

УДК 338.45:69:005.21:004.8

DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.217.331-341>

Мухін А.А.

Київський національний університет будівництва і архітектури

Mukhin Anatolii

Kyiv National University of Construction and Architecture

<https://orcid.org/0009-0005-8176-2852>

ТЕОРЕТИКО-КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІЧНОЇ СТРАТЕГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ДЕВЕЛОПМЕНТУ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Метою статті є обґрунтування теоретико-концептуальних засад трансформації економічної стратегії будівельного девелопменту на основі технологій штучного інтелекту. Застосовано системний підхід, структурно-функціональний аналіз, методи інтегрального оцінювання, вагового агрегування та сценарного аналізу. AI-трансформацію обґрунтовано як інтегровану багаторівневу систему стратегічного управління. Сформовано систему інтегральних моделей оцінювання рівня AI-трансформації, стратегічної стійкості, адаптивності, синхронізації та результативності і шкалу інтерпретації інтегральних рівнів ефективності. Розрахунки мають модельний характер, їх стійкість до вагових коефіцієнтів перевірено аналізом чутливості. Результати придатні для діагностики стратегічної зрілості девелоперських структур і обґрунтування сценаріїв цифрового розвитку.

Ключові слова: економічна стратегія, будівельний девелопмент, штучний інтелект, цифрова трансформація, стратегічне управління, інтелектуальна аналітика, адаптивне управління, цифрова економіка.

THEORETICAL AND CONCEPTUAL FOUNDATIONS FOR THE TRANSFORMATION OF THE ECONOMIC STRATEGY OF CONSTRUCTION DEVELOPMENT BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

The transformation of the economic strategy of construction development in the digital economy is associated with the adoption of artificial intelligence technologies, which are changing the mechanisms for forming, implementing, and adapting strategic decisions. Growing market uncertainty, increasingly complex investment processes, long development project life cycles, and expanding information flows necessitate a transition from static planning to intellectually oriented economic systems. At the same time, approaches to the comprehensive AI-driven transformation of the economic strategy of construction development remain insufficiently systematized.

The purpose of the article is to substantiate the theoretical and conceptual foundations of such a transformation. The study applies a systems approach, structural and functional analysis, and the comparative method, as well as methods of integral assessment, weighted aggregation, nonlinear modeling, and scenario analysis. AI-driven transformation of economic strategy is substantiated as an integrated multi-level system of strategic management. A system of integral models is developed for assessing the level of AI-driven transformation, the potential for strategic resilience, adaptability, synchronization, balance, and prospective performance, together with a scale for interpreting integral levels of effectiveness. The calculations are illustrative; their robustness to the weighting coefficients is verified by sensitivity analysis.

The scientific novelty lies in the transition from the local application of intelligent tools to a formalized representation of an AI-oriented economic strategy as an integrated system in which AI integration, strategic resilience, adaptability, and economic performance are considered in their interrelation, with account for the restraining influence of strategic risks and external instability. The practical significance lies in using the results to diagnose the strategic maturity of development structures, to substantiate scenarios of digital development, and to enhance long-term competitiveness.

Keywords: economic strategy, construction development, artificial intelligence, digital transformation, strategic management, intelligent analytics, adaptive management, digital economy.

JEL Classification: L74, O31, O33, M10, C45.

Постановка проблеми. Стратегічний розвиток будівельного девелопменту відбувається в умовах цифрової трансформації економіки, ускладнення інвестиційно-будівельних процесів та посилення невизначеності зовнішнього середовища. Девелоперська діяльність поєднує тривалий життєвий цикл проєктів, високу капіталомісткість і залежність економічного результату від кон'юнктури ринку нерухомості, динаміки вартості ресурсів та умов фінансування. Традиційні підходи до формування економічної стратегії, засновані на статичному плануванні й періодичному аналізі, орієнтовані на відносно стабільні умови та фіксований горизонт прогнозування, а тому не забезпечують необхідної швидкості реагування на зміну зазначених параметрів. Це зумовлює перехід до гнучких механізмів стратегічного управління, здатних завчасно ідентифікувати ризики, формувати альтернативні сценарії розвитку та коригувати стратегічні орієнтири.

Технології штучного інтелекту створюють передумови для такого переходу завдяки опрацюванню значних масивів структурованих і неструктурованих даних, прогнозуванню змін ринкового середовища та підтримці стратегічних рішень. Інтеграція AI-технологій, цифрових платформ, прогнозовної аналітики й фінансових моделей формує єдине інформаційно-аналітичне середовище, у якому економічна стратегія набуває адаптивного характеру. Розв'язання цієї проблеми пов'язане з практичними завданнями розвитку ринку нерухомості [2], формування антикризових адаптаційних стратегій будівельних підприємств у процесі цифрової трансформації операційної діяльності [5] та обґрунтування рішень щодо впровадження штучного інтелекту в будівельні проєкти [10].

Науково-практичне завдання полягає у переході від локального застосування інтелектуальних інструментів, що вдосконалюють окремі управлінські функції, до цілісної AI-орієнтованої економічної стратегії будівельного девелопменту. Його вирішення передбачає визначення принципів взаємодії інформаційної, аналітичної, організаційної та управлінської складових у єдиному інформаційно-аналітичному просторі, а також формалізацію взаємозв'язку між рівнем інтеграції штучного інтелекту, стратегічною стійкістю, адаптивністю, синхронізацією підсистем і економічною результативністю з урахуванням впливу стратегічних ризиків. Без цього ускладнюється обґрунтоване визначення доцільного рівня цифрової зрілості девелоперської структури та оцінювання економічного ефекту від інвестицій в інтелектуальні технології.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблематика трансформації економічної стратегії будівельного девелопменту на основі штучного інтелекту розробляється в кількох напрямках. Цифрову перебудову управління будівельними підприємствами досліджують А. О. Черчата та У. Я. Андрусів [3], які пропонують модель стратегічного управління цифровими змінами з розмежуванням стратегічного, тактичного й операційного рівнів і доводять необхідність переходу від фрагментарної цифровізації до стратегічно орієнтованого управління. А. Фесун, О. Хоменко і Д. Ратніков

[5] розглядають цифрову трансформацію операційної діяльності як інструмент антикризової адаптації. О. В. Романенко [6] обґрунтовує архітектуру бізнес-моделі девелоперської компанії як основу омнірезильентної стратегії, а А. Радкевич, Т. Ткач, М. Бородин і С. Стрижак [2] визначають перспективи ринку нерухомості, що формують зовнішній контекст девелоперських стратегій.

