

АНОТАЦІЯ

Цзін Цянь **Формування економіко-цифрової моделі розвитку будівельних підприємств в умовах трансформаційного середовища** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 «Економіка». – Київський національний університет будівництва і архітектури, МОН України, Київ, 2025.

Дисертація присвячена вирішенню науково-практичної задачі формування економіко-цифрової моделі розвитку будівельних підприємств, яка поєднує сучасні підходи економічної діагностики з цифровими технологіями управління для забезпечення адаптивності, інноваційної активності та стійкого функціонування суб'єктів господарювання в умовах трансформаційного середовища сучасного будівельного девелопменту.

Актуальність дослідження зумовлена нагальною потребою переосмислення теоретико-методологічних засад і прикладних підходів до управління розвитком будівельних підприємств в умовах глибоких трансформацій соціально-економічного середовища, цифровізації економіки та посилення нестабільності ринкових чинників. Сучасна будівельна галузь України функціонує в умовах підвищеної динаміки нормативно-правових змін, ресурсних обмежень, технологічного оновлення та викликів, спричинених як внутрішніми, так і глобальними факторами (зокрема, наслідками воєнної агресії, зростанням вартості будівельних ресурсів, зміною структури попиту на будівельні послуги). У цьому контексті актуалізується потреба у формуванні інтегрованої економіко-цифрової моделі, яка б дозволила забезпечити стратегічну стійкість підприємств, їх адаптивність до змін, підвищення конкурентоспроможності та ефективне управління інноваційно-інвестиційним потенціалом.

Відсутність усталеної методології формалізації таких моделей, недостатній рівень обґрунтованості цифрових підходів у контексті економічного розвитку будівельних підприємств, а також фрагментарність практик цифрової трансформації у галузі зумовлюють потребу в комплексному науковому дослідженні, результати якого можуть бути використані як у практичній діяльності підприємств, так і у розробленні та реалізації управлінських рішень щодо впровадження цифрових інновацій на рівні окремих будівельних підприємств.

Об'єктом дослідження є економічні процеси розвитку будівельних підприємств у контексті трансформації їхнього функціонального середовища.

Предметом дослідження є сукупність теоретичних, методичних та прикладних засад формування економіко-цифрової моделі розвитку будівельних підприємств, що забезпечує їх адаптивність, інноваційність та ефективність управління в умовах цифрової економіки.

Метою дослідження є розроблення теоретико-методологічного підґрунтя та прикладного інструментарію формування економіко-цифрової моделі розвитку будівельних підприємств з урахуванням особливостей трансформаційного середовища та необхідності забезпечення їх конкурентоспроможності й стійкого економічного зростання.

Для досягнення поставленої мети, у роботі було вирішено низку взаємопов'язаних завдань, спрямованих на дослідження фундаментальних теоретичних положень, діагностику існуючих бар'єрів цифровізації, формалізацію ключових структурно-функціональних компонентів моделі, а також обґрунтування механізмів її практичної реалізації:

➤ здійснити критичний аналіз еволюції наукових підходів до побудови цифрово-орієнтованих економічних моделей у сфері будівництва, з урахуванням сучасних викликів трансформаційного середовища;

- визначити інституційно-економічні передумови та ключові технологічні чинники, що впливають на формування цифрової архітектури будівельних підприємств, зокрема в контексті зарубіжного досвіду (на прикладі КНР);
- ідентифікувати фінансово-ресурсні обмеження цифровізації та проаналізувати вартісні параметри впровадження BIM-технологій у структуру економіко-цифрової моделі підприємства;
- розробити методику оцінювання цифрової готовності та економічної адаптивності будівельного підприємства до функціонування в умовах цифрової трансформації;
- обґрунтувати підходи до оцінювання ефективності трансформації функціональних процесів підприємства на основі економіко-цифрових індикаторів;
- сформувати структурно-функціональну модель розвитку будівельного підприємства, адаптовану до умов цифрової економіки та трансформаційних викликів;
- обґрунтувати напрями та інструменти адаптації економіко-цифрової моделі у стратегічні та оперативні контури управління розвитком будівельного підприємства;
- сформувати аналітичні засади забезпечення узгодженості між стратегічним баченням і тактичними управлінськими діями в цифрово-орієнтованому середовищі;
- розробити економіко-аналітичний інструментарій оцінки ефективності впровадження цифрових рішень у діяльність будівельних підприємств і підтвердити його прикладною результативністю через апробацію на підприємствах, що функціонують в умовах трансформаційного середовища девелопменту.

