

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БАРТКО ВАСИЛЬ ФЕДОРОВИЧ

УДК 338.45:69:004.9

ДИСЕРТАЦІЯ

**ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ
ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ СФЕРИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ
ТРАНСФОРМАЦІЇ**

051 – Економіка
05 – Соціальні та поведінкові науки

Подається на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
В.Ф.Бартко

Наукові керівники:

1. **Малихіна Оксана Михайлівна**, доктор економічних наук, професор, професор кафедри менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва та архітектури
2. **Новикова Іннола Вікторівна**, доктор економічних наук, професор, професор кафедри менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва та архітектури

АНОТАЦІЯ

Бартко В.Ф. *Економічний механізм реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації.* — Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки» за спеціальністю 051 «Економіка». — Київський національний університет будівництва і архітектури. — Київ, 2026.

Дисертаційне дослідження спрямоване на теоретичне обґрунтування, методичне забезпечення та прикладну формалізацію економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в середовищі цифрових технологічних змін. У роботі реструктуризацію розглянуто як керований процес перебудови системи створення економічної цінності підприємства, що охоплює трансформацію технологій, ресурсної конфігурації, організаційних взаємозв'язків, компетентностей, інформаційних потоків і способів взаємодії з учасниками інвестиційно-будівельних проєктів. Вихідною позицією дослідження стало положення про необхідність узгодження глибини цифрових змін із функціональним профілем підприємства, масштабом його діяльності, досягнутим рівнем цифрової зрілості та наявними ресурсними можливостями.

Актуальність дослідження визначається структурними змінами економічного середовища будівельного бізнесу, посиленням ролі цифрових даних у процесах створення вартості та поступовим переходом від автономного використання програмних продуктів до інтегрованих цифрових екосистем. Для підприємств інвестиційно-будівельної сфери цифровізація змінює не тільки технологічну основу виконання робіт, а й принципи економічної координації, структуру трансакційних витрат, моделі партнерства, вимоги до людського капіталу та механізми прийняття управлінських рішень.

Особливої ваги такі процеси набувають у контексті відновлення економіки України, коли інвестиційно-будівельна діяльність має одночасно відповідати

критеріям економічної результативності, прозорості, технологічної сумісності, ресурсної ощадливості та європейським вимогам до цифрового супроводу життєвого циклу об'єктів. За таких умов здатність підприємства інтегрувати BIM/TIM, Digital Twins, IoT, хмарні сервіси та аналітику даних перетворюється з локальної технологічної переваги на фактор його інвестиційної привабливості, конкурентної позиції та участі у складних девелоперських проєктах.

Водночас цифровий перехід формує нову структуру економічних ризиків. Первинні інвестиції у програмне забезпечення, цифрову інфраструктуру, підготовку даних і розвиток компетентностей передують отриманню економічного ефекту, тоді як вигоди можуть розподілятися між різними стадіями життєвого циклу будівельного об'єкта та різними учасниками проєкту, що обумовлює необхідність економічного обґрунтування не самого факту застосування цифрових технологій, а раціональної конфігурації трансформаційних заходів відповідно до характеристик конкретного підприємства.

У дисертації сформовано методологічну позицію, відповідно до якої результативність реструктуризації визначається здатністю економічного механізму поєднати діагностику вихідного стану, визначення цільової конфігурації, ресурсне забезпечення, вибір технологічних рішень, управління людським та інтелектуальним капіталом, контроль ризиків і постійне коригування траєкторії змін на основі фактичних даних. Такий підхід дозволив перейти від універсальних схем цифровізації до диференційованої моделі реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери.

У **першому розділі** сформовано теоретико-методологічний базис економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС та розкрито трансформацію його змісту в процесі зміни технологічних парадигм. Встановлено, що вектор розвитку від Industry 4.0 до Industry 5.0 змінює економічну природу реструктуризації: поряд із технологічною автоматизацією визначального значення набувають людиноцентричність, резильєнтність, екологічна відповідальність, інтелектуалізація управління та здатність

підприємства капіталізувати інформаційні й нематеріальні активи.

Розвинено трактування економічного механізму реструктуризації як системи взаємопов'язаних управлінських впливів, що забезпечує перетворення ресурсів, компетентностей, бізнес-процесів та цифрових активів у додаткову економічну цінність. Обґрунтовано доцільність поєднання сценарного, ресурсного, процесного, ринкового та екосистемоорієнтованого підходів. Екосистемна складова розкриває особливості функціонування підприємств у платформному середовищі, де економічний результат формується не ізольовано окремим суб'єктом, а через координацію цифрово взаємопов'язаних учасників інвестиційно-будівельного проєкту.

Сформовано структурно-функціональну архітектуру механізму, яка забезпечує послідовний перехід від діагностики вихідних параметрів до моделювання бажаного стану, організаційно-ресурсного забезпечення змін та прогнозування їх наслідків. Обґрунтовано необхідність узгодження цифрової реструктуризації з корпоративними пріоритетами підприємства та його позицією у системі інвестиційно-будівельних взаємозв'язків.

Розвинено методологічні засади оцінювання економічних наслідків реструктуризації на основі data-driven підходу. Цифрові дані, що виникають у процесах BIM/TIM-моделювання, аудиту, проєктування, виконання робіт та експлуатації об'єктів, розглянуто як інформаційну основу кількісного контролю результативності трансформації. Запропоновано поєднання випереджувальних і результативних індикаторів, що дозволяє відстежувати не лише кінцевий економічний ефект, а й динаміку формування передумов для його одержання.

У **другому розділі** здійснено економічну діагностику середовища функціонування підприємств інвестиційно-будівельної сфери України та визначено передумови їх структурно-цифрової модернізації. Встановлено взаємозв'язок між інвестиційною активністю, інституційною якістю, технологічною готовністю галузі та здатністю підприємств залучатися до цифрово інтегрованих проєктів відновлення.

Обґрунтовано макроекономічне значення цифрових технологій для

інвестиційно-будівельної сфери. BIM/TIM та пов'язані з ними цифрові інструменти розглянуто як засоби підвищення контрольованості інвестиційних потоків, зменшення інформаційної асиметрії, посилення прозорості проєктного управління та формування інституційної сумісності із європейським економічним простором. Визначено систему принципів цифрово орієнтованого відновлення, що поєднує технологічну модернізацію, економічну обґрунтованість, соціальну інклюзивність та орієнтацію на європейські стандарти.

Розроблено методичний підхід до визначення цифрової зрілості та інвестиційно-інноваційного потенціалу підприємства. Його основу становить система часткових та інтегральних індикаторів, які характеризують технічні, технологічні, кадрові, виробничі, фінансові, ринкові та маркетингові параметри. Для переходу від одновимірного рейтингового оцінювання до ситуаційної діагностики сформовано тривимірну модель ідентифікації стану підприємства, що поєднує рівень цифрової зрілості, функціональний профіль та масштаб діяльності. Отримана позиція підприємства використовується як інформаційна база для вибору економічно виправданого вектора реструктуризації.

Систематизовано ризики та обмеження цифрового переходу і запропоновано їх кількісне оцінювання. Розроблений інструментарій охоплює реєстр ризиків, матричну оцінку ймовірності та економічних наслідків, індекс бар'єрності цифрового переходу, модель повної вартості володіння цифровою інфраструктурою та ризик-скориговане оцінювання інвестиційних результатів.

Виявлено часову та інституційну асиметрії цифрової трансформації. Перша проявляється у невідповідності між моментом здійснення витрат та періодом отримання вигід, друга — у розриві між швидкістю технологічних змін і темпами адаптації нормативно-інституційного середовища. Для характеристики економічних втрат, що виникають унаслідок несумісності інформаційних систем, повторного введення та конвертації даних, додаткових перевірок і погоджень, розвинено положення щодо «цифрового трансакційного клину». Обґрунтовано принцип цифрової достатності, відповідно до якого обсяг

технологічних інвестицій має визначатися економічною потребою підприємства, а не прагненням до максимально можливої технологічної насиченості.

У **третьому розділі** здійснено економіко-математичну формалізацію адаптивного механізму реструктуризації підприємств ІБС. Стан підприємства представлено системою взаємопов'язаних економічних, організаційних, технологічних, кадрових, процесних та інформаційних параметрів, динаміка яких залежить від управлінських впливів, зовнішнього середовища та цифрової інфраструктури взаємодії.

Хмарну BIM-платформу включено до моделі як середовище інтеграції учасників та одночасно як інформаційний контур зворотного зв'язку. На такій основі сформовано замкнену логіку адаптивного управління, яка передбачає послідовне проходження діагностичного, модельного, селективного, реалізаційного, моніторингового та коригувального етапів. Керуючий вплив визначається шляхом багатокритеріального зіставлення очікуваного приросту вартості, продуктивності, цифрової зрілості, витрат, тривалості трансформації та сукупного ризику.

Удосконалено підхід до забезпечення цифрової сумісності учасників інвестиційно-будівельного проєкту. Доведено необхідність врахування цифрового розриву між контрагентами, оскільки результативність інтегрованого BIM/TIM-середовища залежить не тільки від технологічного рівня окремого підприємства, а й від узгодженості цифрових можливостей усіх ключових учасників, що дозволило формалізувати задачу вибору партнерів за критерієм мінімізації розривів цифрової готовності та підвищення інтегральної ефективності проєктної взаємодії.

Розвинено економічний інструментарій управління інтелектуальним капіталом у процесах реструктуризації. До ресурсної основи цифрового розвитку включено не лише матеріальну та програмно-технологічну інфраструктуру, а й професійні знання, цифрові компетентності персоналу, організаційні процедури, дані, інформаційні моделі, інтелектуальну власність, партнерський капітал та інноваційні рішення. Виокремлено людську, структурну й реляційну

компоненти інтелектуального капіталу та визначено механізми їх включення до економічної системи створення вартості.

Інструментарій управління інтелектуальними та інноваційними активами доповнено ESG-контуром, завдяки якому результативність інвестицій у цифрові компетентності та нематеріальні ресурси оцінюється з урахуванням не лише прямого фінансового результату, а й екологічних, соціальних та управлінських наслідків. Такий підхід дозволяє поєднати технологічну модернізацію з вимогами довгострокової економічної стійкості підприємства.

Запропоновано комплексний підхід до визначення ефективності удосконаленого механізму реструктуризації у трьох взаємопов'язаних площинах: операційній, інвестиційній та стратегічній. Операційний контур характеризує зміни продуктивності, витрат, ресурсомісткості та тривалості процесів; інвестиційний — співвідношення вкладень у цифрову інфраструктуру, програмне забезпечення та розвиток персоналу з отриманими результатами; стратегічний — розширення ринкових можливостей, накопичення інтелектуального капіталу, підвищення цифрової сумісності та здатність підприємства працювати у складних інтегрованих проєктах.

Визначено диференційовані стратегічні орієнтири реалізації механізму залежно від масштабу, функціонального профілю, ресурсної забезпеченості та результатів цифрової діагностики. Для мікро- і малих підприємств пріоритетними визначено хмарну модель цифрової інфраструктури, контроль стартових інвестицій, селективне формування компетентностей та використання сумісних стандартів і програмних рішень. Для середніх і великих підприємств доцільними є розширена інтеграція інформаційних потоків, масштабування BIM/TIM, розвиток корпоративних стандартів та формування власних цифрових активів.

Наукова новизна дисертаційного дослідження полягає у поглибленні теоретичних положень, розвитку методичних засад та формалізації прикладного інструментарію економічного управління реструктуризацією підприємств інвестиційно-будівельної сфери, що дозволяють диференціювати параметри

цифрових перетворень відповідно до характеристик конкретного суб'єкта господарювання.

Удосконалено:

- теоретико-методологічне трактування реструктуризації підприємств ІБС, відповідно до якого її економічний зміст розкривається через стратегічну адаптацію підприємства до зміни технологічної парадигми та перетворення цифрових, інформаційних і мережевих ресурсів на джерела доданої вартості, капіталізації та довгострокових конкурентних переваг;
- концептуальні засади побудови економічного механізму реструктуризації на основі взаємодоповнення сценарної, ресурсної, процесної, ринкової та екосистемної логіки управління, що забезпечує координацію корпоративної трансформації з вимогами платформного середовища та цифрових ланцюгів створення цінності;
- методологічний підхід до оцінювання результативності цифрової реструктуризації із застосуванням data-driven моделювання та системи взаємопов'язаних випереджувальних і результативних індикаторів, завдяки чому створюється можливість кількісного контролю економічних наслідків управлінських рішень упродовж процесу трансформації;
- методичний інструментарій діагностики цифрової зрілості й інвестиційно-інноваційного потенціалу, який поєднує індексне оцінювання із тривимірною ідентифікацією підприємства за цифровою зрілістю, функціональною роллю та масштабом і забезпечує ситуаційний вибір вектора реструктуризації;
- економіко-математичну модель адаптивної реструктуризації, в якій зміна стану підприємства описується через взаємодію його економічних, організаційних, технологічних, кадрових, процесних та інформаційних параметрів із керуючими впливами, зовнішніми умовами та середовищем хмарної ВІМ-платформи; вибір управлінського рішення здійснюється на основі багатокритеріального співвідношення очікуваних ефектів, витрат, часу та ризику, а цифрова сумісність учасників проєкту враховується через мінімізацію міжорганізаційного розриву цифрової готовності.

Набули подальшого розвитку:

- положення щодо макроекономічних та інституційних детермінант реструктуризації ІБС України, в яких цифрові технології розглядаються як інструмент не тільки внутрішньофірмової ефективності, а й підвищення прозорості інвестицій, контрольованості використання фінансових ресурсів та інтеграції національного будівельного ринку до європейського економічного і нормативного простору;
- методичний інструментарій економічного оцінювання ризиків цифрового переходу, що поєднує ідентифікацію ризиків, оцінку ймовірності та масштабу їх наслідків, визначення бар'єрності трансформації, розрахунок повної вартості цифрового переходу та ризик-скоригованої інвестиційної ефективності, а також враховує часову й інституційну асиметрії цифровізації та економічні наслідки цифрового транзакційного клину;
- економічні засади управління інтелектуальним капіталом, цифровими компетентностями й інноваційними активами, які передбачають комплексне управління людською, структурною та реляційною складовими нематеріальних ресурсів підприємства і доповнюються ESG-критеріями оцінювання результатів їх формування та використання;
- методичні положення комплексного оцінювання ефективності механізму реструктуризації, побудовані на диференціації операційних, інвестиційних і стратегічних ефектів та принципі співмірності очікуваного результату з масштабом підприємства, обсягом інвестицій і глибиною трансформації, що створює основу для вибору економічно обґрунтованої конфігурації цифрових технологій, компетентностей, активів і партнерських взаємозв'язків.

Практична значущість та апробація результатів. Прикладна цінність одержаних результатів визначається можливістю використання запропонованого інструментарію під час підготовки та реалізації програм цифрової реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери. Методичні розробки дозволяють діагностувати вихідні умови трансформації, визначати пріоритетність цифрових інвестицій, узгоджувати технологічні

рішення з ресурсними можливостями, оцінювати ризики, формувати цифрові компетентності та контролювати економічні результати перетворень.

Практичне використання окремих положень і рекомендацій підтверджено результатами їх впровадження у діяльність Державне підприємство «Дніпровський проектний інститут» (довідка від 24.03.2026 № 452). ТОВ «КГП ДЕВЕЛОПМЕНТ» (довідка від 24.03.2026 № 567), ТОВ «БЛАГО БУД» (довідка від 03.04.2026 № 167).

Результати дослідження пройшли апробацію на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях. За тематикою дисертації оприлюднено наукові праці, у яких представлено теоретичні, методичні та прикладні положення щодо реструктуризації, цифрової модернізації, платформної взаємодії та економічного забезпечення трансформації підприємств інвестиційно-будівельної сфери.

Практичне застосування запропонованого механізму створює передумови для переходу підприємств від несистемного впровадження окремих цифрових інструментів до економічно керованої трансформації бізнес-моделі. Використання механізму забезпечує можливість пов'язати технологічні інвестиції з економічними результатами, сформувати збалансовану траєкторію розвитку цифрових компетентностей та інтелектуальних активів, підвищити адаптивність підприємства до змін ринкового середовища й посилити його спроможність до участі в інтегрованих інвестиційно-будівельних проєктах.

Ключові слова: інвестиційно-будівельна сфера, реструктуризація підприємства, економічний механізм, цифрова трансформація, цифрова зрілість, BIM/TIM, хмарна BIM-платформа, платформна економіка, цифрова екосистема, data-driven моделювання, інвестиційно-інноваційний потенціал, економічні ризики, інтелектуальний капітал, цифрові компетентності, ESG, адаптивне управління, економічна ефективність.

ABSTRACT

Bartko V.F. *Economic mechanism of restructuring enterprises of the investment and construction sphere under conditions of digital transformation.* — Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 05 «Social and Behavioral Sciences», specialty 051 «Economics». — Kyiv National University of Construction and Architecture. — Kyiv, 2026.

The dissertation research is focused on the theoretical substantiation, methodological support, and applied formalization of the economic mechanism for restructuring enterprises in the investment and construction sphere within the environment of digital technological change. In the study, restructuring is interpreted as a managed process of transforming the enterprise's economic value creation system, encompassing changes in technologies, resource configuration, organizational relationships, competencies, information flows, and modes of interaction with participants in investment and construction projects. The research is based on the premise that the depth of digital transformation should be aligned with the enterprise's functional profile, scale of operations, achieved level of digital maturity, and available resource capacity.

The relevance of the research is determined by structural changes in the economic environment of the construction business, the growing role of digital data in value creation processes, and the gradual transition from the autonomous use of software products to integrated digital ecosystems. For enterprises in the investment and construction sphere, digitalization transforms not only the technological basis of operations but also the principles of economic coordination, the structure of transaction costs, partnership models, human capital requirements, and managerial decision-making mechanisms.

These processes become particularly significant in the context of Ukraine's economic recovery, when investment and construction activities must simultaneously comply with criteria of economic performance, transparency, technological

interoperability, resource efficiency, and European requirements for the digital support of the entire life cycle of construction assets. Under such conditions, an enterprise's ability to integrate BIM/TIM, Digital Twins, IoT, cloud services, and data analytics is transformed from a local technological advantage into a factor of investment attractiveness, competitive positioning, and participation in complex development projects.

At the same time, the digital transition generates a new structure of economic risks. Initial investments in software, digital infrastructure, data preparation, and competency development precede the realization of economic benefits, while those benefits may be distributed across different stages of the construction asset life cycle and among different project participants. This creates the need to economically substantiate not merely the application of digital technologies as such, but rather the rational configuration of transformation measures in accordance with the characteristics of a particular enterprise.

The dissertation develops a methodological position according to which restructuring effectiveness is determined by the capacity of the economic mechanism to integrate diagnostics of the initial state, determination of the target configuration, resource provision, selection of technological solutions, management of human and intellectual capital, risk control, and continuous adjustment of the transformation trajectory based on actual data. This approach makes it possible to move from universal digitalization schemes to a differentiated model of restructuring enterprises in the investment and construction sphere.

In the **first chapter**, the theoretical and methodological basis of the economic mechanism for restructuring enterprises in the investment and construction sphere is formed, and the transformation of its content under changing technological paradigms is revealed. It is established that the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0 changes the economic nature of restructuring: alongside technological automation, human-centricity, resilience, environmental responsibility, intellectualization of management, and the enterprise's ability to capitalize information and intangible assets become increasingly important.

The interpretation of the economic restructuring mechanism is further developed as a system of interrelated managerial influences that enables the transformation of resources, competencies, business processes, and digital assets into additional economic value. The expediency of combining scenario-based, resource-based, process-oriented, market-oriented, and ecosystem-oriented approaches is substantiated. The ecosystem component reveals the specific features of enterprise operation within a platform environment, where economic results are generated not in isolation by an individual entity but through the coordination of digitally interconnected participants in an investment and construction project.

A structural and functional architecture of the mechanism is developed, ensuring a consistent transition from diagnosing initial parameters to modeling the desired state, providing organizational and resource support for change, and forecasting its consequences. The need to align digital restructuring with corporate priorities and the enterprise's position within the system of investment and construction relationships is substantiated.

The methodological foundations for assessing the economic consequences of restructuring on the basis of a data-driven approach are further developed. Digital data generated in BIM/TIM modeling, auditing, design, construction, and facility operation processes are considered as the information basis for quantitative control of transformation performance. A combination of leading and lagging indicators is proposed, making it possible to monitor not only the final economic effect but also the dynamics of the prerequisites for achieving it.

In the **second chapter**, an economic diagnosis of the operating environment of Ukrainian investment and construction enterprises is conducted, and the prerequisites for their structural and digital modernization are identified. The relationship between investment activity, institutional quality, technological readiness of the sector, and the ability of enterprises to participate in digitally integrated recovery projects is established.

The macroeconomic significance of digital technologies for the investment and construction sphere is substantiated. BIM/TIM and related digital tools are considered

as means of enhancing the controllability of investment flows, reducing information asymmetry, increasing the transparency of project management, and ensuring institutional compatibility with the European economic environment. A system of principles for digitally oriented recovery is defined, combining technological modernization, economic feasibility, social inclusion, and orientation toward European standards.

A methodological approach to determining an enterprise's digital maturity and investment and innovation potential is developed. Its basis is a system of partial and integral indicators characterizing technical, technological, human resource, production, financial, market, and marketing parameters. In order to move from one-dimensional rating assessment to situational diagnostics, a three-dimensional model for identifying the enterprise's state is developed, combining the level of digital maturity, functional profile, and scale of operations. The resulting position of the enterprise is used as an information basis for selecting an economically justified restructuring vector.

The risks and constraints of digital transition are systematized, and their quantitative assessment is proposed. The developed toolkit includes a risk register, matrix assessment of probability and economic impact, a digital transition barrier index, a total cost of ownership model for digital infrastructure, and risk-adjusted evaluation of investment outcomes.

Temporal and institutional asymmetries of digital transformation are identified. The former is manifested in the mismatch between the timing of expenditures and the period in which benefits are obtained, while the latter reflects the gap between the speed of technological change and the pace of adaptation of the regulatory and institutional environment. To characterize economic losses arising from incompatibility of information systems, repeated data entry and conversion, additional verification procedures, and coordination processes, the concept of the digital transaction wedge is further developed. The principle of digital sufficiency is substantiated, according to which the volume of technological investment should be determined by the enterprise's economic needs rather than by the pursuit of the highest possible level of technological saturation.

In the **third chapter**, an economic and mathematical formalization of the adaptive mechanism for restructuring enterprises in the investment and construction sphere is carried out. The state of an enterprise is represented as a system of interrelated economic, organizational, technological, human resource, process, and information parameters, the dynamics of which depend on managerial influences, the external environment, and the digital infrastructure of interaction.

A cloud-based BIM platform is incorporated into the model both as an integration environment for participants and as an information feedback loop. On this basis, a closed-loop logic of adaptive management is developed, involving a sequence of diagnostic, modeling, selection, implementation, monitoring, and adjustment stages. The control action is determined through a multi-criteria comparison of the expected increase in value, productivity, digital maturity, costs, duration of transformation, and aggregate risk.

The approach to ensuring digital interoperability among participants in an investment and construction project is improved. The necessity of accounting for digital gaps between counterparties is substantiated, since the effectiveness of an integrated BIM/TIM environment depends not only on the technological level of an individual enterprise but also on the consistency of the digital capabilities of all key participants. This makes it possible to formalize the partner selection task according to the criterion of minimizing gaps in digital readiness and increasing the integrated efficiency of project interaction.

The economic toolkit for managing intellectual capital in restructuring processes is further developed. The resource base of digital development includes not only material and software-technological infrastructure but also professional knowledge, employees' digital competencies, organizational procedures, data, information models, intellectual property, partnership capital, and innovative solutions. Human, structural, and relational components of intellectual capital are distinguished, and mechanisms for their integration into the economic value creation system are defined.

The toolkit for managing intellectual and innovative assets is supplemented by an ESG dimension, enabling the effectiveness of investments in digital competencies

and intangible resources to be assessed not only in terms of direct financial returns but also with regard to environmental, social, and governance implications. This approach makes it possible to combine technological modernization with the requirements of the enterprise's long-term economic sustainability.

A comprehensive approach to evaluating the effectiveness of the improved restructuring mechanism is proposed across three interrelated dimensions: operational, investment, and strategic. The operational dimension characterizes changes in productivity, costs, resource intensity, and process duration; the investment dimension reflects the relationship between investments in digital infrastructure, software, and personnel development and the resulting outcomes; the strategic dimension reflects the expansion of market opportunities, accumulation of intellectual capital, increased digital interoperability, and the enterprise's ability to operate within complex integrated projects.

Differentiated strategic guidelines for implementing the mechanism are determined depending on enterprise scale, functional profile, resource availability, and digital diagnostic results. For micro and small enterprises, priority is given to cloud-based digital infrastructure, control of initial investment costs, selective competency development, and the use of interoperable standards and software solutions. For medium-sized and large enterprises, expanded integration of information flows, scaling of BIM/TIM, development of corporate standards, and creation of proprietary digital assets are considered appropriate.

The scientific novelty of the dissertation research lies in the deepening of theoretical provisions, development of methodological foundations, and formalization of applied tools for the economic management of restructuring enterprises in the investment and construction sphere, enabling the parameters of digital transformation to be differentiated according to the characteristics of a specific business entity.

Improved:

- the theoretical and methodological interpretation of restructuring enterprises in the investment and construction sphere, according to which its economic content is revealed through the strategic adaptation of an enterprise to a changing technological

paradigm and the transformation of digital, information, and network resources into sources of added value, capitalization, and long-term competitive advantages;

- the conceptual foundations for constructing the economic restructuring mechanism based on the complementary integration of scenario-based, resource-based, process-oriented, market-oriented, and ecosystem-based management logic, ensuring coordination between corporate transformation and the requirements of the platform environment and digital value chains;
- the methodological approach to evaluating the performance of digital restructuring through the use of data-driven modeling and a system of interconnected leading and lagging indicators, creating the possibility of quantitative control over the economic consequences of managerial decisions throughout the transformation process;
- the methodological toolkit for diagnosing digital maturity and investment and innovation potential, combining index-based assessment with three-dimensional identification of an enterprise by digital maturity, functional role, and scale, thereby supporting the situational selection of a restructuring vector;
- the economic and mathematical model of adaptive restructuring, in which changes in the enterprise's state are described through the interaction of its economic, organizational, technological, human resource, process, and information parameters with managerial influences, external conditions, and the environment of a cloud-based BIM platform; the choice of a managerial decision is based on a multi-criteria ratio of expected effects, costs, time, and risk, while the digital interoperability of project participants is taken into account through minimizing the inter-organizational gap in digital readiness.

Further developed:

- provisions concerning the macroeconomic and institutional determinants of restructuring the investment and construction sphere of Ukraine, in which digital technologies are considered not only as an instrument of internal enterprise efficiency but also as a means of increasing investment transparency, enhancing control over the use of financial resources, and integrating the national construction market into the European economic and regulatory environment;

- the methodological toolkit for economic assessment of digital transition risks, combining risk identification, evaluation of the probability and scale of consequences, determination of transformation barriers, calculation of the total cost of digital transition, and risk-adjusted investment efficiency, while also taking into account the temporal and institutional asymmetries of digitalization and the economic consequences of the digital transaction wedge;
- the economic foundations for managing intellectual capital, digital competencies, and innovative assets, providing for integrated management of the human, structural, and relational components of an enterprise's intangible resources and supplemented by ESG criteria for evaluating the results of their formation and use;
- methodological provisions for the comprehensive assessment of restructuring mechanism effectiveness, based on the differentiation of operational, investment, and strategic effects and on the principle of proportionality between the expected result, enterprise scale, investment volume, and depth of transformation, thereby creating a basis for selecting an economically substantiated configuration of digital technologies, competencies, assets, and partnership relationships.

Practical significance and approbation of the research results. The applied value of the obtained results is determined by the possibility of using the proposed toolkit in the preparation and implementation of digital restructuring programs for enterprises in the investment and construction sphere. The methodological developments make it possible to diagnose the initial conditions of transformation, prioritize digital investments, align technological solutions with available resources, assess risks, develop digital competencies, and monitor the economic outcomes of transformation.

The practical use of individual provisions and recommendations is confirmed by the results of their implementation in the activities of the State Enterprise "Dnipro Design Institute" (certificate dated 03/24/2026 No. 452). LLC "KGP DEVELOPMENT"(certificate dated 03/24/2026 No. 567) LLC "BLAGO BUD" (certificate dated 04/03/2026 No. 167).

The research results have been presented and discussed at international and

national scientific and practical conferences. Scientific publications based on the dissertation topic present theoretical, methodological, and applied provisions relating to restructuring, digital modernization, platform-based interaction, and the economic support of transformation processes in enterprises of the investment and construction sphere.

The practical application of the proposed mechanism creates the prerequisites for enterprises to move from unsystematic implementation of individual digital tools toward an economically managed transformation of the business model. Its use makes it possible to link technological investments with economic outcomes, form a balanced trajectory for the development of digital competencies and intellectual assets, enhance enterprise adaptability to changes in the market environment, and strengthen its capacity to participate in integrated investment and construction projects.

Keywords: investment and construction sphere, enterprise restructuring, economic mechanism, digital transformation, digital maturity, BIM/TIM, cloud-based BIM platform, platform economy, digital ecosystem, data-driven modeling, investment and innovation potential, economic risks, intellectual capital, digital competencies, ESG, adaptive management, economic efficiency.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях категорії «Б»:

1. Д. С. Гергі, М. М. Омеляненко, О. С. Маляренко, О. І. Кончаківський, В. **Ф. Бартко** Інформаційно-адаптивні платформи інтегрованої реалізації проектів як драйвер гармонізації економічних інтересів підприємств-стейкхолдерів будівництва [Електронний ресурс] // Управління розвитком складних систем . - 2024. - Вип. 60. - С. 156-164. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2024_60_20 *(Особистий внесок здобувача полягає в розробці складових інформаційно-адаптивної платформи реалізації проектів та адаптування її застосування в будівництві).*
2. Лещінський В.П., **Бартко В.Ф.** Теоретичні підходи до обґрунтування необхідності реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації. Шляхи підвищення ефективності будівництва. 2024. № 54 (2). С. 367-379. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54\(2\).367-379](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(2).367-379) *(Особистий внесок автора: визначено як поведінка підприємства вніестиційно-будівельної сфери при зміні умов функціонування, зокрема цифрової трансформації)*
3. **Бартко В. Ф.**, Ц. Цзін, О. М. Хоменко Концептуально-теоретичні аспекти трансформації середовища будівельного девелоперського проекту до формату цифрової екосистеми [Електронний ресурс]// Просторовий розвиток . - 2024. - Вип. 9. - С. 361-372. - Режим доступу: <https://spd.knuba.edu.ua/article/view/319957> DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.9.361-372> *(Особистий внесок автора: визначено базові умови трансформації середовища будівельного девелоперського проекту до формату цифрової екосистеми)*
4. О. І. Кончаківський, **В. Ф. Бартко**, О. М. Хоменко, Д. С. Гергі Цифрова модернізація операційних систем підприємств-стейкхолдерів будівництва:

інноваційні рішення та екосистемний підхід [Електронний ресурс] // Просторовий розвиток . - 2024. - Вип. 10. - С. 554-567. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spdev_2024_10_47 DOI: 10.32347/2786-7269.2024.10.554-567 *(Особистий внесок автора: обґрунтовано економічну ефективність цифрової трансформації операційних систем будівельних підприємств)*

5. Федоров, В., **Бартко, В.**, Кучеренко, О., Малярєнко, О., Цянь, Ц. (2025). Економічна оцінка траєкторії інноваційного розвитку підприємств-стейкхолдерів будівництва у форматі цифрової екосистеми. Будівельне виробництво, (78), 80–87. <https://doi.org/10.36750/2524-2555.78.80-87> *(Особистий внесок автора: обґрунтовано необхідність та економічну ефективність використання цифрової екосистеми для будівельних підприємств)*
6. Хоменко, О., **Бартко, В.**, Кончаківський, О., Гергі, Д. (2025). Екосистемний підхід до цифрової модернізації будівельних підприємств: виклики, рішення та перспективи. Просторовий розвиток, (12), 89–100. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.12.89-100> *(Особистий внесок автора: обґрунтовано необхідність використання екосистемного підходу до цифрової модернізації для будівельних підприємств)*
7. Лещінський В.П., **Бартко В.Ф.** Організаційно-економічний механізм цифрової трансформації підприємств інвестиційно-будівельної сфери на основі об'єктно-адаптивного підходу. Нові технології в будівництві. 2026. № 48. С. 168-179. <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2026.48.2026.20> *(Особистий внесок автора: розроблено теоретичні засади організаційно-економічного механізму цифрової трансформації)*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації: тези доповідей на конференціях

8. **Bartko Vasyl**, Fesun Artem, Gergi Denys Formation of an adaptive modern

approach to ensuring enterprise security - матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Американські стандарти аграрної освіти в Україні» К.: КАУ НААН України, 2024, с.52 <https://tinyurl.com/bdds2d6r> (*Особистий внесок автора: обґрунтовано теоретико-методичні засади оцінки безпеки будівельних підприємств в умовах цифрової трансформації*)

9. **Vasil Bartko** Choosing the optimal product strategy of a construction organization XIII International Research-to-Practice Conference “Society Transformations in Social and Human Sciences Rīga: BSA, 2025. p.172 https://bsa.edu.lv/docs/science/book/conference_20241213.pdf
10. Dmytro Novykov, **Vasil Bartko** "GREEN" construction and "green" standards as the most relevant and promising areas of resource conservation in construction XV International Scientific and Practical Conference “Time of Challenges and Opportunities: Challenges, Solutions, Perspectives”. Rīga: BSA, 2025. 38p <https://tinyurl.com/483542mb> (*Особистий внесок автора: визначено вплив «зеленого будівництва» на розвиток підприємств інвестиційно-будівельної сфери*).
11. **Бартко Василь Федорович** Економічна ефективність цифрової екосистеми підприємств у будівельному девелопменті: концептуальні засади та механізми підвищення //Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу: матеріали доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 4-5 листопада 2025 року) / за заг. ред. В. М. Лича, Л.О. Згалат-Лозинської. Київ: КНУБА, 2025. 950 с. <https://tinyurl.com/5n8tp62w>
12. Leshchynsky V., **Bartko V.** Economic and Digital Models of Construction Enterprise Management. XVI International Scientific and Practical Conference “Time of Challenges and Opportunities: Challenges, Solutions, Perspectives”. 15-16 May 2026, Riga, Latvia. Baltic international academy (*Особистий внесок автора: обґрунтовано можливість використання цифрових моделей управління будівельним підприємством*).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	25
ВСТУП	27
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ СФЕРИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ	40
1.1. Генезис та економічна сутність механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери: еволюція від індустріальної до цифрової парадигми (Industry 4.0 → Industry 5.0).	40
1.2. Концептуальні засади формування економічного механізму реструктуризації в умовах платформної економіки та екосистемної взаємодії суб'єктів інвестиційно-будівельної сфери.	57
1.3. Методологічні підходи до економічного оцінювання ефективності цифрової реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери на основі data-driven моделювання.	74
Висновки до першого розділу.	97
РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНА ДІАГНОСТИКА ТА ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ СФЕРИ УКРАЇНИ	100
2.1. Макроекономічний аналіз трансформаційних зрушень та інвестиційної динаміки в інвестиційно-будівельній сфері України в умовах післявоєнного відновлення.	100
2.2. Економічне оцінювання рівня цифрової зрілості (Digital Maturity) та інвестиційно-інноваційного потенціалу підприємств інвестиційно-будівельної сфери із застосуванням індексного методу.	117
2.3. Ідентифікація та кількісна оцінка економічних ризиків і бар'єрів переходу до цифрового будівництва (BIM-технології, Digital Twins, IoT-екосистеми) в контексті інституційного середовища.	132
Висновки до другого розділу.	147
РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ СФЕРИ НА ЗАСАДАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ	149
3.1. Економіко-математичне моделювання механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери на основі адаптивного підходу та хмарних BIM-платформ.	149
3.2. Економічний інструментарій управління інтелектуальним капіталом	166

та інноваційними активами в процесах цифрової реструктуризації з урахуванням ESG-парадигми.

3.3. Оцінювання економічної ефективності та визначення стратегічних орієнтирів удосконаленого економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери. 210

Висновки до третього розділу. 233

ВИСНОВКИ 235

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 239

ДОДАТКИ 265

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- AI** — Artificial Intelligence (штучний інтелект)
- API** — Application Programming Interface (інтерфейс прикладного програмування)
- BI** — Business Intelligence (бізнес-аналітика)
- BIM** — Building Information Modeling (інформаційне моделювання будівель)
- BIM/TIM** — технології інформаційного моделювання будівель та споруд
- CDE** — Common Data Environment (спільне середовище даних)
- DCBI** — Digital Construction Barriers Index (індекс бар'єрів цифрового будівництва)
- DT** — Digital Twin (цифровий двійник)
- ERP** — Enterprise Resource Planning (система планування ресурсів підприємства)
- ESG** — Environmental, Social and Governance (екологічні, соціальні та управлінські принципи)
- GIS** — Geographic Information System (геоінформаційна система)
- IDEF0** — Integration Definition for Function Modeling (методологія функціонального моделювання бізнес-процесів)
- IFC** — Industry Foundation Classes (відкритий формат обміну даними інформаційних моделей)
- IFD** — International Framework for Dictionaries (міжнародна система стандартизованих словників даних)
- IoT** — Internet of Things (Інтернет речей)
- KPI** — Key Performance Indicators (ключові показники ефективності)
- LCC** — Life Cycle Cost (вартість життєвого циклу)
- NPV** — Net Present Value (чиста приведена вартість)
- OPEX** — Operating Expenditure (операційні витрати)
- RDNA** — Rapid Damage and Needs Assessment (швидка оцінка завданої шкоди та потреб у відновленні)
- TCO** — Total Cost of Ownership (сукупна вартість володіння)
- TIM / TIM** — Technology / технології інформаційного моделювання
- TRL** — Technology Readiness Level (рівень технологічної готовності)
- БМР** — будівельно-монтажні роботи
- ДПП** — державно-приватне партнерство
- ЄБРР** — Європейський банк реконструкції та розвитку
- ЄІБ** — Європейський інвестиційний банк
- ІБП** — інвестиційно-будівельний проєкт
- ІБС** — інвестиційно-будівельна сфера
- КПЕ** — ключові показники ефективності

ПЗ — програмне забезпечення

РГ — рівень готовності підприємства до цифрової трансформації

РГК — рівень готовності за кадровим фактором

РГМ — рівень готовності за маркетинговим фактором

РГП — рівень готовності за виробничим фактором

РГР — рівень готовності за ринковим фактором

РГТ — рівень готовності за технічним / технологічним фактором

РГФ — рівень готовності за фінансовим фактором

ВСТУП

Актуальність теми. Будівництво є однією з найважливіших галузей економіки, що формує матеріальну основу життєдіяльності суспільства у всіх її проявах. Незважаючи на стійку динаміку розвитку галузі за останні десятиліття, для вітчизняних підприємств інвестиційно-будівельної сфери (ІБС) залишаються характерними низька продуктивність праці, фрагментарність взаємодії учасників інвестиційно-будівельних проектів (ІБП) та значний обсяг непрямих втрат, пов'язаних із переробками, колізіями проектної документації та простоями на будівельних майданчиках. Будівництво будь-якого об'єкта є результатом спільної діяльності цілого ряду учасників — девелоперів, проектувальників, виконавців та експлуатуючих організацій, — кожен з яких виконує свої функції на відповідних етапах життєвого циклу об'єкта.

Ключовим трендом розвитку ІБС є цифрова трансформація та перехід на цифрове будівництво як новий технологічний уклад в організації діяльності підприємств. Перехід до управління життєвим циклом об'єктів капітального будівництва через єдине цифрове середовище (CDE) на основі технологій інформаційного моделювання (TІM/BІM) є єдиним науково обґрунтованим шляхом мінімізації втрат, скорочення термінів реалізації проектів (на 10–20%) та зниження загальних витрат (до 20–35%). В умовах післявоєнного відновлення України до будівельної галузі висуваються безпрецедентні вимоги щодо швидкості, прозорості, енергоефективності та цільового використання коштів. Цифрове будівництво на основі TІM перестає бути інноваційним трендом і перетворюється на обов'язкову умову участі у міжнародних проектах відновлення, фінансованих інституціями ЄС та світовими донорами.

Класичні, статичні моделі управління та реструктуризації виявляються критично невідповідними динамічним викликам цифрової економіки. Процес впровадження TІM супроводжується так званим «ефектом долини»: тимчасовим падінням продуктивності, зростанням операційних витрат на закупівлю обладнання, ліцензійного програмного забезпечення та навчання персоналу, а

також гострим опором змінам з боку співробітників, менеджменту та власників. Існуючі теоретичні підходи до реструктуризації та цифровізації підприємств часто мають узагальнений характер і не враховують галузеву специфіку ІБС. Зокрема, відсутній цілісний економічний механізм, який би дозволяв диференційовано планувати, організовувати та контролювати процеси цифрової реструктуризації залежно від виду діяльності підприємства, масштабу організації та поточного рівня цифрової зрілості. Відсутність науково обґрунтованого інструментарію для балансування фінансових ресурсів, оцінки рівня готовності до змін та управління ризиками унеможливорює перехід від реактивного до випереджального (проактивного) стратегічного управління.

Таким чином, розробка адаптивного економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС є не лише актуальним теоретичним завданням, а й стратегічним імперативом, що дозволить трансформувати загрози нестабільного середовища у джерела стійких конкурентних переваг та забезпечити економічну доцільність інвестицій у цифрові технології.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. У межах науково-дослідної теми «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» (№ 0115U000860) особистий внесок здобувача полягає у розвитку методичних положень щодо діагностування стану операційної системи будівельного підприємства та виявлення її проблемних зон, які потребують структурно-функціональних і технологічних перетворень. Здобувачем обґрунтовано доцільність використання комплексного оцінювання технічних, технологічних, кадрових, виробничих, фінансових, ринкових і маркетингових параметрів діяльності підприємств як інформаційно-аналітичного підґрунтя для визначення їх готовності до реструктуризації та цифрової трансформації. У межах науково-дослідної теми «Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів» (№ 0121U111793), особистий внесок здобувача полягає в обґрунтуванні методичних засад удосконалення економічного механізму взаємодії підприємств-учасників інвестиційно-будівельних проєктів в умовах

цифровізації. Здобувачем розвинуто підходи до оцінювання готовності підприємств різних функціональних профілів і масштабів до спільної роботи в цифровому середовищі, обґрунтовано необхідність узгодження рівнів їх цифрової зрілості та ресурсної забезпеченості, а також диференціації траєкторій реструктуризації залежно від функцій підприємства в інвестиційно-будівельному процесі. Тема дисертації затверджена Вченою радою КНУБА.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка та обґрунтування теоретико-методичних засад і прикладного інструментарію формування економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах їх переходу до парадигми цифрового будівництва на засадах впровадження технологій інформаційного моделювання.