Другий напрям утворюють знання та інтелектуальні моделі управління. Ю. Чуприна [1] обґрунтовує засади управління знаннями в інтегрованих системах реалізації будівельних проєктів, Ю. Чуприна [4] розвиває когнітивно-інтегративне моделювання організаційно-технологічних систем в умовах динамічної невизначеності. Безпосередньо AI-трансформацію стратегій досліджують В. М. Приймак та І. П. Тимченко [7] на матеріалі IT-бізнесу, а А. F. Kineber, N. Elshaboury, A. E. Oke, J. Aliu та ін. [10] за результатами опитування учасників будівельного ринку й факторного аналізу виокремлюють три групи драйверів упровадження штучного інтелекту — технологічні засоби, технологічний розвиток і знання. У міжнародній літературі Y. Pan і L. Zhang [8] систематизують ролі штучного інтелекту в управлінні будівництвом, S. O. Abioye зі співавторами [9] — можливості та бар'єри його застосування в галузі, а K. S. R. Warner і M. Wäger [11] розглядають цифрову трансформацію як безперервне стратегічне оновлення на основі динамічних спроможностей.

Порівняння напрацювань показує, що вирішеними можна вважати обґрунтування переходу від фрагментарної цифровізації до стратегічно орієнтованого управління [3], ідентифікацію драйверів упровадження штучного інтелекту в будівництві [8–10], розроблення знаннєвих і когнітивних моделей управління [1; 4] та адаптивно-резильєнтних стратегічних конструкцій [5; 6; 11]. Недостатньо дослідженим залишається кількісний бік проблеми: наявні моделі стратегічного управління цифровими змінами мають переважно якісний, описовий характер [3] і не встановлюють зв'язку між рівнем інтеграції штучного інтелекту та економічною результативністю стратегії. Дискусійними є правомірність перенесення AI-стратегій зі сфер із коротким циклом управлінських рішень [7] у девелопмент із тривалим інвестиційним циклом, а також характер зазначеного зв'язку — чи забезпечує приріст інтеграції штучного інтелекту пропорційне зростання економічного ефекту.

Отже, *невирішеною частиною загальної проблеми* є відсутність цілісної багаторівневої архітектури, у межах якої інформаційні, фінансові, аналітичні та інтелектуальні складові функціонують у спільному інформаційно-аналітичному просторі, а рівень AI-трансформації, стратегічна стійкість, адаптивність і результативність оцінюються за узгодженою системою показників, що й визначає тему та мету статті.

Мета статті — обґрунтувати теоретико-концептуальні засади трансформації економічної стратегії будівельного девелопменту на основі штучного інтелекту та формалізувати взаємозв'язок між рівнем інтеграції інтелектуальних технологій і економічною

результативністю стратегії.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети застосовано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів економічного аналізу.

- Системний підхід — для представлення AI-орієнтованої економічної стратегії як сукупності інформаційної, аналітичної, організаційної та управлінської підсистем єдиного інформаційно-аналітичного простору.

- Структурно-функціональний аналіз — для визначення взаємозв'язків між цифровою інфраструктурою, прогнозно-аналітичними моделями, механізмами підтримки стратегічних рішень і адаптивним контуром управління.

- Порівняльний метод — для зіставлення традиційної та AI-орієнтованої моделей економічної стратегії й обґрунтування сценаріїв AI-трансформації.

- Методи інтегрального оцінювання та нелінійного моделювання — для побудови й розрахунку показників AI-трансформації, стратегічної стійкості, адаптивності, збалансованості та перспективної результативності.

- Аналіз чутливості — для перевірки стійкості результатів до вагових коефіцієнтів і параметрів моделей.

- Табличний і графічний методи — для систематизації результатів і візуалізації концептуальної архітектури трансформації.

Виклад основних результатів дослідження. Трансформаційні процеси, що відбуваються в сучасній економіці під впливом цифровізації, формують принципово нові вимоги до стратегічного управління будівельним девелопментом. Якщо раніше економічна стратегія девелоперських структур будувалася переважно на прогнозуванні ринкової кон'юнктури, фінансовому плануванні та оптимізації інвестиційних потоків, то сьогодні вона дедалі більше орієнтується на інтелектуальне управління даними, адаптивне прогнозування та безперервне оновлення управлінських моделей. У такому середовищі економічна стратегія перестав бути статичною системою довгострокових управлінських орієнтирів і трансформується у динамічну цифрову конструкцію, здатну змінювати власні параметри залежно від інформаційних сигналів зовнішнього та внутрішнього середовища.

Особливість сучасного етапу розвитку будівельного девелопменту полягає у тому, що економічна ефективність дедалі менше залежить виключно від обсягу інвестицій або виробничих ресурсів. Вирішального значення набуває швидкість обробки інформації, здатність системи своєчасно виявляти приховані закономірності, прогнозувати зміни ринку нерухомості та оперативно коригувати стратегічні рішення. Саме тому економічна стратегія починає розглядатися як інтегрована інтелектуальна система, у межах якої дані перетворюються на ключовий економічний ресурс, а алгоритми штучного інтелекту стають інструментом

підтримки процесів стратегічного управління.

Концептуальна трансформація економічної стратегії характеризується поступовим переходом від використання окремих цифрових інструментів до формування єдиної інтелектуальної екосистеми управління. У її межах всі економічні процеси розглядаються як взаємопов'язані елементи єдиного інформаційно-аналітичного простору. Завдяки цьому стратегічні рішення формуються не лише на основі накопиченого управлінського досвіду, а й у результаті безперервного аналізу великих масивів структурованих і неструктурованих даних, що забезпечує суттєве підвищення точності прогнозів та обґрунтованості економічних рішень [1].

У сучасній науковій парадигмі трансформацію економічної стратегії доцільно розглядати як багаторівневий процес структурної перебудови економічної системи девелопменту, що охоплює зміну принципів стратегічного планування, архітектури управління ресурсами, механізмів економічного прогнозування та моделей прийняття рішень. На відміну від цифрової модернізації окремих бізнес-процесів, AI-орієнтована трансформація передбачає інтеграцію інтелектуальних алгоритмів у всі рівні стратегічного управління, починаючи від формування економічної політики підприємства і завершуючи оперативним коригуванням інвестиційних рішень відповідно до зміни ринкових умов.

Узагальнення наведених теоретичних положень дозволяє сформувати рис. 1, який відображає взаємозв'язок між інформаційними ресурсами, інтелектуальними алгоритмами, стратегічними рішеннями та економічними результатами.

Однією з ключових характеристик нової економічної архітектури є її адаптивність [11]. На відміну від традиційних стратегічних моделей, де зміна економічної стратегії відбувається через значні проміжки часу, AI-орієнтована система забезпечує практично безперервне оновлення параметрів стратегічного розвитку. У результаті формується механізм динамічної оптимізації, який синхронізує інвестиційні, виробничі, фінансові та маркетингові рішення відповідно до поточних змін ринкового середовища.