Методи дослідження. У дослідженні використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, зокрема: аналіз і синтез – для

узагальнення теоретичних підходів до цифровізації економіки та побудови економічних моделей розвитку підприємств; системний підхід – для визначення взаємозв'язків між цифровими, організаційними та економічними елементами моделі; економіко-статистичні методи – для оцінювання рівня цифрової готовності, адаптивності та ефективності трансформаційних процесів; моделювання – для побудови структурно-функціональної архітектури економіко-цифрової моделі розвитку будівельного підприємства; експертне оцінювання – для верифікації прикладних інструментів моделі та обґрунтування управлінських рішень у трансформаційному середовищі девелопменту.

Основна гіпотеза дослідження полягає в тому, що завдяки вирішенню поставлених наукових завдань результати дослідження сприятимуть формуванню ефективної економіко-цифрової моделі розвитку будівельних підприємств, яка забезпечить адаптацію їх управлінських процесів до трансформаційних змін зовнішнього середовища, підвищить результативність операційної діяльності та забезпечить стійке стратегічне зростання в умовах цифрової економіки.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

удосконалено

- методику оцінювання рівня цифрової готовності та економічної адаптивності будівельного підприємства. У порівнянні з існуючими моделями цифрової зрілості, запропонований підхід інтегрує економічні індикатори адаптивності до трансформаційних змін і дозволяє комплексно діагностувати потенціал підприємства до інноваційного розвитку;
- структурно-функціональну модель розвитку будівельного підприємства. На відміну від існуючих статичних моделей управління, у дослідженні запропоновано гнучку архітектуру моделі, що враховує цифрові вектори трансформації, рівень ресурсної забезпеченості та інституційні умови;
- прикладні підходи до інтеграції економіко-цифрової моделі в систему управління підприємством. Обґрунтовано інструменти адаптації моделі до

стратегічного та оперативного рівнів прийняття рішень, що підвищує ефективність управлінського впливу в умовах нестабільності середовища функціонування будівельного підприємства;

- механізми узгодження стратегічних і тактичних параметрів розвитку підприємства в цифровому середовищі. Розроблено інструменти гармонізації цілей на різних рівнях управління, що дозволяють мінімізувати організаційно-управлінські дисбаланси у процесі впровадження цифрових рішень;

- економіко-аналітичний інструментарій оцінки ефективності цифрових рішень. Запропоновано поєднання якісних і кількісних підходів до оцінювання результативності цифрових проєктів у будівництві, що сприяє більш обґрунтованому управлінському аналізу та плануванню.

набули подальшого розвитку:

- систематизовано та уточнено еволюцію наукових підходів до побудови цифрово-орієнтованих економічних моделей у будівництві. На відміну від наявних підходів, де цифровізація розглядається фрагментарно (на рівні технологічних рішень), у роботі здійснено аналіз інтеграції цифрових інструментів у загальну економічну модель розвитку підприємств на мікрорівні;

- поглиблено розуміння інституційно-економічних та технологічних чинників цифрової трансформації будівельних підприємств шляхом порівняльного аналізу досвіду КНР щодо формування цифрової архітектури підприємства та обґрунтовано доцільність адаптації окремих елементів з фокусом на будівельну галузь;

- уточнено фінансово-ресурсні бар'єри цифровізації та економічні характеристики впровадження BIM-технології. На відміну від наявних підходів, що акцентують на технічному аспекті цифрових інновацій, у роботі акцент зроблено на витратній структурі, нормативно-інституційних перепонах і оцінці вартісної ефективності цифрової трансформації операційної системи підприємства;

– набуло подальшого розвитку аналітичне забезпечення оцінки ефективності цифрової трансформації функціональних процесів підприємства. Запропонована система цифрово-економічних індикаторів інтегрує фінансові, процесні та стратегічні параметри в умовах змінного середовища, що відрізняє її від більшості існуючих моделей, орієнтованих на облік лише техніко-технологічних показників.

