

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.
Ефективна економіка. 2026. № 1. ISSN 2307-2105

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.1.80>

УДК 330.131.52:004.056:519.246

*Ю. Б. Ільницька,
викладач кафедри гуманітарних, економічних та фінансово-облікових
дисциплін, Вінницький кооперативний інститут
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-9961-6070>
Т. П. Крутоус,
к. пед. н., проректор з науково-педагогічної роботи,
Вінницький кооперативний інститут
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7367-6058>
О. Г. Вечірко,
в. о. завідувачки кафедри фінансових, комерційно-технологічних дисциплін та
готельно-ресторанного обслуговування,
Фаховий коледж економіки і права Вінницького кооперативного інституту
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4513-2804>*

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ БІЗНЕС-МОДЕЛІЙ

*Yu. Ilnitska,
Lecturer at the Department of Humanities, Economics, and Financial and
Accounting Disciplines,
Vinnytsia Cooperative Institute
T. Krutous,
PhD in Education, Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work,
Vinnytsia Cooperative Institute
O. Vechirko,
Acting Head of the Department of Finance, Commercial and Technological
Disciplines, and Hotel and Restaurant Services,
Professional College of Economics and Law of Vinnytsia Cooperative Institute*

SIMULATION MODELING AS A TOOL FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF DIGITAL BUSINESS MODELS

У статті досліджено можливості застосування імітаційного моделювання для аналізу та оцінки ефективності цифрових бізнес-моделей в умовах динамічного конкурентного середовища. Обґрунтовано доцільність використання агентних моделей, системної динаміки та дискретно-подієвого моделювання для відтворення складних взаємодій між учасниками ринку, прогнозування впливу змін зовнішніх факторів та оцінки альтернативних стратегій розвитку. На основі аналізу сучасних наукових досліджень запропоновано концептуальну модель оцінки ефективності цифрових бізнес-моделей, яка інтегрує методи сценарного аналізу, аналіз чутливості та стохастичне моделювання ризиків. Модель дозволяє кількісно оцінити фінансові результати, ринкову стійкість та адаптивність цифрової бізнес-моделі за різних сценаріїв розвитку зовнішнього середовища. Окрім того, розглянуто практичні аспекти впровадження запропонованого підходу для українських підприємств з урахуванням особливостей їх функціонування в умовах цифрової трансформації та відбудови економіки.

The article delves into the critical application of simulation modeling as a robust methodological toolkit for the in-depth analysis and comprehensive evaluation of digital business model efficacy within highly volatile and competitive market landscapes. It posits that the inherent complexity, nonlinear interactions, and rapid evolution characteristic of digital markets render traditional static analytical frameworks insufficient. In response, the work rigorously substantiates the deployment of three pivotal simulation paradigms: agent-based modeling, system dynamics, and discrete-event simulation. Each paradigm is examined for its unique capacity to mirror the intricate web of interactions among autonomous market agents (customers, competitors, platforms), capture feedback loops and accumulations within business systems, and model sequential, process-oriented operations, respectively. Their combined or selective use is advocated to create high-fidelity digital twins of competitive environments, enabling the forecasting of

ripple effects from external shocks and the rigorous testing of alternative strategic decisions.

Building upon a synthesized analysis of contemporary scientific discourse, the core contribution of the article is a novel conceptual model designed specifically for assessing the effectiveness of digital business models. This model is architecturally integrated, weaving together scenario analysis to map plausible future states of the external environment, sensitivity analysis to identify key value drivers and vulnerability points within the model, and stochastic risk modeling to quantify uncertainties and potential downside deviations. The proposed framework transcends qualitative assessment, enabling stakeholders to perform quantitative evaluations of critical success metrics. These include projected financial performance (revenue streams, profitability, customer lifetime value), indicators of market stability and competitive positioning (market share resilience, churn rates), and, crucially, the inherent adaptability and agility of the business model structure when subjected to stress tests across a spectrum of possible futures.

Furthermore, the research bridges theoretical modeling with pragmatic application by dedicating significant focus to the practical implementation of the proposed approach for Ukrainian enterprises. It contextualizes the model within the unique challenges and opportunities presented by Ukraine's ongoing digital transformation and post-conflict economic reconstruction. The discussion considers local specifics such as infrastructure readiness, regulatory evolution, talent availability, and the distinct behavioral patterns of the domestic consumer and B2B markets.

