі цифрової екосистеми (рис.2.7) варто зазначити, що кожен компонент екосистеми відіграє важливу роль у підтримці конкурентоспроможності бізнесу та прямо впливає на його подальший розвиток і масштабованість. Компонентний взаємозв'язок утворює цілісну та ефективну цифрову екосистему, здатну адаптивно задовольняти ринкові потреби. Впровадження цифрових екосистемних рішень для підприємств з всіх сегментів ринку є запорукою успішного розвитку в умовах швидких технологічних змін і зростаючих вимог клієнтів.

Для подальшого аналізу можливостей та загроз впровадження та функціонування цифрових екосистем виокремимо *10 ключових галузей ринків*. Ці галузі та, відповідно, компанії є універсальними для більшості розвинених країн світу. Вони відображають основні сектори економіки, що забезпечують реалізацію попиту на весь широкий спектр товарів та послуг на рівнях B2C, B2B, B2G.

1. *Електронна комерція (E-commerce)*. Підприємства, що займаються продажем товарів та послуг через інтернет-платформи.
2. *Фінансові послуги (Financial Services)*. Підприємства-фінансові установи, такі як банки, страхові компанії, тощо.
3. *Телекомунікації (Telecommunications)*. Компанії-провайдери інтернету та мобільного зв'язку.
4. *Охорона здоров'я (Healthcare)*. Підприємства такі як, приватні лікарні, клініки та фармацевтичні компанії, тощо.
5. *Енергетика (Energy)*. Компанії, що займаються виробництвом, постачанням та продажем енергії.
6. *Торгівля (Retail)*. Підприємства, які займаються оптовою та роздрібною торгівлею через мережі супермаркетів та магазинів.

7. *Автомобільна промисловість (Automotive)*. Компанії виробники та дистриб'ютори автомобілів та автозапчастин.

8. *Технології (Technology)*. ІТ-компанії, виробники електроніки та напівпровідників.

9. *Media та розваги (Media & Entertainment)*. Компанії, що займаються створенням та розповсюдженням контенту.

10. *Нерухомість (Real Estate, Development)*. Компанії-агентства з нерухомості та будівельні компанії.

Більшість компаній у різних галузях активно і постійно впроваджують цифрові екосистемні рішення для підвищення ефективності, конкурентоспроможності та адаптивності. Наприклад, Amazon у сфері електронної комерції використовує штучний інтелект та машинне навчання для персоналізації рекомендацій клієнтам і покращення логістики [146]. JPMorgan Chase у фінансових послугах застосовує блокчейн для безпечного обміну даними та підвищення прозорості транзакцій [180]. Toyota в автомобільній промисловості впроваджує Інтернет речей (IoT) для моніторингу виробничих процесів та вдосконалення обслуговування клієнтів [174]. Netflix у медіа-секторі використовує аналіз великих даних для персоналізації контенту та покращення взаємодії з користувачами [135]. Цифрові рішення дозволяють компаніям суттєво автоматизувати процеси, покращувати взаємодію з клієнтами та адаптуватися до швидкозмінних ринкових умов. У таблиці Г.2 (Додаток Г) викладений аналіз форм і технологічних компонентів цифрових екосистем, які формуються в межах приватного сектору, а також суб'єктів користування даними технологіями. Цей аналіз дозволяє зробити декомпозицію впливу цифрових процесів у десять ключових ринкових сегментів приватних організацій для подальшого визначення можливих загроз та можливостей технологій для цих секторів

Відповідно до аналізу, можна зробити висновки, що цифрові екосистеми та їх технологічні компоненти відіграють важливу роль у різних галузях ринку, оптимізуючі процеси, підвищуючи ефективність та забезпечуючи нові можливості для взаємодії з клієнтами. Відповідно до цього, можна визначити наступні *можливості* впровадження та інтеграції цифрових екосистем у приватні організації.

- *Оптимізація управління ланцюгами постачань.* Для більшості приватних організацій така можливість є ключовою, адже цифрові екосистеми та їх технологічні компоненти дають можливість швидко та ефективно відстежувати інформацію про логістику та доставку товарів і послуг, споживчі реакції, прогнозувати попит, тощо. Це суттєво впливає на ефективність використання людських і виробничих ресурсів, знижує витрати і скорочує час на доставку. Так, наприклад, компанія з автомобільного ринкового сегменту Toyota впровадила цифрові екосистемні рішення для управління своїм складним ланцюгом постачань. За допомогою IoT-сенсорів та спеціальних біконів компанія відстежує процеси виробництва та постачання компонентів на заводи в реальному часі. Це дозволяє компанії суттєво мінімізувати простой та забезпечити своєчасну доставку необхідних комплектуючих компонентів. Toyota також використовує великі дані для оптимізації логістики та прогнозування потреб у запчастинах, що допомагає скоротити витрати на транспортування і покращити роботу складів [174]. Ринок Retail також активно впроваджує цифрові екосистеми задля покращення логістичних ланцюгів постачання та складського зберігання. Так, компанія Walmart, одна з найбільших retail-мереж у світі, використовує цифрові рішення для управління своїми глобальними ланцюгами постачань. Компанія застосовує IoT-технології для відстеження поставок у реальному часі та контролю за запасами. Це дозволяє Walmart оптимізувати процес поповнення товарів на складах та в магазинах, знижуючи ризики дефіциту

чи надлишку продукції. Крім цього, Walmart використовує великі дані та впроваджує штучний інтелект для прогнозування попиту та більш ефективного управління складськими запасами.

- *Підвищення ефективності взаємодії з клієнтами.*

Впровадження CRM-систем, аналіз моделей споживчої поведінки, віддалений контроль персоналу який працює з клієнтами — все це стало можливим для використання будь-якою сферою бізнесу за допомогою інтеграції технологічних нововведень та побудові цифрових екосистемних рішень в межах організаційної структури. Завдяки інтеграції технологій штучного інтелекту, великих даних, чат-ботів, віртуальних асистентів, тощо, компанії суттєво підвищують рівень свого сервісу з надання товарів та послуг своїм клієнтам, персоналізують це і мають можливість реагувати на запити клієнтів і забезпечувати з ними безперервну комунікацію. Так, компанії з галузі Media & Entertainment, зокрема Netflix, застосовує великі дані, штучний інтелект та комп'ютерне навчання для генерації алгоритмів рекомендацій, щоб пропонувати своїм споживачам контент на основі їх попередніх уподобань та взаємодії в межах платформи. Це дозволяє підвищити взаємодію з клієнтами, оскільки вони отримують релевантний контент, що відповідає їх інтересам, а отже вони витрачають меншу кількість часу на пошук релевантної для себе контент-пропозиції. Такі саме алгоритми використовують компанії-виробники технологічних платформ та мережевих додатків, а також E-commerce. Така глибока персоналізація сприяє утриманню користувачів (LTV) та збільшує час, який вони проводять на платформі [135]. Також, для фінансового сектору вкрай важливо використовувати інструменти забезпечення персоналізованих пропозицій для своїх клієнтів. Це роблять як фінансово-технологічні компанії нового зразка, такі як, наприклад Mercury або Pioneer в США або Monobank в Україні, так і класичний банківський сектор. Так, наприклад, JPMorgan Chase використовує мобільні застосунки,

чат-боти, хмарні технології, адаптивні CRM-системи на базі штучного інтелекту та машинного навчання для швидкого забезпечення з реагування на запити клієнтів у режимі 24/7. Це дозволяє, як фізичним, так і юридичним особам здійснювати фінансові транзакції в буквальному сенсі в два кліки, перевіряти баланс, отримувати консультації від віртуальних асистентів чи реальних менеджерів без суттєвої необхідності фізичного відвідування відділення банку. Додатково, JPMorgan Chase використовує аналіз великих даних та машинне навчання, щоб пропонувати клієнтам індивідуальні фінансові продукти на основі їх фінансових звичок [180]. Технології доповненої реальності дозволяють за допомогою 3D-графіки та смарт-пристроїв в два кліки, менше ніж за 30 секунд, візуалізувати товари в реальному розмірі та реальній формі прямо вдома у споживача. Це дозволяє для ринку E-commerce суттєво знизити витрати на повернення товарів, доставку та оптимізувати клієнт-офіси та шоуруми. Загалом, побудова цифрових екосистем для взаємодії з клієнтами суттєво допомагає приватним підприємствам підвищувати рівень задоволеності клієнтів, збільшувати лояльність, підвищувати час проведення клієнта з товаром, послугою або сервісом і частоту повторних замовлень. Важливим аспектом є персоналізація, швидкий зворотний зв'язок та можливість безперервної комунікації через різні цифрові канали.

- *Оптимізація бізнес-процесів.* Цифрові екосистеми суттєво впливають на покращення операційної діяльності підприємства на всіх рівнях, починаючи від продажів, логістики і закінчуючи фінансами та контролем складських запасів. Фактично, ERP-системи на базі хмарних технологій, IoT та великих даних є необхідними для підтримки конкурентоздатності і подальшої масштабованості бізнесу. Так, наприклад компанія Pfizer використовує цифрові технології для оптимізації виробничих процесів у фармацевтичній галузі. Виробничі лінії компанії оснащені автоматизованими системами контролю якості, що дозволяє

знизити кількість помилок і підвищити ефективність процесу виробництва ліків. Крім того, Pfizer застосовує хмарні технології та штучний інтелект для управління даними досліджень та розробок, що забезпечує швидкий доступ до інформації та покращує координацію між командами дослідників [194]. В енергетичному секторі компанії також активно впроваджують оптимізацію виробничих процесів за допомогою цифрових технологій. Так, компанія Shell активно імплементує IoT та великі дані для оптимізації управління своїми нафтовими та газовими операціями. Впровадження IoT-сенсорів для моніторингу стану обладнання дозволяє компанії забезпечувати своєчасне обслуговування техніки та запобігати аваріям, що знижує операційні витрати. Shell також використовує аналітику даних для оптимізації розподілу енергоресурсів та підвищення ефективності видобування нафти і газу [164]. Компанія Verizon, одна з лідерів у телекомунікаційному секторі, впроваджує автоматизацію та моделі штучного інтелекту для управління мережевими системами та підвищення якості обслуговування клієнтів. AI-моделі дозволяють підприємству в автоматичному режимі виявляти та знешкоджувати проблеми в мережі до того, як вони прямо вплинуть на B2B чи B2C клієнтів, що підвищує надійність і швидкість послуг. Крім того, Verizon використовує хмарні обчислення для забезпечення безперебійного доступу до даних та управління великими обсягами трафіку [121]. У сфері автомобільної промисловості компанія BMW використовує технології доповненої реальності для оптимізації процесів проектування та монтажу автомобілів. За допомогою AR-функцій, AR-гарнітур та системи комп'ютерного зору співробітники можуть віртуально тестувати різні компоненти на етапі проектування, перш ніж почати пряме їх виробництво. Це допомагає швидше виявляти можливі конструкторські помилки, підвищувати якість кінцевого продукту і знижувати витрати на модифікацію процесів у реальному виробничому середовищі. Загалом,

технології доповненої та віртуальної реальності як компоненти цифрових екосистем сприяють оптимізації бізнес-процесів у контексті зменшення логістичних витрат (у галузі нерухомості та E-commerce AR/VR-технології дозволяють клієнтам переглядати об'єкти без фізичної присутності на них); підвищення точності проектування (у автомобільній, телекомунікаційній галузі, а також загалом у виробництві – AR/VR створює системи симуляторів для віртуального тестування деталей й компонентів до фізичного їх виробництва, що знижує витрати на переробку та усунення помилок); прискорення процесу навчання (компанії з багатьох галузей використовують VR для навчання персоналу за допомогою симуляторів, що знижує ризики помилок, навчає корпоративній культурі та охороні праці на підприємстві і прискорює адаптацію нових працівників).

Також, додатково можна говорити про те, що цифрові екосистеми створюють можливості для збалансування та підтримки екологічної стійкості підприємств, розширюють можливості для швидкого та адаптивного виявлення трендів та дають можливості для їх швидкого тестування та створення MVP з відносно низькою собівартістю, інтегрують багатоканальні комунікаційні мережі в єдину цілісну систему в межах організаційної структури, оптимізують витрати на маркетингові дослідження, підвищують рівень кіберзахисту підприємств.

Відповідно до аналізу, наведеного вище, цифрові екосистеми надають широке поле можливостей для приватного сектору. Натомість, варто також розуміти рівень загроз, які є в процесі впровадження, розвитку та використання технологій в межах господарської діяльності підприємств. Можна стверджувати, що вони доволі тісно корелюють з загрозами і для публічного сектору. Нижче аналіз ключових *загроз*, які прямо можуть впливати на ефективне функціонування організаційної структури.

- *Кібербезпека.* Загроза кібербезпеки та хакерських атак є однією з найсерйозніших для приватного сектору. Результатом ненадійного цифрового захисту та хакерської атаки для бізнесу може бути зупинка бізнес-процесів, втрата інформації про клієнтів, шахрайські дії з клієнтськими та фінансовими даними компанії та витік інших конфіденційних даних. Також, це є неабияким репутаційним ризиком для компаній. Так, наприклад, компанія Equifax, одна з провідних компаній з оцінки кредитоспроможності у США, зазнала масивного зламу у 2017 році, під час якого було викрадено особисті дані понад 147 мільйонів клієнтів, у тому числі номери соціального страхування та фінансову інформацію. Цей інцидент став наслідком вразливостей у кіберзахисті компанії та недостатньої уваги до оновлення програмного забезпечення. Злам призвів до масштабних судових позовів та штрафів, які сягнули сотень мільйонів доларів, і знизив рівень довіри до компанії [107]. Окремо, варто розглянути кейс який стався з компанією Sony Pictures зі сфери Медіа та розваг. У 2014 році Sony Pictures стала жертвою хакерської атаки, під час якої було викрадено значну кількість конфіденційних даних, у тому числі неpubлічні електронні листи, фінансові документи та інформацію про фільми. Атака була пов'язана з конфліктом навколо випуску фільму «The Interview». Хакери не тільки викрали дані, а й оприлюднили їх, що призвело до величезних репутаційних втрат для компанії та звільнень співробітників. Ця атака підкреслила важливість захисту внутрішніх комунікацій і конфіденційної інформації від кіберзлочинців [107]. Відповідно, кіберзагрози ведуть до витоків даних, втрати репутації, фінансових збитків та зупинки бізнес-процесів.

- *Технологічні дисфункції.* Загрози технологічних збоїв та дисфункцій є важливими для бізнесів, які активно використовують цифрові екосистеми для автоматизації, роботи з клієнтами, зберіганні та обробці даних за допомогою хмарних рішень, тощо. Такі збої можуть повністю

паралізувати роботу організаційної структури або її частини і призвести до втрати даних, фінансових збитків і підриву репутаційної довіри клієнтів. Так, наприклад, AWS є однією з найбільших платформ для хмарних обчислень, яка обслуговує мільйони компаній по всьому світу. У 2020 році стався масштабний збій у роботі AWS, що призвело до зупинки багатьох онлайн-сервісів і веб-сайтів. Компанії, такі як Netflix, Spotify, і Reddit, тимчасово втратили доступ до своїх ресурсів, що спричинило незручності для мільйонів користувачів. Збої в хмарних обчисленнях можуть призвести до значних фінансових втрат і підриву довіри клієнтів до компаній, які залежать від цих технологій. У 2021 році Facebook (нині компанія Meta), разом з іншими сервісами компанії (Instagram, WhatsApp, Horizon Quest), зазнали глобального збою, який тривав понад 6 годин. Цей інцидент був спричинений проблемами з маршрутизацією DNS-серверів. У результаті, компанія втратила мільйони доларів через перерву в рекламних кампаніях і впала довіра користувачів до надійності сервісу. Це показує, що навіть найбільші технологічні гіганти можуть зазнавати збитків через несправності своїх систем. Можлива технологічна дисфункційність є вагомим загрозою для компаній, які будують бізнес-процеси у структурі цифрових екосистем. Щоб мінімізувати ризики, підприємствам необхідно забезпечити резервні системи, регулярно оновлювати програмне забезпечення та інвестувати в рішення для управління ризиками технологічних збоїв.

- *Юридично-правові та регуляторні ризики.* Це ті ризики, які доволі часто гальмують імплементацію, впровадження та користування цифровими екосистемами та деякими її технологічними компонентами. Зі зростанням процесів обробки даних та інтеграції інформаційних систем, уряди різних країн впроваджують регуляторно-правові норми, які прямо впливають на те, як приватні підприємства мають зберігати, обробляти, видавати та захищати інформацію. Порушення цих вимог може призводити

до фінансових та репутаційних втрат, а в деяких випадках навіть потребує виходу компаній з ринку або кардинальній зміні операційної та юридично-правової бізнес-моделі. Так, наприклад, компанія Uber з транспортно-технологічного сегменту ринку мала юридичні обмеження в різних країнах через нерегульований статус свого бізнесу. У багатьох юрисдикціях, таких як Франція та Німеччина, компанія була змушена припинити або частково обмежити свою діяльність через невідповідність місцевим регуляторним нормам щодо працевлаштування водіїв та ліцензування транспортних послуг. Це стало прикладом того, як регуляторні ризики можуть впливати на компанії, які не враховують місцеве законодавство при виході на нові ринки. Пізніше Uber довелося змінювати свою бізнес-модель і працювати відповідно до нових правил у багатьох країнах [112]. Ще один кейс, як приклад загрози правових регуляторів та важливості кібербезпеки цифрових рішень для приватного бізнесу був у 2020 році. Компанія British Airways була оштрафована на 20 мільйонів фунтів стерлінгів за порушення GDPR після того, як стала жертвою кібервзлому, що призвело до витоку даних понад 400 тисяч клієнтів. Регулятори встановили, що компанія не змогла належним чином захистити персональні дані своїх клієнтів і не повідомила користувачів про інцидент у визначений термін. Цей випадок продемонстрував важливість не лише впровадження захисту даних, але й дотримання регуляторних норм, пов'язаних з інформаційною безпекою та відповідальністю компанії перед користувачами [85]. Ці приклади демонструють, наскільки серйозними можуть бути юридичні та регуляторні ризики для компаній у різних галузях та як недотримання регуляцій в межах цифрових екосистем компаній можуть вплинути на їх діяльність та репутацію.

Також, до потенційних загроз впровадження та використання цифрових екосистем у своїх бізнес-моделях для приватного бізнесу можуть бути недостатня автономність компаній від постачальників деяких програмних

продуктів, ризик їх втрати та несанкціоновано дорогого обслуговування. Фактично, переваги цифрових екосистем для приватного сектору є беззаперечно сильними, однак, зазначені вище загрози, також слід враховувати та максимально їх мінімізувати шляхом інвестицій у кібербезпеку та власний R&D відділ, постійний аналіз нових технологічних рішень та оновлень, а також організацію роботи юридичного відділу. Баланс між технологічними інноваціями та безпекою є вагомим для вдалого впровадження і прийняття цифрових екосистемних рішень у бізнес-середовище організації.

Отже, впровадження цифрових екосистем відкриває широке поле можливостей, як для державних інституцій, так і для приватних організацій, дозволяючи підвищити продуктивність праці, збільшити ефективність автоматизації бізнес-процесів та покращити їх взаємодію з контрагентами. Оптимізація бізнес-процесів у межах приватного сектора здійснюється за допомогою таких технологій, як штучний інтелект, доповнена та віртуальна реальність, великі дані, IoT і хмарні обчислення. У державному секторі цифрові екосистеми підвищують прозорість та ефективність надання публічних послуг, допомагають покращити управління даними. В той же час розвиток цифрових екосистем супроводжується значними ризиками та загрозами для національної економіки, пов'язаними з безпекою, регуляціями та технологічною дисфункцією. Однією з головних проблем є кібербезпека та ризик хакерських атак. Інциденти з витоком конфіденційних даних призводять до серйозних юридичних і фінансових наслідків для приватного і державного секторів. Йдеться також про високий ризик регуляції юридично-правового поля цифрових технологій, зокрема дотримання вимог GDPR у країнах ЄС. Відтак успішна імплементація цифрових екосистем вимагає комплексного підходу зі сторони стейкхолдерів до керування ризиками, регулярних

аудитів технічної безпеки та відповідності місцевим і міжнародним регуляторним вимогам.

Висновки до другого розділу

На основі аналізу передумов та соціально-економічних наслідків генези цифрових екосистем отримано такі наукові результати:

Виявлено основні чинники, що впливають на розвиток цифрових екосистем, зокрема, технологічні інновації, економічні стимули, регуляторні умови та соціальні зміни. Визначено, що особливу роль відіграє перехід до Індустрії 5.0, який прискорює інтеграцію цифрових рішень у бізнес-процеси та стимулює взаємодію між державою, бізнесом і суспільством. Одним із ключових чинників розвитку цифрових екосистем є конвергенція між цифровими інноваціями, підприємницькою діяльністю та інформаційним суспільством, що зумовлює перехід від Індустрії 4.0 до П'ятої промислової революції. Проведений аналіз імплементації та функціонування технологій в межах розвитку цифрових екосистем приватного та державного сектору підтверджує важливу роль ключових технологічних драйверів, таких як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), AR\VR-технології, блокчейн і хмарні обчислення у формуванні цифрових екосистем.

Запропоноване авторське визначення 3D-економіки, як нової імпакт-моделі розвитку цифрових екосистем. *3D-економіка* — це комплексна система взаємодії пов'язаних і відповідним чином упорядкованих елементів функціонування організацій та інституцій приватного і державного сектору, яка формуються та розвивається шляхом використання імерсивних технологій доповненої, віртуальної реальності, 3D-друку та 3D-графіки у виробництві, обміні, демонстрації і реалізації товарів та послуг. Метою 3D-економіки є залучення споживачів у глибшу

взаємодію з товаром або послугою, надання їм користувацького досвіду ще до того, як вони фізично придбають товар, створення віртуального середовища для симуляторної взаємодії з об'єктами задля скорочення витрат на реалізацію цього середовища у реальному (фізичному) світі за рахунок інтеграції імерсивних технологій. Ключовими елементами кваліфікаційної структури 3D-економіки, як нової складової цифрових екосистем, яка поєднує технологічні, економічні та соціальні компоненти є імерсивність, реалістичне візуальне представлення та симуляторність. 3D-економіка формується та розвивається як комплексна та багаторівнева економічна система, яка поєднує різні типи технологій, ресурсів та економічні механізми, які слугують для створення нової імпакт-моделі взаємодії та ведення діяльності у цифрових екосистемах організацій різних типів та мають значний вплив на формування нових форм економічної діяльності в межах приватного та державного секторів.

Проведений аналіз імплементації технологій доповненої та віртуальної реальності у приватні організації та державні інституції свідчить про ефективність використання цих технологій у виробництві, споживанні та маркетингових активностях. Визначено, що впровадження 3D-технологій у структуру цифрових екосистем суттєво підвищує персоналізацію взаємодії між брендами та споживачем, оптимізує витрати на навчання персоналу і водночас підсилює його ефективність шляхом використання імерсивного контенту, створюючи можливості для необмеженої дистрибуції контенту та інформації для споживачів з усього світу. Визначені економічні переваги 3D-економіки, серед яких оптимізація бізнес-процесів, зниження витрат, підвищення персоналізації товарів і послуг, що сприяє розширенню доступу до нових ринків. Проведено дослідження на основі первинних даних щодо економічної ефективності інтеграції технології доповненої реальності у цифрову екосистему ринку електронної комерції. Отримані результати підтвердили значний потенціал

3D-технологій у формуванні нових споживчих патернів та здатності посилювати ефект візуального сприйняття контенту.

Функціонування та розвиток цифрових екосистем породжує нові можливості та загрози для державних інституцій та приватних організацій, що містять технологічні, економічні та організаційні аспекти. Зокрема, цифрові екосистеми полегшують обмін інформацією, знижують адміністративні витрати, підтримують автоматизацію управлінських процесів і підвищують доступність послуг для громадян. До ідентифікованих основних загроз цифрових екосистем відносяться кіберризики, недостатній рівень захисту даних, правові виклики та дисфункції нормативного регулювання. Стратегії мінімізації зазначених ризиків цифрових екосистем мають бути орієнтовані на інвестиції в кібербезпеку, підвищення рівня цифрової грамотності персоналу та вдосконалення регуляторної бази.