Суттєво змінюються й принципи формування економічної архітектури девелоперських систем. Центральне місце посідає інтеграція інформаційних потоків, фінансових моделей, цифрових двійників об'єктів будівництва, інтелектуальних систем прогнозування та механізмів економічного аналізу в єдиному цифровому середовищі. За таких умов економічна стратегія стає не сукупністю окремих управлінських рішень, а комплексною самоорганізованою системою, здатною адаптуватися до структурних змін економічного простору, накопичувати знання та підвищувати власну ефективність у процесі функціонування [2].

Для систематизації ключових відмінностей між традиційною економічною моделлю управління та AI-орієнтованою стратегією доцільно узагальнити їх основні характеристики у вигляді табл. 1.

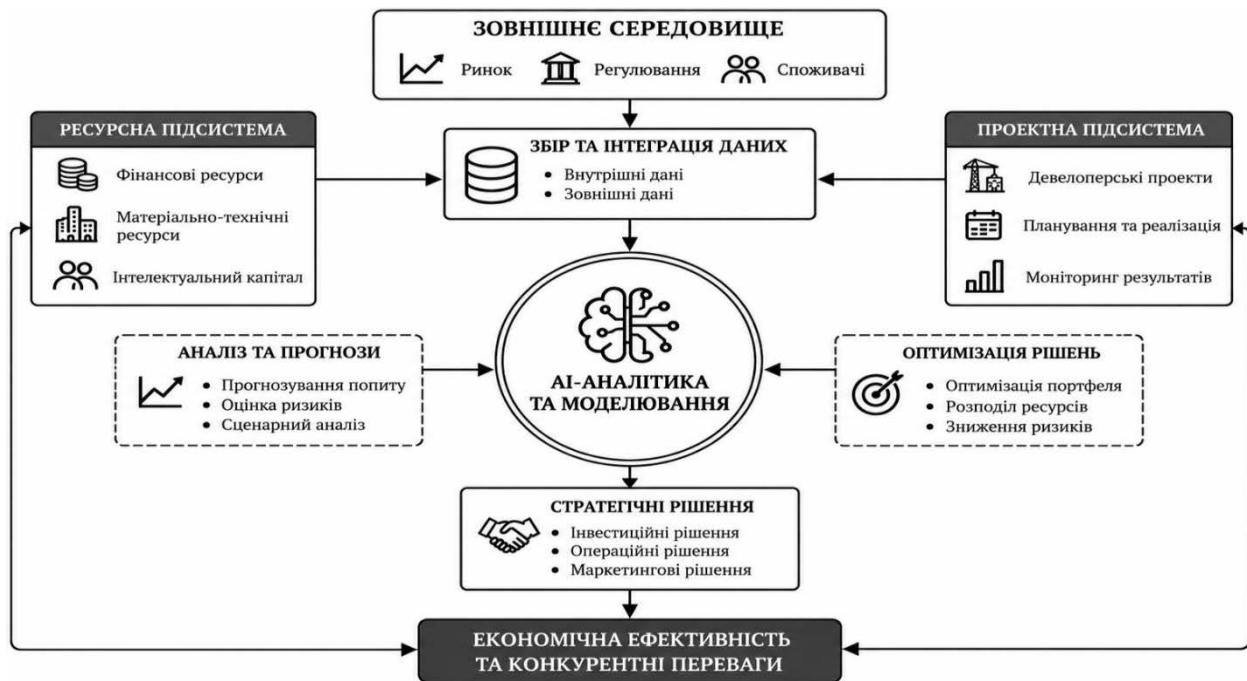


Рис. 1. Концептуальна архітектура трансформації економічної стратегії будівельного девелопменту на основі штучного інтелекту

Джерело: розроблено автором на основі положень [1; 3]

Таблиця 1

Порівняльна характеристика традиційної та AI-орієнтованої економічної стратегії будівельного девелопменту

Критерій	Традиційна стратегія	AI-орієнтована стратегія
Основа прийняття рішень	Експертний аналіз	Інтелектуальна аналітика
Тип прогнозування	Періодичний	Безперервний
Джерело даних	Локальні інформаційні масиви	Великі інтегровані дані
Реакція на ризики	Після виникнення	Превентивне прогнозування
Горизонт адаптації	Довгострокові цикли	Динамічна перебудова
Управління ресурсами	Планове	Самооптимізоване
Економічний ефект	Лінійний	Синергетичний

Джерело: складено автором з урахуванням [3; 9]

Побудова теоретико-концептуальної моделі трансформації економічної стратегії потребує кількісного відображення рівня інтеграції технологій штучного інтелекту у стратегічне управління будівельним девелопментом. З огляду на багатофакторний характер такого процесу доцільно враховувати не лише рівень цифровізації підприємства, але й інтенсивність інформаційних потоків, якість прогнозних моделей, адаптивність

економічної системи, інвестиційну активність, швидкість формування управлінських рішень та рівень стратегічної взаємодії між усіма функціональними підсистемами.

З цією метою пропонується використовувати інтегральний показник стратегічної AI-трансформації економічної системи будівельного девелопменту:

$$I_{AIES} = \frac{(\alpha D^{0.35} + \beta P^{0.30} + \gamma A^{0.25} + \delta C^{0.20}) \cdot e^{\lambda S}}{1 + \mu R + \nu V}, \quad (1)$$

де:

I_{AIES} — інтегральний індекс AI-трансформації економічної стратегії,

D — рівень цифрової інтеграції економічних процесів,

P — ефективність прогнозних моделей штучного інтелекту,

A — коефіцієнт адаптивності стратегічної системи,

C — рівень когнітивної взаємодії між управлінськими підсистемами,

S — показник синергетичного ефекту,

R — інтегральний стратегічний ризик,

V — рівень нестабільності зовнішнього середовища,

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ — вагові коефіцієнти,

λ, μ, ν — параметри чутливості моделі.

Запропонована модель враховує нелінійний характер трансформації економічної стратегії, за якого результативність залежить від комплексної взаємодії цифрових, інтелектуальних та організаційних факторів. Експоненціальна складова моделі описує накопичення синергетичного ефекту від використання штучного інтелекту, тоді як знаменник відображає стримувальний вплив стратегічних ризиків і нестабільності економічного середовища [3].

