



DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-624-2-11>

UDC 004.056.5:004.382.2

**Svitlana HRUSHKO**

*PhD, Associate Professor of the Department of Computer Systems and  
Networks,*

*National University "Zaporizhzhia Polytechnic", Zaporizhzhia, Ukraine,*

*Associate Professor of the Department of Computer Science,*

*Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine*

**Nataliia KULYKOVSKA**

*Senior Lecturer of the Department of Computer Systems and Networks,*

*National University "Zaporizhzhia Polytechnic", Zaporizhzhia, Ukraine*

**Artur TIMENKO**

*Senior Lecturer of the Department of Computer Systems and Networks,*

*National University "Zaporizhzhia Polytechnic", Zaporizhzhia, Ukraine*

## **INTELLECTUAL PROPERTY PROTECTION IN RECONFIGURABLE SYSTEMS: ENGINEERING SOLUTIONS FOR BUSINESS ENVIRONMENTS**

The rapid development of digital technologies and the widespread adoption of Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) in business ecosystems have created new challenges for intellectual property (IP) protection. Modern reconfigurable systems are deployed across critical sectors including cloud computing, financial services, telecommunications, and industrial automation [1]. The high cost of hardware module design, combined with the ease of bitstream copying, makes IP protection a paramount concern for technology companies seeking sustainable competitive advantages.

This paper examines engineering solutions for protecting intellectual property in FPGA-based systems within the context of digital transformation of business environments. The research addresses the growing reliance on third-party IP cores and the security implications of hardware module reuse in commercial embedded systems [1, 2].

Bitstream encryption represents the primary mechanism for preventing unauthorized extraction of proprietary designs from non-volatile memory [1, 2]. The FPGA industry has developed sophisticated encryption mechanisms utilizing



symmetric ciphers, particularly AES-256 in Counter (CTR) or Galois/Counter Mode (GCM). The encryption process protects the bitstream during storage and transmission, with decryption occurring on-chip. This approach prevents board-level probing attacks where adversaries attempt to intercept the bitstream as it travels from external memory to the FPGA. Modern implementations, such as those in Microchip PolarFire devices, employ differential power analysis (DPA) resistant protocols with key permutation after each ciphertext block [3].

Authentication mechanisms complement encryption by verifying the identity of bitstream authors and preventing unauthorized modifications [2, 3]. Digital signatures using elliptic curve cryptography (ECDSA) provide cryptographic proof that a bitstream originates from a legitimate source. The authentication process ensures that only authorized configurations are loaded onto devices, protecting against tampering and counterfeiting. Hardware roots of trust, such as the Secure Device Manager in modern FPGAs, provide the foundational security architecture for managing boot processes, key storage, and runtime security services [5].

Physical Unclonable Functions (PUFs) have emerged as a transformative technology for device authentication and anti-counterfeiting applications [4]. PUFs exploit inherent manufacturing variations in semiconductor devices to generate unique, device-specific cryptographic keys. Unlike stored keys that can be extracted through invasive attacks, PUF-derived keys are dynamically generated from the physical characteristics of the chip and exist only when needed. SRAM-based PUF implementations provide secure key generation and storage capabilities without permanently storing sensitive key material on the device, significantly reducing the attack surface for adversaries [3, 4].

Digital watermarking provides an additional layer of IP protection by embedding hidden signatures within the design that can substantiate claims of ownership in case of theft [5]. Constraint-based watermarking techniques manipulate unused portions of the bitstream or introduce subtle modifications to the design that do not affect functionality but serve as proof of authorship. These watermarks can survive various transformation attacks and provide forensic evidence for intellectual property disputes [1, 5].

Key management presents significant practical challenges for enterprise deployments [2]. The storage and distribution of encryption keys require careful consideration of security trade-offs. Options range from hardware security modules (HSMs) providing the highest level of protection to PUF-wrapped key storage that eliminates the need for permanent key storage. Organizations must balance security requirements with operational considerations, including key rotation policies, secure provisioning procedures, and compliance with standards such as FIPS 140-3 [2, 3].

For business ecosystems, the implementation of comprehensive IP protection strategies enables sustainable competitive advantages and supports innovation-driven growth [1]. Companies can confidently deploy proprietary algorithms and designs in distributed systems without fear of reverse engineering or cloning. The protection



mechanisms also facilitate secure licensing models and prevent unauthorized overproduction by contract manufacturers.

The convergence of encryption, authentication, PUF technology, and digital watermarking provides a multi-layered defense strategy for intellectual property protection in reconfigurable systems [1, 2]. As FPGA technology continues to penetrate cloud computing infrastructure through FPGA-as-a-Service models, the importance of robust IP protection will only increase. Future developments should focus on post-quantum cryptographic algorithms to ensure long-term security against emerging computational threats [3]. Organizations embracing these engineering solutions position themselves for sustainable development in the evolving digital economy.

**Keywords:** FPGA security, intellectual property protection, bitstream encryption, physical unclonable functions, digital transformation, reconfigurable systems, business ecosystems.

#### REFERENCES

1. Huffmire T., Brotherton B., Wang G., Sherwood T., Kastner R., Levin T., Nguyen T., Irvine C. Handbook of FPGA Design Security. Springer Science+Business Media, 2010. 181 p.
2. National Security Agency. DoD Microelectronics: FPGA Security Guidance. Cybersecurity Technical Report U/OO/100236-25, January 2025. 44 p.
3. Microchip Technology Inc. PolarFire FPGA and PolarFire SoC FPGA Security User Guide. DS60001726J, 2025. 90 p.
4. Suh G.E., Devadas S. Physical Unclonable Functions for Device Authentication and Secret Key Generation. Design Automation Conference (DAC), San Diego, CA, June 2007.
5. Kahng A.B., Lach J., Mangione-Smith W.H., Mantik S., Markov I.L., Potkonjak M., Tucker P., Wang H., Wolfe G. Constraint-based Watermarking Techniques for Design IP Protection. IEEE Transactions on CAD, vol. 20, no. 10, 2001. P. 1236-1252.

---

**УДК 330.322**

**Тетяна БЕРІДЗЕ,**  
*д-р екон. наук, проф., проф. каф. електрична інженерія,  
Криворізький національний університет. Кривий ріг*  
**Аліна БУГРА,**  
*канд., пед. наук, доц., доц. каф. вища математика  
Криворізький національний університет. Кривий ріг.*  
**Михайло ЛОХМАН,**  
*провідний спеціаліст SolMedia.  
Ужгород. Закарпатська область.*



## **ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ДО СПЕЦИФІКИ ГІРНИЧОРУДНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Вивчення досвіду різних компаній показало, що з огляду на велику методологічну, методичну й організаційно-технічну складність, роботу з побудови системи моніторингу діяльності підприємства доцільно здійснювати у два етапи.

I етап – розробка й адаптація пілотного проєкту щодо моніторингу діяльності підприємства.

II етап – побудова системи моніторингу діяльності підприємства на базі інших структурних одиниць і забезпечення функціонування на рівні підприємства з макроекономічними складовими.

З урахуванням зазначених етапів може бути розроблена організаційно-функціональна схема робіт на певний час зі створення й забезпечення функціонування системи моніторингу промислового підприємства. Основною метою пілотного проєкту є відпрацювання всіх елементів системи моніторингу підприємства, включаючи її методологічне, методичне, організаційне, інформаційно-технологічне і програмне забезпечення.

Розходження між підприємствами в поточному економічному стані й економічній політиці доводить необхідність переробки методичних матеріалів задля більш повного виявлення специфічних особливостей економічних процесів. У цьому зв'язку можуть бути зроблені відповідні доробки первинних носіїв інформації – кон'юнктурної, фінансової й інвестиційної анкет і задля визначення зміни реальних значень показників. Особливого значення набуває розробка і адаптація методології моніторингової діяльності в умовах інфляції, а також необхідного доповнення в методику фінансового аналізу. Зазначимо, важливість урахування змін, що постійно відбуваються в бухгалтерській і статистичній звітності, при розробці фінансового блоку.

Для тих видів моніторингу, у процесі яких здійснюється опосередкований вимір, зокрема, моніторинг економічного стану підприємств, проблему становлять забезпечення певної якості інструментарію, розроблення критеріїв оцінювання, індикаторів і економіко-аналітичних показників, безпосередній процес виміру, обробка результатів і їхня адекватна інтерпретація.

Одним із можливих напрямів покращення моніторингової діяльності може стати поділ системи моніторингу на групи й більше детальне дослідження відповідно до їх орієнтації на конкретного користувача. У рамках кожної із груп вирішуються проблеми подання й поширення інформації, яка отримана в процесі моніторингу, а також проблеми оплати його організації й проведення. На відміну від існуючого підходу ми вважаємо за доцільне виділити дві групи, що різняться за кількістю користувачів та інтенсивністю використання результатів моніторингу відповідним користувачем.



До першої групи доцільно включити види моніторингу, що орієнтовані в цілому на суспільство. Метою означеного моніторингу є конструювання суспільної думки. Різновиди такого моніторингу нечисленні, результати дослідження й аналізу призначені для чисельної аудиторії. Ознайомлення з відповідними результатами моніторингу здійснюється через засоби масової інформації, у тому числі й електронні. Зазвичай, розрахунки моніторингу проводяться за допомогою системи бюджетного фінансування. До цієї сфери може відноситися просування продукції промислового підприємства; види моніторингу цієї групи є підґрунтям маркетингових досліджень.

Друга група містить види моніторингу, що орієнтовані на практиків-фахівців щодо відповідних напрямів діяльності. Більшість систем моніторингу діяльності підприємства належать до цієї групи. При цьому, чисельність груп фахівців, які використовують результати відповідного моніторингу, можуть бути різними. Моніторингова інформація висвітлюється у спеціалізованих виданнях, у тому числі періодичних, Інтернет, передплаті. До цієї групи доцільно віднести види моніторингу, результатами якого користуються відповідні органи управління, керівники, окремі структури.

І, нарешті, з деяким ступенем умовності, керуючись засадами аналізу й оцінювання систем управління, можна виокремити два типи моніторингу, перший спрямований на виконання завдань функціонування, а другий – завдань розвитку. Загалом, одні системи моніторингу, після виконання свого конкретного завдання припиняють своє існування, інші можуть існувати необмежено довго.

Труднощі й складнощі застосування інформаційних систем у промисловості полягають у великому різноманітті підприємств із різними формами організації виробництва та різноманітним асортиментом продукції, що випускається. Слід враховувати, що для окремого підприємства кількість видів виробів і послуг досить обмежена. Все це спричиняє до створення інформаційних систем (ІС) для конкретного підприємства. За своїм обсягом і функціональними можливостями недоречно порівнювати інформаційні системи великих підприємств. З огляду на специфіку діяльності кожного підприємства, існує доцільність проектування ІС для окремих підприємств.

Побудова таких систем вимагає великих витрат. Для зниження вартості проектування і впровадження доцільно будувати ІС із широким використанням апаратури, що випускається серійно, і програмного забезпечення. Наприклад, ІС бізнесу можуть використовувати стандартні інтерфейси автоматизованої передачі даних (EDI) і сполучні інтерфейси (ALE). При цьому, можуть застосовуватися різні операційні системи як на платформі Windows, так і UNIX.

На даний час на підприємствах гірничорудного комплексу (ГРК) існує, поряд з іншими, загальна проблема – проблема управління інформацією. Керівництво підприємств повинно оперувати значною кількістю інформації і



приймати своєчасні та раціональні рішення. Від рівня інформованості управлінців, від своєчасності надходження актуальної інформації, від рівня доступу до «якісної» інформації залежить раціональність прийняття управлінських рішень.

Гірничі підприємства як об'єкт управління характеризується такими особливостями:

- 1) наявністю дискретних і безперервних технологічних процесів;
- 2) високою встановленою потужністю технологічного обладнання;
- 3) узгодженням організації взаємодії основного виробництва за обсягом і ритмом його роботи;
- 4) жорсткими вимогами споживача до якості готової продукції;
- 5) розсосередженням виробничих і допоміжних об'єктів та тісними технологічними зв'язками між ними;
- 6) нерівномірністю споживання енергії і високою залежністю його від технологічних факторів.

Сучасний підхід до управління підприємством ґрунтується на конвергенції управлінських та інформаційних технологій.

Через недостатню інтегрованість інформації при стратегічному управлінні спостерігаються такі негативні тенденції:

- 1) дані, що використовуються, некоректні;
- 2) інформація неповна і застаріла;
- 3) здійснюється ізольоване прийняття рішень;
- 4) формуються рішення, що не відповідають дійсному становищу справ;
- 5) не використовується резервні.

На противагу цьому високоінтегрований інформаційний потік забезпечує повноту і цілісність інформації;

- 1) коректне керування бізнес-правилами і структурою прийняття рішень; реалізує засоби інтеграції прикладних завдань;
- 2) створює єдине виконавче середовище.
- 3) Скоординована взаємодія між усіма підрозділами, оперативна обробка й аналіз даних, довгострокове планування і прогнозування стану ринку – ось далеко не повний перелік завдань, що дозволяє вирішити сучасна система керування за допомогою інформаційних технологій.

4) Управління виробничою діяльністю гірничорудних підприємств – багатогранний процес, який охоплює функції планування, обліку та аналізу по роках, кварталах і місяцях, функції оперативного управління – тижнево-добового планування, обліку, аналізу та диспетчерського управління виробничими процесами. Ці функції здійснюються управлінським персоналом при рішенні заздалегідь відомих або виникаючих у ході виробничого процесу завдань.

У структурі управління гірничорудних підприємств можна виділити три рівні:



- 1) управління комбінатом (дирекція і функціональні відділи);
- 2) управління цехами (начальники цехів і відділів);
- 3) управління ділянками (начальники дільниць і служб).

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що в процесі моніторингу діяльності підприємства відбувається збільшення кількості інформації, що накопичується і зберігається на даному підприємстві, для подальшого поліпшення його функціонування. Разом з тим, умова накопичення інформації для поліпшення функціонування підприємства є необхідною, але недостатньою. Враховуючи, що розглянуті підприємства гірничодобувного комплексу є відкритими щодо прийняття інформації системами, повинна мати місце селекція інформації при її накопиченні при здійсненні зв'язку із зовнішнім середовищем.

Таким чином, у результаті системного аналізу до поняття стійкості підприємства як системи додалися поняття його адаптивності, надійності та лабільності. Саме завдяки цим якостям забезпечується здатність підприємства як системи переходити в разі зміни його внутрішнього стану та умов зовнішнього середовища в новий гомеостатичний стан, що і досягається проведенням моніторингу підприємства.

---

УДК 352:332.146.2:004.77

*Сергій БІЛОРУСОВ,*

*к.т.н., доцент,*

*директор Херсонського регіонального  
центру підвищення кваліфікації, м.Херсон*

## **ЦИФРОВІ ПЛАТФОРМИ, ЯК БАЗОВИЙ ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ПУБЛІЧНИМИ ІНВЕСТИЦІЯМИ НА РІВНІ РЕГІОНУ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД ХЕРСОНЩИНИ**

Сучасна цифровізація стала визначальним фактором трансформації систем публічного управління. Вона охоплює всі сфери суспільного життя, цифрові технології виступають не лише інструментом управління, але й важливим фактором активізації інвестиційної діяльності.

Для України питання ефективного управління публічними інвестиціями є критично важливим в умовах війни, відновлення інфраструктури та інтеграції до європейського простору. Водночас, звичні підходи до управління інвестиціями вже не відповідають сучасним викликам, що зумовлює необхідність переходу до цифрових моделей управління, які дозволяють забезпечити: підвищення прозорості використання коштів; оптимізацію управлінських процесів; планування інвестицій; залучення громадськості до прийняття рішень [1].



Цифровізація — це процес інтеграції цифрових технологій у всі аспекти діяльності органів влади. Вона передбачає: автоматизацію процесів; використання даних; зміну управлінських підходів, а цифрове врядування та є невід'ємною частиною зазначених процесів та включає: електронні послуги; відкриті дані; цифрові платформи [2].

У контексті управління публічними інвестиціями цифровізація дозволяє зменшити ризики неефективного використання коштів, забезпечити прозорість та підзвітність, а також створити механізми оперативного реагування на зміни економічного та соціального середовища.

Окремо треба виділити формування концепції «смарт-міст», де цифрові технології інтегруються у процеси управління інфраструктурою, енергетикою, транспортом та інвестиційною діяльністю та ін. У цьому контексті цифрові інструменти розглядаються як механізм підвищення конкурентоспроможності територій; інструмент залучення інвесторів та основа формування інноваційних екосистем, які забезпечують повний цикл управління проектами — від планування до оцінки результатів [3].

Сучасні цифрові платформи для управління публічними інвестиціями розділяють на кілька груп залежно від їх призначення: платформи для планування та бюджетування — автоматизують процес формування бюджету, розподіл коштів та стратегічне планування проєктів; платформи для моніторингу та контролю — забезпечують оперативне відстеження виконання інвестиційних проєктів, контроль фінансових потоків та термінів; аналітичні платформи — використовують великі дані та алгоритми прогнозування для оцінки ефективності та ризиків; платформи прозорості та участі громадськості — публікують дані про інвестиції, дозволяють громадянам та експертам оцінювати проєкти та брати участь у прийнятті рішень.

Цифрові платформи значно підвищують ефективність управління публічними інвестиціями в громадах України, а саме: впровадження систем моніторингу та аналітики, забезпечує економію ресурсів та скорочення термінів реалізації проєктів. Громади можуть використовувати: цифрові стратегії; інвестиційні портали; програмне забезпечення для автоматизації взаємодії з клієнтами, зберігання історії спілкування та управління угодами для роботи з інвесторами. З метою залучення коштів, громади, активно переймають європейський досвід, активно використовують: цифрові платформи; автоматизовані системи оцінки; big data.

Практичне значення має створення дієвих цифрових економічних порталів громад з метою підвищення їх інвестиційної привабливості, накопичення їх проєктних пропозицій та функціонування ефективної геоінформаційної системи для планування результатів у вигляді гнучого комплексу програмних інструментів для збору, аналізу та візуалізації просторових даних (GIS), що дозволяє моделювати певні сценарії та приймати



управлінські рішення на основі карт, оцінювати ефективність роботи та робити обґрунтовані прогнози на майбутнє.

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 28 лютого 2025 року № 527 «Про деякі питання управління публічними інвестиціями» реформування системи управління публічними інвестиціями базується на принципах цифровізації, стандартизації та відкритості даних та формування нової концепції публічних інвестиційних проєктів. Цифрові інструменти дозволяють: створювати єдину інформаційну базу проєктів; відстежувати етапи реалізації; аналізувати економічну, екологічну та соціальну ефективність; підвищувати рівень контролю громадськості й донорів [4].

Знаковою є система DREAM – національна цифрова платформа управління публічними інвестиціями, розроблена у співпраці Міністерства відновлення України та міжнародних донорів, яка забезпечує повний цикл управління інвестиційними проєктами – від планування до моніторингу результатів – з інтеграцією відкритих даних та бюджетних систем.

Ініціатива «**Дія.Цифрова громада**», започаткована Міністерством цифрової трансформації України, спрямована на підтримку цифрового розвитку органів місцевого самоврядування. **Функції платформи:** оцінка цифрової спроможності громад; формування цифрових стратегій розвитку; інтеграція з державними реєстрами та електронними сервісами; взаємодія з громадянами через онлайн-платформи.

Цифрові платформи **DREAM**, **Prozorro** та **Diia.Digital Hromada** формують цілісну архітектуру управління публічними інвестиціями: **DREAM** — стратегічне планування, координація, моніторинг; **Prozorro** — ефективне використання ресурсів через відкриті закупівлі; **Diia. Digital Hromada** — цифрова трансформація процесів у громадах. Модель цифрової екосистеми забезпечує вертикальну інтеграцію державного управління та горизонтальну взаємодію між громадами, створюючи передумови для сталого регіонального розвитку.

Зазначені програми комплексного відновлення активно використовують цифрові інструменти управління публічними інвестиціями у регіональному розвитку та розвитку територіальних громад. Цікавою для подальшого аналізу є мапа географії розміщення компаній із іноземними власниками (станом на березень 2026 року), яка розміщена на платформі [opendatabot.ua](https://opendatabot.ua). Так, майже половина всіх компаній з іноземними власниками працює у місті Києві – 1478, значно менше їх у регіонах: на Львівщині та Київщині – по 223, Чернігівщині – 37, найменше таких виробництв зафіксовано на Донеччині – 9 та Херсонщині – 3 [5].

