

УДК 330.341.2

М. І. Дзямулич,
к. е. н., доцент, доцент кафедри економіки,
Луцький національний технічний університет
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3714-5062>
Ю. М. Лучечко,
доктор філософії, докторант кафедри економіки,
Луцький національний технічний університет
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9006-5374>

DOI: 10.32702/2306-6814.2025.5.96

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ БІЗНЕСУ ЯК КАТАЛІЗАТОР ВПРОВАДЖЕННЯ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

М. Dziamulych,
PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics,
Lutsk National Technical University
Yu. Luhechko,
PhD in Economics, Doctoral student of the Department of Economics,
Lutsk National Technical University

DIGITAL BUSINESS TRANSFORMATION AS A CATALYST FOR THE IMPLEMENTATION OF GREEN TECHNOLOGIES

У статті розглянуто взаємозв'язок між цифровізацією та екологічною модернізацією, а також виявлено основні напрями використання цифрових технологій для підвищення екологічної ефективності бізнес-процесів. Досліджено специфіку автоматизації виробничих процесів та застосування цифрових платформ для екологічного контролю використання ресурсів підприємств. Проаналізовано роль цифрових двійників у моделюванні екологічно безпечних виробничих ланцюгів, а також розглянуто потенціал блокчейн-технологій у забезпеченні прозорості екологічних стандартів. Визначено вплив цифрових фінансових інструментів, таких як зелені токени та смарт-контракти, на стимулювання екологічно відповідальних бізнес-ініціатив у сучасній економічній системі. Висвітлено основні перешкоди на шляху цифрової трансформації бізнесу в контексті екологічного переходу. Доведено необхідність формування стратегічних підходів для подолання існуючих перешкод шляхом створення цифрових екосистем та впровадження державно-приватного партнерства.

The purpose of the article is to study the relationship between digital business transformation and the implementation of green technologies, as well as to identify the main areas of use of digital solutions to increase environmental efficiency. The article examines the relationship between digitalization and environmental modernization, and identifies the main directions of using digital technologies to increase the environmental efficiency of business processes. The specifics of automation of production processes and the use of digital platforms for

environmental control of enterprise resource use are studied. The role of digital twins in modeling environmentally safe production chains is analyzed, and the potential of blockchain technologies in ensuring the transparency of environmental standards is considered. The impact of digital financial instruments, such as green tokens and smart contracts, on stimulating environmentally responsible business initiatives in the modern economic system is determined. The main obstacles to the digital transformation of business in the context of the environmental transition are highlighted. The need to form strategic approaches to overcome existing obstacles by creating digital ecosystems and implementing public-private partnerships is proven. It is determined that digital transformation is not only a technological but also a management tool that allows integrating the principles of sustainable development into the business models of enterprises. It is argued that the introduction of digital technologies contributes to the minimization of waste, the rational use of natural resources and the overall increase in the level of competitiveness of enterprises both in the local and global markets. It is proven that digitalization is a key factor in the development of environmentally responsible business, combining economic efficiency with environmental protection. It has been proven that in modern conditions, the digital transformation of business acts as a powerful catalyst for the implementation of green technologies, which contributes to increasing energy efficiency, reducing environmental burden, and optimizing resource consumption.

Ключові слова: цифрова трансформація, зелені технології, автоматизація, сталий розвиток, цифрові інструменти, екологічна модернізація.

Key words: digital transformation, green technologies, automation, sustainable development, digital tools, ecological modernization.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

В даний час інтеграція цифрових технологій у бізнес-процеси розглядається як один із ключових факторів підвищення ефективності діяльності підприємств. Разом із цим, сучасні екологічні виклики та жорсткіші регуляторні вимоги змушують суб'єктів господарювання шукати шляхи впровадження зелених технологій. При цьому залишається відкритим питання: чи здатна цифрова трансформація не лише оптимізувати операційні процеси, а й виступити каталізатором екологічної модернізації підприємств?

З одного боку, цифровізація створює умови для підвищення енергоефективності, зниження викидів та запровадження принципів циркулярної економіки. В даному аспекті використання інструментарію великих даних, та автоматизації дозволяє підприємствам здійснювати точний моніторинг ресурсоспоживання та вдосконалювати процеси екологічного контролю. А розвиток блокчейн-технологій та цифрових двійників відкриває можливості для підвищення прозорості екологічного регулювання та вдосконалення управлінських рішень.