Розрахунки мають модельний (демонстраційний) характер: вхідні значення умовні, задані автором для ілюстрації моделей, і не є даними конкретного підприємства. Змінні зі значеннями до одиниці подано в нормованій шкалі 0–1, понад одиницю – як відносні індекси до базового рівня, прийнятого за 1; Ω – в умовних

одиницях. Вагові коефіцієнти встановлено автором експертно-аналітичним способом (сума ваг у кожній моделі дорівнює 1; найбільшу вагу надано базовій цифровій або економічній складовій – D у моделях (1), (3), E у моделях (2), (4), (5), G у моделі (7)); показники степеня та параметри λ , μ , ν , η є калібрувальними. Метод аналізу ієрархій чи експертне опитування не застосовувалися, тому стійкість результатів перевірено аналізом чутливості.

Для демонстрації використання моделі застосовано вхідні параметри: $D = 0,84$, $P = 0,88$, $A = 0,81$, $C = 0,79$, $S = 0,76$, $R = 0,24$, $V = 0,18$, $\alpha = 0,28$, $\beta = 0,27$, $\gamma = 0,24$, $\delta = 0,21$, $\lambda = 0,42$, $\mu = 0,35$, $\nu = 0,29$. Після підстановки значень у формулу отримуємо:

$$I_{AIES} = \frac{(0,28 \cdot 0,84^{0,35} + 0,27 \cdot 0,88^{0,30} + 0,24 \cdot 0,81^{0,25} + 0,21 \cdot 0,79^{0,20}) \cdot e^{0,42 \cdot 0,76}}{1 + 0,35 \cdot 0,24 + 0,29 \cdot 0,18} = 1,15.$$

Разом із тим інтегральний індекс AI-трансформації характеризує лише рівень інтеграції інтелектуальних технологій, але не відображає здатність економічної системи забезпечувати довгострокову стратегічну

стійкість. Для комплексного оцінювання такої здатності пропонується авторська модель потенціалу стратегічної стійкості AI-орієнтованого будівельного розвитку:

$$SP_{AI} = \left[\frac{(E^{\theta_1} I^{\theta_2} K^{\theta_3} L^{\theta_4})}{(R_s + 1)^\eta} \right] \cdot \ln(1 + \Omega) \cdot \Psi \quad (2)$$

де:

SP_{AI} — потенціал стратегічної стійкості економічної системи,

E — індекс економічної ефективності,

I — індекс інноваційної активності,

K — коефіцієнт накопичення інтелектуального капіталу,

L — рівень організаційного навчання,

R_s — інтегральний стратегічний ризик,

Ω — рівень інформаційної насиченості цифрового середовища,

Ψ — коефіцієнт самоадаптації AI-системи,

$\theta_1 - \theta_4$ — вагові параметри,

η — коефіцієнт впливу ризику.

Для демонстрації практичного застосування моделі використано вхідні параметри: $E = 1,12$, $I = 1,18$, $K = 1,15$, $L = 1,10$, $R_s = 0,22$, $\Omega = 4,8$, $\Psi = 1,09$, $\theta_1 = 0,33$,

$\theta_2 = 0,25$, $\theta_3 = 0,22$, $\theta_4 = 0,20$, $\eta = 0,45$. Після підстановки значень у формулу отримуємо:

$$SP_{AI} = \left[\frac{1,12^{0,33} \cdot 1,18^{0,25} \cdot 1,15^{0,22} \cdot 1,10^{0,20}}{(1,22)^{0,45}} \right] \cdot \ln(5,8) \cdot 1,09 = 1,99.$$

Формування економічної стратегії будівельного розвитку в умовах активного розвитку технологій штучного інтелекту потребує переходу від традиційних моделей стратегічного планування до інтелектуально-керованих систем, здатних забезпечувати безперервний аналіз економічних процесів, прогнозування сценаріїв розвитку та автоматизовану адаптацію управлінських рішень [4].

Особливістю запропонованої концепції є багаторівнева інтеграція інтелектуальних алгоритмів у всі етапи стратегічного управління. На початковому рівні

здійснюється накопичення та структуризація інформаційних потоків, що надходять із фінансових, виробничих, маркетингових та інвестиційних підсистем. Далі алгоритми машинного навчання визначають приховані взаємозв'язки між показниками, оцінюють їх вплив на стратегічні результати та формують прогнозні сценарії розвитку.

Систематизація взаємозв'язків між ключовими складовими запропонованої моделі представлена на рисунку 2.

