АНОТАЦІЯ

Різун Д. Ю. – **«BIM-орієнтований економіко-управлінський інструментарій цифрової трансформації будівельного підприємства»**. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. – Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки» за спеціальністю 051 «Економіка». – Київський національний університет будівництва і архітектури. – Київ, 2026.

Дисертацію присвячено обґрунтуванню теоретико-методичних засад і розробленню BIM-орієнтованого економіко-управлінського інструментарію цифрової трансформації будівельного підприємства, який забезпечує коригування його економіко-управлінських характеристик на основі даних інформаційного моделювання будівель (BIM). Обґрунтовано інтеграцію параметрів інформаційної моделі в узгоджену систему показників ефективності управлінських рішень, механізм верифікації BIM-даних, інструментарій цифрового моніторингу та дорожню карту масштабування BIM-підходів в управлінні будівельним підприємством.

Нагальність дослідження обумовлена потребою підвищення ефективності управління будівельними підприємствами в умовах відновлення зруйнованої інфраструктури, обмеженості фінансових і матеріальних ресурсів та зростання вимог до прозорості управлінських рішень. Інформаційне моделювання будівель в Україні отримало нормативне підґрунтя у вигляді Концепції впровадження BIM-технологій і національних стандартів, гармонізованих зі стандартами серії ISO 19650, однак на рівні будівельних підприємств ефекти BIM переважно оцінюються в межах окремих проєктів – через кількість колізій, тривалість проєктування чи точність кошторисних розрахунків. Цифрова трансформація при цьому розглядається як технологічне завдання, а не як інструмент управління економічними та управлінськими характеристиками підприємства. Відхилення обсягів робіт, тривалості та потреби в ресурсах, що виявляються в інформаційній моделі, відображаються у фінансовій звітності із

запізненням, коли можливості їх коригування вже обмежені. Це зумовлює необхідність формування економіко-управлінського інструментарію, здатного пов’язати параметри інформаційної моделі з характеристиками підприємства в цілому та забезпечити випереджальне коригування управлінських рішень. Отже, нагальність дослідження визначається потребою переходу від фіксації наслідків відхилень до їх раннього виявлення, кількісного оцінювання та своєчасного коригування на основі єдиного джерела даних про об’єкт будівництва.

Науково-прикладні передумови дослідження сформовані сучасними напрацюваннями у сфері інформаційного моделювання будівель, оцінювання BIM-зрілості, ощадливого будівництва, віртуального проєктування й будівництва, методу освоєного обсягу та автоматизованої перевірки інформаційних моделей на основі правил. Водночас специфіка будівельних підприємств, зумовлена мультипроєктним характером діяльності, тривалістю будівельних циклів, високою часткою позикового капіталу та чутливістю фінансового результату до строків і витрат, потребує подальшого розвитку відповідного економіко-управлінського інструментарію. Науково-методична проблема полягає у недостатній розробленості взаємозв’язку параметрів, що формуються в інформаційній моделі, з економічними та управлінськими характеристиками підприємства, а також у фрагментарності наявних показників оцінювання впливу BIM, кожен з яких характеризує лише окремий аспект ефекту. Практичний запит визначається потребою будівельних підприємств у достовірних даних моделі, своєчасному виявленні відхилень, кількісному оцінюванні результатів управлінських рішень і обґрунтуванні обсягу витрат на цифрову інфраструктуру. Зазначені положення визначили спрямованість дослідження на формування BIM-орієнтованого інструментарію, що поєднує систему показників, механізм верифікації даних, цифровий моніторинг, алгоритм діагностики ефективності управлінських рішень і поетапне масштабування BIM-підходів.

