

ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В БІЗНЕС-ПРОЦЕСАХ ПІДПРИЄМСТВ

INTEGRATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES AND ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING IN BUSINESS PROCESSES OF ENTERPRISES

У статті розглянуто особливості інтеграції цифрових технологій та економіко-математичного моделювання в бізнес-процесах підприємств. Визначено, що цифровізація бізнес-процесів є ключовим напрямом підвищення конкурентоспроможності підприємств у сучасних умовах господарювання. Доведено, що інтеграція цифрових технологій з економіко-математичним моделюванням відкриває нові можливості для оптимізації операційної діяльності та стратегічного планування підприємств. Досліджено основні напрями впровадження сучасних цифрових інструментів у поєднанні з методами математичного аналізу, прогнозування та моделювання. Розглянуто переваги комплексного підходу до цифровізації в контексті адаптації моделей до специфічних галузевих потреб, що дозволяє створювати індивідуальні рішення для підвищення ефективності бізнесу. Доведено важливість інтеграції економіко-математичного моделювання як основи для підтримки стратегічних рішень. Обґрунтовано, що поєднання цифровізації та моделювання сприяє мінімізації ризиків та розробці гнучких моделей адаптації підприємств до ринкових змін, а також забезпечує підвищення їх продуктивності та ефективності управління у довгостроковій перспективі.

Ключові слова: цифровізація, моделювання бізнес-процесів, оптимізація, інтеграція цифрових технологій, ефективність підприємства, прогнозування.

The purpose of the article is to investigate the possibilities and advantages of implementing modern digital tools for optimizing management decisions based on economic and mathematical modeling. The study is based on a systematic approach to the analysis of the integration of digital technologies and economic and mathematical modeling in the business processes of enterprises. Comparative analysis methods were used to study the effectiveness of digital tools and modeling. Theoretical modeling was applied to form algorithms for adapting technologies to business processes in various industries. The method of structural and functional analysis helped to identify key elements of integration and their impact on enterprise productivity. A conceptual model of the interaction of digital platforms and mathematical models to ensure strategic management was studied. The article examines the features of the integration of digital technologies and economic and mathematical modeling in the business processes of enterprises. It is determined that the digitalization of business processes is a key direction for increasing the competitiveness of enterprises in modern business conditions. It is proven that the integration of digital technologies with economic and mathematical modeling opens up new opportunities for optimizing operational activities and strategic planning of enterprises. The main directions of implementing modern digital tools in combination with methods of mathematical analysis, forecasting and modeling are investigated. The advantages of an integrated approach to digitalization in the context of adapting models to specific industry needs are considered, which allows creating individual solutions to increase business efficiency. The importance of integrating economic and mathematical modeling as a basis for supporting strategic decisions is proven. It is substantiated that the combination of digitalization and modeling contributes to minimizing risks and developing flexible models for adapting enterprises to market changes, as well as ensuring an increase in their productivity and management efficiency in the long term.

Key words: digitalization, business process modeling, optimization, integration of digital technologies, enterprise efficiency, forecasting.

УДК 330.43:519.86

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.15-12>

Скорук О.В.¹

к.е.н., доцент,
Волинський національний університет
імені Лесі Українки

Грудзевич Ю.І.²

к.е.н., доцент,
Волинський національний університет
імені Лесі Українки

Skoruk Olena

Lesya Ukrainka Volyn National University

Grudzevych Yuliya

Lesya Ukrainka Volyn National University

Постановка проблеми. Сучасний етап економічного розвитку характеризується високим рівнем конкурентності, глобалізацією ринків та швидкими технологічними змінами. За таких умов підприємства стикаються з необхідністю функціональної адаптації до цифрової трансформації, яка включає впровадження новітніх інформаційних технологій, таких як великі дані, хмарні обчислення, штучний інтелект і блокчейн. Водночас ефективно використання зазначених інструментів потребує не лише технологічних, але й аналітичних підходів, які базуються на економіко-математичному моделюванні. Саме інтеграція цих двох

компонентів – цифрових технологій і моделей, дозволяє створювати нові рішення для оптимізації бізнес-процесів та зменшення витрат господарської діяльності підприємств.