РОЗДІЛ 3. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ ЕКОСИСТЕМ В УКРАЇНІ

3.1. Функціонування цифрових екосистем в національній економіці

У сучасному світі цифрові екосистеми є невід’ємною компонентою як на мікро-, так і на макрорівні економічної системи і, фактично, є ключовою складовою інтерналізованої глобальної економіки. Вони сприяють інтеграції новітніх технологій та об’єднують учасників ринку для досягнення спільних цілей. Відповідно, цифрові екосистеми створюють синергетичне поле взаємодії суб’єктів господарської діяльності всіх ланок — починаючи від домогосподарств і закінчуючи державою. Вони створюють середовище, в якому приватний та публічний сектор, а також громадяни можуть ефективніше взаємодіяти, обмінюючись інформацією, послугами та інноваційними рішеннями. Це дозволяє пришвидшити процеси та оптимізувати витрати [193]. Цифрові екосистеми допомагають забезпечити економічну збалансованість і підтримку національної безпеки через створення систем, які можуть швидко адаптуватися до змін.

В Україні цифрові екосистеми перебувають на етапі активного розвитку, який підтримується як державою, так і приватним сектором. Тут процеси цифровізації на макрорівні впроваджуються динамічніше, ніж на мікрорівні. Країна здійснює окремі кроки щодо створення сприятливої екосистеми для розвитку цифрових технологій та формування інноваційного потенціалу бізнесом. Однією з ключових ініціатив є проєкт «Дія» від Міністерства цифрової трансформації України, який дає можливість доступу як фізичним, так і юридичним особам до державних послуг у вигляді платформеного онлайн-формату, як у мобільній версії, так

і версії для користування на стаціонарному комп'ютері. Відповідно до статистичних даних Міністерства цифрової трансформації, «Дія» стала одним із найбільш успішних проєктів цифрової трансформації у Східній Європі, обслуговуючи понад 18 мільйонів користувачів [90]. Цей приклад демонструє, як цифрові екосистеми можуть забезпечити легкий доступ до адміністративних послуг, таких як оформлення документів, сплата податків, відкриття рахунків для юридичних осіб, оформлення документів для відкриття бізнесу, отримання соціальної допомоги і навіть оформлення банківських карт для участі у різних національних програмах (наприклад такі, як Національний кешбек при купівлі товарів українського виробництва). Це все реалізовано для підтримки цифровізованої моделі надання державних послуг і мінімізації кількості особистих візитів до державних установ. Незважаючи на воєнний стан, в Україні продовжують розвиватися цифрові екосистеми в сфері публічного управління, що є, зокрема, і важливим фактором післявоєнного відновлення економіки країни. Так, лише у проєкті «Дія» було впроваджено близько 70 нових цифрових сервісів та цифрових інструментів, користувачами яких сьогодні є біля 20 млн. громадян України [38]. Ці сервіси та інструменти суттєво спрощують надання доступу населення до актуальних публічних послуг, наприклад:

- реєстрація бізнесу і внесення змін щодо діяльності ФОП;
- продаж/купівля та перереєстрація автотранспортних засобів в онлайн-режимі;
- застосування «мап незламності», де позначені найближчі укриття і пункти незламності;
- купівля державних цінних паперів, що є важливим елементом підтримки економіки України в умовах воєнного стану;
- набуття чи удосконалення цифрових навичок населення, зміна професії і пошук роботи через проєкт «Дія. Освіта»;

- придбання громадянами житла, які втратили його через військові дії (на пільгових умовах).

Розвиток цифрових екосистем в сфері публічного управління має важливе значення для підтримки населення в умовах війни. Так, на кінець 2023 року та з початку повномасштабного вторгнення 4,7 млн. осіб отримали виплати у розмірі 6 500 грн. завдяки програмі «Підтримка», 5 700 сімей отримали кредити на придбання житла за програмою «Оселя» (на загальну суму 8,4 млрд. грн.). Українцями було подано більше 8 тис. заяв про знищене житло, 64,7 тис. заяв про допомогу за пошкоджене майно, і заброньовано більше 500 житлових сертифікатів через програму «Відновлення», а 28 тисяч українських сімей уже отримали від держави 2,2 млрд. грн. [38].

Окрім цього, в умовах воєнного стану, національна економічна, соціальна та безпекова системи постали під питанням швидкого впровадження технологічного рішення у сфері оборонного комплексу щодо комплектування армії. Рішенням стало цифрове екосистемне рішення під назвою «Резерв+», яке підтримує військовозобов'язаних громадян. Ця система є синхронізованою та адаптивною платформою бази даних з реєстрів військовозобов'язаних і зручним інтерфейсним рішенням для користувачів (громадян), адже надає можливість швидкої реєстрації, відстежування свого статусу й отримання необхідної інформації щодо мобілізаційної підготовки. Відповідно до визначення від Міністерства оборони України, цифрова платформа «Резерв+» дозволяє автоматизувати процеси обліку військовозобов'язаних і забезпечує оперативний обмін інформацією між військовими структурами, що сприяє підвищенню ефективності управління військовим резервом та мобілізаційними ресурсами [30]. Це вагомий приклад у контексті реалізації цифрового інфраструктурного IT-продукту на рівні національної системи від оборонної інституції. Окремо варто зазначити про впровадження чат-бота

e-Enemy (збір інформації про місцезнаходження ворога), посилений кіберзахист, ідентифікацію загиблих ворогів та їх оточення за допомогою штучного інтелекту і соціальної інженерії, масового використання технології супутникового Інтернет Starlink у ЗСУ; введено електронну систему управління фінансами і постачання для всіх військово-цивільних адміністрацій, United24 (поповнення фонду допомоги армії «Повернись живим»), Дія.Бізнес, «Є-Допомога» (програма доступного кредитування), «Платформи взаємодії» (цифрова платформа взаємодії для допомоги у переїзді бізнесу), ініціатива «Фронт цифрової дипломатії», «Армія дронів», «ІТ-армія України», eVorog, NFT-проект «Museum of War», додаток «Повітряна тривога» і мапа повітряних тривог, Дія.TV, Дія.Радіо, проект Damaged.in.ua («Росія Заплатить»), який займається оцифрованою зображень зі супутників і дронів для розпізнавання пошкоджень, оцінка збитків і планування проєктів відбудови [56, С.310].

Приватний ІТ-сектор України також відіграє суттєво важливу роль у формуванні, розвитку та функціонуванні цифрових екосистем. Бізнес сприяє цьому процесу через запуск технологічних стартапів, створення технологічних та індустріальних парків, інноваційних хабів, акселераторів та інкубаторів. Активно розвивається банківський сектор з моделлю Fintech-послуг. Суттєву роль у цьому процесі відіграють технопарки, які виступають фізичним місцем сегрегації та синергії компаній з різних сфер бізнесу. Зокрема, технопарк UNIT.City. В Києві він став центром для розвитку стартапів, технологічних компаній і майданчиком для міжнародної співпраці. Це спільнота і фізична локація для підприємців, інвесторів і науковців, які займаються розробкою нових технологічних, фінансових та соціальних рішень за допомогою цифрових моделей.

Також важливу роль у досліджувальному процесі відіграють і українські стартапи, які є організаційними формами, що створюють цифрові екосистемні рішення як на базі свого продукту, так і як

аутсорс-послугу на B2B та B2G ринках. Такі компанії, як Grammarly, GitLab, ShopAR, Finmap, тощо, не тільки працюють в межах національної економіки, але й підвищують міжнародний імідж України як центру інновацій. За даними Українського фонду стартапів, обсяги інвестицій у стартап-екосистему України щорічно зростають, що свідчить про збільшення інтересу інвесторів до IT-ринку [184]. У кризових умовах стійкість цифрового сектору економіки є найбільш помітною, що доведено прикладом України, коли після початку повномасштабного вторгнення у 2022 році український IT-сектор став однією із найбільш стабільних галузей економіки — єдина галузь, обсяг експорту якої за річними даними підвищився (у 2022 році IT-галузь забезпечила валютні надходження в Україну у розмірі 7,4 млрд. дол. США, що становить 4,5% ВВП) [47]. І хоча у 2023 році ця величина скоротилася на 8%, розмір доходів від надання комп'ютерних послуг серед інших експортних послуг, все ще був найбільшим — 41% загального обсягу експортних угод із продажу послуг (рис.3.1). Це свідчить, що IT-сектор продовжує залишатися одним із основних в українській економіці.

Проте цифровізація не обмежується лише впровадженням новітніх IT-продуктів та послуг. Вона передбачає зміну культури, інтегровану у всі сфери діяльності і, відповідно, незважаючи на вагомі досягнення, імплементація та розробка цифрових екосистем в Україні зіштовхується з певними викликами. Так, ключовим стримуючим фактором є воєнний стан, що значно стримує притік іноземного інвестиційного капіталу у створення нових моделей та компонентів цифрових екосистем. Що однією з проблем є недостатній рівень інтернет-доступу в сільських районах України. За даними Інтернет-Асоціації України, близько 30% сільських домогосподарств не мають стабільного доступу до швидкісного інтернету, що обмежує можливості для імплементації цифрових рішень у цих регіонах. Крім того, законодавча та нормативно-правова база потребує

суттєвого вдосконалення, особливо у сферах захисту персональних даних, цифрової інтелектуальної власності, кібербезпеки, тощо.

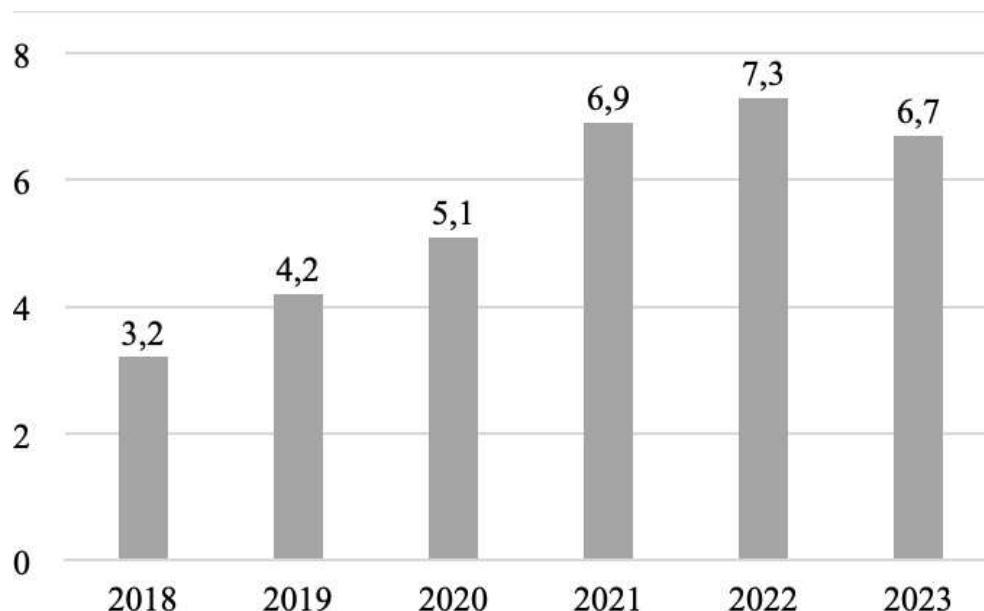


рис. 3.1. Динаміка обсягу експортних угод із продажу послуг вітчизняного ІТ сектору у 2018-2023 рр., млрд. дол. США

Джерело: розроблено автором на основі [47]

Україна ухвалила кілька законодавчих актів щодо захисту даних, таких як Закон «Про захист персональних даних», але все ще існує потреба в посиленні регуляторних механізмів для ефективного функціонування цифрових екосистем [15]. Додатковою проблемою є демографічна криза, відтік кваліфікованих кадрів за кордон та перекваліфікація багатьох працівників у військово-оборонній спеціальності у зв'язку з мобілізацією в країні, яка безперервно триває з лютого 2022 року. Також, до проблем впровадження нових форм цифрових екосистем в межах національної української економіки є високий рівень експорт аутсор-послуг у сфері ІТ.

Попри ці виклики, перспективи розвитку цифрових екосистем в Україні виглядають оптимістичними. Впровадження технологій штучного інтелекту, активне впровадження цифрових технологій у сфері

оборонно-промислового комплексу, Big Data, IoT, імерсивні технології, платформенні рішення та блокчейн відкривають нові можливості для розширення екосистеми та створення новітніх інноваційних рішень у різних галузях. Наприклад, за оцінками AI Ukraine, ринок штучного інтелекту в Україні зростає на 25% щорічно, що надає можливість для стартапів і технологічних компаній стати лідерами у своїх сферах [75]. Водночас, держава продовжує розвивати ініціативи, спрямовані на розширення доступу до інтернету та створення нових цифрових платформ для громадян і бізнесу.

Для більш детального аналізу сучасного стану функціонування цифрових екосистем в Україні, необхідно зробити компонентний аналіз, який міститиме сфери застосування технологій та приклади платформ в Україні, які вже їх імплементували на різних рівнях своєї архітектурної моделі. Аналіз наведений у таблиці Д.1 (Додаток Д).

Аналіз основних компонентів цифрових екосистем в Україні підкреслює, що країна має розвинену інфраструктуру та потенціал ще глибшої цифрової трансформації в різних секторах економіки на різних рівнях. Державні цифрові платформи, такі як «Дія», хмарні обчислення та штучний інтелект, стали важливими складовими, що підтримують інтеграцію нових сервісів та оптимізують процеси, як у державному, так і приватному секторах. Це сприяє підвищенню ефективності надання послуг та полегшує взаємодію між громадянами, бізнесом і державою. Як приватний, так і державний сектори активно впроваджують технології віртуальної та доповненої реальності. Зокрема, відбувається встановлення цифрових медичних нейрореабілітаційних VR-тренажерів VRNOW у приватні і державні лікарні України, впроваджуються AR-візуалізації у історико-культурні програми та маршрути на рівні Міністерства цифрової трансформації, обласних департаментів культури та туризму, тощо. Також варто відмітити інтернет речей, аналітику великих даних та застосування

штучного інтелекту для покращення якості обслуговування клієнтів і підвищення конкурентоспроможності у таких компаній як Нова пошта, Лун, тощо. Водночас, державний сектор зосереджений на впровадженні цифрових рішень, таких як електронне урядування, для забезпечення громадян доступом до адміністративних послуг в онлайн-режимі. Роль кібербезпеки є особливо критичною для забезпечення надійності цих процесів, що дозволяє убезпечити дані в умовах зростаючих кіберзагроз.

Загалом, сучасний стан цифрових екосистем в Україні демонструє високий потенціал для подальшого розвитку. Підтримка цифрових фінансових сервісів, таких як Monobank, Приват24, NovaPay, тощо, а також цифрових маркетплейсів, таких як Rozetka і Prom.ua, створює можливості для брендів та розширює доступ споживачів до зручних сервісів. Проте, для забезпечення стійкого розвитку необхідні додаткові інвестиції в інфраструктуру, удосконалення правової бази та розвиток цифрових навичок серед населення. Ці кроки є важливими для створення повноцінної цифрової екосистеми, яка сприятиме економічному зростанню та підвищенню конкурентоспроможності України на глобальному ринку, навіть в умовах воєнний стану.

Важливу роль у функціонуванні та розвитку цифрових екосистем відіграло формування Міністерства цифрової трансформації у 2019 році. Дана інституційна одиниця уряду України активно інтегрує програми, спрямовані на цифровізацію економіки, соціальних та державних послуг, розробляє інструменти підвищення рівня цифрової грамотності серед населення. Це є важливим компонентом розвитку цифрових екосистем в Україні та забезпечує можливість інтеграції інноваційних технологій в державні процеси. Нижче пропонується аналіз ключових програм Міністерства цифрової трансформації України (рис.3.2):

1. *Дія*. Цифрова платформа для надання державних послуг онлайн. Вона забезпечує доступ до цифрових документів, таких як паспорти,

водійські посвідчення, дипломи про освіту, свідоцтва про народження, свідоцтво про шлюб, тощо, а також інші державні послуги, у тому числі сплату податків, реєстрацію бізнесу, отримання соціальних виплат. Додаток «Дія» суттєво спрощує громадянам користування державними послугами, верифікуючи більшість дій у цифровому форматі платформи. Завдяки «Дії» Україна стає лідером у сфері електронного урядування, пропонуючи інноваційний спосіб взаємодії між громадянами, домогосподарствами, бізнесом і державою, що сприяє суттєвому спрощенню бюрократичних процесів, підвищенню прозорості та позитивно сприяє на зменшення потенційного рівня корупції [29];

2. *Дія.Сіті*. Правовий і податковий режим для ІТ-компаній в Україні, розроблений для стимулювання зростання технологічного сектору. Програма пропонує спеціальні податкові ставки, захист інтелектуальної власності та умови для залучення інвестицій. Вона забезпечує комфортне середовище для розвитку технологічних стартапів і компаній. Дія.Сіті стимулює розвиток ІТ-сектора, створює робочі місця та сприяє залученню інвестицій у цифрову економіку, підвищуючи глобальну конкурентоспроможність України в сфері ІТ [31];

3. *Дія.Освіта*. Онлайн-платформа, яка надає освітні ресурси для підвищення рівня цифрової грамотності серед громадян. Платформа містить курси з основ програмування, цифрової безпеки, основ використання цифрових сервісів та інші навчальні матеріали, доступні безкоштовно. Дія Освіта забезпечує населення необхідними знаннями для успішної адаптації до цифрового світу, підвищуючи рівень цифрової грамотності і сприяючи розвитку навичок, необхідних для роботи в сучасній економіці [32].

4. *Дія Центри*. Мережа фізичних локацій, де люди мають доступ до цифрових державних послуг при допомозі профільних спеціалістів. Центри пропонують допомогу у наданні різних державних послуг як,

наприклад, реєстрації бізнесу, отриманні державних документів, тощо. Ці центри забезпечують зручний доступ до цифрових послуг для громадян, які не мають можливості користуватися онлайн платформами (мобільним додатком чи веб-сайтом), тим самим сприяючи зменшенню асиметрії інформації та цифрового розриву і збільшуючи рівень можливої доступності технологічних сервісів для всіх [33];

5. *Дія.Бізнес*. Це рішення, яке створене для підтримки підприємців в Україні. Вона надає інформацію про відкриття та ведення бізнесу, навчальні матеріали, консультації з фахівцями, забезпечує інформацією про гранти і можливі програм підтримки. Цей проєкт підтримує розвиток підприємництва, надаючи доступ до інформаційно-комунікаційних ресурсів, фінансових можливостей і партнерських програм, що сприяє зростанню економіки та розвитку бізнес-клімату в Україні [34];

6. *E-резидентство*. Ця програма дозволяє іноземцям зареєструвати бізнес в Україні та керувати ним дистанційно, використовуючи цифрові ресурси. Програма надає можливість відкривати банківські рахунки, сплачувати податки та підписувати документи онлайн. Вона спрямована на залучення іноземних підприємців та інвесторів до України, створюючи зручні умови для ведення і обслуговування бізнесу. Це зміцнює позиції України на міжнародній арені та сприяє потенційному зростанню можливих інвестицій у цифрову економіку [36].



рис. 3.2. **Цифрові програми Міністерства цифрової трансформації України**

Джерело: розроблено автором на основі [29]

Аналіз цих програм дає зрозуміти, що ініціативи, які впроваджує Міністерство цифрової трансформації України, прямо впливають на розвиток сучасної цифрової екосистеми національного рівня, а також сприяють підтримці бізнесу, підвищенню цифрової грамотності населення та допомагають у залученні іноземних інвестицій.

Загалом, варто відзначити, що уряд України активно продовжує працювати над поліпшення функціонування та стимулює подальший розвиток цифрових екосистем як на мікро-, так і на макрорівні. Підтвердженням цього є документ «*Цифрова стратегія 2030*», який визначає основні напрями цифровізації України на наступне десятиліття. Згідно з запропонованою стратегією, Україна планує створити стійку цифрову інфраструктуру, яка дозволить інтегрувати інноваційні технології в державне управління та бізнес. Головними напрямами стратегії є стимулювання наукових досліджень, посилення зв'язків між державою, бізнесом і науковою сферою, а також розвиток новітніх технологій, таких

як штучний інтелект (AI), доповнена та віртуальна реальність, біотехнології (biotech), зелена енергетика (greentech) та медичні технології [50].

Також, варто відзначити, що частиною документа «*Цифрова стратегія 2030*» є платформа WINWIN. Це глобальна платформа, яка має на меті підтримку інноваційної діяльності на національному рівні та забезпечення інтеграції з міжнародними ринками. На платформі представлені пріоритети держави, що містять розвиток економіки без кордонів, космічних технологій (SpaceTech), кібербезпеки та зеленої економіки (fluid economy). Основна мета платформи WINWIN — забезпечити підтримку підприємцям, науковцям і стартапам, які прагнуть масштабувати свої рішення на глобальному рівні [51].

Таблиця 3.1 таблиця відображає стратегічні завдання та конкретні напрямки діяльності документу «*Цифрова стратегія 2030*» та суміжних з нею ініціатив, спрямованих на розвиток інновацій та технологічного комплексу України до 2030 року.

Таблиця 3.1

Ключові компоненти «Цифрової стратегії 2030»

Ключове завдання	Компоненти «Стратегії розвитку інновацій 2030» та платформи «WINWIN»
Економічне зростання	Стимулювання економічного зростання через інновації та збільшення експорту технологічної продукції
Освіта і наука	Розвиток STEM-освіти та підготовка висококваліфікованих кадрів у сфері інновацій. Інтеграція цифрових освітніх рішень для підвищення доступності та якості освіти в Україні (Edtech)
Інфраструктурна підтримка	Створення інфраструктури для розвитку ІТ-індустрії та інноваційних хабів

Регулювання і підтримка бізнесу	Сприяння розвитку стартапів, малого та середнього бізнесу через підтримку і спрощення процедур.
Інтеграція з міжнародними ринками	Створення умов для виходу українських інновацій на глобальні ринки.
Фінансова підтримка	Залучення інвестицій у науково-дослідницькі проекти через фінансові інструменти.
Фокус на людину	Підтримка інновацій з фокусом на людину як центрі змін.
Розвиток Медичних технологій (MedTech)	Підтримка розвитку VR та AR в медичних технологіях для навчання, тренування медперсоналу і симуляцій та дистанційної медицини.
Розвиток Біотехнологій	Розвиток біотехнологій з метою покращення охорони здоров'я, зменшення впливу на навколишнє середовище та виробництва.
Розвиток оборонних технологій (Defense Tech)	Використання інноваційних технологій у сфері оборони для підвищення безпеки і зміцнення національної обороноздатності. Фінансова підтримка розвитку інноваційних технологій для національної безпеки та оборони.

Джерело: розроблено автором на основі [51]

Варто відзначити важливу роль 3D-технологій у подальшому розвитку та функціонуванню цифрових екосистем. Так, вже зараз технології віртуальної реальності є компонентом медичних екосистемних рішень по реабілітації військових та цивільних, що втратили кінцівки і мають проблеми з опорно-руховими функціями. Також, віртуальна реальність використовується в розвитку оборонних технологій, як цифрова компонента у навчанні та створенні віртуальних симуляцій дій реального бою. Окремо варто відзначити, що доповнена реальність, станом на зараз, є цифровою компонентою освітньої та історико-культурної екосистеми на

рівні держави, а на рівні бізнесу інструментом збільшення розповсюдження інформації про товари та послуги українських виробників як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Це підкреслює важливість впливу 3D-економіки та похідних від неї технологій на поточний і майбутній стани функціонування та розвитку цифрових екосистем в межах національної української економіки.