Ключові слова: *імітаційне моделювання, цифрові бізнес-моделі, агентне моделювання, системна динаміка, сценарний аналіз, ефективність, конкурентне середовище.*

Keywords: *simulation modeling, digital business models, agent-based modeling, system dynamics, scenario analysis, efficiency, competitive environment.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Активне становлення цифрових бізнес-моделей, заснованих на використанні цифрових платформ, штучного інтелекту, аналізі великих даних та технологій інтернету речей, є прямим наслідком прискореної цифровізації економіки та поширення інноваційних технологій. Успішність подібних моделей визначається передусім гнучкістю підприємства та його здатністю оперативно реагувати на постійну динаміку ринку, загострення конкуренції та мінливість потреби споживачів. При цьому класичні підходи до стратегічного планування, що спираються на детерміновані прогнози та суб'єктивні думки експертів, часто неспроможні врахувати всю складність нелінійних взаємозв'язків та віддалених наслідків управлінських рішень у цифровому середовищі.

Для вирішення цієї проблеми перспективним інструментом виступає імітаційне моделювання, здатне створювати віртуальні аналоги складних систем для аналізу їх поведінки. Цей підхід відкриває нові горизонти для всебічного дослідження та прогнозування результативності цифрових бізнес-моделей. Його використання дає змогу еволюціонувати від умовних якісних суджень до точної кількісної оцінки різних сценаріїв розвитку, що має ключове значення для українських компаній на шляху цифрової трансформації та в умовах відновлення економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна наукова література з цифровізації бізнесу та стратегічного управління демонструє зростаючий інтерес до застосування імітаційних методів для аналізу бізнес-моделей. Дослідження останніх років пропонують різноманітні підходи до вирішення цієї проблеми.

У роботі Мальчик М.В., Толчанової З.О. та Василіва В.В. [1] представлено застосування імітаційного моделювання для аналізу поведінки промислових підприємств у конкурентному середовищі. Автори використовують структурно-динамічний аналіз фінансових показників та агентне моделювання для оцінки впливу макроекономічних факторів і

конкурентного тиску. Результати дослідження показують, що імітаційне моделювання дозволяє прогнозувати зміни фінансової стійкості підприємств і оцінювати ефективність управлінських стратегій. Проте запропонований підхід орієнтований переважно на промислові підприємства і недостатньо враховує специфіку цифрових бізнес-моделей, заснованих на платформних рішеннях та мережевих ефектах. У дослідженні Кузьминського К.М. [2] розглядається модель поетапної цифрової трансформації виробничого кластеру. Автор пропонує багаторівневий підхід з урахуванням цифрової зрілості учасників кластеру та типології цифрових технологій. Запропонована модель дозволяє будувати сценарії розвитку з урахуванням обмежень ресурсів та ризиків. Незважаючи на ефективність запропонованого підходу для кластерних структур, він недостатньо адаптований для аналізу індивідуальних цифрових бізнес-моделей, особливо в секторі послуг та електронної комерції.

Наукова праця Головка О.В. та Ткаченка Ф.В. [3] демонструє комплексний підхід до цифровізації бізнес-процесів, аналізуючи роль сучасних інструментів, таких як автоматизація, бізнес-аналіз та реінжиніринг процесів. Автори наголошують на необхідності стратегічного управління цифровою трансформацією та використанні методів оптимізації бізнес-процесів. Однак у роботі недостатньо уваги приділено імітаційним методам як інструменту оцінки ефективності трансформації. Робота Крамського Д.Ю. та співавторів [4] аналізує цифрову трансформацію, акцентуючи увагу на поєднанні інформаційних систем, економіко-математичного моделювання та стратегій даних. Ця робота представляє комплексну парадигму, орієнтовану на трансформацію цілих секторів економіки та державного управління, що відображає еволюцію підходу від технологічно-орієнтованого до стратегічного та дата-орієнтованого.