Проте на практиці процес інтеграції стикається з низкою проблем. Зокрема, підприємства часто не мають чіткого розуміння, які саме цифрові технології відповідають їхнім специфічним потребам, а економіко-математичне моделювання потребує адаптації до сучасного цифрового середовища, що вимагає розробки нових алгоритмів та аналітичних підходів. Крім того, виникає проблема ефективного поєднання цифрових даних, отриманих

¹ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9497-1945>

² ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2790-5681>

з різних джерел, із математичними моделями для прийняття управлінських рішень у режимі реального часу.

Втім, існують і додаткові труднощі, пов'язані із обмеженістю ресурсів для впровадження складних цифрових систем у бізнес-процеси, низький рівень цифрової грамотності працівників, а також опір змінам у структурах управління підприємствами. Загальна невирішеність цих питань гальмує ефективну інтеграцію цифрових технологій та моделювання в бізнес-процеси, що призводить до зниження потенціалу підприємств щодо адаптації до динамічного ринкового середовища.

Таким чином, зазначена проблематика визначає актуальність розробки методологічних і практичних підходів до інтеграції цифрових технологій та економіко-математичного моделювання, які враховують галузеві особливості та специфіку операційної діяльності підприємств для забезпечення їх сталого розвитку в умовах цифрової економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика інтеграції цифрових технологій та економіко-математичного моделювання в бізнес-процесах в даний час виступає об'єктом посиленого наукового інтересу, оскільки вона поєднує в собі кілька ключових напрямів економічного і технологічного розвитку. При цьому особливо варто відзначити дослідження М. І. Дзямучи, у яких підкреслюється, що цифрові технології створюють нові можливості для трансформації бізнес-процесів, а також визначається роль аналітичних інструментів у прийнятті рішень, у яких математичні моделі виступають базовим елементом прогнозування та оптимізації [1; 2; 8].

Варто також відзначити дослідження В. М. Якубів, у яких визначається технічна складність інтеграції та висока вартість впровадження цифрових систем в бізнес-процеси, що є перешкодою для їх впровадження на підприємствах. Водночас авторка пропонує підходи до зменшення зазначених бар'єрів шляхом впровадження модульних рішень та використання відкритого програмного забезпечення [9].

Окремий напрям досліджень даної проблематики зосереджений на галузевих аспектах інтеграції економіко-математичного моделювання. Зокрема, у роботах Ю. О. Чалюк детально розглянуто специфіку застосування цифрових технологій у виробничому секторі, де моделювання використовується для оптимізації виробничих процесів і управління запасами. Також відзначається, що у сфері послуг більш важливим є аналіз клієнтської поведінки за допомогою цифрових інструментів і математичних моделей для підвищення лояльності клієнтів [6; 7].

Загалом, незважаючи на велику кількість досліджень, питання комплексної інтеграції цифрових

технологій та економіко-математичного моделювання в бізнес-процеси залишається недостатньо висвітленим. Залишається відкритим питання адаптації математичних моделей до специфіки цифрового середовища, що і визначає актуальність подальших досліджень у цьому напрямі.

Постановка завдання. Метою статті є дослідження можливостей і переваг впровадження сучасних цифрових інструментів для оптимізації управлінських рішень на засадах економіко-математичного моделювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Цифровізація бізнес-процесів виступає основним вектором розвитку сучасних підприємств, що прагнуть зберегти конкурентоспроможність в умовах глобальної економіки. Сучасні технології, такі як ERP-системи, CRM-платформи, системи автоматизації документообігу та обробки даних, дозволяють підприємствам значно покращити свою ефективність. Зокрема, за даними Міністерства цифрової трансформації України, за 2022–2024 роки кількість підприємств, які впровадили цифрові рішення у свої бізнес-процеси, збільшилася на 25%, що призвело до зростання їх продуктивності та скорочення витрат [3].

Практичне впровадження цифрових технологій у бізнес-процеси найчастіше реалізується за допомогою використання спеціалізованих цифрових платформ, які створюють можливості для збору та аналізу великих обсягів даних у реальному часі, що значно покращує якість управлінських рішень. Відповідно, підприємства можуть швидко реагувати на зміну попиту, коригувати плани виробництва, прогнозувати продажі тощо. Зокрема, впровадження хмарних рішень дозволяє отримувати доступ до даних з будь-якої точки світу, що особливо актуально в умовах віддаленої роботи або неритмічної роботи в умовах воєнного стану.