Таким чином, аналіз функціонування цифрових екосистем в Україні демонструє, що, незважаючи на воєнний стан та уповільнення економічного розвитку, країна активно просувається на шляху цифрової трансформації, інтегруючи технологічні рішення в різні сфери публічного управління. Завдяки державним ініціативам та платформам, Україна створює потужну інфраструктуру, що стимулює розвиток цифрових послуг та підтримує бізнес на шляху до ефективної імплементації цифрових моделей та екосистемних рішень. Ініціативи Міністерства цифрової трансформації, такі як «Дія», сприяють значному спрощенню взаємодії між державою та громадянами. Завдяки оцифруванню державних послуг, громадяни можуть отримувати їх онлайн, що знижує рівень бюрократії та підвищує прозорість процесів. Це важливий крок для залучення населення до цифрових екосистем та підвищення рівня довіри до державних структур. Водночас, Дія.Сіті стала каталізатором для зростання українського IT-сектора, надаючи спеціальні податкові умови та правову підтримку для технологічних компаній. Це сприяє створенню нових робочих місць, залученню інвестицій та підтримці стартапів, що підвищує конкурентоспроможність України на глобальному ринку. Державна стратегія до 2030 року акцентує увагу на ключових технологіях, таких як медичні технології (MedTech), біотехнології, освітні технології (EdTech), оборонні технології, а також VR та AR. Використання цих технологій сприяє підвищенню ефективності в медичній галузі, освіті та обороні. Це дозволяє не лише оптимізувати роботу цих секторів, але й підготувати

висококваліфіковані кадри, необхідні для подальшого розвитку цифрової економіки.

Загалом, Україна демонструє поетапний шлях розвитку цифрових екосистем, сфокусувавшись на забезпеченні доступності цифрових послуг, стимулюванні інновацій в межах локальних ринків та потенційному залученню інвестицій в майбутньому. Стратегічні ініціативи та підтримка сучасних технологій однозначно вказують на важливість та пріоритизацію для уряду країни побудови стійкої цифрової економіки, яка забезпечить економічне зростання та підвищить якість життя громадян.

3.2. Імплементация цифрових екосистем в державному секторі України

Незважаючи на воєнний стан та складну соціально-економічну ситуацію, як державні, так і приватні організації в Україні демонструють суттєвий прогрес у розвитку технологій та, як наслідок, впровадженні цифрових екосистем. Для багатьох сегментів ринку та державних структур процес цифрової трансформації прискорився через виклики з якими зіткнулась країна під час воєнного стану. Розробка і впровадження технологій в існуючі системи та створення нових форм і компонентів забезпечують стійкість економічної системи, впливають на обороноздатність країни та створюють можливості для національного бізнесу бути конкурентоспроможним на глобальних ринках. Як результат, за даними World Digital Competitiveness Ranking 2023, Україна посіла 54-те місце серед 64 країн за рівнем цифрової конкурентоспроможності, що свідчить про високу готовність країни до впровадження цифрових технологій в економіку та державне управління [192]. Водночас, за рейтингом Online services Index 2024, міжнародного дослідження E-Government Development Index, який оцінює 193 країни та розробляється при підтримці ООН, Україна займає 5 місце за рівнем розвитку цифрових

державних послуг [105]. Для порівняння, у 2018 році в цьому ж рейтингу Україна займала 102 місце. Екосистема «Дія» є прикладом успішного впровадження цифрового рішення на державному рівні. Платформою користуються більше 21 мільйона українців з доступом до понад 70 державних послуг онлайн. «Дія» є однією з найбільших державних цифрових екосистемних платформ у світі [183].

Розвиток цифрових екосистем в Україні пов'язаний зі швидкістю реалізації цифрової трансформації економіки України, наприями якої мають включати дії зі сторони органів влади зі сприяння процесам цифровізації бізнесу, розбудові цифрової інфраструктури. Не зважаючи на істотні досягнення, які на сьогодні відзначені в Україні у цій сфері, все ще існує багато викликів та проблем, які стоять на шляху до формування ефективних цифрових екосистем. Зокрема, це і недостатній рівень цифрової грамотності населення України, брак у деяких регіонах цифрової інфраструктури, потреба у подальшому вдосконаленню законодавчої бази для підтримки інноваційної діяльності у цій сфері. Вирішення існуючих проблем вимагає комплексного підходу і активної участі, як державних органів влади, так і приватного сектору. Крім того, не зважаючи на макрорівневий характер цієї проблематики, питання розвитку цифрової інфраструктури та цифрової грамотності населення потрібно розглядати і на регіональному рівні, адже сьогодні відмічений деякий розрив по регіонах.

Регіональний індекс цифрової трансформації

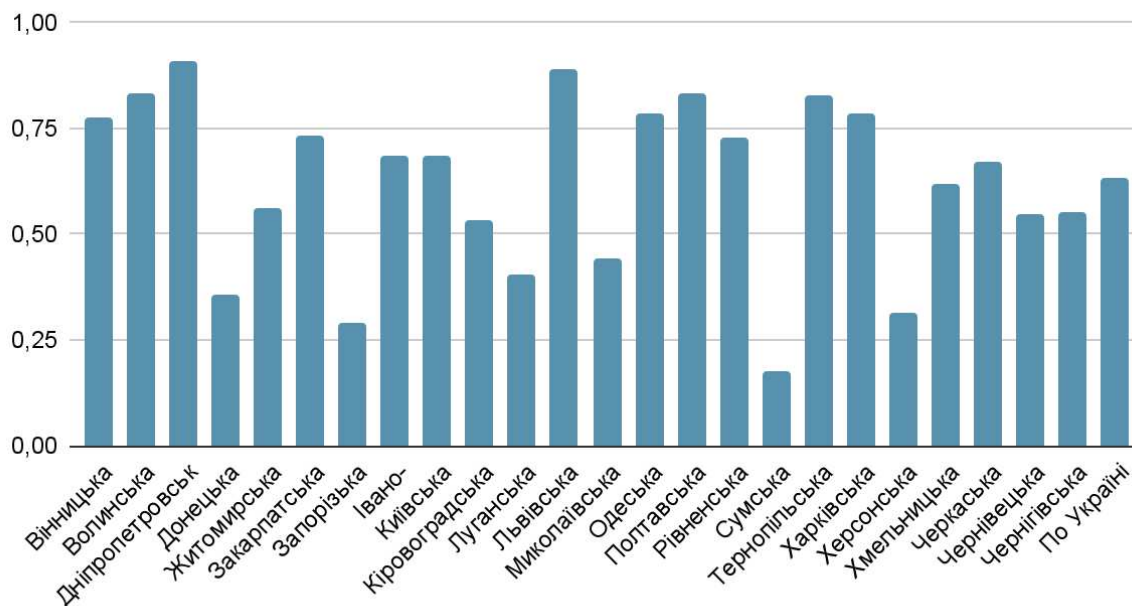


рис.3.3. Динаміка показників Індексу цифрової трансформації регіонів України у 2023 р.

Джерело: розроблено автором на основі [35]

Так, за даними Міністерства цифрової трансформації України, у 2023 році середній показник Індексу цифрової трансформації по країні склав 0,632 бали, причому відмічено значні регіональні диспропорції [35]. Так, якщо його найвищі значення були у Дніпропетровській (0,908), Львівській (0,891) і Полтавській (0,833) областях, а найнижчі — у Сумській (0,174), Запорізькій (0,289), Херсонській областях (0,316) (рис. 3.3). Як бачимо, у регіональному розрізі відзначені істотні відмінності цифрової трансформації, пов'язані з її масштабами і швидкістю реалізації цифрових проєктів.

Можна констатувати, що цифрові екосистеми мають критично важливе значення для подальшого економічного та соціального розвитку України. В умовах глобальної економічної конкуренції інтеграція цифрових рішень дозволяє підвищити продуктивність, знизити витрати та

зробити процеси більш прозорими. Для державного сектору цифрові екосистеми сприяють спрощенню доступу громадян до державних послуг, зменшенню рівня корупції та покращенню комунікації з населенням. У приватному секторі використання цифрових технологій, таких як штучний інтелект, доповнена та віртуальна реальність, великі дані та IoT, сприяє оптимізації виробництва, покращенню обслуговування клієнтів і підвищенню конкурентоспроможності на міжнародних ринках [96].

Впровадження та імплементація цифрових екосистемних рішень на всіх рівнях вимагає тісної співпраці між державою, бізнесом та громадянами. Наприклад, проєкт «Дія.Сіті», створений на рівні державного екосистемного рішення для вагової підтримки та сприяння розвитку IT-кластера надає податкові пільги, регуляторні привілеї і сприяє інвестиційній привабливості. Компанії-резидентки «Дія.Сіті» можуть швидше та вигідніше залучити міжнародні інвестиції та венчурний капітал, що сприяє розвитку технологічних компаній і посилює позиції України на глобальних ринках. У той же час цифрове екосистемне рішення, як платформа «PROZORRO», сприяє більш ефективному та прозорому державно-приватному партнерству у сфері закупівель товарів та послуг державними та комунальними підприємствами у приватних компаній.

Враховуючи це, варто провести детальний аналіз впровадження та використання технологій та цифрових екосистемних рішень у приватному та публічному секторі.

Спираючись на аналіз цифрових екосистем у державному секторі наведеному у таблиці В.1 та цілях використання цифрових екосистем наведених на рис. 2.6 визначимо для кожної української інституції побудову її цифрової моделі.

Розпочнемо з аналізу імплементації технологічних інновацій та екосистемних рішень у *Міністерстві охорони здоров'я*. Ключовими завданнями інтеграції сучасних технологій у медичну систему України є підвищення ефективності надання медичних послуг для населення, покращення доступу до медичної інформації та сприяння загальній цифровізації медичної сфери для комунальних, державних та приватних закладів. Основними компонентами цифрової екосистеми МОЗ України є E-Health, електронні медичні записи (EMR), телемедицина, цифрові сертифікати вакцинації та система управління медичними даними (рис.3.4).

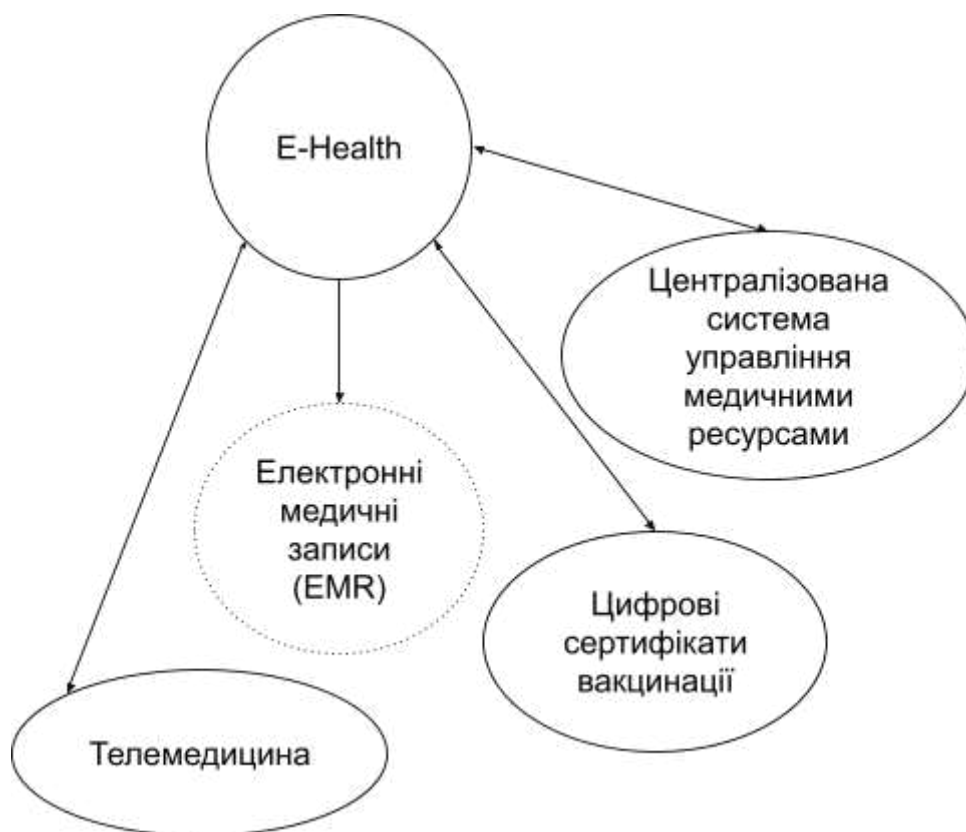


рис.3.4. **Цифрова екосистема Міністерства охорони здоров'я України**

Джерело: розроблено автором

E-Health, фактично, є ядром цифрової екосистеми МОЗ, адже поєднує в собі єдину платформенну мережеву взаємодію медичних установ, лікарів

та пацієнтів. Вона дозволяє пацієнтам реєструватися у системі за допомогою власних смарт-пристроїв, обирати сімейних лікарів, визначатися з часом прийому, мати у цифровому вигляді інформацію про свій стан здоров'я та історію лікувань. Основна мета E-Health — полегшити доступ до медичних послуг та сприяти прозорості системи охорони здоров'я. За останні роки понад 30 мільйонів українців зареєструвалися на платформі, що значно спростило взаємодію пацієнтів з медичними закладами [106].

COVID-19 став вагомим каталізатором для формування та розвитку *телемедицини* в Україні і тепер вона є повноцінною компонентою цифрової екосистеми МОЗ, адже активно впроваджуються технології, що дають можливість пацієнтам отримувати консультації лікарів дистанційно. Це особливо важливо в умовах воєнного стану, для людей у віддалених регіонах, ВПО та пацієнтів з обмеженими можливостями. У 2023 році було зафіксовано зростання використання телемедицини на 60%, що підтверджує її значущість у сучасних умовах. Державні лікарні тепер активно співпрацюють з приватними постачальниками телемедичних рішень для розширення можливостей системи охорони здоров'я [177].

Електронні медичні записи (EMR) є важливим компонентом E-Health. Вони дозволяють лікарям зберігати всі медичні дані пацієнта в цифровому вигляді, у тому числі діагнози, результати аналізів, рецепти та історію хвороб. Це рішення не лише зменшує кількість паперової роботи, але й забезпечує доступність інформації для лікарів у будь-який момент, що підвищує ефективність лікування та знижує ризик медичних помилок [182].

МОЗ України також інтегрувала *централізовану систему управління медичними ресурсами*, що дозволяє краще контролювати наявність медикаментів, медичного обладнання та інших ресурсів у державних та комунальних лікарнях. Завдяки цій системі лікарі у реальному часі

відстежують наявність ліків, що допомагає ефективніше та швидше планувати лікування. Крім того, ця система дозволяє оперативно реагувати на надзвичайні ситуації, такі як пандемії або військові дії, що потребують швидкого розподілу ресурсів між медичними установами [106].

У рамках боротьби з пандемією COVID-19 МОЗ впровадило цифрові сертифікати вакцинації, які були доступні через платформу «ДІЯ». Це дало можливість громадянам отримувати офіційні сертифікати в цифровій формі та використовувати їх для подорожей або відвідування громадських місць. Станом на 2023 рік понад 10 мільйонів сертифікатів було видано через цифрові канали [143].

Окремо варто зазначити, що в межах цифрової екосистеми МОЗ активно відбувається процес впровадження та проведення клінічних досліджень шляхом використання різного типу технологій, як у організаційних, так і клінічних процесах. Так, можна говорити про використання штучного інтелекту для аналізу медичних даних та прогнозування потенційно можливих тенденцій у сфері охорони здоров'я країни. Це допомагає розробляти стратегії боротьби з хворобами, покращувати ефективність лікування та забезпечувати пацієнтам своєчасну діагностику. У 2023-24 роках МОЗ впровадило кілька пілотних проектів на основі AI для аналізу епідеміологічних даних [182].

Великі дані також використовуються для моніторингу стану здоров'я населення. Наприклад, на основі даних E-Health уряд має можливість аналізувати, які хвороби найчастіше зустрічаються у певних регіонах, і відповідно до цього планувати медичну політику. Окремо на регіональному рівні державні та приватні заклади впроваджують різні технології для покращення процесів реабілітації і роботи з пацієнтами. Одним з таких прикладів є медичний симулятор VRNOW українського виробництва, який допомагає у реабілітації військових та цивільних, що втратили кінцівки і мають проблеми з опорно-руховим апаратом. Такі

кейси в майбутньому будуть формувати технологічний ландшафт цифрової екосистеми МОЗ та розширювати її. Загалом, у подальшій побудові і розширенні цифрової екосистеми, Міністерству Охорони здоров'я варто активніше централізовано впроваджувати технології доповненої та віртуальної реальності в структурі діагностики та лікуванні пацієнтів у приватних та державних закладах, інвестувати кошти у науково-дослідні інститути, які будуть запускати пілотні технологічні проєкти на базі AI, великих даних та хмарних обчислювальних систем.

Дослідження діяльності *Міністерства освіти і науки України (МОН)* дає підстави сформуванню наступної форми цифрової екосистеми яка впроваджується та вдосконалюється останніми роками. Фактично, вона складається з Єдиної державної електронної бази з питань освіти (ЄДЕБО) та електронними освітніми платформами національного і регіонального рівня (наприклад, «Всеукраїнська школа онлайн», «Дія.Цифрова освіта», тощо). Окремо деякі навчальні заклади самостійно та точково впроваджують технології для покращення освітнього процесу.

Так, *Єдина державна електронна база з питань освіти (ЄДЕБО)* — є цифровою платформою, яка інтегрує у своїй структурі всі етапи освіти в Україні: від шкіл до університетів. Вона використовується для управління навчальним процесом, реєстрації студентів, вступних кампаній, видачі дипломів, перевірки академічної інформації, тощо [13]. *Національна освітня платформа «Всеукраїнська школа онлайн»* — була створена під час пандемії COVID-19 для забезпечення безперервності навчального процесу. Вона надає учням і вчителям доступ до навчальних матеріалів та відеоуроків для всіх класів та предметів. На платформі можна знайти домашні завдання, уроки, навчальні плани, тестові завдання та інші ресурси, що сприяють ефективному дистанційному навчанню. У 2023 році кількість користувачів платформи перевищила 2,5 мільйона, що стало

свідченням важливості цифрових рішень для забезпечення доступу до якісної освіти в умовах як пандемії, так і воєнного стану.

Так, варто зважати на те, що, як приватні освітні заклади, так і державні, локаційно намагаються інтегрувати різні технології для покращення навчально-освітніх процесів. Загальної організаційної координації в межах побудови національної цифрової екосистеми від Міністерства освіти і науки України (МОН) не відмічається. Натомість, в межах взаємодії приватно-державного партнерства деякі установи впроваджують технології штучного інтелекту, доповненої та віртуальної реальності та хмарних рішень. Деякі технологічні проєкти, в межах навчальних закладів, демонструють високу ефективність. Це дозволяє стверджувати, та в майбутньому, рекомендувати МОН розглянути пропозиції комплексної інтеграції даних рішень в межі національної цифрової екосистеми освіти. Одним з прикладів даного рішення є впровадження технології віртуальної реальності. В Україні в освітніх закладах середнього та вищого рівня (як приватні, так і державні) активно впроваджують технології віртуальної реальності (VR) для покращення якості навчання та підвищення залученості студентів і школярів. Загалом, VR у навчальних процесах стосуються проведення віртуальних лабораторних занять, віртуальних екскурсій та симуляторних навчань з високою інтерактивністю. Спільно з компаніями ТОВ «Едвін Глобал» та ТОВ «Робокод», які в партнерстві займаються створенням віртуальної реальності для навчання дітей шкільного віку різним видам програм, проведено дослідження ефективності впливу віртуальної реальності на успішність учнів та рівень засвоюваності їх знань в процесі навчальної програми. Ці дані дають змогу зробити оцінку впливу технологій віртуальної реальності на навчальні процеси для подальшої рекомендації освітнім закладам впровадження VR у їх цифрову екосистему. Відповідно, висунуто гіпотезу про ефективність використання VR у навчанні дітей

шкільного віку прикладним технічним наукам, вивчення основ фізики та математики. Для підтвердження або спростування цієї гіпотези було здійснено наступний кореляційно-регресійний аналіз:

Вибірка: 50 дітей шкільного віку від 12 до 16 років в Україні, які на базі STEM-підходу вивчають точні науки. Курс навчання тривав 6 місяців. У рамках курсу учням було запропоновано пройти повністю або частково навчальну програму за допомогою віртуальної реальності.

Залежна змінна: «VR_Success» — це рівень успішності учнів у точних науках після впровадження VR. Це змінна, яка показує загальну ефективність навчання з використанням VR-технологій. Модель побудована таким чином, щоб оцінити, як VR та інші фактори (як-от початковий рівень знань, участь у заняттях, тощо) впливають на успішність учнів після інтеграції VR-технологій у навчальний процес.

Основна незалежна змінна: «VR_Intensity» — інтенсивність використання VR-технологій у навчанні (кількість годин використання VR у навчанні до класичного методу навчання). Шкала від 0 до 10 для VR_Intensity відображає рівень інтенсивності використання VR у навчанні:

Таблиця 3.2

Шкала градації по інтенсивності використання VR у процесі навчання вибіркової групи

Рівень "VR_Intensity"	Опис
0	Відсутнє використання VR (контрольна група)
1-3	Низький рівень інтеграції VR (використовується для окремих елементів уроків)
4-6	Середній рівень інтеграції VR (використовується для більшості навчальних модулів)
7-9	Високий рівень інтеграції VR (використовується для значної частини уроків)
10	Повна інтеграція VR (використовується для всієї навчальної програми)

Джерело: розроблено автором

Контрольні змінні: «Age» — вік учнів (від 12 до 16 років); «Initial_Skill» — базовий рівень знань перед використанням VR, шкала від 0 до 100 (оцінка підготовки учня за результатом попереднього тестування перед стартом курсу навчання). «Class_Participation» — відсоток відвіданих занять кожним учнем. «Study_Intensity» — кількість годин навчання на тиждень без VR.

Дані для розрахунку економетричної моделі та її результати зазначені у таблиці Б.1 (Додаток Б), а формула моделі регресії виглядатиме наступним чином:

$$VR_Success = \beta_0 + \beta_1 * («VR_Intensity») + \beta_2 * («Age») + \beta_3 * («Initial_Skill») + \beta_4 * («Class_Participation») + \beta_5 * («Study_Intensity») + \epsilon_i$$

Відповідно, у таблиці 3.3 відображені результати економетричної моделі, яка оцінює вплив різних факторів на успішність учнів у STEM. Основна увага зосереджена на змінній «VR_Intensity», що представляє рівень використання VR у навчальній програмі. Таблиця демонструє, як різні рівні інтенсивності VR та інші змінні, такі як базовий рівень знань та відсоток відвіданих занять учнями, впливають на загальний рівень успішності.

Таблиця 3.3

Оцінка впливу інтенсивності використання VR на успішність учнів у точних науках

Змінна	Середнє значення	Коефіцієнт	Внесок у β_0
VR_Intensity	3,54	3,5	-12,39
Age	14,18	0,15	-2,127
Initial_Skill	65,8051065106549	0,4	-26,322042604262
Class_Participation	81,82	0,2	-16,364
Study_Intensity	8,02007021850569	0,3	-2,40602106555171

Джерело: розроблено автором

Ця множинна лінійна регресійна модель у рамках кореляційно-регресійного аналізу дає можливість нам зробити наступні висновки:

Основним результатом дослідження є підтвердження суттєвого позитивного впливу технології віртуальної реальності у навчанні на успішність учнів у STEM-підходах. З коефіцієнтом 3.5 змінна «*VR_Intensity*» демонструє, що кожен додатковий рівень інтенсивності VR підвищує прогнозовану успішність на 3.5 бала, якщо інші умови залишаються незмінними. Це означає, що віртуальна реальність у контексті цього навчання є дійсно корисним інструментом для учнів. Фактично, цей результат відповідає сучасним міжнародним трендам впровадження імерсивних технологій, як компонента цифрових екосистем для державних та приватних науково-освітніх інституцій. Коефіцієнт для змінної «*Initial_Skill*» становить 0.4, що означає, що кожен додатковий бал у початкових знаннях учня додає 0.4 бала до кінцевої успішності. Цей результат підтверджує важливість попереднього рівня підготовки учнів, адже ті, хто має сильну початкову базу знань, демонструють вищі результати, навіть при однаковій інтенсивності використання VR. Віртуальна реальність, безсумнівно, може покращити розуміння матеріалу, але його ефективність посилюється, якщо учні мають міцні базові основи в темах, що вивчаються. Вплив змінної «*Age*» не є значущим у нашій моделі (коефіцієнт 0.15). Це означає, що вік не має значного впливу на успішність у нашій досліджуваній вибірці. «*Class_Participation*» з коефіцієнтом 0.2 теж має певний позитивний вплив на успішність. Однак, цей вплив не є таким сильним, як від VR та початкового рівня знань. Це свідчить про те, що, регулярна участь у заняттях важлива, однак сам по собі цей показник не гарантує високої успішності без інтерактивних методів навчання чи попередньої підготовки. Коефіцієнт 0.3 для змінної «*Study_Intensity*» вказує, що навчання без VR має невеликий, але позитивний вплив на

успішність, проте він поступається за впливом VR та попередній підготовці.