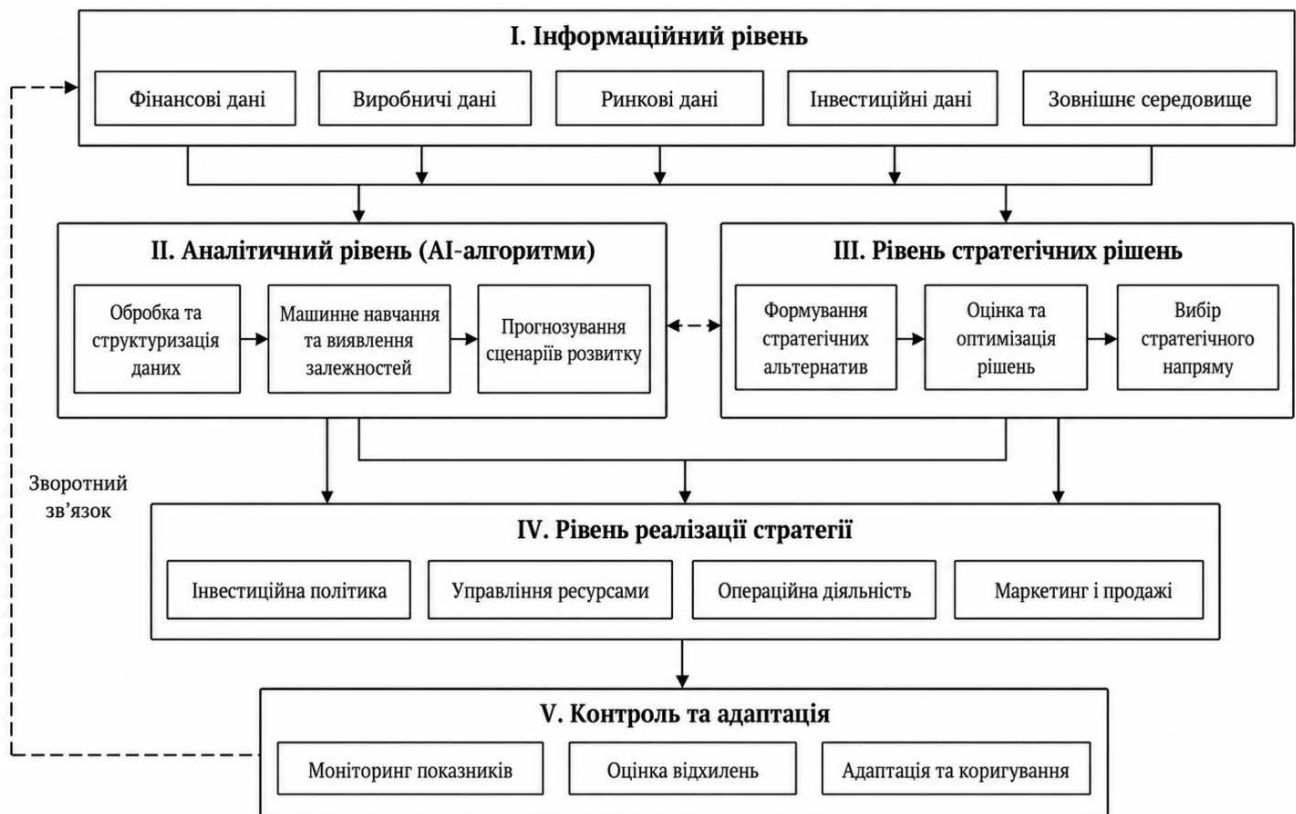


Рис. 2. Багаторівнева модель AI-трансформації економічної стратегії будівельного девелопменту

Джерело: розроблено автором з урахуванням рівневого підходу [3]

Зазначена закономірність відображена на графіку залежності інтегральної стратегічної ефективності від рівня використання технологій штучного інтелекту, що представлено на рисунку 3.

Для кількісної оцінки здатності економічної системи адаптуватися до змін зовнішнього середовища пропонується модель інтегрального коефіцієнта стратегічної адаптивності:

$$K_{SA} = \frac{(D^{\alpha} \cdot I^{\beta} \cdot F^{\gamma}) \cdot e^{\lambda T}}{1 + \mu R}, \quad (3)$$

де:

 K_{SA} — інтегральний коефіцієнт стратегічної адаптивності, D — рівень цифровізації стратегічних процесів, I — інтенсивність використання інтелектуальних алгоритмів, F — рівень фінансової гнучкості, T — коефіцієнт технологічної взаємодії, R — інтегральний стратегічний ризик, $\alpha, \beta, \gamma, \lambda, \mu$ — параметри моделі.

Вихідні параметри становлять: $D = 0,86$, $I = 0,91$, $F = 0,83$, $T = 0,79$, $R = 0,21$, $\alpha = 0,36$, $\beta = 0,34$, $\gamma = 0,30$, $\lambda = 0,40$, $\mu = 0,28$. Після підстановки значень отримано:

$$K_{SA} = 1,12.$$

Отримане значення відповідає достатньому рівню за шкалою табл. 3 і є найнижчим серед розрахованих

показників, тобто адаптивний контур обмежує систему.

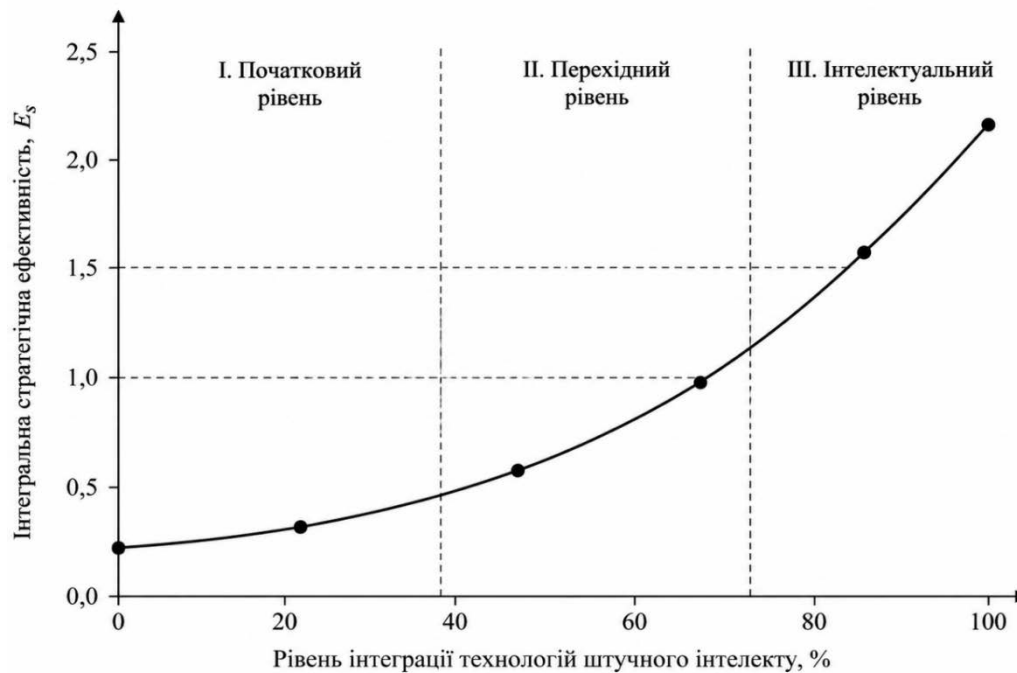


Рис. 3. Залежність інтегральної стратегічної ефективності від рівня інтеграції технологій штучного інтелекту

Джерело: побудовано автором; ілюстративна залежність, не є результатом розрахунку

Подальший розвиток концептуальної моделі пов'язаний із визначенням рівня стратегічної збалансованості між економічними ресурсами, цифровими

технологіями та прогнозуною ефективністю. Для цього пропонується авторська функція стратегічної синхронізації:

$$S_{AI} = \ln(1 + \Omega) \cdot \frac{E^{\theta_1} M^{\theta_2} C^{\theta_3}}{(1 + R_s)^\eta}, \quad (4)$$

де:

 S_{AI} — індекс стратегічної синхронізації, E — економічна ефективність, M — якість управлінських рішень, C — рівень цифрової координації, R_s — стратегічний ризик, Ω — інформаційна насиченість цифрового середовища, $\theta_1 - \theta_3, \eta$ — параметри моделі.

Вихідні параметри моделі становлять: $E = 1,15$, $0,33$, $\theta_3 = 0,29$, $\eta = 0,41$. Результат розрахунку: $M = 1,12$, $C = 1,18$, $R_s = 0,19$, $\Omega = 5,1$, $\theta_1 = 0,38$, $\theta_2 =$

$$S_{AI} = 1,93$$

Основні характеристики запропонованих сценаріїв стратегічної трансформації систематизовано у таблиці 2.

Комплексне використання запропонованих моделей підтверджує, що концептуальна трансформація економічної стратегії будівельного девелопменту

повинна базуватися не на автоматизації окремих функцій, а на формуванні єдиної інтелектуальної системи стратегічного управління, здатної синхронізувати інформаційні, фінансові та інвестиційні процеси в режимі реального часу.