Крім того, цифровізація сприяє інтеграції внутрішніх бізнес-процесів із зовнішніми ринковими елементами, що забезпечує формування більш гнучких і адаптивних бізнес-моделей. Такий підхід є особливо важливим для підприємств, які працюють у динамічних галузях, таких як ІТ, логістика чи енергетика. Таким чином, цифровізація не лише знижує витрати та підвищує продуктивність, але й створює нові можливості для розвитку, які є критично важливими для підприємств в умовах сучасної економіки.

Необхідно зазначити, що інтеграція цифрових технологій із економіко-математичним моделюванням надає підприємствам інструменти для покращення стратегічного планування й оптимізації бізнес-процесів. Використання цифрових рішень у поєднанні з математичними моделями дозволяє управлінському сегменту автоматизувати аналіз даних та формувати ефективні алгоритми прийняття рішень. При цьому згідно даних

статистики, в Україні понад 60% великих компаній у 2023 році застосували економіко-математичні моделі для прогнозування витрат, що допомогло їм знизити ризики на 15–20% [3]. При цьому у виробничій сфері інтеграція цифрових технологій із моделями лінійного програмування сприяла оптимізації логістичних процесів, а у фінансовому секторі – орієнтувалася на побудову точних моделей ризиків. Однак, внаслідок війни спроможність залучення інвестицій в цифровізацію українськими підприємствами знижується (рис. 1).

Як бачимо, від початку війни обсяг інвестицій у технологічний сектор України скоротився майже в чотири рази – з 832 до 209 млн. доларів. Тому посилення ефективності бізнес-процесів потребує від підприємств ефективніше використовувати наявні ресурси та забезпечувати оптимізацію виробничих процесів. Реалізація такого завдання повинна орієнтуватися на посилення інтеграції цифрових програмних рішень з математичним моделюванням, що дозволяє значно підвищити ефективність використання наявних ресурсів підприємств.

Отже, використання цифрових інструментів у поєднанні з математичним аналізом дозволяє сучасним підприємствам вирішувати завдання різної складності, пов'язані з оптимізацією бізнес-процесів, зменшенням витрат та підвищенням продуктивності. Основними напрямками впровадження таких інструментів є аналіз великих даних, автоматизація процесів прогнозування та побудова моделей управління ризиками. Практично ж реалізація завдань по інтеграції економіко-математичного аналізу та цифрових інструментів може бути здійснена на основі відповідного організаційно-економічного механізму (рис. 2).

Запропонований організаційно-економічний механізм сприяє інтеграції моделювання та цифрових технологій завдяки системному підходу до впровадження інновацій у бізнес-процеси. При цьому компонент стратегічного програмування визначає цілі та напрями інтеграції, забезпечуючи довгострокову орієнтацію на інновації, а технологічна складова забезпечує адаптацію цифрових інструментів до специфіки підприємства, створюючи умови для ефективного використання математичних моделей. І саме на основі взаємодії аналітичної та економічних складових забезпечується управління ресурсами та фінансову стійкість суб'єкта господарювання.

Зазначимо, що за даними Міністерства цифрової трансформації України, у 2024 році понад 50% великих підприємств інтегрували хмарні технології у свої операційні процеси [3]. Це дозволило їм обробляти великі обсяги даних у реальному часі, що і є функціональною основою для математичного аналізу. Іншим перспективним напрямом цифровізації є впровадження аналітичних платформ, які поєднують цифрові дані з математичними моделями для оцінки ризиків, прогнозування прибутковості та планування операцій. Це забезпечує більш точне прийняття рішень та підвищує гнучкість підприємств у нестабільних умовах ринку.