Потребує особливої уваги підготовка та підвищення кваліфікації управлінських кадрів з питань супроводу цифровізації публічних фінансів, закупівель та регіонального розвитку. Водночас, питання комплексного використання цифрових інструментів у системі управління публічними



інвестиціями територіальних громад вимагає системної підтримки та розширення можливостей щодо їх застосування.

## ЛІТЕРАТУРА

1 Хомутенко Л. І., Гавриліна А. С., Панченко В. О. Цифрова економіка України: тенденції та перспективи розвитку. Економічні інновації. 2025. № 4. С. 12–20.

2 Гуменюк І. М. Цифрові технології в системі державного управління: теорія та практика впровадження. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2022. 280 с.

3 Холявко Н. І., Олифіренко І. В. Смарт-міста як інструмент цифрового розвитку територій. Проблеми і перспективи економіки та управління. 2024. № 2 (30). С. 89–96.

4 Постанова Кабінету Міністрів від 28 лютого 2025 року № 527 «Про деякі питання управління публічними інвестиціями». Режим доступу: - <https://www.kmu.gov.ua/npas/deiaki-rytannia-upravlinnia-publichnyu-investytsiiamy-i-527>

5 Географія компаній з іноземними власниками станом на середину березня 2026 року. URL: <https://opendatabot.ua/analytics/foreigners-business-2025-12>

---

**УДК 334, 378**

***Олексій БОНДАРЕНКО,**  
директор АТ «КРЕДІ АГРІКОЛЬ БАНК»  
по Запорізькому регіону, м. Запоріжжя*

### **ДОСВІД СПІВПРАЦІ АТ «КРЕДІ АГРІКОЛЬ БАНК» ІЗ ЗАКЛАДАМИ ОСВІТИ**

У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрових технологій, глобалізації та глибокої трансформації економіки співпраця між бізнесом та закладами освіти набуває особливого значення і стратегічного характеру. Саме така взаємодія дозволяє формувати нове покоління фахівців, здатних не лише адаптуватися до змін, а й активно впливати на розвиток інноваційного середовища. Синергія науки, освіти та практики створює передумови для підвищення якості підготовки кадрів і забезпечення сталого розвитку регіонів. Показовим прикладом системного, послідовного та довгострокового партнерства є діяльність АТ «КРЕДІ АГРІКОЛЬ БАНК», який цілеспрямовано



розвиває освітній напрям як одну з ключових складових своєї соціальної відповідальності та інноваційної політики.

Банк активно співпрацює з провідними технічними закладами освіти України, зокрема Національним технічним університетом «Дніпровська політехніка», Національним університетом «Львівська політехніка», Національним університетом «Запорізька політехніка», а також із фаховими коледжами – Запорізьким електротехнічним, Бердянським машинобудівним і Токмацьким механічним. Така широка географія партнерства свідчить не лише про масштаб діяльності банку, а й про стратегічний підхід до формування цілісної освітньо-професійної екосистеми, у межах якої забезпечується безперервність підготовки майбутніх фахівців – від коледжу до університету і далі до першого робочого місця.

Важливою складовою цієї співпраці є системна підтримка студентської молоді. Банк не лише сприяє здобуттю знань, а й активно мотивує студентів до досягнення високих результатів, саморозвитку та професійного зростання. Зокрема, реалізуються стипендіальні програми та освітні акції, серед яких особливої уваги заслуговує ініціатива «Навчання з бонусами». У межах цієї програми студенти мають можливість отримати грошові заохочення, а також цінні призи, такі як сучасні ноутбуки, що є важливим інструментом для навчання та розвитку. Подібні заходи не лише стимулюють навчальну активність, а й формують позитивну мотивацію до професійної самореалізації, підвищують зацікавленість у здобутті якісної освіти та розвитку власних компетентностей.

Окремим напрямом діяльності є організація освітніх заходів, спрямованих на професійну орієнтацію студентів і наближення освітнього процесу до реальних умов ринку праці. Представники банку регулярно проводять гостьові лекції, тематичні зустрічі, воркшопи та екскурсії, під час яких діляться практичним досвідом, демонструють сучасні підходи до роботи у фінансовому секторі та розповідають про можливості кар'єрного зростання. Такі заходи створюють відкритий простір для діалогу між студентами та потенційними роботодавцями, сприяють формуванню професійної ідентичності та допомагають молоді більш усвідомлено обирати власний кар'єрний шлях.

Значну роль у формуванні інноваційного середовища відіграє участь банку у масштабних освітніх та технологічних подіях. Зокрема, технологічний захід PolyTECH Summit, що об'єднав понад 700 учасників, став ефективною платформою для обміну ідеями, популяризації інновацій та розвитку молодіжного потенціалу. Поряд із цим банк підтримує інженерні та науково-технічні ініціативи, такі як проєкт E-Formula Dniprotech, у межах якого студенти розробляють електричні боліди, поєднуючи теоретичні знання з практичною реалізацією інженерних рішень. Це сприяє розвитку критичного мислення, командної роботи та інженерної культури.



Не менш важливим напрямом є розвиток кар'єрних програм, які допомагають молоді інтегруватися у професійне середовище та отримати перший практичний досвід. Одним із яскравих прикладів є проєкт Credit Agricole Career Test Drive, реалізований у співпраці з UGEN. Ця ініціатива поєднує освітній та практичний компоненти, дозволяючи студентам зануритися у реальні бізнес-процеси, зрозуміти вимоги роботодавців і сформувати базові професійні компетентності.

Водночас банк активно підтримує міжнародні освітні програми та сприяє академічній мобільності студентів. Завдяки співпраці з Fondation Crédit Agricole Solidarité et Développement українські студенти отримують можливість навчатися у провідних закладах освіти Франції. Така підтримка є надзвичайно важливою в умовах глобалізації, оскільки сприяє інтеграції української молоді у міжнародний освітній простір, розширює їх світогляд і підвищує конкурентоспроможність на глобальному ринку праці.

Розширення партнерської мережі залишається одним із пріоритетних напрямів діяльності банку. У 2026 році було підписано угоду про співпрацю з Київським столичним університетом імені Бориса Грінченка, що відкриває нові можливості для реалізації спільних освітніх, наукових і кар'єрних ініціатив, а також поглиблення взаємодії між бізнесом і освітнім середовищем.

Таким чином, досвід АТ «КРЕДІ АГРИКОЛЬ БАНК» демонструє ефективну, багатовекторну модель взаємодії бізнесу та освіти, яка базується на принципах партнерства, інноваційності, відкритості та соціальної відповідальності. Така співпраця не лише сприяє формуванню конкурентоспроможних фахівців, а й забезпечує розвиток інноваційної екосистеми, зміцнення економічного потенціалу регіонів та підвищення ролі України у глобальному освітньо-технологічному просторі. Важливо підкреслити, що така модель співпраці має довгостроковий мультиплікативний ефект, оскільки сприяє не лише підготовці окремих фахівців, а й формуванню цілісного кадрового потенціалу для інноваційної економіки. Системна взаємодія бізнесу та освіти дозволяє швидше реагувати на зміни ринку праці, впроваджувати сучасні освітні підходи та технології, а також забезпечувати узгодженість між потребами роботодавців і компетентностями випускників. У перспективі це створює передумови для розвитку регіональних інноваційних кластерів, підвищення інвестиційної привабливості та сталого соціально-економічного зростання.



УДК 331.108:004.8

*Владилен БОРОЛІС*

*здобувач ступеня доктора філософії*

*Андрій КАРПЕНКО*

*д.е.н., професор, професор кафедри економіки та митної справи,  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

## **ЛЮДСЬКИЙ КАПІТАЛ В ЕПОХУ АГЕНТНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: ВІД ВИКОНАВЦЯ ДО АРХІТЕКТОРА ОБМЕЖЕНЬ**

Сучасна економіка стикається з фундаментальною проблемою інтеграції екосистем агентного ШІ (Agentic AI) у виробничі процеси. На відміну від ранніх генеративних моделей, які функціонували як пасивні співрозмовники і вимагали постійних підказок від людини, нові системи проєктуються з високим ступенем автономності. Вони здатні самостійно інтерпретувати цифрове середовище, розробляти багатоетапні стратегії та безпосередньо взаємодіяти з корпоративними базами даних або API-інтерфейсами для досягнення цілей. Цей технологічний зсув переводить підприємства від фрагментарного підвищення продуктивності до повної автоматизації наскрізних бізнес-процесів. Завдяки цьому формуються екосистеми, де штучний інтелект стає не просто додатковим програмним забезпеченням, а базовою інфраструктурою операційної діяльності фірми. Водночас швидке розгортання таких технологій значно випереджає розвиток відповідних архітектур безпеки та систем управління ризиками. Розрив між можливостями і контролем стає структурною проблемою, яку дослідники позначають терміном «неконтрольована автономність» – вона виникає, коли автономні агенти отримують доступ до виробничих середовищ без прямого підтвердження з боку людини.

Дослідження McKinsey & Company свідчить, що технічні можливості автономних систем зростають швидко, проте лише 30% організацій мають сформовані структури нагляду за ними [5]. Більшість підприємств покладаються на суто текстові інструкції, які мають скоріше рекомендаційний характер і не гарантують дотримання безпеки в критичних вузлах інфраструктури.

Емпіричним доказом неспроможності таких обмежень став інцидент із компанією RocketOS у квітні 2026 року. Автономний кодувальний агент, намагаючись усунути локальну помилку автентифікації, обійшов вбудовані безпекові інструкції щодо заборони деструктивних дій і за лічені секунди видалив виробничу базу даних разом із резервними копіями. Знайшовши в системі токен із надлишковими правами доступу, ШІ самостійно ініціював критичну інфраструктурну операцію без жодного запиту на підтвердження [3].



З погляду економіки людського капіталу, цей прецедент висвітлює фундаментальну вразливість: делегування незворотних повноважень автономній системі без механізмів активного контролю людиною зумовлює миттєве знищення активів підприємства. Для клієнтів компанії це означало параліч операційної діяльності, змусивши екстрено перенаправляти людський ресурс на ручне відновлення втрачених даних. Відтак, за відсутності жорстких архітектурних обмежень неконтрольована автономність перетворюється з інструменту підвищення продуктивності на джерело системних операційних збоїв. Цей випадок доводить, що агент, орієнтований виключно на усунення помилки, здатен обрати екстремальний шлях до її вирішення, повністю ігноруючи інтереси збереження безперервності бізнесу.

Ці виклики змінюють саму логіку оцінки людського капіталу в структурі підприємства. Традиційна економічна модель, орієнтована на виконання лінійних та детермінованих завдань, втрачає свою актуальність, оскільки алгоритмічні функції витісняються машинним інтелектом.

За даними Deloitte, конкурентна перевага фірми дедалі більше залежить від здатності працівників проєктувати та підтримувати архітектуру обмежень (Architecture of Constraints) – систему правил і бар'єрів, що визначають межі дозволеного для автономних агентів [2]. Практично це означає обмеження доступу агентів лише до тих даних і функцій, які необхідні для конкретного завдання, та впровадження жорстких правил авторизації, що унеможливають самостійні дії агента у критичних вузлах системи.

За прогнозами Gartner, фрагментація регулювання у сфері ІІІ змусить бізнес суттєво нарощувати інвестиції у комплаєнс-програми. Це, своєю чергою, формує стійкий попит на фахівців з управління ризиками штучного інтелекту [4]. Організації змушені відмовлятися від статичних посадових інструкцій на користь гнучких підрозділів, де людина виконує роль оркестратора, який визначає межі дозволеного для агентів. Замість проєктування лінійних робочих процесів із фіксованими функціями, підприємства потребують фахівців, здатних розробляти ізольовані середовища та впроваджувати принцип розподілу обов'язків. Жодна система не повинна одночасно ставити собі мету, затверджувати план її виконання та оцінювати власний результат без участі людини – саме порушення цього принципу дозволило агенту PocketOS самостійно призначити видалення інфраструктури як вирішення локальної проблеми автентифікації [3]. Економічна цінність працівника тепер вимірюється здатністю балансувати між швидкістю впровадження інновацій і надійністю інфраструктурних рішень.

Відповіддю на проблему неконтрольованої автономності стає перехід до моделі обов'язкової участі людини в прийнятті рішень (Human-in-the-Loop). Класичний підхід пасивного моніторингу, за якого оператор лише спостерігає за процесами та втручається вже після виявлення аномалії, виявився недієздатним для операцій, що виконуються машинним кодом за мілісекунди.



Натомість інтеграція ІІІ вимагає впровадження жорстких механізмів авторизації, де кожен агент має унікальну машинну ідентичність і проходить процес класифікації повноважень згідно з рекомендаціями Всесвітнього економічного форуму [6]. За цієї архітектури будь-яка спроба системи перейти до високоризикових дій автоматично блокується на рівні інфраструктури до моменту отримання прямого підтвердження від уповноваженого працівника через захищений канал зв'язку. Такий підхід створює архітектурні запобіжники, які неможливо обійти через ймовірнісну природу мовних моделей.

Звіт Aon фіксує необхідність чіткого розмежування прав прийняття рішень: керівництво має визначити зони, де втручання людини залишається обов'язковим задля збереження підзвітності перед клієнтами та регуляторами [1]. Окремою вимогою є забезпечення повної зворотності операцій – інфраструктура повинна проектуватися так, щоб жодна система не мала технічної можливості виконати дію, яку людина не здатна швидко скасувати. Саме відсутність цього базового принципу обов'язкового підтвердження перетворила локальну помилку RocketOS на повну втрату операційних даних підприємства [3].

Досвід впровадження агентних систем показує, що людський капітал має поступово перерозподілятися від безпосереднього виконання операційних завдань до активної авторизації дій алгоритмів. Успіх технологічної трансформації на базі штучного інтелекту зумовлюється здатністю людського капіталу підтримувати надійну архітектуру обмежень. Оскільки ключовим ризиком є несанкціоноване перевищення повноважень автономними системами, основою таких обмежень стає жорсткий контроль доступу. Саме ідентифікаційні бар'єри та механізми завчасного підтвердження дозволяють підприємствам безпечно інтегрувати ІІІ у виробничі процеси, знижуючи ймовірність виникнення криз некерованої автономності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Aon. 2026 Human Capital Outlook: 5 Forces to Act on. 2026. URL: <https://www.aon.com/en/insights/articles/2026-human-capital-outlook-5-forces-to-act-on>
2. Deloitte Insights. 2026 Global Human Capital Trends: Human x Machine Synergy. 2026. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/human-capital-trends.html>
3. Fast Company. 'I violated every principle I was given': How an AI agent deleted a company's entire database. 2026. URL: <https://www.fastcompany.com/91533544/cursor-claude-ai-agent-deleted-software-company-pocket-os-database-jer-crane>



4. Gartner. Top Predictions for IT Organizations and Users in 2026 and Beyond. 2025. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-10-21-gartner-unveils-top-predictions-for-it-organizations-and-users-in-2026-and-beyond>
5. McKinsey & Company. State of AI Trust in 2026: Shifting to the Agentic Era. 2026. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/tech-and-ai/our-insights/tech-forward/state-of-ai-trust-in-2026-shifting-to-the-agentic-era>
6. World Economic Forum. A Playbook for Governing Agentic AI. 2026. URL: <https://www.weforum.org/stories/2026/04/board-playbook-governing-agentic-ai/>

---

**УДК 338.2:330.341**

**Світлана ГОРБАНЬ**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри економіки та митної справи,  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

**Олена БЛЕНКО**

*кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри економіки та митної справи,  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

## **НАПРЯМИ АКТИВІЗАЦІЇ РОЗВИТКУ БІЗНЕС-ЕКОСИСТЕМ В УКРАЇНІ**

Бізнес-екосистеми виступають механізмом консолідації ресурсів і взаємодії між різними учасниками ринку, а також є інструментом адаптації економіки до нових викликів та стимулювання інноваційного зростання. Розвиток бізнес-екосистем є ключовим чинником формування стійкої та інноваційної економіки.

Сучасні виклики, зумовлені війною, глобальними логістичними зрушеннями, цифровізацію та зміною моделей споживання, створюють як загрози, так і нові можливості для вітчизняного підприємництва. В Україні, незважаючи на складні обставини сьогодення, спостерігається активність у формуванні бізнес-екосистем. Водночас їх становлення відбувається фрагментарно, без достатнього рівня координації та інституційного забезпечення. Також бар'єрами є нестабільне бізнес-середовище, складнощі з фінансуванням, брак доступу до кредитування, демографічні втрати. Проте, попри виклики, українські бізнес-екосистеми мають потенціал для зростання.

У нашій державі наявні визначальні передумови для формування сучасних бізнес-екосистем: стратегічно вигідне розташування на перетині



важливих торговельних шляхів, місткий внутрішній ринок, зона вільної торгівлі з Європейським Союзом, а також потужний людський капітал.

Розвиток бізнес-екосистем в Україні потребує стратегічного переосмислення в умовах соціально-економічних, безпекових та технологічних трансформацій. Визначення стратегічних орієнтирів та інструментів їх стимулювання можуть стати основою для вдосконалення державної політики підтримки підприємництва, зменшення вразливості економіки до кризових явищ, посилення конкурентоспроможності вітчизняного бізнесу та забезпечення сталого розвитку.

Ключовим стратегічним напрямом є інституційне зміцнення середовища підприємництва, що включає реформування регуляторної бази, дерегуляцію в умовах воєнного та післявоєнного періоду, забезпечення правової захищеності учасників бізнес-екосистем. Важливими є інструменти електронного врядування, цифрової ідентифікації, онлайн-реєстрації бізнесу, впровадження єдиної платформи адміністративних послуг, що знижують транзакційні витрати та підвищують прозорість.

Другим напрямом є розвиток інфраструктури підтримки бізнесу: стартап-інкубатори, інноваційні хаби, бізнес-акселератори, кластерні об'єднання та мережі ділових партнерств. Формування таких структур дозволяє малим і середнім підприємствам отримувати доступ до фінансування, менторської підтримки, знань, технологій, що є особливо актуальним в умовах обмеженості ресурсів та деструкції внаслідок війни.

Третім напрямом виступає посилення фінансової стійкості бізнес-екосистем, що можливо через інструменти державної та змішаної підтримки: грантові програми, державне гарантування кредитів, податкові пільги для підприємницьких структур, які впроваджують інновації, здійснюють експортну діяльність, залучають внутрішньо переміщених осіб до працевлаштування. Також важливо розширювати можливості для краудфандингу та венчурного інвестування, стимулювати розвиток зелених і соціальних фінансів.

Стратегічним вектором має стати цифрова трансформація бізнес-екосистем, яка не лише забезпечує підвищення ефективності, але й відкриває шлях до глобальних ринків. Інструментами є впровадження цифрових платформ, хмарних технологій, CRM-систем, блокчейну для контрактів, bigdata – для управління попитом. Важливим є також розвиток цифрової освіти для підприємців, зокрема через публічні онлайн-курси, сертифіковані програми перекваліфікації та цифрові школи для малих та середніх підприємств.

Наступним напрямом є інтеграція екологічної та соціальної складової в архітектуру бізнес-екосистем. Сталий розвиток як принцип господарювання передбачає фокус на екологічно безпечному виробництві, соціальній відповідальності, рівності доступу до економічних ресурсів. Розвиток екосистем, орієнтованих на ESG-показники, створює передумови для



приваблення міжнародних інвесторів і укріплення репутації українського бізнесу на глобальному ринку.

Важливим є забезпечення кадрового потенціалу, який є основою життєздатності будь-якої бізнес-екосистеми. Створення сприятливих умов для самореалізації підприємців, розвиток бізнес-освіти, підвищення кваліфікації в умовах цифрової економіки має реалізовуватись через партнерства між університетами, бізнесом і державою, підтримку дуальної освіти та стимулювання наукових розробок, адаптованих до потреб економіки.

Стратегічним напрямом є міжнародна інтеграція бізнес-екосистем України, що передбачає включення до транснаціональних ланцюгів доданої вартості, участь у програмах Європейського Союзу, використання можливостей Угоди про асоціацію з ЄС та перспектив вступу до Єдиного цифрового ринку Європи. Це дозволяє не лише експортувати товари й послуги, а й імпортувати сучасні управлінські практики, технології та інвестиції в розвиток екосистем.

Отже, необхідним є формування системного підходу до державної політики у сфері розвитку бізнес-екосистем, орієнтованої на довгострокову економічну стабільність, інноваційність та соціальну згуртованість. Розвиток життєздатних і адаптивних бізнес-екосистем в Україні є ключовою умовою не лише для збереження підприємницької активності в умовах політичної і економічної нестабільності, а й для формування резильєнтної післявоєнної економіки.