У першому розділі обґрунтовано теоретико-методологічні засади економіко-цифрового розвитку будівельних підприємств у трансформаційному середовищі девелопменту. Уточнено понятійно-категоріальний апарат, зокрема введено авторське визначення "трансформаційне середовище девелопменту". Здійснено критичний аналіз сучасного стану будівельних підприємств, виявлено бар'єри цифрової трансформації та оцінено їх інноваційно-управлінський потенціал. Визначено стратегічні орієнтири цифровізації, сформовано концептуальну карту дослідження та обґрунтовано необхідність переходу до інтегрованих економіко-цифрових рішень.

У другому розділі дисертації зосереджено увагу на розробленні інструментів та методичних рішень для практичного формування економіко-цифрової моделі розвитку будівельного підприємства. Розроблено авторську методику оцінювання рівня цифрової готовності та економічної адаптивності, яка базується на поєднанні кількісних та якісних показників і дозволяє комплексно оцінити спроможність підприємства до впровадження цифрових технологій в умовах трансформаційного середовища. Методика включає диференційовану систему індикаторів, що охоплює рівень цифрової інфраструктури, гнучкість управлінських процесів, кадровий потенціал та інвестиційну відкритість до цифрових рішень. Розроблено підхід до оцінювання ефективності трансформації функціональних процесів, що базується на системі економіко-цифрових індикаторів. Здійснено структурування ключових процесів діяльності будівельного підприємства, які зазнають найбільшого впливу внаслідок цифровізації (зокрема, закупівельна логістика, виробниче планування, моніторинг

виконання робіт, управління витратами). Визначено показники оцінки результативності трансформації, зокрема продуктивність, енергоефективність, цифрова інтегрованість, що дозволяє відстежувати динаміку змін у функціональних блоках підприємства. Запропоновано структурно-функціональну модель економіко-цифрового розвитку, яка враховує особливості організаційної будови будівельного підприємства, специфіку цифрових процесів і вимоги до адаптивного управління. Модель представлено як інтегровану систему взаємопов'язаних компонентів: цифрового аналізу, стратегічного планування, управління ресурсами, ризик-менеджменту та зворотного моніторингу. Її архітектура передбачає гнучкість адаптації до змін ринкового середовища, а також відкрите підключення до галузевих інформаційних платформ, що дало змогу задати чіткі параметри моделі для подальшого її апробування та аналітичного супроводу на подальших етапах дослідження.

У *третьому розділі* дисертації представлено практичні результати щодо впровадження розробленої економіко-цифрової моделі в систему управління розвитком будівельного підприємства. Запропоновано підхід до системної інтеграції моделі в архітектуру управлінських рішень, що передбачає її поетапне включення в існуючі управлінські контури підприємства. На основі моделювання сценаріїв розвитку продемонстровано, як економіко-цифрова модель може бути адаптована до організаційної специфіки підприємства, з урахуванням рівня цифрової зрілості, доступності ресурсів, типу будівельної діяльності та стратегічних цілей. Розроблено методику формування узгоджених управлінських рішень у цифровому середовищі. Вона базується на принципах динамічного балансування коротко- і довгострокових пріоритетів розвитку, застосування КРІ-індикаторів, а також інструментів адаптивного планування. Запропоновано алгоритм синхронізації стратегічних орієнтирів із оперативними показниками функціонування, що дозволяє забезпечити керованість процесами трансформації та гнучкість у прийнятті управлінських рішень. Особливу увагу приділено

створенню економіко-аналітичного інструментарію оцінки ефективності впровадження цифрових рішень, який дає змогу кількісно вимірювати результати цифрової трансформації. Інструментарій включає систему порівняльних індикаторів «до» і «після» впровадження цифрових рішень, враховує економічну доцільність, рівень автоматизації процесів, підвищення продуктивності, зменшення витрат, скорочення термінів виконання робіт та інші операційні ефекти. Проведено апробацію запропонованої моделі на прикладі конкретних будівельних підприємств, що підтвердило її ефективність і практичну цінність у сучасних умовах функціонування будівельної галузі.