Відповідно до поставленої мети було сформульовано та поетапно вирішено такі **завдання**:

- розвинути теоретико-методологічні положення щодо економічної сутності реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери, дослідити генезис і трансформацію змісту економічного механізму реструктуризації та обґрунтувати закономірності його еволюції в контексті переходу від індустріальної моделі функціонування будівельних підприємств до цифрової парадигми Industry 4.0–Industry 5.0;
- сформулювати концептуальні засади економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації, визначити його структурно-функціональні компоненти, принципи, методи, інструменти та взаємозв'язки з урахуванням розвитку платформної економіки, цифрових бізнес-моделей та екосистемної взаємодії суб'єктів інвестиційно-будівельної діяльності;
- удосконалити методологічні підходи до економічного оцінювання результативності та ефективності цифрової реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери на основі формування

системи економічних індикаторів, використання data-driven моделювання, цифрової аналітики та кількісного оцінювання впливу трансформаційних заходів на результати діяльності підприємств;

- визначити макроекономічні та галузеві передумови реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери України, здійснити комплексний аналіз трансформаційних зрушень, інвестиційної динаміки, структурних диспропорцій та факторів розвитку ІБС у контексті цифровізації, євроінтеграції та післявоєнного відновлення України;
- розробити методичний підхід до економічного оцінювання цифрової зрілості (Digital Maturity) та інвестиційно-інноваційного потенціалу підприємств інвестиційно-будівельної сфери, що передбачає застосування системи часткових та інтегральних індексів, ідентифікацію функціонального профілю й масштабу підприємства та визначення на такій основі пріоритетних векторів і заходів реструктуризації у формі цифрової трансформації;
- ідентифікувати, систематизувати та кількісно оцінити економічні ризики, бар'єри й обмеження цифрової реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери, пов'язані з переходом до цифрового будівництва та впровадженням BIM/TIM-технологій, Digital Twins, IoT-екосистем та інших цифрових рішень, з урахуванням впливу інституційного середовища;
- розробити економіко-математичну модель та методичний інструментарій формування адаптивного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери, що забезпечує диференційований вибір траєкторій, векторів і комплексу трансформаційних заходів залежно від цифрової зрілості, функціонального профілю, масштабу та ресурсних можливостей підприємства із застосуванням хмарних BIM-платформ;

- удосконалити економічний інструментарій управління інтелектуальним капіталом, цифровими компетентностями та інноваційними активами підприємств інвестиційно-будівельної сфери в процесі реструктуризації, обґрунтувати механізми їх формування, розвитку та використання з урахуванням цифрової трансформації, інноваційної спрямованості та принципів ESG-парадигми;
- розробити методичні положення щодо комплексного оцінювання економічної ефективності удосконаленого механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери та обґрунтувати стратегічні орієнтири його реалізації, що забезпечують вибір економічно доцільних траєкторій цифрової трансформації, оцінювання результативності реструктуризаційних заходів та формування передумов довгострокового підвищення інвестиційно-інноваційного потенціалу, конкурентоспроможності й стійкості підприємств ІБС.

Об'єкт дослідження — процес реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації та переходу на цифрове будівництво.

Предмет дослідження — теоретико-методичні засади, організаційно-економічні механізми та прикладний інструментарій управління реструктуризацією підприємств ІБС різних видів діяльності та масштабів при впровадженні технологій інформаційного моделювання.

Методи дослідження. Методологічний базис дисертації сформовано на основі фундаментальних науково-прикладних розробок у галузі управління організаційними змінами, реструктуризації та цифрової трансформації. У процесі дослідження використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів: системний, процесний, ситуаційний та структурно-функціональний підходи — для формування теоретико-методологічних засад управління реструктуризацією; абстрагування, узагальнення, індукція та дедукція — для систематизації теоретичних положень; SWOT-аналіз, PEST-аналіз — для оцінки факторів внутрішнього та зовнішнього середовища підприємств; метод

експертних оцінок та п'ятибальна шкала (адаптація шкали Лайкерта) — для визначення рівня готовності підприємств до цифрової трансформації; балансовий метод — для управління фінансовими ресурсами та виявлення дисбалансів; методологія IDEF0 — для формалізації процесів управління зниженням опору змінам; методологія TRL (Technology Readiness Level) — для оцінювання рівня готовності; багатокритеріальна оптимізація — для вибору контрагентів; Z-коефіцієнт Альтмана (5-факторна модель) — для оцінки ймовірності банкрутства як обмежуючої умови; статистичне моделювання та факторний аналіз — для обробки результатів опитувань; а також методи спостереження, анкетування та інтерв'ювання — для збору емпіричних даних щодо практики впровадження ТІМ на підприємствах ІБС.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у вирішенні науково-прикладної задачі щодо удосконалення теоретико-методичних засад і прикладного інструментарію формування економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах їх переходу до парадигми цифрового будівництва на засадах впровадження технологій інформаційного моделювання. Основні елементи наукової новизни полягають у такому.

Удосконалено:

- Теоретико-методологічні положення щодо економічної сутності реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери та закономірностей еволюції економічного механізму реструктуризації, які, на відміну від існуючих, розглядають реструктуризацію не як інструмент антикризового управління чи локальної оптимізації витрат, а як стратегічний механізм адаптації до нового технологічного укладу, спрямований на конвертацію інформаційної прозорості, мережевих ефектів та цифрових активів (інформаційних моделей, цифрових двійників) у вимірну капіталізацію та стійкі конкурентні переваги. На основі дослідження генезису управлінських парадигм (класичної, поведінкової, системної, ситуативної, теорії галузевих ринків) встановлено закономірності еволюції механізму реструктуризації: від лінійної

індустріальної моделі з фокусом на ієрархію та матеріальні активи через парадигму Industry 4.0, що характеризується технологічним детермінізмом, автоматизацією та TIM/BIM-моделюванням, до інтегративної моделі Industry 5.0, де домінантами стають людиноцентричність, екологічна стійкість (ESG-стандарти), резильєнтність та синергія когнітивного потенціалу людського капіталу з можливостями штучного інтелекту і предиктивної аналітики. Обґрунтовано, що організація управління реструктуризацією має охоплювати сім ключових напрямів перетворень (технічний, технологічний, кадровий, виробничий, фінансовий, ринковий, маркетинговий), а цифрова трансформація є комплексним процесом, що зачіпає всі п'ять управлінських підсистем підприємства (технічну, технологічну, організаційну, економічну, соціальну) та його зовнішні контури взаємодії з учасниками інвестиційно-будівельних проєктів.

- Концептуальні засади економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації, які, на відміну від відомих, ґрунтуються на інтегративному синтезі сценарного, ресурсного, процесного, ринкового та екосистемоорієнтованого підходів, де останній є еволюцією клієнтоорієнтованого підходу в умовах платформної економіки, коли цінність створюється колективно всіма стейкхолдерами інвестиційно-будівельного проєкту у єдиному середовищі даних (Common Data Environment). Визначено структурно-функціональні компоненти механізму, що реалізуються через чотири стратегічні блоки: Аналіз (цифровий та кадровий аудит, оцінка екосистемних вимог, аналіз контрагентів та платформних зв'язків), Моделювання (конструювання цільової бізнес-моделі, компенсація ресурсних дисбалансів, формування дорожньої карти), Організація (архітектура управління змінами, мотивація персоналу, подолання когнітивного опору, організація фінансування) та Прогноз (валідизація синергетичних ефектів, прогнозна оцінка економічних та неекономічних результатів), що забезпечує інтеграцію підприємства в цифрові платформи, де стандарти взаємодії диктуються екосистемними лідерами. Доведено, що стратегія цифрової трансформації

набуває трансфункціонального характеру, інтегруючи всі функціональні та технологічні стратегії підприємства з обов'язковою синхронізацією з корпоративною стратегією.

- Методологічні підходи до економічного оцінювання результативності та ефективності цифрової реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери, які, на відміну від існуючих, забезпечують перехід від інтуїтивного та експертного оцінювання до прецизійного data-driven моделювання (управління на основі даних) через розробку об'єктно-адаптивного організаційно-економічного механізму з чотирма функціональними блоками (інформаційно-аналітичний, ресурсозабезпечувальний, організаційний, реалізаційний), зміст яких диференційовано залежно від функціонального кластера підприємства (девелопери, проєктувальники, виконавці, експлуатуючі організації) та його місця в життєвому циклі об'єкта. Обґрунтовано, що масиви структурованих даних, які генеруються на етапах TIM/BIM-проєктування, цифрового аудиту та пілотного впровадження, формують фундамент для системи випереджувальних та результативних економічних індикаторів (KPI), що дозволяє кількісно верифікувати вплив трансформаційних заходів на кінцеві фінансово-економічні показники діяльності підприємства, нівелюючи ефект «J-кривої» та мінімізуючи інвестиційні ризики.

- Науково-методичний базис економічного оцінювання цифрової зрілості (Digital Maturity) та інвестиційно-інноваційного потенціалу підприємств інвестиційно-будівельної сфери, який, на відміну від існуючих, поєднує застосування системи часткових та інтегрального індексів за сімома ключовими факторами (технічним, технологічним, кадровим, виробничим, фінансовим, ринковим, маркетинговим) із тривимірною моделлю ідентифікації вихідного стану підприємства, що враховує індекс цифрової зрілості, функціональний профіль учасника інвестиційно-будівельного проєкту (з кластеризацією на девелоперів, проєктувальників, виконавців, експлуатуючі організації) та масштаб діяльності. Така тривимірна модель детермінує вибір векторів реструктуризації, обсяги необхідних ресурсів, тривалість трансформації та

очікувані ефекти, а також забезпечує узгодження цифрової трансформації зі стратегіями розвитку підприємства (концентрованого, інтегрованого, диверсифікованого зростання або скорочення) через цільову функцію максимізації конкурентоспроможності: $Comp = f(Q; I; P; C) \rightarrow \max$, де Q — якість, I — технологічна інтеграція, P — кваліфікація персоналу, C — оптимізація витрат.

- Економіко-математичну модель та методичний інструментарій формування адаптивного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери, які, на відміну від існуючих, формалізують стан підприємства вектором, що акумулює економічні, організаційні, технологічні, кадрові, процесні та інформаційні параметри; описують перехід до цільового стану з урахуванням середовища хмарної BIM-платформи $B(t)$, яка виконує подвійну функцію — цифрового середовища інтеграції та інформаційного контуру зворотного зв'язку; формалізують вибір керуючого впливу як багатокритеріальну задачу оптимізації та інкорпорують модель цифрової сумісності учасників ІБП, згідно з якою ефективність спільного застосування TIM/BIM обмежується рівнем цифрової готовності найменш підготовленого ключового учасника ($L_BIM(ІБП) = \min L_BIM(Y_i) \rightarrow \max$), що обґрунтовує мінімізацію цифрового розриву між контрагентами ($\Delta_BIM \rightarrow \min$) та забезпечує замкнений адаптивний контур управління «діагностика $\rightarrow$ моделювання $\rightarrow$ вибір $\rightarrow$ реалізація $\rightarrow$ моніторинг $\rightarrow$ адаптація».

Набули подальшого розвитку:

- Теоретичні положення щодо макроекономічних та інституційних передумов реструктуризації інвестиційно-будівельної сфери України в умовах післявоєнного відновлення, які обґрунтовують технології інформаційного моделювання не лише як інструмент мікроекономічної оптимізації витрат, а як макроекономічний чинник забезпечення прозорості використання донорських коштів, антикорупційного контролю, інвестиційної привабливості та інституційної сумісності України з європейським ринком капіталу. Виявлено регуляторні обмеження (середня оцінка бізнесом ефективності державного

регулювання — 4,63 бала з 10) та встановлено пріоритети державної підтримки: інвестиції в людський капітал (69,4%), стандартизація та розвиток цифрової інфраструктури (63,9%), прискорення гармонізації нормативної бази з європейськими вимогами (62,2%). Сформульовано специфічні принципи повоєнної трансформації: «Build Back Better» (заборона відтворення застарілих технологічних укладів), євроінтеграційної гармонізації (обов'язковий перехід на Єврокоди та європейські стандарти BIM), цифрового суверенітету (розвиток вітчизняного ПЗ та національних серверів) та соціальної інклюзивності, а також визначено макроекономічні критерії ефективності трансформації: мультиплікатор інвестицій у ВВП, швидкість абсорбції донорського капіталу, скорочення втрат від корупції, зниження експлуатаційного навантаження на держбюджет.

- Науково-методичний інструментарій ідентифікації, систематизації та кількісної оцінки економічних ризиків і бар'єрів цифрової реструктуризації, пов'язаних із впровадженням BIM-технологій, Digital Twins та IoT-екосистем, який інтегрує реєстр ризиків (R1–R10 за групами: фінансові, кадрово-компетентнісні, інституційні, технологічні, інформаційні, правові, ринково-технологічні), матрицю первинної оцінки за параметрами ймовірності та сили економічного впливу ($R_i = P_i \times I_i$, $R_i \in [1; 25]$), авторський індекс бар'єрності цифрового переходу (DCBI), декомпозицію повної вартості цифрового переходу за моделлю TCO, що включає вісім компонентів (програмне забезпечення, апаратна/хмарна інфраструктура, інтеграція, підготовка даних, навчання, кіберзахист, супровід, організаційна трансформація), та ризик-скориговану чисту теперішню вартість. Виявлено та обґрунтовано подвійну асиметрію цифрового переходу: часову (концентрація витрат на початковому етапі за розподілу вигід між проектуванням, будівництвом та багаторічною експлуатацією) та інституційну (випереджаючий розвиток технологічних можливостей порівняно з формуванням повного нормативного забезпечення), а також концепцію «цифрового трансакційного клину» як додаткових витрат на конвертацію даних, повторні перевірки, погодження та подолання несумісності інформаційних

систем, які частково або повністю поглинають очікувану економію від цифровізації, і принцип «цифрової достатності», що запобігає як недоінвестуванню, так і технологічному максималізму.

- Економічні інструменти управління інтелектуальним капіталом, цифровими компетентностями та інноваційними активами підприємств інвестиційно-будівельної сфери в процесах цифрової реструктуризації, що ґрунтується на розширеному розумінні ресурсної основи цифрових перетворень, де поряд із матеріально-технологічною інфраструктурою об'єктами економічного управління визначено знання, цифрові компетентності, організаційні процедури, цифрові моделі та дані, інтелектуальна власність, партнерські зв'язки та інноваційні рішення; інтегрує людську, структурну та реляційну складові інтелектуального капіталу; доповнений ESG-контуром, що забезпечує оцінювання результативності інвестицій у цифрові компетентності не виключно за фінансовою віддачею, а й за екологічними (E), соціальними (S) та управлінськими (G) наслідками; та адаптований на основі методології TRL із застосуванням п'ятибальної шкали (окремий випадок шкали Лайкерта), експертно-вагових коефіцієнтів для кожного показника у межах семи функціональних блоків (технічний, технологічний, кадровий, виробничий, фінансовий, ринковий, маркетинговий) із обмежуючими умовами (Z-коефіцієнт Альтмана $> 1,23$ та дисбаланс фінансових ресурсів $< 25\%$), що забезпечує оцінку керованості інтелектуального капіталу за інтегральною формулою $РГ = (РГТ + РГТл + РГК + РГП + РГФ + РГР + РГМ)/7$ та виявлення критичних ресурсних і компетентнісних обмежень подальшого розвитку.

- Науково-методичні засади щодо комплексного оцінювання економічної ефективності удосконаленого механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери та визначення стратегічних орієнтирів його реалізації, які базуються на принципі співмірності (масштаб результату зіставляється з масштабом інвестицій, функціоналом підприємства та глибиною змін, а не з абсолютною величиною ефекту, характерною для великих інтегрованих структур); диференціації за масштабом підприємства, де для мікро-

та малих суб'єктів пріоритетними є мінімізація стартових капітальних витрат, використання хмарних BIM-сервісів, сумісного програмного забезпечення, вибіркового навчання та орієнтації на вимоги замовника замість розробки власних стандартів, а для середніх і великих — масштабування ТІМ/BIM, інтеграція даних та розвиток власних стандартів; оцінюванні ефективності у трьох площинах (операційній — економія ресурсів, скорочення строків, зростання продуктивності; інвестиційній — окупність витрат на інфраструктуру, ПЗ, навчання; стратегічній — розширення ринку, накопичення інтелектуального капіталу, формування здатності брати участь у складніших цифрових ІБП); та визначенні чотирьох стратегічних орієнтирів залежно від результатів діагностики, що надає механізму адаптивно-сценарного характеру, де вибір конфігурації технологій, компетентностей, інноваційних активів та партнерських зв'язків здійснюється за критерієм економічної доцільності для конкретного підприємства.

Практична значущість та апробація результатів. Результати проведеного наукового дослідження були успішно імплементовані у діяльність низки будівельних підприємств. Ефективність запропонованих положень підтверджена їх практичним впровадженням у діяльність будівельних підприємств, що засвідчено відповідними довідками: Державне підприємство «Дніпровський проектний інститут» (довідка від 24.03.2026 № 452) – науково-практичні рекомендації сприяли розвитку методичних підходів до оцінювання цифрових інвестицій, формування раціональної архітектури трансформаційних заходів. ТОВ «КГП ДЕВЕЛОПМЕНТ» (довідка від 24.03.2026 № 567) – використано методичні положення щодо визначення пріоритетності трансформаційних заходів. ТОВ «БЛАГО БУД» (довідка від 03.04.2026 № 167) – адаптовано методичні рекомендації щодо комплексної діагностики передумов реструктуризації.

Основні науково-теоретичні, методичні та практичні результати дисертації були представлені й схвалені на 5 міжнародних науково-практичних конференціях: III Міжнародна науково-практична конференція «Американські

стандарти аграрної освіти в Україні» Київ, Україна, XIII Міжнародна науково-практична конференція «Трансформації суспільства в соціальних і гуманітарних науках», м. Рига, Латвія, XV Міжнародна науково-практична конференція «Час викликів і можливостей: виклики, рішення, перспективи», м. Рига, Латвія, V Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу» Київ, Україна, XVI Міжнародна науково-практична конференція «Час викликів і можливостей: виклики, рішення, перспективи», м. Рига, Латвія.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові положення, результати, висновки та рекомендації, представлені в дисертації та винесені на захист, отримані автором самостійно. Частка участі автора у спільних наукових публікаціях детально зазначена у списку опублікованих праць за темою дисертації.

Публікації. Результати дослідження відображено у 12 друкованих працях, зокрема: 7 статей у фахових виданнях категорії «Б», а також 5 тез доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях. В частині публікацій здобувач має більше одного співавтора, а тому - відповідно до підпункту 1 пункту 8 у редакції Постанови КМ №507 від 03.05.2024 р. – кожна з таких публікацій зараховується як 0,5. Тому в підсумку здобувачеві зараховується 4,5 публікації у фахових виданнях категорії Б та 4,5 тез доповідей на наукових та науково-практичних конференціях. Загальна кількість 9 публікацій.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається зі вступу, трьох розділів основної частини з висновками до кожного, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг основного тексту становить 223 сторінок, включаючи 41 рисунок та 35 таблиці. Список використаних джерел містить 229 найменування. Робота містить 5 додатків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ СФЕРИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

1.1. Генезис та економічна сутність механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери: еволюція від індустріальної до цифрової парадигми (Industry 4.0 → Industry 5.0).

Домінантною траєкторією трансформації інвестиційно-будівельної сфери (ІБС) у сучасних умовах стає перехід до цифрового будівництва як принципово нового технологічного укладу, що переформатовує саму логіку організації діяльності суб'єктів галузі в контексті колективної реалізації інвестиційно-будівельних проектів (ІБП). Подібна парадигмальна перебудова галузевого простору, а відтак – і кожного підприємства-учасника, актуалізує потребу у переосмисленні управлінських контурів організацій, забезпечуючи їхню адаптивність до інтеграції технологій інформаційного моделювання (ТІМ). Механізми, що гарантують таку адаптивність, зобов'язані вирізнятися інтегральним та системним характером, охоплюючи технічну, технологічну, організаційну, економічну й соціальну підсистеми управління, оскільки імплементація ТІМ передбачає модернізацію технічної бази, придбання спеціалізованого програмного забезпечення, перепроєктування бізнес-процесів, перекваліфікацію кадрового потенціалу тощо.

Цифрова трансформація підприємств ІБС, орієнтована на перехід до цифрового будівництва, піддається кваліфікації як масштабний, системний та інтегральний процес метаморфоз організації, заснований на експлуатації цифрових рішень та застосуванні ТІМ на всіх стадіях життєвого циклу ІБП. Конструювання науково вивіреного інструментарію такої трансформації – підходів, методів та інструментів – вимагає попереднього теоретичного аудиту галузі з ідентифікацією тих аспектів, що залишились поза належним науковим осмисленням.

Сучасна економічна архітектура характеризується екстремальною турбулентністю, зумовленою констеляцією чинників: геополітичними зрушеннями, демографічними трансформаціями, формуванням і розпадом економічних альянсів, кліматичними аномаліями та природними катастрофами, епідеміологічними загрозами та, безумовно, прискоренням науково-технічного прогресу. Сукупна дія таких факторів (що можуть проявлятися одночасно або комбінаторно, причому їхня конфігурація еволюціонує у часі) занурює підприємства у середовище невизначеності, динамічності та багатовимірної складності [23].

Адаптивність як спроможність оперативного реагування на стрімкі мутації зовнішнього оточення та пристосування до нових параметрів функціонування перетворилася на імперативну передумову конкурентоспроможності, тоді як дефіцит адаптивності генерує екзистенційну загрозу для самого існування організації [40].

Адаптивність забезпечується через імплементацію організаційних змін. У такому контексті доцільно розмежувати категорії «підприємство» та «організація». У межах даного дослідження такі терміни вживаються як тотожні, оскільки з позиції термінологічного аналізу підприємство є однією з організаційних форм [36], якій притаманна орієнтація на підприємницьку діяльність. Дослідження організаційних змін як самостійний вектор управлінської науки набуло релевантності у другій половині XX століття, коли прискорення мутацій зовнішніх умов функціонування стало емпірично очевидним [20]. Відтоді темп змін лише наростав, а разом із ним зростала потреба у теоретичному осягненні процесів організаційної адаптації до середовища, що перманентно трансформується. Дослідники переважно спиралися на процесну парадигму управління, обґрунтовано трактуючи організаційні зміни як процес [40,42], у межах якого відбувається транзит від наявного стану організації до цільового (Рис. 1.1).

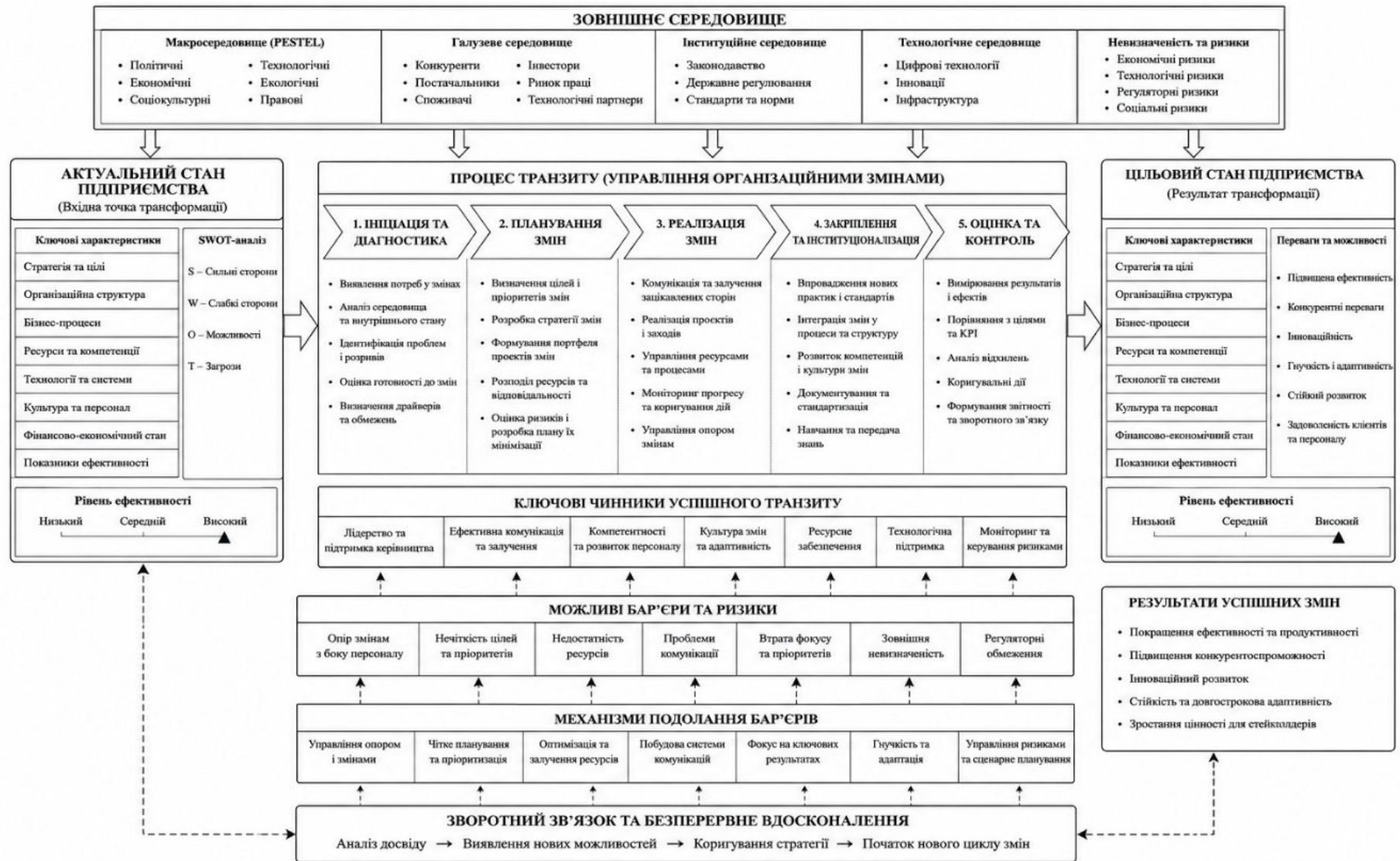


Рис. 1.1. Організаційні зміни як транзит від актуального стану підприємства до цільового (розроблено автором)

При даній ситуації самі перетворення можуть набувати характеру поступових (еволюційних) або радикальних (революційних) трансформацій [48]. Наукова рефлексія другої половини ХХ століття концентрувалася переважно навколо двох модусів теорії організаційних змін. Починаючи з 1990-х років, теорія організаційних змін отримала потужний імпульс розвитку: дослідницький фокус змістився у бік конструювання інструментарію змін, застосування формалізованого математичного апарату для прогнозування наслідків трансформацій та міждисциплінарних інтеграцій [17,33]. Серед науковців, які присвятили свою інтелектуальну кар'єру проблематиці організаційних змін та розвитку, вирізняється Л. Грейнер [56], чия модель організаційного розвитку набула статусу класичної – модель життєвого циклу. Згідно з його концепцією, п'ять детермінант визначають траєкторію організаційного розвитку: вік організації, її масштаб, еволюційні стадії, революційні стадії та галузеві характеристики, а головним тригером переходу на нову стадію є криза, подолання якої здійснюється через революційні перетворення.

Розвиваючи концепцію життєвого циклу як моделі організаційних змін, І. Адізес запропонував авторську інтерпретацію, засновану на аналогії з етапами розвитку біологічного організму [68, 81], акцентуючи, що на ранніх стадіях організаційного онтогенезу проблеми та необхідні для їх подолання зміни вирішуються значно оперативніше.

На противагу лінійним моделям Грейнера та Адізеса, низка дослідників аргументували відсутність жорсткої секвенції етапів розвитку, стверджуючи, що кризові явища виникають унаслідок порушення «організаційної рівноваги» та спонукають організацію до глибинних перетворень. Автори наголошують: чим швидше та радикальніше імплементація змін, тим вагоміших результатів досягає організація [126].

Ф.Ж. Гуіяр та Д.М. Келлі у дослідженні організаційних трансформацій дійшли висновку, що вони реалізуються через чотири форми перетворень: рефреймінг (переосмислення стратегічних орієнтирів), реструктуризацію

(підготовка організації до нового рівня розвитку), поживлення (інтенсифікація взаємодії із зовнішнім середовищем та стимулювання зростання) і власне розвиток [6]. Відтак безпосередній процес транзиту від стану «як є» до цільового стану – реструктуризація – постає окремим етапом організаційних змін. Його значення важко переоцінити, оскільки саме на такому етапі закладається фундамент, що під дією множини чинників забезпечує підвищення конкурентоспроможності. Ефективність перетворень значною мірою детермінується якістю підготовчої фази, яка може включати різноманітні аспекти, зокрема соціально-психологічні [129].

Альтернативна дослідницька позиція характеризує реструктуризацію не як етап, а як метод, спосіб чи інструмент здійснення перетворень та розвитку [11]. Цілі реструктуризації у контексті організаційного розвитку можуть бути поліваріантними, спрямованими на розв'язання різнопланових завдань та подолання кризових ситуацій:

- підвищення операційної ефективності на основі формування конкурентних переваг та нарощування вартості бізнесу [145];
- зміцнення ринкових позицій задля забезпечення сталого розвитку та превенції криз;
- подолання кризових станів [19].

Реалізація стратегічних цілей опосередковується досягненням тактичних цілей нижчого порядку:

- нарощування обсягів виробництва та реалізації продукції/послуг;
- підвищення споживчих характеристик продукції/якості послуг;
- оптимізація ресурсних витрат (матеріальних, трудових, фінансових);
- раціоналізація управлінських витрат;
- підвищення ефективності бізнес-процесів;
- елімінація джерел зниження конкурентоспроможності (неефективна організаційна структура, непродуктивні види діяльності);
- адаптація до ринкової кон'юнктури [30] тощо.

Отже, функціонуючи у перманентно мінливому середовищі,

підприємства змушені адаптуватися, підтримуючи конкурентоспроможність та операційну ефективність, використовуючи реструктуризацію як інструмент організаційного розвитку [34,42]. Етимологічно термін «реструктуризація» передусім відсилає до зміни структури об'єкта, його архітекtonіки – складу та взаємозв'язків елементів [68]. Проте сучасна інтерпретація такого поняття суттєво ширша. Спираючись на представлені авторські дефініції, що акцентують різні грані досліджуваного процесу, можна констатувати, що розуміння його сутності ґрунтовано на кількох управлінських парадигмах:

- **класична школа управління**, представники якої (Ф. Тейлор, Ф. Гілбрет, А. Файоль, М. Вебер) вбачали джерело організаційної ефективності в ієрархічній архітектурі, спеціалізації праці та матеріальній мотивації [110]. Попри те, що сучасні умови функціонування підприємств ІБС кардинально відрізняються від епохи формування таких ідей, спеціалізація та ієрархічність у тій чи іншій модифікації залишаються атрибутами переважної більшості організацій;
- **поведінкова школа менеджменту**, представники якої (Е. Мейо, А. Маслоу, Д. МакГрегор, М. Фоллет) акцентували увагу на міжособистісних відносинах як потужному факторі організаційної ефективності. З урахування даного чинника пропонувалися підходи до підвищення якості взаємодії: облік потреб працівників, механізми вирішення конфліктів, методи підбору та мотивації персоналу [126]. Імперативність урахування людського фактора в управлінні підприємством у стані реструктуризації зумовлена необхідністю мінімізації опору змінам, який здатен не лише суттєво знецінити результати перетворень, а й повністю зірвати їх [58];
- **системна теорія менеджменту**, найвідоміші представники якої (Ч. Бернард, Л. фон Берталанфі) наголошували на координації між підсистемами організації, узгодженості дій для досягнення спільних цілей та урахуванні факторів мінливого зовнішнього середовища, з яким підприємство як відкрита система перебуває в активній взаємодії [63]. Попри критику надмірної узагальненості, погляд на організацію як

систему та потреба в узгодженості дій її елементів як у рутинному режимі, так і в процесі реструктуризаційних трансформацій не потребують додаткового обґрунтування [64]. Очевидно, що навіть локальні зміни в окремому елементі організації модулюють його зв'язки з іншими елементами, реконфігурують їх та ініціюють зміни у взаємодіючих компонентах. Реструктуризаційні ж перетворення, як правило, мають тотальний характер, зачіпаючи всі елементи системи та її зовнішні контури взаємодії;

- **ситуативна теорія менеджменту**, представники якої (М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоурі [68, 71], П. Лоуренс, Дж. Томпсон та інші [74]) обґрунтовували необхідність урахування конкретних умов функціонування: факторів як зовнішнього, так і внутрішнього середовища. Центральна ідея – розуміння змін на різних масштабах: макрорівні (глобальний ринок), мезорівні (держава, регіон, галузь) та мікрорівні (безпосереднє оточення – контрагенти, клієнти, споживачі).

Еволюція управлінських парадигм у формуванні теоретичних засад реструктуризації підприємств ІБС наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Еволюція управлінських парадигм у формуванні теоретичних засад
реструктуризації підприємств ІБС

Управлінська парадигма	Ключовий зміст	Значення для реструктуризації підприємств ІБС	Актуалізація в умовах цифрової трансформації
Класична школа управління	Ієрархія, спеціалізація праці, формалізація функцій і відповідальності, орієнтація на організаційну ефективність.	Формує базові принципи структурної впорядкованості, розподілу функцій і перебудови організаційної архітектури.	Зберігає значення при перерозподілі ролей, відповідальності та функцій у цифровізованих бізнес-процесах.
Поведінкова школа менеджменту	Міжособистісні відносини, потреби працівників, мотивація, комунікації, вирішення конфліктів.	Забезпечує врахування людського фактора та мінімізацію опору організаційним змінам.	Набуває особливої ваги через потребу у цифрових компетентностях, перенавчанні та адаптації персоналу.

Управлінська парадигма	Ключовий зміст	Значення для реструктуризації підприємств ІБС	Актуалізація в умовах цифрової трансформації
Системна теорія менеджменту	Підприємство як відкрита система; взаємозалежність підсистем; координація внутрішніх елементів і взаємодія із середовищем.	Обґрунтовує комплексний характер реструктуризації та необхідність узгоджених змін усіх підсистем.	Імплементация ТІМ і цифрових рішень викликає каскадні зміни технічної, технологічної, організаційної, економічної та соціальної підсистем.
Ситуативна теорія менеджменту	Управлінські рішення залежать від конкретних умов зовнішнього і внутрішнього середовища на макро-, мезо- та мікрорівнях.	Зумовлює диференціацію підходів, методів та інструментів реструктуризації залежно від стану підприємства.	Вимагає врахування цифрової готовності, масштабу, виду діяльності, ресурсів і конкретної управлінської ситуації.
Теорія галузевих ринків	Урахування специфічних закономірностей функціонування окремих секторів і галузевих ринків.	Закріплює необхідність врахування секторальної специфіки інвестиційно-будівельної сфери.	Цифрова реструктуризація має бути адаптована до особливостей ІБП, колективної взаємодії учасників і життєвого циклу будівельного об'єкта.
Процесний та структурно-функціональний підходи	Розгляд діяльності як сукупності взаємопов'язаних процесів і функціональних елементів із визначеними відповідальними суб'єктами.	Дозволяють ідентифікувати неефективні процеси, резерви оптимізації та функціональні напрями реструктуризації.	Є методологічною основою перепроєктування бізнес-процесів та інтеграції цифрових технологій у діяльність підприємства ІБС.

Цифрова трансформація економіки загалом та перехід до цифрового будівництва для підприємств ІБС зокрема формують унікальну управлінську ситуацію, в якій рутинні, стандартизовані рішення виявляються неадекватними:

- по-перше, реструктуризація загалом перестала бути стандартним процесом. Реструктуризація завжди нестандартний процес, складність якого пропорційна глибині перетворень. Організація реструктуризації інваріантно базується на аналізі параметрів зовнішнього та внутрішнього середовища [47];

- по-друге, перехід до цифрової парадигми Industry 4.0 та подальша еволюція до Industry 5.0 пов'язані з фундаментальними змінами, що пронизують усі підсистеми управління [75]:
 1. **технічна підсистема:** цифровізація виробничих, допоміжних та управлінських операцій пред'являє принципово нові вимоги до технічної бази – необхідна сучасніша, складніша апаратура, здатна обробляти, аналізувати, транслювати та зберігати масиви даних [84];
 2. **технологічна підсистема:** сучасне обладнання є лише матеріальним субстратом для імплементації інноваційних програмних рішень [9]. Реалізація інновацій, пов'язаних із цифровим будівництвом та управлінням життєвим циклом через ТІМ, відбувається саме завдяки новим технологіям, які в сукупності генерують синергетичний ефект. Технологічний компонент є ключовим у процесі цифрової трансформації, а зміна технології ініціює каскадні перетворення у всіх інших підсистемах;
 3. **організаційна підсистема:** глибинні зміни у технології реалізації процесів закономірно спричиняють трансформацію бізнес-процесів [14], ролей учасників та моделі їх взаємодії. Частина етапів переводиться в електронний формат, частина елімінується через втрату актуальності, натомість виникають нові процеси, нові учасники та нові зв'язки, що може потребувати структурної перебудови організації;
 4. **економічна підсистема:** у межах економічного контуру під час переходу до цифрового будівництва відбуваються зміни за кількома напрямками:
 - 4.1 з'являється можливість підвищити ступінь автоматизації калькулювання вартості будівництва та суттєво скоротити терміни перерахунку при заміні конструктивних елементів, матеріалів тощо. Перерахунок здійснюється автоматизовано, дозволяючи відстежити вплив змін на вартість та повноцінно реалізувати функцію вартісного інжинірингу в рамках ІБП [104];
 - 4.2 висока якість цифрового проекту забезпечує прецизійніше фінансове планування, знижує непродуктивні витрати та обсяги викидів, скорочуючи

вартість будівництва через раціоналізацію ресурсокористування;

4.3 формування вартості стає транспарентним, що мінімізує ризики учасників ІБП;

5. **соціальна підсистема:** зміна технології закономірно трансформує вимоги до кваліфікаційного профілю працівників ІБС [59]. Набувають затребуваності цифрові компетенції, виникає потреба у підвищенні кваліфікації, перепідготовці та залученні нових фахівців. Інноваційні зміни практично інваріантно генерують опір різної інтенсивності [65, 100]. Опір підсилюється, коли одночасно з імплементацією нової технології здійснюється реструктуризація управлінської системи та перепроєктування бізнес-процесів – як зазначалося, перехід до цифрового будівництва інкорпорує всі перетворення, що робить опір значним, а його джерела можуть бути різноманітними – від рядових виконавців до топ-менеджменту та власників.

Трансформація підсистем підприємства ІБС при переході до цифрового будівництва – таблиця 1.2.

Таблиця 1.2.

Трансформація підсистем підприємства ІБС при переході до цифрового будівництва

Підсистема	Ключові трансформації	Економіко-управлінський результат	Основні вимоги до механізму реструктуризації
Технічна	Модернізація технічної бази; використання сучасної апаратури для оброблення, передавання, аналізу та зберігання даних.	Підвищення технічної спроможності цифрових операцій та інформаційної взаємодії.	Інвестиційне забезпечення технічного переоснащення та узгодження технічних рішень із цифровою архітектурою підприємства.
Технологічна	Імплементація інноваційних програмних рішень, ТІМ та	Синергетичний ефект цифрових технологій; підвищення швидкості, точності	Пріоритетність технологічного компонента та забезпечення

Підсистема	Ключові трансформації	Економіко-управлінський результат	Основні вимоги до механізму реструктуризації
	технологій управління життєвим циклом ІБП.	та інтегрованості процесів.	сумісності цифрових рішень.
Організаційна	Перепроєктування бізнес-процесів; зміна ролей учасників; цифровізація або елімінування окремих етапів; виникнення нових процесів і зв'язків.	Рационалізація організаційної структури та підвищення керованості взаємодії.	Процесна перебудова, перерозподіл відповідальності, регламентація нових цифрових процедур.
Економічна	Автоматизація калькулювання; оперативний перерахунок вартості; розвиток вартісного інжинірингу; точніше фінансове планування; транспарентність формування вартості.	Зниження непродуктивних витрат, рационалізація ресурсокористування, зменшення ризиків учасників ІБП.	Інтеграція цифрових даних із плануванням, бюджетуванням, контролем витрат та оцінюванням ефективності.
Соціальна	Зміна кваліфікаційного профілю; розвиток цифрових компетентностей; підвищення кваліфікації, перепідготовка та залучення нових фахівців; подолання опору.	Підвищення кадрової готовності до цифрової трансформації та зниження соціально-організаційних ризиків.	Система навчання, мотивації, комунікацій та управління опором змінам.

Унікальність умов реструктуризації вимагає генерування унікальних

управлінських рішень, ґрунтованих на специфіці факторів зовнішнього середовища та обов'язковому урахуванні особливостей внутрішнього контуру підприємства;

- **теорія галузових ринків**, згідно з якою економіка сегментована на ланки зі специфічними закономірностями розвитку – галузеві ринки. З позицій теорії ІБС має виражену специфіку, і питання реструктуризації не можуть розглядатися без урахування галузевої ідентичності. Для ІБС таке твердження є аксіоматичним через наявність цілого ряду специфічних характеристик, що суттєво вирізняють її серед інших секторів (Рис. 1.2).



Рис. 1.2. Специфічні характеристики інвестиційно-будівельного сектора (розроблено автором)

Акцентуємо на імперативності застосування процесного підходу в рамках конструювання підходів, методів, механізмів та інструментів реструктуризації підприємств ІБС у процесі їх цифрової трансформації. Як було аргументовано, реструктуризація є найпоширенішим варіантом організаційних змін [122] і являє собою процес транзиту від актуального стану до цільового, що характеризується вищим рівнем ефективності та конкурентоспроможності.

Процесний підхід передбачає ідентифікацію взаємозв'язків процесів, визначення відповідальних суб'єктів та меж їх компетенцій, що дозволяє через детальний аналіз не лише виявляти процеси зі зниженою ефективністю, а й знаходити резерви їх підвищення та оптимізації кінцевого результату [9,15].