---

**УДК 004.272.43:621.382**

**Світлана ГРУШКО**

*к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж,  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя,  
Україна,*

*доцент кафедри комп'ютерних наук,  
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

**Ірина ЗЕЛЕНЬОВА**

*к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя,  
Україна*

**Тетяна ГОЛУБ**

*к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя,  
Україна*



## РЕКОНФІГУРОВАНІ АПАРАТНІ ПЛАТФОРМИ У ПОБУДОВІ СТАЛОЇ ЦИФРОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ

Глобальне споживання електроенергії дата-центрами у 2024 році досягло 415 ТВт·год, що становить близько 1,5% світового споживання електроенергії. За прогнозами, цей показник зростає до 945 ТВт·год до 2030 року [1]. Особливо стрімко зростає споживання AI-оптимізованих серверів: воно збільшиться з 93 ТВт·год у 2025 році до 432 ТВт·год у 2030 році – майже у 5 разів. У цьому контексті пошук енергоефективних обчислювальних платформ стає надважливим завданням для забезпечення сталого розвитку цифрової інфраструктури.

Метою дослідження є порівняльний аналіз реконфігурованих апаратних платформ (FPGA), графічних процесорів (GPU) та центральних процесорів (CPU) з позицій продуктивності, енергоефективності та екологічного впливу для визначення оптимальних сценаріїв їх застосування у сталій цифровій інфраструктурі.

**Порівняльний аналіз енергетичних характеристик.** Сучасні GPU для AI-задач характеризуються високим енергоспоживанням: NVIDIA H100 має TDP 700 Вт, A100 – 250-400 Вт. Натомість FPGA-платформи для дата-центрів споживають значно менше: AMD Xilinx Alveo U50 – близько 75 Вт, Alveo U280 – до 225 Вт [2]. Дослідження показують, що FPGA споживає в середньому лише 28% потужності GPU при порівнянній продуктивності для 6 із 15 типових обчислювальних ядер [6].

У сфері комп'ютерного зору FPGA забезпечує енергоефективність у 1,2-22,3 рази вищу за GPU/CPU для складних обчислювальних конвеєрів [4]. При цьому ефективність FPGA зростає зі збільшенням складності застосування. Для задач цифрової обробки сигналів (FIR-фільтри) FPGA демонструє швидкодію у 27 разів вищу за CPU та у 2 рази вищу за GPU при споживанні лише 1,431 Вт [7]. Для прискорення виконання запитів до великих мовних моделей (LLM) FPGA також демонструє переваги в енергоефективності порівняно з GPU [3, 5]. Водночас GPU залишається оптимальним вибором для масово-паралельних задач та навчання великих AI-моделей завдяки високій пропускній здатності.

**Екологічний вплив та вуглецевий слід.** Вуглецевий слід обчислювальних платформ складається з двох компонентів: втіленого (embodied carbon) – від проектування, виробництва та утилізації, та операційного (operational carbon) – від енергоспоживання під час експлуатації. Ключовою перевагою FPGA є реконфігурованість, що дозволяє використовувати одну платформу для різних застосувань протягом життєвого



циклу. Це формує концепцію «4R»: Reduce – Reuse – Recycle – Reconfigure» (Зменшення – Повторне використання – Переробка – Реконфігурація) [8].

Життєвий цикл FPGA становить 12-15 років порівняно з 5-8 роками для спеціалізованих інтегральних схем (ASIC) [8]. Аналіз показує, що FPGA має нижчий вуглецевий слід за ASIC у трьох сценаріях: термін життя застосування менше 1,6 років; використання для більш ніж 5 різних застосувань (зменшення вуглецевого сліду на 25%); малі обсяги виробництва (менше 2 млн одиниць). Це робить FPGA екологічно доцільним вибором для швидкозмінних робочих навантажень, зокрема у сфері машинного навчання.

**Практичні рекомендації.** На основі проведеного аналізу можна сформулювати критерії вибору платформи. GPU є оптимальним для масово-паралельних однорідних задач, навчання великих моделей та обробки великих наборів даних [3, 6]. FPGA доцільно обирати для задач із низькою затримкою, спеціалізованих потоків даних, периферійних обчислень та енергообмежених систем [4, 5]. Перспективним напрямом є гібридні архітектури (GPU+FPGA), що поєднують переваги обох платформ.

Для оптимізації енергоспоживання FPGA застосовуються методи на різних рівнях: фізичному (динамічне масштабування напруги, відключення живлення неактивних блоків), рівні регістрових передач (відключення тактового сигналу, ефективна маршрутизація), рівні застосувань (наближені обчислення) та рівні розгортання [2]. Сучасні платформи AMD Xilinx Alveo U50 демонструють найкращу енергоефективність – 12,6 мВт на блок цифрової обробки сигналів, що відповідає вимогам Європейського кодексу поведінки щодо енергоефективності центрів обробки даних.

**Висновки.** Проведений аналіз свідчить, що реконфігуровані апаратні платформи є перспективним рішенням для побудови сталої цифрової інфраструктури. Їх ключові переваги – енергоефективність (до 22 разів краща за альтернативи для складних задач), реконфігурованість та подовжений життєвий цикл – дозволяють суттєво зменшити як операційний, так і втілений вуглецевий слід. Водночас GPU залишається незамінним для масштабного навчання AI-моделей. Оптимальною стратегією для дата-центрів майбутнього є впровадження гібридних архітектур, що поєднують GPU для навчання та FPGA для енергоефективного виконання запитів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. IEA. Energy and AI. International Energy Agency, 2025. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>
2. Tibaldi M., Pilato C. A Survey of FPGA Optimization Methods for Data Center Energy Efficiency. arXiv:2309.12884, 2023.
3. Koilia N., Kachris C. Hardware Acceleration of LLMs: A comprehensive survey and comparison. arXiv:2409.03384, 2024.



4. Qasaimeh M. et al. Comparing Energy Efficiency of CPU, GPU and FPGA Implementations for Vision Kernels. IEEE ISVLSI, 2019.
5. Giasemis F. I. et al. Comparative Analysis of FPGA and GPU Performance for Machine Learning-Based Track Reconstruction at LHCb. arXiv:2502.02304, 2025.
6. Vaithianathan M. et al. Comparative Study of FPGA and GPU for High-Performance Computing and AI. ESP IJACT, 2023. Vol. 1(1). P. 37-46.
7. Arucu M., Iliev T. Performance Evaluation of FPGA, GPU, and CPU in FIR Filter Implementation for Semiconductor-Based Systems. J. Low Power Electron. Appl., 2025. Vol. 15. P. 40.
8. Sudarshan C. C., Arora A., Chhabria V. A. GreenFPGA: Evaluating FPGAs as Environmentally Sustainable Computing Solutions. DAC '24. San Francisco, CA, USA, 2024. P. 1-6.

---

**УДК 330.46:620.9**

***Богдан ДЕРГАЛЮК***

*доктор економічних наук, професор,  
професор кафедри економіки і підприємництва*

***Катерина ЖУКОВА***

*студентка 1 курсу магістратури,  
кафедри економіки і підприємництва,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ*

## **ІНТЕГРАЦІЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПРОЦЕСИ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПАНІЙ**

Сучасний енергетичний сектор є фундаментом економічної стабільності держави. В умовах швидких технологічних змін і мінливості ринків стратегічне планування вимагає високої точності та швидкості прийняття рішень. Тому інтеграція інформаційних систем стає критичною необхідністю. Це дозволяє ефективно обробляти великі дані, моделювати сценарії розвитку та оптимізувати ресурси для побудови надійних бізнес-екосистем.

Особливої гостроти це питання набуває в Україні: вітчизняна енергосистема працює в умовах безпрецедентних загроз. Модернізація процесів планування через впровадження передових ІТ-рішень є надважливим кроком для подолання криз, забезпечення енергонезалежності, кіберзахисту та сталого розвитку під час повоєнного відновлення.



Метою роботи є аналіз впливу новітніх інформаційних технологій на трансформацію стратегічного управління енергетичними підприємствами та визначення ключових цифрових рішень для формування надійних бізнес-екосистем у період повоєнного відновлення України.

Енергетичний сектор відрізняється специфічними характеристиками, що ускладнюють прогнозування та роблять традиційні лінійні підходи неефективними [1; 4]:

- Капіталомісткість та тривалі інвестиційні цикли. Будівництво чи відновлення інфраструктури потребує значних коштів, а помилки у плануванні призводять до колосальних втрат.
- Синхронність генерації та споживання. Електроенергію важко акумулювати у великих масштабах; пропозиція має миттєво відповідати попиту, що зумовлює потребу в безперервному аналізі навантажень.
- Чутливість до зовнішніх факторів. Функціонування мереж залежить від макроекономіки, глобальних цін на паливо, кліматичних умов та нормативних змін.
- Безпекові ризики. В Україні критичним фактором є робота під загрозою руйнувань, що вимагає побудови адаптивних децентралізованих систем для миттєвого перерозподілу ресурсів.

Ці фактори роблять точне прогнозування умовою виживання компаній та зумовлюють об'єктивну потребу в інтеграції комплексних цифрових рішень. Ключовими інструментами цифровізації, що докорінно змінюють підходи до планування, є [1; 2]:

- ERP-системи (Enterprise Resource Planning). Базове цифрове ядро, що об'єднує фінанси, постачання та управління активами. Вони оптимізують витрати та забезпечують прозорість інвестицій під час відновлення.
- BI-системи (Business Intelligence). Забезпечують топ-менеджмент консолідованими даними в реальному часі для оперативного коригування стратегічних планів на основі інтерактивних дашбордів.
- Big Data та IoT (Інтернет речей). Інтеграція розумних сенсорів (Smart Grids) генерує дані для аналізу поведінки споживачів, оцінки технічного стану мереж і планування профілактичного обслуговування, запобігаючи аваріям.
- Штучний інтелект (AI) та машинне навчання. Дозволяють прогнозувати баланс попиту і пропозиції та створювати «цифрові двійники» (Digital Twins) для безпечного тестування стратегічних сценаріїв. Крім того, алгоритми AI відіграють ключову роль у виявленні аномалій та забезпеченні кібербезпеки критичної інфраструктури, що є життєво необхідним у сучасних умовах.

Синхронне застосування цих технологій забезпечує перехід від реактивної моделі управління (реагування за фактом проблеми) до проактивної [3].



Впровадження цих рішень надає фундаментальні переваги для сталого розвитку компаній. По-перше, кардинально оптимізується використання ресурсів: мінімізуються втрати в мережах, раціоналізуються витрати палива та підвищується загальна енергоефективність системи. По-друге, цифровізація є каталізатором декарбонізації. Перехід до «зеленої» енергетики потребує інтелектуального управління для балансування нестабільної генерації з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та дотримання глобальних ESG-критеріїв. По-третє, зростає інвестиційна привабливість підприємств [3]. Комплексні платформи управління гарантують фінансову прозорість, що є потужним маркером надійності для міжнародних інвесторів та донорів, чий капітал критично необхідний для відбудови.

Висновки. Інтеграція інформаційних систем у процеси стратегічного планування енергетичних компаній є критичною передумовою їхньої стійкості. В умовах викликів відновлення України інструменти ERP, BI, Big Data та AI дозволяють ефективно управляти ресурсами, мінімізувати безпекові ризики та формувати прозоре середовище для інвестицій. У перспективі очікується перехід до децентралізованих «розумних» мереж з автономними системами управління. Еволюція планування до гнучких, адаптивних моделей на базі предиктивної аналітики дозволить українській енергетиці подолати наслідки криз, успішно інтегруватися в європейський ринок (ENTSO-E) і стати передовою, високотехнологічною галуззю.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальчук С. В. Інноваційні підходи до стратегічного управління підприємством // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. - 2010.
2. Інноваційні технології в управлінні проектами. - Київ : Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», 2024. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/ad48229c-352f-45b0-8e61-b831f64b884a/content>
3. Павленко Є. В. Теоретичні аспекти стратегічного планування на підприємствах України [Електронний ресурс] // Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця. - 2012. - Режим доступу: <https://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/390/1/Павленко%20Є.%20В.%20Теоретичні%20аспекти%20стратегічного%20планування%20на%20підприємствах%20України.pdf>
4. Цифрова трансформація економіки України. Листопад 2025 року [Електронний ресурс] // Національний інститут стратегічних досліджень. - 2025. - Режим доступу: <https://www.niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/tsyfrova-transformatsiya-ekonomiky-ukrayiny-lystopad-2025-roku>



УДК 334.012.6

*Богдан ДУШИН,  
аспірант кафедри «Економіка та митна справа»  
НУ «Запорізька політехніка»  
м. Запоріжжя, Україна*  
*Олена ВАСИЛЬЄВА,  
доктор економічних наук, професор,  
декан факультету бізнес-технологій та економіки  
НУ «Запорізька політехніка»  
м. Запоріжжя, Україна*

### **ЗМІНА ПАРАДИГМИ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ МСБ В УМОВАХ ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ: СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ**

В умовах цифровізації економіки та високої турбулентності бізнес-середовища традиційні ієрархічні підходи до управління втрачають ефективність. Для підприємств малого та середнього бізнесу (МСБ) цифрова трансформація стає не лише інструментом розвитку, а передумовою виживання, що зумовлює необхідність переходу до гнучких, мережових та людиноцентричних моделей менеджменту [1].

Особливого значення трансформація управлінських підходів набуває у контексті сталого розвитку. Цифровізація управління розглядається як механізм узгодження економічної ефективності (ресурсоефективності) із соціальними пріоритетами (розвиток людського капіталу, інклюзивність зайнятості) [2]. Водночас питання трансформації управління МСБ крізь призму сталого розвитку залишаються недостатньо систематизованими, що зумовлює потребу їх подальшого теоретичного осмислення.

Трансформація управлінської парадигми в епоху цифровізації є об'єктивним процесом переходу від класичного менеджменту (заснованого на принципах Ф. Тейлора та А. Файоля) до концепцій «гнучкого» управління [3]. У традиційній моделі основна увага приділялася стабільності процесів,

ієрархічному контролю та максимізації прибутку через економію на масштабах. Проте для сектору МСБ в умовах цифрових трансформацій ці принципи стають деструктивними, обмежуючи швидкість реакції на ринкові зміни.

Зміна управлінської парадигми в умовах цифровізації полягає у переході від класичного менеджменту до інтегрованої моделі, яка поєднує цифрові технології, гнучкі підходи до управління та соціально орієнтовану організаційну культуру. Такий перехід передбачає:



- зміну організаційної структури: від жорсткої ієрархії до гнучких командних взаємодій, що підвищує адаптивність МСБ до змін;
- впровадження data-driven підходу: прийняття управлінських рішень на основі аналізу даних із використанням цифрових інструментів (ERP, BI-систем);
- перехід до коротких управлінських циклів (agility): замість довгострокового статичного планування - ітеративні підходи до управління. [4].

Теоретичною основою нової парадигми виступає екосистемний підхід, який передбачає відкритість підприємств до партнерств та інтеграцію у цифрові бізнес-мережі. У цьому контексті підприємство розглядається не як ізольована структура, а як елемент динамічної цифрової екосистеми.

Запропоновано розглядати «цифрову стійкість» МСБ як ключову характеристику нової управлінської парадигми, що визначає здатність підприємства адаптуватися до кризових умов та трансформувати виклики у можливості розвитку.

Перехід до нової управлінської моделі обумовлюється сукупністю детермінант:

- зовнішніх (зміна поведінки споживачів, конкуренція з боку цифрових платформ);
- внутрішніх (потреба у підвищенні ефективності та оптимізації витрат) [5].

Водночас трансформація управління МСБ стримується низкою бар'єрів, які автором систематизовано за трьома групами:

- економічні: обмеженість інвестиційних ресурсів, що призводить до фрагментарної цифровізації;
- соціально-кадрові: дефіцит цифрових компетенцій та опір змінам;
- безпекові: підвищені кіберризики в умовах недостатнього рівня захисту.

Тобто, зміна управлінської парадигми вимагає від МСБ не лише технологічних інвестицій, а насамперед — подолання соціального опору через формування нової «цифрової культури», де людський капітал адаптується до інновацій задля забезпечення сталого розвитку.

Зміна управлінської парадигми МСБ під впливом цифровізації корелює з Цілями сталого розвитку (ЦСР), формуючи нову архітектуру відносин зі стейкхолдерами.

В економічному аспекті цифрова трансформація (впровадження хмарних рішень та аналітики) забезпечує перехід до інтенсивних методів господарювання [6]. Оптимізація процесів і мінімізація витрат безпосередньо підвищують ресурсоефективність компанії, що є базою екологічної складової ЦСР. Крім того, гнучке управління дозволяє МСБ швидко адаптувати нові бізнес-моделі (сервісизація, економіка спільного споживання), гарантуючи стабільність у турбулентному середовищі.



У соціальному вимірі жорсткий контроль поступається місцем інклюзивному лідерству та розвитку людського капіталу. Ключові трансформації включають:

– гнучкість форматів праці: цифрові інструменти легітимізують дистанційну зайнятість, покращуючи баланс між роботою та особистим життям (work-life balance).

– безперервний розвиток (lifelong learning): інвестиції в оновлення навичок команди задля подолання внутрішньої «цифрової нерівності».

– зміну корпоративної культури: формування толерантного до помилок середовища (fail-fast approach), що знижує стрес персоналу.

Зокрема, для українських підприємств МСБ в умовах воєнного стану цифрові інструменти стали основою підтримки безперервності діяльності, забезпечення дистанційної роботи та збереження людського капіталу, що підсилює значущість соціального аспекту цифрової трансформації.

Отже, синергія економічної ефективності та соціальної орієнтованості у новій парадигмі формує «цифрову стійкість» МСБ, перетворюючи їх на драйвери сталого розвитку регіональних економік.

Таким чином, зміна управлінської парадигми МСБ є комплексним процесом, що поєднує технологічні, організаційні та соціальні трансформації. На відміну від традиційних підходів, нова модель управління орієнтована не лише на ефективність, а й на забезпечення стійкості бізнесу через розвиток людського капіталу та адаптивної цифрової культури.

У соціально-економічному вимірі нова управлінська парадигма виступає фундаментальним інструментом забезпечення сталого розвитку малого бізнесу. Вона дозволяє ефективно гармонізувати економічні цілі (ресурсоефективність, оптимізація транзакційних витрат) із соціальною відповідальністю (розвиток людського капіталу, інклюзивність форматів праці, безперервне навчання). Відтак, формування адаптивної цифрової управлінської культури перетворює підприємства МСБ із вразливих учасників ринку на стійких драйверів соціально-економічного прогресу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Bradač Hojnik B., Hudek I. Small and Medium-Sized Enterprises in the Digital Age: Understanding Characteristics and Essential Demands. *Information*. 2023. Vol. 14(11). P. 606. URL: <https://doi.org/10.3390/info14110606> (дата звернення: 25.03.2026).

2. Трансформація бізнесу для сталого майбутнього: дослідження, цифровізація та інновації: монографія / за заг. ред. Н. В. Мариненко. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 248 с.

3. Цифрова трансформація: методологія управління бізнес-процесами: навч. посіб. / за ред. В. О. Ковальчука. Вінниця: ВНТУ, 2023. 200 с.



4. Камишнікова Е. В. Стратегічне планування цифрової трансформації малого та середнього бізнесу. *Економічний простір*. 2025. № 206. С. 86–92.

5. Детермінанти цифрової трансформації малих та середніх підприємств / О. І. Гарафонова [та ін.]. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 60. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/5632> (дата звернення: 25.03.2026).

6. Кравець П. О. Сучасні цифрові технології в управлінні бізнесом. Київ: Техніка, 2022. 190 с.

**УДК 004.4:658**

**Тетяна ЗАЙКО**

*кандидат технічних наук, доцент*

*Національний університет «Запорізька політехніка»*

*м. Запоріжжя*

**Юрій СІЦИЛІЦІН**

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня, група КНТ-215М*

*Національний університет «Запорізька політехніка»*

*м. Запоріжжя*

## **РОЗРОБКА DSL-ОРІЄНТОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ПОБУДОВИ БІЗНЕС-СИСТЕМ НА ОСНОВІ KOTLIN ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНИМ ERP-РІШЕННЯМ**

У сучасних умовах цифрової трансформації бізнесу підприємства потребують програмних платформ, які поєднують гнучкість налаштування, можливість швидкої адаптації до змін предметної області та технологічну незалежність. Особливої актуальності це питання набуває в контексті створення вітчизняних цифрових продуктів, здатних замінювати пропріетарні ERP-рішення, що або важко модифікуються, або створюють довгострокову залежність від конкретного постачальника. Одним із підходів до розв'язання цієї проблеми є побудова платформ, у яких прикладна бізнес-логіка описується не жорстко зашитим кодом, а через спеціалізовану предметно-орієнтовану мову. Концепція domain-specific language розглядається в науковій літературі як ефективний спосіб підвищення виразності програмних засобів у конкретній предметній області, оскільки DSL дозволяє описувати рішення мовою, ближчою до понять домену, ніж універсальні мови програмування [1].