Отже, модель підтверджує гіпотезу, що використання імерсивних VR-технологій у навчанні має великий потенціал для підвищення рівня успішності учнів у точних науках. Віртуальна реальність дозволяє в інтерактивній формі стимулювати навчання і підвищувати його інтенсивність. Відповідно, впровадження цих технологій, як на державному, так і на приватному рівнях має великий потенціал, як повноцінні компоненти цифрової екосистеми навчальних закладів.

В умовах воєнного стану, починаючи з 2022 року, українська цифрова екосистема Міністерства оборони України зазнала суттєвих змін. Ці зміни направлені на інтеграцію сучасних технологій для підвищення ефективності та безпеки в умовах воєнного стану та ведення повномасштабних військових дій на території країни. Основні компоненти, які будує МОУ, в межах цифрової екосистеми, направлені, як на військову ефективність безпосередньо на полі бою, так і на безпекові компоненти держави в тилу. Фактично, в межах аналізу цифрової екосистеми, можна виділяти, як комплексні платформені рішення синхронізовані з базами даних, реєстрами в контексті електронного документообігу, так і цілими інноваційними кластерами, системами управління боєм, проектами в колаборації з іншими державними інституціями, тощо. Варто зазначити, що в умовах бойових дій тестування та імплементація нових цифрових рішень відбувається доволі швидко. Відповідно до цього, цифрова екосистема МОУ швидко розвивається, вбираючи в себе найкращі технологічні рішення, як від вітчизняних виробників та інженерів, так і закордонних. Станом на 2024 рік, цифрова екосистема Міністерства оборони України в межах її компонентного аналізу має структуру, зазначену в таблиці Е.1 (Додаток Е).

Окрім таких комплексних організаційно-цифрових рішень, як «Резерв+», «Армія+», «DELTA», інноваційний кластер «BRAVE1» та проєкт «Армія дронів», варто говорити про постійну імплементацію технологій у інші різні сфери функціонування МОУ. Так, активно працює центр кіберзахисту, цифрові системи моніторингу військових об'єктів, інтеграція з міжнародними системами баз даних, супутникового зв'язку та систем резервного шифрування і копіювання даних. Загалом, станом на 2024 рік, цифрова екосистема Міністерства оборони України є функціонально складною, інформаційно захищеною, комплексною та багатогранною, яка інтегрує сучасні технології для забезпечення захисту держави. Комбінація інноваційних систем управління боєм, баз даних, кібербезпеки та навчальних платформ дозволяє МОУ швидко адаптуватися до війни. Співпраця з міжнародними партнерами та підтримка сумісності з системами НАТО є важливим фактором, що підвищує оперативність та ефективність оборонних заходів України. У цілому цифрова екосистема МОУ є надійною основою для зміцнення національної безпеки та модернізації оборонних сил. Водночас, дослідження міжнародних технологічних екосистем та окремих, дає змогу надати ряд рекомендацій, які можуть бути використані МОУ для подальшої побудови і розширення стійкості поточної цифрової екосистеми:

- *Інтеграція системи машинного, комп'ютерного навчання та штучного інтелекту.* Впровадження цих систем буде корисним для аналізу великих обсягів даних у системах управління боєм, що дозволить ще глибше прогнозувати можливі сценарії розвитку бойових дій і підвищити обізнаність у реальному часі. Наприклад, армія Великобританії та США використовує AI-систему «*Project Maven*» для обробки великих обсягів даних, отриманих від дронів. Це допомагає аналітикам виділяти важливу інформацію та знижує навантаження на людські ресурси [154];

- *Використання технологій віртуальної, доповненої та змішаної реальності для навчань та симуляцій бойових дій.* Створення цифрових рішень з використанням імерсивних технологій суттєво посилять навчальну екосистему від МОУ. Симулятори у AR/VR реальності для тренування військових можуть відтворювати складні бойові ситуації без ризику для життя військовослужбовців. Такі симуляції допомагають покращити реакцію та навички роботи в екстремальних умовах. Так, у США платформа *Integrated Virtual Simulation Environment (IVSE)* дозволяє військовим тренуватися в реалістичних умовах за допомогою XR-технологій [127]. Це значно знижує витрати на фізичні навчання та дає можливість військовим вдосконалювати свої навички. МОУ варто розглянути пропозиції по закупівлі VR-симуляторів у міжнародних компаній або звернутися до українських ІТ-компаній, таких як ТОВ «Едвін Глобал», ТОВ «Сенсорам», ТОВ «ВР Рехаб» для розробки кастомізованих рішень під власні потреби;

- *Єдина інформаційна платформа.* В Ізраїлі розроблено платформу *IDF Digital Transformation Program*, яка об'єднує всі дані і дозволяє в режимі реального часу забезпечувати доступ до інформації для різних підрозділів [128]. Це підвищує оперативність прийняття рішень та спрощує координацію між службами. Пропозиція полягає в розробці єдиної платформи для зберігання, обміну та управління всіма даними Міністерства оборони з доступом для різних відомств і рівнів у структурі МОУ. Це дозволить забезпечити послідовний доступ до актуальної інформації та запобігати дублюванню даних. Але, звичайно, треба враховувати комплексний кіберзахист;

- *Кіберзахист систем.* Дослідження показує, що впровадження автоматизованих засобів виявлення та реагування на кіберзагрози з використанням машинного навчання та штучного інтелекту є ефективними і необхідними в побудові стійких цифрових екосистем. Це дозволяє

виявляти загрози у реальному часі, забезпечуючи швидке блокування атак і зменшуючи ризик втрати конфіденційної інформації. Наприклад, Міністерство оборони США використовує систему *Automated Indicator Sharing* (AIS), яка забезпечує миттєвий обмін кіберзагрозами з різними відомствами та союзниками [97]. Це дозволяє скоротити час реагування на інциденти та оперативно обмінюватися інформацією між системами захисту. Ці покращення сприятимуть підвищенню безпеки, прозорості та ефективності функціонування цифрової екосистеми Міністерства оборони України.

Загалом, варто зазначити, що імплементація цифрових екосистемних рішень відбувається у багатьох інституціях та установах державного сектору України. Так, наприклад, цифровізацією фінансових процесів займається Міністерство фінансів. Воно активно впроваджує концепцію відкритості бюджету та електронного контролю за державними витратами з інтеграцією фінансових сервісів для підвищення прозорості. Цифрова система Proorro допомагає боротися з корупцією в державних закупівлях, знижуючи людський фактор у процесах та забезпечуючи прозорість на всіх етапах торгів [156]. Міністерство внутрішніх справ також активно використовує технологічні рішення, зокрема для контролю за громадською безпекою, у тому числі систему відеоспостереження, біометричну ідентифікацію, автоматизовану систему розпізнавання номерних знаків, тощо. Але, для подальшого розвитку, варто покращувати системи кібербезпеки та розширення баз даних для взаємодії з іншими правоохоронними органами на міжнародному рівні, зокрема в контексті євроінтеграційних процесів України. У свою чергу Міністерство юстиції впроваджує цифрові рішення для доступу до юридичних послуг, як-от електронний реєстр нерухомості, судових рішень і цифрові інструменти для нотаріальних послуг. Окремо варто зазначити про реалізацію рішень на базі платформи «Дія» щодо цифрової реєстрації збитків, завданих

агресором під час дії воєнного стану. Це демонструє високий рівень міжвідомчої цифрової інтеграції різних організацій публічного сектора в єдину екосистему платформи «Дія». Окрім цього, автоматизація судових процесів та електронні бази даних забезпечують швидкість і доступність послуг для громадян [98]. Додаткові рекомендації можуть містити інтеграцію технології штучного інтелекту для оптимізації судових процесів, а також забезпечення взаємодії з іншими міністерствами через єдину інформаційно-цифрову базу. Цифрова екосистема Міністерства праці та соціального захисту об'єднує сервіси для надання соціальних послуг, містячи подачу електронних заявок на соціальну допомогу та управління базами даних пільговиків. Враховуючи поточне дослідження, варто вдосконалити цифрову ідентифікацію для автоматизації призначення соціальних виплат та інтеграцію з іншими міністерствами для більш точного визначення соціального статусу громадян і верифікації їх даних. Міністерство транспорту та інфраструктури активно впроваджує цифрові сервіси для управління транспортною системою, у тому числі контроль за перевезеннями та систему електронних квитки. Ці сервіси інтегровані у платформенні рішення від «Укрзалізниці», застосунку «Київ Цифровий» та інші. А впровадження автоматизованих систем контролю руху сприяє безпеці на дорогах та ефективному управлінню інфраструктурою [148].

Пропозиції щодо покращення цифрової екосистеми містять інтеграцію з приватними платформами для збору та аналізу даних про пасажиропотоки. Цифровізація Міністерства закордонних справ містить систему електронних віз і цифрову реєстрацію громадян, які за кордоном. Це підтримує оперативний зв'язок з українцями в інших юрисдикціях. Рекомендації містять розширення можливостей для мобільних застосунків, які дозволять громадянам швидко отримувати консультації або допомогу під час подорожей. Цифрова екосистема Національного банку має на меті забезпечити фінансову стабільність та розвиток фінансових технологій

через електронні платіжні системи та шлюзи, системи моніторингу банківської діяльності та управління грошовими потоками. Впровадження технологій блокчейн та автоматизація банківських процесів підвищує надійність фінансових операцій [151]. Рекомендації містять подальший розвиток блокчейн-рішень для обміну міжбанківськими даними та, в майбутньому, створення національної цифрової валюти.

Загалом, цифровізація міністерств України є ключовим кроком на шляху до прозорості, ефективності та інноваційності державного управління. Стратегічні ініціативи та підтримка сучасних технологій однозначно вказують на важливість та пріоритизацію для Уряду країни побудови стійкої цифрової економіки, яка забезпечить економічне зростання та підвищить якість життя громадян. Встановлено, що такі ініціативи, як «Дія», «Дія.Сіті», «PROZORRO», сприяють підвищенню ефективності державного управління, спрощенню доступу громадян до публічних послуг та мінімізації бюрократичних бар'єрів. Цифровізація державних послуг забезпечує їх доступність у режимі онлайн, що позитивно впливає на економічну активність та рівень довіри громадян до уряду. Доведено, що використання VR є ефективним для підвищення рівня успішності та засвоєння знань учнів у точних науках. Це дало змогу визначити пріоритетність впровадження технологій 3D-економіки, зокрема, віртуальної реальності, у структуру освітньої цифрової екосистеми для закладів загальної середньої освіти.

3.3. Пріоритетні напрями вдосконалення державного регулювання цифрових екосистем в Україні

Формування та розвиток цифрових екосистем з їх подальшою ефективною імплементацією у структуру організацій тісно пов'язане з державним регулюванням. Воно має забезпечувати баланс між

інноваціями, економічним розвитком, захистом прав користувачів та стейкхолдерів платформ. Також ефективна регуляторна політика має забезпечувати захист інтересів громадян, особливо в таких питаннях, як безпека даних та захист конфіденційності [150, р.235]. Наприклад, досвід Європейського Союзу в розробці Загального регламенту про захист даних (GDPR) демонструє, як державне регулювання може захищати права користувачів і водночас сприяти економічному зростанню, адже компанії змушені адаптуватися до нових стандартів захисту інформації, що підвищує їх конкурентоспроможність на глобальному ринку [187, р.10]. Більш того, держава відіграє важливу роль у стимулюванні інновацій шляхом створення регуляторних «пісочниць» — середовищ, де нові технології можуть бути протестовані в умовах пом'якшеного регуляторного контролю. Такий підхід дозволяє бізнесу швидше інтегрувати технологічні рішення, не боячись правових наслідків у разі невідповідності нових розробок стандартам. Відсутність же чіткої регуляторної бази може призвести до таких негативних наслідків, як зниження довіри до цифрових послуг та сповільнення інновацій [149, р.178]. Таким чином, державне регулювання є важливим елементом захисту цифрових екосистем як приватних, так і публічних організацій, забезпечуючи їх стабільність і прозорість, а також підвищуючи привабливість для споживачів, громадян, зовнішніх інвесторів, тощо.

Аналізуючи контекст української економічної системи можна стверджувати, що, навіть незважаючи на воєнний стан, який триває з лютого 2022 року, відбувається розвиток цифрових рішень та технологічних інтеграцій у всі форми організацій на публічному та приватному рівні. Це суттєво корелює з оборонно-промисловим комплексом, інтеграцією до європейського цифрового простору та відновленням економіки після військових дій. Водночас, цей прогрес супроводжується відповідною нормативно-регуляторною базою,

державних стратегій та розробкою кластерів. Так, у 2023 році уряд України схвалив завдання Національної програми інформатизації, що спрямована на розбудову сучасної інформаційної інфраструктури, впровадження цифрових технологій та посилення кіберзахисту. Крім того, у 2023 році було проведено громадське обговорення Стратегії розвитку екосистеми інновацій в Україні, що свідчить про прагнення уряду залучити громадськість до процесу формування регуляторної політики у сфері цифрових технологій [29]. Важливим кроком стало ухвалення законопроекту про єдину роумінгову зону з ЄС, що є однією з умов євроінтеграції України у сфері електронних комунікацій та ще одним кроком на шляху до цифрового безвізу з ЄС. Це рішення сприятиме інтеграції України у європейський цифровий простір і зниженню бар'єрів для бізнесу та громадян, що суттєво впливатиме на цифрові екосистеми організацій [39]. Також, враховуючи воєнний стан, Україна на законодавчому рівні активно стимулює впровадження інновацій та розробку технологічних екосистемних рішень для оборонно-промислового комплексу. Міністерство цифрової трансформації та Міністерство оборони в синергії у 2023 році створюють платформу під назвою «BRAVE1». Ключове завдання цієї tech-інституції — це формування екосистеми для розвитку та розповсюдження інноваційних оборонних технологій. Ця платформа працює у форматі кластеру, що сприяє інтеграції стартапів, R&D-центрів, наукових організацій та приватного сектору для розробки рішень у сфері військової робототехніки, дронів, кібербезпеки, тощо. У лютому 2024 року Кабінет Міністрів затверджує перелік постанов, які спрямовані на підтримку національних виробників військових hard- та software рішень, у тому числі спрощення процедур сертифікації та доступу до ринку. Це створює сприятливі умови для українських компаній, які розробляють безпілотні літальні апарати для розвідки та доставки вантажів у зоні бойових дій [37]. Відповідна підтримка стартапів та інноваційних

компаній, що займаються виробництвом дронів, дозволяє країні не лише посилювати власний оборонний потенціал, а й бути конкурентоспроможним гравцем на світовому ринку військових та подвійних технологій. Також, варто зазначити, що для українського бізнесу одним із ключових аспектів регуляторної системи цифрових технологій є податковий режим Дія.Сіті. Він відіграє ключову роль у створенні сприятливого середовища для розвитку технологічного бізнесу, стимулює залучення інвестицій та підтримує інноваційні стартапи. Завдяки спеціальним податковим та інвестиційним умовам, резиденти Дія.Сіті можуть працювати в конкурентних умовах, що сприяє загальному розвитку цифрової економіки на міжнародному рівні. Податковий режим Дія Сіті є однією з базисних основ стратегії регулювання цифрових екосистем для приватного сектору і є важливим кроком для забезпечення стабільного зростання технологічних кластерів в межах організацій різних видів діяльності. В контексті пріоритизації напрямів регулювання цифрових екосистем необхідно враховувати його вплив на інноваційні компанії, потенційні ризики та можливості для подальшого вдосконалення нормативно-правової бази.

Але, незважаючи на вагомі досягнення у побудові концепції «цифрової держави», українська економічна та нормативно-правова система стикається з низкою викликів щодо державного регулювання та стимулювання розвитку цифрових екосистем. Це прямо впливає на швидкість та ефективність міжрегіональної цифрової трансформації та інтеграцію країни до загальноєвропейського цифрового простору. Так, нижче наведено аналіз ключових проблем у чинному регуляторно-правовому та економічному полі цифрових екосистем:

Невідповідність українського законодавства до європейських та американських стандартів. Україна активно працює над інтеграцією до європейського цифрового простору, проте існують значні розбіжності між

національним законодавством та європейськими стандартами. Зокрема, необхідно адаптувати законодавство до вимог Регламенту цифрової ідентифікації (eIDAS 2.0) та Директиви ЄС щодо забезпечення високого рівня кібербезпеки мережевих та інформаційних систем (NIS2) [39]. Відсутність гармонізації ускладнює взаємодію з європейськими партнерами та обмежує можливості для розвитку цифрових послуг;

Кібербезпека. Впродовж дії воєнного стану була проведена серія ворожих кібератак, які повністю або частково паралізували роботу державних реєстрів та баз даних банківських та інших видів установ. Відповідно, в Україні є недостатній рівень захисту критичної інформаційної інфраструктури на державному і приватному рівні. Відсутність провідних стандартів кібербезпеки закріплених на законодавчому рівні, недостатня кількість профільних інженерів та недофінансування цієї сфери посилюють серйозність даної проблеми;

Відсутність комплексної стратегії розвитку цифрових платформ і екосистем на рівні державно-приватного партнерства. Незважаючи на окремі ініціативи, в Україні бракує цілісної державної політики щодо розвитку та регулювання цифрових платформ і екосистем. Це призводить до нерівності у взаєминах між державою, бізнесом та громадянами, а також до ризиків втрати цифрового суверенітету [24]. Для комплексного функціонування цифрових екосистем необхідна розвинена інфраструктура, у тому числі швидкісний інтернет (5G), R&D та дата-центри, серверні хаби, тощо. В Україні існують регіональні диспропорції у доступі до таких ресурсів, що обмежує можливості для розвитку цифрової економіки в окремих областях;

Низький рівень захисту персональних даних та ІР. Захист інтелектуальної власності, нематеріальних активів та персональних даних є критично важливим у цифрову епоху. Хоча в Україні діє Закон «Про захист персональних даних», його положення потребують оновлення та

приведення у відповідність до Загального регламенту про захист даних (GDPR) ЄС. Недостатній рівень захисту даних може призвести до втрати довіри користувачів, міжнародних партнерів та інвесторів;

Нестача державних ініціатив для підтримки цифрових стартапів та IT-сектору. Хоча в Україні існують програми підтримки стартапів, а також спеціальний податковий режим Дія.Сіті, їх кількість та масштаб є недостатніми для повноцінного розвитку комплексної інноваційно-кластерної екосистеми. Український фонд стартапів, заснований за ініціативи Кабінету Міністрів, є одним із небагатьох державних інструментів підтримки [12]. Однак, загалом, державна підтримка залишається обмеженою, що змушує підприємців шукати ресурси, зокрема фінансові, за межами країни. Окремою проблемою є те, що технологічні компанії стикаються з труднощами під час участі в державних тендерах. Серед основних проблем — непрозорі процедури відбору, вимоги, які не відповідають специфіці IT-проектів, та відсутність чітких критеріїв оцінки інноваційних рішень. Відповідно, низький рівень державно-приватного партнерства обмежує можливості адаптивного впровадження сучасних технологій у державному секторі та знижує мотивацію компаній брати участь у таких проєктах, фокусуючи увагу більше на комерційній діяльності. Окремо в Україні бракує податкових стимулів для інноваційних компаній. Відсутність податкових пільг або грантів для впровадження цифрових інновацій стримує розвиток галузі [14]. Загалом, комплекс проблем по регулюванню цифрових екосистем в Україна станом на 2024-25 роки (рис.3.5) зумовлюють роботу над удосконаленням податкової політики та формуванні стимулів для інновацій в контексті цифрового бізнесу в Україні.



рис.3.5. **Ключові проблеми регулювання цифрових екосистем в Україні.**

Джерело: розроблено автором

У контексті визначення пріоритетних напрямів вдосконалення державного регулювання цифрових екосистем в Україні важливо проаналізувати міжнародний досвід у цій сфері. Він суттєво корелює з економічною, соціальною та податковою політикою кожної з державних систем, але тим не менш порядок інституційних правил гри є глобалізований, що дозволяє tech-організаціям відчувати себе захищеними у цих юрисдикціях. Так, Європейський Союз застосовує комплексне регулювання, спрямоване на захист прав користувачів, інтелектуальної власності, нематеріальних активів та створенню єдиного цифрового ринку. США, у свою чергу, віддають перевагу саморегулюванню та мінімальному втручання держави у процеси регуляції цифрових екосистем, але забезпечують високий рівень захисту даних, підтримку патентного права на програмні продукти та антимонопольної регуляції. Південна Корея розробляє та підтримує цифрову інфраструктуру на державному рівні,

інвестуючи у 5G, Smart City, тощо. Сінгапур активно інтегрує регуляторні «пісочниці» для пілотування цифрових інновацій, забезпечуючи сприятливий бізнес-клімат. У Таблиці 3.4 відображено порівняльну характеристику міжнародного досвіду регулювання цифрових екосистем з ключовими акцентами та основними законодавчо-правовими актами, програмами та урядовими ініціативами в рамках цієї проблематики.

Таблиця 3.4

Порівняльна характеристика міжнародного досвіду регулювання цифрових екосистем

Країна/ Регіон	Основний підхід	Ключові заходи	Законодавчі акти, програми та державні ініціативи
Європейський Союз	Комплексне регулювання та захист прав користувачів	Єдиний цифровий ринок (Digital Single Market), цифровий податок для технологічних компаній, спільні ініціативи з розвитку штучного інтелекту та квантових технологій	GDPR (General Data Protection Regulation), NIS2 (Network and Information Security Directive), Digital Services Act
США	Мінімальне втручання держави та саморегулювання	Саморегулювання, антимонопольний контроль, підтримка стартапів через гранти та контракти	Small Business Innovation Research (SBIR), Federal Trade Commission (FTC) antitrust policies, Cloud Act
Південна Корея	Державна підтримка та інвестиції в цифрову інфраструктуру	Інвестиції в 5G, Smart City, державні програми фінансування ІТ-досліджень	ICT R&D Program, 5G Strategy Plan, Smart City Initiative
Сінгапур	Регуляторні «пісочниці» та сприятливе бізнес-середовище	Фінтех- та ІТ-«пісочниці», пільгове оподаткування, інтеграція цифрових технологій у державне управління	Monetary Authority of Singapore (MAS) Fintech Sandbox, Smart Nation Initiative, Digital Government Blueprint

Джерело: розроблено автором на основі [52-53]

Формуючи контекст української системи державного регулювання цифрових екосистем важливо зважати на міжнародний досвід, зокрема, у

гармонізації законодавства з європейськими стандартами, особливо в контексті прийняття аналогів GDPR та NIS2 для підвищення рівня захисту персональних даних і кібербезпеки. За прикладом Сінгапуру варто розглянути можливості інтеграції «пісочниць» для фінтех-компаній, а також тих, хто займається розробкою штучного інтелекту та блокчейн-технологій. Зокрема, до цього можна було б додати розробку технологій подвійного призначення, враховуючи високу концентрацію компаній-новаторів зі сфери DefenseTech. Від США варто перейняти потенційні можливості впровадження державних грантів та контрактів для технологічних стартапів (аналог SBIR) та розробку програм для залучення зовнішнього венчурного інвестора. У той же час, досвід Південної Кореї демонструє ефективність розбудови концепції Smart-міст, технологій 5G, R&D-центрів та цифровізацію державних процесів.

Відповідно, враховуючи проведений аналіз, пропонується авторська концепція «дорожньої мапи» пріоритетних напрямів державного регулювання цифрових екосистем в Україні:

1. Оновлення та гармонізація законодавства у сфері цифрових екосистем в Україні.

Ефективне регулювання цифрових екосистем потребує модернізації законодавчої бази та її адаптації до міжнародних стандартів. Україна повинна запровадити гнучке законодавство, яке враховуватиме міжнародний досвід і національні реалії.

1.1. Адаптація до стандартів ЄС.