Теоретичне значення отриманих результатів полягає в поглибленні наукових уявлень про економіко-цифрову трансформацію будівельних підприємств шляхом уточнення понять, формування структурно-функціональної моделі цифрового розвитку та обґрунтування принципів узгодження управлінських рішень у змінному середовищі девелопменту. Сформовано концептуальну основу для подальших досліджень у сфері цифрової економіки будівництва.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробленні та впровадженні економіко-цифрової моделі, що забезпечує підвищення ефективності управління розвитком будівельних підприємств у трансформаційному середовищі. Запропоновані методики оцінювання цифрової готовності, адаптивності та ефективності трансформаційних процесів апробовані на реальних підприємствах і можуть бути використані для вдосконалення стратегічного та оперативного управління, зниження витрат, підвищення продуктивності та стійкості до ризиків.

Ключові слова: будівельне підприємство, девелопмент, девелоперський проєкт, економіко-цифрова модель, цифрова трансформація, інноваційний розвиток, операційна система підприємства, стратегія розвитку, оцінювання

ефективності, інформаційне моделювання бізнес-процесів, інформаційне моделювання (BIM), управління підприємством.

ABSTRACT

Jing Qian **Development of an economic-digital model for construction enterprises in a transformational environment**– Qualification research thesis (manuscript form). Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 051 "Economics". – Kyiv National University of Construction and Architecture, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2025.

The dissertation is devoted to solving the scientific and practical task of forming an economic-digital model for the development of construction enterprises, which integrates modern approaches of economic diagnostics with digital management technologies to ensure adaptability, innovation activity, and sustainable functioning of business entities in the transformational environment of contemporary construction development.

The relevance of the research is driven by the urgent need to reconsider the theoretical-methodological foundations and applied approaches to managing the development of construction enterprises under the conditions of deep transformations in the socio-economic environment, economic digitalization, and growing instability of market factors. Today, the construction sector of Ukraine operates under intensified dynamics of regulatory changes, resource constraints, technological renewal, and challenges caused by both internal and global factors (including the consequences of military aggression, rising costs of construction resources, and changes in the structure of demand for construction services). In this context, the need to form an integrated economic-digital model becomes increasingly important. Such a model would provide strategic resilience for enterprises, their adaptability to change, enhanced competitiveness, and effective management of innovation and investment potential.

The absence of an established methodology for formalizing such models, the insufficient substantiation of digital approaches in the context of economic development of construction enterprises, as well as the fragmented nature of digital transformation practices in the industry, highlight the need for a comprehensive scientific study. The results of such research may be applied both in the practical activities of enterprises and in the development and implementation of managerial decisions related to the introduction of digital innovations at the level of individual construction companies.

The *object* of the study is the economic processes of development of construction enterprises in the context of the transformation of their functional environment.

The *subject* of the study is the set of theoretical, methodological, and applied principles for the formation of an economic-digital model for the development of construction enterprises, which ensures their adaptability, innovativeness, and effective management in the conditions of a digital economy.

The *purpose* of the study is to develop a theoretical and methodological framework and applied toolkit for forming an economic-digital model of construction enterprise development, taking into account the specific features of the transformational environment and the need to ensure their competitiveness and sustainable economic growth.