Постановка такої задачі логічно співвідноситься з принципами побудови систем класу ERP, у яких основна цінність полягає не лише у зберіганні даних, а й у можливості формалізованого опису бізнес-об'єктів, документів, реєстрів,



зв'язків та правил обробки даних. Дослідження у сфері ERP-моделювання показують, що узгодження структури системи з реальною організаційною моделлю підприємства є ключовою передумовою успішного впровадження та подальшої еволюції платформи [2]. Саме тому традиційна модель, за якої кожна бізнес-зміна потребує переписування прикладного коду, поступово втрачає ефективність. Натомість перспективним є підхід, коли ядро платформи відокремлюється від опису конфігурації, а сама конфігурація формується за допомогою внутрішньої DSL.

Метою цієї роботи є обґрунтування підходу до створення DSL-орієнтованої платформи для побудови бізнес-систем на основі Kotlin як альтернативи традиційним ERP-рішенням. Запропонований підхід передбачає використання Kotlin не лише як мови реалізації ядра системи, а і як основи для побудови внутрішньої предметно-орієнтованої мови, за допомогою якої можуть описуватися метадані бізнес-системи. Такий підхід дозволяє уникнути необхідності створення нової окремої мови програмування, як це реалізовано в частині класичних ERP-платформ, і водночас зберегти переваги формального опису конфігурації.

Вибір Kotlin зумовлений тим, що ця мова безпосередньо підтримує типобезпечні builder-конструкції, функціональні літерали з receiver-контекстом та механізм @DslMarker, який обмежує видимість неактуальних елементів DSL у вкладених областях. Офіційна документація Kotlin прямо визначає type-safe builders як механізм для побудови DSL, придатних для опису складних ієрархічних структур, а DslMarker – як засіб керування областями видимості всередині DSL, коли пріоритет має найближчий receiver-контекст [3]. Для задачі проектування бізнес-платформи це має принципове значення, оскільки дозволяє зробити конфігурацію не лише зручною, а й безпечною з погляду архітектури.

У запропонованій моделі DSL використовується для опису базових сутностей бізнес-системи, зокрема довідників, документів, табличних частин і реєстрів. Наприклад, довідник може описуватися як набір полів певних типів, документ — як об'єкт, що має шапку та одну або кілька табличних частин, а реєстр — як структура, що містить виміри, ресурси та індекси. Важливо, що DSL у цьому випадку не виконує бізнес-операції безпосередньо, а формує внутрішню метамодель системи. Саме ця модель далі використовується ядром платформи для валідації, інтерпретації та побудови механізмів зберігання даних. Такий підхід відповідає загальній логіці розробки DSL, за якої мова має не просто скорочувати код, а виступати формальним засобом опису домену [1].

Ключовою архітектурною ідеєю є розділення системи на три рівні. Перший рівень становить DSL конфігурації, у межах якого описується структура бізнес-об'єктів. Другий рівень становить ядро платформи, яке виконує валідацію конфігурації, керує життєвим циклом об'єктів та забезпечує інтерпретацію метаданих. Третій рівень становить persistence-шар, призначений



для зберігання клієнтських даних. Таке розділення дозволяє уникнути змішування опису предметної області з механізмами зберігання та виконання. Воно також спрощує тестування, оскільки DSL і модель метаданих можуть перевірятися окремо від бази даних.

Для підвищення надійності конфігурації доцільно використовувати domain-specific типи, наприклад `EntityName` та `FieldName`, які дозволяють відділити семантично різні сутності навіть у межах однакових базових рядкових значень. Такий підхід формує додатковий рівень захисту доменної моделі та зменшує кількість логічних помилок ще на етапі компіляції. Поля сутностей доцільно описувати за допомогою ієрархії типів, наприклад `String`, `Decimal`, `Date`, `Boolean`, а також `Reference`, який відображає посилання на іншу сутність. Наявність `reference`-типів дозволяє явно моделювати зв'язки між елементами системи і надалі автоматизувати як валідацію конфігурації, так і побудову структури сховища.

Окрему увагу слід приділити валідації. У DSL-орієнтованій платформі перевірка правильності конфігурації не повинна відкладатися до етапу експлуатації. Навпаки, платформа має виявляти дублювання імен, порожні обов'язкові структури, посилання на неіснуючі сутності, використання недопустимих типів полів у конкретних контекстах та інші порушення ще до початку роботи з реальними даними. Наприклад, якщо в реєстрі ресурси призначені для зберігання числових показників, то використання посилального типу в такому блоці повинно бути заборонене правилами DSL і блокуватися ще на етапі побудови моделі. Саме таке обмеження області допустимих конструкцій відповідає логіці предметно-орієнтованих мов і є однією з їх ключових переваг перед звичайним прикладним кодом.

Ще одним важливим аспектом є підготовка до генерації структури бази даних. Для зберігання клієнтських даних доцільно використовувати PostgreSQL як зрілу реляційну СКБД, придатну для побудови масштабованих транзакційних систем. У запропонованій архітектурі PostgreSQL застосовується саме як сховище операційних даних, тоді як конфігурація системи формується окремо на рівні DSL. Такий підхід дозволяє побудувати чітку межу між метаданими платформи та даними конкретного клієнта. Відповідно, одна й та сама логіка конфігуратора може використовуватися для різних інсталяцій або різних предметних налаштувань без зміни ядра платформи.

Для реалізації `persistence`-шару в Kotlin доцільним є використання бібліотеки `Exposed`, яка добре узгоджується з JVM-екосистемою та дозволяє працювати з PostgreSQL на рівні DSL або ORM-подібних абстракцій. Однак принципово важливо, щоб `Exposed` не визначав структуру бізнес-моделі, а лише отримував її як вхід. Інакше виникає ризик, що зберігання даних почне диктувати структуру конфігурації, що суперечить самій ідеї платформи. Тому більш правильним є підхід, коли DSL формує метамодель, ядро виконує її перевірку, а вже потім на її основі генеруються SQL-структури, індекси,



зовнішні ключі або об'єкти доступу до даних. Саме така логіка наближає платформу до ERP-рівня, а не залишає її на рівні звичайного CRUD-застосунку.

Науково-практична значущість такого підходу полягає в тому, що він поєднує ідеї DSL, domain-driven design та сучасної JVM-розробки в єдиній архітектурній моделі. На відміну від традиційних ERP-рішень, де конфігурація часто жорстко прив'язана до конкретного пропрієтарного середовища, запропонований підхід робить конфігурацію прозорою, типобезпечною та доступною для використання стандартних інструментів розробки. У порівнянні з класичними моделями ERP-конфігурації, заснованими на референсних моделях та варіативності процесів, такий підхід відкриває можливість побудови власних бізнес-платформ, орієнтованих на адаптивність, цифровий суверенітет і зниження технологічної залежності [4].

Отже, використання Kotlin як основи для побудови внутрішньої DSL є перспективним шляхом створення сучасної платформи автоматизації бізнесу. Така платформа може виступати альтернативою традиційним ERP-рішенням завдяки поєднанню гнучкості конфігурації, строгої типізації, можливостей статичного контролю та незалежності від окремої спеціалізованої мови програмування. Подальший розвиток цієї концепції доцільно пов'язати з автоматичною генерацією схем PostgreSQL, побудовою механізму виконання бізнес-операцій, формуванням API та розробкою засобів створення інтерфейсів на основі метамоделі. Саме така еволюція може перетворити DSL-орієнтований підхід із експериментальної архітектурної ідеї на повноцінну цифрову платформу для бізнес-екосистем нового покоління.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Mernik M., Heering J., Sloane A. M. When and how to develop domain-specific languages. *ACM Computing Surveys*. 2005. Vol. 37, No. 4. P. 316–344.
2. Spinellis D. Notable design patterns for domain-specific languages. *Journal of Systems and Software*. 2001. Vol. 56, Issue 1. P. 91–99.
3. Kotlin documentation. URL: <https://kotlinlang.org/docs/type-safe-builders.html>
4. Soffer P., Golany B., Dori D. ERP modeling: a comprehensive approach. *Information Systems*. 2003. Vol. 28, Issue 6. P. 673–690.



УДК 005.5:004:330.34

**Анастасія ЗЕРКАЛЬ**

*д.е.н., професор кафедри маркетингу і логістики  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

**Марія ПАВЛЕНКО**

*аспірантка,  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

## **РОЛЬ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ПАРТНЕРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ ПІДТРИМКИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БІЗНЕС-РЕЗИЛЬЄНТНОСТІ**

Сучасний етап розвитку економіки характеризується високим рівнем невизначеності, зумовленим воєнними ризиками, макроекономічною нестабільністю, інфляційними процесами, порушенням логістичних ланцюгів, дефіцитом кадрів, енергетичними обмеженнями та прискореним технологічним оновленням. За таких умов підприємства функціонують не просто в середовищі окремих кризових явищ, а в стані кризових трансформацій, коли змінюються самі засади організації виробництва, управління, комунікацій із партнерами та взаємодії з ринком. Вживання і розвиток підприємств дедалі більше залежать не лише від обсягу ресурсів, а й від швидкості адаптації, гнучкості бізнес-моделі, здатності до цифрового оновлення та включеності в мережі підтримки інновацій.

Функціонування підприємств у період кризових трансформацій має низку характерних особливостей. По-перше, зростає рівень зовнішньої та внутрішньої невизначеності, що ускладнює стратегічне планування та підвищує значущість сценарного управління. По-друге, посилюється чутливість до ризиків постачання, фінансування та кадрового забезпечення. По-третє, підприємства змушені одночасно вирішувати завдання оперативного виживання і довгострокової модернізації. Це означає, що традиційні моделі управління, орієнтовані на стабільність і поступовий розвиток, виявляються недостатніми. Натомість актуальності набувають підходи, що базуються на адаптивності, швидкому прийнятті рішень, децентралізації окремих управлінських функцій, розвитку цифрових компетентностей персоналу та постійному перегляді бізнес-процесів [1].

Однією з ключових характеристик кризових трансформацій є зміна ролі цифровізації. Якщо раніше цифрові технології часто розглядалися як інструмент підвищення ефективності, то зараз вони частіше виконують функцію забезпечення стійкості, безперервності діяльності та резильєнтності підприємства. Цифровізація дозволяє автоматизувати бізнес-процеси, пришвидшити обмін даними, підвищити прозорість управлінських рішень,



зменшити витрати часу та ресурсів, забезпечити кращу координацію між структурними підрозділами та партнерами. Крім того, використання цифрових рішень сприяє розширенню доступу до нових ринків, більш гнучкої роботі з клієнтами, розвитку дистанційних форматів взаємодії та оперативному реагуванню на зовнішні зміни.

На сьогодні технології, що користуються найбільшим попитом, це технології цифрового моніторингу, хмарні рішення, CRM-системи, штучний інтелект, цифрові двійники, рішення для прогнозової аналітики, автоматизації виробничих процесів та управління ланцюгами постачання.

Водночас цифрова трансформація бізнесу потребує не лише внутрішньої готовності компаній до впровадження технологій, а й зовнішньої інституційної підтримки. Для сприяння цифровізації бізнес-процесів у Європі функціонує мережа Європейських цифрових інноваційних хабів (EDIHs) [2]. Європейська Комісія визначає EDIH як інфраструктуру підтримки цифрової трансформації бізнесу та публічного сектору, насамперед малих і середніх підприємств. Такі хаби надають доступ до технічної експертизи, тестування цифрових рішень до інвестування, консультацій щодо фінансування, навчання, розвитку цифрових навичок, а також сприяють впровадженню інноваційних технологій у діяльність компаній. За останніми офіційними даними, мережа EDIH охоплює більшість регіонів ЄС і розглядається як практичний інструмент прискорення цифрової трансформації та зміцнення стійкості бізнесу.

В Україні бізнес функціонує в умовах поєднання традиційних економічних викликів із безпрецедентними наслідками повномасштабної війни. У такій ситуації цифровізація є в тому числі інструментом відновлення, збереження виробничих зв'язків і підтримки промислового потенціалу [3]. Показовим у цьому контексті є приклад Запорізького регіону, де важливу роль у підтримці промислової модернізації відіграє взаємодія бізнес- та інноваційних структур. Одним із прикладів такої взаємодії є Запорізький кластер «Інжиніринг – Автоматизація – Машинобудування» (ІАМ). Його діяльність пов'язана з розвитком кооперації між бізнесом, освітою та експертним середовищем, адаптацією підготовки кадрів до потреб сучасного ринку праці, а також із просуванням інженерних та виробничих інновацій. Представники кластера залучаються до оновлення освітніх програм в закладах вищої освіти і просувають використання сучасних цифрових рішень, зокрема елементів штучного інтелекту та SMART-технологій у машинобудуванні [5].

Водночас у Запоріжжі функціонує Європейський цифровий інноваційний хаб на базі Національного університету «Запорізька політехніка», який позиціонується як центр інтеграції передових цифрових технологій та інновацій для бізнесу й регіону. Серед задекларованих напрямів його діяльності - надання навчальних послуг, підтримка цифрової трансформації компаній, допомога у впровадженні інновацій та розвитку стартапів [4]. Для регіональної екосистеми



- це ланка цифрової модернізації, оскільки створює простір для технологічного оновлення підприємств і міжсекторальної співпраці.

Приклад взаємодії кластера ІАМ із Європейським цифровим інноваційним хабом у Запоріжжі є показовим з точки зору того, як підприємства та профільні організації можуть спільно посилювати цифрову стійкість регіонального бізнесу. Представники кластеру відзначають, що така взаємодія сприяє поширенню практик цифрової модернізації серед підприємств машинобудівного та інжинірингового профілю, формує доступ до нових знань і технологій, полегшує тестування сучасних рішень та допомагає зменшити бар'єри до впровадження інновацій. Особливо цінним є те, що подібне партнерство не обмежується лише технічним аспектом, а включає також розвиток компетентностей, навчання фахівців, комунікацію між бізнесом і закладами вищої освіти, а також узгодження запитів роботодавців із сучасними освітніми програмами.

У ширшому значенні така модель співпраці демонструє, що резильєнтність підприємств у кризових умовах формується не лише всередині компанії, а й у межах регіональної партнерської екосистеми. Підприємства, які мають доступ до кластерних об'єднань, цифрових хабів, університетських платформ, консультаційних і навчальних сервісів, отримують значно кращі передумови для адаптації до кризових трансформацій. Вони швидше опановують нові технології, легше знаходять партнерів для спільних рішень, мають більше можливостей для підвищення кваліфікації персоналу та більш ефективно реагують на ринкові зміни.

Отже, функціонування підприємств в умовах кризових трансформацій характеризується зростанням ролі адаптивності, швидкості управлінських рішень, цифрової зрілості та партнерських механізмів підтримки. Цифровізація в цих умовах є важливим чинником забезпечення стійкості та безперервності діяльності. Європейська практика функціонування мережі EDIH підтверджує ефективність інституцій, які допомагають бізнесу тестувати, впроваджувати та масштабувати цифрові рішення, розвивати компетентності й залучати інноваційні ресурси. Для України, зокрема для індустриальних регіонів, велике значення мають локальні приклади такої співпраці. Взаємодія Запорізького кластера «Інжиніринг - Автоматизація - Машинобудування» з Європейським цифровим інноваційним хабом є прикладом того, як синергія бізнесу, освіти та інноваційної інфраструктури може сприяти підвищенню цифровізації підприємств, посиленню їхньої резильєнтності та створенню основ для довгострокового відновлення і розвитку.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Assessing the level of resilience of enterprises as a precondition for ensuring their sustainability and competitiveness. URL: <https://journals.uran.ua/tarp/article/download/323149/314248/751563> (дата звернення: 10.04.2026).
2. European Digital Innovation Hubs (EDIHs) / European Commission. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/edihs> (дата звернення: 10.04.2026).
3. Libanova E. Resilience of the socio-economic system of Ukraine to shocks caused by the war: specifics of formation and response // Demography and Social Economy. 2024. Vol. 58. No. 4. Pp. 3–23. URL: <https://ojs.dse.org.ua/index.php/dse/article/download/212/154/2492> (дата звернення: 10.04.2026).
4. Європейський цифровий інноваційний хаб Запоріжжя. URL: <https://dih.zp.edu.ua/> (дата звернення: 10.04.2026).
5. Запорізький кластер «Інжиніринг - Автоматизація - Машинобудування». URL: <https://www.iamcluster.zp.ua/> (дата звернення: 10.04.2026).

---

**УДК 334.75:330.341.1:330.837**

**Андрій КАРПЕНКО**

*д.е.н., професор, професор кафедри економіки та митної справи*

**Наталія КАРПЕНКО**

*к.держ.упр., доцент, доцент кафедри економіки та митної справи*

**Валерій КАРПЕНКО**

*здобувач вищої освіти*

*Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

## **ІНСТРУМЕНТАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ QUADRUPLE HELIX В ІНСТИТУЦІЙНОМУ ДИЗАЙНІ БІЗНЕС-ЕКОСИСТЕМ**

Глобальний економічний простір ХХІ століття перебуває у стані перманентної трансформації, де технологічний прогрес виступає не стільки інструментом оптимізації виробництва, скільки фундаментальним драйвером зміни економічних укладів. Як доводить ретроспективний аналіз інноваційних циклів, наявність передових технологій сама по собі не гарантує ринкового успіху чи макроекономічної стійкості. Головним лімітуючим фактором розвитку стає інституційна неготовність традиційних організаційних структур до їх абсорбції та ефективного використання.

Перехід від лінійних ланцюгів створення вартості до багатовимірних



бізнес-екосистем є, за своєю суттю, інституційним зсувом. Класичні корпоративні ієрархії, побудовані на принципах жорсткого директивного управління та вертикальної інтеграції, виявляються надто інертними для функціонування в умовах гіперконкуренції та економічної турбулентності. Відтак, виникає об'єктивна необхідність у формуванні нових інституційних дизайнів – стійких архітектур взаємодії, здатних мінімізувати трансакційні витрати, генерувати довіру та стимулювати спільне створення цінності. У цьому контексті інструменталізація моделі інноваційного розвитку Quadruple Helix («Четверної спіралі») [1] постає не просто теоретичним концептом, а безальтернативним прикладним механізмом забезпечення життєстійкості та конкурентоспроможності сучасних бізнес-екосистем.

Теоретичний базис сучасної інноваційної економіки тривалий час спирався на парадигму Triple Helix («Потрійної спіралі»), сформульовану Г. Етцковіцем та Л. Лейдесдорфом у 1990-х роках [2]. Ця модель постулювала, що генерація інновацій відбувається виключно на перетині інтересів та компетенцій трьох базових макроінституцій: держави, бізнесу (промисловості) та науки (університетів). Передбачалося, що університети беруть на себе роль генераторів фундаментальних знань, бізнес забезпечує їх комерціалізацію та масштабування, а держава формує сприятливе нормативно-правове середовище та надає базове фінансування.

Проте з переходом до економіки знань та Індустрії 4.0 модель Triple Helix почала демонструвати системні збої, які в інституційній економіці класифікуються як «фіаско координації». Причиною цих збоїв стали глибокі епістемологічні та темпоральні розриви між учасниками тріади (фундаментальна невідповідність життєвих циклів та горизонтів планування у складових моделі). Внаслідок цих розривів на стику трьох інституцій формуються так звані «долини смерті» – етапи інноваційного циклу, на яких прикладні дослідження не отримують належного фінансування та управлінської підтримки для перетворення на ринковий продукт. Суб'єкти Triple Helix починають діяти ізольовано, максимізуючи власні локальні показники ефективності на шкоду спільній екосистемній цінності.

Усвідомлення цих обмежень призвело до концептуального зсуву та формування моделі Quadruple Helix, ключовою новацією якої стала інтеграція четвертого, сполучного елемента – громадянського суспільства. Вкрай важливо розуміти, що в контексті технологічних бізнес-екосистем B2B сектору «громадянське суспільство» не тотожне просто сукупності неорганізованих споживачів. Йдеться про високоорганізовані, проактивні інституції недержавного сектору: міжнародні та локальні бізнес-спільноти, кластерні організації, професійні асоціації, експертні ради та неурядові організації тощо.