Таблиця 2

Економічна характеристика сценаріїв AI-трансформації економічної стратегії

Сценарій	Рівень цифрової інтеграції	Адаптивність	Стратегічний ризик	Очікуваний економічний ефект
Базовий	Низький	Помірна	Високий	Незначний
Адаптивний	Середній	Висока	Середній	Стабільне зростання
Інтелектуальний	Високий	Максимальна	Низький	Високий синергетичний ефект

Джерело: розроблено автором.

Ключовою особливістю інтегрального оцінювання є врахування взаємного впливу цифрової інфраструктури, якості аналітичних алгоритмів, ефективності управлінських рішень, швидкості адаптації до ринкових змін та результативності використання інвестиційного потенціалу. Комплексне поєднання зазначених компонентів формує синергетичний ефект, за якого економічна результативність зростає швидше, ніж

окремі складові системи. Водночас надмірна концентрація ресурсів лише на цифровізації без розвитку організаційної гнучкості та інтелектуального управління не забезпечує необхідного стратегічного результату, що обумовлює необхідність збалансованого розвитку всіх елементів економічної стратегії.

Структурну взаємодію основних елементів інтегрального оцінювання відображено на рис. 4.

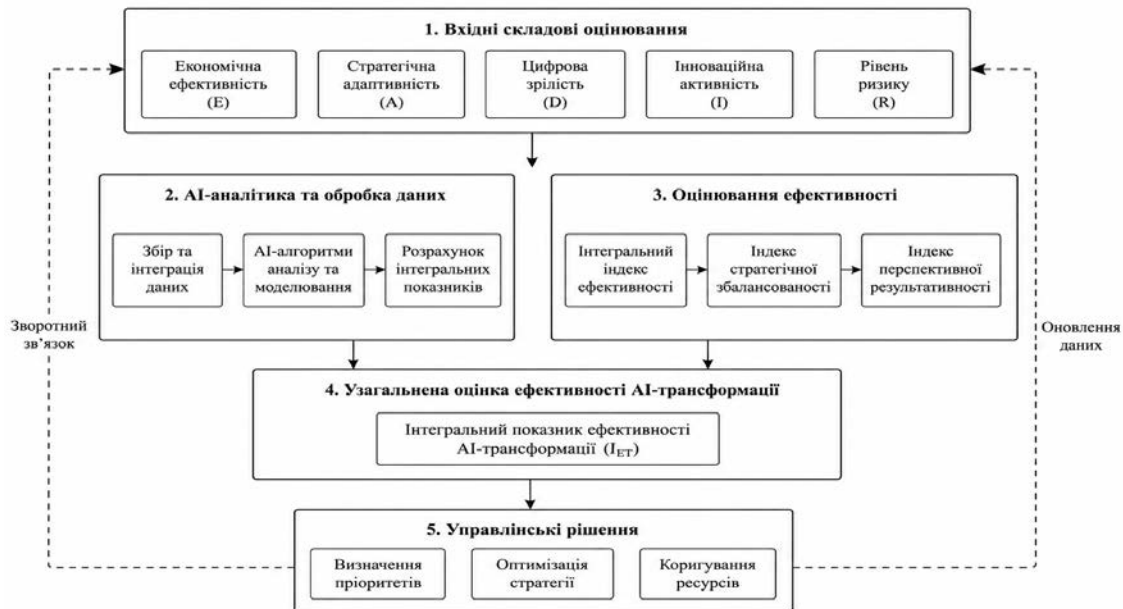


Рис. 4. Інтегрований механізм оцінювання ефективності AI-трансформації економічної стратегії будівельного девелопменту
Джерело: розроблено автором

Для визначення загального рівня ефективності AI-трансформації доцільно використовувати інтегральний показник, що враховує одночасний вплив

економічної результативності, стратегічної адаптивності, цифрової зрілості та інноваційної активності:

$$I_{ET} = \frac{(E^{\alpha} \cdot A^{\beta} \cdot D^{\gamma} \cdot I^{\delta}) \cdot e^{\lambda C}}{1 + \mu R}, \quad (5)$$

де:

I_{ET} — інтегральний показник ефективності AI-трансформації,

E — економічна ефективність,

A — рівень стратегічної адаптивності,

D — цифрова зрілість системи,

I — інноваційна активність,

C — коефіцієнт синергетичної взаємодії,

R — інтегральний ризик,

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda, \mu$ — параметри моделі.

Вихідні параметри моделі становлять: $E = 1,18$, $A = 1,14$, $D = 1,22$, $I = 1,16$, $C = 0,82$, $R = 0,17$, $\alpha =$

$0,27$, $\beta = 0,24$, $\gamma = 0,26$, $\delta = 0,23$, $\lambda = 0,38$, $\mu = 0,31$. Після підстановки отримано:

$$I_{ET} = 1,53.$$

Отримане значення відповідає високому рівню за шкалою табл. 3, проте лежить поблизу його нижньої межі (1,50).

Аналіз чутливості моделей (1) і (5) показав: за рівних ваг (0,25) $I_{AIES} = 1,15$, $I_{ET} = 1,52$; почергова зміна кожної ваги на $\pm 20\%$ змінює результати не більше ніж на 0,2 %. Найчутливішими вони є до параметра λ : за

його зміни на $\pm 20\%$ I_{AIES} становить 1,08–1,23, I_{ET} — 1,43–1,62. Отже, віднесення I_{ET} до високого рівня залежить від калібрування λ і потребує перевірки на фактичних даних.

Зростання інтегрального показника супроводжується підвищенням стійкості економічної системи до зовнішніх змін, скороченням часу прийняття

стратегічних рішень і підвищенням точності прогнозування. Найбільший приріст результативності досягається за умови збалансованого розвитку всіх складових цифрової екосистеми, коли інформаційні ресурси, інтелектуальні алгоритми та управлінські механізми

функціонують як єдиний адаптивний комплекс [10].

Динаміку інтегрального показника залежно від рівня цифрової зрілості системи доцільно відобразити у рис. 5 (розрахунок за формулою (5) для трьох рівнів ризику).