Виходячи з розуміння реструктуризації як процесу, звернемося до

дослідження його змісту через класифікацію видів [25]. У науковому дискурсі виокремлюють такі типи реструктуризації за спрямованістю структурних змін:

- **виробнича** – пов'язана з трансформацією виробничого процесу (технологічне переозброєння, освоєння нових видів продукції) [69,72];
- **організаційна** – передбачає зміну формату взаємодії учасників управлінської діяльності, що неминуче спричиняє трансформацію організаційної структури [69, 72];
- **фінансова** – зміна складу та структури активів і капіталу (спрямована на оздоровлення фінансового стану);
- **майнова** – модифікація складу та структури майнового комплексу (спрямована на підвищення ефективності його використання);
- **управлінська** – зміни в архітектурі та структурі управління [82];
- **кадрова** – оптимізація кадрового складу за кількісними та якісними параметрами (кваліфікація, компетенції) [5,7];
- **маркетингова** – пошук векторів підвищення ефективності маркетингової діяльності з урахуванням обґрунтованої стратегії [5,7].

Зазначимо, що у переважній більшості випадків спостерігається одночасна активація кількох видів реструктуризації. Приміром, освоєння нового продукту (виробнича реструктуризація) зазвичай супроводжується придбанням нового обладнання (майнова), переміщенням на нові робочі місця, перенавчанням або залученням персоналу (кадрова), формуванням маркетингової стратегії виведення продукту на ринок (маркетингова) тощо. У таблиці 1.3 структуровано види реструктуризації підприємств ІБС та їх прояви в умовах цифрової трансформації.

Ідентифікація елементів внутрішнього середовища підприємства та їх аналіз з позиції функціонального призначення у контексті комплексної реструктуризації цифрової трансформації ІБС свідчить про необхідність спиратися на положення структурно-функціонального підходу [85]. Він також релевантний для аналізу учасників ІБП у контексті виконуваних ними робіт.

Види реструктуризації підприємств ІБС та їх прояви в умовах цифрової трансформації

Вид реструктуризації	Об'єкт змін	Типові прояви	Зв'язок із цифровою трансформацією підприємства ІБС
Виробнича	Виробничі процеси та технології виконання робіт	Технологічне переозброєння; освоєння нових видів продукції або способів виконання робіт.	Цифровізація виробничих операцій, застосування ТІМ та цифрових технологій у реалізації ІБП.
Організаційна	Організаційна структура та взаємодія учасників	Зміна формату взаємодії; трансформація структури; перерозподіл ролей і функцій.	Перепроєктування бізнес-процесів, поява нових цифрових ролей, каналів і процедур взаємодії.
Фінансова	Активи, капітал і фінансовий стан	Зміна складу та структури активів і капіталу; фінансове оздоровлення.	Перерозподіл фінансових ресурсів на цифрові інвестиції, програмне забезпечення, навчання та технічне переоснащення.
Майнова	Майновий комплекс підприємства	Модифікація складу та структури майна; підвищення ефективності його використання.	Оновлення обладнання й технічної інфраструктури, необхідних для цифрового будівництва.
Управлінська	Архітектура та структура управління	Зміна управлінських контурів, повноважень і механізмів координації.	Інтеграція цифрових даних у планування, контроль і прийняття управлінських

Вид реструктуризації	Об'єкт змін	Типові прояви	Зв'язок із цифровою трансформацією підприємства ІБС
			рішень.
Кадрова	Кількісний і якісний склад персоналу	Оптимізація чисельності; розвиток кваліфікації та компетентностей; залучення фахівців.	Формування цифрових компетентностей, перепідготовка персоналу та управління опором змінам.
Маркетингова	Маркетингова діяльність і ринкова взаємодія	Пошук напрямів підвищення ефективності маркетингу відповідно до обраної стратегії.	Використання цифрових каналів, даних та інструментів для підтримки ринкової адаптивності підприємства.

Реструктуризація завжди має комплексний характер [34], що дозволяє погодитися з авторами, які не обмежують її виключно структурними перетвореннями. Попри наявність у літературі класифікації за масштабом на часткову (зміни в окремих елементах) та комплексну (поступова зміна всіх елементів) [104], застосування системного підходу демонструє, що навіть локальні зміни в окремому елементі модулюють суміжні, тобто містять елементи комплексності.

Виходячи з викладеного, доцільно пояснити співвідношення цифрової трансформації підприємств ІБС та реструктуризації, асоційованої з переходом до ТІМ. Цифрова трансформація – масштабний процес комплексного перетворення підприємства засобами цифрових рішень та технологій [20]. Перехід підприємств ІБС до цифрового будівництва через масштабність змін, пов'язаних з імплементацією ТІМ (цифрове проектування, управління будівництвом, управління експлуатацією), реалізується через реструктуризацію, однією з форм якої є цифрова трансформація. При поняття

цифрової трансформації дещо ширше за перехід на ТІМ і може охоплювати аспекти управління, що не покриваються інструментарієм ТІМ (окремі аспекти управління персоналом, маркетингу тощо). Тим не менш, для підприємств ІБС перехід до цифрового будівництва є найбільшим за обсягом, ключовим та абсолютно необхідним елементом цифрової трансформації (Рис. 1.3).



Рис. 1.3. Співвідношення понять цифрової трансформації підприємств ІБС та реструктуризації, асоційованої з переходом до ТІМ (розроблено автором)

З огляду на те, що перехід до цифрового будівництва є визначальним та імперативним елементом цифрової трансформації підприємств ІБС, надалі такі поняття вживатимуться як синонімічні. Таким чином, теоретико-методологічні засади управління процесом реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації (схематично представлені на Рис. 1.4) визначають низку умов, що підлягають урахуванню як на етапі розробки науково вивірених підходів, методів та інструментів, так і при їх практичній імплементації.

До таких умов належать:

- реструктуризація, спрямована на цифрову трансформацію, як форма організаційних змін є комплексним процесом, що охоплює всі управлінські підсистеми;
- імперативність розгляду підприємства як відкритої системи, реструктуризаційні процеси якої відбиваються як на внутрішній

архітектоніці та зв'язках між елементами, так і на зовнішніх контурах взаємодії;

- у процесі реструктуризації регулярно виникає опір змінам, здатний уповільнити перетворення та суттєво знизити їх результативність;
- на особливості функціонування та розвитку підприємств визначальний вплив чинить галузева ідентичність, що повною мірою стосується підприємств ІБС із їх вираженою секторальною специфікою;
- трансформаційні процеси мають базуватися на адекватному розумінні поточної ситуації як всередині підприємства, так і в його зовнішньому середовищі, враховуючи управлінську ситуацію, кадровий потенціал, майновий комплекс, накопичений досвід, портфель замовлень та ключових контрагентів;
- особливості об'єкта реструктуризації детермінують диференціацію підходів, методів та інструментів перетворень. До таких особливостей належать: вид діяльності, масштаб підприємства та управлінська ситуація, що в контексті підготовки до реструктуризації підприємств ІБС характеризує їхню готовність до трансформацій.



Рис. 1.4. Теоретико-методологічні засади управління процесом реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації (розроблено автором)

Розглянуті теоретико-методологічні засади управління реструктуризацією підприємств ІБС у контексті еволюції від індустріальної парадигми Industry 4.0 до людиноцентричної парадигми Industry 5.0 формують підґрунтя для визначення теоретичних положень організації управління реструктуризацією підприємств інвестиційно-будівельної сфери у формі цифрової трансформації. Саме в такій еволюційній площині – від технологічно детермінованого підходу четвертої промислової революції до інтегративної моделі п'ятої, де цифрові інструменти поєднуються з людським капіталом, екологічною відповідальністю та стійкістю, – набуває особливої гостроти питання генезису та економічної сутності механізмів реструктуризації як інструменту адаптації ІБС до нових парадигмальних вимог

1.2. Концептуальні засади формування економічного механізму реструктуризації в умовах платформної економіки та екосистемної взаємодії суб'єктів інвестиційно-будівельної сфери.

Реструктуризація підприємств інвестиційно-будівельної сфери (ІБС) в умовах становлення платформної економіки набуває характеристик масштабного та пролонгованого процесу, ефективне здійснення якого потребує конструювання цілісної стратегічної архітектури. Саме така архітектура забезпечує обґрунтоване, послідовне та несуперечливе керування імплементацією технологій інформаційного моделювання (ТІМ). У науковому дискурсі присутня суттєва полеміка щодо самої можливості стратегічного управління в умовах цифрової трансформації: частина дослідників аргументує, що управління набуває виключно ситуативного характеру, а рішення генеруються «в режимі реального часу» [29,55,75,103,108,122,128]. Протилежна позиція полягає у визнанні стратегічного управління імперативом, оскільки його сутність зводиться до «підпорядкування поточної діяльності цілям підготовки майбутнього зростання» [30,45,56,68,74], що набуває особливої гостроти для фондотехномістких підприємств, до яких належить

переважна більшість суб'єктів ІБС.

Концептуальне значення у визначенні підходу до формування стратегічних траєкторій розвитку підприємств має парадигма сценарного менеджменту, що дозволяє конструювати стратегію виходячи з множинності обставин, пропонуючи альтернативні сценарії мутацій ситуації (як зовнішнього, так і внутрішнього контурів організації) з визначенням оптимальних дій для кожного сценарію. Такий підхід забезпечує інтеграцію стратегічного та тактичного рівнів управління в єдину систему (варіанти тактичних рішень обґрунтовуються вже на етапі формування стратегії) та дозволяє керувати розвитком підприємства в умовах високої невизначеності, імманентної сучасному будівельному ринку [8,24]. Сутність сценарного підходу до стратегічного управління найбільш прецизійно артикульована у працях низки українських вчених [2,9,18,38,39,103] (Рис. 1.5.). У таблиця 1.4 представлено інтеграцію концептуальних підходів до формування економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС

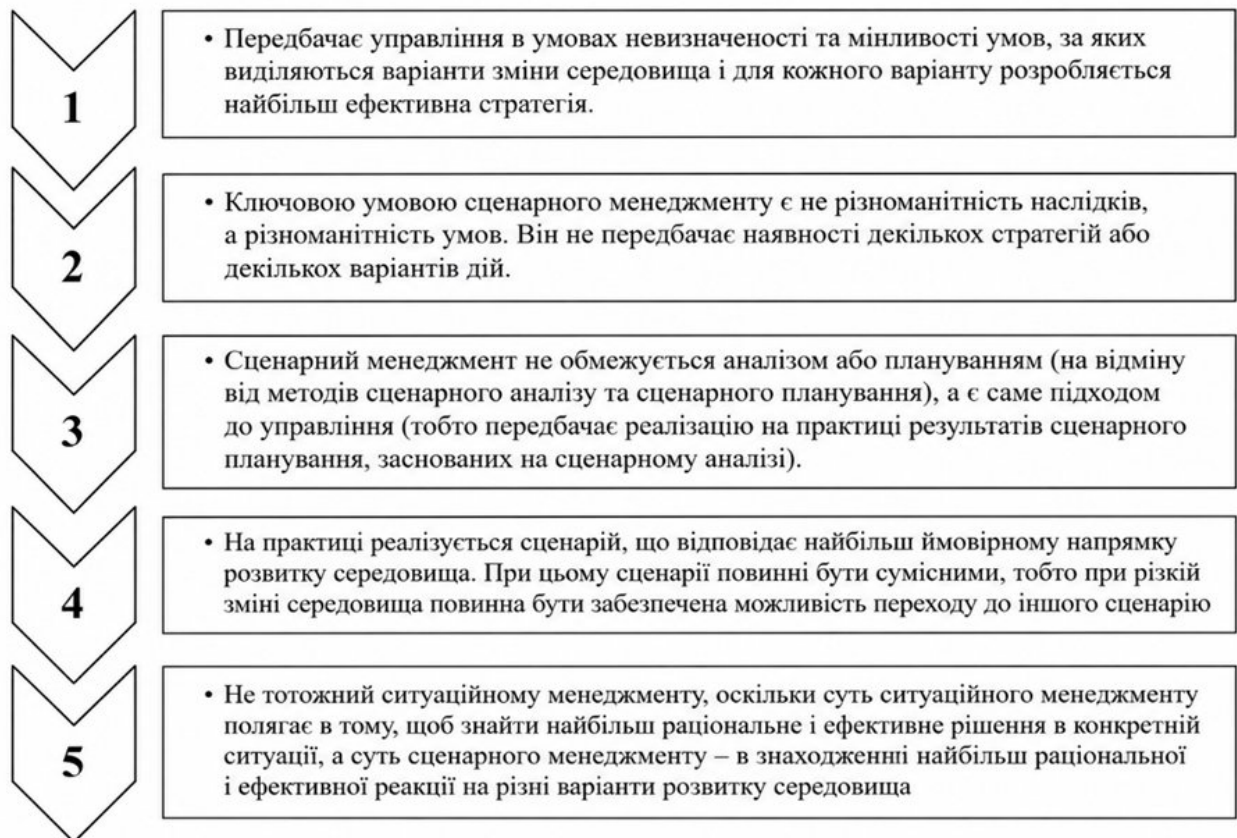


Рис. 1.5. Сутність сценарного менеджменту в контексті екосистемної взаємодії (розроблено автором)

У своїх дослідженнях науковці акцентують на стані зовнішнього середовища як визначальному факторі конструювання сценаріїв, однак автор вважає за необхідне висловити часткову незгоду з такою позицією, оскільки процеси імплементації інноваційних технологій (зокрема ТІМ) є інтегральними. Ефективність їх застосування детермінується множиною чинників, у тому числі внутрішнього генезису, стан яких не піддається достовірному прогнозуванню (тобто невизначеність присутня і у внутрішньому контурі), тому при формуванні стратегії розвитку загалом та економічного механізму реструктуризації зокрема необхідно враховувати варіативність станів як зовнішнього, так і внутрішнього середовища.

Таблиця 1.4.

Інтеграція концептуальних підходів до формування економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС

Підхід	Ключовий зміст	Функція у механізмі реструктуризації	Специфіка в умовах платформної економіки та екосистемної взаємодії
Сценарний	Формування альтернативних сценаріїв зміни зовнішнього та внутрішнього середовища і визначення оптимальних дій для кожного сценарію.	Поєднує стратегічний і тактичний рівні; забезпечує адаптивність рішень за високої невизначеності.	Враховує варіативність станів підприємства, платформного ринку, вимог екосистемного лідера та партнерів.
Ресурсний	Орієнтація на забезпеченість кадровими, техніко-технологічними та фінансовими ресурсами.	Дозволяє визначити ресурсні обмеження, дисбаланси та можливості реалізації трансформацій.	Ресурсна доступність залежить не лише від підприємства, а й від кон'юнктури платформи, вимог замовників і можливостей спільного фінансування.

Підхід	Ключовий зміст	Функція у механізмі реструктуризації	Специфіка в умовах платформної економіки та екосистемної взаємодії
Клієнтоорієнтований / екосистемоорієнтований	Трансформація для задоволення потреб клієнтів, підвищення якості, розвитку комунікацій і зворотного зв'язку.	Спрямовує реструктуризацію на створення цінності для зацікавлених сторін.	У платформній економіці «клієнтом» фактично стає кожен учасник платформи ІБП; цінність створюється спільно.
Процесний	Поглиблений аналіз бізнес-процесів з метою виявлення зон оптимізації та реконфігурації.	Забезпечує перепроєктування процесів, функцій і ролей, необхідне для імплементації ТІМ.	Потребує гнучких тимчасових регламентів на пілотних етапах з подальшою стандартизацією оптимальних рішень.
Ринковий	Аналіз ринкового середовища та вибір стратегії відповідно до його сигналів.	Забезпечує зовнішню орієнтацію механізму та узгодження трансформацій з ринковими вимогами.	Ринкові сигнали передаються через цифрові платформи, а мережеві ефекти стають джерелом конкурентних переваг.
Ресурсно-ринковий синтез	Поєднання внутрішньої ресурсної спроможності з вимогами та можливостями ринкового середовища.	Усуває односторонність ресурсного або ринкового підходу та забезпечує збалансованість стратегічних рішень.	Дає змогу узгодити ресурси підприємства з вимогами цифрової екосистеми та траєкторіями розвитку платформи.

Пріоритетним внутрішнім фактором, що модулює реалізацію економічного механізму реструктуризації, є наявність у необхідному обсязі

ресурсів (кадрових, техніко-технологічних, фінансових), проте їх доступність у поточній ситуації також детермінується як факторами зовнішнього середовища (кон'юнктура платформного ринку, екосистемні вимоги ключових замовників), так і факторами внутрішнього порядку. Наявність достатньої кількості кадрів необхідної кваліфікації залежить від організації процесу навчання/перенавчання, когнітивного потенціалу та мотивації персоналу, інтенсивності опору змінам та ефективності заходів щодо його мінімізації тощо. Логічним у такій ситуації є застосування ресурсного підходу до конструювання стратегій розвитку підприємства, зокрема економічного механізму реструктуризації в умовах платформної економіки.

При формуванні концептуальних засад економічного механізму реструктуризації обґрунтованим є застосування клієнтоорієнтованого підходу, сутність якого полягає [105] «у здійсненні трансформації для задоволення потреб клієнтів, безперервному підвищенні якості продукції, вибудовуванні ефективних комунікацій та зворотного зв'язку зі стейкхолдерами». З урахуванням того, що в платформній економіці цінність створюється спільно учасниками екосистеми, а не одноосібно підприємством, клієнтоорієнтований підхід набуває нового змісту – він трансформується в екосистемоорієнтований, де «клієнтом» стає кожен учасник платформи ІБП. Так робить даний підхід особливо релевантним при розробці механізму реструктуризації підприємств ІБС в умовах переходу до цифрового будівництва.

У ході аналізу наукової літератури було ідентифіковано застосування дослідниками процесного та ринкового підходів до досліджуваної проблематики. Сутність процесного підходу полягає у необхідності поглибленого аналізу бізнес-процесів підприємства з метою виявлення зон оптимізації [1,28]. Оскільки імплементація ТІМ, як правило, спричиняє реконфігурацію бізнес-процесів, трансформацію взаємодії учасників, появу нових функцій та ролей у платформній екосистемі, такий підхід є органічним елементом планування реструктуризації. Однак детальний аналіз бізнес-процесів безпосередньо на етапі розробки стратегії реструктуризації є

надлишковим – він має здійснюватися окремою робочою групою, що взаємодіє з групою стратегічного планування, проте зміст їхньої діяльності суттєво диференційований. Відповідно, і композиція робочих груп буде різною: до складу групи з формування економічного механізму реструктуризації обов'язково входять представники планових та фінансово-економічних служб, які здійснюють оцінку необхідних обсягів фінансування та пошук джерел; до складу групи аналізу бізнес-процесів – представники підрозділів, які безпосередньо оперують інформаційною моделлю, тобто передусім представники основних виробничих підрозділів. Крім того, щодо регулювання бізнес-процесів у ході імплементації ТІМ: жорстке закріплення процесів на етапі напрацювання досвіду на пілотних проектах є передчасним. Процес впровадження інваріантно супроводжується калібруванням процесів, пошуком найбільш раціональних рішень. У таких випадках формуються тимчасові регламенти, які згодом, при накопиченні досвіду та відборі оптимальних рішень, замінюються постійними. Ринковий підхід певною мірою є антитезою ресурсному: ресурсний передбачає концентрацію зусиль на внутрішньому контурі організації (забезпечення функціонування та розвитку необхідними ресурсами), тоді як ринковий – концентрацію на аналізі ринкового середовища та виборі стратегії з урахуванням такого аналізу. В умовах платформної економіки, де ринкові сигнали транслюються через екосистемні платформи, а мережеві ефекти визначають конкурентні переваги, інтеграція обох підходів набуває особливої значущості. Оскільки кожен підхід окремо має свої переваги та обмеження, низка дослідників пропонує їх синтез та застосування ресурсно-ринкового підходу при конструюванні стратегії розвитку підприємства [11,41,47].

При розробці концептуальних засад економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС з урахуванням імплементації ТІМ необхідно визначити тип такої стратегії у системі документів стратегічного управління. Класичною є класифікація стратегічних рівнів, запропонована А.А. Томпсоном та А.Дж. Стріклендом, що включає 4 рівні стратегій, корельованих з

організаційними рівнями підприємства (Рис. 1.6.).

Корпоративна стратегія є генеральною траєкторією розвитку підприємства та конкретизується стратегіями нижчих рівнів. Ділова стратегія спрямована на розвиток окремих сфер діяльності, функціональна – на функціональні напрями, операційна – найвужча – для ключових структурних одиниць [69,104].

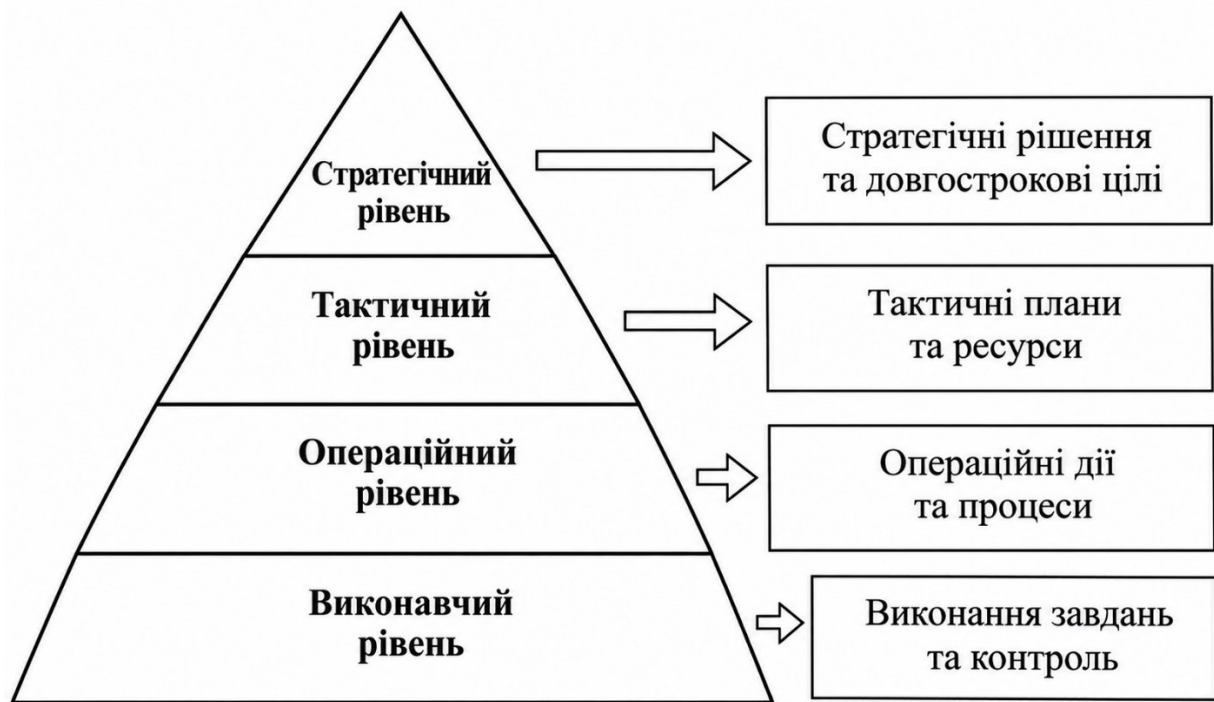


Рис. 1.6. Піраміда стратегічного управління (Джерело [151, 202])

З одного боку, економічний механізм реструктуризації має охоплювати всі напрями діяльності підприємства та всі його структурні одиниці, будучи прийнятим на рівні організації в цілому. З іншого боку, він не підміняє корпоративну стратегію з її специфічними цілями та завданнями розвитку. Механізм реструктуризації вимагає трансформації бізнес-процесів (виробничих, допоміжних, управлінських) у зв'язку з імплементацією передових цифрових технологій, проте не стосується суті процесів розвитку (що виробляти, на яких ринках позиціонуватися, як розширювати клієнтську базу), водночас здатний суттєво вплинути на функціональні цілі та показники: підвищення якості продукції, зростання продуктивності праці, скорочення

трудомісткості, термінів виробництва, собівартості тощо.

Окремі наукові школи [217] аргументують, що стратегію цифрової трансформації можна кваліфікувати як трансфункціональну за своєю природою, що інтегрує всі функціональні та технологічні стратегії, де цифрові ресурси виконують роль консолідуючого елемента. Таку позицію поділяє частина українських вчених: «Стратегія цифрової трансформації спрямована на координацію множини перетворень, спричинених поширенням цифрових технологій, та визначення пріоритетів дій, що супроводжують таку трансформацію». Вона інкорпорує заплановані зміни у бізнес-процесах та організаційній структурі підприємства з використанням цифрових інструментів [11,47]. Водночас не можна ігнорувати імперативність синхронізації стратегії реструктуризації з усіма документами стратегічного планування підприємства.

Автор дослідив структуру стратегії цифрової трансформації, розроблену в ЄС та адаптовану до підприємств будівельної галузі. Запропонована архітектура включає 6 основних розділів (Рис. 1.7.), зміст кожного з яких розкрито у відповідному документі [104,113], проте має рекомендаційний характер.



Рис. 1.7. Рекомендована структура розділів стратегії цифрової трансформації (складено на основі [48])

Склад та рекомендований зміст розділів стратегії визначає відповідні

етапи її формування, які можна умовно структурувати у 4 функціональні блоки.

Блок 1. Аналіз. До такого блоку входять роботи, пов'язані з аналізом цифрової трансформації галузі, оцінкою рівня цифрової зрілості підприємства, аналізом загроз та можливостей реструктуризації, її ризиків.

Блок 2. Моделювання. У рамках даного блоку здійснюється конструювання цільової бізнес-моделі, визначення системи цілей, завдань та ключових показників ефективності (КПЕ), вибір векторів розвитку цифрової трансформації та визначення часових горизонтів планування. Формується опис усіх ініціатив реструктуризації та дорожня мапа їх реалізації.

Блок 3. Організація. В рамках блоку описуються організаційні заходи процесу реструктуризації, зокрема структура управління трансформацією, система моніторингу результативності, процес перегляду та коригування стратегії, організація фінансування (оцінка необхідних ресурсів, їх наявності, дисбалансів та можливостей їх подолання).

Блок 4. Прогноз. У межах даного блоку визначаються основні віхи реалізації процесу реструктуризації та плановані проміжні результати. Здійснюється прогноз підсумкових показників, у тому числі запланованих економічних ефектів та ефектів неекономічного характеру, які або безпосередньо ведуть до підвищення економічної ефективності, або опосередковано – через нарощування конкурентоспроможності в екосистемі.

Розглянута рекомендована структура та виділені функціональні блоки вирізняються універсальним характером і можуть бути застосовані будь-якою організацією незалежно від форми власності та галузевої приналежності. Однак специфіка конкретної галузі накладає відбиток на процес та зміст стратегії, і урахування таких особливостей підвищує практичну значущість підходів, методів та інструментів її формування (таблиця 1.5.)

Виходячи з викладеного, автором сформовано методичний підхід до конструювання економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС (Рис. 1.8.), що враховує специфічні характеристики галузі, особливості ТІМ та імперативи платформної економіки й екосистемної взаємодії.

Зміст функціональних блоків формування економічного механізму
реструктуризації підприємств ІБС

Функціональний блок	Основний зміст робіт	Ключові результати	Екосистемний / платформний компонент
1. Аналіз вихідних позицій реструктуризації	Аналіз завдань; контрагентів та екосистемних зв'язків; цифровий і кадровий аудит; первинна оцінка фінансового стану; оцінка готовності; аналіз практики реалізації ІБП.	Профіль поточного стану підприємства; рівні готовності; ресурсні можливості; базові економічні та неекономічні показники для подальшого порівняння.	Оцінювання ролі у ланцюжку створення вартості, доступу до платформ, сумісності інформаційних моделей, участі у CDE, якості інформаційного обміну.
2. Моделювання цільового стану підприємства в екосистемі	Визначення завдань для ТІМ; зіставлення потреби в інструментах і компетенціях з їх наявністю; оцінка ресурсних дисбалансів; формулювання цілей і термінів.	Цільова конфігурація ресурсів і компетенцій; обсяги закупівель та навчання; потреба у фінансуванні; система фінансових і нефінансових цілей.	Цілі щодо рівня інтеграції у платформне середовище, якості інформаційного обміну та автоматизації взаємодії з суміжними учасниками.
3. Організація процесу реструктуризації на основі впровадження ТІМ	Декомпозиція процесу на етапи; формування дорожньої карти; визначення КПЕ та відповідальних; мотивація персоналу; організація фінансування; порядок коригування	Узгоджена послідовність трансформацій; механізм контролю; ресурсне забезпечення; зниження опору змінам; гнучкість реалізації.	Урахування темпів розвитку платформи та вимог екосистемного лідера; можливості спільного фінансування інфраструктури ТІМ і навчання.

Функціональний блок	Основний зміст робіт	Ключові результати	Екосистемний / платформний компонент
	стратегії.		
4. Прогнозна оцінка результатів реструктуризації	Формування планових проміжних і підсумкових показників; прогноз економічних та неекономічних ефектів.	Прогноз результатів участі в ІБП і діяльності підприємства в цілому; база для оцінювання результативності механізму.	Оцінка зниження транзакційних витрат, прискорення інформаційного обміну та підвищення якості спільного проектування.

Представлені блоки відображають етапи роботи з проектом стратегії до моменту її затвердження.

Перший блок «Аналіз вихідних позицій реструктуризації» може бути реалізований лише за умови, що на підприємстві виникла ініціатива імплементації ТІМ та почала формуватися (іноді стихійно) ініціативна група впровадження. Дослідження демонструють, що ініціатива може походити з різних джерел – від власників чи топ-менеджменту, від проектувальників, співробітників підрозділів стратегічного розвитку тощо. В умовах платформної економіки додатковим тригером може стати вимога екосистемного лідера (ключового замовника або оператора платформи ІБП) щодо переходу учасників на єдині цифрові стандарти взаємодії. Ініціативна група розпочинає роботу з аналізу поточного стану підприємства як вихідної інформації для проведення реструктуризації. У межах вивчення поточного стану здійснюються такі види робіт:

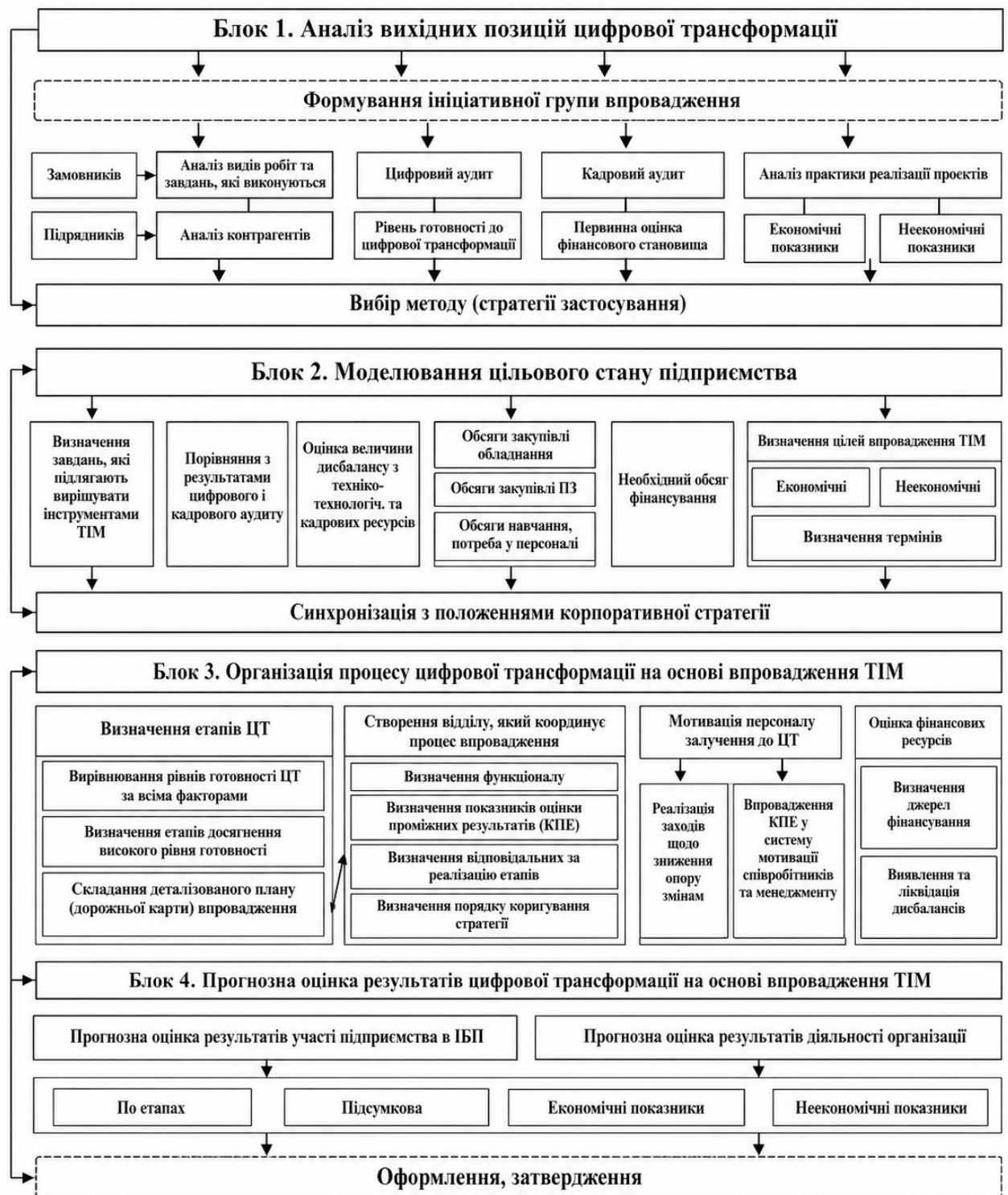


Рис. 1.8. Методичний підхід до формування економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС в умовах платформної економіки (розроблено автором)

- **Аналіз завдань, що виконуються.** Такі завдання конкретизуються за видами об'єктів капітального будівництва, оскільки мають суттєву

специфіку. В контексті екосистемної взаємодії додатково аналізується роль підприємства у ланцюжку створення вартості платформи ІБП;

- **Аналіз контрагентів та екосистемних зв'язків.** Щодо замовників необхідно визначити завантаженість замовленнями (наявність потоку), обсяг, що покриває виробничу потужність, чи оперують замовники інструментами ТІМ, чи мають проекти, реалізовані на основі ТІМ, чи висувують вимоги щодо застосування ТІМ. При аналізі замовників має значення програмне забезпечення, формати документації, рівень деталізації. Також оцінюються можливості підрядників щодо застосування ТІМ у практиці спільних проектів. В умовах платформної економіки додатково аналізується ступінь інтегрованості підприємства в цифрову екосистему: наявність доступу до спільних платформ, рівень сумісності інформаційних моделей, глибина участі у спільному середовищі даних (Common Data Environment);
- **Цифровий аудит,** що включає аналіз можливостей підприємства працювати з ТІМ на наявному обладнанні та програмному забезпеченні. При імплементації ТІМ завжди доводиться суттєво оновлювати технічну базу та закуповувати нове ПЗ. Таке не означає тотальної заміни всього парку комп'ютерної техніки. Необхідно оцінити, яке ПЗ вже забезпечує можливість використання інструментів ТІМ, яке обладнання має достатню продуктивність для подальшої експлуатації;
- **Кадровий аудит** як у кількісному, так і якісному вимірах. Під якісними характеристиками розуміється володіння компетенціями, здатність до навчання та сприйняття інновацій. Такий аудит дозволяє ідентифікувати працівників із навичками роботи з ТІМ, визначити частину команди, на яку можна спиратися при впровадженні, та частину колективу, яка підтримуватиме працездатність підприємства традиційними методами [31];
- **Первинна оцінка фінансового стану** для визначення принципової можливості акумулювати ресурси та інвестувати їх у проект

реструктуризації. Підприємство з високою ймовірністю банкрутства неспроможне акумулювати та інвестувати ресурси з терміном окупності близько 2 років. Пошук джерел фінансування є окремим завданням, що вирішується після детальної оцінки потреби в ресурсах. В умовах платформної економіки додатковим джерелом фінансування можуть стати механізми спільного інвестування учасників екосистеми, платформні кредитні лінії або цільове фінансування від екосистемного лідера;

- **Оцінка рівня готовності підприємства до реструктуризації**, що проводиться з урахуванням результатів попередніх досліджень. Ключове значення має не інтегральний показник, а рівень готовності за кожним із 7 виділених факторів та окремо за конкретними показниками. Результати за факторами можуть суттєво варіюватися: приміром, при третьому рівні готовності за показником «Впровадження технологій ТІМ» показник «Формування цифрової культури» може перебувати на першому рівні;
- **Аналіз практики реалізації проектів** безпосередньо не належить до оцінки готовності, проте має критичне значення. Він необхідний для фіксації поточних показників реалізації ІБП – як економічних (рівень прибутку, рентабельності, витрат на матеріали, оплати праці), так і неекономічних (час простоїв, кількість запитів на інформацію та зміни, тривалість нарад, кількість помилок, колізій). Такі показники слугуватимуть базою порівняння при оцінці результатів реструктуризації. В контексті екосистемної взаємодії додатково фіксуються показники якості інформаційного обміну між учасниками платформи, кількість ітерацій узгоджень, час реакції на запити суміжних учасників.

Другий блок «Моделювання цільового стану підприємства в екосистемі» присвячений визначенню цілей реструктуризації як бажаного стану, зокрема цільових показників реалізації ІБП. У межах блоку здійснюються:

- **Визначення завдань**, які планується вирішувати інструментами ТІМ. Такій перелік може відрізнятися від поточного (виявленого у Блоці 1). При

моделюванні цільового стану є можливість переглянути спектр завдань: розширити його або сконцентруватися на більш вузькому колі, найбільш затребуваному ринком та екосистемними партнерами. Даний набір завдань детермінує сукупність інструментів ТІМ та компетенцій, необхідних підприємству;

- **Зіставлення потреби** в інструментах та компетенціях з їх наявністю (результатами цифрового та кадрового аудиту). Порівнюється використовуване ПЗ з необхідним для запланованого переліку завдань. Може виявитися, що частина техніко-технологічних ресурсів вже забезпечує можливість використання інструментів ТІМ. Аналогічно порівнюються необхідні компетенції з результатами кадрового аудиту;
- **Оцінка величини дисбалансу** за кожним видом ресурсів на основі результатів зіставлення. Розмір дисбалансу визначає обсяги закупівлі обладнання, ПЗ та навчання персоналу. Навчання може бути розподілене у часі та диференційоване за програмами для різних категорій персоналу [68,103,159]. Інформація про обсяг закупівель дозволяє розрахувати необхідний обсяг фінансування;
- **Формулювання цілей та термінів** реструктуризації на основі виділених завдань та забезпеченості ресурсами. Обов'язково формулюються не лише фінансово-економічні цілі (зростання прибутку, рентабельності ІБП та підприємства загалом), а й неекономічні (зниження кількості помилок проекту, колізій, простоїв, запитів на інформацію, тривалості нарад). В умовах екосистемної взаємодії додатково формулюються цілі щодо рівня інтеграції в платформне середовище, якості інформаційного обміну, ступеня автоматизації взаємодії з суміжними учасниками.

Третій блок «Організація процесу реструктуризації на основі впровадження ТІМ» має організаційний характер та включає:

- **Визначення етапів реструктуризації.** Оскільки процес є комплексним, багатоаспектним, зачіпає різні підсистеми управління, включає одночасно кілька видів реструктуризації (виробничу, кадрову, організаційну,

фінансову, майнову, маркетингову) та є тривалим у часі, його необхідно декомпонувати. Слід: по-перше, забезпечити вирівнювання рівнів готовності за всіма факторами та показниками, оскільки багато з них є взаємозумовленими; по-друге, на основі даних про поточний рівень готовності визначити етапи досягнення цільового рівня; по-третє, скласти деталізований план («дорожню карту») з визначенням КПЕ проміжних результатів та відповідальних виконавців. На такому ж етапі визначається порядок коригування стратегії у разі порушення плану під дією об'єктивних чи суб'єктивних причин, що забезпечує гнучкість та резистентність до ризиків. В умовах платформної економіки дорожня карта має враховувати темпи розвитку самої платформи та еволюцію вимог екосистемного лідера;

- **Мотивація персоналу** до залучення у процес реструктуризації. Роботи у даному напрямі переслідують кілька цілей: зниження опору змінам, створення умов для підвищення цифрової культури, підвищення ефективності діяльності співробітників, інтеграція КПЕ реструктуризації у систему мотивації. Має принципове значення, оскільки в процесі реструктуризації багато працівників відчують підвищення навантаження. Відсутність фінансової мотивації може знизити зацікавленість та посилити опір;
- **Організація фінансування** процесу реструктуризації, включаючи визначення джерел, виявлення та ліквідацію дисбалансів за фінансовими ресурсами. Наявність фінансових ресурсів є ключовим обмеженням реалізації. Пошук та акумулювання ресурсів є окремим найважливішим завданням. В умовах екосистемної взаємодії з'являються додаткові можливості: спільне фінансування інфраструктури ТІМ учасниками платформи, розподіл витрат на навчання, використання механізмів платформного фінансування.

Четвертий блок «Прогнозна оцінка результатів реструктуризації» спрямований на формування планових показників як за етапами, так і

підсумкових, включаючи економічні та неекономічні індикатори:

- прогнозна оцінка результатів участі підприємства в ІБП;
- прогнозна оцінка результатів діяльності підприємства в цілому;
- прогнозна оцінка ефектів екосистемної взаємодії (зниження транзакційних витрат, прискорення інформаційного обміну, підвищення якості спільного проектування).

Завершальним елементом описаної методики є узгодження, оформлення та затвердження стратегії як локального нормативного акта підприємства.

Кожен блок розробленого методичного підходу передбачає застосування цілого комплексу методів. У зв'язку з цим є актуальним визначення методичного забезпечення. Авторський підхід до формування методичного забезпечення процесу конструювання економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС представлений на рисунку 1.9.

Подане методичне забезпечення не є вичерпним. У процесі формування механізму реструктуризації можуть бути застосовані будь-які методи аналізу, необхідні для виконання завдань кожного з блоків.