З іншого боку, існують суттєві перешкоди на шляху до повноцінної інтеграції цифрових рішень у сферу зелених технологій. Зокрема, необхідно відзначити високий рівень початкових інвестицій у цифрову трансформацію та модернізацію інфраструктури, які штучно обмежують можливості малих та середніх підприємств щодо адаптації до нових екологічних стандартів. Разом з тим, брак кваліфікованих кадрів, здатних працювати з передовими цифровими технологіями, уповільнює процес переходу до більш стійких бізнес-моделей.

Крім того, ефективність цифровізації в контексті впровадження зелених технологій значною мірою залежить від економічних стимулів та державної підтримки. У розвинених країнах активне використання цифрових технологій для екологічного моніторингу та оптимізації ресурсоспоживання є наслідком сприятливих програм субсидування та інвестицій у сталий розвиток, прикладом чого є програма ЄС "Цифрова Європа" [8]. Водночас в Україні інтерес до цифровізації екологічних процесів залишається обмеженим через деструктивний вплив війни та нестабільність ринку, що зумовлюють недостатнє фінансування таких проєктів та загальну короткострокову орієнтацію бізнес-стратегій.

Таким чином, зазначені проблеми зумовлюють актуальність дослідження питань цифрової трансформації та прискорення впровадження зелених технологій для досягнення синергії між цифровими та екологічними трансформаціями бізнесу, як основи конкурентоспроможності сучасної економіки.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У сучасних наукових дослідженнях дедалі більше уваги приділяється взаємозв'язку між цифровою трансформацією бізнесу та впровадженням зелених технологій. При цьому, як стверджує Г. М. Дергачова, цифровізація бізнесу є комплексним процесом, що включає інтеграцію новітніх технологій з метою підвищення ефективності та стійкості підприємств. Водночас дані технології відкривають нові можливості для мінімізації негативного впливу бізнесу на довкілля, оптимізації використання ресурсів і загального переходу до циркулярної економіки [1].

Значна частина наукових досліджень присвячена тому, як цифрові технології сприяють моніторингу екологічних показників та моделюванню екологічної ефективності виробничих процесів. Зокрема, Т. О. Шматковська стверджує, що Інтернет речей та технології великих даних дозволяють здійснювати безперервний контроль за споживанням енергії та загальним станом екосистем у режимі реального часу. Це дає змогу оперативно коригувати виробничі процеси та оптимізувати використання ресурсів для зниження екологічного навантаження [3; 7].

Крім того, як зазначає Н. Е. Красностанова, цифрові двійники та технології моделювання життєвого циклу продукції дозволяють прогнозувати вплив бізнес-процесів на навколишнє середовище та ідентифікувати оптимальні шляхи для зменшення викидів та ресурсоспоживання. Тому впровадження цифрових рішень сприяє формуванню нових бізнес-моделей, орієнтованих на екологічну стійкість, зокрема сервісної економіки, де перевага надається не володінню матеріальними активами, а їх тимчасовому використанню чи спільному доступу [2].

Окреме місце займають дослідження, присвячені впливу штучного інтелекту та автоматизованих аналітичних систем на соціальні аспекти бізнесу. Зокрема, у працях Ю. О. Чалюк відзначається, що важливим аспектом цифровізації є трансформація соціально-економічної сфери для забезпечення прозорості екологічного моніторингу та підтвердження відповідності підприємств екологічним стандартам. Водночас, цифрові технології дають змогу бізнесу автоматизувати управління процесами відповідності екологічним стандартам [4; 5; 6].

Таким чином, наявні наукові напрацювання підтверджують, що цифрова трансформація є ключовим фактором розвитку екологічно відповідального бізнесу, але її ефективність залежить від доступності цифрових рішень. Водночас, існує необхідність розширення досліджень у даній сфері для більш точної оцінки потенціалу цифрових технологій для зеленої трансформації.

ФОРМУВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Метою статті є дослідження взаємозв'язку між цифровою трансформацією бізнесу та впровадженням зелених технологій, а також визначення основних напрямів використання цифрових рішень для підвищення екологічної ефективності.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

У сучасній економіці цифровізація та екологічна модернізація є функціонально взаємопов'язаними через здатність сучасних технологій забезпечувати підвищувати ефективність виробничих процесів та зменшувати негативний вплив на довкілля. Завдяки цифровим рішенням бізнес отримує можливість покращувати моніторинг екологічних показників, аналізувати дані та впроваджувати більш сталі підходи до управління. Один із ключових напрямів цифрової екологічної трансформації полягає в застосуванні інтелектуальних методів оцінки споживання енергії та ресурсів, що дозволяє мінімізувати витрати та екологічний слід підприємств [1]. Цифрові системи автоматизують процеси контролю та прийняття рішень, що сприяє зменшенню відходів і підвищенню ефективності використання матеріалів. Крім того, цифрові інструменти змінюють стратегічний підхід до екологічного управління, допомагаючи бізнесу інтегрувати екологічні вигоди у виробництво.

В практичному аспекті автоматизація виробничих процесів та застосування цифрових платформ для екологічного контролю є ключовими елементами сучасного управління ресурсами підприємств. Саме завдяки впровадженню цифрових рішень досягається зниження залежності від людського фактору, наслідком чого є підвищення точності екологічного моніторингу та ефективності управлінських рішень. Водночас автоматизовані системи дозволяють підприємствам здійснювати безперервний контроль за споживанням енергії та інших ресурсів, що мінімізує екологічні ризики та покращує загальну стійкість бізнесу. У свою чергу, використання цифрових платформ сприяє обробці великих обсягів даних у режимі реального часу, на основі чого забезпечується швидке реагування суб'єктів господарювання на зміни в параметрах екологічної безпеки і коригування операційних процесів відповідно до встановлених стандартів.

Важливого значення в такому аспекті набуває інтеграція цифрових інструментів в управління ресурсами, яка безпосередньо впливає на стратегічний розвиток підприємств, оскільки дозволяє аналізувати ефективність впроваджених екологічних рішень та прогнозувати їх довгострокові наслідки [7]. Це створює належні передумови для формування бізнес-моделей, які враховують не лише економічну доцільність, а й екологічну відповідальність підприємств. Тому автоматизація виробництва та цифровий контроль за використанням ресурсів на практиці виступають не лише інструментами підвищення операційної ефективності, але й важливими чинниками забезпечення стійкого розвитку підприємств в умовах сучасного динамічного бізнес-середовища.

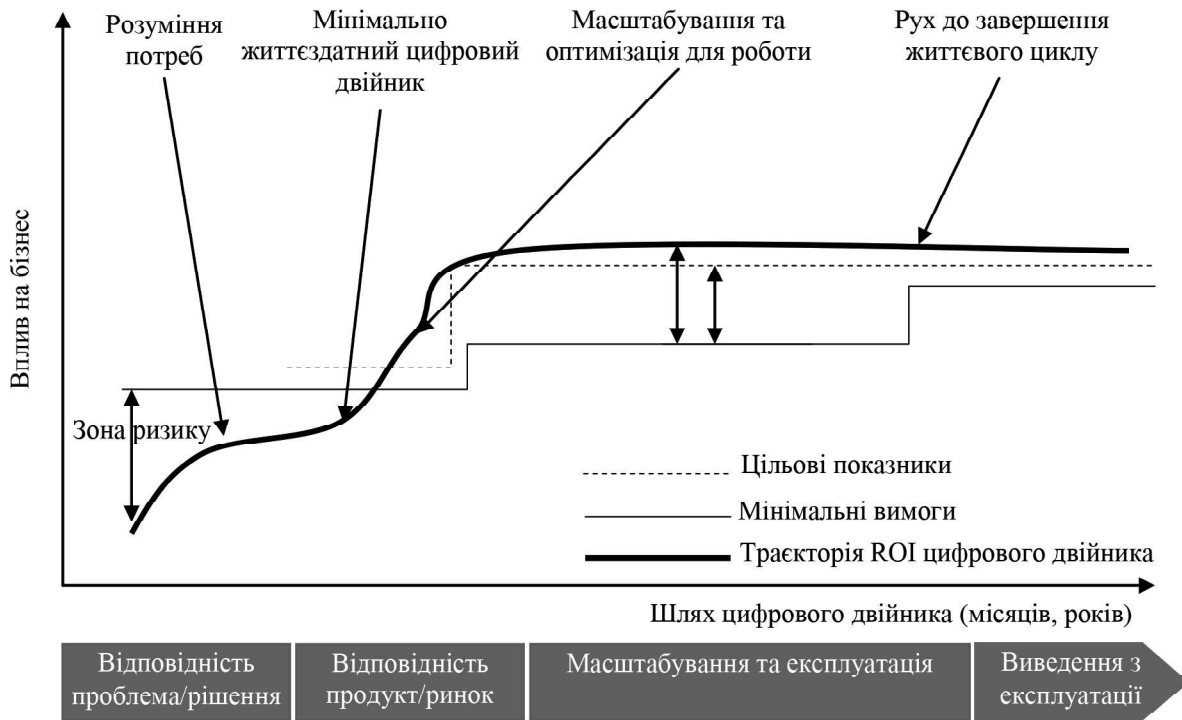


Рис. 1. Переваги використання цифрових двійників

Джерело: [9].