У **першому розділі** дисертації викладено концептуально-теоретичну основу дослідження. Проаналізовано еволюцію BIM від засобу автоматизації креслень до методології управління життєвим циклом об'єкта, моделі оцінювання BIM-зрілості, інституційні умови впровадження BIM у світі та в Україні, зв'язок вимірювань 4D і 5D з організаційно-технологічним проєктуванням. Виокремлено три напрями досліджень BIM – інформаційно-технологічний, організаційно-управлінський та напрям, пов'язаний з проблемами впровадження BIM в Україні, – і встановлено, що ефекти BIM переважно оцінюються на рівні окремого проєкту, а не підприємства в цілому. Обґрунтовано авторське розуміння економіко-управлінських характеристик будівельного підприємства як сукупності взаємопов'язаних фінансово-економічних показників і характеристик системи управління, що формуються через параметри виконання будівельних робіт. Запропоновано поняття «BIM-коригування» як цілеспрямованого процесу виявлення відхилень організаційно-технологічних параметрів (обсягів робіт, тривалості, потреби в ресурсах), що формуються та відстежуються в інформаційній моделі об'єкта, оцінювання їх впливу на економічні та управлінські характеристики підприємства й ухвалення коригувальних рішень до моменту відображення наслідків відхилень у фінансовій звітності. На відміну від традиційного контролінгу, що спирається на ретроспективні облікові дані, BIM-коригування має випереджальний характер і ґрунтується на єдиному джерелі даних про об'єкт. Прийнято наукову гіпотезу роботи, яка передбачає, що поєднання параметрів інформаційної моделі з узгодженою системою показників ефективності управлінських рішень, верифікацією даних моделі та цифровим моніторингом відхилень дає змогу скоротити час виявлення відхилень і підготовки управлінських рішень, а через нього – зменшити кількість повторних коригувань планів і непродуктивні витрати будівельного підприємства.

Обґрунтовано склад BIM-орієнтованого економіко-управлінського інструментарію цифрової трансформації будівельного підприємства як

єдності системи показників, механізму верифікації даних, інструментарію моніторингу й оцінювання, алгоритму цифрової діагностики та дорожньої карти масштабування. Визначено функціональні блоки бізнес-процесів будівельного підприємства, що піддаються BIM-інтеграції, – планування, кошторисне ціноутворення, календарне планування, постачання, контроль якості, логістику, управління ризиками та експлуатацію, – і механізми інтеграції через відкриті формати обміну даними, програмні інтерфейси, хмарні платформи та спільне середовище даних. Встановлено фрагментарність наявних показників оцінювання впливу BIM, що зумовлює потребу в побудові цифрової інфраструктури з BIM-ядром і узгодженої системи показників.

У **другому розділі** дисертаційної роботи викладено методичне підґрунтя дослідження та сформовано інструментальну базу BIM-орієнтованого управління будівельним підприємством. Обґрунтовано архітектуру цифрової інфраструктури управління з BIM-ядром, яка поєднує геометрично-параметричний, економічний і управлінський контури через програмний інтерфейс і спільне середовище даних. Запропоновано систему показників оцінювання її функціонування: індекс приросту інформаційної цінності та показник віддачі від інвестицій у BIM – для оцінювання ефекту переходу до цифрової моделі; коефіцієнти цифрової координованості й синхронізованого оновлення та індекс управлінської синхронізації – для оцінювання узгодженості часових і вартісних параметрів; ризик-скориговану вартість етапів та індекс приросту продуктивності. Порівняльна оцінка методів оцінювання ефекту BIM (показника віддачі від інвестицій, моделей BIM-зрілості, методу освоєного обсягу, систем KPI) засвідчила, що кожен з них характеризує лише окремий аспект ефекту, що обґрунтовує доцільність інтегрального оцінювання.