Концепція проекту закону «Про захист персональних даних» (аналог GDPR):

A. Приведення законодавства у відповідність до Загального регламенту ЄС про захист даних (GDPR);

В. Чітке визначення прав користувачів на контроль і видалення персональних даних;

С. Впровадження штрафів за витоки інформації та порушення конфіденційності;

Д. Окремі правила для державних органів щодо зберігання та обробки персональних даних.

Концепція проєкту закону «Про кіберстійкість та захист критичних цифрових інфраструктур» (аналог NIS2):

А. Виокремлення критичних цифрових інфраструктур (реєстри, банківська система, платформенні онлайн-сервіси, тощо);

В. Впровадження інструментів кіберзахисту та встановлення чітких кібербезпекових норм для приватних та державних організацій, в залежності від ступеня проникнення їх даних у цифровий простір;

С. Впровадження органу оперативного реагування на кібератаки (CERT-UA + орган на рівні Нацполіції у складі кіберпідрозділу або СБУ).

Концепція проєкту закону «Про цифрові платформи та онлайн-сервіси» (аналог Digital Services Act):

А. Регуляторна політика щодо роботи онлайн-платформ, соціальних мереж та маркетплейсів (правила прозорості, боротьба з дезінформацією та неприйнятним контентом з точки зору етики та моралі);

В. Обов'язкова можливість доступу користувачів до їх даних та гарантійна можливість видалення персональної інформації;

С. Чітке визначення відповідальності платформ за модерацію контенту та боротьбу з зовнішніми маніпуляціями.

Концепція проєкту закону «Про цифрові ринки» (аналог Digital Markets Act):

А. Запровадження списку «цифрових воратарів» – компаній, які контролюють ринок (аналог великої п'ятірки Big Tech. До переліку можуть входити як міжнародні корпорації, так і великі українські ІТ-компанії (наприклад, Rozetka, Monobank, Prom.ua, тощо)), з обов'язковою заборонаю зловживання домінантним становищем та відмові у доступі до даних меншим гравцям. А також з обов'язковою вимогою забезпечувати інтероперабельність (API-сумісність сервісів для різних компаній);

В. Обмеження монополізації цифрового ринку, заборона ексклюзивних практик великих гравців;

С. Підтримка українських компаній через програму цифрового локального виробництва продуктових ІТ-рішень;

1.2. Вдосконалення нормативно-правового поля для спеціальних правових режимів цифрових інновацій та оптимізація податкової політики (опціонально – в межах «ДІЯ СІТІ»)

Україні необхідно стимулювати створення власних продуктових технологічних компаній шляхом гнучких регуляторних механізмів.

Концепція проекту закону «Про регуляторні пісочниці»:

А. Запровадження спеціальних регуляторних режимів для тестування ІТ-продуктів зі сфери Fintech, DefenceTech, Medtech, блокчейну, імерсивних технологій, штучного інтелекту, тощо;

В. Нормативні дозволи для компаній на етапі MVP та PreSeed працювати з тимчасовими полегшеними нормами в межах пілотного тестування інноваційних ІТ-продуктів. Мінімізація податкових витрат;

С. Спрощені умови ліцензування та патентування для Fintech, DefenceTech, Medtech компаній і платформ на базі розподілених цифрових реєстрів (Web3, DeFi, NFT, тощо);

D. Запуск спеціального «Кластера цифрових інновацій», який матиме податкові пільги на венчурні інвестиції у продуктиві ІТ-рішення;

E. Податкові канікули для зовнішніх та внутрішніх інвесторів, які інвестують у продуктиві компанії Fintech, DefenceTech, Medtech, блокчейну, імерсивним технологіям, штучного інтелекту та PreSeed та Seed A стадіях;

F. Оптимізація бухгалтерського обліку та фінансової звітності для продуктивих технологічних компаній через автоматизовані системи податкового адміністрування;

G. Залучення міжнародних експертів та аудиторів до аналізу ефективності пісочниць і розробки фінально-погоджених регуляторних норм після проміжного періоду;

H. Створення програм інкубаторів та акселераторів, підтримуваних державою, для розвитку наукових та технологічних продуктивих рішень;

I. Впровадження публічної державної платформи (маркетплейсу) цифрових продуктивих рішень, де технологічні компанії зможуть пропонувати свої ідеї для впровадження в державному секторі і, після верифікації, матимуть прозору процедуру закупівель цих цифрових продуктів державою, щоб малий і середній бізнеси могли конкурувати з великими корпораціями.

Концепція проєкту закону «Про криптовалюти, штучний інтелект і автоматизовані рішення»:

A. Запровадження політики регулювання використання криптовалют та токенизованих-блокчейн активів з концепцією «Прозорий токен» для захисту прав інвесторів, користувачів, криптобірж та інших учасників ринку;

В. Впровадження прозорого механізму фінансового ліцензування криптообмінників та крипто-бірж за аналогією з ЄС;

С. Механізми правової реєстрації цифрових контрактів через блокчейн у державних структурах для ведення господарської діяльності та верифікації контрактів з контрагентами;

Д. Регуляторне обмеження для всіх організацій на ринку щодо використання AI у високоризикових сценарних моделях (маніпулювання поведінкою людей, соціальний рейтинг, автоматичне рішення про кредитування, політичні кампанії, тощо). Запровадження багаторівневої системи AI-регулювання: високий ризик (AI у фінансах, медицині, державному управлінні) → сертифікація та аудит. Середній ризик (AI для маркетингу, аналізу даних, наукової діяльності) → контрольні механізми. Низький ризик (чат-боти, комерційна реклама) → мінімальне регулювання;

Е. Розробка нормативно-правової бази для інтеграції блокчейну у державні реєстри задля підвищення прозорості державних процесів, в тому числі — закупівельних.

2. Модернізація цифрової інфраструктури та політика інвестиційних стимулів для впровадження цифрових продуктивних інновацій.

Технологічні компанії є важливим елементом розбудови інноваційної економіки і її переходу від сировинної до продуктової моделі на всіх організаційних рівнях. Без якісної цифрової інфраструктури цей трек неможливий. Політика держави має формувати відповідне середовище для інвестицій, знижувати регуляторні бар'єри, вирощувати кадри та активно інвестувати кошти в модернізацію цифрової інфраструктури.

2.1. Модернізація цифрової інфраструктури

Високотехнологічні продуктивні рішення не можуть бути створені та імplementовані на ринку без якісного інтернету, дата-центрів, R&D-установ та якісних комунікаційних систем.

Концепція проєкту закону «Про розвиток широкосмугового інтернету, мобільних мереж, модернізацію державних сервісів та муніципальних платформ, а також розвиток Smart City»:

А. Впровадження національної програми 5G-розвитку з залученням міжнародних операторів та повне покриття території України швидкісним інтернетом, у тому числі сільські та віддалені райони;

В. Пропозиція щодо державних субсидії для операторів, що за власні кошти формують мережі у важкодоступних регіонах;

С. Створення державного мультихмарного зберігання з високим рівнем протоколів кібербезпеки. Це те, що дозволяє розподілити навантаження між різними дата-центрами та створити державну хмарну платформу для безпечного зберігання даних;

Д. Імплементация норм та правил використання штучного інтелекту для оптимізації управління цифровими сервісами держави на регіональному та національному рівнях;

Е. Формування єдиного державного API на базі відкритого коду, який дозволить технологічним компаніям легше взаємодіяти з державними сервісами і ретранслювати ці послуги своїм споживачам, за необхідності;

Ф. Розробка інфраструктурних проєктів, щодо впровадження у міські та обласні сервіси систем штучного інтелекту (наприклад, для керування світлофорами, регуляції щодо розумного споживання електроенергії, тощо);

Г. Формування на законодавчому рівні системи впровадження «розумних міст» з використанням IoT, AI, Big Data, AR й VR для управління комунальними та іншими видами громадських послуг.

2.2. Політика інвестиційних стимулів для впровадження цифрових продуктових інновацій.

Концепція проєкту Закону «Про інвестиційні стимули, технологічні кластери та національну програму технологічного розвитку»:

A. Програми прямого державного фінансування та субсидування інноваційно-продуктових технологічних компаній у сферах Fintech, DefenceTech, Medtech, блокчейну, імерсивних технологій, штучного інтелекту, біотехнологій, квантових обчислень, тощо;

B. Спеціальні податкові режими для технологічних компаній зі сфери DefenceTech та подвійних технологій. Стимулювання розгортання промислових потужностей з іноземними капіталами;

C. Формування інноваційних хабів та кластерів в межах державно-приватного партнерства у сфері інновацій між державою, приватним сектором і науковими установами. Спільні дослідницькі програми та імпаکت-проекти між державою, технологічними компаніями та університетами;

D. Розробка механізмів використання та запровадження міжнародного досвіду венчурного фінансування (аналог європейських EIS Accelerator);

E. Формування регуляторних норм через гарантії повернення частини інвестицій через державні механізми співфінансування для міжнародних інвесторів;

F. Створення технологічно-індустріальних зон з пільговими умовами оподаткування. Виділення землі та інфраструктурних потужностей для компаній, що працюють у сфері швидкого масштабування технологій та технологій подвійного користування. Цифрові парки з мінімальним корпоративним податком та податком на прибуток. Зниження вартості електроенергії для дата-центрів компаній, що розташовані в таких парках.

Отже, незважаючи на всі виклики, Україна впевнено крокує на шляху до ефективного і всеосяжного впровадження технологічних рішень на рівні як приватних, так і державних організацій. Відповідно, цей процес має бути підкріплений ефективним інструментарієм державного регулювання

цифрових екосистем. Впровадження нових законодавчих ініціатив, нормативно-правових актів та створення відповідних кластерів, нових технологічних офісів та інших інституційних форм дозволить створити сприятливе макро- та мікросередовище для розвитку інновацій, залучення інвестицій та модернізації цифрової інфраструктури України, навіть в умовах воєнного стану. Оновлення законодавчої бази має ґрунтуватися на гармонізації з міжнародними стандартами. До пріоритетних напрямів вдосконалення державного регулювання цифрових екосистем слід віднести створення сприятливого інституційного середовища для функціонування продуктових компаній з доданою вартістю і залучення у економіку венчурних та інституційних міжнародних інвесторів, широкомасштабний розвиток цифрової інфраструктури, розширення широкосмугового 5G-інтернету, інвестиції в дата- та R&D-центри та створення Smart City-рішень. Успішна реалізація цих та інших ініціатив дозволить Україні стати лідером цифрової трансформації у Європі та, в майбутньому, у світі, забезпечивши стійке економічне зростання та глобальну конкурентоспроможність національної економіки.

Висновки до третього розділу

На основі аналізу сучасного стану та перспектив розвитку цифрових екосистем в Україні отримано такі наукові результати:

Цифрові екосистеми національної економіки, зокрема, платформи «Дія» та ініціативи «Дія.Сіті», сприяють прискоренню інтеграції технологій у всі галузі та на всіх рівнях економічної системи України, формують умови для інноваційної діяльності, підвищують її продуктивність, знижують витрати та стимулюють співпрацю між різними економічними суб'єктами. Це дозволяє об'єднувати державні органи,

приватний сектор та громадян для більш ефективного обміну інформацією, послугами та новими рішеннями, створюючи синергетичне середовище для зростання національної економіки.

Аналіз імплементації цифрових екосистемних рішень для різних державних інституцій України демонструє глибоке проникнення технологій у горизонтальні та вертикальні моделі державного сектору. Інтеграція цифрових екосистем у державному секторі України охоплює використання інноваційних технологій для посилення взаємодії між органами влади, забезпечення доступності публічних послуг та підтримки економічної стійкості та обороноздатності країни. Сформовані та формалізовані форми та компоненти цифрових екосистем Міністерства охорони здоров'я, Міністерства освіти та Міністерства оборони України демонструють високу швидкість адаптації технологій. Зокрема, проведений аналіз на основі вибірових даних та побудови кореляційно-регресійного аналізу демонструє високий рівень позитивного впливу технології віртуальної реальності на підвищення рівня успішності та засвоєності знань у точних науках учнів навчальних закладів загальної середньої освіти.

Визначено ключові проблеми чинного регулювання цифрових екосистем України, а саме: неузгодженість національного законодавства з міжнародними стандартами, низький рівень захисту персональних даних, недостатній рівень регуляції кібербезпеки, регіональні диспропорції у доступі до цифрових інфраструктур. Відповідно до цього, розроблені пріоритетні напрями їх вдосконалення, у вигляді авторської концепції «дорожньої мапи», щодо державного регулювання та реформування цифрових екосистем в Україні через інтеграцію європейських стандартів, стимулювання інновацій та розбудову цифрової інфраструктури. Серед отриманих результатів наукового аналізу та пропозицій варто виокремити важливість гармонізації цифрового законодавства України з європейськими

та міжнародними нормами (GDPR, NIS2, Digital Markets Act, тощо), формування регуляторних «пісочниць», стимулювання венчурного фінансування, підтримку у сферах Fintech, DefenceTech, Medtech, блокчейну, імерсивних технологій, штучного інтелекту й технологій подвійного використання та ідей щодо інтеграції блокчейну у державне правління та економіку загалом.

ВИСНОВКИ

Результатом дисертаційної роботи є поглиблення теоретико-методологічних засад дослідження формування та розвитку цифрових екосистем, в межах державного і приватного секторів, в умовах складних та суперечливих процесів цифрової трансформації економіки та обґрунтування на цій основі комплексних науково-практичних рекомендації щодо вдосконалення державного регулювання цифрових екосистем, управління ризиками та інтеграції інноваційних технологій і новітніх імпакт-моделей у державне управління та бізнес-процеси. Основними висновками та рекомендаціями дисертаційної роботи є такі:

1. Розвиток теоретичних досліджень цифрових екосистем характеризується плюралізмом наукових підходів до визначення їх сутності та змістовних характеристик, які здебільшого сегреговані та сконцентровані в межах певних бізнес-структур, сегментованих технологій чи платформених рішень. З урахуванням здобутків та наявних обмежень існуючих підходів щодо визначення сутності цифрових екосистем в межах сучасного економічного дискурсу запропоновано авторське визначення економічній категорії *цифрова екосистема*, як складнотруктурованої та самоорганізованої взаємодії відповідних функціональних компонентів технологічного, інфраструктурного, організаційного та операційного рівнів державних інституцій та приватних організацій, що генерує синергетичний ефект підвищення стійкості національних економік в умовах сучасних глобальних трансформацій. До ключових характеристик цифрових екосистем віднесено: модульність, адаптивність, автоматизацію та економію на масштабі. При цьому, унікальною, змістовною характеристикою цифрових екосистем визначено здатність швидко об'єднувати економічні суб'єкти (споживачів, виробників, державні органи, громадян) для співпраці, конкуренції, поширення інформації або

купівлі благ та послуг у межах організаційної структури на базі якої ця цифрова система функціонує завдяки технологіям, хмарним та локальним обчислювальним системам, фінансовим інструментам, серверним потужностям, мультиплатформеності. Визначено, що метою формування цифрових екосистем є створення симбіотичних взаємозв'язків між учасниками на базі новітніх технологій та бізнес-процесів, для забезпечення ефективності та масштабованості відповідних процесів та збільшення доданої вартості в межах сучасних організаційних структур національної економіки. Цифрові екосистеми демонструють здатність до швидкої координації дій учасників, що дозволяє ефективно реагувати на зміни зовнішнього середовища та запускати процеси інноваційного розвитку.

2. Цифрові екосистеми є складними, розгалуженими, багаторівневими та полісистемними структурами, заснованими на збалансованому об'єднанні технологічних елементів відповідної функціональної ієрархії, синергетична взаємодія яких підвищує ефективність організаційної взаємодії економічних суб'єктів. Запропонована автором уніфікована класифікаційна матриця цифрової екосистеми враховує багаторівневу структуру цифрового середовища, механізми самоорганізації та стратегічну роль взаємозв'язків між учасниками і містить інфраструктурний, операційний, координаційний, регуляторний, монетизаційний рівні. При цьому, цифрова екосистема державного сектору постає як складноструктурована та динамічно організована багаторівнева взаємодія технологічних елементів (цифрових платформ та інформаційних систем) органів державної влади та громадян, що функціонує на основі технологічних рішень, реєстрів даних та сервісної інфраструктури, з метою забезпечення ефективного державного управління, надання якісних публічних послуг, прозорості та стійкого соціально-економічного розвитку. На відміну від цифрової екосистеми

державного сектору, цифрова екосистема приватного сектору постає як гнучка, самоорганізована взаємодія комерційних підприємств, API-провайдерів, постачальників, клієнтів та інноваційних інфраструктур, що функціонує на основі цифрових технологій, даних, мережових бізнес-моделей, з метою створення, масштабування та споживання економічної цінності і генерації додаткового рівня монетизації в умовах висококонкурентної та динамічної ринкової кон'юнктури.

3. Наявні методичні підходи до вимірювання рівня розвитку цифровізації мають певні обмеження, пов'язані з несформованою уніфікованою системою показників та нерозробленою методологією для оцінки цього явища на рівні національних економік. Водночас, комплексний підхід до оцінювання зазначеного рівня передбачає контекстний аналіз внутрішніх і зовнішніх факторів впливу на їх формування і функціонування. Йдеться про необхідність врахування відкритості, складноструктурованості та емерджентності цифрових екосистем, що передбачає вимірювання рівня їх розвитку на основі аналізу: (1) зовнішнього середовища їхньої генези (рейтингові звіти міжнародних організацій); (2) внутрішнього середовища їх формування на рівні державного сектору (законодавчо-правові акти, статистичні дані окремих країн); (3) розвитку цифрових екосистем на рівні приватного сектору (дані аналітичних, рейтингових центрів та соціологічних опитувань). Такий підхід уможливорює стратегічне управління цифровими екосистемами на всіх етапах їх життєвого циклу, від формування до зрілості, дозволяючи відстежувати їх вплив на результати діяльності окремих учасників та екосистеми в цілому.

4. Основними чинниками розвитку цифрових екосистем є технологічні інновації, вдосконалення цифрової інфраструктури, формування відповідного регуляторного середовища, інтеграція штучного інтелекту, хмарних технологій та блокчейн-рішень. Трансмісія їх впливу на

цифрові екосистеми пов'язана з процесами цифрової трансформації економіки, бізнес-моделей, ринку праці та інших соціально-економічних структур. При цьому, ключовою передумовою розвитку цифрових екосистем є започаткування Індустрії 5.0 в межах якої відбувається перехід від одиничних технологічних рішень, характерних для Індустрії 4.0, до сегрегації технологій, персоналізації сервісів, впровадження інтерактивних інтерфейсів та розвитку етичних аспектів штучного інтелекту. Зароджуючись в межах Індустрії 5.0, цифрові екосистеми, в свою чергу, постають основними драйверами подальшого розгортання п'ятої промислової революції, оскільки сприяють персоналізації послуг, впровадженню алгоритмічного управління, формуванню інтегрованих платформ для ефективної взаємодії держави, бізнесу і суспільства, підтверджуючи важливу роль ключових технологічних інновацій, таких як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), AR/VR-технологій, блокчейн і хмарні обчислення.

5. 3D-економіка є новою імпакт-моделлю розвитку цифрових екосистем, комплексною системою взаємодії взаємопов'язаних і упорядкованих елементів функціонування організацій та інституцій приватного і державного секторів, що формуються та розвиваються шляхом використання імерсивних технологій доповненої, віртуальної реальності, 3D-друку та 3D-графіки у виробництві, обміні, демонстрації і реалізації товарів та послуг. Метою 3D-економіки є залучення споживачів у глибшу взаємодію з товаром або послугою, надання їм користувацького досвіду ще до того, як вони фізично придбають товар, створення віртуального середовища для симуляторної взаємодії з об'єктами задля скорочення витрат на реалізацію цього середовища у реальному (фізичному) світі за рахунок інтеграції імерсивних технологій. Кваліфікаційна структура 3D-економіки, як нової складової цифрових екосистем поєднує технологічні, економічні та соціальні компоненти, серед

яких: імерсивність, реалістичне візуальне представлення та симуляторність. Основними економічними перевагами 3D-економіки є оптимізація бізнес-процесів, зниження витрат, підвищення персоналізації товарів і послуг, що сприяє розширенню доступу до нових ринків, відкриває нові можливості розвитку виробництва, електронної комерції, освіти, урбаністики та державного управління. При цьому 3D-економіка є не лише інноваційним напрямом цифрової трансформації, але й інструментом для формування нових форм економічної діяльності, що має значний вплив на державний та приватний сектор шляхом оптимізації бізнес-процесів, підвищення ефективності виробництва, покращення споживчого досвіду та створення нових моделей економічної взаємодії.

6. Функціонування та розвиток цифрових екосистем породжує нові можливості та загрози для державних інституцій та приватних організацій, що містять технологічні, економічні та організаційні аспекти. Ключовими можливостями розвитку цифрових екосистем є оптимізація бізнес-процесів, підвищення ефективності управління, персоналізація послуг, розширення ринків збуту, покращення взаємодії стейкхолдерів, підвищення прозорості у наданні державних послуг, зниження адміністративних витрат, автоматизація управлінських процесів. Водночас, ключовими загрозами розвитку останніх є кіберзагрози, ризики монополізації, цифровий розрив між секторами економіки, регуляторна невизначеність, недостатній рівень захисту персональних даних, інституційні виклики та дисфункції. Зокрема, інциденти з витоком конфіденційних даних призводять до серйозних юридичних і фінансових наслідків для приватного і державного секторів. Комплексний підхід до управління ризиками цифрових екосистем є критично важливим для їх сталого розвитку в умовах цифрової трансформації та передбачає вдосконалення нормативно-правового регулювання, посилення заходів кіберзахисту, розвиток відкритих стандартів взаємодії та механізмів

державного контролю за цифровими платформами, підвищення рівня цифрової грамотності громадян та вдосконалення інституційного середовища національної та глобальної економік.

7. Цифрові екосистеми національної економіки відіграють ключову роль у процесах цифрової трансформації України, зокрема, в контексті забезпечення доступності цифрових послуг для населення, стимулювання інновацій в межах локальних ринків та потенційного залучення інвестицій в майбутньому. Незважаючи на воєнний стан та уповільнення економічного розвитку, країна активно просувається на шляху цифрової трансформації, інтегруючи технологічні рішення в різні сфери публічного управління. Цифрові екосистеми забезпечують інтеграцію новітніх технологій у бізнес та державне управління, сприяючи розвитку електронного урядування, фінансових технологій, цифрової торгівлі та аналітики великих даних. Цифрові екосистеми є важливим драйвером економічного розвитку України, що стимулюють цифрову трансформацію державного управління, фінансового сектору та промисловості. Зокрема, ініціативи «Дія» та «Дія.Сіті» продемонстрували значний вплив цифрових екосистем на модернізацію державного сектору та покращення бізнес-середовища в Україні. Завдяки оцифруванню державних послуг громадяни можуть отримувати їх онлайн, що знижує рівень бюрократії, підвищує прозорість регуляторних процесів, сприяє залученню населення до цифрових екосистем та підвищує рівень довіри до державних структур. Своєю чергою, цифрові екосистеми приватного сектору національної економіки сприяють оптимізації організаційних процесів, покращують управління даними та забезпечують персоналізовані сервіси для споживачів. Використання технологій штучного інтелекту, хмарних обчислень, блокчейну та Інтернету речей дозволяє підвищувати ефективність бізнес-моделей та створювати нові ринки. Водночас, процес імплементації цифрових екосистем в економіку України супроводжується

низкою викликів, таких як кібербезпека, цифровий розрив між галузями, недостатня узгодженість регуляторного середовища та потреба у значних інвестиціях у цифрову інфраструктуру. Для подальшого ефективного розвитку цифрових екосистем необхідне створення сприятливого інституційного середовища, залучення інвестицій у технологічні компанії та підтримка інновацій на державному рівні, яка забезпечить економічне зростання та підвищить якість життя громадян.