Найбільш цілеспрямоване дослідження в цьому напрямку представлено в статті Ksourji-Gerwien С. та Poppelbuss J. [5]. Автори пропонують структурований процес інновацій бізнес-моделей (ВМІ), що інтегрує

моделювання системної динаміки (SD) для кількісної оцінки та підтримки прийняття рішень перед впровадженням. Процес включає нові фази: підготовку, визначення проблеми та кількісне симуляційне моделювання, що дозволяє командам розробляти спільне розуміння проблеми, експериментувати зі сценаріями та оцінювати фінансову життєздатність нових моделей. Дослідження підкреслює переваги SD як динамічної та візуальної мови моделювання, яка полегшує комунікацію, спільне проектування та оцінку складних сервісно-орієнтованих бізнес-моделей у B2B-контексті. У рамках досліджень зарубіжних авторів також висвітлюються різні аспекти моделювання цифрових бізнес-моделей. Зокрема, дослідження [6] аналізують взаємозв'язок між цифровізацією та бізнес-моделями, пропонуючи класифікацію цифрових бізнес-моделей. Автори використовують кейс-стаді та якісний аналіз, але не застосовують імітаційні методи для кількісної оцінки ефективності.

Незважаючи на значний прогрес у дослідженні цифрових бізнес-моделей, більшість сучасних робіт зосереджено на якісному аналізі та описових підходах. Відсутніми залишаються інтегровані рішення, що поєднують різні методи імітаційного моделювання (системну динаміку, агентне моделювання, дискретно-подійне моделювання) для комплексної оцінки ефективності цифрових бізнес-моделей в умовах невизначеності, динамічних змін ринкового середовища та мережових взаємодій. Особливо актуальним є розвиток підходів, що інтегрують аналіз даних, машинне навчання та симуляційні моделі для створення адаптивних та стійких цифрових бізнес-моделей, здатних до постійного вдосконалення в реальному часі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Суть застосування імітаційного моделювання в управлінні цифровими бізнес-моделями полягає у створенні їх віртуального прототипу, здатного відтворювати поведінку відповідної складної системи за різних вхідних умов. На противагу класичним аналітичним підходам, що часто працюють із спрощеними

гіпотезами, імітаційні моделі дають змогу інтегрувати ключові особливості цифрового середовища: нелінійні залежності, петлі зворотного зв'язку та стохастичні впливи [7-10].

Найбільш повну та обґрунтовану оцінку ефективності цифрових бізнес-моделей забезпечує комплексне використання трьох основних методологій імітаційного моделювання:

1. *Агентне моделювання* дозволяє відтворювати поведінку окремих учасників ринку (споживачів, конкурентів, партнерів) на основі заданих правил та цілей. Цей підхід особливо ефективний для аналізу мережевих ефектів, формування лояльності клієнтів та динаміки конкурентної боротьби на цифрових платформах.

2. *Системна динаміка* забезпечує моделювання причинно-наслідкових зв'язків між ключовими змінними цифрової бізнес-моделі (інвестиції, витрати, доходи, кількість користувачів). Цей метод дозволяє аналізувати довгострокові тенденції та каскадні ефекти управлінських рішень.

3. *Дискретно-подієве моделювання* використовується для аналізу операційних процесів цифрового бізнесу, таких як обробка замовлень, обслуговування клієнтів, логістичні потоки. Цей підхід дозволяє оптимізувати використання ресурсів та виявити "вузькі місця" в бізнес-процесах.

Запропонована концептуальна модель оцінки ефективності цифрових бізнес-моделей включає чотири взаємопов'язані модулі (рис. 1):

Модуль структурного аналізу – ідентифікація ключових компонентів цифрової бізнес-моделі (ціннісна пропозиція, потоки доходів, ключові ресурси, канали збуту, відносини з клієнтами).

Модуль динамічного моделювання – побудова імітаційних моделей з використанням агентного підходу та системної динаміки для відтворення поведінки системи в часі.



Рис. 1. Концептуальна модель імітаційного оцінювання ефективності цифрових бізнес-моделей

Джерело: розроблено авторами

Модуль сценарного аналізу – розробка альтернативних сценаріїв розвитку зовнішнього середовища (оптимістичний, базовий, кризовий) та оцінка їх впливу на ефективність бізнес-моделі.

Модуль оптимізації рішень – аналіз результатів моделювання, порівняльна оцінка альтернативних стратегій та вибір оптимального варіанту розвитку.