Розроблено механізм аналітичної верифікації BIM-даних, який поєднує організаційну верифікацію за станами інформаційних контейнерів у спільному середовищі даних згідно зі стандартами серії ISO 19650,

автоматизовану перевірку моделей за правилами з класифікацією правил за складністю реалізації та ризик-орієнтовану пріоритезацію перевірок на основі інтегрального ризику об’єкта, інерційного впливу похибки та сценарного індексу реакції. Запропоновано коефіцієнт якості даних, що агрегує результати перевірок за вимірами повноти, коректності, узгодженості та актуальності і застосовується як критерій придатності даних моделі для розрахунку показників ефективності. Сформовано інструментарій цифрового моніторингу ресурсних і часових параметрів, що поєднує збір даних на операційному рівні, їх інтеграцію в BIM- та ERP-середовищах, контроль відхилень методом освоєного обсягу, локалізацію відхилень за 4D-моделлю, імовірнісне та імітаційне прогнозування. Запропоновано трирівневу систему показників ефективності управлінських рішень: часткові показники – індекс інтегральної ефективності управління та коефіцієнт цифрової реактивності – інтегрована рентабельність управлінських рішень з узагальненням у комплексному індексі ефективності. Обґрунтовано умови застосування методу ентропії для визначення вагових коефіцієнтів, зокрема необхідність зіставлення результату з оцінкою за рівних вагових коефіцієнтів за короткого ряду спостережень, та метрику перевірки точності прогнозів. У цілому другий розділ формує методичну архітектуру переходу від даних інформаційної моделі до інтегральної оцінки ефективності управлінських рішень.

У **третьому розділі** сформовано прикладну основу використання BIM-орієнтованого інструментарію та стратегічного масштабування BIM-підходів. Розроблено концептуальну схему оновленої BIM-моделі оцінювання ефективності управлінських рішень з аналітичним, управлінським та економічним рівнями. Апробацію інструментарію виконано на даних будівельного підприємства за наскрізною процедурою: фінансовий профіль підприємства – часткові показники результатів у часовій, плановій, витратній і результативній групах – нормування відносно найкращого значення – вагові коефіцієнти – інтегральний індекс ефективності управління. Встановлено, що

інтегральна ефективність управління зросла за будь-якого способу зважування, а найбільший внесок у її приріст забезпечили часові показники – тривалість підготовки управлінських рішень і час виявлення критичних відхилень. Показано, що середні величини змін показників послідовно зменшуються від часових через планові до витратних і результативних, що узгоджується з гіпотезою дослідження, а лаг реагування на відхилення скоротився. Сценарний розрахунок за часткою контрольованих витрат визначив умову беззбиткової діяльності підприємства та граничний річний обсяг витрат на цифрову інфраструктуру, за якого використання інструментарію економічно виправдане. Кількісні оцінки отримано за даними одного підприємства у відносному вимірі за два періоди, а частку контрольованих витрат задано сценарно, тому вони мають характер розрахункової оцінки. Сформовано восьмиетапний алгоритм цифрової діагностики ефективності управлінських рішень, що поєднує аналітичний і управлінський контури, та розроблено дорожню карту масштабування BIM-підходів з етапами пілотного впровадження, інтеграції процесів, масштабування аналітики та стратегічного BIM-коригування і критеріями переходу між ними на основі запропонованих показників. Визначено межі застосування інструментарію та перспективи його апробації за часовими рядами внутрішніх даних підприємств.

У тексті розділу викладено прикладні рекомендації щодо поетапного впровадження BIM-орієнтованого інструментарію: запровадження спільного середовища даних і контролю якості даних моделі на пілотних об’єктах, інтеграції інформаційної моделі з кошторисом, календарним планом і ERP-системою, поширення панелей ключових показників на підрозділи підприємства та переходу до сценарного прогнозування й систематичного коригування економіко-управлінських характеристик. Показано, що підприємство може розпочинати масштабування як з аналітичного контуру (системи показників, цифрової діагностики, сценарного аналізу), так і з інфраструктурного (інтеграції BIM з корпоративними інформаційними

системами), а аналітична перевірка BIM-даних, моніторинг відхилень і бізнес-аналітика становлять спільну основу обох напрямів. Реалізація рекомендацій узгоджується з Концепцією впровадження BIM-технологій в Україні, ДСТУ ISO 19650-1:2020 і ДБН А.3.1-5:2016.