8. Імплементация цифрових екосистем у державний сектор України є вагомим чинником модернізації державного управління та посилення національної безпеки. Такі ініціативи, як «PROZORRO», «Резерв+», «Армія+», кластер «Brave» сприяють підвищенню ефективності державного управління, спрощенню доступу громадян до публічних послуг та мінімізації бюрократичних бар'єрів. Цифровізація державних послуг забезпечує їх доступність у режимі онлайн, що позитивно впливає на економічну активність та рівень довіри громадян до уряду. Війна посилює роль та значення швидкої та адаптивної інтеграції технологічних рішень у різні секторальні структури. Так, цифрова трансформація МОУ передбачає посилення кібербезпеки, автоматизацію логістичних процесів, інтеграцію аналітичних систем на основі штучного інтелекту та створення єдиної інформаційної платформи для управління оборонними ресурсами. Також, використання VR є ефективним для підвищення рівня успішності та засвоюваності знань учнів у точних науках. За цих умов важливого значення набуває впровадження технологій 3D-економіки, зокрема, віртуальної реальності, у структуру цифрової екосистеми приватних та державних навчальних закладів загальної середньої освіти.

9. Міжнародний досвід вдосконалення державного регулювання цифрових екосистем засвідчує значну варіативність управлінських підходів: від жорсткого нормативного контролю (ЄС) до моделі мінімального державного втручання (США). Аналіз практик регулювання

у країнах ЄС довів ефективність таких інструментів, як Загальний регламент про захист даних (GDPR), Директива NIS2 щодо кібербезпеки та Акт про цифрові ринки (DMA), які сприяють підвищенню прозорості та безпеки цифрових екосистем. У цьому контексті ключовими викликами для України є відсутність гармонізації законодавства з міжнародними стандартами, недостатній рівень кібербезпеки, відсутність чіткої стратегії розвитку державно-приватного партнерства у цифровій сфері, регіональні диспропорції у доступі до цифрових інфраструктур та низький рівень захисту персональних даних. Пріоритетними напрямками вдосконалення державного регулювання цифрових екосистем в Україні є вдосконалення нормативно-правової бази, гармонізація цифрового законодавства України з європейськими та міжнародними нормами (GDPR, NIS2, Digital Markets Act тощо), розробка механізмів підтримки стартапів та технологічних компаній, впровадження спеціальних регуляторних режимів (regulatory sandboxes), активізація державних інвестицій для розбудови цифрової інфраструктури, формування механізмів секторальної міжгалузевої підтримки сфер Fintech, DefenceTech, Medtech, а також блокчейну, імерсивних технологій, штучного інтелекту, технологій подвійного використання та ідей щодо інтеграції блокчейну в державне управління та економіку загалом. Реалізація комплексного підходу до вдосконалення державного регулювання цифрових екосистем дозволить Україні підвищити рівень цифрової конкурентоспроможності, сприятиме залученню міжнародних інвестицій та створенню сприятливих умов для розвитку інноваційного бізнесу, зміцнення обороноздатності та реалізації європейського вектору розвитку в умовах глобальних викликів та потрясінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артёмова Т. Цифрові платформи в економіці: нові можливості і загрози розвитку. *Філософія фінансової цивілізації: людина у світі грошей*. ДВНЗ Університет банківської справи. 2019. С. 84-91. URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/19274>
2. Биркович Т., Биркович В., Кабанець О. Механізми публічного управління у сфері цифрових трансформацій. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2019. 9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2156-2019.9.2>
3. Білявський В., Білявська Ю., Уманців Ю., Шестак Я., Журба О. і Хаванов А. Цифрові технології у фінансовому секторі економіки. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2024. 4(57). С. 171-183, DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptr.4.57.2024.4444>.
4. Булкот О., Демиденко Є. Цифровізація як визначальний фактор трансформації середовища міжнародного бізнесу. *Ефективна економіка*. 2024. 8. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.8.76>
5. Булкот О., Стендер С., Ястремська О., Саєнко В. і Перегуда Ю. Цифрова трансформація національної економіки України: Виклики та можливості. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2024. 2 (55). С. 333-345. DOI: [10.55643/fcaptr.2.55.2024.4328](https://doi.org/10.55643/fcaptr.2.55.2024.4328).
6. Білоусов Є., Борисов В. та ін. Концепція «Індустрія 4.0»: проблеми впровадження і окремі правові аспекти її реалізації в Україні. Монографія за ред. С. В. Глібка. Харків: НДІ прав. забезп. інновац. розвитку НАПрН України, 2021. 200 с.
7. Всеукраїнська школа онлайн: Платформа для дистанційного навчання. *Ministry of Education and Science of Ukraine*. 2023. URL: vshkoly.com.ua
8. Гражевська Н., Чигиринський А. Розвиток підприємницьких цифрових екосистем як чинник повоєнного відновлення економіки

України». *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка*. 2022. 2(219). С. 17–24. DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2022/219-2/3>

9. Гражевська Н. Еволюція теоретико-методологічних засад економічної компаративістики. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка*. 2014. 11(164). С.18-22.

10. Гриневич Л., Морзе Н., Вембер В., Бойко М. Роль цифрових технологій у розвитку екосистеми stem-освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. 83(3). С. 1-25. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.4461>.

11. Гражевська Н., Чигиринський А. Цифрова трансформація економіки в умовах посилення глобальних ризиків і загроз. *Економіка та держава*. 2021. 8. С. 53–57. DOI: 10.32702/2306-6806.2021.8.53

12. Ефект цифрової синергії: які перспективи для розвитку ІТ-сектору та стартап-індустрії відкриває очікуваний вступ України до ЄС. *Forbes Україна*. 2023. URL: <https://forbes.ua/innovations/efekt-tsifrovoi-sinergii-yaki-perspektivi-dlya-rozvitku-it-sektoru-ta-startap-industrii-vidkrivae-ochikuvaniy-vstup-ukraini-do-es-29082023-15636>.

13. Єдина державна електронна база з питань освіти (ЄДЕБО). *Ministry of Education and Science of Ukraine*. 2023. URL: www.mon.gov.ua

14. Здреник В., Грод А., Очеретко Б., Бохонський В. Вплив цифрових технологій на розвиток бізнесу: трансформація бізнес-моделей та управління інноваційними проектами. *Економічний аналіз*. 2024. 34(2). С. 453-464. DOI:<https://doi.org/10.35774/econa2024.02.453>

15. Інтернет-Асоціація України. Статистика доступу до інтернету в Україні. 2023. URL: <https://inau.ua>

16. ІТ-технології в освіті: Розвиток VR-лабораторій в університетах. *IT Ukraine*. 2023. URL: itukraine.org.ua.

17. Карчева, Г., Огородня Д., Опенько В. Цифрова економіка та її вплив на розвиток національної та міжнародної економіки. *Фінансовий простір*. 2017. 3(27). С. 13-21. URL: <http://fp.lnu.edu.ua/index.php/fp/article/view/523>
18. Коляденко С. Цифрова економіка: передумови та етапи становлення в Україні і у світі. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2016. 6. С. 105-112. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efmapnp_2016_6_11
19. Кораблінова І. Цифрові екосистеми у міжнародному технологічному бізнесі. *Економіка. Фінанси. Право*. 2023. 12. С.38-43. DOI: <https://doi.org/10.37634/efp.2023.12.8>
20. Кравченко О. Практичні аспекти оцінки синергії як основного критерію відбору ефективних угод злиття або поглинання при трансформації бізнес-моделей вітчизняних підприємств. *Mechanism of Economic Regulation*. 2014. 2. С. 79-87. DOI: <https://doi.org/10.15407/mer2014.02.079>
21. Краус Н., Голобородько О., Краус К. Цифрова економіка: тренди та перспективи авангардного характеру розвитку. *Ефективна економіка*. 2018. 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6047>
22. Краус К., Краус Н., Штепа О. Індустрія Х.0 і Індустрія 4.0 в умовах цифрової трансформації та інноваційної стратегії розвитку національної економіки. *Ефективна економіка*. 2021. 5. DOI: [10.32702/2307-2105-2021.5.91](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.5.91)
23. Київщина — місця пам'яті. Київщина туристична. *Управління туризму Київської обласної державної адміністрації*. URL: <https://kyivregiontours.gov.ua/memory/>
24. Корват О. Формування державної політики у сфері цифрових платформ і екосистем. *Право та інновації*. 2024. 3(43). С. 83–88. DOI: [https://doi.org/10.37772/2518-1718-2023-3\(43\)-11](https://doi.org/10.37772/2518-1718-2023-3(43)-11)

25. Корват О. Цифрові платформи та екосистеми в Індустрії 4.0. *Актуальні проблеми господарської діяльності в умовах розбудови економіки Індустрії 4.0*. 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/373628382_CIFROVI_PLATFORMI_TA_EKOSISTEMI_V_INDUSTRII_40
26. Краус К., Краус Н. і Осецький В. Суспільство 5.0 на базі розвитку інноваційного університету та цифрового підприємництва. *Економіка та суспільство*. 2021. 28. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-28-37>
27. Корнеєв В., Ходжаян А. Макроекономічні тенденції діджиталізації фінансового ринку. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2022. 7-8 (254–255). С. 42–48. DOI: [10.5281/zenodo.7323262](https://doi.org/10.5281/zenodo.7323262)
28. Лазебник Л. Технічний прогрес та цифровізація соціального капіталу як драйвер соціально-економічного розвитку країни. *Modeling the development of the economic systems*. 2022. 4. С. 153-159. DOI: <https://doi.org/10.31891/mdes/2022-6-20>
29. Міністерство цифрової трансформації України. Проєкт «Дія»: Цифровізація державних послуг. 2023. URL: <https://thedigital.gov.ua>
30. Міністерство оборони України. Цифрова екосистема «Резерв+»: Автоматизація обліку військовозобов'язаних. 2023. URL: <https://mod.gov.ua>
31. Міністерство цифрової трансформації України. «Дія.Сіті»: Програма підтримки ІТ-сектора. 2023. URL: <https://city.diia.gov.ua>
32. Міністерство цифрової трансформації України. «Дія Освіта»: Підвищення рівня цифрової грамотності. 2023. URL: <https://osvita.diia.gov.ua>
33. Міністерство цифрової трансформації України. «Дія Центри»: Доступ до цифрових послуг. 2023. URL: <https://centers.diia.gov.ua>
34. Міністерство цифрової трансформації України. «Дія Бізнес»: Підтримка підприємництва в Україні. 2023. URL: <https://business.diia.gov.ua>

35. Міністерство цифрової трансформації України. Результати цифрової трансформації в регіонах України за 2023 рік. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/rezultati-tsifrovoi-transformatsii-v-regionakh-ukraini-za-2023>

36. Міністерство цифрової трансформації України. «Е-резиденство»: Створення умов для іноземних підприємців. 2023. URL: <https://e-resident.gov.ua>.

37. Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості України. 2024. URL: <https://mspu.gov.ua/news/uriad-ukhvalyv-vazhlyvi-dokumenty-iaki-posyliat-oboronno-promyslovyyi-kompleks-ukrainy>

38. Міністерство цифрової трансформації України. Пресреліз. 2024. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/ponad-30-poslug-u-dii-ta-rozvitok-defence-tech-golovni-dosyagnennya-mintsifri-za-2023-rik>

39. Національний інститут стратегічних досліджень. Цифрова трансформація економіки України в умовах війни. 2024. URL: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/tsyfrova-transformatsiya-ekonomiky-ukrayiny-v-umovakh-viyny-lyutyu-2024>

40. Нестеренко О., Чубик Л. Міжнародний історичний досвід повоєнної реконструкції економіки: уроки для України. *Міжнародна науково-практична конференція. К., ДУ «Ін-т екон. та прогнозув. НАН України»*. 2023.

41. Осецький В., Маслов А. Великі дані та озера даних як складові інформаційної економіки. *Теоретичні та прикладні питання економіки*. 2024. 1(48). DOI: <https://doi.org/10.17721/tppe.2024.48.13>

42. Осецький В., Кирильчук О. Інституційні елементи інноваційної системи України. *Ефективна економіка*. 2024. 2. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.2.11>

43. Онешко С., Кустовська О., Яциковський Б., Пащук Л., Булкот О. і Чинчик А. Цифрова трансформація публічного управління регіональною економікою України в умовах пандемії COVID-19: іноземний досвід, українські реалії. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2022. 3(44).С. 298-307. DOI: doi:10.55643/fcactp.3.44.2022.3781
44. Офіційний сайт порталу Дія. URL: <https://diia.gov.ua/>
45. Офіційний сайт Web Index. URL: <https://thewebindex.org/>
46. Офіційний сайт Network Readiness Index 2023. URL: <https://networkreadinessindex.org/>
47. Офіційний сайт державної служби статистики України. URL: <https://ukrstat.gov.ua/>
48. Пантелєєва Н., Пантелєєва К. Цифрова екосистема інвестиційного кредитування. *Причорноморські економічні студії*. 2019. 43. С. 151-155. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2019_43_27
49. Піжук О. Сучасні методологічні підходи до оцінювання рівня цифрової трансформації економіки. *Бізнес Інформ*. 2019. 7. С. 39-47. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-7-39-47>
50. Про схвалення Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року. Кабінет Міністрів України. 2023. URL: <https://kmu.gov.ua>
51. Презентація Глобальної інноваційної візії WINWIN: якою буде Україна майбутнього. Міністерство цифрової трансформації України. 2023. URL: <https://winwin.gov.ua/>
52. Підтримка цифрових інновацій: як європейські екосистеми ІКТ можуть стимулювати новий імпульс у східному сусідстві. *EU4Digital*. URL: <https://eufordigital.eu/uk/supporting-digital-innovation-how-european-ict-ecosystems-can-spark-a-new-impetus-in-the-eastern-neighbourhood/>
53. Попова Л. Світовий досвід цифровізації ринкових відносин. *Економіка і регіон*. 2024. 3 (94). DOI: 10.26906/EiR.2024.3(94).3484

54. Седіков Д. Функціонування і розвиток цифрових екосистем: фактори успіху. *Сталий розвиток економіки*. 2024. 1(48). С. 112-118. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-48-15>

55. Сиротін В. Особливості цифровізації у сфері публічного управління. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: право, публічне управління та адміністрування*. 2023. 9. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5746-2023-9-02-06>

56. Спіцина А., Плукар Л., Маслиган О., Мороз Т. Цифровізація економіки як фактор стійкого розвитку на тлі масштабної воєнної агресії (Український досвід). *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2022. 6(47). С. 304–315. DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptr.6.47.2022.3938>

57. Слюсаренко Н., Кохановська О., Цифрові екосистеми в освіті. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» ім. Т.Г. Шевченка*. 2021. 170-171(14-15). С. 37-43. URL: <https://visnyk.chnpu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/261>

58. Стеценко І. Моделювання систем: навч. посіб. М-во освіти і науки України. 2010. Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси: ЧДТУ 399 с.

59. ТОВ «Едвін Глобал». ADVIN. URL: <https://www.adv.ua/>

60. Уманців Ю., Бабкова Є. Цифровізація економіки у контексті глобальних тенденцій суспільного розвитку. *Геополітика України: історія і сучасність*. 2021. 2(27). С. 102–113. DOI: [10.24144/2078-1431.2021.2\(27\).102-113](https://doi.org/10.24144/2078-1431.2021.2(27).102-113)

61. Уманців Ю., Білявська Ю. Цифрові детермінанти технологічного розвитку економіки. *Економічний вісник Дніпровської політехніки*. 2024. 2. С. 9-20. DOI: <https://doi.org/10.33271/ebdut/86.009>

62. Филюк Г., Чан СІ ЦО. Формування інноваційного потенціалу компаній в умовах цифровізації. *Вісник Хмельницького національного*

університету. Серія: Економічні науки. 2023. 320(4). С. 100-105. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-320-4-14>

63. Филюк Г., Посохова А. Вплив штучного інтелекту на зайнятість у бізнесі. *Актуальні проблеми економіки*. 2023. 2(251). С. 35-45. DOI: 10.32752/1993-6788-2023-1-264-35-45

64. Фіщук В., Амелін А. Україна 2030Е – країна з розвинутою цифровою економікою. URL: <https://hvylya.net/uk/special-projects/177938-ukraina-2030e-kraina-z-rozvinutoju-cifrovoju-ekonomikoju>

65. Хаустова В., Крячко Є., Бондаренко Д. Моделювання впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу *Проблеми економіки*. 2024. № 2 (60). С. 61-73. DOI: 10.32983/2222-0712-2024-2-61-73

66. Хаустова В., Крячко Є., Бондаренко Д. Оцінка процесів цифровізації в країнах світу та Україні у світових індексах і рейтингах. *Бізнес Інформ*. 2024. №9. С. 75-93. DOI: 10.32983/2222-4459-2024-9-75-93

67. Чигиринський А. Роль цифрових екосистем в інноваційно-технологічній розбудові економіки України. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2024. 3(12). С. 115-120. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.12-21>

68. Чигиринський А. Цифровізація як ключовий фактор забезпечення стійкості розвитку української економіки в умовах повоєнної модернізації. *Ефективна економіка*. 2024. 7(12). DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.7.90>

69. Чигиринський А. Вплив імерсивних технологій на розвиток підприємницьких цифрових екосистем. *Science and technology: problems, prospects and innovations. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2022. Pp. 489-495.* URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2022/10/SCIENCE-A>

ND-TECHNOLOGY-PROBLEMS-PROSPECTS-AND-INNOVATIONS-19-21.
10.22.pdf

70. Чигиринський А. Роль імерсивних технологій у післявоєнному відновленні економіки України. *Шевченківська весна 2023. Повоєнне відновлення економіки України: проблеми та перспективи, матеріали Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених*. Київ: 2023. С. 82. URL: <https://econom.knu.ua/wp-content/uploads2023.docx.pdf>

71. Чигиринський А. Цифрові екосистеми як елемент стійкості в межах стратегічної візії соціально-економічної модернізації України. *Міжнародна науково-практична конференція «Конкурентоспроможність національної економіки: нова модель в умовах воєнних викликів. (CNE'2024)*. Київ. 2024. С.112. URL: <https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/B8.pdf?sequence=1&isAllowe>

72. Adelowo, Surujlal J. Academic entrepreneurship and traditional academic performance at universities: Evidence from a developing country. *Polish Journal of Management Studies*. 2022. 22(1) Pp. 9-25. DOI: 10.17512/pjms.2020.22.1.01

73. Adner R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard Business Review*. 2006. 84(4). Pp. 98–107. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16579417/>

74. Adner R. Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy. *Journal of Management*. 2016. 43(1). Pp. 39–58. DOI:10.1177/0149206316678451

75. AI Ukraine. Artificial Intelligence Market in Ukraine. 2023. URL: <https://aiukraine.org>

76. Ana Luísa Neves, Edmond Li, Jonathan Clarke, Darzi. Electronic Health Records, Interoperability and Patient Safety in Health Systems of

High-income Countries: A Systematic Review Protocol. *BMJ Open*. 2021. 11(7). DOI: 10.1136/bmjopen-2020-044941

77. AR & VR In Healthcare: 4 Use Cases with Real-Life Examples. *Softeq*. 2023. URL: <https://www.softeq.com/blog/ar-and-vr-in-healthcare-areas-of-application-and-real-life-examples>

78. Augmented Reality in Healthcare Will Be Revolutionary. *The Medical Futurist*. 2023. URL: <https://medicalfuturist.com/augmented-reality-in-healthcare-will-be-revolutionar>

79. Bettiol M., Capestro M., Di Maria E., Micelli S. Disentangling the link between ICT and Industry 4.0: Impacts on knowledge-related performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 2021. 71(4). Pp. 1076-1098. DOI:10.1108/IJPPM-10-2020-0573

80. Briscoe G., Wilde P. Digital ecosystems: self-organisation of evolving agent populations. *International Journal of Internet and Enterprise Management*. 2008. 7(3). Pp. 44–50. DOI:10.1145/1643823.1643832

81. Brush K. What is a digital ecosystem. URL: <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/digital-ecosystem>

82. Bartolucci S., Fiorentino S. Blockchain-based smart contracts as new governance tools for the sharing economy. *Cities*. 2021. 117(9). DOI:10.1016/j.cities.2021.103325

83. Barnett M. The keystone advantage: What the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation, and sustainability. *Academy of Management Perspectives*. 2006. 20(2). DOI: 10.5465/AMP.2006.20591015

84. Bernard Oloo Akello. Organizational Information Security Threats: Status and Challenges. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*. 2023. 11(1) Pp. 148–162. DOI:10.30574/wjaets.2024.11.1.0152

85. British Airways: A Case Study in GDPR Compliance Failure. *Source Defense*. 2023. URL:

<https://sourcedefense.com/resources/blog/british-airways-a-case-study-in-gdpr-compliance-failure/>

86. Chyhyrnskyi A., Safar Hasan Purhani, Olena Bulhakova, and Mykola Durman. The Impact of Digital Ecosystems on the Financial Management Efficiency in State Institutions. *Theoretical and Practical Research in Economic Fields*. 2024. 15(2). Pp. 471–480. DOI: [https://doi.org/10.14505/tpref.v15.2\(30\).23](https://doi.org/10.14505/tpref.v15.2(30).23)

87. Chyhyrnskyi A., Hrazhevskaya N. The role of digital ecosystems in the sphere of public services. *Scientific progress: innovations, achievements and prospects. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference. MDPC Publishing*. Munich, Germany. 2022. Pp. 487-494. URL: https://dspace.vnm.edu.ua/bitstream/handle/_Munich.pdf?sequence=1&isAllowed=y

88. Caleb Ayegbeni Kadiri, Mackline Nuwasiima, Patricia Metogbe. The Role of Artificial Intelligence (AI) and machine learning in social work practice. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2024. 24(1). DOI:10.30574/wjarr.2024.24.1.2998

89. Calabrese M, La Sala A, Fuller RP, Laudando A. Digital Platform Ecosystems for Sustainable Innovation: Toward a New Meta Organizational Model. *Administrative Sciences*. 2021. 11(4). Pp. 119 DOI: <https://doi.org/10.3390/admsci11040119>

90. Ceccagnoli M., Forman, C., Huang, P., & Wu, D. J. Co-creation of value in a platform ecosystem: The case of enterprise software. *MIS Quarterly*. 2012. 36(1). Pp. 263–290. DOI:10.2307/41410417

91. Developing Entrepreneurial Ecosystems for Digital Businesses and Beyond. A Diagnostic Toolkit. Marcio Cruz and Tingting Juni Zhu. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/343b62c3-f6b5-4000-a1e4-5c973f97a235/content>

92. Digital economy report 2021. Cross-border data flows and development: For whom the data flow. *UNCTAD*. 2021. URL:https://unctad.org/system/files/official-document/der2021_en.pdf

93. Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. European Commission. URL:<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>

94. DiCesare M. Digital Ecosystems 101: How to Deliver Value & Drive Growth. *Mendix*. 2023. URL: <https://www.mendix.com/blog/digital-ecosystems/>

95. Digital Tiger: the Power of Ukrainian IT. *IT Ukraine*. 2023. URL: itukraine.org.ua

96. Digital Economy of Ukraine: Key Development Factors. *VoxUkraine*. 2023. URL: voxukraine.org

97. Department of Defense Automated Indicator Sharing (AIS). *Cybersecurity & Infrastructure Security Agency (CISA)*. 2023. URL: www.cisa.gov

98. Digital Reforms in Ukraine's Ministry of Justice: Enhancing Transparency and Access to Legal Services. *Ministry of Justice of Ukraine*. 2023. URL: www.minjust.gov.ua

99. Demand for VR in US Schools Spurs Growth of Avantis' ClassVR Headsets. *The Times*. 2022. URL: <https://www.thetimes.co.uk/article/vr-schools-avantis-enterprise-network-5zh76g8pm>

100. Dahlia F., Zaini Z., Hawa A. The impacts of ERP systems on public sector organizations. *Procedia Computer Science*. 2017. 111. Pp. 31-36. DOI:10.1016/j.procs.2017.06.006

101. Diego C., Pablo Rivera-Vargas, Judith J., Lluís P. Digital Platforms and Big-Tech in Public Schools: Why Are Families and Students Concerned. *International Journal of Instruction*. 2024. 18(1). Pp. 569-582. DOI:10.29333/iji.2025.18131a

102. Dandan Jin. The Challenges and Opportunities of Public Governance in the Digital Era. *International Journal of Social Sciences and Public Administration*. 2024. 2(3). Pp. 472-478. DOI:10.62051/ijsspa.v2n3.64

103. Evans N. Miklosik, A. Driving digital transformation: Addressing the barriers to engagement in university-industry collaboration. *IEEE Access*. 2023. 11. Pp. 60142-60152. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3281791>