Особливу роль у моделюванні екологічно безпечних виробничих ланцюгів відіграють цифрові двійники, які забезпечують точну симуляцію реальних процесів і створюючи умови для оптимізації ресурсоспоживання [9]. Так, завдяки інтеграції даних з різних джерел, цифрові моделі дозволяють відстежувати вплив кожного етапу виробництва на навколишнє середовище, ідентифікувати потенційні екологічні ризики та розробляти стратегії їхнього усунення.

Використання цифрових двійників у процесах управління ресурсами сприяє мінімізації відходів та оптимізації енергоспоживання. А завдяки детальному аналізу поведінки виробничих систем у віртуальному середовищі, підприємства можуть приймати рішення, спрямовані на зменшення викидів, скорочення використання неекологічних матеріалів тощо. Це дозволяє знизити екологічне навантаження без значного впливу на продуктивність бізнесу. Крім оцінки поточних виробничих процесів, цифрові двійники дозволяють моделювати майбутні сценарії розвитку підприємства з урахуванням екологічних факторів, що дає змогу прогнозувати ефекти від запровадження нових технологій (рис. 1).

Загалом можна стверджувати, що цифрові двійники виступають не лише інструментом моніторингу, але й стратегічним механізмом, який допомагає підприємствам адаптуватися до сучасних вимог екологічної відповідальності. В практичному аспекті вони сприяють мінімізації екологічних ризиків та сприяють побудові ефективних і стійких виробничих ланцюгів.

У даний час широкого поширення набувають спеціалізовані цифрові фінансові інструменти, зокрема зелені токени та смарт-контракти, які відіграють важливу роль у стимулюванні екологічно відповідальних бізнес-ініціатив, забезпечуючи ефективність фінансо-

вих потоків у сфері сталого розвитку [6]. Як свідчить практика розвинутих країн, їх застосування сприяє залученню інвестицій у проекти, орієнтовані на зменшення екологічного впливу, а також підвищує рівень довіри до екологічних ініціатив серед учасників ринку.

Зокрема, зелені токени, як цифрові активи, прив'язані до екологічних проєктів або сертифікованих показників екологічної ефективності, що дозволяють бізнесу залучати фінансування для інноваційних екологічних рішень. Вони можуть використовуватися для відстеження та обліку вуглецевих кредитів, інвестування у відновлювану енергетику або підтримки ініціатив із зменшення промислових викидів. Децентралізована природа таких інструментів сприяє формуванню відкритого ринку екологічних фінансів, де підприємства можуть напряму взаємодіяти з інвесторами, уникаючи складних бюрократичних процедур (табл. 1).

Застосування смарт-контрактів базується на їх здатності забезпечувати автоматичне виконання фінансових зобов'язань у межах екологічних угод, що зменшує операційні ризики та підвищує ефективність управління екологічними проєктами. Вони дозволяють автоматизувати виплати за досягнення певних екологічних показників, що не лише спрощує контроль за виконанням екологічних зобов'язань, але й створює економічні стимули для підприємств дотримуватися екологічних стандартів.

Отже бачимо, що застосування цифрових фінансових інструментів у рамках екологічних ініціатив сприяє підвищенню рівня відповідальності бізнесу та створює нові механізми екологічного фінансування. Саме вони дозволяють розширити доступ підприємств до капіталу та сприяють розвитку механізмів екологічного звітування, що є важливим для формування стійкої та екологічно відповідальної економіки.