Провідна інновація дослідження полягає у формуванні цілісного BIM-орієнтованого економіко-управлінського підходу до цифрової трансформації будівельного підприємства, який переносить оцінювання ефектів BIM з рівня окремого проєкту на рівень підприємства в цілому. На відміну від наявних підходів, орієнтованих на технологічні показники проєктування, запропонований підхід пов’язує відхилення, виявлені в інформаційній моделі, з часовими, плановими, витратними та результативними характеристиками підприємства через систему показників, інтегральну оцінку ефективності управління та сценарну оцінку економічного ефекту. Принципово новим є поєднання верифікації даних моделі, цифрового моніторингу відхилень, діагностики ефективності управлінських рішень і поетапного масштабування BIM-підходів із критеріями переходу між етапами. Це забезпечує перехід від ретроспективного відображення наслідків відхилень у фінансовій звітності до випереджального BIM-коригування економіко-управлінських характеристик будівельного підприємства.

Наукова новизна дисертації полягає у розробленні BIM-орієнтованого економіко-управлінського інструментарію цифрової трансформації будівельного підприємства, що поєднує концептуальні, методичні та прикладні положення оцінювання й коригування його економіко-управлінських характеристик на основі даних інформаційної моделі.

Вперше розроблено науково-методичний підхід до оцінювання ефективності BIM-коригування економіко-управлінських характеристик будівельного підприємства, який, на відміну від наявних підходів, що оцінюють ефекти BIM у межах окремого проєкту через кількість колізій, тривалість проєктування чи точність кошторисів, пов’язує відхилення, виявлені в інформаційній моделі, з часовими, плановими, витратними та

результативними характеристиками підприємства через систему часткових показників, інтегральний індекс ефективності управління як форму агрегування часткових показників (нормування відносно найкращого значення є змістовним за ряду щонайменше з трьох періодів або за зовнішнього еталона) та сценарну оцінку економічного ефекту за часткою контрольованих витрат, що дає змогу визначати нижню межу економічного ефекту і граничний рівень витрат на цифрову інфраструктуру.

В дисертаційній роботі **удосконалено:** понятійний апарат економіки цифрової трансформації будівельного підприємства шляхом уточнення змісту поняття «економіко-управлінські характеристики будівельного підприємства» як сукупності фінансово-економічних показників і характеристик системи управління, що формуються через параметри виконання будівельних робіт, введення поняття «BIM-коригування» як процесу випереджального коригування цих характеристик на основі відхилень, виявлених в інформаційній моделі, та обґрунтування складу BIM-орієнтованого економіко-управлінського інструментарію цифрової трансформації як єдності системи показників, механізму верифікації даних, інструментарію моніторингу й оцінювання, алгоритму цифрової діагностики та дорожньої карти масштабування.

Набули подальшого розвитку: механізм аналітичної верифікації BIM-даних, що поєднує організаційну верифікацію за стандартами серії ISO 19650, автоматизовану перевірку моделей за правилами та ризик-орієнтовану пріоритезацію перевірок з агрегуванням результатів перевірок у коефіцієнті якості даних як критерії придатності даних моделі для економічних розрахунків; дорожня карта масштабування BIM-підходів в управлінні будівельним підприємством, яка містить етапи пілотного впровадження, інтеграції процесів, масштабування аналітики та стратегічного BIM-коригування з критеріями переходу між етапами, сформованими на основі запропонованих показників, та узгоджена з Концепцією впровадження BIM-технологій в Україні, ДСТУ ISO 19650-1:2020 і ДБН А.3.1-5:2016.