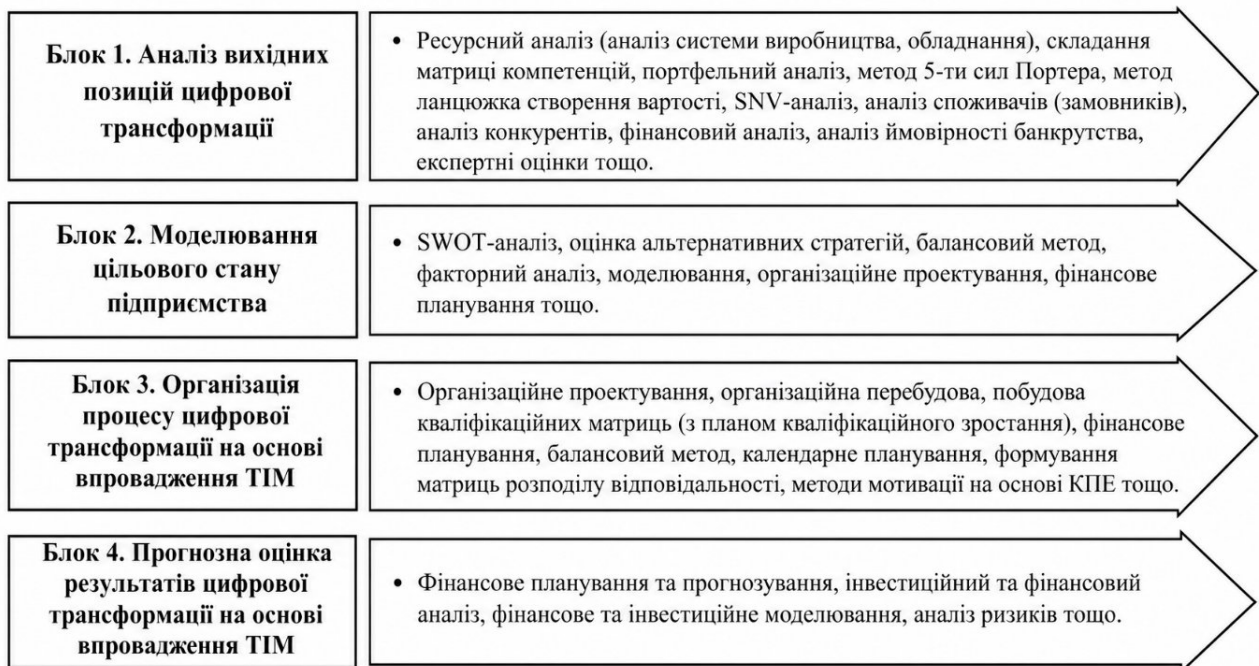


Рис. 1.9. Методичне забезпечення процесу формування економічного механізму реструктуризації в умовах платформної економіки (розроблено автором)

Таким чином, було розроблено та описано методичний підхід до конструювання економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС, що має трансфункціональний характер та ґрунтований на інтеграції сценарного, ресурсного, клієнтоорієнтованого (в інтерпретації екосистемоорієнтованого), ринкового та процесного підходів, доповнених імперативами платформної економіки та логікою екосистемної взаємодії суб'єктів інвестиційно-будівельної сфери. Саме така інтегральна концептуальна основа забезпечує адекватність економічного механізму реструктуризації викликам четвертої та п'ятої промислових революцій, де технологічна автоматизація Industry 4.0 доповнюється людиноцентричністю, стійкістю та колективним інтелектом Industry 5.0.

1.3. Методологічні підходи до економічного оцінювання ефективності цифрової реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери на основі data-driven моделювання

Логічним продовженням етапу стратегічного планування цифрової реструктуризації підприємств ІБС є конструювання організаційно-економічного механізму, що забезпечує безпосередню імплементацію обраної траєкторії перетворень. Розробка такого механізму є закономірним наслідком формування стратегії, оскільки за розробкою та легітимізацією стратегічного документа неминує фаза практичної реалізації, яка потребує власного методичного інструментарію. Раніше було аргументовано доцільність застосування об'єктно-адаптивного підходу в процесі реструктуризації підприємств ІБС, що характеризується імперативністю урахування специфічних параметрів підприємства-об'єкта при детермінації методів та інструментів перетворень, забезпечуючи адаптивність реструктуризаційного інструментарію до особливостей конкретного суб'єкта.

Об'єктно-адаптивний підхід у межах даного дослідження ґрунтований на

тому, що ІБС інкорпорує підприємства різноманітних видів діяльності, кожне з яких виконує власну функціональну роль у реалізації ІБП. При такому одне й те саме підприємство може оперувати як однією функцією, так і кількома одночасно. З огляду на поліваріантність видів діяльності в ІБС, проте з урахуванням змістовної близькості окремих з них, автором запропоновано умовну агрегацію у 4 кластери – девелопери, проектувальники, виконавці та експлуатуючі організації. Попри те, що окремі учасники ІБП залучені до нього на всіх або кількох стадіях, домінантний обсяг їх операцій з інформаційною моделлю завжди сконцентрований на конкретній фазі життєвого циклу: передінвестиційній (передпроектній, концептуальній), інвестиційній (що охоплює проектування та будівництво) або експлуатаційній. Девелопери оперують інформаційною моделлю переважно на передпроектній фазі, проектувальники – на фазі проектування, виконавці – на фазі будівництва, експлуатуючі організації – на фазі експлуатації (Рис. 1.10).



Рис. 1.10. Кореляція кластерів підприємств ІБС зі стадіями життєвого циклу проекту, на яких сконцентрований домінантний обсяг операцій з інформаційною моделлю (розроблено автором)

Оскільки підприємства різних функціональних кластерів оперують інформаційною моделлю на різних фазах життєвого циклу, вони виконують диференційовані завдання, використовуючи при такому спеціалізоване

програмне забезпечення. Для роботи з таким ПЗ та виконання відповідних завдань необхідні специфічна апаратна база та компетенції персоналу. Відтак, ключовим аспектом при конструюванні організаційно-економічного механізму цифрової реструктуризації є ідентифікація завдань, що виконує кожен кластер підприємств. Розглянемо базові завдання кожного кластера (що підлягають деталізації та доповненню) з операцій з інформаційною моделлю послідовно (на основі результатів аналізу низки джерел [5,10,16,30,33,50,72,106,129,135,144,151,199,210]):

Кластер девелоперів реалізує такі завдання в рамках ІБП із застосуванням ТІМ:

- конструювання ескізної інформаційної моделі;
- превентивні розрахунки (техніко-економічних індикаторів, фінансових параметрів);
- формування фінансової моделі проекту;
- превентивна детермінація номенклатури та обсягів закупівлі матеріалів;
- конструювання технічних завдань та конкурсної документації;
- формування комплекту вихідно-дозвільної документації;
- інтеграція з ПЗ при проведенні контрольно-наглядових процедур;
- моніторинг динаміки виконання будівельно-монтажних робіт (БМР);
- контроль елімінації ідентифікованих порушень тощо.

Кластер проектувальників реалізує такі завдання в рамках ІБП із застосуванням ТІМ:

- генерування цифрової моделі рельєфу, місцевості та геології при інтеграції результатів інженерних вишукувань у середовище загальних даних;
- поліваріантне проектування та селекція оптимального об'ємно-планувального рішення з позицій компактності, інсоляції, експлуатаційних та вартісних характеристик;
- підбір та просторове розміщення інженерно-технічного та допоміжного обладнання, вибір конструктивних та оздоблювальних матеріалів;
- розробка інтегральної інформаційної моделі, що консолідує архітектурні,

конструктивні, проектні та інженерні рішення й відображає всі техніко-економічні параметри;

- формування комплексу проектної та робочої документації;
- детермінація вартісних та часових параметрів ІБП;
- 3D-візуалізація проекту;
- розрахунок металоконструкцій, залізобетонних елементів та інженерних систем;
- конструювання техніко-економічного обґрунтування;
- організаційно-технологічне проектування;
- ідентифікація та елімінація помилок і колізій;
- забезпечення естетичної якості, нормативної відповідності, безпеки та енергоефективності [188,198];
- проходження експертизи проектної документації;
- здійснення авторського нагляду тощо.

Кластер виконавців реалізує такі завдання в рамках ІБП із застосуванням ТІМ:

- підготовка та організація управлінського контуру будівництва;
- календарне планування;
- управління ресурсними потоками, зокрема організація логістики обладнання та матеріалів;
- відстеження динаміки виконання БМР, дотримання календарно-мережевого графіка;
- наповнення інформаційної моделі даними за результатами будівельного контролю;
- контроль дотримання вимог безпеки;
- здійснення будівельного нагляду;
- контроль елімінації ідентифікованих порушень;
- координація учасників БМР та моніторинг субпідрядників;
- формування виконавської документації тощо.

Кластер експлуатуючих організацій реалізує такі завдання в рамках

ІБП із застосуванням ТІМ:

- генерування технологічних карт обладнання;
- конструювання графіків обслуговування та інспектування обладнання;
- моніторинг ключових технічних та експлуатаційних параметрів об'єкта в режимі реального часу;
- облік ресурсоспоживання;
- оперативний пошук інформації по об'єкту та ініціація необхідних робіт у разі технічних збоїв;
- наповнення інформаційної моделі експлуатаційними даними — формування експлуатаційної інформаційної моделі.

Функціональна диференціація кластерів підприємств ІБС у процесі застосування ТІМ наведено у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6.

Функціональна диференціація кластерів підприємств ІБС у процесі застосування ТІМ

Функціональний кластер	Домінантна фаза життєвого циклу ІБП	Ключові операції з інформаційною моделлю	Специфічні потреби цифрової реструктуризації
Девелопери	Передінвестицій на (передпроектна, концептуальна)	Ескізна інформаційна модель; техніко-економічні та фінансові розрахунки; визначення закупівель; технічні завдання; вихідно-дозвільна документація; моніторинг БМР і контроль порушень.	ПЗ для концептуального моделювання, фінансово-економічних розрахунків і контролю; компетенції постановки вимог до інформаційної моделі та координації учасників.
Проектувальники	Інвестиційна — проектування	Цифрові моделі рельєфу і геології; поліваріантне проектування;	Високопродуктивна апаратна база; спеціалізоване проектне ПЗ;

Функціональний кластер	Домінантна фаза життєвого циклу ІБП	Ключові операції з інформаційною моделлю	Специфічні потреби цифрової реструктуризації
		інтегральна інформаційна модель; проектна і робоча документація; 3D-візуалізація; розрахунки; виявлення колізій; авторський нагляд.	компетенції моделювання, координації моделей, перевірки колізій та нормативної відповідності.
Виконавці	Інвестиційна — будівництво	Календарне планування; управління ресурсами і логістикою; моніторинг БМР; наповнення моделі даними контролю; нагляд; координація субпідрядників; виконавська документація.	ПЗ для планування і контролю будівництва; доступ до актуальної моделі; компетенції «читання» моделі, зіставлення фактичних і модельних даних та роботи у спільному середовищі даних.
Експлуатуючі організації	Експлуатаційна	Технологічні карти обладнання; графіки обслуговування; моніторинг параметрів об'єкта; облік ресурсоспоживання; пошук інформації; формування експлуатаційної інформаційної моделі.	ПЗ для експлуатаційного управління; доступ до даних про конструкції та обладнання; компетенції роботи з експлуатаційною моделлю і внесення актуальних даних.

Виходячи із зазначеної диференціації завдань учасників ІБП при операціях з інформаційною моделлю, впливає, що при селекції програмного

забезпечення кожен кластер орієнтується на специфічні завдання підприємства. Розподіл категорій програмного забезпечення за виділеними кластерами представлено на рисунку 1.11.



Рис. 1.11. Категорії ПЗ для виконання відповідних завдань виділеними кластерами підприємств ІБС (розроблено автором)

Комплексна реструктуризація підприємств ІБС у формі цифрової трансформації вимагає конструювання методичного забезпечення, що дозволяє організувати даний процес раціонально, з урахуванням логічної секвенції дій та всіх значущих факторів. Нами аргументовано доцільність застосування об'єктно-адаптивного підходу при розробці такого забезпечення, що враховує наявність різних груп об'єктів, які детермінують специфіку реструктуризаційних перетворень – підприємств різних видів діяльності, а також таких ключових атрибутів як масштаб та рівень цифрової зрілості.

Практична імплементація такого методичного забезпечення дозволяє максимізувати ефекти від впровадження ТІМ, що передбачає формування цілого спектру результатів (підвищення якості роботи, взаємодії підрозділів та

контрагентів, мінімізація помилок, простоїв, підвищення прецизійності розрахунків, скорочення термінів будівництва тощо), підсумковим результатом яких є ефекти економічного характеру та нарощування прибутковості ІБП. Виходячи з викладеного, методичне забезпечення набуває ознак механізму управління. Так, Г.М. Рижакова [41] кваліфікує механізм управління як «порядок дій при здійсненні вибору управлінських впливів на об'єкт, що забезпечують досягнення цільового стану». В економічній та управлінській науці виокремлюють 2 базові типи механізмів управління – економічні та організаційні. На рисунку 1.12 [56,142] представлено позицію механізму управління в системі менеджменту підприємства.

Відповідно до позиції авторів, «у внутрішньому середовищі підприємства з урахуванням факторів зовнішнього оточення формується механізм управління, за допомогою якого суб'єкт управління здійснює вплив на об'єкт» [56]. Розглянемо інтерпретації різних авторів щодо сутності економічного та організаційного механізмів. Низка вчених трактує економічний механізм як об'єктивно зумовлений здійсненням господарської діяльності в ринкових умовах, коли результати управлінської та господарської активності отримують ринкову оцінку в процесі обміну [10,33], тобто має економічну природу. Слід погодитися з позицією іноземних авторів [82,106,177,218] щодо того, що формування та еволюція економічних механізмів завжди корельовані з функціонуванням організаційних систем. Вони також відзначають, що організаційний механізм інкорпорує функції управління, організаційну структуру, управлінські кадри, техніко-технологічну компоненту, процеси прийняття рішень тощо. Сукупність організаційного та економічного механізмів утворює організаційно-економічний механізм управління [176].

З огляду на те, що методичне забезпечення реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації інкорпорує як ознаки організаційного, так і економічного механізмів, воно отримало найменування організаційно-економічного механізму цифрової трансформації підприємств ІБС на основі об'єктно-адаптивного підходу (Рис. 1.13 – 1.15).

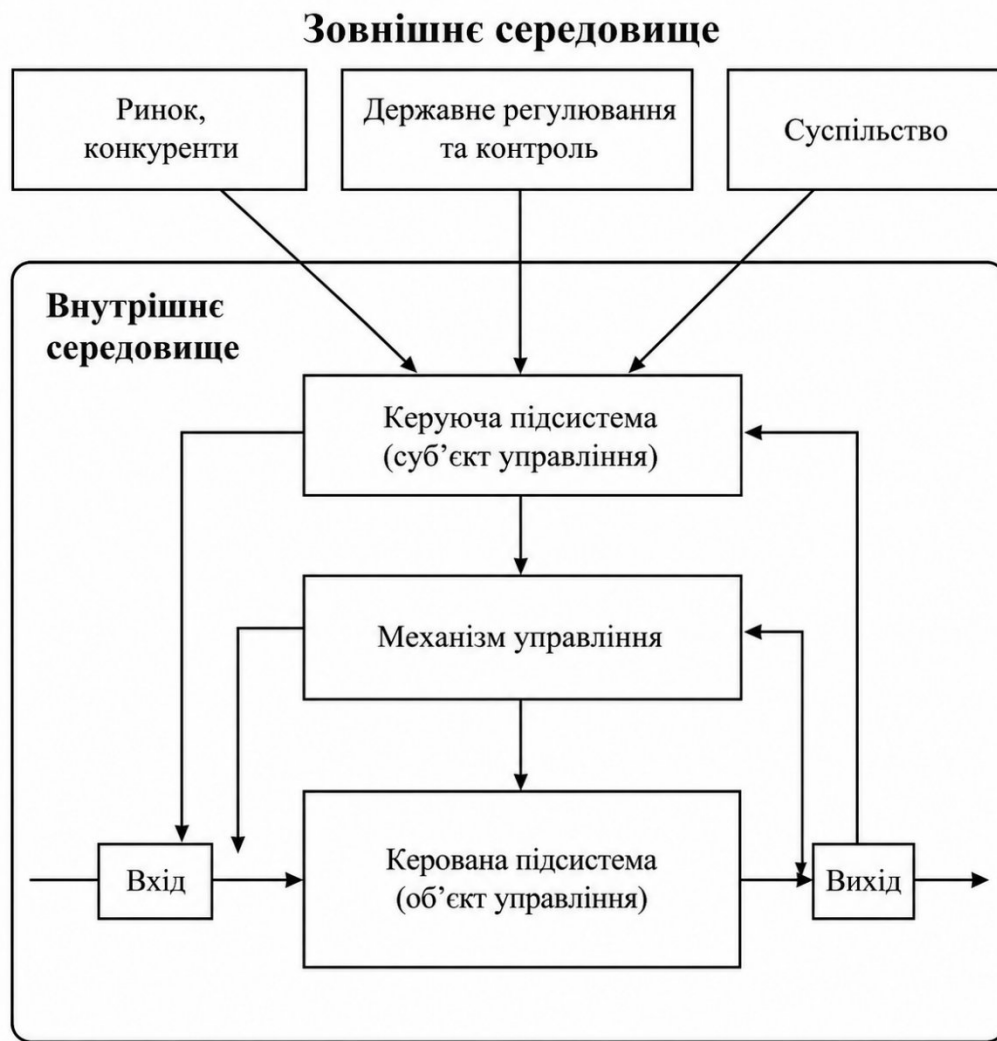


Рис. 1.12. Позиція механізму управління в системі менеджменту підприємства (Джерело: [70,125,169,176,])

Щодо представленого на рисунках 1.13 – 1.15 організаційно-економічного механізму на основі проведеного дослідження сформулюємо ряд концептуальних положень:

- по-перше, його конструювання здійснено з урахуванням умови, що стратегія, цілі та завдання, а також план імплементації сформовані на основі методичного підходу, тому питанням цілепокладання та планування приділяється мінімальна увага, а домінуючий обсяг спрямований на детермінацію порядку, змісту та результатів впровадження;
- по-друге, при його розробці виконано роботи з диференціації змісту

заходів щодо імплементації ТІМ з урахуванням функціонального кластера підприємства, тобто застосовано об'єктно-адаптивний підхід;

- зазначена диференціація не означає наявності принципових відмінностей у секвенції етапів впровадження ТІМ, а стосується переважно відмінностей у змісті робіт, що здійснюються в рамках окремих заходів, а також методів та інструментів їх реалізації;
- диференціація поширюється лише на ті етапи та заходи, для яких це є об'єктивно необхідним. Якщо етап впровадження та включені до нього заходи не мають суттєвої специфіки, зумовленої видом діяльності, диференціація не здійснюється;
- зміст етапів організаційно-економічного механізму та етапів впровадження, виділених у стратегії цифрової трансформації, мають перебувати у відношенні відповідності, тобто при розробці стратегії необхідно враховувати секвенцію етапів та склад заходів, інкорпорованих до організаційно-економічного механізму;
- передбачається, що ще на етапі розробки стратегії буде сформовано підрозділ, що координує процес впровадження, відповідно саме такий підрозділ здійснює організацію та координацію заходів у складі організаційно-економічного механізму.

Організаційно-економічний механізм цифрової трансформації підприємств ІБС, сформований на основі об'єктно-адаптивного підходу, структурований у 4 блоки: інформаційно-аналітичний, ресурсозабезпечувальний, організаційний та реалізаційний. Розглянемо їх послідовно, здійснюючи диференціацію заходів залежно від функціонального кластера підприємства [5,10,16,21,49,72,106,129,144]. У таблиці 1.7. представлено структуру організаційно-економічного механізму цифрової трансформації підприємств ІБС.



Рис. 1.13. Організаційно-економічний механізм цифрової трансформації підприємств ІБС на основі об'єктно-адаптивного підходу: інформаційно-аналітичний та ресурсозабезпечувальний блоки (розроблено автором)

Структура організаційно-економічного механізму цифрової трансформації
підприємств ІБС

Блок механізму	Основний зміст робіт	Ключові інструменти та управлінські дії	Очікуваний проміжний результат
Інформаційно-аналітичний	Формування та конкретизація стратегії цифрової трансформації; збір і аналіз даних; цілепокладання; інформування колективу.	Аналіз вихідних даних; визначення цілей і проміжних результатів; організаційні збори; роз'яснення принципів ТІМ, етапів і очікуваних результатів.	Єдине розуміння цілей трансформації; інформаційна готовність персоналу; зниження невизначеності та передумов мінімізації опору змінам.
Ресурсозабезпечувальний	Оснащення підприємства обладнанням, ПЗ і підготовленими кадрами відповідно до функціонального кластера та завдань ТІМ.	Прецизація завдань; узгодження вимог із замовниками; вибір сумісного ПЗ; визначення апаратних вимог; тестування персоналу; поетапне навчання; формування переліку закупівель.	Сформований ресурсний контур імплементації ТІМ: ПЗ, обладнання, компетентний персонал і визначені потреби у фінансуванні.
Організаційний	Формування груп працівників і організація взаємодії у період переходу на ТІМ.	Створення експертної/консультативної групи; диференціація програм навчання; збереження частини традиційних процесів на перехідний період; система мотивації за КПЕ трансформації.	Організаційна готовність до пілотного впровадження; підтримка безперервності діяльності; підвищення залученості персоналу.
Реалізаційний	Пілотне та подальше практичне застосування ТІМ, реінжиніринг	Пілот власними силами; пілот із контрагентами; середовище спільних даних; перерозподіл ролей; формування	Перехід від експериментального до поточного використання ТІМ; формалізовані бізнес-процеси,

Блок механізму	Основний зміст робіт	Ключові інструменти та управлінські дії	Очікуваний проміжний результат
	процесів і закріплення нової моделі роботи.	BIM-ролей; корпоративний TIM/BIM-стандарт і регламент; калібрування та моніторинг.	ролі, стандарти та механізми взаємодії.

Першим блоком організаційно-економічного механізму є інформаційно-аналітичний. Такий блок інкорпорує роботи з формування стратегії цифрової трансформації (збір та аналіз даних, цілепокладання, визначення цілей та проміжних результатів). Крім того, в рамках такого блоку здійснюється критично важливий захід, що значною мірою детермінує інтенсивність опору змінам у процесі імплементації TIM, а відтак – швидкість та результативність процесу – організаційні збори з колективом для інформування про впровадження TIM, під час яких необхідно артикулювати:

- принципи та методологію TIM (загалом), результати, які забезпечує їх застосування, з прикладами інших компаній та результатами емпіричних досліджень;
- цілі та завдання імплементації TIM на даному конкретному підприємстві, проблеми, що підлягають розв'язанню засобами TIM;
- етапи впровадження. Важливо пояснити поступовість заходів, поінформувати про те, що витрати на навчання бере на себе підприємство, аргументувати, що набуті знання є необхідними для професійного розвитку з огляду на зростання масштабів застосування TIM, у тому числі появу вимог щодо обов'язковості TIM у будівництві об'єктів з державною участю. Також слід зазначити, що буде можливість напрацювати навички в рамках пілотних проектів для зниження тривожності щодо ймовірності помилок при роботі з новим ПЗ та новим підходом до реалізації проектів.



Рис. 1.14. Організаційно-економічний механізм цифрової трансформації підприємств ІБС на основі об'єктно-адаптивного підходу: організаційний блок (розроблено автором)



Рис. 1.15. Організаційно-економічний механізм цифрової трансформації підприємств ІБС на основі об'єктно-адаптивного підходу: реалізаційний блок (розроблено автором)

Другим блоком є ресурсозабезпечувальний, в рамках якого організовуються роботи з оснащення підприємства всіма необхідними ресурсами для імплементації ТІМ – обладнанням, програмним забезпеченням та підготовленими кадрами. Для виконання завдання ресурсного забезпечення здійснюється прецизація завдань, які підприємство зможе/планує вирішувати засобами ТІМ, оскільки для різних завдань необхідне відповідне ПЗ. Для кожного функціонального кластера характерний власний набір завдань, і, відповідно, вибір варіантів ПЗ здійснюється на такій основі.

Подальшим кроком є проведення переговорів із замовниками (потенційними замовниками) для визначення їх вимог до операцій з інформаційною моделлю, що необхідно для підбору сумісного ПЗ та забезпечення коректної спільної роботи й автоматизованої інтеграції розділів інформаційної моделі. Вимоги замовників є пріоритетними при підборі ПЗ. Також можуть бути враховані можливості підрядника, проте вони мають субординативне значення. На такій основі з наявних на ринку програмних продуктів підбирається той (або ті), які підприємство згодом придбає. Обране ПЗ детермінує також вимоги до апаратної бази та кваліфікації персоналу – підбір програм навчання здійснюється з обов'язковим урахуванням вимоги щодо формування знань та навичок роботи з конкретним ПЗ та виконання за його допомогою конкретних завдань.

Подальшим кроком є тестування персоналу для визначення:

- наявності знань і навичок роботи з підібраним ПЗ;
- здатності до освоєння нового ПЗ;
- мотивації до освоєння нового ПЗ.

Для проведення тестування (як і навчання та калібрування бізнес-процесів) можуть бути залучені зовнішні консультанти. Слід зазначити, що відсутня необхідність навчати всіх без винятку працівників у директивному порядку – може спровокувати ескалацію опору. Навчання доцільно організувати поетапно: спочатку найбільш вмотивовані співробітники, потім поступово решта. В процесі впровадження частина колективу, яка спочатку не виявляла

бажання, може приєднатися до процесу.

Результатом заходів даного блоку є формування вичерпного переліку закупівель (ПЗ, обладнання, навчання) та їх організація. Наявність фінансових ресурсів є найважливішим фактором імплементації ТІМ; їх відсутність та необхідність акумуляції може розтягнути процес на тривалий термін. Більше того, відсутність фінансових ресурсів, характерна для підприємств із високою ймовірністю банкрутства, робить процес впровадження практично нездійсненним до відновлення фінансової стійкості та ліквідності.

Третім блоком є організаційний. У його межах здійснюється визначення груп співробітників для подальшої роботи. Ідентифікуються працівники, які на високому рівні опанували компетенції роботи із застосуванням ПЗ (це можуть бути співробітники, що найуспішніше пройшли навчання, або новонайняті фахівці з відповідним досвідом). На їх основі формується експертна (консультативна) група [100,106], представники якої в процесі впровадження надаватимуть підтримку частині колективу, що навчається. Для працівників, які проходять навчання, визначається порядок та програми відповідно до функціональних обов'язків. Також, з огляду на відсутність потреби миттєвого переведення всього персоналу на ТІМ, у колективі залишаються співробітники, які (можливо, тимчасово) продовжують працювати традиційними методами. Їх роль не слід недооцінювати, оскільки вони забезпечують безперебійне функціонування підприємства та виконання договірних зобов'язань у період реструктуризації.

Перехід на ТІМ, як правило, пов'язаний з тимчасовим, але суттєвим збільшенням навантаження на персонал: окрім виконання прямих обов'язків, працівники мають проходити навчання та виконувати роботи в рамках пілотного проекту. У такій ситуації для підтримки залученості та мінімізації опору доцільно розробити систему мотивації, орієнтовану на досягнення показників стратегії цифрової трансформації – її етапів та індикаторів проміжних результатів.

Четвертий блок – реалізаційний – включає процес імплементації

пілотних проектів, який можна декомпонувати на 2 підетапи:

1. **Реалізація пілотного проекту власними силами.** Означає проведення тренувального циклу з виконання робіт, передбачених будь-яким договором, із застосуванням ТІМ. Паралельно роботи виконуються традиційним способом. У рамках пілотного проекту необхідно виконати технічне завдання із застосуванням нового ПЗ та підходу, тобто продублювати реальний проект у ТІМ. Продуктивність праці в рамках таких пілотних проектів, як правило, суттєво знижується порівняно зі стандартною. Зазвичай необхідно виконання кількох пілотних ітерацій. За результатами формується середовище спільних даних усередині підприємства;
2. **Реалізація пілотного проекту спільно з контрагентами** – замовниками та підрядниками, в рамках якої організовується середовище спільних даних з регламентацією прав доступу. У межах виконання пілотних та подальших реальних проектів функції підприємств різних кластерів диференційовані. Підприємства кластера девелоперів визначають вимоги до інформаційної моделі та рівня деталізації, а також розробляють концептуальну інформаційну модель. Підприємства кластера проектувальників виконують проект відповідно до вимог замовника (зокрема щодо рівня деталізації, формату даних). Підприємства кластера виконавців мають забезпечити «читання» проекту з необхідною деталізацією (перегляд та інтерпретація даних інформаційної моделі, зокрема для визначення обсягів матеріалів та трудомісткості), виконання робіт відповідно до моделі, а також доповнення інформаційної моделі та зіставлення фактично виконаного обсягу з модельними даними.

Експлуатуючі організації також повинні мати компетенції «читання» проекту з необхідною деталізацією для ознайомлення з конструктивними особливостями та інженерним обладнанням об'єкта – його розташуванням, характеристиками, вимогами до обслуговування, нормативними термінами служби, що дозволяє експлуатуючій організації визначати терміни проведення

робіт, складати графіки технічного обслуговування, ремонту, заміни обладнання. Інформація про проведені роботи відображається в інформаційній моделі, яка на стадії експлуатації набуває статусу «експлуатаційної інформаційної моделі».

У процесі реалізації пілотних проектів здійснюється розподіл/перерозподіл обов'язків, відпрацьовуються нові (модифіковані) бізнес-процеси, з'являються нові ролі, що дозволяє за підсумками провести організаційну та виробничу реструктуризацію, в ході якої фіксуються нові ролі, з'являються нові посади та підрозділи, порядок виконання робіт та взаємодії. Найбільшою мірою виробнича та організаційна реструктуризація торкається організацій кластера проектувальників – процеси проектування зазнають радикальної трансформації.

В організаціях з'являються нові посади, нехарактерні для традиційної моделі реалізації проектів – TIM/BIM-менеджер, TIM/BIM-координатор та TIM/BIM-автор:

- TIM/BIM-автор розробляє інформаційну модель;
- TIM/BIM-координатор здійснює верифікацію моделей на відповідність стандартам та формує зведену модель;
- TIM/BIM-менеджер відповідає за ефективну координацію всіх учасників проекту в середовищі спільних даних [75,188].

Оскільки реалізація пілотних проектів дозволяє розподілити ролі та здійснити реінжиніринг бізнес-процесів, з'являється можливість сформулювати правила та принципи реалізації проектів на основі TIM у локальних нормативних актах – корпоративному TIM/BIM-регламенті та корпоративному TIM/BIM-стандарті.

Як правило, підприємства орієнтуються насамперед на положення національного TIM/BIM-стандарту. Визначені на національному рівні стандарти мають узагальнений характер та потребують конкретизації на рівні підприємства, для чого розробляється корпоративний TIM/BIM-стандарт, що описує правила формування та операцій з інформаційною моделлю.

Корпоративний стандарт замовника, як правило, є основою для формування вимог до виконавця у технічному завданні. При даній ситуації замовником може бути генеральний проектувальник, а виконавцем – проектувальник окремого розділу; також замовником може бути генеральний підрядник, а виконавцем – субпідрядник. Однак ключову роль у визначенні вимог відіграє TIM/BIM-стандарт підприємств кластера «девелопери» – замовника, технічного замовника.

TIM/BIM-регламент підприємства містить деталізовані інструкції щодо реалізації проекту на основі TIM – покрокові вказівки щодо досягнення закріпленого стандарту. Необхідність розробки таких документів саме на рівні підприємства зумовлена тим, що вони формують уніфіковане розуміння еталонів процесів та результатів.

Первісна редакція документів, як правило, є пілотною або тимчасовою та проходить «калібрування», внаслідок якого на наступному етапі – організації поточних виробничих та забезпечувальних процесів із застосуванням TIM – затверджується в остаточній редакції.

Також на етапі організації поточних процесів виконується робота з реальними проектами із застосуванням TIM, а при виявленні необхідності – дооснащення підприємства ресурсами. Здійснюється додаткове навчання. На даному етапі до навчання можуть приєднатися співробітники, які на початковому етапі не мали мотивації. Наявність наочних результатів впровадження суттєво знижує опір та формує позитивні очікування.

На основі інформаційно-аналітичної, ресурсозабезпечувальної та організаційної діяльності формуються передумови для досягнення цілей стратегії: здійснюється поетапний моніторинг проміжних результатів та по завершенні – підсумкова оцінка. Для кожного кластера формуються диференційовані ефекти.

Для кластера «девелопери» ефекти неекономічного характеру включають:

- скорочення терміну будівництва;

- підвищення якості будівництва;
- зниження вартості будівництва;
- оптимізацію експлуатаційних витрат тощо.

У сукупності вони генерують ефекти економічного характеру – нарощування прибутку та рентабельності проекту і підприємства загалом.

Для кластера **«проектувальники»** ефекти неекономічного характеру включають:

- скорочення терміну проектування (досягається поступово з накопиченням бази даних елементів);
- підвищення якості проектної документації;
- скорочення термінів внесення змін та перерахунку тощо.

Для кластера **«виконавці»** ефекти неекономічного характеру включають:

- скорочення терміну будівництва;
- підвищення якості будівництва;
- мінімізацію простоїв;
- скорочення переробок;
- зниження витрат будівельних матеріалів тощо.

Для кластера **«експлуатуючі організації»** ефекти неекономічного характеру включають:

- зниження трудомісткості експлуатаційних робіт;
- підвищення оперативності пошуку та усунення несправностей;
- підвищення якості експлуатації об'єкта тощо.

Представлений організаційно-економічний механізм цифрової трансформації підприємств ІБС має як наукову, так і практичну значущість у зв'язку з тим, що:

- вперше сформовано та системно представлено алгоритм дій підприємств ІБС при переході на ТІМ, що вирізняється урахуванням функціональних кластерів на основі об'єктно-адаптивного підходу;
- є підґрунтям для розробки та прийняття обґрунтованих управлінських рішень у процесі цифрової трансформації підприємств ІБС, спрямованої

на перехід до ТІМ [122,201].

Диференційовані результати цифрової трансформації підприємств ІБС за функціональними кластерами – рисунок 1.8.

Таблиця 1.8.

Диференційовані результати цифрової трансформації підприємств ІБС за функціональними кластерами

Функціон альний кластер	Основні неекономічні ефекти	Економічна інтерпретація результатів	Доцільні напрями моніторингу
Девелопер и	Скорочення терміну будівництва; підвищення якості; зниження вартості будівництва; оптимізація експлуатаційних витрат.	Зростання прибутку та рентабельності ІБП і підприємства внаслідок скорочення витрат, строків та підвищення якості реалізації проекту.	Тривалість ІБП; відхилення фактичної вартості від планової; витрати; якість; прибуток і рентабельність проекту.
Проектува льники	Скорочення терміну проектування; підвищення якості проектної документації; прискорення внесення змін і перерахунків.	Зростання продуктивності проектних робіт, скорочення трудомісткості виправлень і втрат, пов'язаних із помилками та колізіями.	Тривалість проектування; кількість помилко/колізій; час внесення змін; трудомісткість проектних операцій.
Виконавці	Скорочення терміну будівництва; підвищення якості; мінімізація простоїв і переробок; зниження витрат матеріалів.	Зменшення непродуктивних витрат і втрат ресурсів, підвищення продуктивності та економічної результативності будівельно- монтажних робіт.	Строки БМР; простої; переробки; матеріаломісткість ; відхилення від календарного графіка; витрати.
Експлуату ючі організації	Зниження трудомісткості експлуатаційних робіт; прискорення пошуку й усунення несправностей;	Скорочення експлуатаційних витрат і часу реагування, підвищення ефективності	Трудомісткість обслуговування; час реакції на несправності; витрати на експлуатацію;

Функціональний кластер	Основні неекономічні ефекти	Економічна інтерпретація результатів	Доцільні напрями моніторингу
	підвищення якості експлуатації.	використання об'єкта протягом експлуатаційної фази.	ресурсоспоживання; якість технічного обслуговування.

Саме data-driven моделювання, що передбачає систематичний збір, агрегування та аналіз даних на кожному етапі реструктуризації – від цифрового аудиту та кадрового тестування до моніторингу КПЕ пілотних проектів та зіставлення фактичних показників із цільовими, – створює методологічну основу для економічного оцінювання ефективності перетворень. Кожен блок організаційно-економічного механізму генерує масиви структурованих даних, які підлягають кількісній обробці та моделюванню, що дозволяє перейти від якісних описів трансформації до прецизійного економічного вимірювання її результатів для кожного функціонального кластера ІБС.

Висновки до розділу 1.

У першому розділі здійснено теоретико-методологічне дослідження генезису, концептуальних засад та методології економічного оцінювання механізмів реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації. Отримано такі результати.

1. Досліджено генезис управлінських парадигм реструктуризації та встановлено закономірності еволюції економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС. Виявлено послідовність переходу від лінійної індустріальної моделі з фокусом на ієрархію та матеріальні активи через парадигму Industry 4.0, що характеризується технологічним детермінізмом, автоматизацією, ТІМ/ВІМ-моделюванням та інтернетом речей, до інтегративної моделі Industry 5.0, де домінантами стають людиноцентричність, екологічна стійкість, резильєнтність та синергія когнітивного потенціалу людського капіталу з можливостями штучного інтелекту і предиктивної аналітики. Доведено, що реструктуризація підприємств ІБС вийшла за межі класичного розуміння як інструменту антикризового управління чи локальної оптимізації витрат і трансформувалася у стратегічний механізм адаптації до нового технологічного укладу, спрямований на конвертацію інформаційної прозорості, мережевих ефектів та цифрових активів у вимірну капіталізацію та стійкі конкурентні переваги. Обґрунтовано, що цифрова трансформація підприємств ІБС є комплексним процесом, що охоплює всі управлінські підсистеми (технічну, технологічну, організаційну, економічну та соціальну), а імперативність розгляду підприємства як відкритої системи зумовлює необхідність урахування як внутрішніх структурних перетворень, так і зовнішніх контурів взаємодії з учасниками інвестиційно-будівельних проєктів. Визначено, що організація управління реструктуризацією має здійснюватися за сімома ключовими напрямками перетворень: технічним, технологічним, кадровим, виробничим, фінансовим, ринковим та

маркетинговим.

2. Сформовано концептуальні засади економічного механізму реструктуризації підприємств ІБС в умовах платформної економіки та екосистемної взаємодії. Встановлено, що ізольована оптимізація бізнес-процесів окремого підприємства втрачає ефективність без урахування логіки платформної економіки, а традиційний клієнтоорієнтований підхід еволюціонував в екосистемоорієнтований, де цінність створюється колективно всіма стейкхолдерами інвестиційно-будівельного проєкту у єдиному середовищі даних. Розроблено архітектуру економічного механізму реструктуризації, що базується на синтезі сценарного, ресурсного, процесного, ринкового та екосистемоорієнтованого підходів. Визначено його структурно-функціональні компоненти, що реалізуються через чотири стратегічні блоки: Аналіз (цифровий та кадровий аудит, оцінка екосистемних вимог), Моделювання (конструювання цільової бізнес-моделі та компенсація ресурсних дисбалансів), Організація (формування архітектури управління змінами та подолання когнітивного опору) і Прогноз (валідизація синергетичних ефектів). Доведено, що стратегія цифрової трансформації має трансфункціональний характер, що інтегрує всі функціональні та технологічні стратегії підприємства, де цифрові ресурси виконують роль консолідуючого елемента, та має бути синхронізована з положеннями корпоративної стратегії.

3. Удосконалено методологічні підходи до економічного оцінювання результативності цифрової реструктуризації на основі data-driven моделювання. Розроблено об'єктно-адаптивний організаційно-економічний механізм цифрової трансформації, що включає інформаційно-аналітичний, ресурсозабезпечувальний, організаційний та реалізаційний блоки, зміст яких диференційовано залежно від функціонального кластера підприємства (девелопери, проєктувальники, виконавці, експлуатуючі організації) та його місця в життєвому циклі об'єкта. Обґрунтовано перехід від інтуїтивного та експертного оцінювання до прецизійного data-driven моделювання, де масиви

структурованих даних, що генеруються на етапах ТІМ/ВІМ-проектування, цифрового аудиту та пілотного впровадження, формують фундамент для системи випереджувальних та результативних економічних індикаторів. Запропонований методичний апарат дозволяє кількісно верифікувати вплив трансформаційних заходів на кінцеві фінансово-економічні показники діяльності підприємства, нівелюючи ефект «J-кривої» та мінімізуючи інвестиційні ризики.

РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНА ДІАГНОСТИКА ТА ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ СФЕРИ УКРАЇНИ

2.1. Макроекономічний аналіз трансформаційних зрушень та інвестиційної динаміки в інвестиційно-будівельній сфері України в умовах післявоєнного відновлення.

Комплексний макроекономічний аналіз сучасного стану та перспектив розвитку інвестиційно-будівельної сфери (ІБС) України в умовах безпрецедентних викликів повоєнного відновлення дозволяє стверджувати, що традиційні екстенсивні моделі росту вичерпали себе. Масштабні руйнування інфраструктури, зміна географії продуктивних сил та необхідність залучення колосальних обсягів прямих іноземних інвестицій (ПІІ) і донорських коштів формують об'єктивну потребу у фундаментальній структурно-технологічній трансформації галузі. Перехід до цифрового будівництва та імплементація технологій інформаційного моделювання (ТІМ/ВІМ) на всіх етапах життєвого циклу об'єктів розглядаються сьогодні не просто як мікроекономічний інструмент оптимізації витрат окремих підприємств, а як макроекономічний імператив, що забезпечує прозорість, інвестиційну привабливість та інституційну сумісність України з європейським та глобальним ринками капіталу.

Ключові компоненти державного та стратегічного управління трансформаційними зрушеннями в ІБС України на макрорівні включають:

- Ідентифікацію структурно-функціональної архітектури національного будівельного ринку та його суб'єктів в умовах відбудови;
- Аналіз інституційного середовища та інвестиційного клімату, що визначають готовність економіки до масштабних перетворень;
- Конкретизацію функцій державного та корпоративного стратегічного планування в контексті національних програм відновлення;

- Формування принципів сталої відбудови (Build Back Better) та цифрової інтеграції;
- Визначення макроекономічних та соціально-економічних критеріїв ефективності інвестиційних процесів у будівництві.

Перейдемо до поетапного аналізу виділених компонентів у контексті післявоєнної економічної реальності України.

1. Структурно-функціональна архітектура ІБС та життєвий цикл інвестиційних проектів в умовах відбудови

Ефективність національної стратегії відновлення інфраструктури напряду залежить від повноти та якості розуміння об'єкта управління — інвестиційно-будівельної сфери, яка в Україні є надзвичайно гетерогенною. В умовах повоєнного синдрому та необхідності швидкого відновлення, структура учасників інвестиційно-будівельних проектів (ІБП) зазнає тектонічних зрушень: на ринок виходять міжнародні донори, суверенні фонди, інститути розвитку (ЄБРР, ЄІБ, IFC) та державні агенції відновлення.

Ґрунтуючись на принципі диференціації суб'єктів господарювання та інституцій, екосистему ІБС України можна сегментувати на такі макроекономічні кластери:

- Інституційні інвестори та донори (міжнародні фонди, урядові агенції);
- Девелопери та національні замовники (в т.ч. державні підприємства);
- Проектний сектор (архітектори, інжинірингові компанії, експертні організації);
- Виробничо-будівельний кластер (генпідрядники, субпідрядники, виробники будматеріалів);
- Інфраструктурні та регуляторні інститути (органи державного архітектурно-будівельного контролю, експлуатуючі компанії, органи місцевого самоврядування).