Таблиця 1. Зелені токени та сфера їх застосування

Тип зеленого токена	Функціональні переваги	Сфера застосування
Токени вуглецевих кредитів	- торгівля скороченнями викидів парникових газів; - автоматизація компенсації викидів через блокчейн; - підвищення прозорості ринку вуглецевих кредитів.	- корпоративний сектор (компенсація викидів); - торгівля вуглецевими активами; - контроль за дотриманням екологічних норм.
Токени відновлюваної енергії	- сертифікація виробництва енергії з відновлюваних джерел; - спрощення транзакцій між виробниками та споживачами зеленої енергії; - децентралізація ринку енергетики.	- виробники та постачальники зеленої енергії; - закупівля відновлюваної енергії; - смарт-мережі та мікроелектростанції.
Токени екологічних ініціатив	- залучення фінансування для екологічних проєктів; - відстеження використання коштів завдяки блокчейн; - одержання винагороди за інвестування у сталі ініціативи.	- фонди сталого розвитку; - підприємства, що впроваджують екологічні проєкти; - інвестори, зацікавлені у фінансуванні «зелених» рішень.
Токени циркулярної економіки	- стимулювання повторного використання відходів; - смарт-контракти для автоматизації угод щодо переробки; - мотивація до переходу на екологічно чисті технології.	- оптимізація ресурсоспоживання; - контроль життєвого циклу продукції; - програми скорочення відходів.
Токени водного сліду	- контроль за споживанням води та фінансування її збереження; - підтримка екологічних проєктів; - міжнародні угоди щодо сталого водокористування.	- облік споживання води; - оптимізація використання водних ресурсів; - глобальні екологічні фонди та міжнародні організації.

Джерело: сформовано на основі [2; 7].

Разом з тим, процес цифрової трансформації бізнесу у контексті екологічного переходу стикається з низкою перешкод, які уповільнюють впровадження цифрових рішень і знижують ефективність екологічної модернізації. Однією з головних проблем є значні стартові інвестиції, необхідні для розбудови цифрової інфраструктури та автоматизації процесів управління ресурсами. При цьому українські підприємства часто не мають достатніх фінансових можливостей для швидкої адаптації до нових технологій, що стримує їх екологічну ефективність.

Ще однією суттєвою перешкодою є брак кваліфікованих кадрів, які можуть працювати із сучасними цифровими рішеннями та інтегрувати їх у виробничі й управлінські процеси [5]. Навіть за наявності необхідних інструментів підприємства на практиці часто стикаються з труднощами під час їх практичного застосування, оскільки трансформація потребує спеціалізованих знань у сфері цифрової аналітики та екологічного моніторингу.

Крім цього, цифрова трансформація стикається із проблемою розриву в доступі до технологій між різними секторами економіки. Великі підприємства мають більше ресурсів для впровадження цифрових екологічних рішень, в той час як малі та середні підприємства значно відстають в даному плані, що поглиблює розрив у рівні їхньої екологічної стійкості. Відповідно, подолання цих викликів вимагає комплексного підходу, що включає вдосконалення нормативної бази, розширення доступу до цифрових рішень та формування сприятливих умов для інвестування у стійкі технології.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Таким чином, приходимо до висновку, що цифрова трансформація бізнесу є визначальним фактором, що сприяє прискоренню впровадження зелених технологій та формуванню нової моделі екологічно орієнтованої економіки. Завдяки використанню сучасних цифрових рішень підприємства отримують можливість оптимізувати виробничі процеси та інтегрувати сталі бізнес-моделі, які відповідають зростаючим регуляторним та ринковим вимогам. Розвиток цифрових технологій створює нові можливості для екологічної модернізації, проте потребує стратегічного підходу та інвестицій у відповідну інфраструктуру. При цьому лише інтеграція цифрових рішень на всіх рівнях виробничої та управлінської діяльності здатна забезпечити довгострокові екологічні та економічні вигоди для підприємств.

Відповідно, цифрова трансформація виступає не лише технологічним процесом, але й стратегічною необхідністю для підприємств, які прагнуть досягти високого рівня конкурентоспроможності в умовах глобальної екологічної трансформації. Успішна інтеграція цифрових технологій у сферу зелених ініціатив стане визначальним фактором для сталого розвитку економіки та формування нових підходів до ведення бізнесу у нових економічних умовах.

Література:

1. Дергачова Г. М., Колешня Я. О. Цифрова трансформація бізнесу: сутність, ознаки, вимоги та технології.

Економічний вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". 2020. № 17. С. 280—290.

2. Красностанова Н. Е., Медловська Н. В. Стійкий розвиток організацій та цифрові двійники. Науковий погляд: економіка та управління. 2023. № 1 (81). С. 64—69.