Практична цінність результатів дисертації полягає у застосуванні розробленого BIM-орієнтованого інструментарію – методики оцінювання ефективності BIM-коригування, системи показників, механізму верифікації даних, алгоритму цифрової діагностики ефективності управлінських рішень і дорожньої карти масштабування – для своєчасного виявлення відхилень, кількісного оцінювання результатів управлінських рішень та обґрунтування бюджету цифрової трансформації будівельних підприємств. Запропонована система показників дає змогу оцінювати результати використання BIM за часовими, плановими, витратними та результативними характеристиками підприємства, а сценарний розрахунок – визначати нижню межу економічного ефекту та граничний обсяг витрат на цифрову інфраструктуру. Механізм верифікації даних і алгоритм цифрової діагностики забезпечують достовірність вихідної інформації та формування управлінської інформації в процесі виконання робіт, а дорожня карта масштабування визначає послідовність і критерії переходу до вищих рівнів BIM-зрілості. Кількісну апробацію виконано в ТОВ «Будівельна фірма «Альфа-Сервіс»» (довідка про впровадження від 14.04.2026 № 75); придатність архітектури цифрово інтегрованої системи управління підтверджено на якісному рівні в ТОВ «Марстон-Груп» (довідка від 12.05.2026 № 65-1); результати використано в Інституті місцевого розвитку (повідомлення про використання від 01.05.2026 № 54). Кількісні оцінки отримано за даними одного підприємства у відносному вимірі за два періоди і мають характер розрахункової оцінки.

Ключові слова: BIM; інформаційне моделювання будівель; цифрова трансформація; будівельне підприємство; економіко-управлінський інструментарій; економіко-управлінські характеристики; BIM-коригування; система показників; індекс інтегральної ефективності управління; верифікація даних; цифровий моніторинг; дорожня карта масштабування.

ABSTRACT

Rizun D. Yu. – **«BIM-oriented economic and managerial toolkit for the digital transformation of a construction enterprise»**. – Qualification scientific work in the form of a manuscript. – Dissertation for the Doctor of Philosophy degree in the field of knowledge 05 «Social and Behavioural Sciences» in the specialty 051 «Economics». – Kyiv National University of Construction and Architecture. – Kyiv, 2026.

The dissertation is devoted to substantiating the theoretical and methodological foundations and developing a BIM-oriented economic and managerial toolkit for the digital transformation of a construction enterprise, which ensures the adjustment of its economic and managerial characteristics on the basis of Building Information Modelling (BIM) data. The integration of information model parameters into a consistent system of indicators of management decision efficiency, a mechanism for verifying BIM data, a toolkit for digital monitoring and a roadmap for scaling BIM approaches in the management of a construction enterprise are substantiated.

The urgency of the study is determined by the need to improve the efficiency of construction enterprise management in the context of restoring destroyed infrastructure, limited financial and material resources and growing requirements for the transparency of management decisions. Building information modelling in Ukraine has received a regulatory basis in the form of the Concept for the implementation of BIM technologies and national standards harmonised with the ISO 19650 series; however, at the level of construction enterprises the effects of BIM are mostly assessed within individual projects – through the number of clashes, design duration or the accuracy of cost estimates. Digital transformation is thus regarded as a technological task rather than as a tool for managing the economic and managerial characteristics of the enterprise. Deviations in work volumes, durations and resource requirements detected in the information model are reflected in financial statements with a delay, when the possibilities for their correction are already limited. This necessitates the formation of an economic and

managerial toolkit capable of linking information model parameters with the characteristics of the enterprise as a whole and ensuring anticipatory adjustment of management decisions. Therefore, the urgency of the study is determined by the need to move from recording the consequences of deviations to their early detection, quantitative assessment and timely correction on the basis of a single source of data on the construction object.