Кожен із наведених суб'єктів виконує специфічні функції в рамках етапів життєвого циклу об'єкта, який в умовах України набуває нової специфіки (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1.

Трансформація функцій учасників ІБП та етапів їх реалізації в умовах післявоєнного відновлення (складено автором)

Учасник ІБП	Макроекономічна та інституційна функція в умовах відбудови	Домінантний етап ІБП
Міжнародні донори / Інвестори	Формування пулів капіталу, встановлення вимог щодо прозорості та антикорупційного моніторингу (TIM/BIM як інструмент контролю).	Передінвестиційний, Контроль
Держава / Громади	Створення майстер-планів відбудови, надання гарантій ризиків, формування цифрових реєстрів (єВідновлення).	Передінвестиційний, Експлуатаційний
Проектувальники / Інжиніринг	Адаптація міжнародних стандартів, створення цифрових двійників міст, оптимізація матеріаломісткості.	Проектування
Виробники будматеріалів	Імпортозамщення, локалізація виробництва, відновлення зруйнованих потужностей.	Передінвестиційний, Будівництво
Генпідрядники / Виконавці	Фізична реалізація, управління логістикою в умовах воєнного стану, залучення робочої сили.	Будівництво
Експлуатуючі організації	Забезпечення життєздатності критичної інфраструктури, енергетичний менеджмент.	Експлуатаційний

Аналізуючи класичні підходи до ідентифікації життєвого циклу інвестиційного проекту крізь призму повоєнних реалій, можна виділити такі етапи:

1. передінвестиційний етап (включаючи аудит руйнувань, концептуальне моделювання відбудови та оцінку ESG-ризиків);

2. інвестиційний етап: проектування (з обов'язковим застосуванням єврокодів та BIM-стандартів для сумісності з донорськими вимогами);
3. інвестиційний етап: будівництво (в умовах логістичних обмежень, мінної небезпеки та дефіциту кадрів);
4. експлуатаційний етап (з фокусом на енергоефективність та автономність об'єктів);
5. ліквідаційний етап (або етап ревіталізації та перепрофілювання пошкоджених активів).

Даний перелік учасників відображає макроекономічну складність ІБС, де переплітаються інтереси приватного капіталу, держави та міжнародної спільноти. Дослідження показують, що вид діяльності організації критично впливає на її здатність абсорбувати інвестиції та адаптуватися до цифрових вимог донорів.

Аналіз інституційного середовища, проведений на основі емпіричних даних щодо оцінки бізнесом результативності державного регулювання та впровадження ТІМ (що є базою для розуміння передумов повоєнних реформ), виявив значний рівень скептицизму. Середня оцінка ефективності регуляторної політики становила 4,63 бала з 10 (Рисунок 2.1), що вказує на інституційні "вузькі місця", які держава має усунути для запуску механізму відбудови.

Застосування факторного аналізу до емпіричної бази дозволяє констатувати, що інвестиційна динаміка та сприйняття реформ кардинально різняться залежно від кластера (Рисунок 2.2). Найнижчу оцінку регуляторному середовищу дають безпосередні виконавці робіт (забудовники, підрядники) – 4,0 бала, що корелює з їхнім прямим зіткненням з бюрократичними бар'єрами та корупційними ризиками на місцях. Натомість розробники ПЗ та державні інституції оцінюють процеси вище (5,67 бала), що свідчить про розрив між макроекономічними деклараціями та мікроекономічною реальністю на будівельному майданчику.

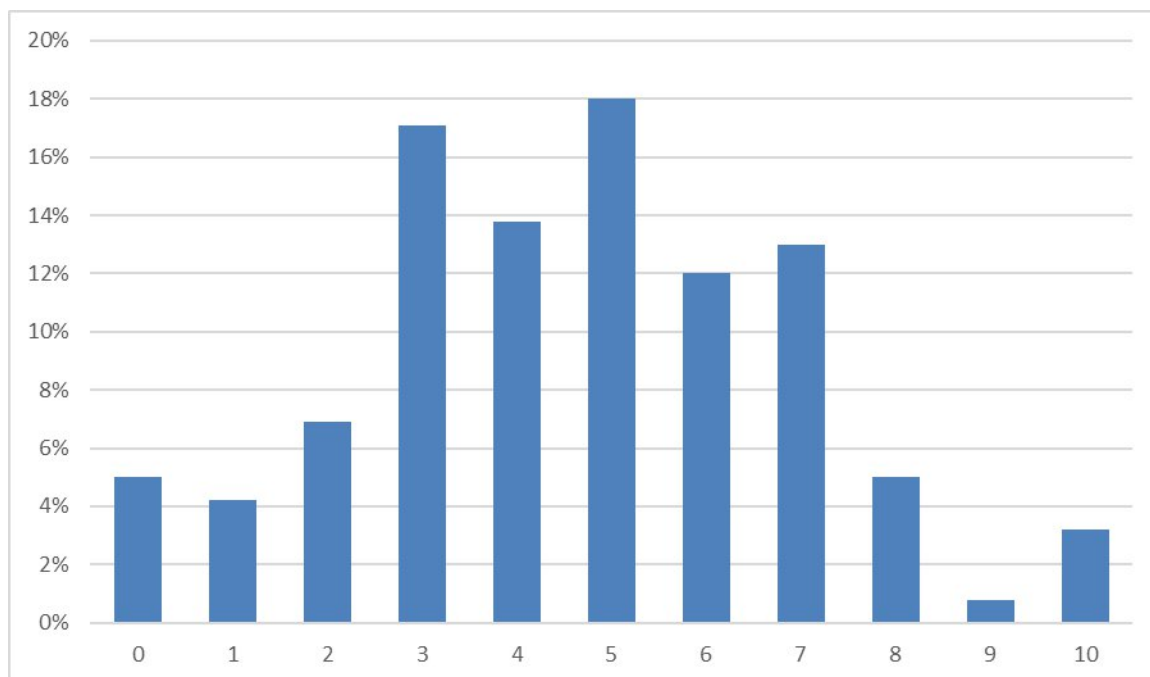


Рис. 2.1. Оцінка бізнес-середовищем інституційної спроможності держави у сфері цифровізації будівництва (Джерело: [75,137])

Для подолання виявленого розриву та стимулювання інвестиційної динаміки в умовах повоєнного відновлення, бізнес-спільнота та міжнародні партнери визначають критично важливі заходи державної підтримки (Рисунок 2.3).

Статистичне опрацювання макроекономічних запитів ринку виявило три домінанти:

1. Інвестиції в людський капітал (створення умов підготовки кадрів) – 69,4%. В умовах демографічної кризи та міграції внаслідок війни, дефіцит кваліфікованих інженерів та BIM-менеджерів стає головним гальмом для абсорбції мільярдних інвестицій.

2. Стандартизація та цифрова інфраструктура (єдині класифікатори, бібліотеки BIM-компонентів) – 63,9%. Такі макроекономічна умова для зниження транзакційних витрат та інтеграції українського ринку в європейський простір.

3. Інституційна швидкість (прискорення розробки нормативної бази, гармонізація з Єврокодами) – 62,2%.

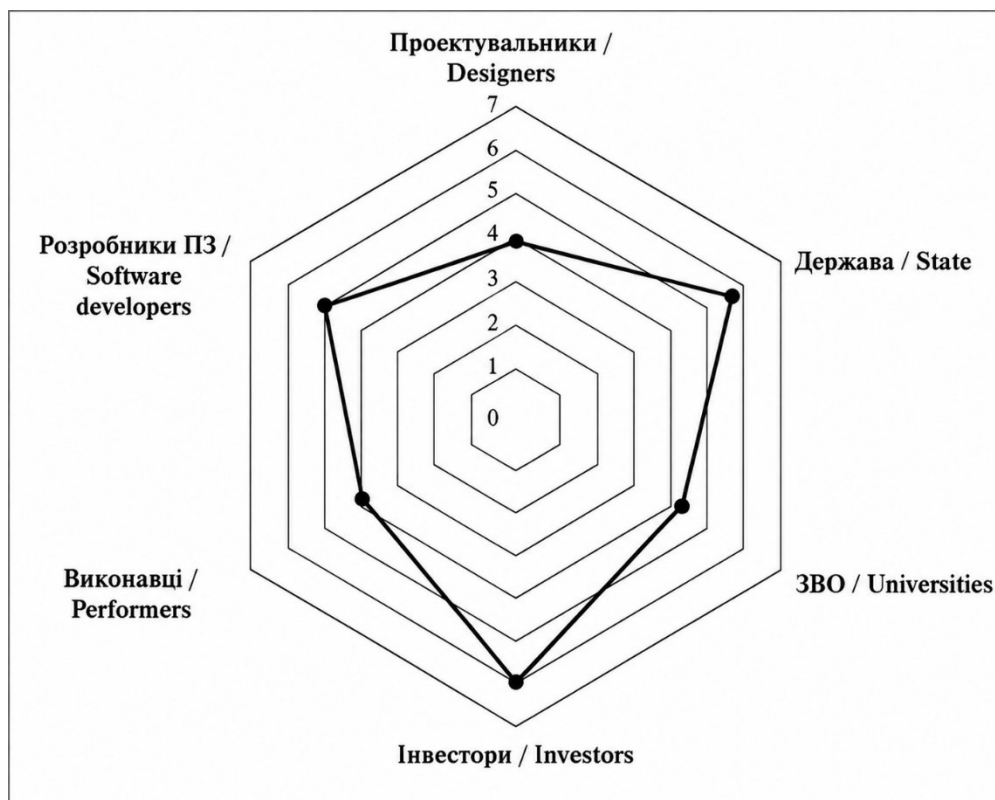


Рис. 2.2. Диференціація оцінок інституційного клімату за кластерами учасників ринку (складено автором)

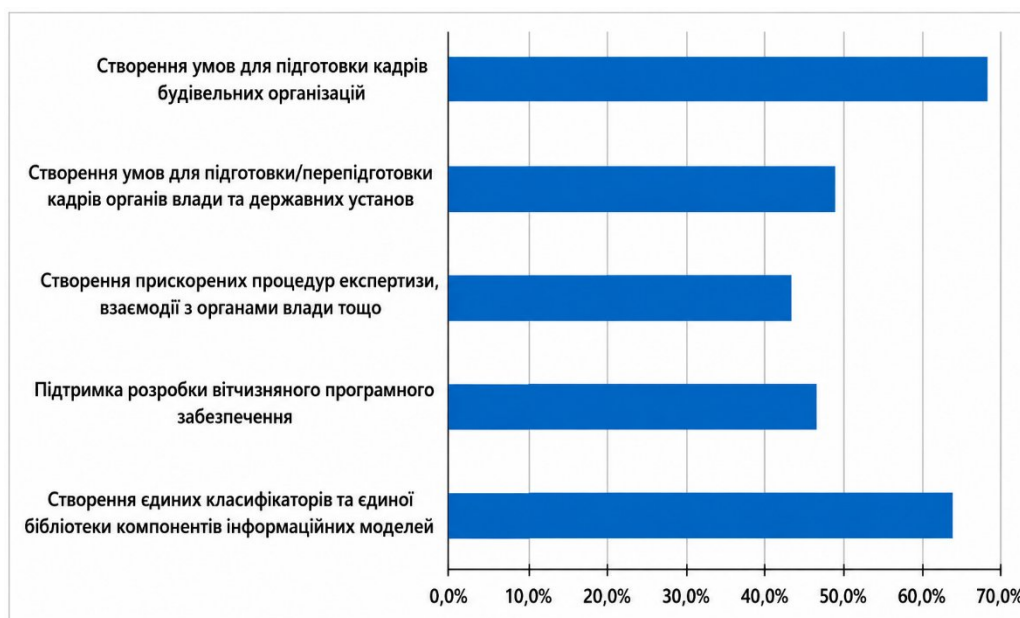


Рис. 2.3. Пріоритети інституційних реформ та державної підтримки для запуску інвестиційного циклу в ІБС

Для поглиблення макроекономічної діагностики доцільно доповнити інституційний аналіз зовнішнім цифровим бенчмаркінгом. Його методологічна цінність полягає не у прямому перенесенні показників інших країн на український ринок, а у визначенні технологічного середовища, з яким мають бути сумісними підприємства ІБС під час участі у міжнародних програмах відновлення, транскордонних проєктах та ланцюгах постачання.

Міжнародні дані 2026 р. свідчать про зміщення акценту від локальної автоматизації до інтегрованого використання даних. У вибірці 954 будівельних та інжинірингових підприємств шести ринків Азійсько-Тихоокеанського регіону 56 % респондентів використовували аналітику даних, 50 % — хмарне програмне забезпечення для управління будівництвом, 47 % — мобільні застосунки, 46 % — інструменти штучного інтелекту або машинного навчання. Водночас до групи з розвиненими цифровими спроможностями було віднесено лише 16 % підприємств, що показує, що поширення окремих технологій ще не тотожне системній цифровій зрілості галузі[93,112,179].

Європейське підприємницьке середовище демонструє паралельне зростання корпоративної цифрової інфраструктури. У 2025 р. платними хмарними сервісами користувалися 52,7 % підприємств ЄС; ERP застосовували 46,45 %, CRM — 28,51 %, Business Intelligence — 16,28 %, а технології штучного інтелекту — 20,0 % підприємств із десятима і більше зайнятими. Такі показники характеризують бізнес-економіку ЄС загалом, тому в межах дослідження вони використовуються як зовнішній макроекономічний орієнтир, а не як галузева статистика будівництва [136,211].

Для України зовнішній цифровий бенчмарк має особливе значення через одночасне формування корпоративного та державного цифрових контурів. На корпоративному рівні темпи впровадження BIM/TIM, CDE, ERP/CRM, IoT та Digital Twin залишаються неоднорідними. На інституційному рівні, навпаки, відбувається швидке розширення цифрової інфраструктури регулювання будівництва. У 2025 р. розширено функціональність Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва та введено в промислову експлуатацію

Містобудівний кадастр на державному рівні; до нього було підключено понад 1,1 тис. органів місцевого самоврядування. Протягом року завантажено 150 проєктів містобудівної документації з базами геопросторових даних та близько 4,3 тис. чинних містобудівних документацій без баз геоданих. Зовнішні цифрові орієнтири трансформації інвестиційно-будівельної сфери наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Зовнішні цифрові орієнтири трансформації інвестиційно-будівельної сфери

Індикатор	Міжнародна будівельна вибірка, 2026, %	ЄС, 2025, %	Аналітичне значення
Аналітика даних	56	—	Перехід до data-driven управління
Хмарні сервіси	50	52,7	Масштабована цифрова інфраструктура та спільна робота
AI / ML	46	20,0	Інтелектуалізація прогнозування та контролю
ERP	—	46,45	Інтеграція ресурсного та фінансового управління
CRM	—	28,51	Цифровізація взаємодії із замовниками
Business Intelligence	—	16,28	Аналітична підтримка управлінських рішень
Розвинені цифрові спроможності	16	—	Показує розрив між використанням окремих технологій і системною зрілістю

Джерело: Deloitte & Autodesk (2026); Eurostat (2025–2026). Статистичні сукупності не є тотожними; показники ЄС наведено як макроекономічний орієнтир.

Економічний зміст такого інституційного переходу полягає у скороченні трансакційних витрат доступу до містобудівної інформації, стандартизації даних та створенні передумов для наскрізного цифрового супроводу інвестиційно-будівельних проєктів. Було проведено порівняльну характеристику цифрової трансформації будівництва (таблиця 2.3.). У поєднанні з корпоративними BIM/TIM-рішеннями державні цифрові системи можуть стати інфраструктурною основою автоматизованої перевірки, моніторингу використання коштів і накопичення даних життєвого циклу об'єктів.

Таблиця 2.3.

Порівняльна характеристика цифрової трансформації будівництва

Критерій	Міжнародний / європейський контекст	Україна	Імплікація для реструктуризації ІБС
Цифрова інфраструктура	Широке використання cloud та корпоративних систем	Корпоративне впровадження нерівномірне; державний цифровий контур активно масштабується	Необхідна сумісність корпоративних і державних даних
BIM/TIM та CDE	Інтеграція у життєвий цикл та спільне середовище даних	Поширення залежить від профілю, масштабу та міжнародної орієнтації підприємства	Диференційовані траєкторії впровадження
AI та аналітика	Зростає роль прогнозової аналітики	Переважно спеціалізовані та пілотні рішення	Доцільне поетапне впровадження після стандартизації даних
Державні цифрові сервіси	Зрілі електронні реєстри та стандарти даних	ЄДЕССБ та Містобудівний кадастр формують інституційну основу	Можливість наскрізного цифрового супроводу проєктів

Джерело: узагальнено автором за міжнародними статистичними матеріалами та офіційними даними цифровізації будівництва України.

Отже, макроекономічна траєкторія цифрової трансформації ІБС України має оцінюватися не за кількістю впроваджених програмних продуктів, а за ступенем інтеграції трьох контурів: корпоративних інформаційних систем, проектно-будівельних даних та державної цифрової інфраструктури. Саме їх сумісність визначатиме здатність галузі абсорбувати масштабні інвестиційні ресурси без пропорційного зростання адміністративних і трансакційних витрат.

Аналіз у розрізі кластерів (Таблиця 2.4.) підтверджує асиметрію інтересів. Якщо освітній сектор (ЗВО) та інвестори фокусуються на довгострокових стратегіях (кадри, класифікатори), то виконавці та проектувальники вимагають негайного зниження адміністративного тиску (прискорення експертиз, підтримка вітчизняного ПЗ в умовах санкцій та імпортозаміщення). Підтримка розробки вітчизняного ПЗ є питанням не лише економіки, а й національної безпеки та цифрового суверенітету України, що особливо гостро відчувається розробниками (83%) та державними структурами (60%).

Таблиця 2.4.

Структура інституційних запитів суб'єктів ІБС у розрізі макроекономічних кластерів

Група / пріоритет	Кількісний або якісний прояв	Економічна інтерпретація
Інвестиції в людський капітал	69,4 % респондентів	Дефіцит інженерних і ВІМ-компетентностей обмежує здатність галузі абсорбувати інвестиції
Стандартизація та цифрова інфраструктура	63,9 %	Єдині класифікатори та ВІМ-бібліотеки знижують трансакційні витрати
Інституційна швидкість	62,2 %	Прискорення нормативної гармонізації та експертиз скорочує інвестиційний цикл
Розробники ПЗ	83 % підтримують розвиток вітчизняного ПЗ	Цифровий суверенітет і зниження технологічної залежності
Державні структури	60 % підтримують розвиток вітчизняного ПЗ	Поєднання економічної політики з вимогами інформаційної безпеки

Джерело: узагальнено автором за емпіричними даними.

Таким чином, макроекономічний аналіз об'єкта трансформації доводить: повоєнне відновлення ІБС України неможливе за екстенсивною моделлю. Воно вимагає формування нової інвестиційної динаміки, де прозорість (забезпечена ТІМ), європейська стандартизація та наявність людського капіталу стають головними детермінантами притоку іноземного капіталу.

2. Макроекономічні та інституційні детермінанти інвестиційної готовності ІБС

Умови функціонування ІБС України формуються під впливом безпрецедентних зовнішніх шоків та внутрішніх структурних деформацій. Факторний простір, що визначає інвестиційну динаміку та готовність галузі до трансформації, доцільно розділити на макроекономічні (зовнішні) та мікроекономічні (внутрішні) детермінанти.

Зовнішні (макроекономічні) фактори в умовах воєнного та повоєнного стану набувають екстремального характеру:

- Фактори прямого впливу: Кон'юнктура ринку донорського капіталу, умови страхування воєнних ризиків (наприклад, через MIGA або DFC), логістичні коридори, міграційні процеси та демографічні втрати.
- Фактори непрямого впливу (PEST-аналіз у реаліях війни):
 - Політичні: євроінтеграційний вектор, вимоги Угоди про асоціацію з ЄС, антикорупційні умови надання макрофінансової допомоги.
 - Економічні: інфляційні процеси, вартість кредитних ресурсів, курсові коливання, фізичне руйнування основних фондів.
 - Соціальні: дефіцит робочої сили, внутрішнє переміщення населення, зміна попиту на житло (зміщення на західні регіони).
 - Технологічні: необхідність переходу на енергоефективні та автономні рішення, цифровізація державних реєстрів (єВідновлення, ЄДЕССБ).

Внутрішні (галузеві) фактори відображають здатність самої ІБС абсорбувати інвестиції:

1. Техніко-технологічний фактор: Фізичне знищення або зношення парку будівельної техніки, необхідність масового імпорту високотехнологічного обладнання та переходу на хмарні BIM-рішення.

2. Кадровий фактор: Критичний дефіцит інженерно-технічних кадрів, що посилюється мобілізацією та міграцією. Формує макроекономічний запит на автоматизацію та роботизацію будівництва.

3. Виробничий фактор: Здатність галузі до швидкого розгортання будівельних хабів та модульного будівництва.

4. Фінансовий фактор: Обмежений доступ до дешевого довгострокового кредитування всередині країни, що робить ІБС критично залежною від зовнішніх інвестицій та державних грантових програм.

5. Інституційно-ринковий фактор: Рівень довіри міжнародних інвесторів до прозорості тендерних процедур та якості проектної документації.

Ступінь прояву таких факторів формує індекс інвестиційної готовності національної економіки до відбудови. Зокрема, впровадження інноваційних технологій (ТІМ) на макрорівні супроводжується ефектом "J-кривої" (Рис. 2.4), коли на початкових етапах трансформації відбувається тимчасове падіння продуктивності та відтік капіталу на навчання і софт, що в умовах дефіциту часу на відбудову вимагає державної компенсації ризиків.

3. Стратегічне управління та державне планування інвестиційних процесів

Класичні функції управління (за А. Файолем) на макрорівні трансформуються у функції державного стратегічного планування та регулювання інвестиційно-будівельної сфери:

1. Планування та прогнозування: На рівні держави таке означає створення Національної стратегії відбудови, інтегрованої з цифровими моделями міст. Метою впровадження ТІМ на макрорівні є досягнення національної зрілості відповідно до моделі Бью-Річардса (Рисунок 2.5). Для України, яка прагне залучити кошти ЄС, досягнення Рівня 2 та 3 (інтегровані моделі, формати IFC/IFD) є не просто технічною вимогою, а умовою отримання траншів, оскільки саме таке гарантує донорам відсутність корупційних ризиків та точність кошторисів.

2. Організація: Формування державно-приватних партнерств (ДПП), створення національних ВІМ-бібліотек, запуск освітніх хабів для масової перепідготовки кадрів.

3. Координація: Забезпечення синхронізації дій між Міністерством розвитку громад, територій та інфраструктури, Міністерством цифрової трансформації та міжнародними донорами.

4. Мотивація (Стимулювання): Надання податкових пільг для інвесторів, які використовують "зелені" та цифрові стандарти будівництва; державні гарантії на воєнні ризики.

5. Контроль: Впровадження автоматизованих систем перевірки інформаційних моделей (AI-based code checking) для унеможливлення корупції при розподілі донорських коштів.

Також критично важливою є Матриця інституційної зрілості (Рис. 2.6), яка оцінює рівень машиноінтерпретованості даних (необхідно для автоматизації держекспертизи) та соціально-технічної взаємодії.

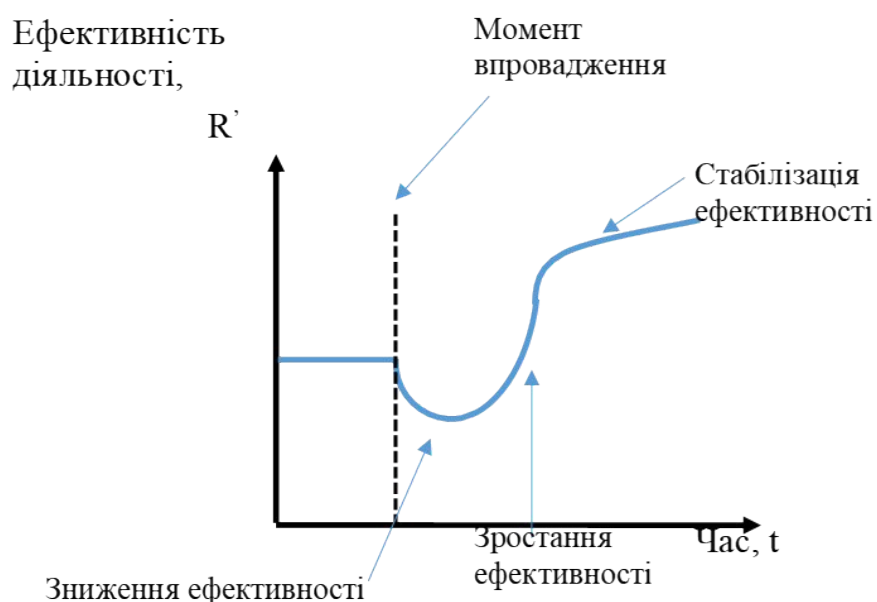


Рис. 2.4. Макроекономічна динаміка ефективності ІБС при переході до нових технологічних укладів (складено на основі [16,17,36])

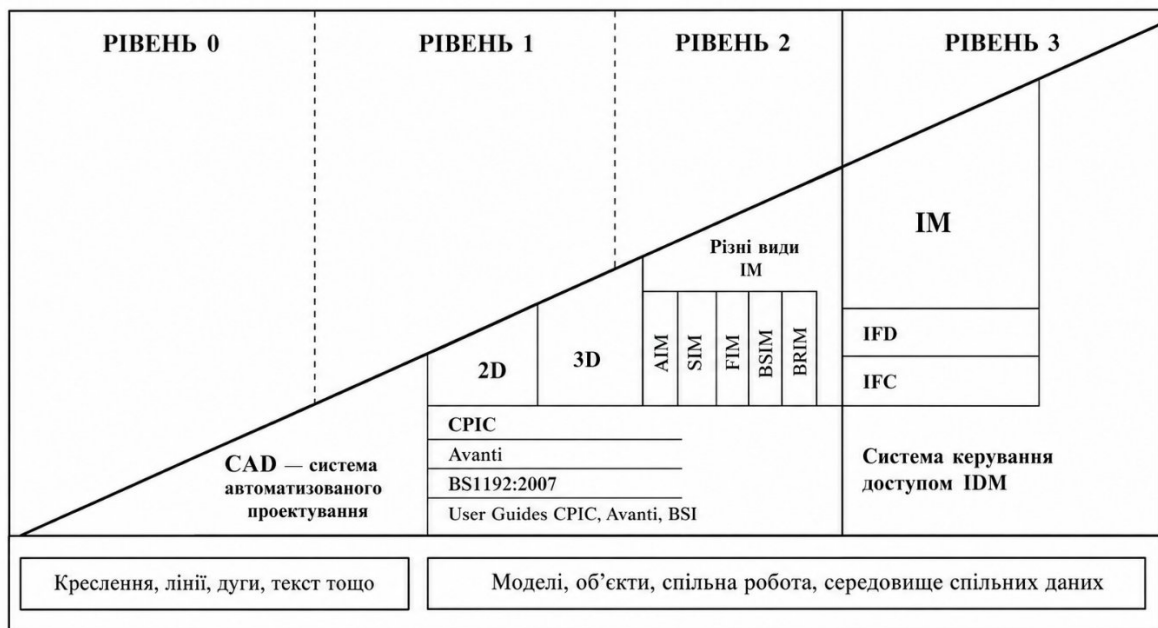


Рис. 2.5. Модель зрілості національної будівельної екосистеми (адаптовано за Бью-Річардсом)

4. Принципи сталої повоєнної відбудови та трансформації ІБС

Аналіз наукових підходів дозволяє сформулювати специфічні принципи управління ІБС в умовах післявоєнного відновлення, які поділяються на загальноекономічні та стратегічні:

1) Загальноекономічні принципи: Принцип інституційної прозорості: Цифровізація (ТІМ) як головний інструмент антикорупційного контролю для міжнародних партнерів. Принцип системності та синергії: Відбудова не просто зруйнованих об'єктів, а створення нових інфраструктурних кластерів (наприклад, відбудова заводу одночасно з будівництвом для нього автономної енергетики та логістичних хабів). Принцип економічної мультиплікації: Інвестиції в ІБС мають генерувати мультиплікативний ефект для суміжних галузей (металургія, машинобудування, ІТ). Принцип безперервності та резильєнтності: Проектування об'єктів з урахуванням їхньої стійкості до майбутніх шоків (наявність укриттів, автономних джерел енергії).

СТУПІНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ОПТИМАЛЬНОСТІ	РІВЕНЬ 1	РІВЕНЬ 2	РІВЕНЬ 3	РІВЕНЬ 4	РІВЕНЬ 5
A ДУЖЕ ВИСОКА	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5
B ВИСОКА	B.1	B.2	B.3	B.4	B.5
C ПІДВИЩЕНА	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5
D НОРМАЛЬНА	D.1	D.2	D.3	D.4	D.5
E ЗНИЖЕНА	E.1	E.2	E.3	E.4	E.5
F НИЗЬКА	F.1	F.2	F.3	F.4	F.5
G ДУЖЕ НИЗЬКА	G.1	G.2	G.3	G.4	G.5
РІВЕНЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ	НЕІНТЕГРОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	КЕРОВАНЕ ОБ'ЄКТНО- ОРІЄНТОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	КЕРОВАНЕ МОДЕЛЬНО- ОРІЄНТОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	ІНТЕГРОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	ОБЧИСЛЮВАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ
ХВИЛІ (РОКИ) ЕВОЛЮЦІЙНОГО РОЗВИТКУ	I (2021–2023 рр.)	II (2023–2024 рр.)	III (2024–2030 рр.)	IV (2030–2035 рр.)	V (2035–2050 рр.)

Рис. 2.6. Матриця цифрової зрілості ІБС як фактор інвестиційної привабливості

2) Специфічні принципи повоєнної трансформації: Принцип "Build Back Better" (Відбудувати краще): Заборона на відтворення застарілих радянських технологічних укладів. Відбудова має базуватися на енергоефективності, безбар'єрності та ESG-стандартах. Принцип євроінтеграційної гармонізації: Обов'язковий перехід на Єврокоди та європейські стандарти BIM, що є умовою входження українських компаній на ринок ЄС. Принцип цифрового суверенітету: Розвиток вітчизняного ПЗ та національних серверів для зберігання критичної інфраструктурної інформації. Принцип соціальної інклюзивності: Врахування потреб ветеранів, ВПО та маломобільних груп населення при формуванні міського середовища.

5. Макроекономічні критерії ефективності інвестиційної динаміки та трансформації Завершальним компонентом аналізу є визначення критеріїв, за якими міжнародна спільнота та держава оцінюватимуть успішність трансформації ІБС (Рис. 2.7). В умовах повоєнної України традиційні мікроекономічні показники (прибуток окремої фірми) поступаються місцем макроекономічним та соціальним індикаторам.

Ефекти трансформації поділяються на два вектори:

До якісних (інституційних та соціальних) ефектів належать:

- Зростання інституційної довіри: Прозорість використання донорських коштів завдяки цифровим двійникам об'єктів.
- Підвищення енергетичної незалежності: Масове впровадження енергоефективних рішень та децентралізованої генерації.
- Інтеграція в глобальні ланцюжки доданої вартості: Здатність українських проектних інститутів експортувати послуги в ЄС.
- Соціальна резильєнтність: Створення безпечного, інклюзивного та психологічно комфортного середовища для повернення мігрантів та реінтеграції ветеранів.
- Екологічна безпека: Застосування циркулярної економіки при розборі завалів та переробці будівельного сміття.

До кількісних (макроекономічних) ефектів відносяться:

- Мультиплікатор інвестицій у ВВП: Здатність 1 гривні, вкладеної в інфраструктуру, генерувати 3-4 гривні приросту ВВП у суміжних секторах.
- Швидкість абсорбції донорського капіталу: Скорочення часу від виділення гранту до початку фізичних робіт (завдяки попередньому BIM-моделюванню та автоматичній експертизі).
- Скорочення втрат від корупції та неефективності: Зменшення кількості судових позовів, колізій та "роздування" кошторисів на етапі реалізації державних проектів.
- Зниження експлуатаційного навантаження на держбюджет: Економія на утриманні відбудованої інфраструктури за рахунок закладених у BIM-модель енергозберігаючих параметрів.
- Зростання податкових надходжень: Легалізація ринку та зростання доданої вартості за рахунок високотехнологічних інжинірингових послуг.



Рис. 2.7. Архітектура критеріїв оцінки трансформації ІБС в умовах відбудови (розроблено автором)

Макроекономічний аналіз засвідчує, що інвестиційно-будівельна сфера України перебуває на етапі біфуркації. Післявоєнне відновлення не може спиратися на застарілі екстенсивні моделі. Успішна інвестиційна динаміка та залучення міжнародного капіталу можливі лише за умови глибокої інституційної та технологічної трансформації галузі, де цифрове моделювання (ТІМ) виступає не просто інструментом проектування, а фундаментом національної безпеки, прозорості та євроінтеграції. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку фінансово-економічних механізмів стимулювання такої трансформації на рівні державної політики.

2.2. Економічне оцінювання рівня цифрової зрілості (Digital Maturity) та інвестиційно-інноваційного потенціалу підприємств інвестиційно-будівельної сфери із застосуванням індексного методу

Фундаментальним завданням, що передує безпосередній імплементації реструктуризаційних перетворень у формі цифрової трансформації підприємств інвестиційно-будівельної сфери (ІБС), є науково вивірена детермінація пріоритетних векторів та конкретних заходів із множини альтернативних. Така детермінація базується на теоретико-методологічному фундаменті управління реструктуризацією, що інкорпорує п'ять ключових компонентів управлінського впливу, проте не обмежується виключно ними, вимагаючи застосування спеціалізованого інструментарію кількісного оцінювання.

Економічне оцінювання цифрової зрілості та інвестиційно-інноваційного потенціалу підприємства ІБС має спиратися на два визначальні полюси – актуальний стан суб'єкта та його цільову конфігурацію. Процес трансформації піддається укрупненій декомпозиції на три послідовні фази, в рамках яких діагностика поточного та цільового стану підприємства постає як перша та завершальна фази відповідно, між якими розгортається безпосередньо фаза імплементації перетворень. Тривалість, комплексність та ресурсоемність

трансформаційного процесу прямо пропорційні величині дельти між характеристиками актуального та цільового стану підприємства ІБС.

Першою фазою економічного оцінювання, що передуює цифровій трансформації підприємства ІБС, є комплексна діагностика об'єкта трансформації – тобто стану самого підприємства крізь призму його інвестиційно-інноваційного потенціалу. Така діагностика включає кілька взаємопов'язаних елементів:

1. Оцінка рівня цифрової зрілості (Digital Maturity) підприємства ІБС, яка може здійснюватися із застосуванням загальновизнаних інструментів аналізу внутрішнього та зовнішнього середовища організації – SWOT-аналізу, PEST-аналізу, PESTLE-аналізу, ПРiМ-аналізу [2,19,161], аналізу ланцюжка створення вартості та моделі п'яти конкурентних сил М. Портера. Отримані аналітичні результати доцільно агрегувати за ключовими факторами, що детермінують інвестиційно-інноваційну готовність підприємства ІБС до цифрової трансформації. Рівень цифрової зрілості підприємства постає як «відправна точка», орієнтуючись на яку можна конструювати комплекс необхідних перетворень на шляху цифрової трансформації за всіма сімома виділеними ключовими факторами як векторами реструктуризаційних змін (технічний, технологічний, кадровий, виробничий, фінансовий, ринковий, маркетинговий).

Для підвищення аналітичної точності поняття цифрової зрілості доцільно відмежувати від простого показника цифрового оснащення. Наявність ліцензійного програмного забезпечення, окремої ВІМ-команди або хмарного сховища є лише ресурсною передумовою. Економічно значуща цифрова зрілість виникає тоді, коли цифрові рішення інтегровані у бізнес-процеси, забезпечують повторюваність результатів, зменшують інформаційні втрати та формують вимірюваний ефект у вартості, строках, якості або ризиках.

Міжнародний бенчмаркінг підтверджує доцільність такого трактування. За високої частки використання аналітики даних, хмарних платформ та AI лише 16 % підприємств міжнародної будівельної вибірки 2026 р. характеризувалися розвиненими цифровими спроможностями. Тому індекс цифрової зрілості в

межах дослідження має відображати не технологічну насиченість як таку, а здатність підприємства конвертувати технології в організаційно-економічний результат[137]. У таблиці 2.5. наведено референтні цифрові індикатори для зовнішнього бенчмаркінгу цифрової зрілості

Таблиця 2.5.

Референтні цифрові індикатори для зовнішнього бенчмаркінгу цифрової зрілості

Індикатор	Міжнародна будівельна вибірка, %	ЄС, % підприємств	Використання в оцінюванні
Аналітика даних	56	—	Орієнтир data-driven спроможності
Хмарні сервіси	50	52,7	Орієнтир зрілості цифрової інфраструктури
AI / ML	46	20,0	Орієнтир інтелектуалізації процесів
ERP	—	46,45	Орієнтир інтеграції ресурсного управління
CRM	—	28,51	Орієнтир цифровізації ринкової взаємодії
BI	—	16,28	Орієнтир аналітичної підтримки рішень
Розвинені цифрові спроможності	16	—	Референт верхнього рівня системної зрілості

Джерело: Deloitte & Autodesk (2026); Eurostat (2025–2026). Показники використовуються як референтні, а не як безпосередні нормативи для українських підприємств.

На основі індексного методу оцінювання рівня цифрової зрілості підприємств ІБС можна визначати як парціальну готовність за кожним виділеним фактором, так і інтегральний індекс інвестиційно-інноваційної готовності. За отриманим значенням інтегрального індексу цифрова зрілість підприємств ІБС, що підлягають реструктуризації, може класифікуватися на дискретні рівні (Рис. 2.8.). Рівень цифрової зрілості є не просто констатацією поточної позиції підприємства щодо впровадження цифрових технологій (зокрема TIM), а й кількісним визначенням обсягу необхідних перетворень задля досягнення цільового рівня.

Рівень готовності	Інтегральний показник готовності (0 – 1)	Характеристика рівня готовності підприємства ІБС	Обсяг необхідних перетворень (складність, час, ресурси)
1. Низький рівень	0,00 – 0,20	Підприємство практично не готове до цифрової трансформації. Відсутні базові умови, процеси та компетенції. Значні прогалини за всіма або більшістю ключових факторів.	ДУЖЕ ВИСОКИЙ Потребує радикальних змін за всіма напрямками. Складність: дуже висока Час: дуже тривалий Ресурси: дуже великі
			ВИСОКИЙ Потребує значних змін за більшістю напрямками. Складність: висока Час: тривалий Ресурси: великі
3. Середній рівень	0,41 – 0,60	Базові умови для цифрової трансформації наявні. Процеси частково цифровізовані. Є потенціал до розвитку, потрібні системні перетворення за окремими напрямками.	СЕРЕДНІЙ Потребує помірних змін за окремими напрямками. Складність: середня Час: помірний Ресурси: помірні
			НИЗЬКИЙ Потребує незначних змін та точкового вдосконалення. Складність: низька Час: короткий Ресурси: невеликі
5. Високий рівень	0,81 – 1,00	Підприємство повністю готове до цифрової трансформації. Процеси, технології, команда та культура відповідають вимогам цифрової економіки.	ДУЖЕ НИЗЬКИЙ Потребує мінімальних змін та підтримки поточного рівня. Складність: дуже низька Час: мінімальний Ресурси: мінімальні



Ключовий принцип: Чим нижча готовність за тим чи іншим фактором, тим більший обсяг перетворень, часу та ресурсів необхідно. Чим вища готовність – тим менший обсяг перетворень.

Рис. 2.8. Графічне відображення кореляції між рівнем цифрової зрілості підприємств ІБС та обсягом необхідних трансформаційних перетворень (розроблено автором)

Чим нижчим є індекс готовності за тим чи іншим фактором, тим більша кількість реструктуризаційних заходів має бути імплементована за відповідним вектором перетворень, тим більший часовий горизонт та ресурсний обсяг необхідні на шляху цифрової трансформації підприємства до досягнення високого рівня цифрової зрілості. І навпаки, чим вищим є індекс за конкретним чинником, тим менший обсяг заходів та ресурсів потребує трансформація за відповідним напрямом. Інтегральний індекс цифрової зрілості характеризує усереднене значення готовності та, відповідно, агрегований обсяг необхідних перетворень.

Найвищий рівень цифрової зрілості відповідає стану, коли підприємство систематично оперує комплексом інструментів ТІМ, має стійкі ділові зв'язки з контрагентами, що працюють у ТІМ-середовищі, та успішно реалізовані проекти в портфелі. Тобто це стан фактично завершеної цифрової трансформації [144].

2. Ідентифікація функціонального профілю організації. Підприємства ІБС, залучені до реалізації ІБП, характеризуються різними функціональними профілями, тобто виконують у рамках проекту різні ролі – вони диференціюються за видами робіт, але деякі підприємства спеціалізуються виключно на одному виді робіт, тоді як інші оперують цілим комплексом. Функції, що виконуються в рамках ІБП, детермінують специфіку підходів, методів та інструментів імплементції ТІМ та відповідних трансформаційних перетворень. Для цілей подальшого дослідження ми елімінуємо з аналітичного поля зовнішніх щодо ІБП учасників, які не беруть безпосередньої участі у створенні об'єкта нерухомості:

- організації, що здійснюють експертизу проектної документації;
- органи державної влади;
- професійні об'єднання;
- виробники будівельних матеріалів;
- організації, що проводять судову та будівельно-технічну експертизу;
- організації, що здійснюють будівельний контроль та інші.

Інші учасники ІБП, більшою мірою інтегровані в процес його реалізації, з метою визначення векторів та заходів цифрової трансформації класифікуються за укрупненими кластерами, що характеризують специфіку їх операційної діяльності – види робіт, що виконуються ними в рамках ІБП. Так, архітектори та проєктувальники виконують схожі функції, пов'язані з розробкою проєктної документації та проведенням відповідних інжинірингових розрахунків, і можуть бути умовно консолідовані в один кластер, оскільки процеси цифрової трансформації для них матимуть ідентичну спрямованість (умовна назва для подальшого використання – «Проектувальники»). Аналогічно в один кластер можна консолідувати девелоперів, замовників та інвесторів – їх функції також конвергентні і в цілому зводяться до управління та прийняття ключових рішень щодо проєкту (надалі умовно – «Девелопери»). Підприємства, що виконують роботи безпосередньо на об'єкті у процесі будівництва, інкорпоровані до кластера «Виконавці», куди увійшли генеральні підрядники, підрядники та субпідрядники. Експлуатуючі організації утворюють окремий самостійний кластер з огляду на специфічність їх функцій. Класифікація учасників ІБП на укрупнені кластери за функціональною специфікою представлена у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

Класифікація учасників ІБП на укрупнені кластери за функціональною специфікою

Учасники ІБП	Функціональна специфіка	Укрупнений кластер
Проектувальники; архітектори	Генерування проєктного продукту	Проектувальники (Пр)
Інвестори; девелопери; замовники	Прийняття ключових рішень та управління проєктом	Девелопери (ДО)
Генеральний підрядник; підрядники/субпідрядники; забудовник; технічний замовник	Організація та безпосереднє проведення робіт на об'єкті, контроль	Виконавці (Ісп)
Організації, що здійснюють експлуатацію	Експлуатація об'єкта	Експлуатуючі організації (ЕО)

Джерело: складено автором.