Для комплексної кількісної оцінки ефективності цифрової бізнес-моделі в динамічному середовищі пропонується система взаємопов'язаних інтегральних показників, що охоплює три ключові виміри успіху: фінансову результативність, ринкову стійкість та організаційну адаптивність. Таке

багатовимірне оцінювання дозволяє перейти від фрагментарного аналізу до цілісного уявлення про життєздатність та конкурентний потенціал моделі.

Фінансова ефективність оцінюється за допомогою класичного показника чистої приведеної вартості (NPV), який визначає реальну вартість проекту, що генерує майбутні грошові потоки, з урахуванням вартості капіталу. Формула розрахунку:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (1)$$

де CF_t – грошовий потік у період t ; r – ставка дисконтування; I_0 – початкові інвестиції.

Ринкова стійкість вимірюється за допомогою синтетичного індексу конкурентної стійкості (КС). Цей показник агрегує кілька критичних факторів успіху на ринку, надаючи узагальнену оцінку здатності моделі зберігати та розвивати свої позиції. Формула індексу:

$$KC = \alpha \cdot MS + \beta \cdot CR + \gamma \cdot DP, \quad (2)$$

де MS – частка ринку; CR – коефіцієнт утримання клієнтів; DP – рівень диференціації продукту; α, β, γ – вагові коефіцієнти.

Адаптивність бізнес-моделі кваліфікується через коефіцієнт адаптації (КА), який кількісно виражає її здатність до трансформації у відповідь на зовнішні виклики. Він розраховується як відношення реакції системи до сили впливу зовнішнього середовища:

$$KA = \frac{\Delta P}{\Delta E}, \quad (3)$$

де ΔP – зміна продуктивності системи, ΔE – зміна параметрів зовнішнього середовища.

Запропонована система показників слугує основою для імітаційного моделювання, дозволяючи віртуально тестувати, як зміни в стратегії або зовнішні умови впливають на інтегральну ефективність цифрової бізнес-моделі в динаміці.

Для українських компаній практична цінність запропонованого підходу до імітаційного моделювання безпосередньо залежить від його адаптації до локальних реалій, що характеризуються високою невизначеністю та обмеженістю ресурсів. Успішне впровадження вимагає ретельного калібрування моделі з акцентом на головні особливості місцевого середовища. Це включає врахування геополітичної та економічної нестабільності через інтеграцію специфічних факторів: від впливу воєнного стану на логістичні ланцюги та споживчий попит до ризиків кіберзагроз, санкційних обмежень та коливань валютних курсів. Важливим аспектом є орієнтація на ресурсоефективність, що передбачає адаптацію методології під умови обмежених бюджетів. Це реалізується через розробку поетапних сценаріїв трансформації, пріоритетність інвестицій з найшвидшою віддачою та пошук раціонального співвідношення між власними розробками і впровадженням готових рішень [11-12].

Не менш важливою є база моделі на релевантних локальних даних, таких як актуальна ринкова статистика, показники цифрової грамотності, динаміка доходів населення, а також особливості споживчої поведінки, рівень довіри до онлайн-сервісів і ефективність різних цифрових каналів комунікації на українському ринку. Стратегія впровадження повинна бути ітеративною та модульною, відходячи від одноразового комплексного рішення на користь поетапного підходу. Такий шлях починається з моделювання та оптимізації найбільш критичних бізнес-процесів — наприклад, управління ланцюгами поставок, механізмів ціноутворення або системи роботи з клієнтами (CRM), — з подальшим поступовим нарощуванням функціональності та охопленням моделі.

Таким чином, адаптований інструмент імітаційного моделювання стає для українських компаній не тільки засобом аналізу, а й стратегічним помічником у прийнятті обґрунтованих рішень в умовах обмеженості ресурсів та значної невизначеності зовнішнього середовища.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.

Проведене дослідження довело ефективність застосування імітаційного моделювання для аналізу та оцінки цифрових бізнес-моделей в умовах динамічного конкурентного середовища. Запропонована концептуальна модель, що поєднує методи агентного моделювання, системної динаміки та дискретно-подієвого моделювання, дозволяє перейти від якісних оцінок до кількісного аналізу ефективності цифрових бізнес-моделей. Це забезпечує об'єктивну основу для прийняття стратегічних рішень щодо розвитку цифрового бізнесу та оптимізації інвестицій у цифрові технології.