The scientific and applied prerequisites of the study are formed by modern developments in building information modelling, BIM maturity assessment, lean construction, virtual design and construction, earned value management and automated rule-based checking of information models. At the same time, the specifics of construction enterprises, determined by the multi-project nature of their activities, the duration of construction cycles, a high share of borrowed capital and the sensitivity of the financial result to time and costs, require further development of the corresponding economic and managerial toolkit. The scientific and methodological problem lies in the insufficient elaboration of the relationship between the parameters formed in the information model and the economic and managerial characteristics of the enterprise, as well as in the fragmentation of existing indicators of BIM impact, each of which characterises only a particular aspect of the effect. The practical request is determined by the need of construction enterprises for reliable model data, timely detection of deviations, quantitative assessment of the results of management decisions and justification of expenditure on digital infrastructure. These provisions determined the focus of the study on forming a BIM-oriented toolkit that combines a system of indicators, a data verification mechanism, digital monitoring, an algorithm for diagnosing the efficiency of management decisions and phased scaling of BIM approaches.

The **first chapter** of the dissertation presents the conceptual and theoretical basis of the study. The evolution of BIM from a drawing automation tool to a methodology for managing the life cycle of an object, BIM maturity assessment models, the institutional conditions of BIM implementation worldwide and in Ukraine, and the relationship of the 4D and 5D dimensions with organisational and

technological design are analysed. Three directions of BIM research are identified – information-technological, organisational-managerial and the direction related to the problems of BIM implementation in Ukraine – and it is established that BIM effects are mostly assessed at the level of an individual project rather than the enterprise as a whole. The author's understanding of the economic and managerial characteristics of a construction enterprise as a set of interrelated financial and economic indicators and characteristics of the management system formed through the parameters of construction works is substantiated. The concept of «BIM-based adjustment» is proposed as a purposeful process of detecting deviations of organisational and technological parameters (work volumes, durations, resource requirements) formed and tracked in the information model of the object, assessing their impact on the economic and managerial characteristics of the enterprise and taking corrective decisions before the consequences of the deviations are reflected in financial statements. Unlike traditional controlling based on retrospective accounting data, BIM-based adjustment is anticipatory and relies on a single source of data on the object. The scientific hypothesis of the work is adopted: combining information model parameters with a consistent system of management decision efficiency indicators, verification of model data and digital monitoring of deviations makes it possible to reduce the time needed to detect deviations and prepare management decisions and, through it, to reduce the number of repeated plan adjustments and the unproductive costs of a construction enterprise.

The composition of the BIM-oriented economic and managerial toolkit for the digital transformation of a construction enterprise is substantiated as a unity of a system of indicators, a data verification mechanism, monitoring and assessment tools, a digital diagnostics algorithm and a scaling roadmap. The functional blocks of the business processes of a construction enterprise subject to BIM integration – planning, cost estimating, scheduling, procurement, quality control, logistics, risk management and operation – and the mechanisms of integration through open data exchange formats, application programming interfaces, cloud platforms and a common data environment are identified. The fragmentation of existing indicators

of BIM impact is established, which necessitates building a digital infrastructure with a BIM core and a consistent system of indicators.

The **second chapter** of the dissertation presents the methodological basis of the study and forms the instrumental basis of BIM-oriented management of a construction enterprise. The architecture of a digital management infrastructure with a BIM core, combining geometric-parametric, economic and managerial circuits through an application programming interface and a common data environment, is substantiated. A system of indicators for assessing its functioning is proposed: the information value increment index and the return on investment in BIM – to assess the effect of the transition to a digital model; the coefficients of digital coordination and synchronised updating and the managerial synchronisation index – to assess the consistency of time and cost parameters; the risk-adjusted cost of stages and the productivity increment index. A comparative evaluation of methods for assessing the BIM effect (return on investment, BIM maturity models, earned value management, KPI systems) showed that each of them characterises only a particular aspect of the effect, which justifies the expediency of integral assessment.