Така умовна кластеризація буде використана надалі для конструювання та обґрунтування траєкторій цифрової трансформації підприємств ІБС різних функціональних профілів.

3. Масштаб організації як детермінанта інвестиційно-інноваційного потенціалу. Третім елементом, який, на думку автора, є критично значущим для вибору векторів та заходів цифрової трансформації, є масштаб діяльності підприємства. Масштаб як аспект, що характеризує поточний стан суб'єкта, в обов'язковому порядку має бути інкорпорований до аналітичної моделі реструктуризації, спрямованої на цифрову трансформацію та впровадження ТІМ, оскільки він модулює проблематику імплементації ТІМ та особливості організації ТІМ-процесів. Такий вплив, безумовно, не є визначальним, проте він є статистично значущим і потребує обов'язкового врахування.

При кореляції масштабів підприємств-учасників та оцінки їх представниками рівня цифрової зрілості було виявлено закономірність: чим більша організація, тим оптимістичнішими є оцінки респондентів щодо її цифрової зрілості. Під цифровою зрілістю у даному контексті респондентам пропонувалося розуміти ступінь інтеграції доступних цифрових рішень різного характеру в бізнес-процеси організації; відповідь мала бути інтуїтивною, а не ґрунтованою на розрахунках за багатофакторними методиками. Систему факторів індексного оцінювання цифрової зрілості підприємств ІБС систематизовано у таблиці 2.7.

Таким чином, масштаб підприємства ІБС модулює процеси реструктуризації у формі цифрової трансформації, що також детермінує необхідність адаптивності підходів, методів та інструментів до такого фактору з кількох причин:

- як правило, масштаб підприємства визначає обсяг ресурсного потенціалу, який може бути задіяний у трансформаційних процесах: великі підприємства володіють значним людським капіталом за рахунок більшої кількості співробітників, а також, як правило, більш вагомими матеріальними та фінансовими активами [5,11];

- розмір організації часто детермінує наявність можливості оперативного обміну ідеями між рядовими ініціативними співробітниками та топ-менеджментом, а також здатність менеджменту об'єктивно оцінювати проблеми виробничого процесу. Залучення керівників у діяльність рядового персоналу на мікро- та малих підприємствах порівняно з середніми та великими є вищим, оскільки ієрархія організації не передбачає множинності рівнів [100];
- для підприємств ІБС існує така специфічна особливість: малі (включаючи мікро-) підприємства, як правило, виконують одну або кілька вузьких функцій у рамках ІБП. Водночас так звані «підприємства повного циклу», здатні одночасно виконувати функції проектувальника, генерального підрядника, підрядника, експлуатуючої організації – це, зазвичай, підприємства більшого масштабу. Також великі та середні підприємства, навіть якщо реалізують лише одну функцію (наприклад, проектні інститути), здатні оперувати масштабними проектами, вести кілька великих проектів одночасно, виконувати функції генерального проектувальника або генерального підрядника;
- в рамках реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації слід зазначити ще одну особливість: мікро- та малі підприємства змушені «адаптуватися» під технології та регламентуючі документи, що застосовуються замовником, тоді як середні та великі підприємства, виконуючи роль замовника, генерального проектувальника або генерального підрядника, самостійно визначають технологічні стандарти. Таким чином, малі підприємства орієнтуються у виконанні проектів із застосуванням ТІМ на інфраструктуру, що створюється замовником, а великі та середні – самостійно конструюють таку інфраструктуру, що потребує наявності спеціалізованих компетенцій, часових та фінансових інвестицій.

Отже, на підставі викладеного обґрунтовано необхідність визначення при виборі векторів та заходів цифрової трансформації вихідного стану підприємства за трьома ключовими факторами: індекс цифрової зрілості (готовність до

трансформації), функціональний профіль (з орієнтацією на умовно виділені кластери), масштаб організації. З урахуванням даного факту представимо графічно модель ідентифікації вихідного стану підприємств ІБС, що детермінує вибір векторів та заходів цифрової трансформації. Така модель є тривимірною, кожна вісь якої відповідає одному з виділених ключових факторів (Рис. 2.9).

Таблиця 2.7.

Система факторів індексного оцінювання цифрової зрілості підприємств ІБС

Фактор	Об'єкти оцінювання	Приклади індикаторів	Економічний зміст
Технічний	Обладнання, мережі, cloud-інфраструктура	частка сучасних робочих місць; резервування; доступність cloud	Матеріально-технічна спроможність цифрового переходу
Технологічний	BIM/TIM, CDE, ERP/CRM, API, IoT, Digital Twin	частка BIM-проектів; рівень інтеграції; автоматизований обмін	Глибина інтеграції цифрових технологій
Кадровий	Компетентності, навчання, цифрові ролі	частка навчених працівників; сертифікація; години навчання	Людський капітал трансформації
Виробничий	Цифровізація операційних процесів	частка цифрових процесів; переробки; відхилення строків	Вплив цифровізації на операційну ефективність
Фінансовий	Інвестиційна спроможність і стійкість	digital CAPEX/OPEX; ROI/NPV; ліквідність; ресурсні обмеження	Економічна стійкість траєкторії
Ринковий	Попит і вимоги замовників	частка контрактів із BIM - в и м о г а м и ; міжнародні проекти	Зовнішня затребуваність цифрових компетентностей
Маркетинговий	Цифрові канали та комерціалізація	CRM; цифрові продажі; портфель цифрових послуг	Монетизація цифрових активів

Використання зовнішніх орієнтирів не означає механічного порівняння українського підприємства із середнім підприємством ЄС. Статистичні сукупності відрізняються за галузевою структурою, масштабом і методикою спостереження. Тому міжнародні показники виконують функцію референтних меж, тоді як підсумковий індекс має розраховуватися на основі внутрішніх даних конкретного підприємства та порівнюватися з цільовою конфігурацією, визначеною його функціональним профілем. Інтерпретація рівнів цифрової зрілості та управлінських пріоритетів - таблиця 2.8.

Для практичного використання індексної моделі важливо додатково розрізняти внутрішню цифрову зрілість і зовнішню цифрову сумісність. Перша характеризує якість внутрішніх процесів, компетентностей та інформаційної архітектури; друга — здатність працювати у цифровому середовищі замовника, донора або генерального підрядника, підтримувати структурований обмін даними, CDE, IFC/API-взаємодію та вимоги до цифрового контролю. Для малих підприємств зовнішня сумісність може бути важливішою за створення повного власного цифрового контуру, тоді як для великих підприємств критичною стає спроможність самостійно формувати та адмініструвати такий контур.

Таблиця 2.8.

Інтерпретація рівнів цифрової зрілості та управлінських пріоритетів

Рівень	Типовий стан	Домінантний управлінський пріоритет
Низький	Фрагментарні або паперові процеси; дефіцит базових компетентностей	Цифровий аудит, інфраструктура, навчання, пілотний BIM/TIM
Нижчий за середній	Окремі інструменти без наскрізної інтеграції	Стандарти даних, cloud/CDE, формалізація ролей
Середній	Функціональна цифровізація частини проєктів	Інтеграція процесів, KPI, масштабування
Вищий за середній	Стабільний цифровий контур і автоматизований обмін	API, BI, IoT, управління даними
Високий	Наскрізні дані життєвого циклу та прогнозна аналітика	Digital Twin, AI, сценарне моделювання, оптимізація цифрових активів

Таким чином, індексний підхід до цифрової зрілості набуває прикладного змісту лише за умови його зв'язку з управлінським рішенням: кожне факторне відхилення повинно трансформуватися у визначений вектор реструктуризації, набір заходів, потребу у фінансуванні та часовий горизонт. Переводить оцінювання з площини рейтингової діагностики у площину економічного проєктування трансформації.

Відповідно до запропонованої моделі будь-яке підприємство, що планує проведення реструктуризації у формі цифрової трансформації, займає в рамках тривимірної системи координат визначену позицію. Її положення вздовж зазначених осей є її вихідною точкою у процесі трансформації.

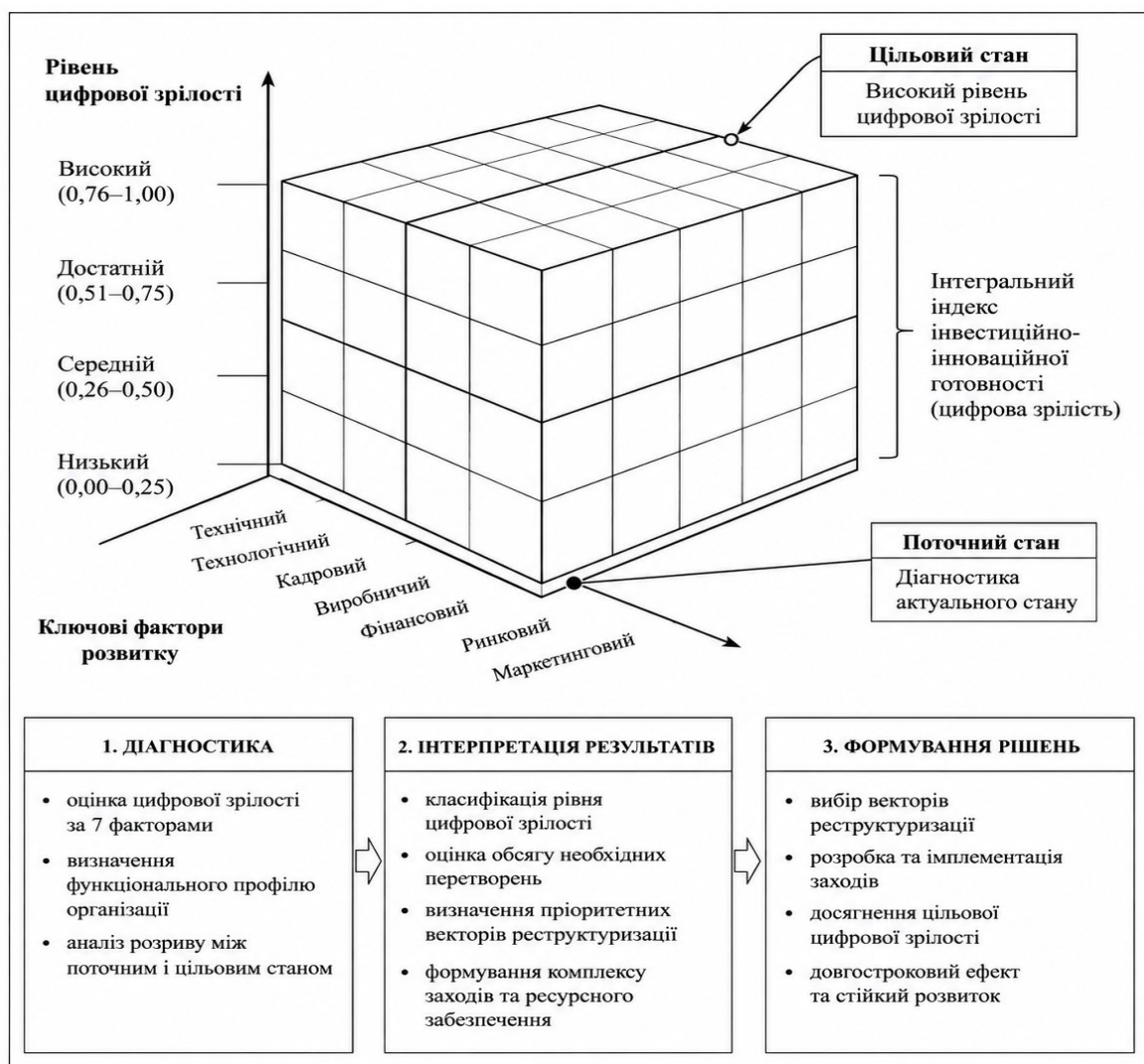


Рис. 2.9. Тривимірна модель ідентифікації стану підприємства ІБС, що детермінує вибір векторів реструктуризації у формі цифрової трансформації та відповідних заходів (розроблено автором)

Другою, центральною фазою реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації є безпосередньо проведення перетворень, пов'язаних із впровадженням ТІМ, що передбачає імплементацію комплексу заходів за такими векторами:

- виробнича реструктуризація, пов'язана зі зміною технологічного укладу та реінжинірингом бізнес-процесів;
- організаційна реструктуризація, пов'язана із змінами у складі та/або зв'язках між елементами організаційної структури;
- майнова реструктуризація, що передбачає модифікацію складу та структури активів, передусім оновлення комп'ютерної техніки, створення цифрової інфраструктури;
- кадрова реструктуризація, пов'язана зі зміною компетенційного профілю співробітників, проведенням навчання, перепідготовки, оптимізації кадрового складу для цілей роботи з ТІМ;
- маркетингова реструктуризація, що передбачає формування нової ціннісної пропозиції, зміну ринкового позиціонування та конкурентних переваг.

Для забезпечення проведення цифрової трансформації за вказаними векторами здійснюватимуться перетворення у сфері управління (управлінська реструктуризація), а також може знадобитися фінансова реструктуризація. При такому управлінська реструктуризація матиме перманентний характер і пов'язана зі зростанням компетенцій менеджменту в умовах мінливого середовища, а фінансова реструктуризація – тимчасовий, оскільки буде пов'язана з пошуком фінансових ресурсів для проведення цифрової трансформації в умовах їх дефіциту. Як управлінська, так і фінансова реструктуризація носять сервісний (підтримуючий) характер щодо основних векторів (Рисунок 2.10.).

Склад заходів, що інкорпоровані до процесу реструктуризації, визначається величиною розриву між вихідним та цільовим станом підприємства. Цільовий стан визначається, як уже було встановлено, перш за все запланованим рівнем впровадження ТІМ, який може бути квантифікований на основі моделі Бью-Річардса.

Вектори реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації		
Вектор реструктуризації	Коротка характеристика	Приклади заходів цифрової трансформації
 1. Технічний	Цифрове забезпечення інфраструктури, обладнання та ІТ-ресурсів підприємства	• впровадження сучасної серверної та мережевої інфраструктури • модернізація апаратного забезпечення • розгортання хмарних рішень та кібербезпеки
 2. Технологічний	Використання цифрових технологій і рішень (TIM, BIM, AI, IoT, хмарні сервіси тощо) у всіх процесах підприємства	• впровадження TIM/BIM-платформи • автоматизація бізнес-процесів • інтеграція даних та цифрових сервісів • застосування технологій AI та аналітики великих даних
 3. Кадровий	Розвиток цифрових компетенцій персоналу та формування нової організаційної культури	• навчання та підвищення кваліфікації • залучення цифрових фахівців • формування внутрішньої системи обміну знаннями
 4. Виробничий	Цифровізація виробничих процесів та організації робіт на будівельному майданчику	• застосування цифрового планування та контролю будівництва • автоматизація логістики та ресурсного забезпечення • використання моделювання та симуляцій для оптимізації процесів
 5. Фінансовий	Оптимізація фінансового управління та підвищення інвестиційно-інноваційної активності	• цифровий фінансовий моніторинг та контроль витрат • використання інструментів залучення інвестицій • оцінка ефективності інноваційних проєктів за допомогою аналітики даних
 6. Ринковий	Підвищення конкурентоспроможності через цифрові канали взаємодії з ринком	• вихід на B2B/B2C цифрові платформи • розширення ринкової аналітики та моніторингу попиту • формування нових бізнес-моделей та партнерств у цифровому середовищі
 7. Маркетинговий	Цифрове просування та комунікації, що забезпечують формування бренду і залучення клієнтів	• впровадження digital-маркетингових інструментів • розвиток онлайн-презентацій проєктів (віртуальні тури, 3D-моделі) • персоналізація взаємодії з клієнтами
Комплекс заходів формує план імплементації цифрової трансформації та забезпечує досягнення цільового стану підприємства ІБС 		

Рис. 2.10. Вектори реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації (розроблено автором)

Таким чином, у ході проведення реструктуризації у формі цифрової трансформації передбачається рух підприємства в рамках тривимірної моделі визначення стану вгору за віссю «Індекс цифрової зрілості» аж до досягнення п'ятого, найвищого рівня. Проте визначення цільового стану підприємства не може обмежуватися виключно даним параметром. Цифрова трансформація підприємства ІБС може бути компонентом ширшої стратегії розвитку, і тоді

вона може проводитись із різними цілями. У проведеному дослідженні було встановлено особливості реструктуризації у вигляді цифрової трансформації у межах реалізації підприємством ІБС стратегій розвитку з урахуванням еталонних стратегій [40] (Таким чином, за одночасної з цифровою трансформацією реалізації підприємством ІБС однієї з представлених у таблиці 2.9. стратегій розвитку, внаслідок реструктуризації підприємство може змінити свою позицію у тривимірній моделі визначення стану як за віссю «функціональний профіль», так і за віссю «масштаб».

Таблиця 2.9.

Особливості цифрової трансформації в рамках реалізації підприємством
ІБС стратегій розвитку

Назва стратегії	Функціональна специфіка	Особливості цифрової трансформації у рамках стратегії
Стратегія концентрованого зростання	Пов'язана з розвитком, покращенням продукту/послуги та пошуком можливостей посилити ринкову позицію	Перехід на ТІМ забезпечує підвищення якості продукту, швидкості та якості виконання робіт, доступ до нових замовників, що вимагають ТІМ, включаючи державне замовлення
Стратегія інтегрованого зростання	Передбачає розширення підприємства за рахунок додавання нових структур через придбання або внутрішній розвиток	Одночасно з переходом на ТІМ можливе розширення за суміжними видами діяльності за виробничим ланцюжком із отриманням синергетичної вигоди від роботи з інформаційною моделлю
Стратегія диверсифікованого зростання	Передбачає розвиток підприємства поза зоною поточної діяльності, з виходом за рамки виробничого ланцюжка	Одночасно з переходом на ТІМ можливе розширення за суміжними видами діяльності поза виробничим ланцюжком із отриманням додаткової вигоди від цифрових активів
Стратегія скорочення	Проводиться з метою підвищення ефективності та стабілізації становища	У межах переходу на ТІМ є можливість отримання значного скорочення витрат; підприємство може сконцентрувати зусилля на цифровій трансформації одного виду діяльності, закриваючи інші

У будь-якому випадку, незалежно від наявності інших цілей розвитку бізнесу підприємства ІБС, домінантною метою впровадження ТІМ є нарощування конкурентоспроможності підприємства на стратегічну перспективу. Конкурентоспроможність визначається дією ряду факторів, серед яких як ключові слід відзначити: якість продукції/послуг підприємства (Q), ступінь інтеграції інформаційних технологій та технологій автоматизації праці (I), рівень кваліфікації персоналу (P), оптимізація витрат (під якою розуміється елімінація непродуктивних витрат, у тому числі за рахунок простоїв, переробок тощо). Таким чином, цільова функція управління в рамках реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації матиме такий вигляд:

$$Cost = f(Q; I; P; C) \rightarrow \max \quad (2.1)$$

При цьому змінні, що детермінують конкурентоспроможність підприємства ІБС, є взаємозалежними. Якість продукції/послуг залежить від застосовуваних інформаційних технологій та кваліфікації персоналу; рівень персоналу визначається вимогами застосовуваних технологій; обсяг витрат залежить від якості продукції, технологій та кваліфікації персоналу; а застосовувані технології залежать від кваліфікації персоналу щодо їх використання:

$$Q = g_1(I; P), \quad (2.2)$$

$$I = g_2(P), \quad (2.3)$$

$$C = g_3(Q; I; P), \quad (2.4)$$

$$P = g_4(P), \quad (2.5)$$

$F \leq F_0$, де F – доступний обсяг фінансових ресурсів.

Стратегічний базис забезпечення конкурентоспроможності підприємства ІБС визначається тим, що перетворення, пов'язані з впровадженням ТІМ, мають системний характер та потребують значних ресурсних інвестицій. Тому отримання ефекту від застосування ТІМ неможливе на тактичному рівні і в більшості випадків не виявляється явно у короткостроковій перспективі. За оцінками експертів, окупність інвестицій, пов'язаних із впровадженням ТІМ,

проявляється в середньостроковій перспективі (протягом 2-3 років), а досвід, що накопичується, призводить до максимізації отриманого ефекту в стратегічній перспективі (через 3-5 років).

Третя фаза реструктуризації підприємств ІБС в умовах переходу на цифрове будівництво пов'язана з оцінкою результатів організаційних перетворень, рівня досягнення поставленої мети, а також оцінкою динаміки зростання конкурентоспроможності підприємства. На даній фазі проводиться зіставлення цільового стану підприємства, наміченого як орієнтир, з фактично отриманими результатами, ідентифікуються елементи, що потребують коригування, та розробляється план здійснення коригувальних заходів. Саме індексний метод на такій фазі дозволяє кількісно виміряти дельту між плановими та фактичними значеннями цифрової зрілості за кожним із семи факторів та визначити пріоритетні зони для подальшого інвестиційного втручання.

2.3. Ідентифікація та кількісна оцінка економічних ризиків і бар'єрів переходу до цифрового будівництва (BIM-технології, Digital Twins, IoT-екосистеми) в контексті інституційного середовища.

Перехід будівельних підприємств до цифрової моделі створення вартості є не стільки актом придбання нового програмного забезпечення, скільки зміною способу координації ресурсів, даних, контрактних відносин і відповідальності протягом життєвого циклу об'єкта. Для підприємства економічний зміст BIM, Digital Twins та IoT-екосистем проявляється через здатність зменшувати інформаційну асиметрію, виявляти колізії до початку фізичних робіт, синхронізувати кошторисні та календарні параметри, контролювати фактичний стан активу і накопичувати дані для наступних управлінських рішень. Водночас вигоди цифрового будівництва виникають не автоматично: вони залежать від зрілості інституційного середовища, сумісності даних, компетентності персоналу, масштабу проєктного портфеля та фінансової спроможності підприємства.

Для України проблема набуває особливої ваги через поєднання масштабної потреби у відновленні основного капіталу з обмеженістю фінансових і кадрових ресурсів. За RDNA5, станом на 31 грудня 2025 р. потреби у відновленні та реконструкції України на наступне десятиліття оцінено майже у 588 млрд дол. США, а прямі пошкодження перевищили 195 млрд дол. США. [7] За таких масштабів навіть невеликі відносні втрати від проєктних помилок, неузгодженості даних, повторного виконання робіт або слабкого контролю контрактів трансформуються у значні абсолютні суми. Тому цифровізація повинна оцінюватися одночасно як джерело продуктивності та як окремий інвестиційний ризик.

Вихідні матеріали дослідження фіксують поступовий перехід у 2020–2026 рр. від локальної автоматизації до інтегрованого цифрового середовища, в якому BIM, CDE, ERP/CRM, IoT, GIS, Big Data, BI/AI та державні цифрові сервіси утворюють взаємопов'язаний контур. Така конвергенція підвищує потенційний ефект, але одночасно збільшує залежність результату від якості інтеграції, правил обміну даними та інституційної визначеності.

На такій підставі економічний ризик цифрового переходу пропонується трактувати як імовірність відхилення фактичного інтегрального економічного результату цифровізації від запланованого внаслідок дії фінансових, інституційних, технологічних, кадрових та інформаційних чинників. На відміну від суто технічного ризику, така категорія охоплює не лише можливість відмови цифрового рішення, а й втрату інвестиційної віддачі через недостатнє використання функціоналу, дублювання процесів, несумісність інформаційних моделей або неможливість юридично та організаційно використати цифрові дані. Архітектура бар'єрів переходу будівельного підприємства до цифрового будівництва - рисунок 2.11.

АРХІТЕКТУРА БАР'ЄРІВ ПЕРЕХОДУ ДО ЦИФРОВОГО БУДІВНИЦТВА



Рис. 2.11. Архітектура бар'єрів переходу будівельного підприємства до цифрового будівництва (розроблено автором).

Запропонована архітектура показує, що бар'єри не діють ізольовано. Наприклад, відсутність уніфікованих вимог до інформаційної моделі підвищує не лише регуляторний ризик, а й витрати на конвертацію даних, повторне моделювання та навчання персоналу. Аналогічно дефіцит BIM-координаторів збільшує ймовірність помилок у структурі моделі, що надалі погіршує якість Digital Twin та даних IoT. Отже, для кількісної оцінки доцільно застосовувати портфельний підхід до ризиків, а не оцінювати кожну технологію відокремлено.

Інституційна складова є принциповою для інтерпретації ризику. Станом на серпень 2026 р. законопроект № 6383 щодо запровадження BIM на всіх етапах життєвого циклу об'єктів не є завершеним законом: Верховна Рада прийняла його за основу у липні 2022 р., а у 2026 р. він залишається на стадії підготовки до другого читання, таким чином підприємства, які інвестують у BIM, фактично працюють у режимі випереджальної адаптації: технологічна логіка переходу вже сформована, але частина нормативних правил ще уточнюється. Такий стан створює реальний опціон раннього входу, проте водночас підвищує витрати на регуляторне пристосування.[15,20,33,70,128,133]. Систематизація економічних

ризиків і бар'єрів впровадження BIM-технологій, Digital Twins та IoT-екосистем у діяльність будівельних підприємств – таблиця 2.10.

Таблиця 2.10

Систематизація економічних ризиків і бар'єрів впровадження BIM-технологій, Digital Twins та IoT-екосистем у діяльність будівельних підприємств

Код	Ризик / бар'єр	Економічний прояв	Технології	Група
R1	Капіталомісткість цифрового переходу	ліцензії, серверна/хмарна інфраструктура, сенсори, інтеграція, навчання	BIM / DT / IoT	фінансовий
R2	Кадрово-компетентнісний дефіцит	нестача BIM-менеджерів, data/IoT-фахівців, витрати на перенавчання	усі	організаційний
R3	Нормативно-стандартизаційна невизначеність	неповна уніфікація вимог до моделей, процесів і цифрової документації	BIM / DT	інституційний
R4	Низька інтероперабельність	втрати при обміні IFC/API, дублювання даних, ручні трансформації	BIM / DT / IoT	технологічний
R5	Кібербезпека і безперервність	компрометація CDE, IoT, хмарних облікових записів, простої	DT / IoT / CDE	інформаційний
R6	Низька якість вихідних даних	неповні атрибути, помилки класифікації, несинхронізовані довідники	BIM / DT	інформаційний
R7	Vendor lock-in	залежність від одного постачальника, високі switching costs	усі	ринково-технологічний
R8	Часовий лаг економічного ефекту	витрати виникають на старті, а LCC-ефект — у будівництві та експлуатації	BIM / DT	фінансовий
R9	Ізоляція корпоративних і державних систем	повторне введення даних, затримки погоджень, слабка наскрізність	BIM / реєстри	інституційний
R10	Правова значущість цифрового сліду	невизначеність щодо доказовості цифрових даних у спорах і прийманні робіт	DT / IoT	правовий

Джерело: розроблено автором.

Розроблена шкала оцінювання ймовірності реалізації та сили економічного впливу ризиків цифрового переходу - таблиця 2.11. Кількісна оцінка повинна відокремлювати дві площини: (1) імовірність реалізації негативної події та (2) силу її економічного впливу. Для первинного скринінгу пропонується п'ятибальна шкала Р та І. Індивідуальний бал ризику визначається як:

$$R_i = P_i \times I_i, \quad R_i \in [1; 25] \quad (2.6.)$$

де P_i — оцінка імовірності реалізації i -го ризику;

I_i — оцінка сили його економічного впливу.

Межі інтерпретації пропонуються такими: 1–5 — прийнятний; 6–10 — помірний; 11–15 — суттєвий; 16–20 — високий; 21–25 — критичний ризик. Шкала не замінює грошової оцінки, але дозволяє ранжувати напрями, для яких необхідне поглиблене моделювання TCO, NPV або Expected Monetary Value (рисунок 2.12.)

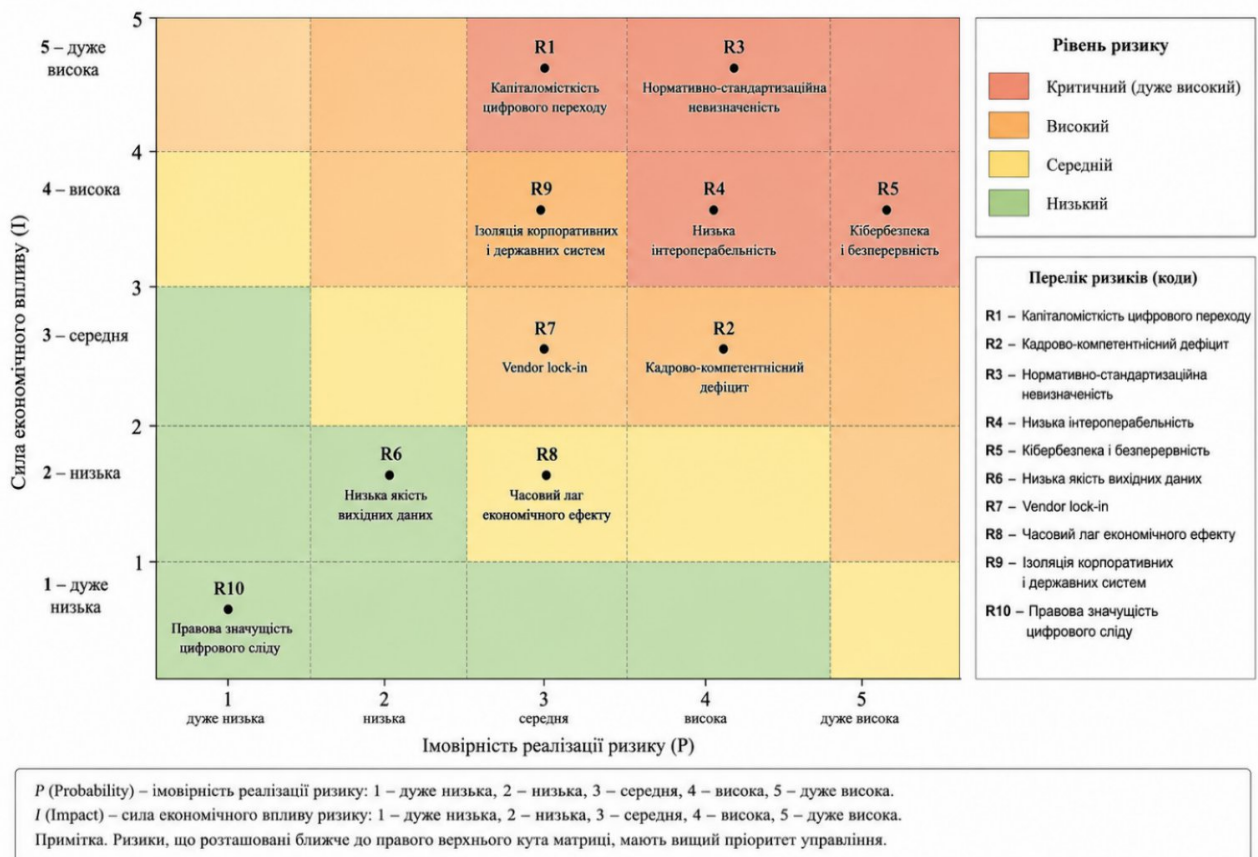


Рис. 2.12. Матриця первинної ідентифікації економічних ризиків цифрового переходу (розроблено автором).

Шкала оцінювання ймовірності реалізації та сили економічного впливу ризиків
цифрового переходу

Бал	Інтерпретація Р / І	Управлінський зміст
1	дуже низька / незначний	епізодична подія; вплив легко поглинається операційним бюджетом
2	низька / малий	потребує локального коригування без зміни бюджету програми
3	середня / відчутний	потребує резерву або зміни окремих процесів
4	висока / значний	може порушити бюджет, строки або очікувану окупність
5	дуже висока / критичний	здатна зруйнувати бізнес-кейс цифрової інвестиції або зупинити контур

Примітка: *P (Probability)* — ймовірність реалізації ризику;

I (Impact) — сила його економічного впливу.

Джерело: розроблено автором.

Для інтегральної оцінки доцільно врахувати різну вагомість груп ризиків. Авторський індекс бар'єрності цифрового переходу (Digital Construction Barrier Index, DCBI) може бути визначений як зважена сума нормованих оцінок:

$$DCBI = \sum w_j \cdot B_j, \quad \sum w_j = 1; \quad B_j \in [0;1] \quad (2.7.)$$

де B_j — нормована оцінка

j -ї групи бар'єрів;

w_j — її ваговий коефіцієнт.

Ваги мають визначатися експертно для конкретного підприємства (наприклад, методом аналізу ієрархій або Delphi), тому в дисертаційному дослідженні їх не слід підміняти довільними «галузевими» значеннями.

Методична перевага DCBI полягає в можливості порівнювати підприємства різного масштабу та повторювати оцінювання після реалізації заходів ризик-менеджменту.

Проведено оцінку будівельного ринку України. Динаміка окремих показників цифрової зрілості підприємств секції «Будівництво» у 2022–2025 рр. – таблиця 2.12. Окремі показники цифрової зрілості підприємств секції «Будівництво», 2022–2025 рр. презентовано на рисунку 2.13.

Таблиця 2.12.

Динаміка окремих показників цифрової зрілості підприємств секції
«Будівництво» у 2022–2025 рр.

Технологія	2022, %	2024, %	2025, %	Зміна	Ризикова інтерпретація
ERP	4,3	10,3	11,5	+7,2 в.п. до 2022 р.	інтеграція ресурсного та управлінського контур посилюється
CRM	1,4	3,1	2,6	+1,2 в.п. до 2022 р.	поширення залишається низьким і нестійким
Business Intelligence	н/д	1,1	1,3	+0,2 в.п. 2025/2024	аналітичний контур перебуває на ранній стадії
Big Data	н/д	14,8	12,6	–2,2 в.п. 2025/2024	наявне використання, але без лінійної траєкторії

Джерело: узагальнено за даними Держстату, наведеними у сучасному дослідженні цифровізації управлінського обліку підприємств. «н/д» — зіставний показник у таблиці джерела не наведено.

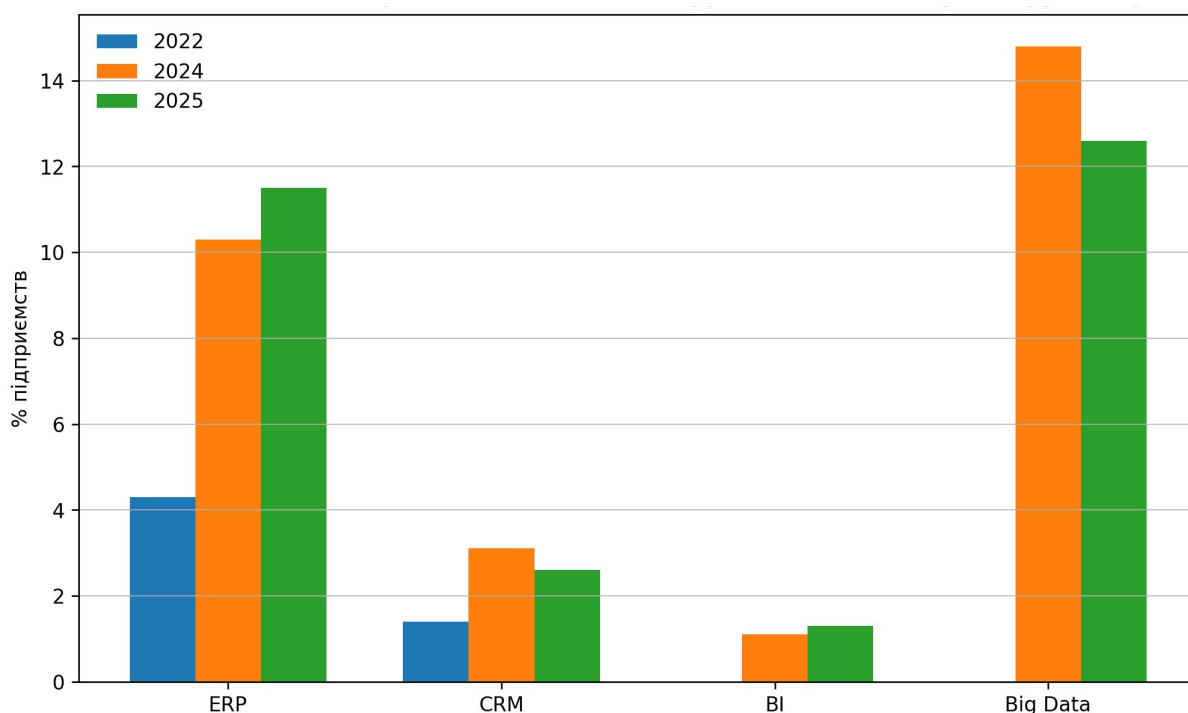


Рис. 2.13. Окремі показники цифрової зрілості підприємств секції «Будівництво», 2022–2025 рр.

Наведені показники важливі не як прямий вимір поширення BIM або Digital Twin, а як характеристика цифрового середовища, в яке такі технології мають бути інтегровані. Зростання ERP з 4,3% у 2022 р. до 11,5% у 2025 р. свідчить про розширення бази для зв'язування інформаційної моделі з ресурсами та фінансовим обліком. Водночас низькі значення BI означають, що навіть за наявності даних підприємство може не мати достатньої аналітичної спроможності для перетворення цифрового сліду на управлінський результат.

Саме такий розрив між «наявністю даних» і «економічним використанням даних» пропонується розглядати як окремий ризик цифрової недореалізації. Для BIM і Digital Twin офіційна статистика частки будівельних підприємств України не формує повного щорічного ряду. Тому методологічно некоректно заповнювати 2020–2026 рр. умовними відсотками. У таку випадку кількісну оцінку слід переносити з показника «частка користувачів технології» на показники конкретного інвестиційного проєкту: повна вартість володіння, економія від уникнутих колізій, скорочення тривалості циклу, зниження

переробок, вартість простою, точність план-факт контролю, частка структурованих даних та рівень автоматизованої верифікації.

Повну вартість цифрового переходу доцільно оцінювати за моделлю TCO, яка включає не лише ціну ліцензії:

$$TCO = C_{soft} + C_{hw/cloud} + C_{int} + C_{data} + C_{train} + C_{cyber} + C_{support} + C_{change} \quad (2.8.)$$

де C_{soft} — програмне забезпечення;

$C_{hw/cloud}$ — апаратна або хмарна інфраструктура;

C_{int} — інтеграція;

C_{data} — підготовка, очищення і міграція даних;

C_{train} — навчання;

C_{cyber} — кіберзахист;

$C_{support}$ — супровід;

C_{change} — організаційна трансформація. Ігнорування останніх чотирьох компонентів є типовим джерелом заниження бюджету цифровізації.

Економічну доцільність інвестиції слід перевіряти через ризик-скоригований NPV:

$$NPV_r = -I_0 + \sum [(B_t - O_t - EL_t)/(1+r)^t] \quad (2.9)$$

де I_0 — початкові інвестиції;

B_t — очікувані вигоди у періоді t ;

O_t — операційні витрати цифрового контуру;

EL_t — очікувані грошові втрати від ризиків;

r — ставка дисконту.

Очікувані втрати визначаються як $EL = \sum p_i \cdot L_i$, де p_i — імовірність ризикової події, L_i — її грошовий наслідок. Такий підхід дозволяє уникнути ситуації, коли технологічний проєкт має позитивний «номінальний» NPV, але

стає неприйнятним після врахування кіберризиків, інтеграційних витрат або затримки ефекту. У таблиці 2.13. запропоновано порівняльну характеристику витрат, економічних вигід та ключових КРІ цифрових контурів будівельного підприємства. Авторський механізм переходу від цифрової інвестиції до економічного результату - рисунок 2.14.

Таблиця 2.13.

Порівняльна характеристика витрат, економічних вигід
та ключових КРІ цифрових контурів будівельного підприємства

Цифровий контур	Основні витрати	Основні економічні вигоди	Ключові КРІ ризику/ефекту
BIM 3D/4D/5D	ліцензії, BIM-координація, CDE, бібліотеки, моделювання	уникнуті колізії; точність обсягів; скорочення переробок; план-факт строків	вартість виправлених колізій; % переробок; відхилення кошторису; дні затримки
Digital Twin	датчики/дані, платформа, інтеграція з BIM/ERP, аналітика	прогнозне обслуговування; оптимізація LCC; сценарне моделювання	downtime; OPEX/м ² ; аварійність; точність прогнозу; NPV LCC
IoT-екосистема	сенсори, шлюзи, мережа, edge/cloud, кіберзахист	оперативний контроль, енергоефективність, безпека, автоматичний збір факту	% покриття сенсорами; втрати зв'язку; енерговитрати; час реакції; інциденти
BIM + IoT + DT	інтеграція даних, master-data, API, CDE, аналітика	наскрізний цифровий слід і автоматизація управлінських рішень	частка автоматично верифікованих операцій; якість даних; економія TCO/LCC

Примітка: CDE — Common Data Environment;

LCC — Life Cycle Cost; TCO — Total Cost of Ownership; OPEX — operating expenditure; NPV — Net Present Value.

Джерело: розроблено автором.

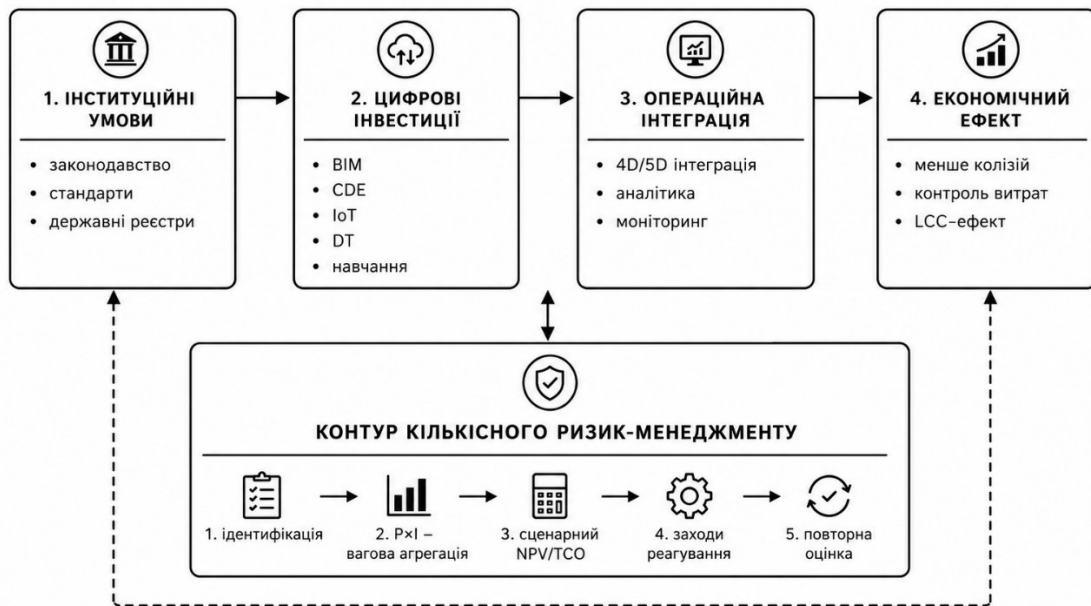


Рис. 2.14. Механізм переходу від цифрової інвестиції до економічного результату (розроблено автором).