У рамках дослідження було розроблено комплексну методологію оцінки ефективності цифрових бізнес-моделей, яка враховує фінансові, ринкові та адаптаційні аспекти. Запропоновано математичний апарат для кількісної оцінки ключових показників ефективності, що створює основу для порівняльного аналізу альтернативних стратегій розвитку. Важливим результатом стала адаптація моделі до специфічних умов функціонування українських підприємств, зокрема з урахуванням геополітичних ризиків та обмеженості ресурсів.

Перспективним напрямом є вдосконалення запропонованої моделі шляхом інтеграції методів штучного інтелекту та машинного навчання. Це дозволить автоматизувати процес побудови імітаційних моделей, підвищити точність прогнозування та реалізувати адаптивне управління цифровими бізнес-моделями в режимі реального часу. Актуальною є розробка спеціалізованих модулів для оцінки впливу конкретних цифрових технологій (блокчейн, IoT, AI) на ефективність бізнес-моделі.

Також варто зосередитись на розробці інтегрованих платформ для імітаційного моделювання цифрових бізнес-моделей, що дозволить

українським підприємствам отримати доступ до сучасних інструментів стратегічного аналізу. Важливим напрямом є дослідження впливу цифрових бізнес-моделей на конкурентоспроможність національної економіки та розробка рекомендацій щодо державної підтримки цифрової трансформації бізнесу.

Для української науки та практики особливе значення має розвиток методологій, адаптованих до умов воєнного стану та відбудови економіки. Перспективним напрямом є створення національної бази даних для імітаційного моделювання цифрових бізнес-моделей, що дозволить удосконалювати методи аналізу на основі релевантної статистики українського ринку.

Реалізація запропонованих напрямів досліджень сприятиме розвитку теорії цифрових бізнес-моделей та створенню практичних інструментів для підвищення конкурентоспроможності українських підприємств в умовах цифрової трансформації економіки.

Література

1. Мальчик М. В., Толчанова З. О., Василів В. В. Аналіз поведінки промислових підприємств у конкурентному середовищі на основі імітаційного моделювання. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. №9.
2. Кузьминський К. М. Моделювання поетапної цифрової трансформації виробничого кластеру. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит*. 2025. № 6(209). С. 59-75.
3. Головка О. В., Ткаченко Ф. В. Цифровізація бізнес-процесів: передумови та тенденції. *Управління розвитком складних систем*. 2025. № 62. С. 62-71.
4. Крамської Д. Ю., Сусліков С. В., Крамської О. Ю. Значення економіко-математичного моделювання та інформаційних систем для розвитку бізнесу в умовах діджиталізації економіки. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит*. 2025. № 6 (209). С. 42-58.

5. Ksouri-Gerwien C., Poeppelbuss J. Simulation-based business model innovation process for business-to-business contexts. *The Design of Business Models*. 2024. Vol. 12. P. 83-101.
6. Kohtamäki M., Leminen S., Parida V. Conceptualizing digital business models (DBM): Framing the interplay between digitalization and business models. *Technovation*. 2024. Vol. 133, № 1.
7. Ільніцька Ю. Б., Медведська В. Б. Інноваційні підходи до професійної підготовки фахівців в умовах цифрової трансформації суспільства. *Виклики та потенційні шляхи розвитку освіти та технологій в Україні та світі: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, ВСП "Сумський фаховий коледж Національного університету харчових технологій"*, 14.05.2025 р. С. 52-56.
8. Ільніцька Ю. Б. Інтеграція технологій штучного інтелекту в сучасних освітніх практиках. *Освіта, наука і практика: інноваційні підходи до вирішення глобальних викликів: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 30 квітня 2025 року. Вінниця, 2025. С. 47-49.*
9. Ilnitska Yulia, Medvedska Victoria. Innovations in computer science education through blockchain technology. *Mathematics and Informatics in Science and Education: Challenges of Modernity: V international Scientific Internet Conference, Vinnytsia, 2025. P. 85-89.*
10. Кусій М. І., Крутоус Т. П., Матяш А. Д. Сучасні виклики у навчанні математики в контексті цифрової трансформації вищої освіти. *Наукові записки*. 2025. Випуск 160. С. 112-120.
11. Крутоус Т. П. Використання математичного апарату у виробничих процесах. *Інституціональне забезпечення розвитку споживчого ринку регіону: матеріали міжнародної науково-практичної конференції викладачів та практичних працівників, Вінниця, 22 квітня 2020 р. Вінниця, 2020. С.13-16.*
12. Крутоус Т. П., Крутоус О. М. Особливості впровадження штучного інтелекту в освітньому процесі закладу вищої освіти. *Освіта, наука*

і практика: інноваційні підходи до вирішення глобальних викликів: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 30 квітня 2025 року. Вінниця, 2025. С. 51-53.