Необхідно також зазначити, що інтеграція цифрових технологій із економіко-математичним моделюванням надає підприємствам потужний інструмент для мінімізації ризиків та оптимізації бізнес-процесів. Оскільки використання цифрових платформ дозволяє збирати, обробляти та аналізувати великі обсяги даних у реальному часі, то математичне моделювання при цьому забезпечує

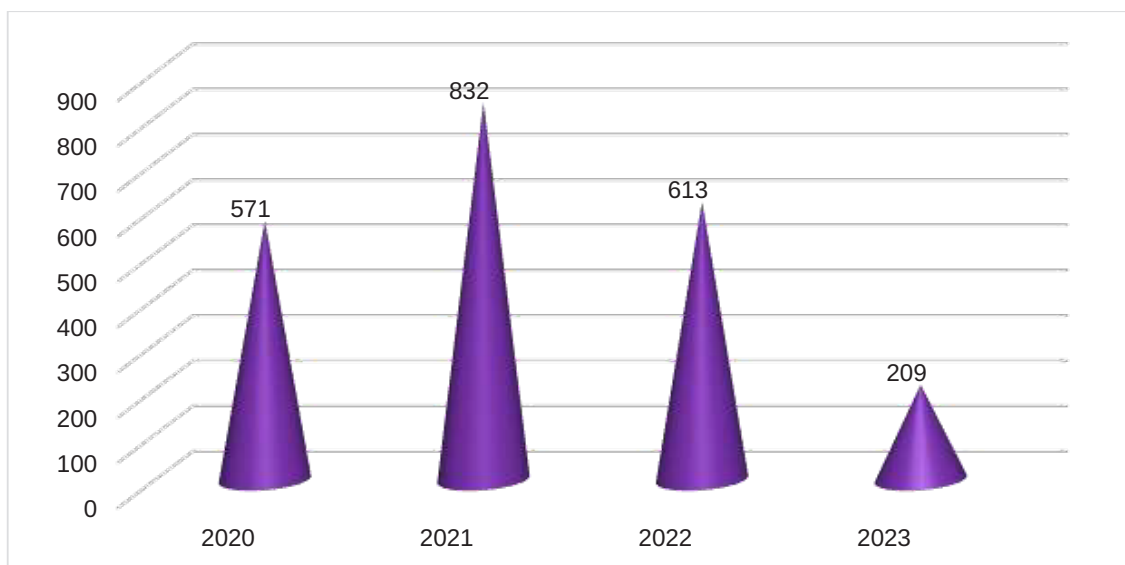


Рис. 1. Динаміка обсягу інвестицій у вигляді венчурного та приватного капіталу, залученого технологічними компаніями України у 2020–2023 рр., млн. доларів США

Джерело: побудовано авторами за даними [3]



Рис. 2. Організаційно-економічний механізм інтеграції економіко-математичного моделювання та цифрових технологій в бізнес-процесах

Джерело: побудовано авторами

прогнозування ризиків і розробку стратегій їх уникнення.

Практика свідчить, що впровадження цифрових інструментів в діяльність підприємств разом із застосуванням економіко-математичних моделей знижує операційні ризики на 25–30% та дозволяє підприємствам адаптуватися до змін ринкових умов [2]. Тому завдяки гнучкості та точності, які надають цифрові технології та моделювання, підприємства можуть ефективно управляти ризиками та забезпечувати свій стабільний розвиток у довгостроковій перспективі.

Висновки. Отже, інтеграція цифрових технологій та економіко-математичного моделювання є ключовим чинником підвищення ефективності бізнес-процесів у сучасних умовах. Поєднання цих компонентів дозволяє підприємствам не лише автоматизувати виробничі операції, але й оптимізувати використання ресурсів та підвищувати точність управлінських рішень. Економіко-математичне моделювання відіграє важливу роль у впровадженні цифрових інструментів, оскільки забезпечує мінімізацію ризиків, пов'язаних

з адаптацією нових технологій. Зокрема, моделювання визначає економічну доцільність цифровізації та є основою для формування сценаріїв розвитку підприємства.

Крім того, впровадження організаційно-економічного механізму інтеграції забезпечує системний підхід до неї, за якого кожна складова відіграє важливу роль за відповідним напрямком виробничої діяльності. Така синергія сприяє адаптації бізнесу до цифрових реалій, підвищує його гнучкість та конкурентоспроможність. тому ефективно впровадження цифрових інструментів у бізнес-процеси можливе лише за умови активного використання економіко-математичних моделей, що забезпечують науково обґрунтовану основу для прийняття рішень та підтримують стратегічний розвиток підприємств.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Дзямулич М.І. Сутність електронних грошей в сучасній фінансовій системі. *Економічні науки. Серія «Облік та фінанси»*. 2010. № 7(25). Ч. 4. С. 181–185.