Включення цього елемента докорінно змінює топологію мережі та механізми трансакцій. Незалежні бізнес-спільноти, кластерні об'єднання тощо не обтяжені жорсткою владною вертикаллю державного апарату і, водночас, не



орієнтовані на максимізацію короткострокового прибутку, як окремі корпорації. У моделі Quadruple Helix вони набувають ролі інституційного модератора, фасилітатора та архітектора довіри.

З позицій неінституціональної теорії, діяльність таких об'єднань кардинально знижує трансакційні витрати пошуку інформації, ведення переговорів та укладання контрактів між наукою, державою та бізнесом. Вони формують «соціальний капітал» – мережу довіри, яка компенсує недоліки формальних інститутів [3]. Саме на базі таких спільнот формується спільна мова взаємодії, коли науковці починають розуміти комерційні запити промисловців, а підприємці усвідомлюють довгострокову цінність інвестицій у розвиток інтелектуальних активів людського потенціалу. Відтак, модель Quadruple Helix виступає не просто теоретичним розширенням, а необхідною архітектурною умовою для формування повноцінної інноваційної екосистеми, здатної генерувати синергетичний ефект в умовах макроекономічної турбулентності.

Теоретичний перехід до екосистемної моделі управління на практиці неминує стикається з феноменом інституційного тертя. Незважаючи на очевидність синергетичних вигод від співпраці, суб'єкти макроекономіки (особливо у високотехнологічних галузях) часто демонструють опортуністичну поведінку або повну неспроможність до кооперації. З позицій неінституціональної теорії, така поведінка не є ірраціональною. Вона пояснюється наявністю глибоких структурних розривів між акторами. Ці інституційні бар'єри можна класифікувати за трьома фундаментальними вимірами: епістемологічним (когнітивним), правовим та фінансовим. Конструювання дієвих механізмів їх подолання і становить сутність екосистемного інституційного дизайну в рамках моделі Quadruple Helix.

Перехід до екосистемної моделі функціонування неминує висуває на перший план проблему управління цією складною, багатовимірною структурою, що створює виклик для класичної теорії менеджменту. На відміну від традиційних корпоративних ієрархій, що базуються на директивному примусі та контролі активів, екосистема об'єднує юридично й фінансово незалежних учасників. У таких умовах спроба нав'язати ієрархічний контроль мережі інноваційних підприємств, університетів та громадських організацій неминує призводить до відторгнення, придушення ініціативи та руйнування довіри.

Відповіддю на цей виклик стає перехід до моделі мережевої координації, ядром якої є інститут оркестрації (високоорганізовані, проактивні інституції недержавного сектору). Архітектура оркестрації – це система недирективного управління екосистемою, за якої центральний суб'єкт (оркестратор) не володіє ключовими матеріальними активами мережі, але формує спільне бачення, встановлює правила гри та архітектуру взаємодії, що дозволяє іншим учасникам безперешкодно обмінюватися цінністю. Цей статус не надається



апріорі, він виборюється через здатність генерувати довіру та демонструвати стратегічне лідерство. Організація-оркестратор бере на себе роль «чесного брокера», який збалансовує часто конфліктні інтереси представників різних витків Quadruple Helix та формує нейтральний майданчик для взаємодії.

Екосистема координується через архітектурний дизайн та управління культурою, а інструментарій оркестратора базується на «м'якій силі» та включає кілька взаємопов'язаних механізмів:

– встановлення стандартів та протоколів взаємодії – формування єдиної технологічної та економічної «мови» для всіх акторів, що робить співпрацю максимально вигідною та позбавляє систему зайвого інституційного тертя;

– безперервний розвиток інтелектуальних активів людського потенціалу всередині мережі – когнітивна перебудова управлінців та формування єдиного ментального поля екосистеми, де знання перетворюються на ліквідний актив;

– реляційний контрактинг – формування та застосування неформальних норм, етичних кодексів та репутаційних механізмів у екосистемі, які в мережі діють ефективніше за юридичний примус.

Отже, в умовах розгортання Індустрії 4.0 (з подальшим переходом до людиноцентричної Індустрії 5.0) та перманентної геополітичної турбулентності технологічна перевага сама по собі більше не гарантує довгострокового ринкового лідерства. Критичним фактором стає інституційний дизайн – архітектура взаємодії, здатна мінімізувати трансакційні витрати, формувати довірче середовище та забезпечувати безперервну дифузію знань. Перехід до екосистемної моделі вимагає відмови від застарілих ієрархій на користь мережевої координації та гіперкооперації. Здатність стейкхолдерів консолідувати зусилля навколо спільного створення цінності формує стійку архітектуру резильєнтності, що постає безальтернативним шляхом до макроекономічної стабільності та успішної реіндустріалізації у XXI столітті.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Carayannis E., Campbell D. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*. 2009. 46. 201-234 URL: <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
2. Etzkowitz H., Leydesdorff L. The Dynamics of Innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of University–Industry–Government Relations. *Research Policy*. 2000. 29. 109-123. URL: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
3. Ciutiene R., Kholiavko N., Karpenko A., Plynokos D., Karpenko N. Synergy effects for project stakeholders under the quadruple helix model. *Proceedings of the IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS*. 2023, 917–922. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10348760>



УДК 687.016.5:004(075.8)

*Дмитро КОВАЛЬЧУК*

*аспірант*

*Світлана КУЛЄШОВА*

*д.т.н., професор,*

*завідувач кафедри технології та конструювання швейних виробів,  
Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна*

## **ЦИФРОВІЗАЦІЯ МАЛОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ПОДОЛАННЯ ПЕРЕВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Цифрова трансформація малого та середнього підприємництва є стратегічним інструментом побудови циркулярної економіки. Впровадження концепції смарт-виробництва дозволяє реалізувати гнучкі моделі, де кожен етап життєвого циклу виробу - від дизайну до роздрібною реалізації - інтегрований у єдине цифрове середовище. Дана робота присвячена аналізу досвіду впровадження таких інструментів на прикладі виробника індивідуального спортивного одягу ТМ MAXsport [1].

Згідно зі звітом UNEP, 2023 [2], сучасна легка промисловість є одним із найбільш екологічно навантажених секторів глобальної економіки, що відповідає за 10% глобальних викидів вуглецю та 20% забруднення промислових вод. Ключовим деструктивним чинником є перевиробництво, спричинене традиційною моделлю «Push» економіки, що передбачає масове виробництво товарів на основі довгострокових прогнозів попиту. Понад 30% виробленої продукції залишається нереалізованою.

Європейський Союз забороняє знищення непроданого одягу, взуття та аксесуарів, щоб скоротити текстильні відходи та розвивати «циркулярну економіку». Заборона для великих компаній діє з 19 липня 2026 року, а для середнього бізнесу до 2030 року [3].

Традиційна модель «Push»: Виробництво базується на довгострокових прогнозах. Процеси роз'єднані: конструктор створює паперові лекала, закупівля тканини відбувається великими партіями, а пошиття здійснюється на склад. Головний недолік - високий ризик перевиробництва та низька швидкість реакції на зміну трендів.

Цифрова смарт-модель «Pull»: Виробничий цикл починається з моменту отримання замовлення. Інструменти Індустрії 4.0 дозволяють об'єднати дизайн, розкрій та пошиття в єдиний інформаційний потік.

Огляд дослідження «Ellen MacArthur Foundation, Circular business models: redefining growth for a thriving fashion industry» [4] свідчить, що перехід до



моделі «Pull» дозволяє скоротити рівень відходів на 40-50%. Проте більшість пропонуваніх рішень орієнтовані на великі корпорації. Для малих підприємств критично важливим є пошук гібридних підходів, що інтегрують доступні САПР-системи та хмарні сервіси.

На основі досвіду впровадження цифровізації на виробництві ТМ MAXsport [1] пропонуємо комплекс цифрових рішень.

#### **CRM системи типу KEY-CRM.**

Суть: Автоматизація процесу прийняття замовлень, та синхронізація його з виробництвом у реальному часі.

Результат впровадження: Забезпечує задоволення індивідуальних потреб замовника. Дає змогу скоротити необхідний модельний ряд продукції. Дає змогу запускати малі серії чітко під замовлення, що зменшує кількість готової продукції на складах.

#### **Віртуальне прототипування в програмі CLO 3D.**

Суть: Створення цифрового двійника виробу з урахуванням фізичних властивостей тканини.

Результат впровадження: Скорочує час на розробку та впровадження нових моделей одягу, дає змогу пропустити етап пошиття фізичних зразків для кожної моделі. Це економить до 15% сировини на етапі розробки та радикально зменшує вуглецевий слід [5].

#### **Система автоматизованого проєктування Julivi.**

Суть: Цифровізація лекал, та автоматизація розкладок.

Результат впровадження: Створення цифрових розкладок зменшує міжлекальні випадки на 5-12%. Запобігає закупівлі зайвої тканини, що є початком ланцюжка перевиробництва. Допомогає створювати уніфіковані вузли та моделі одягу для полегшення автоматизації виробництва

#### **Хмарна ERP система HESH.**

Суть: Створення автоматизованих алгоритмів управління виробництвом, та контроль в реальному часі за всіма процесами.

Результат впровадження: Постійний моніторинг виробництва в реальному часі зменшує кількість складських запасів сировини за рахунок чіткого прогнозування. Скорочує цикл виробництва за рахунок чіткого управління. Зменшує термін зависання матеріалів на етапах виробництва. Автоматично формує чергу замовлень залежно від пріоритетності та термінів.

Запропоновано авторську архітектуру автоматизації малого швейного виробництва, яка на відміну від існуючих, базується на поєднанні кількох автономних цифрових рішень. Кожне з яких використовується окремо на кожному етапі діяльності малого підприємства - створення нових моделей одягу, приймання та обробки замовлень, виробництва та відправки готової продукції. А також поєднані в єдину систему через експорт та імпорт баз даних та синхронізацію через хмарні сервіси. Що створює низький вхідний поріг для діджиталізації українських малих швейних підприємств.



Перехід до смарт-виробництва передбачає трансформацію підприємства в інтелектуальну систему, що здатна до самоорганізації.

Синхронізація виробництва з реальним замовленням за моделлю «Pull» економіки є єдиним шляхом до контролю за перевиробництвом.

Малий бізнес потребує низьковитратних, але високоефективних цифрових рішень для конкуренції на локальному та європейському ринках. Для України цей шлях є особливо актуальним у контексті повоєнного відновлення та інтеграції в європейську економічну систему.

## ЛІТЕРАТУРА

1. [https://24tv.ua/yak-virobnik-odyagu-maxsport-rozvivayetsya-pid-chas-viyni\\_n2943993](https://24tv.ua/yak-virobnik-odyagu-maxsport-rozvivayetsya-pid-chas-viyni_n2943993)
2. Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain: A Global Roadmap. United Nations Environment Programme: website. 2023. URL: <https://www.unep.org/resources/publication/sustainability-and-circularity-textile-value-chain-global-roadmap>
3. New EU rules to stop the destruction of unsold clothes and shoes. Directorate-General for Environment, European Commission. 2026. URL: [https://environment.ec.europa.eu/news/new-eu-rules-stop-destruction-unsold-clothes-and-shoes-2026-02-09\\_en](https://environment.ec.europa.eu/news/new-eu-rules-stop-destruction-unsold-clothes-and-shoes-2026-02-09_en)
4. Rethinking business models for a thriving fashion industry. Ellen MacArthur Foundation: website. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/fashion-business-models/overview>
5. Dmytro Kovalchuk, Svitlana Kuleshova. Діджитал-технології оптимізації проектування кімоно для бразильського джиу-джитсу та греплінгу // INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND MATERIALS FOR INDUSTRY AND THE ENVIRONMENT International Scientific and Practical Conference dedicated to the 10th anniversary of the Mineral Research Laboratory, ITMIE 2025, Khmelnytskyi National University, Ukraine 11-12 December 2025. P. 43-48.



УДК 339.138

**Владислава ЛИФАР**

*д.е.н., професор, професор кафедри маркетингу та логістики,  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

**Марина ГАРКУША**

*здобувачка другого рівня вищої освіти (магістр)*

## **ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА МАРКЕТИНГОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА**

Штучний інтелект (ШІ) розширює можливості маркетингу. ШІ швидко стає незамінним інструментом для маркетологів: від аналізу даних в реальному часі до створення персоналізованого досвіду клієнта та автоматизації складних робочих процесів в рекламних кампаніях [1]. Окрім нових можливостей використання, ШІ відкриває виклики, з якими стикаються бізнеси (табл. 1).

Таблиця 1

Виклики та можливості, які надає ШІ [2]

<b>Можливості</b>	<b>Виклики</b>
Підвищення продуктивності та ефективності роботи	Швидкі темпи розвитку ШІ та потенціальний ризик відставання
Посилення інновацій та креативності	Надмірна залежність від автоматизації
Автоматизація та масштабування бізнесу	Неналежне використання та зловживання штучним інтелектом, наприклад, створення підробок та порушення авторських прав
Вища окупність вкладених коштів в рекламу	Загрози конфіденційності та безпеки
Міцніші зв'язки з клієнтами та посилення лояльності до бренду	Нестача ресурсів і знань для повного використання можливостей штучного інтелекту

Завдяки застосуванню технологій та алгоритмів ШІ компанії можуть надавати персоналізований досвід, підвищуючи задоволеність та лояльність клієнтів. Індустрія ЗМІ та розваг активно використовує штучний інтелект для персоналізації контенту. Наприклад, сервіс «Netflix» використовує ШІ для формування персоналізованих рекомендацій щодо перегляду фільмів та шоу, заснованих на особистих вподобаннях людини. Таким чином компанія залучає нових та утримує вже існуючих користувачів. ШІ також використовується у секторі фінансових послуг для надання персоналізованих інвестиційних консультацій та індивідуальних фінансових продуктів, що засновані на



фінансовій історії та цілях людини. Компанія Vanguard, що надає інвестиційні послуги, використовує когнітивні технології та аналітику на основі ШІ для надання клієнтам інвестиційних консультацій за більш низькою ціною. У галузі охорони здоров'я штучний інтелект аналізує дані про пацієнтів, результати лікування та тенденції в галузі охорони здоров'я. На основі аналізу постачальники медичних послуг можуть пропонувати індивідуальні плани медичного обслуговування, оздоровчі програми та медичні консультації, що не лише покращує догляд за пацієнтами, а й підвищує залучення пацієнтів та лояльність до медичних брендів.

Чат-боти та віртуальні помічники, що працюють на базі штучного інтелекту, дозволяють взаємодіяти з клієнтами в режимі 24/7 по кількох каналах, включаючи вебсайти, платформи соціальних мереж та програми для обміну повідомленнями.

Крім того, використання ШІ при взаємодії з клієнтами допомагає компаніям ефективно масштабувати свої операції з обслуговування клієнтів. Інструменти, керовані ШІ, можуть опрацьовувати велику кількість взаємодій одночасно без необхідності пропорційного збільшення людських ресурсів [3].

Переваги використання ШІ в сучасному маркетингу включають: аналіз клієнтів, персоналізований маркетинг, створення контенту, прогнозування, покращене таргетування та сегментацію клієнтів, оптимізацію email-маркетингу та підвищення ефективності та автоматизації (табл. 2).

Таблиця 2.

## Переваги використання ШІ в сучасному маркетингу [1, 4]

Переваги	Характеристика
Аналіз клієнтів на основі даних	Аналіз поведінки під час перегляду веб-сторінок, історії покупок та активності в соціальних мережах, що забезпечує всебічний огляд клієнта.
Персоналізований маркетинг у великих масштабах	Надання індивідуально підбраного контенту, пропозицій та вражень окремим користувачам на основі їхніх минулих взаємодій, демографічних даних та прогнозованої поведінки. Це підвищує залученість, коефіцієнт конверсії та загальну задоволеність клієнтів.
Створення та впорядкування контенту	Інструменти на базі штучного інтелекту можуть допомагати у створенні текстового, візуального та відео-контенту, що дозволяє маркетологам економити час, зберігаючи при цьому послідовність та доречність.
Прогнозування	Використовуючи історичні дані, передбачення майбутніх дій клієнтів, ефективності кампаній та ринкові тенденції. Ця здатність до прогнозування допомагає маркетологам оптимізувати бюджети, коригувати

*Продовження таблиці 2.*

	стратегії та ефективніше розподіляти ресурси для максимізації рентабельності інвестицій (ROI).
Покращене таргетування та сегментація клієнтів	Завдяки обробленню великих масивів даних, маркетологи можуть виявляти мікросегменти та точно орієнтувати на них свої кампанії. Сегментація на основі штучного інтелекту виходить за межі демографічних даних, враховуючи поведінкові, контекстуальні та психографічні аспекти для створення детальних профілів клієнтів.
Оптимізація email-маркетингу	Аналіз моделі взаємодії для визначення таких елементів, як: <ul style="list-style-type: none"><li>– найкращий час для надсилання електронних листів;</li><li>– найефективніші теми листів;</li><li>– ідеальний формат контенту для різних сегментів аудиторії.</li></ul>
Підвищення ефективності та автоматизація	Автоматизація трудомістких завдань, що дозволяє маркетологам зосередитися на розробці стратегії та творчій роботі. Це прискорює реалізацію проєктів, зменшує кількість ручних помилок та робить маркетингові операції більш гнучкими.

Використання ШІ в маркетингу також викликає серйозні етичні занепокоєння. Маркетологи повинні відповідально підходити до впровадження ШІ, щоб зберегти довіру та дотримуватися нормативних стандартів. Маркетологи повинні надавати пріоритет захисту даних. Етичний ШІ також передбачає постійний нагляд; фахівці повинні оцінювати моделі на предмет випадкових упереджень, дискримінаційних результатів та зрозумілості [1, 4].

Отже, використання ШІ в маркетингу має багато переваг на сьогоднішній день, таких як: автоматизація процесів, аналітика, планування, прогнозування та виконання креативних задач. Маркетингові команди повинні зберігати гнучкість, інвестувати в постійне навчання та узгоджувати впровадження ШІ зі стратегічними цілями та етичною відповідальністю. Впровадження цих досягнень сьогодні дозволить організаціям бути конкурентоспроможними та зайняти провідні позиції на ринку.



## ЛІТЕРАТУРА

1. The Role of AI in Modern Marketing. *Park University*. URL: <https://www.park.edu/blog/the-role-of-ai-in-marketing/> (дата звернення: 08.04.2026).
2. AI Will Shape the Future of Marketing - Professional & Executive Development | Harvard DCE. *Professional & Executive Development | Harvard DCE*. URL: <https://professional.dce.harvard.edu/blog/ai-will-shape-the-future-of-marketing/#Personalization-At-Scale> (дата звернення: 08.04.2026).
3. Струнгар А. Вплив штучного інтелекту на стратегії цифрового маркетингу: поточні можливості та перспективи розвитку. *Економіка та суспільство*. 2024. № 62. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-160> (дата звернення: 08.04.2026).
4. Puntoni S. AI Is Upending Marketing on Two Fronts. *Harvard Business Review*. URL: <https://hbr.org/2026/02/ai-is-upending-marketing-on-two-fronts> (дата звернення: 08.04.2026).

УДК 712

**Тетяна ПАВЛЕНКО**

*канд. арх., доцент кафедри «Дизайн»,  
виконуючий обов'язки завідувача кафедри «Дизайн»,*

*Національний університет «Запорізька політехніка», місто Запоріжжя*

**Тетяна ПАСІЧНА**

*старший викладач кафедри «Дизайн»*

*Національний університет «Запорізька політехніка», місто Запоріжжя*

## **МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ БІЗНЕС-ІДЕЙ В МЕЖАХ МІСЬКИХ ПРОГРАМ РОЗВИТКУ (НА ПРИКЛАДІ КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ ПАРКІВ ТА СКВЕРІВ ЗАПОРІЖЖЯ)**

В контексті рішення актуальних проблем розвитку сучасного міста Запоріжжя, в межах робочої групи з розробки концепції парків і скверів «ПРИРОДА-КУЛЬТУРА-ДОЗВІЛЛЯ» затвердженої розпорядженням міського голови від 24.04.2025 року №97, була представлена на розгляд концепція яка розроблялася у відповідності з прийнятими Законами України з цього напрямку, державними будівельними нормами, затвердженими положеннями Генерального плану розвитку міста Запоріжжя, положень містобудівної документації, Плану зонування територій м. Запоріжжя, за матеріалами концепції архітектурного середовища міста Запоріжжя «Код міста».