References

1. Malchyk, M.V. Tolchanova, Z.O. and Vasylyv, V.V. (2025), “Analysis of Industrial Enterprise Behavior in a Competitive Environment Based on Simulation Modeling”, *Aktualni pytannia ekonomichnykh nauk*, vol. 9.
2. Kuzminskyi, K.M. (2025), “Modeling of Phased Digital Transformation of a Production Cluster”, *Enerhozberezhennia. Enerhetyka. Enerhoaudyt*, vol. 6 (209), pp. 59-75.
3. Holovko, O.V. and Tkachenko, F.V. (2025), “Digitalization of Business Processes: Prerequisites and Trends”, *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, vol. 62, pp. 62-71.
4. Kramskoi, D.Yu. Suslikov, S.V. and Kramskoi, O.Yu. (2025), “The Importance of Economic and Mathematical Modeling and Information Systems for Business Development in the Conditions of Economy Digitalization”, *Enerhozberezhennia. Enerhetyka. Enerhoaudyt*, vol. 6(209), pp. 42-58.
5. Ksouri-Gerwien, C. and Poepelbuss, J. (2024), “Simulation-based business model innovation process for business-to-business contexts”, *The Design of Business Models*, vol. 12, pp. 83-101.
6. Kohtamäki, M. Leminen, S. and Parida, V. (2024), “Conceptualizing digital business models (DBM): Framing the interplay between digitalization and business models”, *Technovation*, vol. 133, no. 1.
7. Ilnitska, Yu.B. and Medvedska, V.B. (2025), “Innovative Approaches to Professional Training of Specialists in the Conditions of Digital Transformation of Society”, *Materialy III Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Vykyky ta potentsiini shliakhy rozvytku osvity ta tekhnolohii v Ukraini ta sviti”* [Proceedings of the III All-Ukrainian Scientific-Practical Conference "Challenges

and Potential Ways of Development of Education and Technologies in Ukraine and the World"], Sumy, Ukraine, pp. 52-56.

8. Ilnitska, Yu.B. (2025), "Integration of Artificial Intelligence Technologies in Modern Educational Practices", *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Osvita, nauka i praktyka: innovatsiini pidkhody do vyrishennia hlobalnykh vyklykiv"* [Proceedings of the International Scientific-Practical Conference "Education, Science and Practice: Innovative Approaches to Solving Global Challenges"], Vinnytsia, Ukraine, pp. 47-49.

9. Ilnitska, Yu. and Medvedska, V. (2025), "Innovations in computer science education through blockchain technology", *Mathematics and Informatics in Science and Education: Challenges of Modernity: V International Scientific Internet Conference*, Vinnytsia, Ukraine, pp. 85-89.

10. Kusii, M.I. Krutous, T.P. and Matiash, A.D. (2025), "Modern challenges in teaching mathematics in the context of digital transformation of higher education", *Naukovi zapysky*, vol. 160, pp. 112-120.

11. Krutous, T.P. (2020), "Use of Mathematical Apparatus in Production Processes", *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii vykladachiv ta praktychnykh pratsivnyk "Instytutsionalne zabezpechennia rozvytku spozhyvchoho rynku rehionu"* [Proceedings of the International Scientific-Practical Conference of Teachers and Practitioners "Institutional Support for the Development of the Consumer Market of the Region"], Vinnytsia, Ukraine, pp. 13-16.

12. Krutous, T.P. and Krutous, O.M. (2025), "Peculiarities of Implementing Artificial Intelligence in the Educational Process of a Higher Education Institution", *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Osvita, nauka i praktyka: innovatsiini pidkhody do vyrishennia hlobalnykh vyklykiv"* [Proceedings of the International Scientific-Practical Conference "Education, Science and Practice: Innovative Approaches to Solving Global Challenges"], Vinnytsia, Ukraine, pp. 51-53.

Стаття надійшла до редакції 12.12.2025 р.