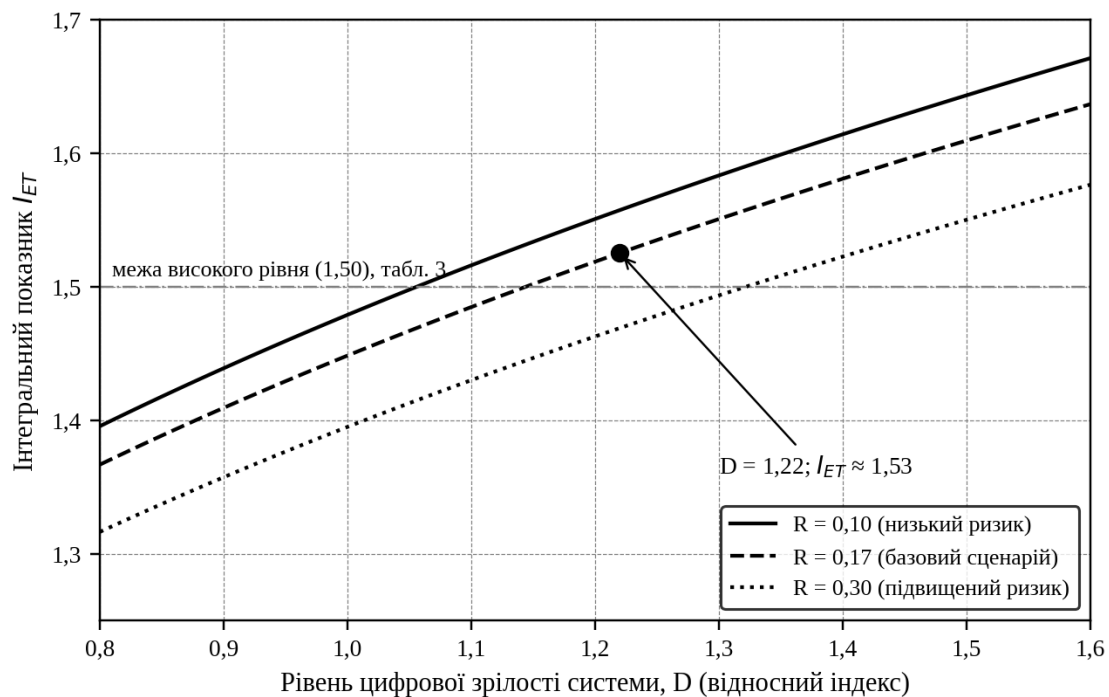


Рис. 5. Динаміка інтегрального показника ефективності AI-трансформації економічної стратегії
Джерело: розраховано й побудовано автором за формулою (5) (модельний розрахунок)

Для оцінювання рівня стратегічної збалансованості складових економічної системи: використовується функція гармонізації ключових

$$B_{AI} = \sqrt{\frac{S \cdot T \cdot F \cdot Q}{(1 + R_s)}}, \quad (6)$$

де:

B_{AI} — індекс стратегічної збалансованості,
 S — рівень стратегічної узгодженості,
 T — технологічна готовність,
 F — фінансова стійкість,
 Q — якість інформаційного забезпечення,
 R_s — стратегічний ризик.

Вихідні параметри становлять: $S = 1,17$, $T = 1,13$, $F = 1,15$, $Q = 1,20$, $R_s = 0,16$. Результат розрахунку:

$$B_{AI} = 1,25.$$

Комплексне співвідношення рівнів ефективності характеристик узагальнено у табл. 3.
 AI-трансформації та відповідних управлінських

Таблиця 3

Інтерпретація інтегральних рівнів ефективності AI-трансформації економічної стратегії		
Інтегральний індекс	Рівень ефективності	Характеристика економічної системи
До 1,00	Низький	Фрагментарна цифровізація, високий рівень ризику
1,00–1,50	Достатній	Часткова інтеграція AI та стабільне функціонування
1,50–2,00	Високий	Комплексна цифрова взаємодія та адаптивне управління
Понад 2,00	Максимальний	Самоорганізована інтелектуальна економічна система

Джерело: розроблено автором

Кількісне оцінювання доцільно доповнювати прогноною характеристикою здатності економічної системи підтримувати стратегічне зростання у

довгостроковому періоді. З цією метою використовується індекс перспективної економічної результативності:

$$P_{AI} = \ln(1 + \Omega) \cdot \frac{G^{\theta_1} H^{\theta_2} L^{\theta_3}}{(1 + R_p)^\eta}, \quad (7)$$

де:

P_{AI} — індекс перспективної економічної результативності,

G — потенціал економічного розвитку,

H — рівень інтелектуального управління,

L — ефективність стратегічного навчання системи,

Ω — інформаційна насиченість цифрового середовища,

R_p — прогнозний стратегічний ризик,

$\theta_1 - \theta_3, \eta$ — параметри моделі.

Вихідні параметри становлять: $G = 1,21$, $H = 1,18$, $L = 1,16$, $\Omega = 5,4$, $R_p = 0,18$, $\theta_1 = 0,37$, $\theta_2 = 0,34$, $\theta_3 = 0,29$, $\eta = 0,43$. Після підстановки значень отримано:

$$P_{AI} = 2,05.$$

Модельні розрахунки ілюструють, що найбільший економічний ефект досягається за умов одночасного розвитку цифрової інфраструктури, інтелектуальних алгоритмів, стратегічної адаптивності та механізмів самоорганізації управлінської системи. Комплексне поєднання цих складових формує основу довгострокової конкурентоспроможності будівельного девелопменту та забезпечує стійку трансформацію економічної стратегії відповідно до сучасних вимог цифрової економіки.

Висновки. Відповідно до мети — обґрунтувати теоретико-концептуальні засади трансформації економічної стратегії будівельного девелопменту на основі штучного інтелекту — сформульовано такі висновки.

1. AI-трансформація економічної стратегії не зводиться до впровадження окремих інтелектуальних інструментів. Вона змінює саму конструкцію стратегії: з набору довгострокових орієнтирів, зафіксованих на початок планового періоду, стратегія перетворюється на систему, що оновлює власні параметри за інформаційними сигналами середовища. Необхідною умовою цього є функціонування інформаційної, аналітичної, організаційної та управлінської підсистем у спільному інформаційно-аналітичному просторі, а не паралельно.

2. Рівень інтеграції штучного інтелекту сам собою не забезпечує стратегічної стійкості. У модельному розрахунку індекс AI-трансформації 1,15 відповідає лише достатньому рівню, тоді як потенціал стратегічної стійкості становить 1,99, а індекс ефективності трансформації — 1,53. Отже, у межах моделі високий рівень формується накопиченням інтелектуального капіталу й організаційним навчанням, а не інтенсивністю впровадження технологій.

3. Вузким місцем AI-орієнтованої стратегії в модельних розрахунках є адаптивний контур: коефіцієнт стратегічної адаптивності 1,12 найнижчий у системі показників, близьким до нього є індекс AI-трансформації 1,15, а індекс збалансованості становить 1,25.

4. Індекс перспективної економічної результативності 2,05 відповідає максимальному рівню за запропонованою шкалою, причому такий рівень досягається лише за одночасного розвитку цифрової інфраструктури, інтелектуальних алгоритмів, стратегічної адаптивності та механізмів самоорганізації. Пріоритетний розвиток однієї зі складових високого значення індексу не дає.