Під час розробки була проведена ґрунтовна робота з експертною спільнотою та громадськістю, які в свою чергу провели поглиблений аналіз всіх



рекреаційних компонентів життєдіяльності міста: місцезнаходження, демографія, культурно-дозвілєві аспекти, соціальна інфраструктура, озеленення, міське планування та містобудування, навколишнє середовище тощо. Ґрунтувалися на проведені дослідження фахівців Агенції регіонального розвитку Запорізької області та соціологічної компанії IRG на замовлення ГО «Екосенс», за підтримки Prague Civil Society Centre.

Принципи, які застосовувалися для визначення цілей даної Концепції це: природозахисний; соціальне залучення; актуальність та сучасність; пропагування здорового способу життя; ориґінальність; єдність, цілісність і завершеність; екологічність; інклюзія та безбар'єрність; історико-культурний принцип; функціональність зонування парків.

Стратегічні цілі є відправною точкою для визначення операційних цілей та очікуваного розвитку (цілей розвитку), які відрізняються різноманітністю, але відповідають візії, з одного боку, та ґрунтуються на об'єктивних факторах та тенденціях, виявлених в ході аналізу, з іншого. Перехресні операційні цілі інтегровані у відповідні сфери розвитку та є основою визначення очікуваного розвитку в рамках обраних сфер.

Сфери розвитку та опис основних їх цілей:

А. Культура та дозвілля.

A1. Створення індивідуального образу парків та скверів.

A2. Розвиток та реалізація культурного потенціалу.

A3. Забезпечення оптимального задоволення потреб населення прилеглих до парків і скверів території.

Керівні принципи 1. 2. 3. – історико-культурний принцип, принцип єдності, цілісності і завершеності, принцип ориґінальності;

Б. Збереження та розвиток озеленення.

B1. Збереження та розвиток екосистеми міста .

B2. Створення нових територій парків і скверів.

B3. Реконструкція існуючих територій парків та скверів.

Керівні принципи 1. 2. 3. – природозахисний принцип, принцип екологічності, -принцип функціонального зонування;

В. Поліпшення безпеки, інклюзії та безбар'єрності.

V1. Підвищення безпеки в парках та скверах.

V2. Підвищення безбар'єрності та інклюзії парків та скверів та прилеглих територій.

V3. Модернізація та розширення інфраструктури

Керівні принципи 1. 2. 3. – принцип соціальної спрямованості, принцип універсального дизайну, безпековий принцип;

Г. Сучасність та комфорт.

G1. Впровадження новітніх технологій та смарт-рішень.

G2. Рівномірне забезпечення послугами та інфраструктурою.

G3. Розвиток благоустрою. Підвищення якості благоустрою.



Керівні принципи 1. 2. 3. – принцип сучасності, принцип єдності, цілісності і завершеності, принцип доступності.

Реалізація концепції. Концепція розробляється міською владою разом із різними муніципальними інституціями, місцевими фахівцями та громадськістю. Партисипативний підхід є передумовою для сприйняття трансформацій, які пропонує концепція, а отже є основою для її успішної реалізації. Залучення всіх потенційних зацікавлених сторін на етапі планування в процес пошуку можливих рішень сприяє ефективному діалогу влади з громадою. Відкритий та всебічний обмін інтересами і думками допомагає знаходити оптимальні рішення у кожному окремому випадку

Враховуючи комплексність питань, в рамках розробки концепції розвитку парків та скверів Запоріжжя, пропонується наступний перелік міських програм, які б охоплювали різні аспекти впровадження та реалізації Концепції: Міська програма благоустрою міста Запоріжжя (з окремим розділом/підпрограмою «Розвиток парків та скверів»), (за умови, що така програма існує та включає питання розвитку зелених зон). Програма комплексного озеленення міста Запоріжжя на 2019–2029 роки «Зелене місто», затвердженої рішенням Запорізької міської ради від 28.08.2019 №22 (з розширеним фокусом на парки та сквери) (за умови, що така програма існує та може бути розширена).

Комплексні програми: Концепція «Зелене серце Запоріжжя»: Комплексна програма розвитку парків та скверів, підкреслює важливість зелених зон для міста. Програма «Парки та сквери Запоріжжя: Відродження та інновації», акцентує на оновленні та впровадженні новітніх підходів. Стратегія «Комфортне місто: Розвиток публічних зелених просторів Запоріжжя», інтегрує розвиток парків у ширшу стратегію міського розвитку. Цільова програма «Зелений каркас Запоріжжя: Створення стійкої та доступної мережі парків та скверів», підкреслює екологічну та соціальну важливість. Інвестиційна програма «Нове життя парків Запоріжжя», орієнтована на залучення інвестицій у розвиток зелених зон.

Тематичні програми можуть бути підпрограмами комплексних програм: Програма «Індивідуальний образ кожного парку: Розвиток унікальних концепцій зелених зон Запоріжжя», фокус на створенні ідентичності. Програма «Культурний потенціал зелених зон: Інтеграція мистецтва та культурних ініціатив у парки та сквери Запоріжжя», акцент на культурному розвитку. Програма «Доступні парки: Забезпечення безбар'єрності та інклюзії зелених зон Запоріжжя», наголос на соціальній інклюзії. Програма «Екосистема міста: Збереження та розвиток біорізноманіття у парках та скверах Запоріжжя», фокус на екологічній складовій. Програма «Нові зелені легені міста: Створення нових парків та скверів у Запоріжжі», акцент на розширенні мережі. Програма «Ревіталізація зелених оазисів: Комплексна реконструкція існуючих парків та скверів Запоріжжя», наголос на оновленні існуючих територій та їх розвитку. Програма «Безпечний простір: Підвищення рівня безпеки у парках та скверах



Запоріжжя», фокус на безпеці відвідувачів. Програма «Розумні парки Запоріжжя: Впровадження новітніх технологій та смарт-рішень», акцент на технологічному розвитку. Програма «Рівний доступ до зеленого комфорту: Збалансований розвиток інфраструктури та послуг у парках та скверах Запоріжжя», наголос на рівномірному забезпеченні. Програма «Естетика та функціональність: Підвищення якості благоустрою парків та скверів Запоріжжя», фокус на покращенні зовнішнього вигляду та зручності. Програма «Зелені зв'язки: Розвиток прилеглих територій та інтеграція парків у міський простір Запоріжжя», акцент на інтеграції. Програма «Громада та парки: Залучення мешканців до розвитку та управління зеленими зонами Запоріжжя», наголос на партисипації. Програма «Зелений бізнес: Сприяння розвитку екологічно відповідального бізнесу в парках та на прилеглих територіях.

З вище зазначеного можна зробити висновки, що запропоновані програми розвитку є не тільки діалогом між сторонами, а саме, міською владою і громадою, а є визначеними, Концепцією, напрямками для професійної діяльності всіх зацікавлених і не байдужих підприємців. Їх участь у робочих групах, залучання цільових груп під час дослідження і розборі кожної сфери розвитку, і під час обговорення цільових проектів, та звітування про реалізацію цієї концепції.

**УДК 004.8 : 338.138**

***Ніна ПАВЛІШИНА***

*к.е.н., доцент, доцент кафедри маркетингу та логістики,  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

## **ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

Ми живемо в інформаційному суспільстві, який ознаменував собою такий етап розвитку цивілізації у якому інформація та знання є головними ресурсами, а цифрові технології забезпечують миттєвий доступ до них. Підприємства та споживачі перейшли в онлайн, а кожна дія залишає по собі цифровий слід.

Саме через це традиційні методи аналізу даних вже не забезпечують необхідної швидкості та точності, тоді як ШІ дозволяє оперативно обробляти великі масиви інформації, прогнозувати тенденції ринку та персоналізувати взаємодію з клієнтами. У сучасних умовах високої конкуренції компанії, що впроваджують ШІ, отримують суттєві переваги, підвищують ефективність маркетингових стратегій і краще адаптуються до змін ринку, що робить інвестиції в ГШІ надзвичайно важливими та перспективними.

Market Research Institute International провела опитування щодо відношення фахівців з маркетингу до впровадження генеративного штучного інтелекту в маркетингові дослідження. Відповідно до отриманих результатів



77% респондентів дуже схвально відносяться до використання ГШІ, а 62% постійно застосовують його у своїй роботі [2].

Штучний інтелект нового покоління має більший вплив на робочі процеси маркетолога оскільки бере на себе всі рутинні процеси та спрощує написання контенту.

Із появою генеративного штучного інтелекту (ГШІ) використання ШІ перестає бути фрагментарним та поширюється абсолютно на всі види діяльності. Завдяки алгоритмам машинного навчання ГШІ застосовується для обробки даних і автоматизації для збору, аналізу та інтерпретації інформації про ринок, споживачів і конкурентів. В маркетингових дослідженнях цінується його здатність генерувати нові дані.

Серед напрямів використання генеративного ГШІ в маркетингових дослідженнях можна виділити наступні:

- аналіз величезних, складних наборів даних;
- створення нового контенту (наприклад, резюме або створення посібників з опитувань);
- попереднє тестування анкет на зрозумілість формулювань, усунення подвійних трактувань та відсутність упереджень;
- симуляція «синтетичних персон» завдяки яким можна згенерувати реалістичні, різноманітні відповіді клієнтів для перевірки початкових концептуальних ідей;
- виявлення основних тем та настроїв споживачів з безпрецедентною швидкістю та масштабом. Сучасний бізнес щодня стикається з величезними обсягами великих даних, які без належної обробки залишаються лише «інформаційним шумом». Системи машинного навчання здатні швидко аналізувати ці дані, знаходити приховані закономірності та надавати маркетологам цінні інсайти. Без ШІ, опрацювання такого обсягу даних зайняло б місяці роботи цілої команди аналітиків, а з ним – результат можна отримати за лічені години;
- оброблення неструктурованої інформації (розпізнавання образів, відгуки та дописи у соціальних мережах);
- прогностична аналітика. Алгоритми ШІ виявляють закономірності та взаємозв'язки, які традиційний аналіз часто пропускає. Обробляючи дані з багатьма змінними, ШІ може виявляти тонкі предиктори поведінки, такі як частота використання продукту в поєднанні з активністю в соціальних мережах, що може сигналізувати про намір покупки.
- миттєва звітність [1; 3; 4].

За статистикою Market Research Institute International, 53% опитаних використовують ГШІ для огляду інформації що стосується теми маркетингового дослідження, 50% доручають ГШІ розроблення анкет, 35% делегують йому написання звітів. Для аналізу настроїв у моніторингу соціальних мереж або інших формах неструктурованих даних 30% опитаних



використовують саме ГШІ. 19% використовують чат-ботів на базі ГШІ для взаємодії з клієнтами, проведення якісних інтерв'ю або обробки відкритих питань в опитуванні. 11% використовують ГШІ для прогнозування тенденцій [2].

Підвищення ефективності маркетингових досліджень, зменшення їх тривалості та вартості є основним показником успіху від використання ГШІ у 2025 році, причому 64% маркетологів відстежують збільшення продуктивності, а 55% вимірюють економію часу як ключові результати [2].

Використовуючи генеративний штучний інтелект, підприємства можуть перейти від реактивного прийняття рішень до проактивних стратегій. Замість того, щоб чекати на звіт або аналіз, проведений вручну, аналітика в режимі реального часу дозволяє негайно діяти [3].

У підсумку відмітимо, що використання ГШІ в маркетингових дослідженнях є важливим чинником підвищення ефективності діяльності підприємств у сучасних умовах. Завдяки можливості швидко обробляти великі обсяги даних, здійснювати точну сегментацію споживачів і прогнозувати їхню поведінку, штучний інтелект сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень. ГШІ став критично важливим інструментом для бізнесу, який прагне отримати конкурентну перевагу в сучасному світі, орієнтованому на дані. Незважаючи на певні виклики, пов'язані з впровадженням і захистом даних, його використання відкриває нові можливості для розвитку маркетингу та забезпечує конкурентні переваги компаніям на ринку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. AI-Powered Data Analysis and Predictive Analytics in Modern Market Research. *TGM Research*. URL: <https://tgmresearch.com/ai-data-analysis-in-market-research.html>

2. For the Love of Learning: Career Development in a Changing Market Research Industry. *Market Research Institute International*. 2025. May. URL: <https://files.constantcontact.com/4a0478f8601/d928ba87-4b56-4d3f-a7c0-32f04314435a.pdf>

3. Generative AI in Market Research: Enhancing Insights and Decision-Making. April 2024. *Discuss*. URL: <https://www.discuss.io/blog/generative-ai-in-market-research-enhancing-insights-and-decision-making/>

4. What Is Generative AI in Market Research and How Can It Help You Do More? *Quantilope*. URL: <https://www.quantilope.com/resources/what-is-generative-ai-in-market-research-and-how-can-it-help-you-do-more>



УДК 338.46:615.1:004.9

*Денис РОПАЛО*

*аспірант групи А-Ф4.15, НУ «Запорізька політехніка»*

## **МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ У ФАРМАЦЕВТИЧНОМУ РИТЕЙЛІ: СТАЛИЙ РОЗВИТОК ЧЕРЕЗ ІННОВАЦІЇ**

Вітчизняний фармацевтичний ритейл трансформується у висококонкурентне середовище, що визначається не лише інтенсивним масштабуванням мережевого бізнесу, а й динамічною зміною споживчих моделей. У таких умовах забезпечення життєздатності та сталого розвитку підприємств критично залежить від здатності до безперервної розбудови та адаптації власних бізнес-екосистем. Пріоритетним інструментарієм цієї адаптації стає впровадження таких рішень, що поєднують у собі сучасні підходи та глибоку цифровізацію операційних процесів — від автоматизації логістичних ланцюгів до впровадження інтелектуальних систем динамічного ціноутворення.

Важливість теоретичного обґрунтування та практичної апробації таких трансформацій перебуває у фокусі системних досліджень наукової спільноти НУ «Запорізька політехніка». Як провідний осередок інженерної та економічної освіти, університет виступає платформою для діалогу між наукою та реальним сектором економіки. Релевантним прикладом такої взаємодії є проведення Міжнародної науково-практичної конференції «Бізнес-екосистеми: сталий розвиток 2025» (BESD 2025). Зокрема, в межах секційних засідань, присвячених цифровій трансформації, було ґрунтовно проаналізовано вектори розвитку екосистем у цифровій площині, що підкреслює стратегічну роль академічних досліджень у формуванні стійких моделей сучасного ритейлу в умовах глобальної невизначеності [1].

У довгостроковій перспективі сукупний тиск ринкових факторів змушує аптечні мережі докорінно переосмислювати пріоритети розвитку бізнесу та шукати нові джерела конкурентоспроможності.

Тиск на маржинальність посилюється через жорстке державне регулювання ціноутворення на соціально значущі препарати та обмеження націнок, що суттєво звужує «вікно прибутковості» для багатьох позицій асортименту. У відповідь на це ритейлери коригують свої комерційні стратегії: замість поступового розширення присутності в низькоризикових, але низькомаржинальних сегментах, компанії зосереджуються на максимізації рентабельності через пріоритетний розвиток високоефективних онлайн-продажів та ексклюзивних категорій товарів.

Для підтримки стабільної прибутковості аптечні мережі змушені балансувати ризики у своїх товарних портфелях. Це передбачає поєднання



ризикованих, але перспективних ставок на інноваційні парафармацевтичні продукти та сервіси з інженерними підходами до ціноутворення для перевірених груп товарів (RX та OTC), які гарантують прогнозований дохід при мінімальних ризиках.

Важливим викликом є забезпечення успіху цифрових та логістичних інновацій у реальних умовах. Через складність складської логістики та обмежену купівельну спроможність споживачів простежується відхід від надто нішевих продуктів, що потребують специфічних умов зберігання чи дорогої доставки.

У найближчій перспективі компаніям необхідно впроваджувати технологічні рішення для зниження операційних витрат та спрощення клієнтського шляху. Довгострокове завдання для аптечного ритейлу полягає в інтеграції економіко-математичних моделей у процеси прийняття рішень, наприклад, на ранніх етапах планування асортименту. Це дозволить забезпечити відповідність бізнес-структури реальному попиту, а стратегій ціноутворення — реальним можливостям доступу до ринку [2].

Цифрова трансформація в аптеках більше не обмежується лише наявністю сайту або доєднанням до агрегаторів. Вона передбачає створення цілісної екосистеми, де онлайн-продажі інтегровані з електронними рецептами, системами лояльності та логістикою.

Найуспішніші мережі дедалі частіше впроваджують прогнозну аналітику. Замість того, щоб реагувати на дії конкурентів постфактум, алгоритми аналізують великі дані (Big Data) для прогнозування попиту в умовах високої волатильності ринку.

Інновації спрямовані на зменшення операційного навантаження включають використання чат-ботів для автоматизованим управлінням товарними запасами.

Цифрові рішення дозволяють аптекам оптимізувати маршрути доставки та зменшити обсяг списаних препаратів з терміном придатності, що минає, безпосередньо впливаючи на сталий розвиток бізнес-екосистеми [3].

Практичний досвід впровадження інновацій у мережі «Аптеки Запоріжжя» демонструє перехід до аналітичного управління бізнес-процесами через використання складних аналітичних інструментів. Ключовими елементами цієї трансформації є:

1. Автоматизований моніторинг конкурентного середовища (Parsing). Використання систем парсингу цін у режимі реального часу дозволяє формувати динамічну стратегію позиціонування. Це не просто збір даних, а основа для алгоритмічного ціноутворення, що мінімізує вплив людського фактора та забезпечує миттєву адаптацію до ринкових коливань.

2. Динамічне ціноутворення. Перехід до зміни цін двічі на добу є відповіддю на високу волатильність ринку. Такий підхід дозволяє балансувати між соціальною відповідальністю (стримування цін на критичні товари) та



економічною стійкістю мережі, максимізуючи прибутковість у періоди пікового попиту.

3. Погодинний аналіз операційного навантаження. Аналіз інтенсивності клієнтського потоку та навантаження на персонал у погодинному розрізі дозволяє оптимізувати графіки роботи та логістику. Це забезпечує ефективний розподіл ресурсів та підвищує якість обслуговування в періоди найбільшої активності споживачів.

Такі рішення є яскравим прикладом інженерного підходу в маркетингу, де кожне управлінське рішення базується на верифікованих даних, а не на інтуїтивних припущеннях.

Сучасна освіта часто вчить класичному маркетингу, але кожне бізнес-середовище, по-перше, чітко спеціалізоване, по-друге, стрімко змінюється. Здобувачам освіти буде корисно отримувати знання з практичних кейсів — наприклад, про те, як працює парсинг та інтерпретація масивів даних погодинного навантаження. Бізнесу потрібні фахівці, які розуміють архітектуру баз даних так само добре, як і потреби клієнта [4].

У моделі взаємодії «Бізнес — Освіта» аптечна мережа може виступати не просто роботодавцем, а джерелом актуальних технологічних запитів, які на 3–5 років випереджають класичні підручники. Студенти часто розв'язують задачі на штучних прикладах 10-річної давнини. Бізнес може надавати деперсоніфіковані масиви даних (наприклад, архіви погодинного навантаження аптек за минулий рік) для лабораторних робіт. У результаті майбутній аналітик вчиться працювати не з ідеальними графіками, а з реальними ринковими аномаліями.

Також, наприклад, сучасному маркетологу потрібні базові знання з алгоритмізації та роботи з програмними інтерфейсами (API).

Окремою проблемою у підготовці здобувачів є брак розуміння операційної ефективності на ранніх етапах навчання — зокрема, вміння швидко приймати рішення в умовах високої ринкової волатильності. Бізнес може надати реальні приклади реагування на ризик.

Бізнес виступає платформою для апробації наукових гіпотез, а освіта надає методологію цих досліджень. Це дозволяє створювати інноваційні продукти (наприклад, власні системи аналітики для аптек).

**Висновки.** Освіта має вчити не «що» робити, а «як» адаптуватися. На прикладі парсингу та погодинного аналізу ми бачимо, що технології змінюються швидше, ніж цикли перегляду навчальних планів.

Необхідною умовою у моделі взаємодії «Бізнес — Освіта» є створення середовища інформаційної взаємодії, де здобувачі освіти можуть тестувати власні моделі на реальних даних бізнесу.

Бізнес — це валідатор знань. Співпраця з бізнесом дає університету можливість перевірити теоретичні моделі на реальному, складному та соціально важливому фармацевтичному ринку.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Zaporizhzhia Polytechnic National University. (2025). Business ecosystems: Sustainable development (BESD 2025/2026): Conference proceedings. Publishing House of Zaporizhzhia Polytechnic.
2. McKinsey & Company. (2025). The future of retail pharmacy: Navigating margin compression through digital ecosystems and advanced pricing models. McKinsey Global Institute.
3. Deloitte. (2025). Digital transformation in pharmacy: From transactional to transformational care through AI and integrated ecosystems. Deloitte Health Solutions.
4. Gartner. (2025). Top strategic technology trends in retail: From automated competitive intelligence to real-time price optimization. Gartner Research.