To achieve this purpose, the research addresses a set of interrelated tasks aimed at investigating fundamental theoretical concepts, diagnosing existing barriers to digitalization, formalizing the key structural and functional components of the model, and justifying the mechanisms for its practical implementation:

- to conduct a critical analysis of the evolution of scientific approaches to the construction of digitally-oriented economic models in the construction sector, taking into account the current challenges of the transformational environment;
- to identify institutional and economic prerequisites and key technological factors influencing the formation of the digital architecture of construction enterprises,

particularly in the context of foreign experience (based on the example of the PRC);

- to identify financial and resource constraints of digitalization and analyze the cost parameters of implementing BIM technologies into the structure of an enterprise's economic-digital model;
- to develop a methodology for assessing the digital readiness and economic adaptability of a construction enterprise to operate under conditions of digital transformation;
- to substantiate approaches to evaluating the effectiveness of functional process transformation based on economic-digital indicators;
- to design a structural and functional model for the development of a construction enterprise, adapted to the conditions of the digital economy and transformational challenges;
- to substantiate directions and tools for adapting the economic-digital model into the strategic and operational contours of construction enterprise development management;
- to formulate analytical principles for ensuring alignment between strategic vision and tactical management actions in a digitally-oriented environment;
- to develop an economic-analytical toolkit for evaluating the effectiveness of implementing digital solutions in construction enterprise activities and to confirm its practical applicability through testing on enterprises operating in a transformational development environment.

Research Methods. The study employs a comprehensive set of general scientific and specialized methods, including: *analysis and synthesis* – to generalize theoretical approaches to the digitalization of the economy and the development of economic models for enterprise growth; the *system approach* – to identify interconnections between digital, organizational, and economic elements of the model; *economic and statistical methods* – to assess the level of digital readiness, adaptability, and the

effectiveness of transformational processes; *modeling* – to construct the structural and functional architecture of the economic-digital model for the development of construction enterprises; and *expert evaluation* – to verify the applied tools of the model and substantiate managerial decisions in the transformational environment of development.

The core hypothesis of the study is that solving the identified scientific tasks will contribute to the formation of an effective economic-digital model for the development of construction enterprises, which will ensure the adaptation of their management processes to transformational changes in the external environment, improve operational performance, and support sustainable strategic growth within the digital economy.

The scientific novelty of the research lies in the following:

- the methodology for assessing the level of digital readiness and economic adaptability of construction enterprises has been improved. Compared to existing digital maturity models, the proposed approach integrates economic indicators of adaptability to transformational changes and enables a comprehensive diagnosis of an enterprise's potential for innovative development;
- the structural and functional model of construction enterprise development has been enhanced. Unlike existing static management models, the study proposes a flexible model architecture that considers digital transformation vectors, the level of resource provision, and institutional conditions;
- applied approaches to integrating the economic-digital model into the enterprise management system have been developed. Tools for adapting the model to both strategic and operational decision-making levels have been substantiated, which enhances the effectiveness of managerial influence under the conditions of environmental instability;
- mechanisms for aligning strategic and tactical parameters of enterprise development in a digital environment have been substantiated. Tools have been developed to

harmonize goals at various management levels, minimizing organizational and managerial imbalances during the implementation of digital solutions;

- an economic and analytical toolkit for evaluating the effectiveness of digital solutions has been created. A combination of qualitative and quantitative approaches to assessing the performance of digital projects in construction is proposed, contributing to more grounded managerial analysis and planning.

Have been further developed:

- the evolution of scientific approaches to the construction of digitally-oriented economic models in the construction sector has been systematized and refined. Unlike existing approaches, where digitalization is often considered fragmentarily (mainly at the level of technological solutions), this study analyzes the integration of digital tools into the overall economic model of enterprise development at the micro level;
- the understanding of institutional-economic and technological factors of digital transformation in construction enterprises has been deepened through a comparative analysis of China's experience in forming a digital enterprise architecture, and the feasibility of adapting selected elements with a focus on the construction industry has been substantiated;
- financial and resource barriers to digitalization and the economic characteristics of BIM implementation have been clarified. Unlike existing approaches that emphasize the technical aspect of digital innovations, this research focuses on cost structure, regulatory and institutional barriers, and the evaluation of the cost-effectiveness of digital transformation of an enterprise's operating system;
- analytical support for evaluating the effectiveness of digital transformation of enterprise functional processes has been further developed. The proposed system of digital-economic indicators integrates financial, process, and strategic parameters in a volatile environment, which distinguishes it from most existing models that are primarily focused on technical and technological indicators.