A mechanism of analytical verification of BIM data is developed, combining organisational verification by the states of information containers in the common data environment according to the ISO 19650 series, automated rule-based model checking with classification of rules by implementation complexity, and risk-oriented prioritisation of checks based on the integral object risk, the inertial impact of an error and the scenario response index. A data quality coefficient is proposed that aggregates the results of checks across the dimensions of completeness, correctness, consistency and timeliness and is applied as a criterion of the suitability of model data for calculating efficiency indicators. A toolkit for digital monitoring of resource and time parameters is formed, combining data collection at the operational level, its integration in BIM and ERP environments, control of deviations by earned value management, localisation of deviations using a 4D model, and probabilistic and simulation forecasting. A three-level system of

management decision efficiency indicators is proposed: partial indicators – the integral management efficiency index and the digital reactivity coefficient – the integrated return on management decisions, generalised in a complex efficiency index. The conditions for applying the entropy method to determine weights are substantiated, in particular the need to compare the result with the estimate obtained with equal weights for a short series of observations, together with a metric for checking forecast accuracy. In general, the second chapter forms a methodological architecture for moving from information model data to an integral assessment of the efficiency of management decisions.

The **third chapter** forms the applied basis for using the BIM-oriented toolkit and for the strategic scaling of BIM approaches. A conceptual scheme of an updated BIM model for assessing the efficiency of management decisions with analytical, managerial and economic levels is developed. The toolkit was tested on the data of a construction enterprise according to an end-to-end procedure: the financial profile of the enterprise – partial performance indicators in the time, planning, cost and performance groups – normalisation relative to the best value – weights – the integral management efficiency index. It is established that the integral management efficiency increased under any weighting method, and the largest contribution to its increase was made by time indicators – the duration of preparing management decisions and the time of detecting critical deviations. It is shown that the average magnitudes of indicator changes decrease successively from time indicators through planning indicators to cost and performance indicators, which is consistent with the research hypothesis, and that the response lag to deviations has been reduced. A scenario calculation based on the share of controlled costs determined the break-even condition of the enterprise and the maximum annual expenditure on digital infrastructure at which the use of the toolkit is economically justified. The quantitative estimates were obtained from the data of one enterprise in relative terms over two periods, and the share of controlled costs was set by scenarios, so they are of an estimated nature. An eight-stage algorithm for the digital diagnostics of management decision efficiency,

combining analytical and managerial circuits, is formed, and a roadmap for scaling BIM approaches is developed with the stages of pilot implementation, process integration, analytics scaling and strategic BIM-based adjustment and with transition criteria between them based on the proposed indicators. The limits of the toolkit's application and the prospects for its testing on time series of enterprises' internal data are determined.

The chapter sets out practical recommendations for the phased implementation of the BIM-oriented toolkit: introducing a common data environment and model data quality control on pilot objects, integrating the information model with the cost estimate, schedule and ERP system, extending KPI dashboards to the enterprise's divisions and moving to scenario forecasting and systematic adjustment of economic and managerial characteristics. It is shown that an enterprise can start scaling either from the analytical circuit (the system of indicators, digital diagnostics, scenario analysis) or from the infrastructure circuit (integration of BIM with corporate information systems), while analytical verification of BIM data, monitoring of deviations and business intelligence form the common basis of both directions. The implementation of the recommendations is consistent with the Concept for the implementation of BIM technologies in Ukraine, DSTU ISO 19650-1:2020 and DBN A.3.1-5:2016.

The leading innovation of the study lies in the formation of a holistic BIM-oriented economic and managerial approach to the digital transformation of a construction enterprise, which transfers the assessment of BIM effects from the level of an individual project to the level of the enterprise as a whole. Unlike existing approaches focused on technological design indicators, the proposed approach links deviations detected in the information model with the time, planning, cost and performance characteristics of the enterprise through a system of indicators, an integral assessment of management efficiency and a scenario assessment of the economic effect. Fundamentally new is the combination of model data verification, digital monitoring of deviations, diagnostics of management decision efficiency and phased scaling of BIM approaches with

transition criteria between stages. This ensures a transition from the retrospective reflection of the consequences of deviations in financial statements to anticipatory BIM-based adjustment of the economic and managerial characteristics of a construction enterprise.