5. Практичне значення полягає у застосуванні системи інтегральних моделей і шкали інтерпретації для діагностики стратегічної зрілості девелоперських структур та обґрунтування сценаріїв цифрового розвитку. Розрахунки виконано на умовних значеннях; вибір ваг на результати практично не впливає, а параметр λ потребує калібрування. Подальші дослідження доцільно пов'язати з верифікацією моделей на емпіричних даних девелоперських підприємств.

Декларація про використання штучного інтелекту. Під час підготовки публікації застосовувався інструмент штучного інтелекту ChatGPT, модель GPT-5.6 Sol (OpenAI, 2026) виключно як допоміжний інструмент для стилістичного та мовного вдосконалення тексту, перевірки логічної послідовності викладу й опрацювання англомовних формулювань. Автор несе повну відповідальність за науковість, зміст, дані, висновки та актуальний перелік джерел.

Список використаних джерел:

1. Chupryna Iu. Conceptual principles of knowledge management in integrated systems for the implementation of construction projects. Ways to Improve Construction Efficiency. 2025. Т. 2, № 56. С. 105–117. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(2\).105-117](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).105-117)
2. Radkevich A., Tkach T., Borodin M., Stryzhak S. Prospects for real estate development in Ukraine. Ways to Improve Construction Efficiency. 2025. Т. 2, № 55. С. 126–136. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55\(2\).126-136](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(2).126-136)

3. Черчата А. О., Андрусів У. Я. Стратегічне управління цифровими змінами у будівельному секторі. Економічний простір. 2026. № 212. С. 398–404. DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.212.398-404>
4. Chupryna I. Scientific and conceptual foundations of cognitive-integrative modeling of organizational and technological construction systems under conditions of dynamic uncertainty. *Ways to Improve Construction Efficiency*. 2026. T. 1, № 57. С. 170–182. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2026.57\(1\).170-182](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2026.57(1).170-182)
5. Fesun A., Khomenko O., Ratnikov D. Anticrisis adaptation strategies of construction enterprises in the process of digital transformation of operational activity. *Ways to Improve Construction Efficiency*. 2024. T. 2, № 54. С. 23–30. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54\(2\).23-30](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(2).23-30)
6. Романенко О. В. Архітектура бізнес-моделі девелоперської будівельної компанії як основа для формування омнірезильєнтної стратегії. Український економічний часопис. 2026. Вип. 12. С. 108–114. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-8273/2026-12-17>
7. Приймак В. М., Тимченко І. П. Стратегії AI-трансформації у IT-бізнесі. Актуальні проблеми економіки. 2025. № 2(294). С. 37–46. DOI: <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2025-2-294-37-46>
8. Pan Y., Zhang L. Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends. *Automation in Construction*. 2021. Vol. 122. Art. 103517. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103517>
9. Abioye S. O., Oyedele L. O., Akanbi L., Ajayi A., Davila Delgado J. M., Bilal M., Akinade O. O., Ahmed A. Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal of Building Engineering*. 2021. Vol. 44. Art. 103299. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103299>
10. Kineber A. F., Elshaboury N., Oke A. E., Aliu J., Abunada Z., Alhusban M. Revolutionizing construction: a cutting-edge decision-making model for artificial intelligence implementation in sustainable building projects. *Heliyon*. 2024. Vol. 10, No. 17. Art. e37078. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37078>
11. Warner K. S. R., Wäger M. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*. 2019. Vol. 52, No. 3. P. 326–349. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>

References:

1. Chupryna, Iu. (2025). Conceptual principles of knowledge management in integrated systems for the implementation of construction projects. *Ways to Improve Construction Efficiency*, 2(56), 105–117. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(2\).105-117](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).105-117)
2. Radkevich, A., Tkach, T., Borodin, M., & Stryzhak, S. (2025). Prospects for real estate development in Ukraine. *Ways to Improve Construction Efficiency*, 2(55), 126–136. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55\(2\).126-136](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(2).126-136)
3. Cherchata, A. O., & Andrusiv, U. Ya. (2026). Stratehichne upravlinnia tsyfrovymy zminamy u budivelnomu sektori [Strategic management of digital changes in the construction sector]. *Ekonomicnyi prostir*, (212), 398–404. <https://doi.org/10.30838/EP.212.398-404> [in Ukrainian]
4. Chupryna, I. (2026). Scientific and conceptual foundations of cognitive-integrative modeling of organizational and technological construction systems under conditions of dynamic uncertainty. *Ways to Improve Construction Efficiency*, 1(57), 170–182. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2026.57\(1\).170-182](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2026.57(1).170-182)
5. Fesun, A., Khomenko, O., & Ratnikov, D. (2024). Anticrisis adaptation strategies of construction enterprises in the process of digital transformation of operational activity. *Ways to Improve Construction Efficiency*, 2(54), 23–30. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54\(2\).23-30](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(2).23-30)
6. Romanenko, O. V. (2026). Arkhitektura biznes-modeli developerskoi budivelnoi kompanii yak osnova dlia formuvannya omnirezylentnoi stratehii [Architecture of a development company's business model as a basis for forming an omni-resilient strategy]. *Ukrainskyi ekonomichnyi chasopys*, (12), 108–114. <https://doi.org/10.32782/2786-8273/2026-12-17> [in Ukrainian]
7. Pryimak, V. M., & Tymchenko, I. P. (2025). Stratehii AI-transformatsii u IT-biznesi [AI transformation strategies in the IT business]. *Aktualni problemy ekonomiky*, 2(294), 37–46. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2025-2-294-37-46> [in Ukrainian]
8. Pan, Y., & Zhang, L. (2021). Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends. *Automation in Construction*, 122, Art. 103517. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103517>
9. Abioye, S. O., Oyedele, L. O., Akanbi, L., Ajayi, A., Davila Delgado, J. M., Bilal, M., Akinade, O. O., & Ahmed, A. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal of Building Engineering*, 44, Art. 103299. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103299>
10. Kineber, A. F., Elshaboury, N., Oke, A. E., Aliu, J., Abunada, Z., & Alhusban, M. (2024). Revolutionizing construction: A cutting-edge decision-making model for artificial intelligence implementation in sustainable building projects. *Heliyon*, 10(17), Art. e37078. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37078>
11. Warner, K. S. R., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326–349. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>

Дата надходження статті: 14.08.2026 р.

Дата прийняття статті до друку: 28.09.2026 р.

Дата публікації (оприлюднення) статті: 09.10.2026 р.

Стаття поширюється на умовах ліцензії Creative Commons Attribution License International CC-BY.