УДК 004

*Стенан СКРУПСЬКИЙ*

*к.т.н., доцент, доцент кафедр комп'ютерних систем та мереж,  
програмних засобів  
Національний університет «Запорізька політехніка»*

### **ВПЛИВ ІТ-БІЗНЕСУ НА РОЗВИТОК ВИЩОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ: СПІВПРАЦЯ КОРПОРАТИВНОГО СЕКТОРУ ТА АКАДЕМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА**

У тезах розглянуто технологічні зміни в освітніх середовищах через залучення ІТ-бізнесу до системи вищої освіти України. На прикладі співпраці Freshcode та Національного університету «Запорізька політехніка» проаналізовано такі напрями: оновлення формату виробничої практики, використання навчальних платформ, спільні програми з проектного менеджменту (за участі РМІ Ukraine), а також робота з підвищення кваліфікації викладачів. Окремо звернуто увагу на те, як змінюється роль університету в умовах постійного оновлення технологій. Показано, що участь компанії дає прикладний ефект – студенти отримують навички, які безпосередньо відповідають вимогам ринку, а сам освітній процес стає більш гнучким.

**Вступ.** Система вищої освіти в Україні поступово стикається з розривом між навчальними програмами і реальними задачами ІТ-галузі. Особливо це помітно у технічних спеціальностях, де стек технологій змінюється швидше, ніж оновлюються навчальні плани. Часто студенти отримують базову теоретичну підготовку, але мають обмежене уявлення про реальні робочі процеси. У таких умовах участь бізнесу перестає бути додатковою опцією і стає необхідною. Компанії не лише наймають випускників, а й впливають на сам



процес їх підготовки, фактично формуючи запит до освіти. Приклад співпраці Freshcode з Національним університетом «Запорізька політехніка» показує, як це може працювати на практиці і які результати це дає вже на етапі навчання.

**Трансформація формату студентської практики.** Найпомітніші зміни відбулися у підході до студентської практики. Замість формального проходження вона організована як дистанційна робота з чіткою структурою і результатами. Студенти працюють через платформу KWIGA, де навчання розбите на мінікурси. Кожен курс закриває окрему базову компетенцію і має конкретний результат у вигляді виконаного завдання або проєкту:

1. Курс верстки (UI/HTML/CSS): розуміння принципів побудови користувацьких інтерфейсів та основ фронтенд-розробки.

2. Системи контролю версій (Git): формування культури командної розробки та управління кодом, що є критичним для будь-якого проєкту.

3. Штучний інтелект (AI): ознайомлення з інтеграцією сучасних неймереж у програмні продукти, розуміння обмежень і типових сценаріїв використання.

4. Проєктний менеджмент: вивчення життєвого циклу розробки ПЗ, управління ресурсами та комунікаціями в команді на прикладі реального проєкту.

5. TypeScript: опанування сучасної мови програмування, робота з типами, інтерфейсами та базовими патернами.

Навчальний процес на платформі максимально наближений до реалій компанії. Відеоматеріали і завдання готують практикуючі спеціалісти, тому вони орієнтовані на робочі підходи. Виконання практичних завдань супроводжується фідбеком (Code Review, коментарі до рішень). У частині випадків студенти отримують завдання на доопрацювання і проходять кілька ітерацій, що є звичним для реальної розробки. Це суттєво відрізняється від традиційного підходу, де робота здається один раз.

**Проєктний менеджмент і практики індустрії.** Окремим напрямом стала співпраця з PMI Ukraine. У межах цієї ініціативи студенти знайомляться з підходами Agile, Scrum, Kanban не лише на рівні визначень. Розглядаються типові ситуації: постановка задач, зміна пріоритетів, комунікація в команді. Використовуються інструменти, які реально застосовуються в командах: Trello для задач, Miro для спільної роботи, базові CRM-рішення. У результаті студенти отримують уявлення про те, як виглядає робота не тільки розробника, а і всієї команди.

**Вплив IT-експертизи на навчальні програми.** Взаємодія з компанією впливає і на зміст дисциплін. Представники Freshcode періодично переглядають курси і дають рекомендації щодо їх актуальності. Це не формальний процес - зазвичай обговорюються конкретні теми, які варто прибрати або, навпаки, додати. У результаті частина матеріалу оновлюється. Наприклад, більше уваги приділяється клієнт-серверній взаємодії, роботі з базами даних, хмарним



сервісам. Зменшується частка тем, які втратили практичну актуальність. Завдяки цьому університет може швидше реагувати на зміни в індустрії, а навчальні курси стають більш прикладними.

**Профорієнтаційний вектор.** Для студентів важливо розуміти, куди рухатись далі. На практиці багато хто на початку не розрізняє навіть базові ролі. У межах співпраці їм пояснюють різницю між напрямками: frontend, backend, full stack, mobile, а також суміжні ролі: проєктний менеджер, бізнес-аналітик. Додатково дається орієнтація по технологіях: що реально використовується, що варто вивчати в першу чергу. Це зменшує кількість випадкових рішень при виборі дисциплін і тем дипломних робіт.

**Підвищення кваліфікації викладачів.** Сталий розвиток освітнього середовища неможливий без постійного оновлення знань викладачів. Freshcode проводить для них окремі програми, де розглядаються сучасні підходи до розробки і актуальні інструменти. Після цього частина підходів інтегрується у навчальні курси. Ефект накопичується поступово, але він помітний: змінюється структура занять, додаються прикладні задачі, зменшується відрив від практики.

**Висновки.** Співпраця Freshcode та Національного університету «Запорізька політехніка» показує, що участь ІТ-бізнесу може впливати на освіту системно. Йдеться не лише про практику чи підвищення кваліфікації, а про зміну підходів до навчання, оновлення програм і орієнтацію студентів на реальні вимоги ринку. Така модель дозволяє готувати фахівців, які швидше адаптуються до роботи і мають релевантні навички. Водночас вона потребує постійної взаємодії між університетом і компанією, інакше ефект швидко зменшується. Загалом такий підхід виглядає ефективним у поточних умовах і може бути застосований в інших закладах вищої освіти.

**УДК 004.8**

*Олександра ТРІУС*

*здобувачка першого рівня вищої освіти (бакалавр)*

**Ніна ПАВЛІШИНА**

*к.е.н., доцент, доцент кафедри маркетингу та логістики,*

*Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

## **ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА РИНОК ФОТОІНДУСТРІЇ**

У нас час все більше і швидше розвиваються технології. Однією з найпопулярніших, яка набирає максимальні оберти, є штучний інтелект. «Винахід штучного інтелекту, а потім все більш інтенсивне використання технологій ШІ в різних сферах людської діяльності, зокрема і в технологіях Інтернету речей, викликало численні дискусії в різних галузях знань: філософії, соціології, машинобудуванні, приладобудуванні, комп'ютерних технологіях,



робототехніці, медицині, освіті, військовій справі, юриспруденції тощо» [1, с. 39-40].

Штучний інтелект – здатність машин і програм аналізувати отриману інформацію, робити висновки, приймати на їх основі рішення та виконувати завдання, що притаманні людському інтелекту» [2, с.247]. Серед них може бути навчання, міркування, розв’язання питань чи ухвалення рішень. Виділяють три види ШІ:

- штучний інтелект вузького спектру, або ANI (Artificial Narrow Intelligence) – перший рівень штучної свідомості, яка спеціалізується на прийнятті рішень лише в одній сфері: наприклад, може обіграти світового чемпіона із шахів, але може зробити тільки це і нічого більше;

- загальний штучний інтелект, або AGI (Artificial General Intelligence) – штучний інтелект другого рівня, який досягає та перевершує рівень звичайної людської свідомості: може розв’язувати математичні та логічні завдання, абстрактно мислити, порівнювати та засвоювати складні ідеї, швидко навчатися, в т. ч. на власному досвіді;

- штучний суперінтелект, або ASI (Artificial Super Intelligence) – третій рівень розвитку технологій штучного інтелекту, де він є розумнішим, аніж усе людство разом узяте, спершу трохи, а згодом як результат самонавчання – у трильйони разів» [5, с.118].

Ввикористання ШІ не оминуло жодну із галузей. Однією із таких де він займає провідні позиції є ринок фотопослуг (фоторинок).

Фоторинку теж не стоїть на місці. Фотограф – людина, що створює світлини за допомогою фотокамери. Вони продають свої послуги і закарбовують моменти у пам'ять людей. Але з часом з’явилися гарні камери на телефоні, а у сьогоднішній день і штучний інтелект.

У цій сфері ШІ може виступати як і помічником, так і ворогом заміном. Розглянемо дві сторони цього явища на ринку фотоіндустрії трохи детальніше.

Якщо казати, про штучний інтелект як про помічника, то за його допомогою прискорився момент постобробки світлин для фотографів. Колись редагування зображень вимагало багато зусиль, але з приходом ШІ достатньо пари кліків, щоб застосувати потрібні ефекти. Потужним алгоритмам можна довірити усі процеси – від корегування кольорів до налаштування балансу білого [3]. На основі дослідження, яке було проведено автором (ознайомитись із текстом анкети та результатами можна за посиланням <https://forms.gle/3n9t3NuExfeFhkWQ6>) і до якого було залучено 11 кваліфікованих експертів з різних міст України, було виявлено, що 72,7 % використовують ШІ-інструменти генеративної заливки та видалення непотрібних об’єктів з кадру. А чотири респондента використовують ШІ для ретуші шкіри людини. Економія часу дозволяє зосередитись фотографам на більш важливих моментах і зменшити рутинні дії.



Але при цьому існує і інша сторона медалі, бо ШІ є єдиною технологією, яку експерти визнають реальною конкурентною загрозою. 45,5% респондентів чули від колег про втрату замовлень на користь ШІ-генерації. Багато моделей штучного інтелекту здатні створювати зображення з нуля, які потім можна використати в комерційних цілях і не наймати професійних фотографів з високою ціною за роботу.

Завдяки ШІ бренди отримали можливість створювати промо-кампанії значно дешевше і з повним контролем над результатом, що дуже привертає увагу комерційних особистостей. Це підіймає питання збереження робочих місць не тільки фотографів, а й самих моделей. Індустрія змушена переосмислювати баланс між технологіями та живою емоцією. Приклади брендів, які вже активно користуються ШІ-моделями, є: Guess, Oysho, Balenciaga, Calvin Klein, Prada, Levi's, H&M. Згідно аналітичних прогнозів з кожним роком їх буде ставати більше [5].

Але «коли мова заходить про те, що зображення, згенеровані штучним інтелектом, можуть конкурувати з мистецтвом та художньою фотографією, то треба визнати, що ШІ важко поєднати своє існування з мистецтвом, безсумнівною частиною якого є фотографія, бо жодна машина і жоден комп'ютер не здатні відчути й зрозуміти світ довкола себе та пропустити його крізь призму особистого світосприйняття й поготів» [4, с.120]. Повертаючись до результату дослідження виявлено, що 63,6% респондентів зазначили найважливішим критерієм відбору фотографа – «унікальний стиль та особистий бренд», який неможливо відтворити штучно. А для збереження конкурентоспроможності в епоху ШІ експерти вважають критично необхідними такі навички:

- вміння знаходити спільну мову, будувати довіру та емпатію, що не може дати машина;
- креативне мислення, а саме: створення глибоких сенсів, унікальної філософії та стилю зйомки;
- технічна адаптація з боку ШІ, як інструменту, використання його без втрат якості зображень.

У результаті можна стверджувати, що штучний інтелект у фотоіндустрії виступає одночасно і технологічним викликом, і рушійною силою професійного росту. Щоб зберегти конкурентоспроможність сучасний фотограф має вміти поєднувати два шляхи: використання ШІ для технічного вдосконалення світлин і розвиток особистісного бренду. Майбутнє професії лежить у поєднанні високих технологій із неповторним людським світосприйняттям, яке залишається недосяжним для машин.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Баранов О. А. Визначення терміну «штучний інтелект». *Інформація і право*. 2023. № 1(44). С. 32-49. URL: <https://il.ippi.org.ua/article/view/287537> (дата звернення: 05.04.2026).
2. Грицишин В. С., Габрусєва Н. В. Штучний інтелект: сьогодні і завтра. *Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій* : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., Тернопіль, 2020. С. 247–248. URL: [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31822/2/FAPMT\\_2020\\_Hrytsyshyn\\_V-Artificial\\_intelligence\\_247-248.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31822/2/FAPMT_2020_Hrytsyshyn_V-Artificial_intelligence_247-248.pdf) (дата звернення: 05.04.2026).
3. Як штучний інтелект змінює роботу професійного фотографа? *Red Cucumber*. URL: <https://redcucumber.kiev.ua/uk/yak-shtuchnyj-intelekt-zminyuye-robotu-profesijnogo-fotografa> (дата звернення: 05.04.2026).
4. Максимович М. Штучний інтелект і фотожурналістика: виклики та загрози. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: журналістика*. 2025. Вип. 1, № 9. С. 116–122. URL: <https://science.lpnu.ua/uk/sjs/vsi-vypusky/nomer-1-9-2025/shtuchnyy-intelekt-i-fotozhurnalistyka-vyklyky-ta-zagrozy> (дата звернення: 05.04.2026).
5. Віхорова І. Модна індустрія та штучний інтелект: як AI змінив моду і без чого її вже неможливо уявити. *One by One: блог*. 2026. URL: <https://onebyone.ua/blog/modna-industrija-ta-shtuchnij-intelekt> (дата звернення: 05.04.2026).

УДК 005.591.6:658.7

**Ольга ЧЕРНЕГА**  
**Вікторія ЧЕРНЮК**

*здобувачки вищої освіти факультету менеджмент та маркетингу  
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

**Катерина КОПШИНСЬКА**

*к.е.н., доцент, доцент кафедри міжнародного бізнесу та логістики  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
м. Київ, Україна*

## ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТІВ ДОСТАВКИ МЕДИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ: ПРИКЛАДИ ЛОГІСТИЧНИХ СТАРТАПІВ

Фармацевтична логістика є одним із найважливіших елементів системи охорони здоров'я, оскільки будь-які перебої в постачанні медичних препаратів безпосередньо впливають на якість медичного обслуговування. У контексті цифрової трансформації та зростаючого попиту на персоналізовані послуги доставки на етапі "останньої милі", ефективна оптимізація маршрутів стала



ключовим чинником, який визначає конкурентоспроможність логістичних стартапів у галузі медицини.

Для України, попри складнощі воєнного часу, у 2023 р. обсяг реалізованої фармацевтичної продукції зріс на 19,6% порівняно з 2022 р. [1]. Це свідчить про загальну стійкість ринку та водночас підкреслює зростаючу потребу у впровадженні ефективних і гнучких логістичних рішень для забезпечення безперебійного постачання.

Доставка медичних препаратів значно складніша, ніж стандартна кур'єрська логістика. Вона вимагає дотримання строгого температурного режиму (так званого "холодного ланцюга"), чіткого виконання часових рамок, відповідності вимогам фармакологічного законодавства (GDP, GMP), а також мінімізації ризиків у разі помилок маршрутизації. Ці фактори суттєво ускладнюють діяльність стартапів у цій сфері. Варто зазначити, що особливо стрімко розвивається сегмент холодного ланцюга, який, в свою чергу, є найдинамічнішою частиною галузі. За прогнозами, глобальний ринок транспортування фармацевтичної продукції досягне 78,61 млрд доларів у 2024 році. Для українського ринку ситуація додатково ускладнюється руйнівним впливом воєнних дій на логістичну інфраструктуру. Дві ключові компанії, «БадМ» та «Оптіма-Фарм», які спільно забезпечують близько 85% аптек країни, зазнали серйозних втрат через знищення їх складських приміщень. [2]. У зв'язку з цим ефективне планування маршрутів і децентралізація постачання стають надзвичайно важливими для стабільності ринку.

Міжнародна практика пропонує кілька прикладів успішних бізнес-моделей. Зокрема, американський стартап MedSpeed, що спеціалізується на медичній кур'єрській логістиці для великих систем охорони здоров'я, досяг значних результатів завдяки впровадженню оптимізованої системи маршрутів і операційних процесів доставки. Частка позапланових кур'єрських замовлень у них знизилася з 60% до менш ніж 20%, що забезпечило багатомільйонну економію щороку. Крім того, варто підкреслити, що кількість помилок під час доставки скоротилась на понад 99%, що, відповідно, дало змогу уникнути клінічних витрат у розмірі 400 тисяч доларів щорічно. [3]. Alto Pharmacy (Сан-Франциско) залучила понад 566 млн дол. США інвестицій та побудувала модель цифрової аптеки повного циклу з власною доставкою рецептурних препаратів [4]. Платформа NimbleRx забезпечує незалежним аптекам доставку «in-day» завдяки використанню алгоритмічного планування маршрутів, що дозволяє підвищити ефективність логістичних процесів і також створює додаткові конкурентні переваги для локальних операторів порівняно з великими мережами [5].

Для обґрунтування вибору методу оптимізації маршрутів фармацевтичним стартапом у таблиці 1 наведено узагальнений порівняльний аналіз основних алгоритмічних підходів і сучасних цифрових рішень на основі відкритих досліджень 2024–2026 рр., що дає змогу сформувати цілісне



уявлення про їхні можливості та доцільність застосування в логістичній діяльності.

Таблиця 1.  
Порівняльна характеристика підходів до оптимізації маршрутів доставки медичних препаратів

Метод / Платформа	Тип рішення	Ключові показники ефективності	Обмеження
VRP / CVRP	Математична оптимізація	Точне рішення для < 50 точок; мінімізація відстані та витрат	Не масштабується > 100 точок; не враховує динаміку
VRPTW (з часовими вікнами)	Математична оптимізація	Дотримання часових вікон; підходить для аптечної дистрибуції	Вища складність; потребує точних часових даних
ALNS (метаевристика)	Метаевристика	Скорочення відстані на 15–22 %; якісне рішення NP-задач	Потребує налаштування; кваліфікованих IT-кадрів
ESA (імітація відпалу)	Метаевристика	Конкурентоспроможний із Gurobi; нові бенчмарк-рішення VRPO	Стохастичний результат; потребує кількох запусків
ШІ / ML-рішення	Предиктивна аналітика	Паливо –10–20 %; час доставки –25–30 %; динамічний перерахунок маршрутів	Потребує великих даних; висока вартість впровадження
MedSpeed (США)	Власна логістична платформа	Позапланові замовлення: з 60 до < 20 %; помилки: –99 %; економія — \$400 тис./рік	Вузька географія (США); закрита система
Alto Pharmacy (США)	Цифрова аптека + доставка	Інвестиції \$566 млн; доставка рецептів за 2–4 год; 7 міст США	Регуляторні бар'єри для нових ринків; обмежена географія
NimbleRx (США)	SaaS для місцевих аптек	Доставка «in-day»; конкуренція з великими мережами	Залежить від кур'єрських партнерів; масштабування обмежене

*Джерело: складено авторами на основі [3–5].*



Оптимізація маршрутів доставки медичних препаратів відіграє ключову роль у підвищенні операційної ефективності фармацевтичних логістичних стартапів. Глобальний ринок фармацевтичної логістики, який демонструє стабільне зростання з прогнозованим середньорічним темпом (CAGR) 8,3% до 2030 року, висуває високі вимоги до швидкості й точності доставки, що стимулює попит на сучасні технології оптимізації. Використання математичних моделей (наприклад, VRP/VRPTW), метаевристичних підходів (ALNS, ESA) та рішень на основі штучного інтелекту дозволяє знижувати операційні витрати на 10–30%. Практичні приклади MedSpeed і Alto Pharmacy демонструють ефективність і можливість масштабування таких інновацій навіть у межах стартапів. Для українського ринку особливу актуальність набуває інтеграція алгоритмічної оптимізації із забезпеченням резервів логістичних вузлів, враховуючи чинник воєнних ризиків.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Інфографічне дослідження “Фармацевтична галузь України 2023”. *Україна*. URL: <https://proximaresearch.com/ua/ua/novini/ua-pharmaceutical-industry-2023-by-proxima-research/> (дата звернення: 15.04.2026).
2. Росія атакувала фармклад в Україні: знищено 20% місячного запасу ліків. *ФОКУС*. URL: <https://focus.ua/uk/voennye-novosti/730499> (дата звернення: 15.04.2026).
3. Healthcare is growing in complexity as mergers and organic growth are pursued to better serve patients. URL: <https://www.medspeed.com/results/operational-impact/> (дата звернення: 16.04.2026).
4. Alto Pharmacy: Funding, Team & Investors. *Startup Intros*. URL: <https://startupintros.com/orgs/alto-pharmacy> (дата звернення: 17.04.2026).
5. NimbleRx I Pharmacies in 2025: By the Numbers. *Pharmacy and prescription management made easy | NimbleRx*. URL: <https://www.nimblerox.com/articles/pharmacies-in-2025-by-the-numbers> (дата звернення: 18.04.2026).