104. Elham A. Al-Qarni. Cybersecurity in Healthcare: A Review of Recent Attacks and Mitigation Strategies. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2023. 14(5). DOI: 10.14569/IJACSA.2023.0140513

105. E-Government Development Index. URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data-Center>

106. E-Health and Digital Transformation in Ukraine. *Ministry of Health of Ukraine*. 2023. URL: www.moz.gov.ua

107. Equifax Data Breach: What Happened and How to Prevent It. *StrongDM*. 2025. URL: <https://www.strongdm.com/what-is/equifax-data-breach>

108. Fiorina C. The Digital Ecosystem, Speech at World Resources Institute Conference. Seattle, Washington. 2000. URL: http://www.hp.com/hpinfo/execteam/speeches/fiorina/ceo_worldres_00.html

109. Fu H. Formal Concept Analysis for Digital Ecosystem. *Proceedings of the 5th International Conference on Machine Learning and Applications*. 2006. P. 143–148. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICMLA.2006.24>

110. Future Prospects and Considerations for AR and VR in Higher Education Academic Technology. *EDUCAUSE Review*. 2023. URL: <https://er.educause.edu/articles/2023/4/future-prospects-and-considerations-for-ar-and-vr-in-higher-education-academic-technology>

111. Global Digital 2023. URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report>

112. Gad A., MacDuffie J.P. Can Uber Overcome Its Regulatory Obstacles. *Knowledge at Wharton Podcast*. 2019. URL: <https://knowledge.wharton.upenn.edu/podcast/knowledge-at-wharton-podcast/can-uber-overcome-regulatory-obstacles/>

113. Guannan Xu, Weijie Hu, Yuanyuan Qiao, Yuan Zhou. Mapping an innovation ecosystem using network clustering and community identification: a multilayered framework. *Scientometrics*. 2020. 124(1). Pp. 2057-2063. DOI:10.1007/s11192-020-03543-0

114. Guangfu Liu, Xiaoling Zhang, Liang Dong. The coevolution mechanism of stakeholder strategies in the recycled resources industry innovation ecosystem: the view of evolutionary game theory. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022. 179(4). DOI:10.1016/j.techfore.2022.121627

115. Geissbauer R., Koch V., Kuge S., Schrauf, S. Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet. *Tech. Rep. TR 2014-2. PWC Strategy GmbH*. 2014. URL: <https://www.pwc.nl/en/assets/documents/pwc-industrie-4-0.pdf>

116. Hardin T. Digital Platform Trends: The Digital Ecosystem. *G2: Digital Trends*. 2018. URL: <https://learn.g2.com/trends/digital-ecosystem>

117. Hein A., Schrieck M., Riasanow T. Digital platform ecosystems. *Electronic Markets*. 2019. 1. Pp.1-12. DOI:10.1007/s12525-019-00377-4

118. Hill M.D. What is scalability. *ACM SIGARCH Computer Architecture News*. 1990. 18(4). Pp. 18–21. DOI: <https://doi.org/10.1145/121973.12197>

119. Hung Le Hong. How Ecosystems Will Dominate Our Digital Future. *Gartner IT Symposium*. 2019 Barcelona, Spain. URL: <https://kpc-group.cz/blog/gartner-it-symposium-xpo-2019-barcelona-pondelni-shrnuti>

120. How IKEA's AR App Enhances the Shopping Experience. *Renascence*. 2023. URL:

<https://www.renaissance.io/journal/how-ikea-uses-technology-to-improve-customer-experience-cx-in-retail>

121. How Verizon Leverages HEAVY.AI to Improve Network Reliability and Investment Optimization. URL: <https://www.heavy.ai/customers/verizon>

122. He Li, Lu Yu, Wu He. The Impact of GDPR on Global Technology Development. *Journal of Global Information Technology Management*. 2019. 22(1). Pp.1-6. DOI: <https://doi.org/10.1080/1097198X.2019.1569186>

123. Hoffmann. T., Solarte-Vasquez M.C. The Estonian e-residency programme and its role beyond the country's digital public sector ecosystem. *CES Derecho*. 2022. 13(2). Pp. 184-204. DOI:10.21615/cesder.6772

124. Iansiti M., Levien R. Strategy as Ecology. *Harvard Business Review*. 2004. 82(3). Pp. 68-78. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15029791/>

125. IMD World Digital Competitiveness Ranking 2021 (WDCI). URL: <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness/>

126. Inoue Y. New market development of platform ecosystems: A case study of the Nintendo Wii. *Technological Forecasting & Social Change*. 2018. 136 (3). Pp. 235–253. DOI:10.1016/j.techfore.2017.01.017

127. Integrated Virtual Simulation Environment (IVSE): Virtual Reality in U.S. Military Training. *U.S. Army*. 2023. URL: www.army.mil

128. IDF Digital Transformation Program. *Israel Defense Forces (IDF)*. 2023. URL: www.idf.il

129. Jacobides M., Cennamo C., Gawer A. Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*. 2018. 39(8). DOI:10.1002/smj.2904

130. Jacobides M. Designing Digital Ecosystems. In Jacobides M. et.al. Platforms and Ecosystems: Enabling the Digital Economy. *Briefing Paper, World Economic Forum*. 2019. Pp.10-32. URL:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Digital_Platforms_and_Ecosystems_2019.pdf

131. Kapoor R., Lee J. M. Coordinating and competing in ecosystems: How organizational forms shape new technology investments. *Strategic Management Journal*. 2010. 34(3). Pp. 274–296. DOI:10.2307/23362657

132. Koch M., Krohmer D., Naab M., Rost D., Trapp M. A matter of definition: criteria for digital ecosystems. *Digital Business*. 2022. 2 (1). DOI:10.1016/j.digbus.2022.100027

133. Kumar R., Kaur S., Erceg Ž., & Mirović I. Industry 4.0 and Its Impact on Entrepreneurial Ecosystems: An Examination of Trends and Key Implications. *J. Organ. Technol. Entrep.* 2023. 1(1). Pp. 12-34. DOI: 10.56578/jote010102

134. Kosslyn Stephen M. Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate. *MIT Press*. 1994. URL: https://www.researchgate.net/publication/30871774_Image_and_Brain_The_Resolution_of_the_Imagery_Debate

135. Karin van Es. Netflix & Big Data: The Strategic Ambivalence of an Entertainment Company. *Television & New Media*. 2022. 24(5). DOI:10.1177/15274764221125745

136. Lazebnyk L., Mamonova H., Pizhuk, O. Digitalization's Effect on the Sectoral Structure Change in the Economy: a Comparative Analysis of Ukraine and Selected Countries. *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*. 2022. 25(2). Pp 21-43. DOI: <https://doi.org/10.18778/1508-2008.25.11>

137. Lonsetta A., T. Hayajneh. Challenges of Complying with Data Protection and Privacy Regulations. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems*. 2020. DOI:10.4108/eai.26-5-2020.166352

138. Linde L., Sjödin D., Parida V., Wincent J. Dynamic capabilities for ecosystem orchestration A capability-based framework for smart city innovation initiatives. *Technological Forecasting and Social Change*. 2021. 166(1). DOI:10.1016/j.techfore.2021.120614

139. Lazuashvili N. Integration of the blockchain technology into the land registration system. A case study of Georgia. *Master's Thesis. Tallinn University of technology. Faculty of Information Technology*. 2019. DOI: 10.13140/RG.2.2.35689.13920/1

140. Mohan S., Bala Iyerb, Venkat V. Competing in digital ecosystems. *Business Horizons*. 2019. 62(1). Pp. 83-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.013>

141. Moore J. F. Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard Business Review*. 1993. 71(3). Pp. 75–83. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10126156/>

142. Moore J. F. Business ecosystems and the view from the firm. *The Antitrust Bulletin*. 2006. 51(1). 2006. Pp. 31–75. DOI: 10.1177/0003603X0605100103

143. Ministry of Digital Transformation: COVID-19 Vaccination Certificates. *Ministry of Digital Transformation of Ukraine*. 2023. URL: diia.gov.ua

144. Mayur S. P. Telehealth and Telemedicine: Revolutionizing Healthcare Delivery and Access. 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/372991918_Telehealth_and_Telemedicine_Revolutionizing_Healthcare_Delivery_and_Access

145. Maroun J., Saleh I., Rania F. Digital Transformation in Justice: Discussion of Challenges and a Conceptual Model for e-Justice Success. *European Conference on Digital Government*. 2019. DOI:10.34190/ECDG.19.051

146. Manasa R., A. Jayanthila Devi. Amazon's Artificial Intelligence in Retail Novelty - Case Study. *International Journal of Case Studies in Business IT and Education*. 2022. 6(2). DOI:10.47992/IJCSBE.2581.6942.0233

147. Matalamäki, M. J., & Joensuu-Salo, S. Digitalization and strategic flexibility – a recipe for business growth. *Journal of small business and enterprise development*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/JSBED-10-2020-0384>

148. Ministry of Transport and Infrastructure: Towards Automated and Secure Transport Solutions. *Ministry of Infrastructure of Ukraine*. 2023. URL: www.mtu.gov.ua

149. Nakaizumi Takuya. Regulation for the Digital Era and IA for Smart Regulation. *Impact Assessment for Developing Countries*. Springer, Singapore. 2022. Pp. 177–181. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-19-5494-8_13

150. Nadkarni S., Reinhard P. Digital transformation: a review, synthesis and opportunities for future research. *Management Review Quarterly*. 2021. 71 (2). Pp. 233–341. DOI:10.1007/s11301-020-00185-7

151. National Bank of Ukraine's Financial Technology Advancements. *National Bank of Ukraine*. 2023. URL: www.bank.gov.ua

152. Official website of the DREAM ecosystem. URL: <https://dream.gov.ua/ua>

153. Palmié M., Miehé L., Oghazi P., Parida V., Wincent J. The evolution of the digital service ecosystem and digital business model innovation in retail: The emergence of meta-ecosystems and the value of physical interactions. *Technological Forecasting and Social Change*. 2021. 177. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121496>

154. Project Maven and the Application of AI in Military Operations. *U.S. Department of Defense*. 2023. URL: www.defense.gov

155. Petters S. BMW applies VR and AR technology to production processes. *Automotive Powertrain Technology International*. 2019. URL:

<https://www.automotivepowertraintechologyinternational.com/features/bmw-applies-vr-and-ar-technology-to-production-processes.html>

156. Prozorro: Інноваційна платформа державних закупівель в Україні. *Ministry of Finance of Ukraine*. URL: www.prozorro.gov.ua

157. Peck J., Terry L. C. To Have and to Hold: The Influence of Haptic Information on Product Judgments. *Journal of Marketing*. 2023. 67 (2). Pp. 35-48. DOI:10.1509/jmkg.67.2.35.18612

158. PwC. For US manufacturing, virtual reality is for real. *PwC*. 2023. URL:<https://www.pwc.com/us/en/industries/industrial-products/library/augmented-virtual-reality-manufacturing.html>

159. Razavi A., Moschoyiannis S., Krause P. An open digital environment to support business ecosystems. *Peer-to-Peer Networking and Applications*. 2009. 2(4). Pp. 367–397. DOI: 10.1007/s12083-009-0039-5

160. Romain B., Gaston G., Fumitaka N., Paavo A M., Erlend N., Gabriel. Central Bank Digital Currencies and Financial Stability: Balance Sheet Analysis and Policy Choices. *IMF Working Papers*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5089/9798400290794.001>

161. Readiness for the Future of Production Report 2018. Insight Report. In collaboration with A.T. Kearney. *World Economic Forum*. 2018. 266 p. URL: https://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf

162. Rothschild M. *Bionomics: Economy as Ecosystem*. New York. *Henry Holt and Company Inc*. 1991. 305 p.

163. Shepard Roger N., Jacqueline M. Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. *Science*. 1971. 171. pp. 701-703. URL: https://facultypsy.hope.edu/psychlabs/exp/rotate/readings/ShepardMetzler_1971.pdf

164. Shell's Digital Transformation in Maintenance with IoT. Case study. 2025. URL:

<https://www.energosa.com/resources/case-study/shells-digital-transformation-in-maintenance-with-iiot>

165. Sussan F., Acs Z. The digital entrepreneurial ecosystem. *Small Business Economics*. 2017. 49. Pp. 55-73. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9867-5>

166. Senyo P., Liu K., Effah J. Digital business ecosystem: literature review and a framework for future research. *International journal of information management*. 2019. 47. Pp. 52-64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.002>

167. Stephen T. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*. 1969. 50, 284-307. *Progress in Physical Geography Earth and Environment*. 2007. 31(5). Pp. 517-522. DOI: 10.1177/0309133307083297

168. Sari, G. I., Rely, G., Subhan, M. N., Mahmudi, C., & Rahayu, N. E. The Influence of Blockchain on Financial Transparency: Implications for Audit and Compliance in Corporate Accounting Culture. *Global International Journal of Innovative Research*. 2024. 2(11). Pp. 2604-2615. URL: https://www.researchgate.net/publication/387739538_The_Influence_of_Blockchain_on_Financial_Transparency_Implications_for_Audit_and_Compliance_in_Corporate_Accounting_Culture

169. Technology and innovation report 2021. Catching technological waves: Innovation with equity. *UNCTAD*. 2021. Pp. 137-138. URL: <https://unctad.org/page/technology-and-innovation-report-2021>

170. Teece D. J. Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*. 2007. 28(13). Pp. 1319–1350. DOI:10.1002/smj.640

171. The Global Innovation Index 2020. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2020-report>

172. The ICT Development Index 2023. URL: https://trc.gov.jo/EchoBusV3.0/SystemAssets/%D8%AA%D9%82%D8%B1%D9%8A%D8%B1%202023_compressed.pdf

173. The Digital Markets Act. *European Commission*. URL: https://digital-markets-act.ec.europa.eu/index_en

174. Toyota's Two-Pronged Approach to IIoT. *IIoT World*. 2024. URL: <https://www.iiot-world.com/smart-manufacturing/toyotas-two-pronged-approach-to-iiot/>

175. Thomas L., Erkkö A. Innovation ecosystems in management: An organizing typology. *Oxford Research Encyclopedia of Business and Management*. Oxford University Press. 2020. DOI:10.1093/acrefore/9780190224851.013.203

176. Tobias J. Accessibility and Product Ecosystems. *The Information Society*. 2007. 23(3). Pp. 183–186. DOI: 10.1080/01972240701323598

177. Telemedicine Growth in Ukraine. *VoxUkraine*. 2023. URL: voxukraine.org

178. Threekit. 27 Augmented Reality Statistics You Should Know in 2024. *Threekit*. 2024. URL: <https://www.threekit.com/23-augmented-reality-statistics-you-should-know-in-2023>

179. Top AR and VR Use Cases in 2024. *AIMultiple*. 2024. URL: <https://research.aimultiple.com/ar-use-cases>

180. Tulsi K. Transforming Financial Services: The Impact of AI on JPMorgan Chase's Operational Efficiency and Decision-Making. *International Journal of Scientific Research and Engineering Trends*. 2024. 10(1). Pp. 207-213. DOI: 10.61137/ijrsret.vol.10.issue1.129

181. Taranjot S. The effect of Amazon Web Services (AWS) on Cloud-Computing. *International Journal of Engineering Research*. 2021. 10(11).

URL:https://www.researchgate.net/publication/356809704_The_effect_of_Amaz_on_Web_Services_AWS_on_Cloud-Computing

182. Ukraine Digital Health Partnership. *IT Ukraine Association*. 2023. URL: itukraine.org.ua

183. Ukraine: Digital resilience in a time of war. *Brookings*. 2024. URL: www.brookings.edu

184. Ukrainian Startup Fund. Annual Report on Startup Investment. 2022. URL: <https://usf.com.ua>

185. USAID's Digital ecosystem framework. URL:https://www.usaid.gov/sites/default/files/2022-05/Digital_Strategy_Digital_Ecosystem_Final.pdf

186. UNCTAD. eWeek 2023. Shaping the future of the digital economy. URL:<https://unctad.org/meeting/unctad-eweek-2023-shaping-future-digital-economy>

187. Voigt P., Axel von dem B. The EU General Data Protection Regulation (GDPR): *A Practical Guide*. Springer. 2017. 339p. DOI: 10.1007/978-3-319-57959-7

188. VR in Education and Training: Statistics and Applications for 2024. *VirtualSpeech*. 2024. URL: <https://virtualspeech.com/blog/vr-stats-training-education>

189. Virtual Classroom Market by Component, Deployment Mode, User Type - Global Forecast to 2028. *MarketsandMarkets*. 2023. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/virtual-classroom-market-203811025.html>

190. Vakulyk O., Petrenko P., Kuzmenko I., Pochtovyi M., Orlovskiy R. Cybersecurity as a component of the national security of the state. *Journal of Security and Sustainability Issues*. 2020. 9(3). Pp 775-784. DOI:10.9770/jssi.2020.9.3(4)

191. Valdez-De-Leon O. A Digital Maturity Model for Telecommunications Service Providers. *Technology Innovation Management Review*. 2019. 9. Pp. 43-54. DOI:10.22215/timreview/1008

192. World Digital Competitiveness Ranking. *IMD Business School*. 2023. URL: www.imd.org

193. World Economic Forum. The Future of Digital Ecosystems. 2021. URL: <https://weforum.org>.

194. Yicheng X. The Digital Adoption and Technological Innovation in the Pharmaceutical industry. A case study of Pfizer. *4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECONOMIC DEVELOPMENT AND MANAGEMENT SCIENCE (EDMS 2023)*. 2023. 23. DOI: <https://doi.org/10.54097/7phrdd46>

195. Yaman R., Mais A. Examining the factors that impact the severity of cyberattacks on critical infrastructures. *Computers & Security*. 2024. 148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2024.104074>

196. Zacks J. Multiple Systems for Spatial Imagery: Transformations of Objects and Bodies. *Spatial Cognition and Computation*. 2005. 5(4). Pp. 271-306. DOI:10.1207/s15427633scc0504_1

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Додаток А2



ТОВ «РА АДВЕРТ»
ПОВНИЙ ЦИКЛ РЕКЛАМНО - МАРКЕТИНГОВИХ ПОСЛУГ
 СТРАТЕГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ.

49000, м. Дніпро, вул. Мандриківська, б. 47, тел.: +380502923287
 ЄДРПОУ 34408764, ІПН 344087604632
 Р/р UA71306500000026001300000639 в АТ АБ "РАДАБАНК"

Вих. № 21 від «04» лютого 2025 року

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи
 аспіранта кафедри економічної теорії, макро- і мікроекономіки
 Київського національного університету імені Тараса Шевченка
 Чигиринського Артема Михайловича
 на тему: «Формування та розвиток цифрових екосистем»

Основні науково-практичні положення та рекомендації наукових досліджень аспіранта кафедри економічної теорії, макро- і мікроекономіки Київського національного університету імені Тараса Шевченка Чигиринського Артема Михайловича стосовно впровадження та ефективного використання цифрових екосистемних рішень для приватних бізнес-організацій, зокрема щодо інтеграції AR \ VR технологій, штучного інтелекту задля підвищення ефективності господарської діяльності підприємства, апробовані та використані в бізнес-процесах компанії в повному обсязі.

Директор ТОВ «РА АДВЕРТ»



Валерій ЦИМБАЛ

ДОДАТОК А*Додаток А3***ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ВР РЕХАБ"**

Україна, 49094, Дніпропетровська обл., місто Дніпро, вул.Мандриківська, будинок 47
Р/р UA87306500000026000300002713 в АТ АБ "РАДАБАНК", м. Дніпро
код ЄДРПОУ 41452162

№ 7 від 04 лютого 2025 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи
аспіранта кафедри економічної теорії, макро- і мікроекономіки
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Чигиринського Артема Михайловича
на тему: «Формування та розвиток цифрових екосистем»

Основні науково-практичні положення та рекомендації наукових досліджень
аспіранта кафедри економічної теорії, макро- і мікроекономіки Київського
національного університету імені Тараса Шевченка Чигиринського Артема
Михайловича стосовно впровадження та ефективного використання
цифрових екосистемних рішень для приватних бізнес-організацій, зокрема
щодо інтеграції AR \ VR технологій, штучного інтелекту задля підвищення
ефективності господарської діяльності підприємства, апробовані та
використані в бізнес-процесах компанії в повному обсязі.

Директор ТОВ «ВР Рехаб»



Олег МОІСЄЄВ

ДОДАТОК А*Додаток А4***ДОВІДКА**

про впровадження результатів дисертаційної роботи
аспіранта кафедри економічної теорії, макро- і мікроекономіки
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Чигиринського Артема Михайловича
на тему: «Формування та розвиток цифрових екосистем»

Основні науково-практичні положення та рекомендації наукових досліджень
аспіранта кафедри економічної теорії, макро- і мікроекономіки Київського національного
університету імені Тараса Шевченка Чигиринського Артема Михайловича стосовно
впровадження та ефективного використання цифрових екосистемних рішень для
організацій, які ведуть соціальну та благодійну діяльність, зокрема щодо інтеграції AR \ VR
технологій, штучного інтелекту задля підвищення ефективності діяльності фонду,
апробовані та використані в структурних процесах організації в повному обсязі.

Директор
Ольга СЕРДЮК



01001,
вул. Володимирська, 43,
Київ, Україна

+380(44) 490 4805

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Вибіркові дані дослідження та результати кореляційно-регресійного аналізу впливу використання VR технологій у навчанні

VR_Intensity	Age	Initial_Skill	Class_Participation	Study_Intensity	Success
1	15	72,8	73	11,8	125,4
1	16	54,0	98	8,3	122,0
1	14	76,3	86	8,5	128,3
5	16	68,7	68	7,9	135,7
2	16	61,1	74	4,2	122,3
8	13	53,4	74	7,9	140,9
3	14	70,7	85	8,1	132,7
0	14	58,0	72	12,9	116,0
3	14	51,2	91	7,6	126,0
0	16	61,5	98	8,6	121,6
4	15	60,4	91	7,9	133,4
3	14	65,7	63	5,7	125,6
7	16	63,2	89	10,3	145,5
7	13	77,0	96	9,5	151,7
6	15	72,0	82	9,6	143,7
2	13	63,3	98	6,2	128,1
0	15	55,9	74	10,8	115,1
0	16	76,9	88	5,2	124,7
10	12	72,9	95	9,2	160,1
2	15	91,6	72	12,4	136,4
5	13	67,6	91	6,0	138,9
6	16	81,4	66	6,9	143,6
5	15	69,6	81	8,2	138,6
5	12	65,9	87	7,0	137,5
5	12	49,9	61	4,9	125,3
2	14	72,2	65	8,1	125,8
5	14	56,6	87	5,9	133,8
7	13	59,9	87	8,9	142,9
10	15	64,6	79	6,2	153,1
10	15	62,2	89	11,1	155,7
1	14	49,4	70	6,4	113,7
4	15	57,0	87	7,4	131,1
0	15	74,3	84	9,6	124,1
0	12	71,8	98	5,5	124,2
4	14	72,0	92	8,5	138,2
2	16	66,7	60	10,6	123,7

3	14	71,6	86	4,8	132,3
2	16	67,4	72	8,4	125,7
0	12	63,3	100	8,5	122,1
0	13	76,6	62	9,6	120,3
4	15	62,5	98	5,5	134,9
5	12	57,3	65	5,4	129,2
2	15	77,1	67	9,0	128,6
8	13	77,3	86	8,6	153,1
4	13	49,3	68	8,5	124,2
7	12	71,4	96	8,7	149,0
0	13	44,6	92	6,6	112,6
4	16	75,7	83	8,5	138,2
2	13	55,7	74	8,6	121,0
0	15	72,8	91	6,6	123,9

Джерело: власні розрахунки автора на основі попередніх даних

ДОДАТОК В

Таблиця В.1

**Аналіз використання технологій 3D-економіки як компонентів
цифрових екосистем приватних та державних організацій**

Державні інституції та галузі ринку	Можливості використання технологій 3D-економіки	Вплив та вигоди від використання технологій 3D-економіки	Кейси використання
Міністерство охорони здоров'я	Використання VR для симуляції медичних процедур та навчання лікарів, AR для хірургічної навігації та телемедицини, 3D-друк протезів.	Покращення якості медичних послуг, зменшення витрат на навчання, підвищення кваліфікації медичних працівників.	Proprio (США) AR-системи для хірургічної навігації, що підвищують точність операцій. VRNOW (Україна) реабілітаційні симулятори у віртуальній реальності для боротьби з фантомним болем.
Міністерство освіти	Використання VR для занурення у навчальні матеріали, AR для інтерактивних підручників, 3D-моделі для кращого розуміння складних концепцій.	Збільшення ефективності навчального процесу, мотивація учнів до навчання, розвиток креативності, гейміфікована форма сприйняття інформації.	Avantis (Велика Британія) пропонує ClassVR — VR-гарнітури для шкіл, що дозволяють учням здійснювати віртуальні екскурсії та дослідження. Robocod&Advin Global (Україна) – навчальна VR-платформа STEM-наукам.
Міністерство культури	AR-екскурсії в музеях, VR-реконструкції історичних подій, 3D-моделювання археологічних знахідок для дослідження та збереження.	Залучення більшої кількості відвідувачів до культурних установ, збереження культурної спадщини, підвищення інтересу до історії.	The British Museum (Велика Британія) використовує AR-додатки для інтерактивних турів, що дозволяють відвідувачам взаємодіяти з експонатами. Київщина. Місця Пам'яті (Україна) - AR-екскурсія місцями пам'яті по Київській області.

Міністерство оборони	Військові тренування з VR, симуляції бойових дій, AR для підвищення ситуаційної обізнаності солдатів, 3D-друк деталей для військової техніки.	Покращення підготовки солдатів, зниження витрат на бойові навчання, підвищення бойової готовності.	NATO використовує VR для тренувань військових, моделюючи реалістичні бойові сценарії для підготовки солдатів.
E-commerce	Використання AR для віртуальної примірки товарів, VR-магазини для віддаленого шопінгу, 3D-моделі для огляду товарів.	Збільшення конверсії продажів, зменшення повернень, покращення досвіду покупців, збільшення NPS.	IKEA (Швеція) пропонує додаток IKEA Place , що дозволяє користувачам розміщувати віртуальні меблі у своєму просторі через AR. ShopAR (Україна) - сервіс доповненої реальності для AR-примірки товарів, яким користуються більше 20 брендів.
Healthcare	AR для підтримки лікарів під час операцій, VR для терапії пацієнтів, 3D-друк персоналізованих медичних виробів.	Поліпшення догляду за пацієнтами, зменшення витрат на складне обладнання, підвищення якості лікування.	AccuVein (США) використовує AR для візуалізації вен пацієнтів, що полегшує процедури взяття крові та ін'єкцій.
Retail	AR для інтерактивної навігації торговими площами. Віртуальні магазини та шоуруми	Збільшення лояльності клієнтів, залучення нових покупців, підвищення обсягу продажів, інтерактивна взаємодія споживача з товарами на полиця тощо.	Zara (Іспанія) мережа магазинів одягу впроваджує технології доповненої реальності (AR) для покращення взаємодії з клієнтами. RiverMall (Україна) використання AR для збільшення часу проведення людей в ТРЦ.
Media & Entertainment	VR-платформи для концертів та заходів, AR-фільтри для соціальних мереж, 3D-контент для ігор.	Розширення аудиторії, створення нового контенту для залучення глядачів, збільшення доходів.	Fortnite (США) організовує VR-концерти всередині гри, залучаючи мільйони гравців до віртуальних подій.
Real Estate	VR-тури для демонстрації нерухомості, AR для перегляду майбутніх інтер'єрів, 3D-моделі будівель.	Підвищення довіри покупців, зменшення витрат на рекламу та тури, збільшення ймовірності продажу.	Matterport (США) пропонує 3D-тури нерухомістю, що дозволяють покупцям оглядати об'єкти дистанційно.

Automotive	AR для навігації та огляду транспортних засобів, VR-симуляції для тест-драйвів, 3D-друк запчастин.	Підвищення ефективності навчання працівників, зниження витрат на виробництво, покращення обслуговування клієнтів.	Audi (Німеччина) використовує VR для віртуальних тест-драйвів, дозволяючи клієнтам випробувати автомобілі без людей.
------------	--	---	---

Джерело: розроблено автором на основі [31, 174-177]

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1

Цифрові екосистеми державного сектору

Державна інституція	Опис цифрової екосистеми	Перелік технологій	Суб'єкти користування
Міністерство охорони здоров'я	Включає електронні медичні записи, телемедицину, IoT для моніторингу пацієнтів, кібербезпеку для захисту персональних даних.	EHR, телемедицина, IoT, Big Data, AI, кібербезпека, AR, VR	Медичні працівники, пацієнти, адміністратори охорони здоров'я.
Міністерство освіти	Платформи для онлайн-освіти, електронні навчальні ресурси, аналітика даних студентів, управління навчальними планами.	E-learning платформи, Big Data, аналітика, IoT, AR, VR	Студенти, викладачі, освітні адміністратори.
Міністерство фінансів	Системи управління державним бюджетом, електронні платформи для податкових та фінансових операцій, аналітика фінансових даних.	ERP, аналітика великих даних, блокчейн, кібербезпека	Податкові органи, фінансові інститути, державні аудиторі.
Міністерство юстиції	Електронний судовий документообіг, реєстри для судових справ, платформи для доступу до судової інформації.	Реєстри, системи документообігу, бази даних, електронний підпис	Юристи, судді, громадяни, державні службовці.
Міністерство внутрішніх справ	Цифрові платформи для паспортного контролю, управління міграцією, бази даних злочинців, системи безпеки.	IoT, біометрія, кібербезпека, аналітика даних	Поліцейські, прикордонники, міграційні офіцери.
Міністерство оборони	Системи управління оборонними ресурсами, аналітика для військових операцій, безпечні комунікаційні мережі, кібербезпека.	GIS, кібербезпека, VPN, AI, IoT, AR, VR	Військові, оборонні аналітики, урядовці.
Міністерство закордонних справ	Системи управління дипломатичними місіями, електронні візи, платформи для міжнародного співробітництва, інформаційна безпека.	CRM, VPN, Big Data, кібербезпека	Дипломати, іноземні громадяни, співробітники консульств.
Міністерство транспорту та інфраструктури	Платформи для управління транспортними системами, відстеження інфраструктури, аналітика транспортних потоків, інтелектуальні транспортні системи.	IoT, GIS, Big Data, AI, кібербезпека	Транспортні інженери, оператори інфраструктури, громадяни.
Міністерство праці та соціального	Цифрові платформи для соціальної підтримки, управління допомогою	CRM, аналітика даних, IoT, кібербезпека	Соціальні працівники, безробітні,

захисту	безробітним, бази даних для пенсій та соціальних виплат.		пенсіонери.
Центральний банк	Платформи для електронних платежів, монетарна політика, регулювання банківських операцій, управління інфляцією.	Big Data, блокчейн, кібербезпека, AI	Банківські працівники, громадяни, фінансові аналітики.

Джерело: розроблено автором

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.2

Цифрові екосистеми приватного сектору

Ринок	Опис цифрової екосистеми	Перелік технологій	Суб'єкти користування	Приклад компаній
E-commerce	Цифрова екосистема забезпечує інтеграцію інтернет-магазину, логістики, управління запасами, обробки платежів та персоналізації рекомендацій для клієнтів.	Штучний інтелект, машинне навчання, хмарні обчислення, аналітика великих даних, AR та 3D технології	Клієнти, постачальники, логістичні компанії, аналітики	Amazon, Alibaba, eBay, Rakuten, Shopify
Financial Services	Цифрова екосистема включає онлайн-банкінг, мобільні додатки для клієнтів, кібербезпекові рішення, блокчейн для транзакцій та обробку великих даних для аналітики.	Блокчейн, мобільні додатки, кібербезпека, великі дані	Клієнти банків, фінансові аналітики, трейдери, регулятори	JPMorgan Chase, HSBC, Wells Fargo, Citibank, Barclays
Telecommunications	Інтеграція інфраструктури для передачі даних, управління мережами, послугами клієнтів, хмарного зберігання та аналізу трафіку для оптимізації послуг.	5G, IoT, хмарні обчислення, аналітика трафіку	Користувачі мобільних послуг, компанії-партнери, оператори зв'язку	AT&T, Vodafone, Verizon, T-Mobile, Orange
Healthcare	Системи електронних медичних записів, телемедицини, аналітики даних пацієнтів та управління призначеннями та страхуванням для оптимізації медичного обслуговування.	Електронні медичні записи, телемедицина, аналітика великих даних, VR.	Пацієнти, лікарі, страхові компанії, аналітики даних	Pfizer, UnitedHealth Group, Cigna, Humana, CVS Health
Energy	Цифрова екосистема включає моніторинг та контроль виробництва енергії, IoT, аналіз споживання, блокчейн для обліку та управління ресурсами.	IoT, блокчейн, штучний інтелект, аналітика великих даних	Енергетичні компанії, споживачі енергії, регулятори, аналітики	Shell, ExxonMobil, Chevron, BP, Total
Retail	Екосистема забезпечує управління ланцюгами поставок, аналітику покупок, управління запасами, програмне	Аналітика великих даних, IoT, штучний інтелект, системи прогнозування, AR,	Клієнти, постачальники, ритейл-менеджери, аналітики	Walmart, Tesco, Carrefour, Aldi, Costco

	забезпечення для прогнозування попиту та персоналізовані рекомендації для клієнтів.	VR технології		
Automotive	Цифрова екосистема включає IoT для моніторингу виробництва, автономні технології, аналітику великих даних для вдосконалення обслуговування та управління транспортними засобами.	IoT, автономні технології, великі дані, блокчейн, VR	Клієнти, виробники, дилери, логістичні компанії	Toyota, Ford, General Motors, Honda, BMW
Technology	Інтеграція хмарних технологій, штучного інтелекту, великих даних та автоматизації для розробки програмного забезпечення, електронних пристроїв та покращення обслуговування клієнтів.	Хмарні обчислення, штучний інтелект, автоматизація, великі дані	Розробники ПЗ, аналітики, кінцеві користувачі, клієнти	Apple, Microsoft, Google, IBM, Oracle
Media & Entertainment	Цифрова екосистема для розповсюдження контенту, аналізу вподобань користувачів, управління платформами для потокового відео та персоналізованих рекомендацій.	Аналітика великих даних, хмарні обчислення, потокове відео, штучний інтелект	Користувачі контенту, рекламодавці, кінцеві споживачі, аналітики	Netflix, Disney, WarnerMedia, Spotify, Amazon Prime Video
Real Estate	Управління нерухомістю, аналітика ринку, платформи для оренди та купівлі нерухомості, автоматизація угод та управління клієнтськими запитами.	Аналітика великих даних, платформи автоматизації, хмарні обчислення, мобільні додатки, AR, VR, 3D технології	Агенти нерухомості, покупці, орендатори, ріелтори	CBRE, Century 21, Colliers, JLL, RE/MAX

Джерело: розроблено автором

ДОДАТОК Д

Таблиця Д.1

Компонентний аналіз цифрових екосистем в Україні

Назва компоненту	Сфера застосування	Детальний опис	Приклади платформ або компаній
Цифрові платформи	Приватний і державний сектор	Цифрові платформи об'єднують різних учасників для обміну товарами, послугами та інформацією. Вони сприяють оптимізації бізнес-процесів та інтеграції різних сервісів.	Дія, Резерв+, Армія+, Uklon, Київ Цифровий, Bird тощо
Хмарні обчислення	Приватний і державний сектор	Хмарні обчислення надають можливість зберігання даних, запуску програм та обробки інформації через інтернет, що дозволяє масштабувати ресурси без фізичних серверів.	Google Cloud, Microsoft Azure
Штучний інтелект (AI)	Приватний і державний сектор	Штучний інтелект використовується для автоматизації рутинних процесів, аналізу даних та створення інтелектуальних систем, що покращують взаємодію з клієнтами.	Reface, Grammarly
Інтернет речей (IoT)	Приватний сектор	Інтернет речей дозволяє підключати пристрої до мережі для збору та обміну даними, підвищуючи ефективність виробництва та покращуючи обслуговування.	Vodafone, Ukrtelecom
Цифрові фінансові сервіси (FinTech)	Приватний і державний сектор	Забезпечують онлайн-платежі, кредитування, страхування та інші фінансові операції через цифрові платформи, підвищуючи зручність для клієнтів і бізнесу.	Monobank, Приват24
Віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR)	Приватний сектор	VR та AR створюють віртуальні середовища для тренувань, навчання, розваг та розробки продуктів, покращуючи користувацький досвід і сприяючи інноваціям.	ADVİN GLOBAL, VRNOW
Аналітика великих даних (Big Data)	Приватний і державний сектор	Допомагає обробляти та аналізувати великі обсяги інформації для прийняття ефективних рішень, оптимізації процесів і прогнозування трендів.	N-iX, Intellias
Кібербезпека	Приватний і державний	Забезпечує захист даних та систем від кіберзагроз, що важливо для	SoftServe, Cisco

	сектор	запобігання фінансовим втратам та забезпечення конфіденційності інформації.	
Електронне урядування	Державний сектор	Надає громадянам доступ до державних послуг онлайн, дозволяючи отримувати документи та інші послуги без візиту до установ.	Дія, Громадський бюджет, Київ Ціровий
Цифрові маркетплейси	Приватний сектор	Платформи для купівлі-продажу товарів та послуг між бізнесами і споживачами, що спрощує процеси торгівлі і розширює ринок.	Rozetka, <u>Prom.ua</u> , <u>Olx</u>

Джерело: розроблено автором

ДОДАТОК Е

Таблиця Е.1

Компонентний аналіз цифрової екосистеми Міністерства
оборони України станом на 2024р.

Цифрова компонента	Опис цифрової компоненти	Технологічна структура цифрової компоненти
“ Резерв + ” та реєстр “Оберіг”	Цифрова платформа у вигляді взаємодії мобільного інтерфейсу та даних з реєстрів. За допомогою електронного документообігу вона спрощує процеси мобілізації та набір особового складу. Вона дозволяє швидко обробляти заявки громадян на вступ до лав сил оборони, що значно зменшує адміністративне навантаження і прискорює формування підрозділів у разі необхідності. Також до платформи додана системи рекрутингу у війська.	Електронний документообіг, система великих даних (“Big Data”), мобільний додаток та веб-інтерфейс, верифікація та синхронізація даних, біометрія смарт-пристроїв.
“ Армія + ”	Державний цифровий мобільний застосунок для військових для забезпечення системи електронного документообігу, зокрема рапортів, та інших послуг. Також ця платформа дозволяє проводити навчання для військових	Електронний документообіг, система великих даних (“Big Data”), Edtech-технології, мобільний додаток та веб-інтерфейс, верифікація та синхронізація даних, біометрія смарт-пристроїв.
Проект “Армія дронів”	Платформа для збору дронів, їх технічного обслуговування та навчання операторів. Забезпечує розвідку та захист на полі бою завдяки автоматизації завдань. Це спільна ініціатива Міністерства оборони, Міністерства цифрової трансформації та United24	Технології DefenceTech в секторі створення безпілотних систем (дронів), навчальні симулятор, AR, VR технології, комп’ютерний зір, штучний інтелект, Lean-виробництво,
Система управління боєм “Delta”	Система “Delta” інтегрує дані з різних джерел в режимі реального часу, включаючи дрони, супутники та наземні сенсори для забезпечення військової обізнаності на полі бою. Це дає можливість командирам швидше приймати рішення і координувати дії військ. “Delta” підтримує стандарти НАТО, що полегшує сумісність із технологіями альянсу	Система великих даних (“Big Data”), комп’ютерний зір, штучний інтелект, стрімінгові сервіси, аналітика даних тощо
Кластер BRAVE1	Інноваційний кластер підтримує оборонні стартапи у сферах, таких як робототехніка, штучний інтелект та електронна війна. Сприяє фінансуванню новітніх технологій	Штучний інтелект, робототехніка, розумне виробництво, AR, VR технології тощо

Джерело: розроблено автором на основі [91]

ДОДАТОК Є

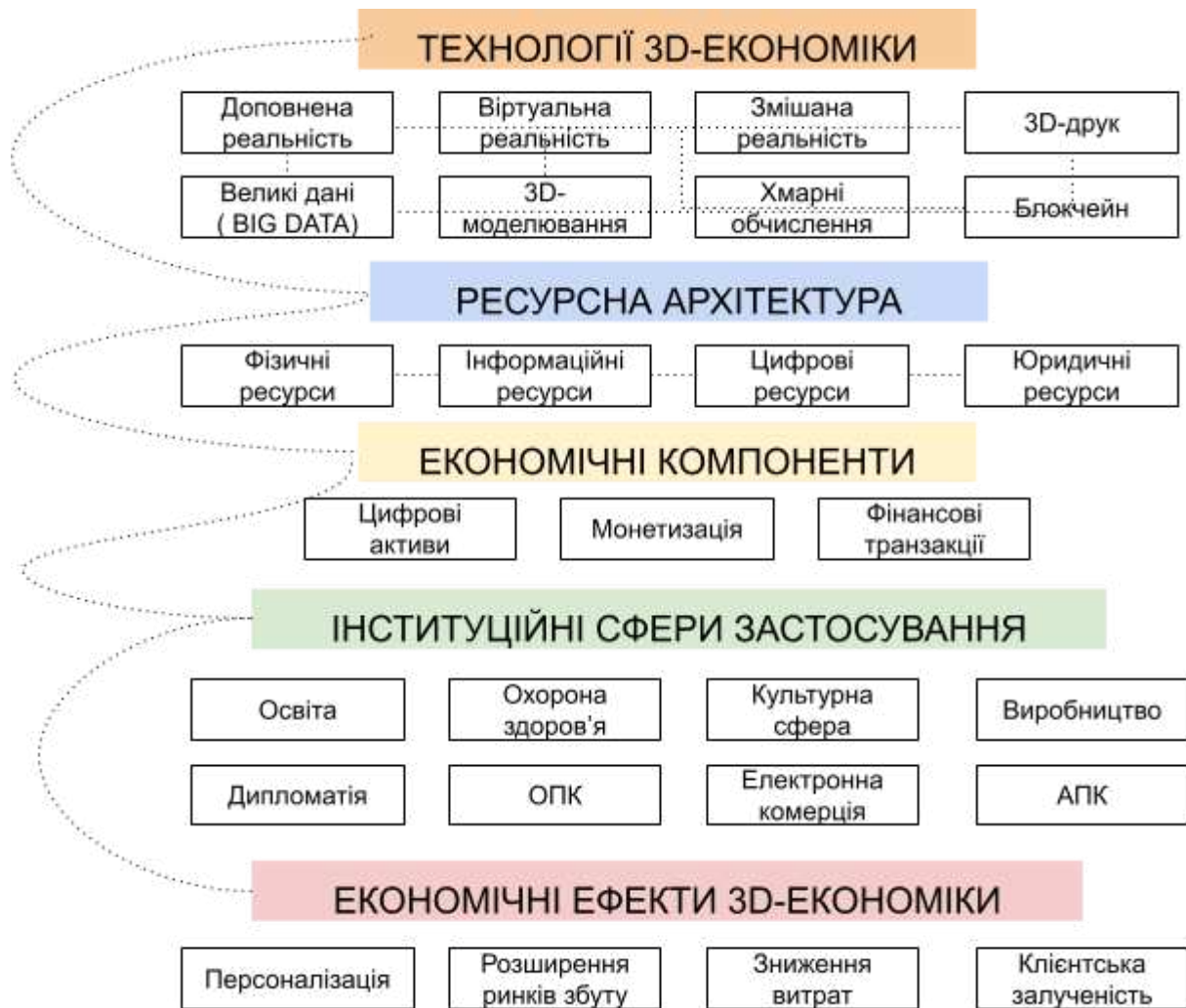


рис. Є1. Графічний вигляд 3D-економіки, як нової імпакт-моделі розвитку цифрових екосистем

Джерело: розроблено автором

ДОДАТОК Ж

Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію матеріалів дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Гражевська Н. І., Чигиринський А. М. Цифрова трансформація економіки в умовах посилення глобальних ризиків і загроз. *Економіка та держава*. 2021. № 8. С. 53–57. DOI: 10.32702/2306-6806.2021.8.53
2. Гражевська Н.І., Чигиринський А. М. Розвиток підприємницьких цифрових екосистем як чинник повоєнного відновлення економіки України. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка*. 2022. вип. 2(219). С. 17–24. DOI: 10.17721/1728-2667.2022/219-2/3.
3. Чигиринський А.М. Роль цифрових екосистем в інноваційно-технологічній розбудові економіки України. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2024. №3 (12). С. 115-120. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.12-21>
4. Чигиринський, А. М. Цифровізація як ключовий фактор забезпечення стійкості розвитку української економіки в умовах повоєнної модернізації. *Ефективна економіка*. 2024. №7 (12). DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.7.90>.
5. Ходжаян А.О., Чигиринський А. М. Впровадження та використання цифрових екосистем у державному секторі. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2025. №2(285). С. 5-13. DOI:

Статті у зарубіжних виданнях:

6. Chyhyrskyi A., Safar Hasan Purhani, Olena Bulhakova, and Mykola Durman. The Impact of Digital Ecosystems on the Financial Management Efficiency in State Institutions. *Theoretical and Practical Research in Economic Fields*. 2024. 15(2). Pp. 471–480. DOI: [https://doi.org/10.14505/tpref.v15.2\(30\).23](https://doi.org/10.14505/tpref.v15.2(30).23).

Тези доповідей у збірниках міжнародних і всеукраїнських наукових та науково-практичних конференціях:

7. Chyhyrskyi A., Hrazhevskaya N. The role of digital ecosystems in the sphere of public services. *Scientific progress: innovations, achievements and prospects. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference*. MDPC Publishing. Munich, Germany. 2022. Pp. 487-494. URL: https://dspace.vnmu.edu.ua/bitstream/handle/_Munich.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

8. Чигиринський А. Вплив імерсивних технологій на розвиток підприємницьких цифрових екосистем. *Science and technology: problems, prospects and innovations. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference*. CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2022. Pp. 489-495. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2022/10/SCIENCE-AND-TECHNOLOGY-PROBLEMS-PROSPECTS-AND-INNOVATIONS-19-21.10.22.pdf>.

9. Чигиринський А. Роль імерсивних технологій у післявоєнному відновленні економіки України. *Шевченківська весна 2023. Повоєнне відновлення економіки України: проблеми та перспективи, матеріали Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та*

молодих вчених. Київ: 2023. С. 82. URL: <https://econom.knu.ua/wp-content/uploads2023.docx.pdf>

10. XV Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих вчених та студентів «Маркетингове управління конкурентоспроможністю в умовах глобальних викликів». Університет ім. Альфреда Нобеля. Тема виступу: "Перетворення реальності. Як AR \ VR \ 3D технології допомагають брендам зростати і перемагати конкурентів». 18 квітня 2024. Дніпро. URL: <https://old.duan.edu.ua/anonsy/xv-mizhnarodna-naukovo-praktychna-internet-konferentsiia-molodykh-vchenykh-ta-studentiv-marketynhove-upravlinnia-konkurentospromozhnistiu-v-umovakh-hlobalnykh-vyklykiv.html>

11. Чигиринський А. Цифрові екосистеми як елемент стійкості в межах стратегічної візії соціально-економічної модернізації України. *Міжнародна науково-практична конференція «Конкурентоспроможність національної економіки: нова модель в умовах воєнних викликів. (CNE'2024).* Київ. 2024. С.112. URL: <https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/B8.pdf?sequence=1&isAllow>

12. «XVII Міжнародний маркетинг-форум». Тема виступу: «Яким технологіям вірити. Роль 3D-економіки». 23-24 квітня 2024 р. Київ. URL: <https://marketingforum.com.ua/2024/speakers/>

13. Чигиринський А.М. 3D-економіка як нова компонента розвитку цифрових екосистем. *International scientific and practical conference metaverse – virtual technologies for the transformation of our time. Київський національний університет будівництва і архітектури.* Київ. 2024 р. URL: <https://www.knuba.edu.ua/metaverse-virtualni-tehnologiyi-transformacziyi-suchasnosti-pidsumky-mizhnarodnoyi-konferencziyi/>

14. 55-й Всесвітній Економічний форум в Давосі. Січень 2025 р. Тема доповіді: «Інтеграція технологічних екосистемних рішень 3D-економіки у Medtech галузь». URL: <https://www.davosinnovationweek.com/>