The scientific novelty of the dissertation lies in the development of a BIM-oriented economic and managerial toolkit for the digital transformation of a construction enterprise, combining conceptual, methodological and applied provisions for assessing and adjusting its economic and managerial characteristics on the basis of information model data.

For the first time, a scientific and methodological approach to assessing the efficiency of BIM-based adjustment of the economic and managerial characteristics of a construction enterprise has been developed which, unlike existing approaches that assess BIM effects within an individual project through the number of clashes, design duration or cost estimate accuracy, links deviations detected in the information model with the time, planning, cost and performance characteristics of the enterprise through a system of partial indicators, an integral management efficiency index as a form of aggregating partial indicators (normalisation relative to the best value is meaningful for a series of at least three periods or an external benchmark) and a scenario assessment of the economic effect based on the share of controlled costs, which makes it possible to determine the lower bound of the economic effect and the maximum level of expenditure on digital infrastructure.

The dissertation improved: the conceptual framework of the economics of digital transformation of a construction enterprise by clarifying the content of the concept of «economic and managerial characteristics of a construction enterprise» as a set of financial and economic indicators and characteristics of the management system formed through the parameters of construction works, introducing the concept of «BIM-based adjustment» as a process of anticipatory adjustment of these characteristics on the basis of deviations detected in the information model, and substantiating the composition of the BIM-oriented economic and managerial

toolkit of digital transformation as a unity of a system of indicators, a data verification mechanism, monitoring and assessment tools, a digital diagnostics algorithm and a scaling roadmap.

Further development has been made of: the mechanism of analytical verification of BIM data, which combines organisational verification according to the ISO 19650 series, automated rule-based model checking and risk-oriented prioritisation of checks, with aggregation of the check results in a data quality coefficient as a criterion of the suitability of model data for economic calculations; the roadmap for scaling BIM approaches in the management of a construction enterprise, which contains the stages of pilot implementation, process integration, analytics scaling and strategic BIM-based adjustment with transition criteria between stages based on the proposed indicators and is consistent with the Concept for the implementation of BIM technologies in Ukraine, DSTU ISO 19650-1:2020 and DBN A.3.1-5:2016.

The practical value of the dissertation results lies in the application of the developed BIM-oriented toolkit – the methodology for assessing the efficiency of BIM-based adjustment, the system of indicators, the data verification mechanism, the algorithm for the digital diagnostics of management decision efficiency and the scaling roadmap – for timely detection of deviations, quantitative assessment of the results of management decisions and justification of the digital transformation budget of construction enterprises. The proposed system of indicators makes it possible to assess the results of BIM use by the time, planning, cost and performance characteristics of the enterprise, and the scenario calculation makes it possible to determine the lower bound of the economic effect and the maximum expenditure on digital infrastructure. The data verification mechanism and the digital diagnostics algorithm ensure the reliability of the initial information and the formation of management information in the course of work, while the scaling roadmap determines the sequence and criteria for moving to higher levels of BIM maturity. The quantitative approbation was carried out at LLC “Construction Firm “Alfa-Service”” (implementation certificate No. 75 of 14.04.2026); the suitability

of the digitally integrated management system architecture was confirmed qualitatively at LLC “Marston-Grup” (certificate No. 65-1 of 12.05.2026); the results were also used by the Institute of Local Development (notice of use No. 54 of 01.05.2026). The quantitative estimates were obtained from the data of one enterprise in relative terms over two periods and are of an estimated nature.

Keywords: BIM; building information modelling; digital transformation; construction enterprise; economic and managerial toolkit; economic and managerial characteristics; BIM-based adjustment; system of indicators; integral management efficiency index; data verification; digital monitoring; scaling roadmap.