Chapter One substantiates the theoretical and methodological foundations of the economic-digital development of construction enterprises in the transformational development environment. The conceptual and categorical apparatus has been clarified, including the author's definition of the term "*transformational development environment*." A critical analysis of the current state of construction enterprises has been conducted, identifying barriers to digital transformation and assessing their innovative and managerial potential. Strategic directions for digitalization have been defined, a conceptual research map has been developed, and the necessity of transitioning to integrated economic-digital solutions has been justified.

Chapter Two focuses on the development of tools and methodological solutions for the practical formation of an economic-digital model for the development of a construction enterprise. An original methodology for assessing digital readiness and economic adaptability has been proposed, based on the combination of quantitative and qualitative indicators, enabling a comprehensive assessment of an enterprise's capacity to implement digital technologies in a transformational environment. The methodology includes a differentiated system of indicators covering digital infrastructure level, flexibility of management processes, human capital potential, and investment openness to digital solutions. An approach has been developed for evaluating the effectiveness of functional process transformation, based on a system of economic-digital indicators. Key business processes that are most affected by digitalization—such as procurement logistics, production planning, work performance monitoring, and cost management—have been structured. Performance evaluation indicators have been defined, including productivity, energy efficiency, and digital integration, allowing for the tracking of changes within the functional units of the enterprise. A structural and functional model of economic-digital development has been proposed, which takes into account the organizational structure of the construction enterprise, the specifics of digital processes, and the requirements for adaptive management. The model is presented as an integrated system of interrelated components: digital analysis, strategic planning, resource

management, risk management, and feedback monitoring. Its architecture allows for flexible adaptation to market changes and open integration with sectoral information platforms, enabling the clear definition of model parameters for subsequent testing and analytical support at later stages of the research.

Chapter Three presents the practical results of implementing the developed economic-digital model into the system of managing the development of a construction enterprise. A systematic approach to integrating the model into the architecture of managerial decisions is proposed, which involves its step-by-step incorporation into the existing management contours of the enterprise. Based on scenario modeling, the study demonstrates how the economic-digital model can be adapted to the organizational specifics of the enterprise, taking into account the level of digital maturity, resource availability, type of construction activity, and strategic goals. A methodology for the formation of coordinated managerial decisions in a digital environment has been developed. It is based on the principles of dynamically balancing short- and long-term development priorities, the application of KPI indicators, and the use of adaptive planning tools. An algorithm for synchronizing strategic orientations with operational performance indicators has been proposed, enabling controllability of transformation processes and flexibility in decision-making. Particular attention is given to the creation of an economic-analytical toolkit for assessing the effectiveness of digital solution implementation, which allows for the quantitative measurement of digital transformation results. The toolkit includes a system of comparative indicators "*before*" and "*after*" the implementation of digital solutions and accounts for economic feasibility, the level of process automation, productivity improvement, cost reduction, shortening of project timelines, and other operational effects. The proposed model has been tested on actual construction enterprises, confirming its effectiveness and practical relevance under current industry conditions.

Theoretical significance of the results lies in deepening scientific understanding of the economic-digital transformation of construction enterprises through the refinement

of definitions, the development of a structural-functional model of digital development, and the substantiation of principles for aligning management decisions in a changing development environment. A conceptual basis has been formed for further research in the field of the digital economy in construction.

Practical significance of the results consists in the development and implementation of an economic-digital model that enhances the effectiveness of managing the development of construction enterprises in a transformational environment. The proposed methodologies for assessing digital readiness, adaptability, and the effectiveness of transformational processes have been tested on real enterprises and can be used to improve strategic and operational management, reduce costs, increase productivity, and strengthen resilience to risks.

Keywords: construction enterprise, development, development project, economic-digital model, digital transformation, building information modeling (BIM), innovative development, development management, formalized indicators, enterprise operating system, digital environment, development strategy, performance evaluation, integrated administration, enterprise management.