BIM-ризик має специфічну природу: цінність моделі визначається не геометричною деталізацією як такою, а придатністю інформації для конкретного управлінського рішення. Надмірна деталізація збільшує трудомісткість і вартість моделювання, тоді як недостатня — обмежує автоматизований кошторис, календарне планування або подальше формування цифрового двійника. Тому економічним об'єктом контролю має бути не максимальний LOD/LOI, а оптимальна інформаційна насиченість відповідно до цілей використання моделі.

Для Digital Twin ключовим є ризик «цифрового двійника без двостороннього зв'язку». Якщо модель не отримує актуальні дані про фізичний об'єкт або не використовується для зміни режимів експлуатації, підприємство фактично несе витрати на розширену цифрову модель без повного економічного ефекту двійника. Тому критеріями зрілості мають бути частота оновлення даних, частка автоматизованих потоків, повнота сенсорного покриття, достовірність master-data та наявність процедур використання прогнозів у рішеннях.

Для IoT-екосистеми ризик зміщується від вартості окремого сенсора до вартості надійного потоку даних. Економічний ефект нівелюється, якщо сенсори

не калібруються, мережа має прогалини, часові ряди не синхронізовані, а права доступу не формалізовані. Через це оцінювання IoT-проєкту повинно включати коефіцієнт доступності даних, частоту втрати пакетів, вартість технічного обслуговування, кіберінциденти та витрати на заміну пристроїв.

Окремий блок становить кіберекономічний ризик. Чим глибше BIM/CDE, IoT та Digital Twin інтегруються з фінансовими, контрактними і виробничими системами, тим більша потенційна вартість порушення доступності або цілісності даних. Тому кібербезпека повинна розглядатися не як зовнішня IT-функція, а як компонент ТСО цифрового будівництва. У ризик-скоригованій моделі доцільно враховувати очікувані втрати від простою, відновлення даних, повторного обстеження, затримки платежів і юридичних спорів.

В інституційному контексті особливо важливою є інтеграція корпоративних систем з державними цифровими механізмами. Вихідні матеріали обґрунтовано акцентують, що цінність Digital Twin знижується без синхронізації з Єдиною державною електронною системою у сфері будівництва, містобудівними та іншими реєстрами. Економічний ефект такої інтеграції полягає у скороченні повторного введення даних, зменшенні часу транзакцій, підвищенні простежуваності рішень та формуванні єдиного цифрового сліду об'єкта. Таблиця 2.14 - механізми реагування на бар'єри цифрового будівництва та кількісні індикатори їх контролю.

З позиції управління портфелем проєктів доцільно використовувати принцип «цифрової достатності»: інвестиції у BIM, Digital Twin та IoT мають збільшуватися до моменту, коли гранична очікувана вигода від наступного рівня цифровізації дорівнює граничній ризик-скоригованій вартості його впровадження. Такий підхід запобігає як недоінвестуванню, так і технологічному максималізму, коли підприємство купує функціонал, для якого ще немає даних, процесів або компетентностей.

Механізми реагування на бар'єри цифрового будівництва та кількісні
індикатори їх контролю

Бар'єр	Пріоритетний механізм реагування	Кількісний індикатор контролю
Нормативна невизначеність	етапність інвестицій; модульна архітектура; контрактне закріплення вимог до даних	регуляторний резерв бюджету; вартість переробки моделі
Стандартизаційний розрив	EIR/BER, корпоративні BIM-стандарти, IFC- контроль, класифікатори	% моделей, що проходять автоматизовану перевірку
Інтероперабельність	openBIM/API, тестові обміни, master-data governance	кількість ручних конвертацій; години повторного введення
Кадровий дефіцит	матриця компетентностей, BIM/DT/IoT academy, рольові сертифікації	вартість навчання; час до продуктивності; дефіцит ролей
Кіберризик	IAM/MFA, резервування, сегментація IoT, журналювання, incident response	очікуваний збиток; downtime; RTO/RPO
Vendor lock-in	експортованість даних, контрактні exit clauses, відкриті формати	switching cost; частка даних у відкритих форматах
Часовий лаг LCC	портфельний підхід, поетапний business case, контроль benefit realization	payback; NPV _r ; IRR; частка реалізованих вигід

Джерело: розроблено автором.

Практичний алгоритм кількісної оцінки включає сім послідовних процедур: визначення цілей використання цифрової технології; декомпозицію TCO; формування реєстру ризиків; оцінювання Р та І; грошову оцінку найбільш

суттєвих ризиків; розрахунок ризик-скоригованого NPV і строку окупності; повторне оцінювання після вибору заходів реагування. Для великих проєктів такої алгоритм доцільно доповнювати Monte Carlo-аналізом невизначених параметрів — строків інтеграції, вартості навчання, економії від уникнутих переробок, простоїв та ставки дисконту.

У методичному плані таке дозволяє перейти від декларативної тези про «корисність BIM» до порівняння альтернативних цифрових конфігурацій. Наприклад, підприємство може зіставити сценарій BIM+CDE, сценарій BIM+5D+ERP та сценарій BIM+IoT+Digital Twin не за кількістю функцій, а за ризик-скоригованою чистою теперішньою вартістю, терміном окупності, очікуваним зниженням переробок та стійкістю до інституційних змін.

Важливо також розрізняти бар'єр входу та ризик експлуатації. Висока ціна ліцензій або навчання є бар'єром входу, який можна оцінити до початку програми. Натомість деградація якості даних, кіберінцидент або накопичення несумісних моделей є ризиками експлуатації, що зростають разом із масштабом цифрової екосистеми. Це розмежування визначає різні інструменти реагування: для першої групи — фінансування, поетапність і стандартизація закупівель; для другої — data governance, SLA, аудит моделей, кіберконтроль і постійне навчання.

Таким чином, цифрове будівництво в Україні формується в умовах подвійної асиметрії. Перша — часова: основна частина витрат концентрується на початку цифрової трансформації, тоді як вигоди розподіляються між проєктуванням, будівництвом та багаторічною експлуатацією. Друга — інституційна: технологічні можливості розвиваються швидше, ніж повна нормативна та організаційна уніфікація їх використання. Саме дві асиметрії пояснюють, чому підприємство може визнавати BIM, Digital Twin або IoT стратегічно необхідними, але відкладати масштабне впровадження.

Результати дослідження дають підстави сформулювати авторське положення: економічна ефективність переходу до цифрового будівництва визначається не автономною продуктивністю окремої технології, а ступенем

узгодженості трьох контурів — інституційного, корпоративно-процесного та інформаційно-технологічного. За відсутності такої узгодженості виникає «цифровий трансакційний клин» — додаткові витрати на конвертацію, перевірку, дублювання, погодження та юридичне підтвердження даних, які частково або повністю поглинають очікувану економію від цифровізації.

Отже, ідентифікація ризиків BIM, Digital Twins та IoT-екосистем повинна бути інтегрована в інвестиційне обґрунтування цифрової трансформації. Запропоновані реєстр ризиків, матриця $P \times I$, індекс DCBI, декомпозиція TCO та ризик-скоригований NPV формують взаємопов'язаний методичний інструментарій. Його застосування дає можливість оцінювати не лише технологічну готовність підприємства, а й економічну спроможність перетворити цифрові дані на зниження трансакційних витрат, контроль життєвого циклу та стійку конкурентну перевагу.

Висновки до розділу 2.

У другому розділі здійснено комплексну економічну діагностику та оцінювання стану реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери України в умовах повоєнного відновлення, цифрової трансформації та посилення вимог інституційного середовища. Отримано такі результати.

1. Визначено макроекономічні та інституційні передумови реструктуризації інвестиційно-будівельної сфери України в контексті післявоєнного відновлення, цифровізації та євроінтеграції. Встановлено, що повоєнна відбудова не може здійснюватися на основі традиційної екстенсивної моделі розвитку будівельної сфери. На основі аналізу інституційного середовища виявлено суттєві регуляторні обмеження: середня оцінка бізнесом ефективності державного регулювання у сфері цифровізації будівництва становить 4,63 бала з 10. Пріоритетними напрямками державної підтримки визначено: інвестиції в людський капітал (69,4%), стандартизацію та розвиток цифрової інфраструктури (63,9%), прискорення гармонізації нормативної бази з європейськими вимогами (62,2%). Доведено, що в умовах повоєнного відновлення технології інформаційного моделювання мають розглядатися як макроекономічний чинник забезпечення прозорості, антикорупційного контролю, інвестиційної привабливості та сумісності України з європейським ринком капіталу. Сформульовано специфічні принципи повоєнної трансформації: «Build Back Better», євроінтеграційної гармонізації, цифрового суверенітету та соціальної інклюзивності.

2. Розроблено методичний підхід до економічного оцінювання цифрової зрілості та інвестиційно-інноваційного потенціалу підприємств ІБС із застосуванням індексного методу. Запропоновано розглядати процес цифрової реструктуризації як рух підприємства від фактичного стану до цільового через три послідовні фази: діагностику поточного стану, імплементацію трансформаційних заходів та оцінку отриманих результатів. Обґрунтовано доцільність застосування системи часткових та інтегрального індексів за сімома ключовими факторами: технічним,

технологічним, кадровим, виробничим, фінансовим, ринковим і маркетинговим. Сформовано тривимірну модель ідентифікації вихідного стану підприємства (вектори: індекс цифрової зрілості, функціональний профіль, масштаб організації), що детермінує вибір векторів та заходів цифрової трансформації. У межах функціональної кластеризації виділено укрупнені групи учасників: девелопери, проєктувальники, виконавці та експлуатуючі організації. Обґрунтовано, що цифрова трансформація має узгоджуватися зі стратегіями розвитку підприємства (концентрованого, інтегрованого, диверсифікованого зростання або скорочення), а її цільова управлінська логіка представлена через функцію максимізації конкурентоспроможності: $Comp = f(Q; I; P; C) \rightarrow \max$.

3. Систематизовано та методично забезпечено кількісну оцінку економічних ризиків і бар'єрів переходу підприємств до цифрового будівництва. Ідентифіковано основні групи ризиків, пов'язаних із впровадженням ВІМ-технологій, цифрових двійників та IoT-екосистем: фінансові, кадрово-компетентнісні, інституційні, технологічні, інформаційні, правові та ринково-технологічні. Запропоновано реєстр ризиків і бар'єрів (R1–R10), матрицю первинної оцінки за параметрами ймовірності та сили економічного впливу ($R_i = P_i \times I_i$, $R_i \in [1; 25]$), авторський індекс бар'єрності цифрового переходу (DCBI), декомпозицію повної вартості цифрового переходу за моделлю TCO та ризик-скориговану чисту теперішню вартість (NPV_r). Встановлено, що перехід до цифрового будівництва супроводжується подвійною асиметрією: часовою (концентрація витрат на початковому етапі за розподілу вигід між проєктуванням, будівництвом та багаторічною експлуатацією) та інституційною (випереджаючий розвиток технологічних можливостей порівняно з формуванням повного нормативного забезпечення). Доведено, що за відсутності узгодженості інституційного, корпоративно-процесного та інформаційно-технологічного контурів виникає «цифровий трансакційний клин», що частково або повністю поглинає очікувану економію від цифровізації.

РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ СФЕРИ НА ЗАСАДАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

3.1. Економіко-математичне моделювання механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери на основі адаптивного підходу та хмарних ВІМ-платформ

Подолання викликів, пов'язаних зі змінами у будівельних підприємствах, вимагає формування методологічних засад реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери (далі – ІБС) шляхом цифрової трансформації. Такі засади мають уточнювати теоретичні основи управління реструктуризаційними процесами, визначення їхніх напрямів і відповідних заходів, а також слугувати підґрунтям для створення науково обґрунтованих підходів, методичного апарату та інструментарію цифрових перетворень.

Як зазначають дослідники [29,30,45,55,61,120,133,142,145,176], у прикладних сферах сучасна методологія охоплює концептуальні рамки, моделі, механізми, технологічні рішення та інші інструменти, а також систему оцінних індикаторів. За умови наявності таких складових вона забезпечує управлінське мислення інструментарієм, який дає змогу:

- здобувати потрібні теоретичні знання з опорою на актуальні дослідження;
- інтегрувати знання, отримані з різних наукових дисциплін;
- застосовувати такі знання для інтерпретації спостережуваних явищ і передбачення закономірно виникаючих нових феноменів;
- реалізовувати прогнозування й проєктування майбутніх станів, нормування, планування та організацію діяльності на технологічному рівні.

Проведене дослідження засвідчило, що специфіка діяльності, розмір організацій та ступінь їхньої підготовленості до цифрових змін суттєво впливають на організаційні аспекти впровадження цифрових рішень, зокрема

хмарних ВІМ-платформ. Відтак розроблювані підходи, методи та інструменти реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації мають бути адаптивними до характеристик конкретного підприємства, що зазнає перетворень.

Поняття адаптивного управління й адаптивного менеджменту вже давно відомі в управлінській науці. Різні аспекти адаптивного підходу до керування досліджували численні вітчизняні та іноземні науковці. Серед іноземних дослідників, які вивчали адаптацію організацій до умов зовнішнього оточення та механізми адаптивного управління, варто згадати І. Ансоффа. Він обґрунтував доцільність управління через вибір стратегічної позиції, пріоритизацію стратегічних завдань, реагування на слабкі сигнали, а також керування в ситуаціях стратегічних несподіванок [182]. П. Друкер запропонував власну концепцію адаптивного управління, відому як «управління за цілями» (Management by Objectives, MBO) [61]. У його підході адаптивність виявлялася в цілях і завданнях організації, які мають узгоджуватися на всіх управлінських рівнях. Під час такого узгодження виконуються процедури розподілу повноважень і відповідальності між ієрархічними ланками, формування плану конкретних заходів для досягнення визначених цілей, а також застосування контрольних інструментів; усі такі процедури мали адаптивний характер.

Й. Шумпетер вважав, що в основі економічного розвитку лежать безперервно змінювані умови та унікальність комбінацій факторів середовища, що зумовлює потребу в постійному пристосуванні. Головним джерелом змін, на його переконання, є не кількісне нарощування (скажімо, ресурсів), яке він відносив до складової зростання, а якісно нове використання ресурсів, впровадження нових механізмів, технологій та інструментів, що становить сутність розвитку [90,91].

Д. Астром вважав, що адаптивні властивості організації слід закладати ще на етапі її проектування [15,133]. О. Акофф пропонував використовувати як адаптаційні інструменти прогнозні дані щодо попиту на продукцію в коротко- та

довгостроковій перспективах. Дж. Лорш, П. Лоуренс і Дж. Томпсон розробили адаптивну модель організаційної динаміки [220,225].

Проблематика адаптивного управління на підприємствах різних секторів перебувала в центрі уваги багатьох вітчизняних дослідників. Попри те, що українські науковці розглядали окремі аспекти адаптивного управління й розвитку підприємств ІБС, зокрема в умовах цифровізації, цифрової трансформації та поширення ВІМ-платформ, у їх працях часто не враховується потреба у формуванні спеціальних підходів, методів та інструментів реструктуризації, специфіка організації таких процесів і реальна готовність компаній до цифрових змін. Наявні дослідження або пропонують способи адаптації організацій до мінливого середовища через моніторинг зовнішніх факторів, побудову системи оцінювання відхилень, розроблення механізмів планування з адаптаційними можливостями, або аналізують адаптивний потенціал безпосередньо ВІМ-платформ і перспективи їх ефективного застосування в інвестиційно-будівельних проєктах (далі – ІБП).

Водночас механізми впровадження хмарних ВІМ-платформ і пов'язаної з ними комплексної реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації залишаються недостатньо дослідженими, хоча, за даними досліджень, вони супроводжуються численними питаннями: складністю та потребою в залученні консультантів, високою вартістю програмного забезпечення й обладнання, дефіцитом кваліфікованих фахівців і необхідністю підвищення компетентностей персоналу, опором змінам тощо.

Наявна наукова прогалина підтверджує актуальність розроблень, спрямованих на формування підходів, методів та інструментів реструктуризації підприємств ІБС у формі цифрової трансформації. Такі інструменти мають мати адаптивний характер не лише як пристосування організації до змінних умов, а передусім як орієнтація під час вибору підходів, методів та засобів інформатизації. Саме це забезпечує адаптивність пропонованого підходу. Адаптацію слід розуміти як процес зміни параметрів і структури системи, а також формату керуючих впливів на основі поточної інформації для досягнення

оптимального стану системи в умовах початкової невизначеності та особливостей функціонування. Отже, розроблювані в роботі підходи, методи та інструменти управління реструктуризацією підприємств ІБС у формі цифрової трансформації спрямовані на вибір (тобто адаптацію) комплексу керуючих впливів, щоб здійснювати перетворення максимально ефективно для конкретного підприємства з урахуванням виявлених параметрів його стану.

Адаптивний підхід до управління автори трактують передусім як керування з орієнтацією на зміни параметрів системи та зовнішнього середовища, які заздалегідь невідомі й можуть виникати випадково під впливом численних факторів. Авторська позиція щодо визначення адаптивного підходу в процесах реструктуризації та цифрової трансформації підприємств ІБС полягає в обґрунтованому відборі доцільних варіантів управлінських рішень для організації реструктуризаційного процесу, спрямованого на цифрову трансформацію підприємств ІБС, включно з впровадженням хмарних ВІМ-платформ із метою забезпечення стратегічної конкурентоспроможності.

Такий підхід дає змогу виокремити з множини об'єктів – підприємств ІБС – конкретний об'єкт із притаманними йому властивостями та визначити стратегію його реструктуризації (цифрової трансформації) як сукупність дій, необхідних для досягнення цілі: переходу до цифрового будівництва із застосуванням хмарних ВІМ-платформ на всіх етапах життєвого циклу ІБП. Водночас відомо, що в межах реалізації одного ІБП взаємодіє численна кількість підприємств, кожне з яких виконує власні функції і також може розглядатися як окремий об'єкт управління.

Максимальна якість робіт у межах ІБП за одночасного скорочення термінів будівництва та зменшення витрат як на будівельній стадії, так і на етапі експлуатації (який за тривалістю суттєво перевищує процес будівництва та на який у загальній вартості об'єкта нерухомості з урахуванням усіх стадій життєвого циклу від проєктування до завершення експлуатації припадає 60–80 % вартості) досягається лише за умови повного використання всіх можливостей і переваг цифрових рішень. Проте аналіз усієї ІБС з її процесами

переходу до цифрового будівництва або групи підприємств, залучених до одного конкретного ІБП в тих самих умовах, є надто складним об'єктом для дослідження й розроблення підходів, методів та інструментів цифрової трансформації.

У такому контексті доцільно проводити дослідження за окремими групами об'єктів, подібних за характеристиками, формуючи методичне забезпечення управління реструктуризаційними процесами. Його застосування надасть менеджменту підприємств ІБС можливість адаптувати управління до конкретної ситуації перетворень, ураховуючи передусім зазначені вище специфічні особливості об'єктів реструктуризації. У науковій літературі такий підхід до дослідження й управління називають об'єктно-орієнтованим. Він набув поширення в програмуванні, конструюванні виробничих систем і, що особливо важливо для теми дослідження, у проєктуванні. Наприклад, BIM-проєктування належить до об'єктно-орієнтованого проєктування і спрямоване на створення інформаційної моделі як об'єктно-орієнтованої параметричної тривимірної моделі об'єкта, яка в цифровій формі відображає фізичні, функціональні та інші характеристики об'єкта (або його окремих частин) у вигляді сукупності інформаційно насичених елементів [151].

Об'єктно-орієнтований підхід розглядають як один зі способів роботи зі складними системами та процесами [227], до яких можна віднести галузь, регіон, проєкт і навіть організацію, оскільки він дає змогу виокремлювати в межах складної системи окремі об'єкти, досліджувати їх, зокрема в їхніх взаємозв'язках з іншими об'єктами.

Застосування об'єктно-орієнтованого підходу передбачає дотримання таких базових положень:

- чітке виокремлення поняття об'єкта: поняття, абстракції або будь-які сутності з ясно визначеними межами, що мають значення в контексті розв'язуваної прикладної проблеми;
- визначення сукупності подібних об'єктів з однаковим набором якостей, яку називають класом об'єктів;

- виокремлення специфічних властивостей об'єкта, що іменуються ознаками;
- визначення дій, які об'єкт може виконувати (або які можуть виконуватися щодо об'єкта), що називають його поведінкою;
- об'єднання об'єктів у класи дає змогу застосовувати абстракцію та розглядати їх у більш загальній постановці.

В об'єктно-орієнтованому підході застосовують кілька базових принципів:

- абстракція (концентрація на найсуттєвіших аспектах системи);
- інкапсуляція (відокремлення зовнішнього інтерфейсу об'єкта від деталей його внутрішньої реалізації);
- поліморфізм (поєднання даних і поведінки);
- успадкування (спільне використання структур даних на різних рівнях), а також виокремлення сутності об'єкта [53,63].

Реструктуризація підприємств інвестиційно-будівельної сфери (ІБС) в умовах цифрової економіки доцільно розглядати не як сукупність локальних організаційних змін, а як керований процес переходу економічної системи підприємства до нового структурно-функціонального стану. Такий перехід пов'язаний із перерозподілом ресурсів, трансформацією бізнес-процесів, зміною інформаційних потоків, компетентнісного профілю персоналу та способів взаємодії з учасниками інвестиційно-будівельних проєктів, що зумовлює необхідність поєднання адаптивного управління, економіко-математичного моделювання та цифрової інфраструктури хмарних ВІМ-платформ.

Вихідний матеріал обґрунтовує доцільність адаптації методів та інструментів реструктуризації до виду діяльності, масштабу та готовності конкретного підприємства до цифрової трансформації. Також підприємство пропонується трактувати як окремий об'єкт управління із властивими йому ознаками, поведінкою та взаємозв'язками з іншими учасниками ІБП. У межах запропонованої редакції така логіка розвивається через економіко-математичну формалізацію стану підприємства та адаптивного вибору реструктуризаційних рішень. Об'єктом моделювання є підприємство ІБС у процесі реструктуризації

та цифрової трансформації. Його стан у момент часу t пропонується задавати вектором $X(t)$, що акумулює економічні, організаційні, технологічні, кадрові, процесні та інформаційні параметри:

$$X(t) = \{E(t), O(t), T(t), H(t), P(t), D(t)\}, \quad (3.1)$$

де $E(t)$ — економічний стан і ресурсна забезпеченість;

$O(t)$ — організаційна конфігурація;

$T(t)$ — рівень технологічної та BIM-зрілості;

$H(t)$ — кадрово-компетентнісний потенціал;

$P(t)$ — параметри бізнес-процесів;

$D(t)$ — якість, повнота та доступність цифрових даних.

Об'єктно-орієнтована декомпозиція дозволяє зберегти цілісність підприємства як системи та одночасно деталізувати його на взаємопов'язані підсистеми. У вихідному матеріалі до базових принципів такого підходу віднесено абстракцію, інкапсуляцію, поліморфізм та успадкування, а до об'єктних характеристик — клас, ознаки й поведінку. Для економічного моделювання такі положення трансформуються у можливість формувати типові класи підприємств ІБС та адаптувати параметри моделі до конкретного об'єкта. Дослідники виокремлюють переваги об'єктно-орієнтованого підходу, які відображено на рисунку 3.1. У таблиці 3.1 наведено структуру параметрів стану підприємства ІБС у межах економіко-математичної моделі.

Таблиця 3.1.

Структуризація параметрів стану підприємства ІБС у межах економіко-математичної моделі

Компонента вектора $X(t)$	Економічний зміст	Об'єкти діагностики	Значення для адаптивного вибору реструктуризаційних рішень
$E(t)$ – економічний стан і ресурсна забезпеченість	Характеризує фінансово-економічні можливості підприємства та наявність	Фінансові ресурси; інвестиційні можливості; витрати; ресурсні	Визначає допустимий масштаб, інтенсивність і ресурсомісткість заходів реструктуризації.

Компонента вектора $X(t)$	Економічний зміст	Об'єкти діагностики	Значення для адаптивного вибору реструктуризаційних рішень
	ресурсів для здійснення цифрових перетворень.	обмеження.	
$O(t)$ – організаційна конфігурація	Відображає структуру управління, розподіл функцій, повноважень та взаємозв'язків.	Організаційна структура; ролі; відповідальність; координація учасників.	Обумовлює потребу в структурних змінах, перерозподілі функцій і формуванні нових цифрових ролей.
$T(t)$ – технологічна та BIM-зрілість	Характеризує рівень освоєння цифрових технологій і готовність до застосування BIM.	BIM/TIM-рішення; програмне забезпечення; апаратна база; рівень цифрової зрілості.	Визначає технологічну траєкторію трансформації та склад необхідних цифрових інструментів.
$H(t)$ – кадрово-компетентнісний потенціал	Відображає здатність персоналу забезпечувати цифрову трансформацію.	Цифрові компетентності; здатність до навчання; мотивація; готовність до змін.	Визначає потребу в навчанні, розвитку компетентностей, мотиваційних заходах і залученні фахівців.
$P(t)$ – параметри бізнес-процесів	Характеризує поточну організацію операційної та управлінської діяльності.	Послідовність процесів; тривалість; взаємозв'язки; дублювання; інформаційні потоки.	Слугує основою для реінжинірингу, оптимізації та цифровізації бізнес-процесів.
$D(t)$ – якість, повнота та доступність цифрових даних	Відображає інформаційну спроможність підприємства та придатність даних для цифрової взаємодії.	Повнота даних; доступність; актуальність; узгодженість; можливість консолідації.	Визначає спроможність хмарної BIM-платформи забезпечувати аналітику, координацію та цифровий зворотний зв'язок.

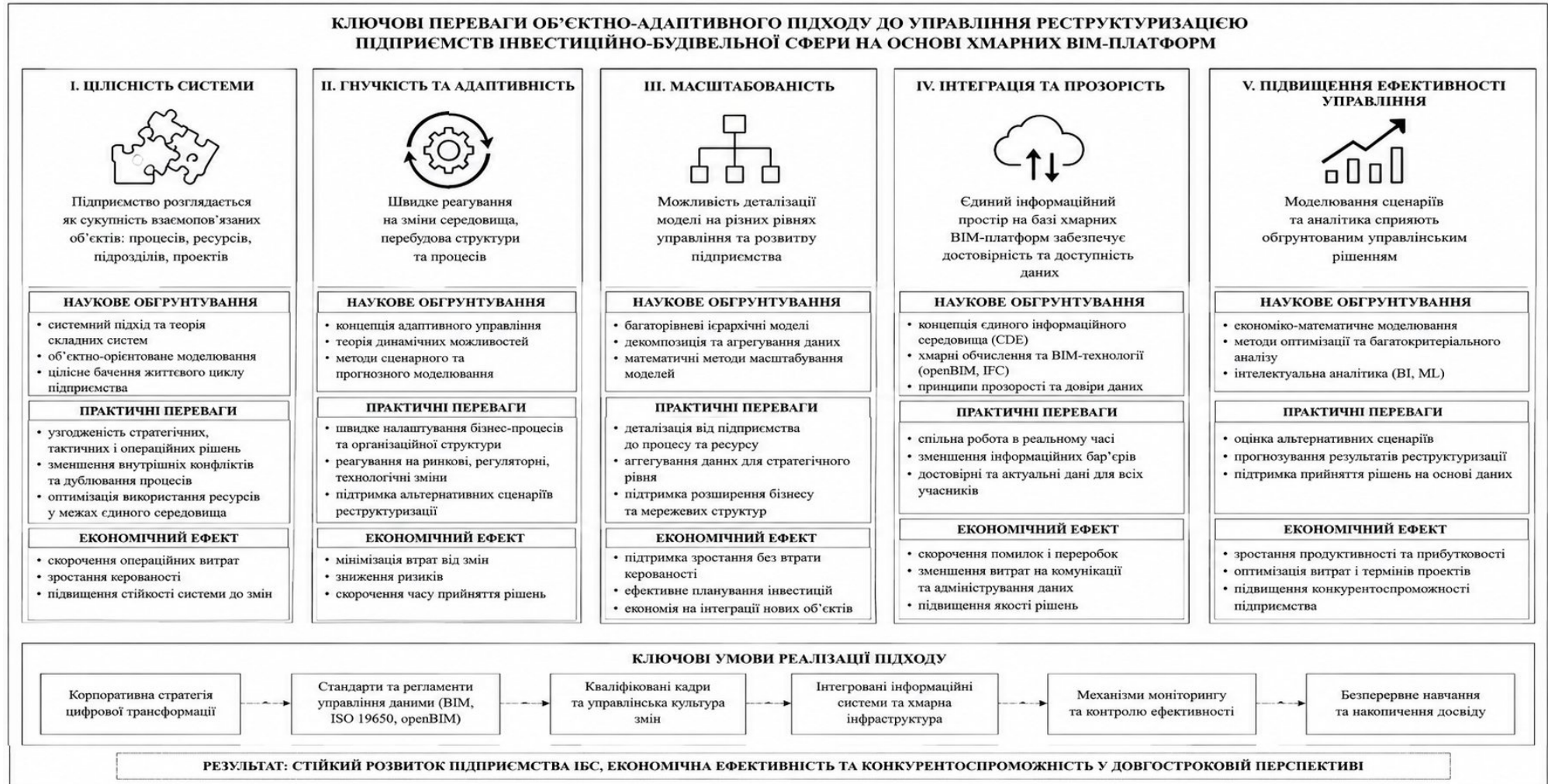


Рис. 3.1. Переваги об'єктно-орієнтованого підходу (розроблено автором)

Отже, запропонований і обґрунтований автором підхід до формування методів та інструментів реструктуризації й цифрової трансформації підприємств ІБС, спрямованої на перехід до цифрового будівництва, поєднує ознаки як адаптивного, так і об'єктно-орієнтованого підходів, що дає підстави визначити його як об'єктно-адаптивний підхід.

Сформулюємо ключові методологічні положення об'єктно-адаптивного підходу до управління реструктуризацією підприємств ІБС у формі цифрової трансформації:

- як об'єкт виокремлюється конкретне підприємство ІБС, залучене до реалізації ІБП, яке перебуває в процесі цифрової трансформації та впровадження хмарних BIM-платформ (на будь-якій стадії – від ухвалення рішення до його реалізації й отримання результатів) із притаманними йому властивостями;
- як класи виокремлюються підприємства різних видів діяльності.

Класифікація учасників ІБП за укрупненими групами залежно від специфіки діяльності; як класи розглядаються укрупнені групи об'єктів – проектувальники, девелопери, виконавці, організації, що експлуатують об'єкти;

- як ознаки об'єкта визначаються його суттєві властивості, що характеризують поточний стан відповідно до запропонованої тривимірної моделі (моделі оцінювання стану підприємства ІБС, яка забезпечує вибір напрямів реструктуризації у формі цифрової трансформації та відповідних заходів) і які зумовлюють вибір методів та інструментів реструктуризації: готовність підприємства ІБС до цифрової трансформації, масштаб організації та вид її діяльності;
- як дії об'єкта, пов'язані з використанням хмарних BIM-платформ, можна виокремити численні процеси в межах реструктуризації у формі цифрової трансформації. Прикладами таких процесів є розроблення стратегії цифрової трансформації, придбання обладнання та програмного забезпечення, навчання персоналу, мотивування працівників до опанування нових технологій і заходи щодо зниження опору змінам,

здійснення структурних перетворень на підприємстві, коригування бізнес-процесів, моніторинг ходу цифрової трансформації, оцінювання її результатів тощо. Фактично дані процеси є наслідком комплексу управлінських рішень, які мають ґрунтуватися на аналізі менеджментом ознак об'єкта та реалізовуватися колективом підприємства;

- дії об'єкта охоплюють як заходи, пов'язані з реструктуризацією, так і забезпечення операційної діяльності. У такому випадку йдеться про принцип безперервності діяльності, який означає, що всі перетворення здійснюються без зупинки звичайної виробничої діяльності та мають проводитися так, щоб впровадження хмарних BIM-платформ не спричиняло її суттєвих порушень;
- різні об'єкти, які належать до різних класів, взаємодіють між собою в процесі реалізації ІБП. Їхня максимальна спільна ефективність під час реалізації спільних проєктів із застосуванням хмарних BIM-платформ забезпечується за умови однакового рівня володіння технологією.

Ключовою перевагою об'єктно-адаптивної логіки є перехід від універсального набору заходів до індивідуалізованої траєкторії реструктуризації. Керуючий вплив $U(t)$ формується залежно від поточного стану $X(t)$, цільового стану $X(t)$, обмежень $R(t)$ та змін зовнішнього середовища $Z(t)$. Узагальнену модель переходу можна подати так:

$$X(t+1) = F[X(t), U(t), Z(t), B(t)], \quad (3.2)$$

де $B(t)$ характеризує інформаційно-технологічне середовище хмарної BIM-платформи, через яке забезпечуються консолідація даних, координація учасників, контроль версій моделей, аналітика та підтримка прийняття рішень.

Вибір керуючого впливу доцільно формалізувати як багатокритеріальну задачу оптимізації. Критерії багатокритеріального вибору сценарію реструктуризації підприємства - Таблиця 3.2. Ефективний сценарій реструктуризації має забезпечувати максимізацію економічного ефекту, продуктивності та цифрової зрілості за одночасної мінімізації витрат, тривалості трансформації й ризику:

$$U^* = \arg \max [w_1 \Delta V + w_2 \Delta P + w_3 \Delta M - w_4 C - w_5 T - w_6 R], \quad (3.3)$$

де ΔV — приріст вартості/результативності підприємства;

ΔP — приріст продуктивності;

ΔM — приріст цифрової та BIM-зрілості;

C — сукупні витрати на реструктуризацію;

T — тривалість реалізації;

R — інтегральний ризик;

$w_1 \dots w_6$ — вагові коефіцієнти, що відображають стратегічні пріоритети підприємства.

Таблиця 3.2.

Критерії багатокритеріального вибору сценарію
реструктуризації підприємства ІБС

Критерій	Позначення	Напрямок оптимізації	Економіко-управлінська інтерпретація
Приріст вартості / результативності підприємства	ΔV	max	Відображає підсумковий економічний ефект і підвищення результативності внаслідок реструктуризації.
Приріст продуктивності	ΔP	max	Характеризує підвищення ефективності використання ресурсів і виконання бізнес-процесів.
Приріст цифрової та BIM-зрілості	ΔM	max	Відображає розвиток цифрових можливостей підприємства та готовності до повноцінної роботи у BIM-середовищі.
Сукупні витрати на реструктуризацію	C	min	Охоплюють ресурсні витрати, пов'язані з технологічними, організаційними, кадровими та процесними перетвореннями.
Тривалість реалізації	T	min	Визначає часові витрати на досягнення цільового стану та швидкість отримання очікуваних ефектів.
Інтегральний ризик	R	min	Характеризує сукупний ризик реалізації обраної траєкторії

Критерій	Позначення	Напрямок оптимізації	Економіко-управлінська інтерпретація
			цифрової реструктуризації.
Стратегічні пріоритети	$w_1 \dots w_6$	вагове узгодження	Забезпечують адаптацію оптимізаційної моделі до цілей, ресурсних можливостей і пріоритетів конкретного підприємства.

Хмарна BIM-платформа в запропонованому механізмі виконує подвійну функцію. По-перше, вона є цифровим середовищем інтеграції інформації про проекти, ресурси, моделі, контрагентів та результати. По-друге, вона формує інформаційний контур зворотного зв'язку, завдяки якому фактичні показники порівнюються з цільовими, а параметри реструктуризаційного сценарію можуть оперативно коригуватися.

Особливе значення для підприємств ІБС має узгодженість цифрової зрілості учасників спільного проекту. У вихідному матеріалі рівень використання BIM/TIM у межах ІБП визначається рівнем найменш підготовленого ключового учасника, а відбір контрагентів пропонується здійснювати з урахуванням максимізації мінімального рівня цифрової готовності та мінімізації розриву між учасниками. Таку залежність доцільно зберегти в моделі як обмеження сумісності:

$$L_BIM(IBP) = \min_i L_BIM(U_i) \rightarrow \max; \quad \Delta_BIM = \max_{ij} |L_BIM(U_i) - L_BIM(U_j)| \rightarrow \min. \quad (3.4)$$

Адаптивний механізм реструктуризації реалізується циклічно. На першому етапі здійснюється діагностика стану підприємства та його готовності до цифрових змін. На другому — будуються сценарні економіко-математичні моделі та прогнозуються наслідки альтернатив. На третьому — обирається сценарій, який найкраще відповідає системі цілей і ресурсних обмежень. На четвертому — реалізуються організаційні, технологічні, кадрові та процесні заходи із використанням BIM і хмарних сервісів. На п'ятому — проводиться моніторинг результатів та коригування параметрів моделі. У вихідному матеріалі

аналогічна логіка охоплює планування цифрової трансформації, ресурсне забезпечення, реалізацію змін та оцінювання результатів. Етапи циклу адаптивного механізму реструктуризації підприємств ІБС із використанням хмарних ВІМ-платформ - таблиця 3.3. На етапі впровадження рівень використання може оцінюватися як рівень готовності до застосування хмарних ВІМ-платформ. Для досвідчених користувачів щодо рівня використання може застосовуватися діаграма Б'ю–Річардса.

Таблиця 3.3

Етапи циклу адаптивного механізму реструктуризації підприємств ІБС із використанням хмарних ВІМ-платформ

Етап	Зміст управлінських дій	Інформаційно-модельна основа	Результат етапу
1. Діагностика	Оцінювання поточного стану підприємства та його готовності до цифрових змін.	Вектор стану $X(t)$; дані про економічні, організаційні, технологічні, кадрові, процесні та інформаційні параметри.	Ідентифікований вихідний стан, обмеження та проблемні зони.
2. Моделювання	Формування альтернативних сценаріїв реструктуризації та прогнозування їх наслідків.	Сценарні економіко-математичні моделі; дані хмарної ВІМ-платформи; параметри зовнішнього середовища.	Набір порівнюваних альтернатив цифрової трансформації.
3. Вибір	Багатокритеріальне оцінювання альтернатив з урахуванням цілей і ресурсних обмежень.	Оптимізаційна модель U^* ; вагові коефіцієнти стратегічних пріоритетів.	Обраний адаптивний сценарій і комплекс керуючих впливів $U(t)$.
4. Реалізація	Здійснення організаційних, технологічних, кадрових та процесних заходів.	ВІМ/ТІМ, хмарні сервіси, цифрові моделі, спільне інформаційне середовище.	Перехід підприємства до нового структурно-функціонального стану.
5. Моніторинг	Порівняння фактичних показників із цільовими та контроль	Цифровий контур зворотного зв'язку ВІМ-	Виявлення відхилень, оцінка

Етап	Зміст управлінських дій	Інформаційно-модельна основа	Результат етапу
	проміжних результатів.	платформи; актуалізовані дані та показники.	ефективності та ризиків.
6. Адаптація	Коригування параметрів сценарію та керуючих впливів відповідно до нової інформації.	Оновлений $X(t)$, зміни $Z(t)$, обмеження та фактичні результати.	Уточнена траєкторія реструктуризації та запуск наступної ітерації циклу.

Щоб забезпечити реалізацію ІБП із застосуванням хмарних ВІМ-платформ підприємствами ІБС (в межах об'єктно-адаптивного підходу – об'єктами) на оптимальному для проєкту рівні, закладеному в технічному завданні та визначеному ВІМ-стандартами, що діють в організації-замовника (укрупнена група «девелопери»), необхідно взаємодіяти з підприємствами, які здатні забезпечити такий рівень. Отже, під час взаємодії об'єктів важливим аспектом є підбір контрагентів.

На основі викладеного сформулюємо положення щодо вибору контрагентів. Передусім очевидною умовою є забезпечення максимально можливого рівня застосування хмарних ВІМ-платформ (або в процесі переходу до цифрового будівництва – рівня готовності до впровадження ВІМ-платформ) у межах ІБП. Крім того, кожен учасник ІБП має мати рівень використання хмарних ВІМ-платформ не нижчий від встановленого вимогами до проєкту (зазвичай вимоги до інформаційної моделі та роботи з нею фіксуються в технічному завданні та можуть бути описані в ВІМ-стандарті підприємства). Нарешті, рівень використання хмарних ВІМ-платформ усіма учасниками ІБП має бути приблизно однаковим, оскільки за суттєвої різниці рівнів взаємодія учасників буде неефективною. З огляду на викладене, підприємство ІБС, яке перебуває в процесі цифрової трансформації, може бути візуально відображено у вигляді схеми (рис. 3.2). Таким чином, методологія об'єктно-адаптивного підходу до управління реструктуризацією підприємств ІБС у формі цифрової трансформації

може бути представлена ключовими положеннями, графічно відображеними на рисунку 3.3.