2. Дзямули М.І., Рейкін Ю.Ю. Цифровізація бізнес-середовища трансграничних регіонів України та Польщі в рамках євроінтеграції. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2024. № 5 (14). С. 248–252.

3. Міністерство цифрової трансформації України : веб-сайт. URL: <https://thedigital.gov.ua/> (дата звернення: 25.11.2024).

4. Скорук О. В. Економіко-математичне моделювання сталого розвитку у діяльності підприємств. *Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2023. Том 4 № 36. С. 183–189.

5. Скорук О. В. Ефективність економіко-математичного моделювання в оптимізації бізнес-процесів. *Економіка та суспільство*. 2023. № 57.

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

7. Чалюк Ю. О. «Warstate» і «Welfare state»: конфлікт чи синергія воєнної стратегії та соціальної безпеки України. *Сталий розвиток економіки*. 2024. № 1(48). С. 309–320.

8. Dziamulych M., Moskovchuk A., Vavdiuk N., Kovalchuk N., Kulynych M., Naumenko, N. Analysis and economic and mathematical modeling in the process of forecasting the financial capacity of milk processing enterprises of the agro-industrial sector: a case study of Volyn region, Ukraine. *Scientific Papers Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development»*. 2021. Vol. 21(1). P. 259–272.

9. Yakubiv V., Sodoma R., Shmatkovska T., Dziamulych M., Brodska I. Digitalization of Payment Systems in Ukraine. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2020. Vol. 8(5). P. 4590–4596.

[Digitalization of the business environment of cross-border regions of Ukraine and Poland within the framework of European integration]. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka*, vol. 5(14), pp. 248–252. (in Ukrainian)

3. Ministerstvo tsyfrovoyi transformatsii Ukrainy [Ministry of Digital Transformation of Ukraine]. Available at: <https://thedigital.gov.ua/> (accessed November 25, 2024).

4. Skoruk O.V. (2023). Ekonomiko-matematychno modeliuвання staloho rozvytku u diialnosti pidpriemstv [Economic and mathematical modelling of sustainable development in the activities of enterprises]. *Ekonomichnyi chasopys Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukraink*, vol. 4, no. 36, pp. 183–189. (in Ukrainian)

5. Skoruk O.V. (2023). Efektyvnist ekonomiko-matematychnoho modeliuвання v optymizatsii biznes-protsesiv [Efficiency of economic and mathematical modelling in optimising business processes]. *Ekonomika ta suspilstvo*, vol. 57. (in Ukrainian)

6. Chaliuk Yu. O. (2020). PEST-analiz prychnyn mihratsii naseleння Ukrainy do krain Evrosoiuzu [PEST-analysis of the reasons for migration of the population of Ukraine to the European Union]. *Infrastruktura rynku*, vol. 49, pp. 61–67. (in Ukrainian)

7. Chaliuk Yu. O. (2024). «Warstate» і «Welfare state»: konflikt chy synerhiia voiennoi stratehii ta sotsialnoi bezpeky Ukrainy [“Warstate” and “Welfare state”: conflict or synergy of military strategy and social security of Ukraine]. *Stalyi rozvytok ekonomiky*, vol. 1(48), pp. 309–320. (in Ukrainian)

8. Dziamulych M., Moskovchuk A., Vavdiuk N., Kovalchuk N., Kulynych M., Naumenko N. (2021). Analysis and economic and mathematical modeling in the process of forecasting the financial capacity of milk processing enterprises of the agro-industrial sector: a case study of Volyn region, Ukraine. *Scientific Papers Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development»*, vol. 21(1), pp. 259–272.

9. Yakubiv V., Sodoma R., Shmatkovska T., Dziamulych M., Brodska I. (2020). Digitalization of Payment Systems in Ukraine. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8(5), pp. 4590–4596.

REFERENCES:

1. Dziamulych M.I. (2010). Sutnist elektronnykh groshei v suchasniy finansoviy systemi [The essence of electronic money in the modern financial system]. *Ekonomichni nauky. Seriya «Oblik ta finansy»*, vol. 7(25), part 4, pp. 181–185. (in Ukrainian)

2. Dziamulych M.I., Reikin Yu.Yu. (2024). Tsyfrovizatsiia biznes-seredovyscha transkordonykh rehioniv Ukrainy ta Polshchi v ramkakh evrointehratsii