УДК 378:004.7

**Сергій ЩЕРБАКОВ**

*аспірант 3 курсу, спеціальність 124 «Системний аналіз»,  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

**Дмитро ШИРОКОРАД**

*кандидат фізико-математичних наук, доцент  
кафедри системного аналізу та обчислювальної математики,  
Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя*

## **БЛОКЧЕЙН-ВЕРИФІКАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЗОРОЇ ВЗАЄМОДІЇ ОСВІТИ ТА БІЗНЕСУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ**

Цифровізація економіки загострює проблему розриву між навичками випускників закладів вищої освіти та реальними потребами ринку праці. Інформаційна асиметрія між роботодавцями та здобувачами є однією з ключових причин структурного безробіття навіть за формально достатнього рівня підготовки фахівців [1]. Роботодавець змушений покладатися на самозадекларовані сигнали — резюме та дипломи, — достовірність яких практично неможливо верифікувати в оперативному режимі. Водночас заклади вищої освіти рідко отримують систематичний зворотний зв'язок щодо відповідності власних програм вимогам ринку.

Потреба у формуванні людського капіталу з верифікованими навичками стає стратегічним пріоритетом для країн, що модернізують системи освіти й зайнятості. Перспективним технологічним рішенням, яке здатне усунути цю асиметрію, є блокчейн — децентралізований розподілений реєстр, що забезпечує незмінність, прозорість і криптографічну верифіковність даних [2]. Застосування блокчейну в освітній сфері активно досліджується міжнародними науковими спільнотами [3].

Метою дослідження є розробка концептуальної моделі та архітектурних засад системи ТЕВІ (Transparent Education-Business Interaction) на основі блокчейн-технологій для достовірної верифікації навичок здобувачів в інтересах стейкхолдерів цифрової економіки. Досягнення мети передбачає: аналіз еволюції моделей освітньо-бізнесового партнерства; дослідження блокчейн-платформ верифікації документів; розробку концептуальної та логічної моделей бази даних; формалізацію бізнес-правил засобами теорії множин; побудову GNN-моделі прогнозування працевлаштування; проектування блокчейн-архітектури та обґрунтування методології інтеграції.

Теоретичним підґрунтям дослідження слугують концепції партнерства освіти та бізнесу, що еволюціонували від класичної теорії людського капіталу,



де освіта розглядалась як лінійна інвестиція без систематичного зворотного зв'язку від ринку, до сучасної моделі Quadruple Helix, яка передбачає рівноправну синергію університетів, бізнесу, держави та громадянського суспільства [1]. Дуальна форма навчання, що поєднує теоретичну підготовку з виробничою практикою та спільним фінансуванням, демонструє суттєво вищий рівень зайнятості випускників порівняно з традиційними моделями.

Попри різноманіття підходів до партнерства, жодна з наявних моделей не вирішує принципових питань цифрової доби: як верифікувати навички в реальному часі, як автоматизувати формування підтвердженого портфоліо фахівця та як захистити персональні дані від несанкціонованого доступу. Ці прогалини визначають наукову проблему, яку адресує система ТЕВІ.

Блокчейн-технології довели свою ефективність у сфері верифікації освітніх документів на міжнародному рівні: системи Blockcerts (MIT Media Lab), OpenCerts (Сінгапур) та TrueRec (SAP) засвідчили технічну спроможність децентралізованих реєстрів забезпечувати достовірність та незмінність освітніх записів [4]. Ключовою перевагою блокчейну перед централізованими реєстрами є усунення єдиної точки відмови, що критично важливо для систем, де одночасно взаємодіють тисячі закладів і роботодавців.

Система ТЕВІ об'єднує чотири групи стейкхолдерів за архітектурою Quadruple Helix: освітні заклади, бізнес-структури, регуляторний орган та кінцевих користувачів. Кожна верифікована подія освітньої траєкторії — оцінка, проходження практики, підтверджена компетентність — фіксується у блокчейні з криптографічним підписом авторизованого верифікатора. Для уникнення транзакційних витрат публічних мереж застосовується консорціумний Proof of Authority, де валідаторами виступають виключно акредитовані установи [5]. Гібридна архітектура розмежовує шари: персональні дані — у захищеній реляційній базі, публічний блокчейн — лише криптографічні хеші. NFT-сертифікати фіксують верифіковані досягнення: хеш, код спеціальності, рівень EQF та підпис емітента, що дозволяє роботодавцю перевірити автентичність документа за лічені секунди.

Концептуальна модель бази даних системи ТЕВІ охоплює чотири функціональних домени: освітній заклад, бізнес-організацію, регуляторний орган та фізичну особу. Сутності наділені криптографічними атрибутами: адреса гаманця виконує роль децентралізованого ідентифікатора, публічний ключ забезпечує перевірку підпису, поле `blockchain_hash` є криптографічним містком між реляційним записом і блокчейном. Логічна модель нормалізована до п'ятої нормальної форми; партиціонування таблиць за часовими атрибутами прискорює аналітичні вибірки. Формальна верифікація бізнес-правил методами теорії множин надає математично доведену несуперечність системи: метод від супротивного доводить, що задекларовані унікальні обмеження є логічно неможливими до порушення.



Традиційні системи добору персоналу порівнюють ключові слова, ігноруючи семантичні зв'язки між навичками. Графові нейронні мережі (GNN) моделюють ринок праці як гетерогенний граф, де вузлами є особи, компетентності та вакансії [6]. Механізм уваги Graph Attention Network (GAT) диференціює вагу навичок залежно від контексту вакансії. Авторська метрика ефективного досвіду (EES) враховує криву навчання початківця, підтвердження досвіду роботодавцем, синергію взаємодоповнюваних компетентностей та часове затухання застарілих навичок. Техніка `drop_edge` підвищує здатність моделі до узагальнення. Інтеграція GNN у систему ТЕВІ формує підставу для проактивного коригування освітніх програм відповідно до прогнозованих потреб ринку.

Токеномічна модель на базі ERC-20 утворює замкнену освітньо-економічну екосистему: верифіковані досягнення токенизуються та автоматично нараховуються викладачам, менторам і закладам. Дефляційні механізми (транзакційна комісія, регулярне спалювання) забезпечують стабільність внутрішньої економіки. Методологія інтеграції в корпоративне й інституційне середовище охоплює вісім послідовних фаз для трьох типів організацій та трирівневу стратегію резервування даних. Оцінка трудомісткості за СОСОМО II підтверджує економічну доцільність розробки і нелінійне зростання витрат при агресивному стисненні строків впровадження.

У результаті дослідження розроблено концептуальну модель системи ТЕВІ - блокчейн-платформи прозорої взаємодії освіти та бізнесу в умовах цифровізації економіки. Запропонована гібридна дворівнева архітектура усуває інформаційну асиметрію між роботодавцями та здобувачами освіти через криптографічно верифіковану фіксацію освітніх досягнень у розподіленому реєстрі за умови дотримання вимог захисту персональних даних. Формальна верифікація бізнес-правил методами теорії множин забезпечує математично доведену несуперечність системи. Інтеграція графових нейронних мереж формує прогностичну компоненту, що оцінює відповідність профілю кандидата вимогам вакансії з урахуванням семантичних зв'язків між компетентностями. Токеномічна модель ERC-20 утворює замкнену освітньо-економічну екосистему із вбудованими стимулами для всіх стейкхолдерів.

Практична значущість дослідження полягає в можливості застосування розробленої системи для цифровізації освітньо-кваліфікаційних процесів у закладах вищої освіти та підприємствах різних секторів економіки. Подальші дослідження передбачають практичну апробацію системи, вдосконалення GNN-моделі на реальних даних ринку праці та розширення інтегрованості з міжнародними освітніми реєстрами і стандартами верифікації кваліфікацій.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Carayannis E. G., Campbell D. F. J. Mode 3 and the Quadruple Helix: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*. 2009. Vol. 46, No. 3–4. P. 201–234. URL: <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
2. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
3. Grech A., Camilleri A. F. *Blockchain in Education*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. 136 p. URL: <https://doi.org/10.2760/60649>
4. Turkanović M., Hölbl M., Košič K., Heričko M., Kamišalić A. EduCTX: A Blockchain-Based Higher Education Credit Platform. *IEEE Access*. 2018. Vol. 6. P. 5112–5127. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2812190>
5. Alammery A., Alhazmi S., Almasri M., Gillani S. Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review. *Applied Sciences*. 2019. Vol. 9, No. 12. Article 2400. URL: <https://doi.org/10.3390/app9122400>
6. Zhou J., Cui G., Hu S., Zhang Z., Yang C., Liu Z., Wang L., Li C., Sun M. Graph Neural Networks: A Review of Methods and Applications. *AI Open*. 2020. Vol. 1. P. 57–81. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aiopen.2021.01.001>

---

УДК 338.24

**Наталія ЯКИМЕНКО-ТЕРЕЩЕНКО**

*доктор економічних наук, професор*

**Катерина МЕЛЬНИК**

*здобувачка кафедри прикладної економіки, бізнес-інжинірингу*

*та проектного менеджменту*

*Технічний університет «Метінвестполітехніка», м. Запоріжжя, Україна*

## **ВІ-ІНСТРУМЕНТИ ТА РОЛЬ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ У КОНТРОЛІ ВИКОНАННЯ БЮДЖЕТІВ**

Класичні методи аналізу бюджетів, що базуються на статичних звітах та ручній обробці інформації, вже не забезпечують необхідного рівня оперативності, точності та аналітичної глибини. Бізнес-аналітика (ВІ) та інструменти візуалізації даних стають ключовими драйверами підвищення ефективності фінансового менеджменту. Їх застосування дозволяє трансформувати бюджетний контроль із ретроспективного інструменту у проактивну систему підтримки управлінських рішень.



Ключовим елементом систем ВІ-систем є використання показників ефективності (KPI), які відображають стан виконання бюджету. Серед них такі як відхилення «план/факт», темпи освоєння бюджетних коштів, коефіцієнти ефективності використання ресурсів. Дашборди є інструментом інтерактивної візуалізації цих показників. Вони дозволяють відображати складні фінансові дані у зрозумілому графічному форматі, оперативно ідентифікувати відхилення, здійснювати багаторівневий аналіз. Тобто, дашборди перетворюють масиви даних в інструмент управління, який орієнтований на прийняття рішень [1-2].

Ефективність ВІ-системи безпосередньо залежить від якості їх організації. Основу становить архітектура, що включає джерела даних (ERP, CRM, бухгалтерські системи, зовнішні бази), ETL-процеси, централізоване сховище даних. Інтерактивність ВІ-системи дозволяє користувачам миттєво аналізувати причини відхилень, моделювати альтернативні сценарії та приймати рішення без затримок. А це сприяє тому, що бюджетний контроль переходить у динамічний формат [3].

У корпоративному середовищі ВІ-системи даних сприяють оптимізації фінансового планування, підвищенню точності прогнозів, покращенню координації між підрозділами. Особливо ефективними є рішення для SaaS-компаній та виробничих підприємств, де необхідний постійний аналіз динамічних показників.

Візуалізація даних комплексно впливає на ефективність бюджетного контролю, зокрема через підвищення точності, прозорості та оперативності управлінських рішень. Застосування ВІ-інструментів сприяє зменшенню людських помилок за рахунок автоматизації обробки даних і стандартизації розрахунків. Інтерактивні дашборди дозволяють своєчасно виявляти аномалії та відхилення від запланованих показників, що підвищує достовірність фінансової інформації.

Важливим аспектом є також підвищення прозорості бюджетного процесу. Візуалізація забезпечує доступність і зрозумілість фінансових показників для різних груп користувачів, що сприяє формуванню довіри до даних і управлінських рішень. Також використання ВІ-систем суттєво прискорює процес прийняття рішень. Доступ до актуальних даних у режимі, близькому до реального часу, дозволяє оперативно реагувати на відхилення та коригувати бюджетні параметри. Інструменти сценарного аналізу забезпечують можливість моделювання альтернативних варіантів розвитку подій, що підвищує обґрунтованість управлінських рішень. Таким чином, візуалізація даних трансформує бюджетний контроль у стратегічний інструмент управління.

Ефективне впровадження інструментів візуалізації даних у систему бюджетного контролю потребує комплексного підходу. Передусім необхідним є формування цілісної архітектури даних, що передбачає створення централізованого сховища, інтеграцію різнорідних джерел інформації та



налаштування ETL-процесів для їх обробки і валідації. Це забезпечує формування єдиного інформаційного простору та підвищує узгодженість даних.

Незважаючи на значний потенціал ВІ-інструментів, їх впровадження супроводжується низкою ризиків. Однією із ключових є проблема якості даних, оскільки неточна або неповна інформація може призвести до формування хибних управлінських висновків. Важливим є також забезпечення належного рівня інформаційної безпеки, оскільки недостатній контроль доступу створює ризики витоку конфіденційних даних.

Суттєвим обмеженням може бути опір персоналу змінам, що пов'язаний із необхідністю переходу від традиційних підходів до цифрових інструментів. Додатково слід враховувати значні початкові інвестиції у впровадження, а також наявність технічних обмежень окремих платформ, що можуть впливати на функціональність системи.

Отже, впровадження ВІ-інструментів і засобів візуалізації даних є важливим напрямом удосконалення системи бюджетного контролю. Їх використання сприяє підвищенню ефективності управління фінансовими ресурсами, скороченню часу обробки інформації, зниженню ризиків помилок і зловживань, а також покращенню якості управлінських рішень.

Водночас результативність впровадження залежить від комплексного підходу, що охоплює розвиток технологічної інфраструктури, удосконалення організаційних процесів та підготовку персоналу. У сучасних умовах ВІ-рішення є не лише інструментом аналізу, а невід'ємною складовою системи стратегічного управління бюджетами, забезпечуючи її гнучкість, прозорість і адаптивність до змін зовнішнього середовища.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Супруненко С., Чорновол А., Гаврилюк В. Використання аналітики даних для управління фінансовими процесами в цифровому середовищі України. Економіка та суспільство. 2024. Вип. 62. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-51>
2. Цифровізація в бюджетуванні: як технології змінюють фінансове планування. Економічний дискурс. 2024. Вип. 1-2. С.102–111. <https://doi.org/10.36742/2410-0919-2024-1-11>
3. Гончарук О., Ландяк Т., Мельник Л. Використання систем бізнес-аналітики в стратегічному управлінні підприємством. Review of transport economics and management. 2025. Iss. 13(29). P. 86-97.



УДК 338.24

**Наталія ЯКИМЕНКО-ТЕРЕЩЕНКО**

*доктор економічних наук, професор*

**Анастасія ПОФАЛІТ**

*здобувачка кафедри прикладної економіки, бізнес-інжинірингу*

*та проєктного менеджменту*

*Технічний університет «Метінвестполітехніка», м. Запоріжжя, Україна*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ BEYOND BUDGETING ЧЕРЕЗ ХМАРНІ ERP-СИСТЕМИ**

В умовах коли бізнес-середовище постійно змінюється традиційні методи фінансового управління, засновані на щорічному бюджетуванні, демонструють свою неспроможність забезпечити необхідну швидкість реакції на зміни. Традиційний бюджет часто перетворюється на інертний документ, який застаріває вже через кілька місяців після затвердження, стимулюючи бюрократію та обмежуючи інноваційний потенціал організацій.

Концепція Beyond Budgeting (управління без бюджетів) виникла як радикальна відповідь на ці виклики, пропонуючи відмову від фіксованих річних планів на користь динамічних процесів та децентралізованого лідерства.

Основні принципи Beyond Budgeting [1]:

- вимірюйте показники не за внутрішніми цілями, а щодо конкурентів або бенчмарків;
- мотивуйте співробітників розширенням їхньої зони відповідальності;
- надайте менеджерам повний доступ до ресурсів;
- створіть команду, орієнтовану на клієнта;
- забезпечте прозорий обмін інформацією в організації;
- дозвольте менеджерам брати участь у плануванні стратегій;
- координуйте внутрішнє використання ресурсів;
- забезпечте повний доступ до інформації про те, як компанія рухається до поставлених цілей (можна створити один дашборд із графіками та показниками).

Впровадження моделі Beyond Budgeting вимагає не лише культурних змін, а й потужного технологічного інструментарію, здатного забезпечити прозорість даних у реальному часі та високу швидкість обробки інформації. Таким інструментарієм є хмарні ERP-системи, дозволяють організаціям реалізувати принципи адаптивності, автономії та відносної оцінки результатів.

Управлінська модель Beyond Budgeting базується на 12 принципах, розділених на два рівні: лідерство та управлінські процеси. Лідерські принципи Beyond Budgeting спрямовані на децентралізацію влади та розвиток внутрішньої мотивації працівників, що відповідає «Теорії Y» Дугласа



МакГрегора. Управлінські процеси в моделі Beyond Budgeting розривають зв'язок між прогнозуванням, постановкою цілей та розподілом ресурсів, що дозволяє кожній функції працювати максимально ефективно [2].

Хмарні ERP-системи є виступають каталізатором для впровадження Beyond Budgeting, усуваючи технологічні бар'єри, які раніше робили децентралізоване управління занадто складним або ризикованим. Хмарна архітектура забезпечує доступ до даних з будь-якої точки світу, що є критично важливим для мережевих структур та автономних команд. Вибір платформи залежить від розміру бізнесу, галузевої специфіки та стратегічних пріоритетів організації (SAP S/4HANA Cloud, Oracle NetSuite, Microsoft Dynamics 365) [3].

Впровадження Beyond Budgeting вимагає налаштування конкретних функціональних модулів ERP-системи для підтримки безперервного циклу планування та оцінки. Серед них: Rolling Forecasts, що забезпечує постійний горизонт планування, де новий період додається автоматично після завершення поточного.

Перехід до Beyond Budgeting означає відмову від жорстких бюджетних лімітів, які часто призводять до неефективного використання коштів наприкінці року. ERP-системи дозволяють налаштувати гнучкі робочі процеси затвердження (Workflows), де доступ до капіталу надається на основі бізнес-кейсів та поточної ринкової ситуації, а не наявності залишкового бюджету. Замість детального схвалення кожної покупки, організація встановлює загальні правила та KPI. Якщо показники підрозділу перебувають у межах норми, команда має повну свободу розпоряджатися виділеними лімітами.

У моделі Beyond Budgeting успіх оцінюється не за фактом виконання плану, а за відносними досягненнями порівняно з конкурентами, ринком або попередніми періодами. ERP-системи забезпечують інфраструктуру для збору як внутрішніх, так і зовнішніх даних для бенчмаркінгу.

Інтеграція штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML) у хмарні ERP-системи відкриває нові можливості для реалізації принципів Beyond Budgeting. Використання нейронних мереж, таких як Long Short-Term Memory (LSTM), дозволяє ERP-системам аналізувати мільйони транзакцій для виявлення прихованих закономірностей та прогнозування майбутніх витрат.

Таким чином, впровадження концепції Beyond Budgeting через хмарні ERP-системи є необхідним кроком для організацій, що прагнуть зберегти конкурентоспроможність у цифрову епоху. Майбутнє фінансового управління належить організаціям, які зможуть побудувати екосистеми, що самонавчаються, де хмарна ERP є не просто обліковою системою, а інтелектуальним партнером у прийнятті стратегічних рішень.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Beyond Budgeting VS традиційне бюджетування [Електронний ресурс]. URL: <https://lcci.com.ua/beyond-budgeting-vs-tradycyjne-byudzhetuвання/>
2. Шостаковська А.В., Чаплина Б.В. Бюджетування в системі стратегічного маркетингового управління [Електронний ресурс]. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Економіка і менеджмент». 2025. URL: <http://www.vestnik-econom.mgu.od.ua/journal/2025/64-2025/10.pdf>
3. Купріна Н.М., Практичні аспекти механізму управління результативністю та розвитком діяльністю суб'єктів національної економіки на основі діджиталізації. Інноваційна економіка. 2025. Вип.4. С. 60-67. <https://doi.org/10.37332/>