3. Шматковська Т. О., Коробчук Т. І., Борисюк О. В. Сучасні інформаційно— комунікаційні технології в системі обліково-аналітичного забезпечення щодо моделювання бізнес-процесів. Економіка та суспільство. 2023. № 53.

4. Чалюк Ю. О. Середній клас у глобальному вимірі. Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". Серія: "Економічні науки". 2021. № 1 (45). Том 2. С. 57—69.

5. Чалюк Ю. О. PEST-аналіз причин міграції населення України до країн Євросоюзу. Інфраструктура ринку. 2020. № 49. С. 61-67.

6. Чалюк Ю. О. "Warstate" і "Welfare state": конфлікт чи синергія воєнної стратегії та соціальної безпеки України. Сталій розвиток економіки. 2024. № 1 (48). С. 309—320.

7. Shmatkovska, T., Britchenko, I., Voitovych, I., Losonczi, P., Lorvi, I., Kulyk, I., Begun, S. Modern information and communication technologies in the digital economy in the system of economic security of the enterprises. AD ALTA: Journal of interdisciplinary research. 2022. Vol. 12(1). Special Issue XXVII. Pp. 153—156.

8. European Commission. Digital Europe Programme. URL: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/programmes/digital> (дата звернення 01.02.2025).

9. Van Schalkwyk P., Isaacs D. Achieving scale through composable and lean digital twins. In The Digital Twin. Cham: Springer International Publishing, 2023. Pp. 153—180.

References:

1. Derhachova, H. M. and Koleshnia, Ya. O. (2020), "Digital business transformation: essence, characteristics, requirements and technologies", Ekonomichni visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy "Kyivskiy politekhnichnyi instytut", vol. 17, pp. 280—290.

2. Krasnostanova, N. E. and Medlovska, N. V. (2023), "Sustainable development of organizations and digital twins", Naukovyi pohliad: ekonomika ta upravlinnia, vol. 1 (81), pp. 64—69.

3. Shmatkovska, T. O., Korobchuk, T. I. and Borysiuk, O. V. (2023), "Modern information and communication technologies in the system of accounting and analytical support for modeling business processes", Ekonomika ta suspilstvo, vol. 53.

4. Chaliuk, Yu. O. (2021), "The middle class in the global dimension", Internauka. Serii: "Ekonomichni nauky", vol. 1 (45), part 2, pp. 57—69.

5. Chaliuk, Yu. O. (2020), "PEST-analysis of the reasons for migration of the population of Ukraine to the European Union", Infrastruktura rynku, vol. 49, pp. 61—67.

6. Chaliuk, Yu. O. (2024), "Warstate" and "Welfare state", Stalyi rozvytok ekonomiky, vol. 1 (48), pp. 309—320.

7. Shmatkovska, T., Britchenko, I., Voitovych, I., Losonczi, P., Lorvi, I., Kulyk, I., and Begun, S. (2022), "Modern information and communication technologies in the digital economy in the system of economic security of the enterprises", AD ALTA: Journal of interdisciplinary research, vol. 12(1), Special Issue XXVII, pp. 153—156.

8. European Commission (2025), "Digital Europe Programme", available at: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/programmes/digital>, (Accessed 01 February 2025).

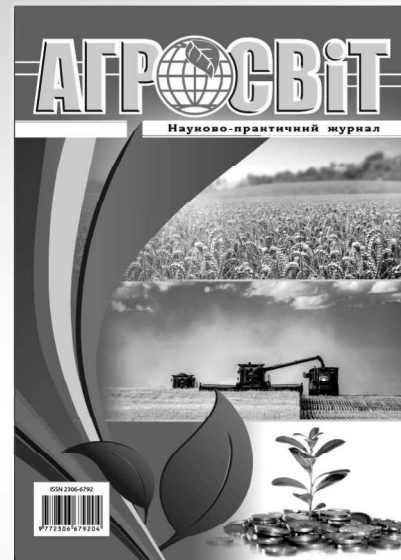
9. Van Schalkwyk, P. and Isaacs, D. (2023), Achieving scale through composable and lean digital twins. In The Digital Twin. Springer International Publishing, Cham, Switzerland.

Стаття надійшла до редакції 13.02.2025 р.

АГРОСВІТ

<https://nauka.com.ua>

Передплатний індекс: 23847



Виходить 24 рази на рік

Журнал включено до переліку наукових фахових видань України з ЕКОНОМІЧНИХ НАУК (Категорія «Б»)

Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292