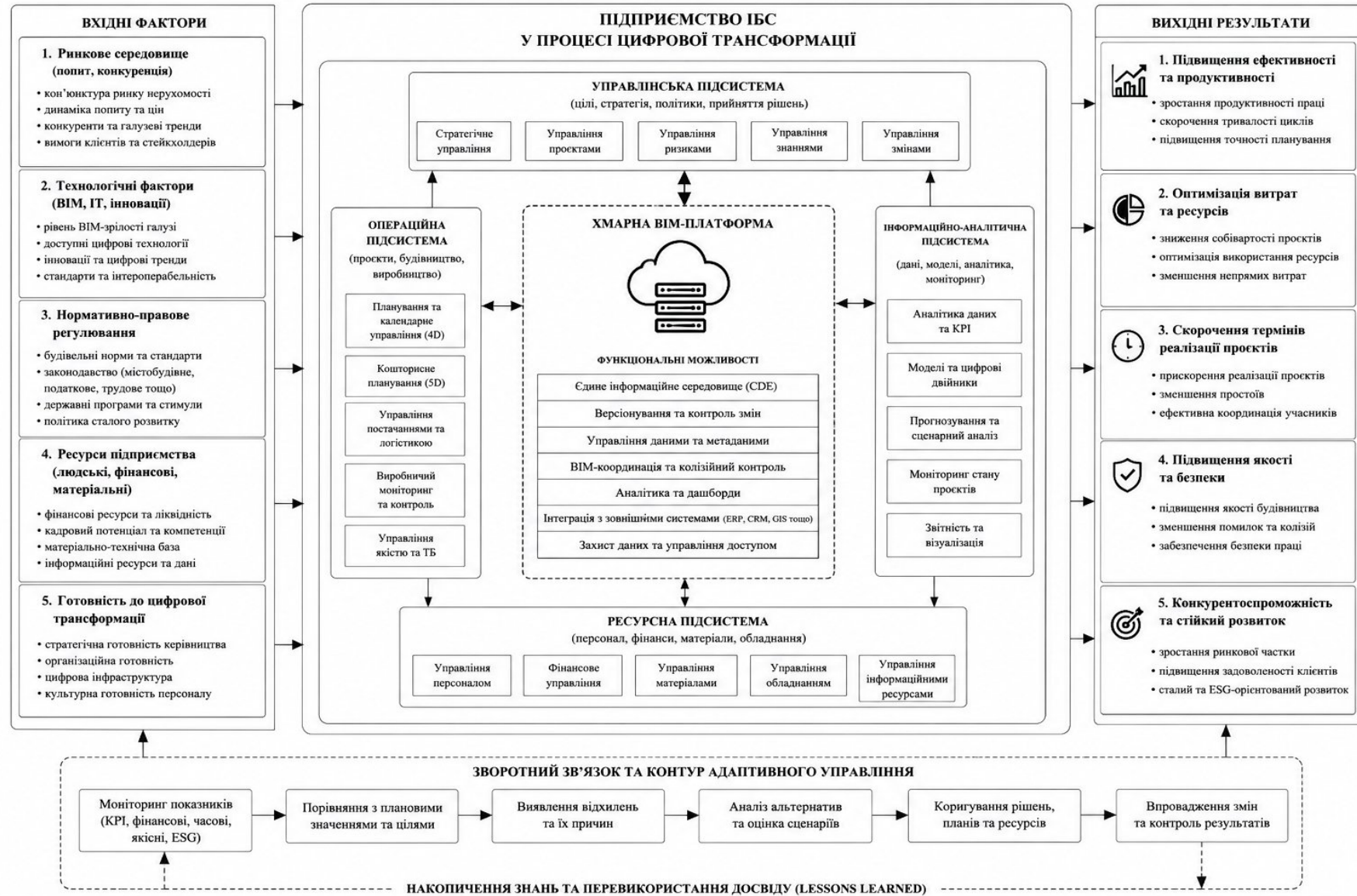


Рис. 3.2. Об'єкт «підприємство інвестиційно-будівельної сфери в процесі цифрової трансформації» (розроблено автором)

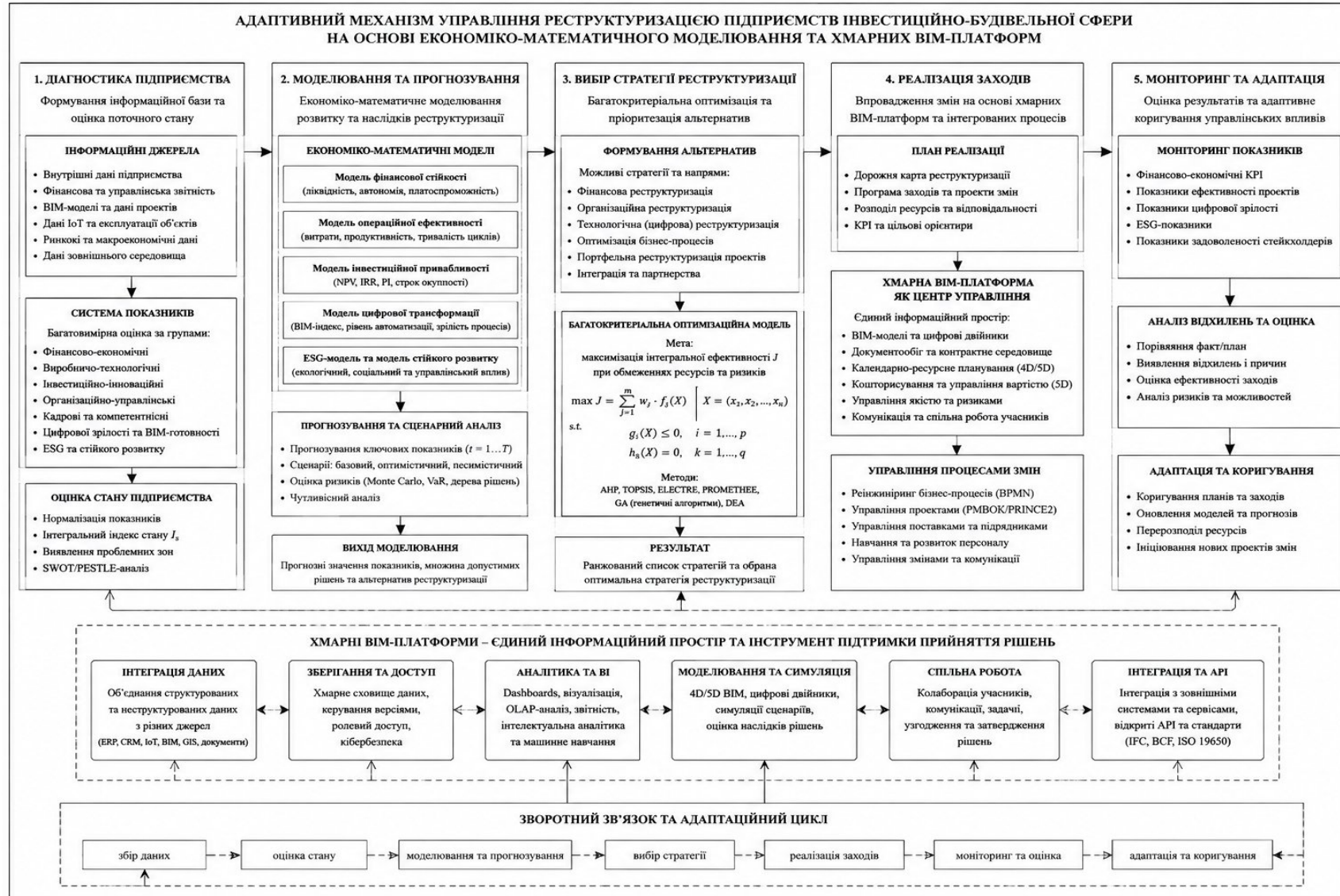


Рис. 3.3. Основні положення методології об'єктно-адаптивного підходу до управління реструктуризацією підприємств ІБС у формі цифрової трансформації (розроблено автором)

Таким чином, економіко-математичне моделювання механізму реструктуризації підприємств ІБС на основі адаптивного підходу та хмарних ВІМ-платформ формує замкнений контур управління «діагностика — моделювання — вибір — реалізація — моніторинг — адаптація». Його принциповою відмінністю є поєднання об'єктної індивідуалізації управлінських рішень із кількісним обґрунтуванням сценаріїв та безперервним цифровим зворотним зв'язком. Це дозволяє не лише визначати доцільний набір реструктуризаційних заходів, а й оцінювати їх економічну результативність, ризиковість, ресурсну забезпеченість і сумісність із цифровою зрілістю партнерів

3.2. Економічний інструментарій управління інтелектуальним капіталом та інноваційними активами в процесах цифрової реструктуризації з урахуванням ESG-парадигми

У межах цифрової реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери ключовим об'єктом економічного управління стає не лише технологічна інфраструктура, а сукупність знань, компетентностей, організаційних процедур, цифрових моделей, даних, прав інтелектуальної власності, партнерських зв'язків та інноваційних рішень, здатних генерувати майбутню економічну вигоду. У такій постановці інтелектуальний капітал доцільно трактувати як інтегровану систему людського, структурного та реляційного капіталу, а інноваційні активи — як контрольовані підприємством матеріальні й нематеріальні ресурси, що забезпечують створення, апробацію, масштабування та комерціалізацію цифрових нововведень.

Економічний інструментарій управління активами має одночасно виконувати діагностичну, оціночну, інвестиційну, мотиваційну та контрольну функції. Його принципова відмінність у межах ESG-парадигми полягає у тому, що ефективність

цифрової реструктуризації визначається не лише фінансовою віддачею від BIM/TIM, програмного забезпечення, навчання чи реінжинірингу процесів. До системи критеріїв вводяться екологічна результативність (E), соціальна якість трансформації (S) та належна система корпоративного управління, прозорості й підзвітності (G). Таке дозволяє пов'язати капіталізацію знань та інновацій із довгостроковою стійкістю підприємства. Структурна модель управління інтелектуальним капіталом та інноваційними активами з урахуванням ESG-парадигми – рисунок 3.4.



Рис.3.4. Структурна модель управління інтелектуальним капіталом та інноваційними активами з урахуванням ESG-парадигми (розроблено автором)

Запропонована система зберігає адаптивну логіку вихідного методичного підходу: стан підприємства оцінюється за взаємопов'язаними блоками, кожний індикатор має вагу, а підсумкова оцінка формується на основі середньозважених значень. Разом з тим зміст блоків переорієнтовано з формальної готовності до технології на економічне управління інтелектуальним капіталом, інноваційними активами та ESG-ефектами. Така зміна акценту дає можливість використовувати

інструментарій не лише для фіксації рівня цифровізації, а й для обґрунтування управлінських рішень щодо інвестування, розвитку компетентностей, захисту знань, партнерської інтеграції та формування відповідальної моделі створення вартості.

Реструктуризація діяльності суб'єкта господарювання завжди використовується як один із ефективних механізмів адаптації до змін зовнішнього середовища. У сучасних умовах для українських ІБС характерний високий рівень конкуренції, що пов'язано з великою кількістю діючих на ринку підприємств усіх видів діяльності, що входять до ІБС, що призводить до необхідності постійної підтримки та підвищення суб'єкта господарюваннями своєї конкурентоспроможності [10]. Крім безпосередньо наявності конкуренції як стимулу до підвищення конкурентоспроможності та проведення організаційних перетворень, існує також такий тренд на цифровізацію та цифрову трансформацію економіки. Крім того, сучасні ІБП настільки складні та інформаційно насичені, що керування ними традиційними способами, без формування інформаційної моделі об'єкта капітального будівництва стає все менш ефективним. Підприємства, які відмовилися від освоєння ВІМ/ТІМ як інноваційного цифрового активу, у перспективі втратять свою конкурентоспроможність і не зможуть залишатися учасниками ринкових відносин у зв'язку з тим, що їх виробничі можливості не будуть відповідати чинному (а нині – новому технологічному укладу, що тільки розвивається), заснованому на застосуванні ВІМ/ТІМ.

Масова цифрова реструктуризація, як обов'язкова умова і ключовий елемент для підприємств ІБС, що охоплює перехід на ВІМ/ТІМ, за змістовними характеристиками відповідає положенням Куна Т. про наукові революції та формування довготривалої науково-технологічної парадигми [135]. На рисунку 3.5. представлено систему оцінювання зрілості цифрового та інтелектуального капіталу підприємств ІБС у контексті ESG-парадигми. Впровадження ВІМ/ТІМ, як і будь-якої іншої інноваційної технології, на суб'єкта

господарюваннях має бути реалізовано як керований процес з метою досягнення максимальної ефективності. Враховуючи складність та багатоаспектність процесів цифрової реструктуризації, що зачіпають усі підсистеми управління суб'єкта господарювання ІБС, необхідно визначити його поточний та цільовий стан на етапі планування перетворень та формування стратегії цифрової реструктуризації. Для визначення рівня застосування цифрових технологій різних рівнях – лише на рівні країни, регіону, галузі чи суб'єкта господарювання – використовується поняття зрілості цифрового та інтелектуального капіталу.



Рис.3.5. Система оцінювання зрілості цифрового та інтелектуального капіталу підприємств ІБС у контексті ESG-парадигми (розроблено автором)

У рамках дослідження, з урахуванням його мети та завдань, ми можемо дати таке визначення: «зрілість цифрового та інтелектуального капіталу» - результат цифрової реструктуризації системи створення вартості суб'єкта господарювання, який досягається шляхом модернізації управління виробничими та бізнес-процесами для переходу до прийняття управлінських рішень на основі даних, що

сприяє підвищенню продуктивності праці. Дане визначення говорить про розуміння зрілості цифрового та інтелектуального капіталу як досягнутий високий рівень застосування цифрових технологій (з поточних технічних і технологічних можливостей). У той самий час має місце підхід, за яким зрілість цифрового та інтелектуального капіталу сприймається як критерій оцінки досягнення цілей цифрової реструктуризації [126,131].

Отже, дослідники схильні розуміти цифрову зрілість як ступінь реалізації в організації (на рівні галузі, регіону, країни) можливостей щодо використання інформаційних технологій, у той час як на рівні держави для вирішення завдань цифрової реструктуризації економіки та галузей, що входять до неї, зрілість цифрового та інтелектуального капіталу розуміється швидше як результат впровадження цифрових технологій. Існує безліч підходів до оцінки зрілості цифрового та інтелектуального капіталу різних рівнях економічних систем. Рисунок 3.6. - економічний механізм управління інтелектуальним капіталом та інноваційними активами в процесі цифрової реструктуризації підприємств ІБС з урахуванням ESG-парадигми.

У такому оцінюванні показники який завжди названі авторами саме індикаторами (індексами) зрілості цифрового та інтелектуального капіталу – вони мають різні назви – рівень цифрової готовності, цифровізації, мережевої готовності та інших., що відбиває авторський підхід. Деякі з них сформовані великими дослідницькими центрами та консалтинговими компаніями або розроблені та затверджені на рівні міністерств та відомств, інші – запропоновані окремими вченими чи групами вчених. Основні їх представлені на рисунку 3.7. Крім представлених на рисунку 3.7. методик, створених дослідницькими та консалтинговими центрами, існує безліч авторських методик оцінки рівня зрілості цифрового та інтелектуального капіталу підприємств. Частина українських науковців [6,10,11,21,27,31,46,55,59] визначили 8 чинників оцінки цифрової реструктуризації підприємств (4 внутрішні – фінанси, персонал, бізнес-процеси,

технології та ІТ, та 4 зовнішні – клієнти, конкуренти, державна політика, зовнішні події), кожен з яких охоплює кілька індикаторів оцінки. Загалом запропоновано 27 індикаторів. Інші автори розробили показники [66,67,72,80,87,94] та алгоритм оцінки рівня цифровізації суб'єкта господарювання.

Нами запропоновано 19 індикаторів оцінки, розподілених за групами: трудові ресурси, матеріально-технічне забезпечення, цифрова інфраструктура суб'єкта господарювання, програмне забезпечення, фінансові ресурси, організаційно-управлінські показники.



Рис. 3.6. Економічний механізм управління інтелектуальним капіталом та інноваційними активами в процесі цифрової реструктуризації підприємств ІБС з урахуванням ESG-парадигми (розроблено автором)

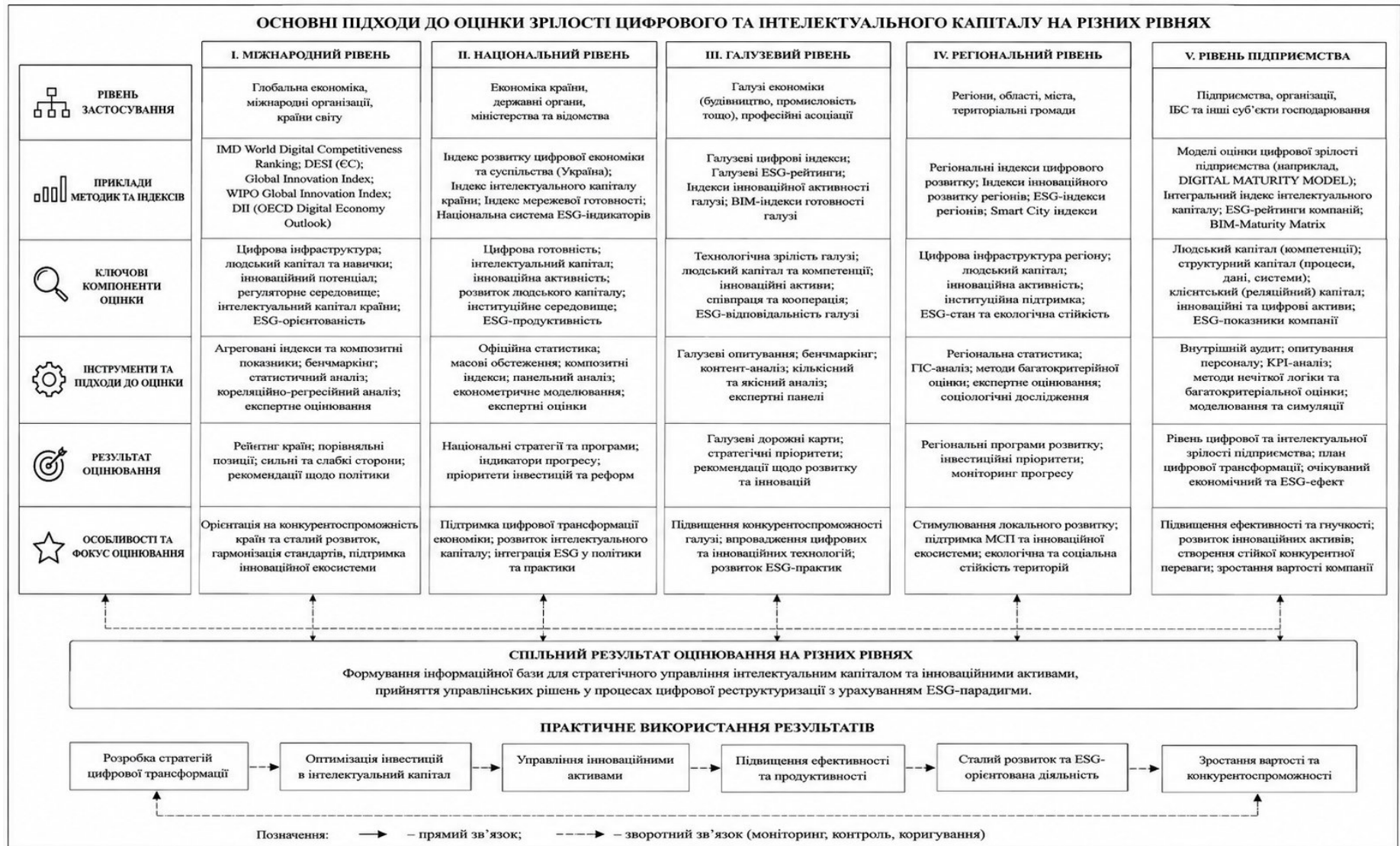


Рис. 3.7. Основні підходи до оцінки зрілості цифрового та інтелектуального капіталу на різних рівнях (розроблено автором)

Деякі автори розробили підхід до оцінки зрілості цифрового та інтелектуального капіталу промислових підприємств, виділивши 3 групи індикаторів: - оціночні індикатори зрілості цифрового та інтелектуального капіталу процесів, конструкторсько-технологічної підготовки виробництва; оціночні індикатори зрілості цифрового та інтелектуального капіталу виробничих процесів; оціночні індикатори зрілості цифрового та інтелектуального капіталу технічного обслуговування устаткування. Ще запропонували модель оцінки зрілості цифрового та інтелектуального капіталу для підприємств будіндустрії з урахуванням фактора переходу ІБС на цифрове будівництво, тобто з урахуванням факторів оцінки, що відображають рівень інтеграції цифрового середовища промислових підприємств з інформаційними моделями будівельних організацій.

Ними виділено 5 блоків оцінки: внутрішній обмін інформацією; контроль; зовнішній обмін інформацією, комунікація із замовниками (будівельними організаціями); взаємодія з обладнанням (Інтернет речей); отримання, зберігання та обробка даних; бізнес-модель. Можна виділити 4 напрями оцінки готовності організацій до впровадження технологій Індустрії 4.0: організаційна готовність, внутрішні компетенції організації, готовність до роботи з даними та їх аналітики; інфраструктура та технологічна готовність. Для освітніх установ розробили методику оцінки зрілості цифрового та інтелектуального капіталу освітньої організації [100], що охоплює 5 напрямів оцінювання (користувачі та сервіси, інформаційні системи, управління даними, інфраструктура, кадри) та 42 показники.

Також запропонували підхід до оцінки зрілості цифрового та інтелектуального капіталу організації з урахуванням 22 індикаторів, розділених на 4 групи: технологічні, корпоративні, соціальні, адміністративні та запропонували підхід до оцінки зрілості цифрового та інтелектуального капіталу, що дозволяє на основі визначення значень індикаторів за 6 групами (персонал, виробництво, маркетинг, логістика, фінанси та бухгалтерія, загальногосподарська діяльність) визначити, на якому рівні цифровізації знаходиться організація (всього авторами

виділено 5 рівнів). Також розробили підхід, що дозволяє, з одного боку, основі 6 компонентів (науково-фактор технологічно-інноваційного капіталу, фактор процесно-організаційного капіталу, фактор людського інтелектуального капіталу, фактор фінансово-інвестиційної спроможності, споживчий фактор, інфраструктурний фактор) оцінити рівень цифровий зрілості, з другого – провести оцінку ресурсного забезпечення цифрової реструктуризації.

Незважаючи на те, що кожен з поданих підходів науково обґрунтований, логічний і служить інструментом для реалізації тих чи інших завдань у рамках цифрової реструктуризації, для цілей цифрової реструктуризації систем створення вартості підприємств ІБС, як показало проведене дослідження, необхідна розробка нового інструментарію, що дозволяє врахувати в управлінні:

- специфіку ІБС та організацій, що входять до неї;
- специфіку взаємодії підприємств ІБС у процесі реалізації ІБП;
- виявлені ключові фактори, що впливають на процес реструктуризації систем створення вартості підприємств ІБС у формі цифрової реструктуризації;
- необхідність визначення рівня зрілості цифрового та інтелектуального капіталу як на момент оцінки, а й перспектив реалізації цифрової реструктуризації з урахуванням ресурсного забезпечення.

З огляду на це, розроблювану систему оцінки стану суб'єкта господарювання ІБС як певної сукупності умов проведення цифрової реструктуризації слід оцінювати не як оцінку зрілості цифрового та інтелектуального капіталу, а як оцінку рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації, оскільки основний акцент зроблений саме на оцінці готовності організувати роботу суб'єкта господарювання на основі використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей у виробничих процесах, що визначає необхідність готовності процесу. Для методу в основу покладено методологію TRL (Technology Readiness Level), що ґрунтується на 9-

рівневу шкалу для оцінки того, «наскільки технологія, що розробляється в науково-технологічному проекті, просунулась від наукової ідей до практичного застосування отриманих результатів».

Особливостями методологічних положень, що розробляються, з визначення рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації є облік наступних основних положень:

1. Дані методичні положення не спрямовані на оцінку ступеня застосування того чи іншого конкретного ПЗ, тієї чи іншої технології. На ринку існує безліч різних варіантів програмного забезпечення зі схожим функціоналом, і кожне підприємство має можливість підібрати набір інструментів ВІМ/ТІМ відповідно до цілого ряду значущих параметрів:

- Фінансові можливості. Різне ПЗ відрізняється за ціною придбання та подальшого оновлення тощо;
- Наявність кадрового потенціалу. Рішення на користь використання певного ПЗ може бути обумовлене наявністю на підприємстві співробітників, знайомих з ним, які мають досвід роботи тощо;
- Вимоги замовників та можливості інших контрагентів (підрядників, субпідрядників) щодо застосування того чи іншого ПЗ, тих чи інших форматів даних тощо.

Такі методичні положення не включають оцінку зрілості цифрового та інтелектуального капіталу суб'єкта господарювання в цілому. Вони спрямовані безпосередньо на визначення рівня готовності суб'єкта господарювання до використання ВІМ/ТІМ-компетентностей і цифрових моделей у рамках реалізації ІБП. Однак очевидно, що процеси освоєння ВІМ/ТІМ як інноваційного цифрового активу обов'язково супроводжуються підвищенням загального рівня зрілості цифрового та інтелектуального капіталу суб'єкта господарювання. Не зупиняючись аспектах оцінки суб'єкта господарювання, автор пропонує таких цілей

використовувати розроблені методики з авторитетних, науково обґрунтованих джерел.

2. Дані методичні положення сформовані без поглиблення особливо виконуваних функцій різними учасниками ІБП (зокрема виділеними раніше укрупненими групами). Вони мають універсальний, адаптивний характер. З одного боку, за рахунок цього вони мають узагальнений не конкретизований характер. З іншого боку, вони можуть бути масштабовані будь-яким підприємством шляхом виділення та конкретизації тих чи інших процесів, технологій, техніки та програм навчання персоналу тощо.

3. У розроблених методичних положеннях не вказується конкретна мета впровадження, тобто конкретний рівень ВІМ/ТІМ, досягнення якого має стати результатом освоєння ВІМ/ТІМ як інноваційного цифрового активу. Як говорилося раніше, можуть бути виділені різні рівні використання ВІМ/ТІМ-компетентностей і цифрових моделей. З урахуванням загального доступного та найбільш поширеного рівня як цільового може бути визначений другий рівень (за моделлю Бью-Річардса), що дозволяє реалізувати інноваційний підхід до реалізації ІБП на основі використання ВІМ/ТІМ-компетентностей і цифрових моделей. Однак навіть у рамках другого рівня підприємство може реалізувати частину функцій або, навпаки, спочатку ставити собі вищі цілі – вихід на ВІМ/ТІМ третього рівня (повноцінна реалізація ВІМ/ТІМ третього рівня стає можливою у разі контрагентів, рівень освоєння ВІМ/ТІМ як інноваційного цифрового активу у яких буде на тому ж рівні).

4. Показники оцінки поділені на групи відповідно до виділених ключових факторів спроможності суб'єкта господарювання ІБС результативно капіталізувати ВІМ/ТІМ-компетентності та цифрові інновації, що включають технічний, технологічний, кадровий, виробничий, фінансовий, ринковий та маркетинговий фактори, що визначають відповідні напрями перетворень. Кожен із зазначених факторів може містити один або кілька індикаторів оцінки.

5. Для збирання інформації використовується метод експертної оцінки. Оцінка проводиться командою експертів, що дозволяє зробити об'єктивніші висновки. При відборі експертів використовуються такі критерії:

- 1) експерти повинні мати широкі знання в галузі діяльності суб'єкта господарювання, його специфіки та внутрішніх процесів;
- 2) експерти повинні орієнтуватися в основних виробничих процесах суб'єкта господарювання, тому залежно від масштабу суб'єкта господарювання та її виду діяльності рекомендації щодо складу експертів можуть відрізнятись .

Розглянемо особливості підбору експертів залежно від масштабу суб'єкта господарювання: на мікросуб'єкта господарюваннях та суб'єкта господарюваннях малого бізнесу в ролі експертів можуть виступати представники топ-менеджменту, у тому числі генеральний директор та його заступник, головний інженер, керівники відділів, що виконують основні виробничі функції; на суб'єкта господарюваннях середнього та великого бізнесу топ-менеджмент може бути значним чином відірваний від розуміння суті виробничих процесів, тому включення генерального директора та його заступника до складу експертної групи може виявитися нерезультативним. Акцент слід зробити на опитуванні головного інженера, керівників та активних представників основних виробничих підрозділів, співробітників, які активно просувають освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу на підприємстві.

Якщо цифрова реструктуризація здійснюється за участю зовнішніх консультантів, представників консалтингової компанії також слід включити до складу експертів. Розглянемо особливості підбору експертів залежно від виду діяльності суб'єкта господарювання. Крім представників топ-менеджменту, до групи експертів рекомендується включати: для підприємств з укрупненої групи проектувальники обов'язкові для включення до складу експертів головні інженери проектів, головні архітектори проектів, головний конструктор та інш. Передбачається, що на початковому етапі освоєння BIM/TIM як інноваційного

цифрового активу на підприємстві відсутні такі посади як BIM/TIM-менеджер та BIM/TIM-координатор, проте за їх наявності (у разі, якщо готовність суб'єкта господарювання вже не на початковому рівні), вони також можуть стати учасниками групи експертів; для підприємств із укрупненої групи «девелопери» до групи експертів слід включити менеджерів проекту; для підприємств із укрупненої групи «виконавці» до складу експертної групи слід включати начальників діляниць; для підприємств групи «експлуатують організації» до складу експертів можуть бути включені головний інженер, інженери експлуатації;

1. Рекомендується включати до складу експертів від 3 до 7 осіб (залежно від масштабу організації).

2. Деякі показники, представлені у складі методологічних положень щодо визначення рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації, мають суміжний характер, і можуть бути віднесені до двох або більше блоків одночасно, їх розподіл визначається поглядом автора на те, в рамках якого фактора спостерігається їх найбільш сильний прояв.

Сформований у складі методологічних положень щодо визначення рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації комплекс індикаторів ґрунтується на оцінку рівня готовності суб'єкта господарювання до освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу за рядом індикаторів, що характеризують 5 рівнів готовності: низький (відповідає 1 балу), нижче середнього (відповідає 2 балам), середній (відповідає 3 балам) та високий (відповідає 5 балам). У шкалах оцінки зазвичай використовують від 3 до 9 рівнів. Вибір кількості рівнів у шкалі оцінки визначається цілями її проведення. Така шкала є порядковою. Такі шкали традиційно використовуються для аналізу інтенсивності або якості суб'єктивних оцінок, яким належать та оцінки експертів. П'ятирівнева шкала дає можливість не тільки оцінити характеристику оцінки щодо середнього або нульового значення

(більше середнього або менше середнього), але й дає можливість оцінити ступінь відхилення від середнього значення (високе значення або вище середнього, низьке значення або нижче середнього) і часто застосовується як у соціологічних дослідженнях, а також у рамках проведення експертної оцінки.

Запропонована п'ятибальна шкала є окремим випадком застосування шкали Лайкерта, що відрізняється простотою відповіді для експерта та високою якістю розподілу даних. При застосуванні 7- або 9-тирівневої шкали, з одного боку, є можливість отримати ширший спектр думок, однак при їх використанні думки експертів можуть «розмиватися», їм потрібно більше часу для поділу ступеня відхилення індикатора від середнього значення. Більшість індикаторів виділено все 5 рівнів готовності. Проте представлено кілька індикаторів, котрим визначено лише 3 чи 4 рівня готовності. Таке може пояснюватися тим, що для переходу від низького до середнього рівня готовності потрібно проведення робіт за іншими напрямками, при цьому значних змін за досліджуваним показником не відзначається: не спостерігається вираженого переходу від низького рівня до рівня нижче середнього, а потім до середнього, перехід є стрибкоподібним і визначається досягненням більш високого рівня готовності по іншим процесам. У середині кожної з груп індикаторів (сформованих за ключовими факторами цифрової реструктуризації систем створення вартості підприємств ІБС, що визначають відповідні напрямки цифрової реструктуризації систем створення вартості підприємств ІБС) визначено вагу кожного індикатора, що дає можливість проведення середньозваженої оцінки готовності по кожному виділеному фактору, оскільки їхня значущість для досягнення спроможності до цифрової реструктуризації відрізняється.

Загальний рівень готовності визначається шляхом розрахунку середнього арифметичного значення готовності за всіма чинниками разом. У запропонованій логіці ґрунтується на тому, що вага кожного з виділених факторів рівнозначна, оскільки спостерігається взаємна залежність різних індикаторів з різних груп.

Вага індикаторів усередині групи визначена на основі експертної оцінки їх значущості (інформація про експертні оцінки значущості кожного індикатора всередині групи та розрахунок середнього значення ваги індикатора представлена в Додатку В). Як експерти виступили представники менеджменту підприємств ІБС як здійснюють в даний момент освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу, так і планують впровадження. Експертна оцінка з фінансового та блоку комерціалізації інновацій індикаторів не проводилася через наявність у групі лише одного індикатора, вага якого визначена у таких випадках як 1.

Розглянемо показники, що входять до розробленої системи оцінки рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації з переходом на BIM/TIM (повний перелік індикаторів представлений у Додатку Д):

1. Матеріально-цифрова забезпеченість інноваційних активів. Включає питання забезпечення процесу освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу необхідним устаткуванням, передусім, комп'ютерної техніки високої продуктивності та інших. Вимоги до техніки, і навіть її кількість визначається масштабом суб'єкта господарювання міста і обраної концепцією впровадження. Водночас під концепцією освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу розуміється сукупність технологій, що впроваджуються, що дозволяють виконувати основні і до певної міри допоміжні процеси в загальному цифровому середовищі на основі інформаційної моделі. Як уже зазначалося, підприємство самостійно (у тому числі і в результаті взаємодії з консультантами) підбирає сукупність технологій, що впроваджуються, що визначає вимоги до оновлення техніки (і далі – до навчання персоналу та особливостей реорганізації бізнес-процесів). Структура охоплює технічних індикаторів входить два показники (Таблиця 3.4.).

Таблиця 3.4.

Показники оцінки рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації: технічний блок (складено автором)

Найменування показника	Вага показника в групі	Низький (1 бал)	Нижчий за середній (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище за середній (4 бали)	Високий (5 балів)
Оновлення комп'ютерної техніки та цифрової інфраструктури з метою впровадження ТІМ (Т1)	0,7	Проводиться аудит наявної комп'ютерної техніки, мережевої інфраструктури та їх відповідності вимогам ТІМ.	Визначено склад необхідних технічних ресурсів, сформовано потребу в оновленні обладнання та розраховано орієнтовний обсяг фінансування.	Основний виробничий персонал забезпечено базовими технічними ресурсами; за результатами експлуатації виявляються та усуваються технічні обмеження.	Технічна інфраструктура інтегрована з ключовими цифровими процесами підприємства; забезпечено стабільну роботу ТІМ-рішень і доступ до спільного інформаційного середовища.	Виробничий персонал повністю забезпечений сучасними технічними ресурсами; інфраструктура масштабована, стандартизована та готова до комплексного застосування ТІМ і хмарних сервісів.
Загальний рівень цифрової та технологічної зрілості (Т2)	0,3	Низький: цифрові технології використовуються фрагментарно; інтеграція даних, процесів і цифрових інструментів практично відсутня.	Нижчий за середній: застосовуються окремі цифрові рішення, однак вони не утворюють єдиного технологічного контуру підприємства.	Середній: ключові цифрові технології впроваджені у частині бізнес- і виробничих процесів; розпочато інтеграцію інформаційних систем.	Вище за середній: сформовано взаємопов'язане цифрове середовище, ТІМ та інші технології системно підтримують основні процеси і прийняття рішень.	Високий: підприємство функціонує на основі інтегрованої цифрової архітектури; ТІМ, хмарні платформи, аналітика та автоматизація забезпечують наскрізне управління даними й процесами.

Примітка. Рівень за показником Т2 визначається з урахуванням ступеня впровадження ключових цифрових технологій, інтегрованості інформаційних систем, використання ТІМ/ВІМ та хмарних платформ, автоматизації процесів і здатності підприємства забезпечувати наскрізний

Зміст такого аналітичного контуру розкривається через такі індикатори:

оновлення комп'ютерної техніки з метою використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей (T1). За таким показником виділяється 4 рівні готовності – низький, нижчий за середній, середній та високий. Відсутність рівня готовності «вище за середній» пов'язана з тим, що забезпеченість технічними ресурсами у необхідному обсязі є обов'язковою умовою реалізації процесу освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу. Після того, як задіяний у процесах освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу персонал (насамперед – виробничий) забезпечений необхідною технікою, можуть виникнути окремі прогалини та недоліки, які поступово ліквідуються, формуючи повноцінну забезпеченість необхідними технічними ресурсами – високий рівень готовності за цим показником, що відповідає оцінці 5 балів; загальний рівень зрілості цифрового та інтелектуального капіталу (T2), який визначається на основі будь-якої доступної та задовольняючої менеджмент суб'єкта господарювання та команду з освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу за складом індикаторів методики з урахуванням її адаптації (при необхідності) до 5-бальної шкали оцінки: методика [102,103] може бути застосована з урахуванням присвоєння наступних балів виділеним етапам: 0 етап – 1 бал, 1 етап – 2 бал, 2 етап – 3 бали, 3 етап – 5 балів; методика [126] ґрунтується на 25-бальну оцінку, що досить легко переформатується на 5-бальну оцінку з виділенням 5 рівнів готовності; методика [175] ґрунтується на оцінку рівня зрілості за шкалою від 0 до 1 (з виділенням 4 етапів зрілості), що також може бути переформатовано на 5-бальну шкалу: 0-0,2 – 1 бал, 0,21-0,4 – 2 бали, 0,41-0,6 – 3 бали, 0,61-0,8 – 4 бали, 0,81-1 – 5 балів;

У рамках оновлення комп'ютерної техніки, по суті, провадиться майнова реструктуризація суб'єкта господарювання. Тому необхідною умовою проведення

виробничої реструктуризації. Рівень готовності суб'єкта господарювання (РГ) до переходу до BIM/TIM-орієнтованої моделі створення вартості у рамках блоку матеріально-цифрових інноваційних активів пропонується визначати за таким аналітичним виразом:

$$PGT = 0,7 \times T1 + 0,3 \times T2 \quad (3.5)$$

Технологічно-інноваційний капітал. Структура охоплює технологічних індикаторів входить 2 показники (Таблиця 3.5.). Кожен показник має 5 рівнів оцінки.

Зміст такого аналітичного контуру розкривається через такі індикатори:

- впровадження технологій BIM/TIM. Впровадження BIM/TIM має на початковій стадії припускати збір інформації про можливості освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу, у тому числі використання наявних та придбання нових технологій, потім на основі виробленої концепції впровадження проводиться формування переліку ПЗ для закупівлі та впровадження, його закупівля, встановлення та використання аж до переходу на переважне використання технологій та інструментів BIM/TIM. Підбір програмного забезпечення у своїй орієнтується на набір завдань, які планується вирішувати рамках ІБП (зокрема є орієнтація завдання замовника, тобто має бути реалізований клієнто-орієнтований підхід). Наявність досвіду використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей дозволяє поступово дійти формування корпоративних BIM/TIM-стандартів, що регламентують процес роботи з інформаційною моделлю і забезпечують узгоджену та ефективну взаємодію співробітників у роботі з моделлю;

Показники оцінки рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації: кадровий блок – таблиця 3.6.

Таблиця 3.5.

Показники оцінки рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації: технологічний блок (складено автором)

Найменування показника	Вага показника в групі	Низький (1 бал)	Нижчий за середній (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище за середній (4 бали)	Високий (5 балів)
Впровадження технологій TIM (Тл1)	0,6	Здійснюється збір і систематизація інформації щодо можливостей застосування TIM, наявних технологічних рішень, форматів даних та потенційних сфер їх використання.	Сформовано перелік програмного забезпечення та цифрових інструментів, необхідних для впровадження TIM, з урахуванням функціональних потреб підприємства, вимог замовників і клієнтоорієнтованого підходу.	Проведено закупівлю, встановлення та первинне тестування програмного забезпечення; окремі TIM-інструменти використовуються під час реалізації першого пілотного проекту.	Розширюється сфера використання TIM-технологій, забезпечується їх інтеграція у ключові виробничі та управлінські процеси, накопичується практика реалізації цифрових проектів.	TIM-технології та відповідні цифрові інструменти застосовуються системно; сформовано корпоративні TIM/BIM-стандарты, регламенти інформаційної взаємодії та принципи роботи у спільному середовищі даних.
Трансформація підходів до управління та реалізації ІБП (Тл2)	0,4	Управління інвестиційно-будівельними проектами здійснюється переважно за традиційними принципами; цифрові технології не впливають на логіку прийняття рішень і координацію учасників.	Команда цифрової трансформації усвідомлює необхідність зміни управлінських процедур, оскільки нові технології не повною мірою сумісні з традиційною моделлю організації та контролю проектів.	Традиційні процедури поступово переглядаються; визначаються нові принципи управління проектами з урахуванням TIM, цифрової координації, інтегрованого обміну даними та спільної роботи учасників.	Активно формується нова модель управління ІБП: цифрові дані використовуються у плануванні, координації, контролі та прийнятті рішень; удосконалюються відповідальність і взаємодія між учасниками.	Сформовано та інституціоналізовано адаптивну модель управління ІБП, орієнтовану на TIM/BIM, інтегровані цифрові процеси та безперервне удосконалення управлінських процедур на основі даних.

Примітка. Рівень технологічної готовності відображає не лише факт придбання та використання TIM/BIM-рішень, а й ступінь їх інтеграції у виробничі та управлінські процеси підприємства, стандартизацію цифрової взаємодії та здатність системно використовувати дані під час реалізації інвестиційно-будівельних проектів.

Таблиця 3.6.

Показники оцінки рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації: кадровий блок (складено автором)

Найменування показника	Вага показника в групі	Низький (1 бал)	Нижчий за середній (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище за середній (4 бали)	Високий (5 балів)
Компетентнісна готовність основного виробничого персоналу до застосування ТІМ/ВІМ (K1)	0,3	У підприємства відсутні працівники зі сформованими знаннями та практичним досвідом роботи з ТІМ/ВІМ; можливе стихійне формування невеликої ініціативної групи.	Є окремі фахівці, які мають базові знання або попередній досвід роботи з ТІМ/ВІМ, переважно набутий поза межами підприємства.	Розгорнуто системне навчання персоналу; кількість працівників із цифровими та ВІМ-компетентностями зростає, однак рівень підготовки залишається неоднорідним.	Компетентності закріплюються під час реалізації пілотних і поточних проєктів; сформовано ядро фахівців, здатних самостійно виконувати ключові ТІМ/ВІМ-функції.	Сформовано стійку міжфункціональну команду фахівців, здатну повністю реалізовувати ІБП із застосуванням ТІМ/ВІМ, передавати досвід і розвивати корпоративні компетентності.
Формування та реалізація стратегії цифрової трансформації людського й інтелектуального капіталу (K2)	0,2	Здійснюється збір інформації про потреби підприємства, кадрові компетентності та можливі напрями цифрової трансформації.	Сформовано й затверджено стратегію; визначено відповідальних осіб або підрозділ, цілі, ресурси та порядок комунікації зі співробітниками.	Розпочато реалізацію стратегії; запущено пріоритетні заходи з розвитку компетентностей, цифровізації робочих процесів і впровадження ТІМ/ВІМ.	Здійснюються моніторинг проміжних результатів, коригування заходів і регулярне залучення персоналу до оцінювання перебігу цифрових змін.	Стратегічний цикл цифрової трансформації інтегровано в систему управління підприємством; результати оцінюються, накопичені знання капіталізуються, визначаються наступні напрями розвитку.
Самостійність персоналу у прийнятті рішень щодо впровадження та застосування цифрових технологій (K3)	0,1	Внутрішній кадровий потенціал для самостійного прийняття рішень щодо ТІМ/ВІМ практично відсутній.	Основні рішення приймаються за участю зовнішніх експертів, консультантів або спеціально залучених досвідчених фахівців.	Поряд із зовнішньою підтримкою з'являються внутрішні працівники з активною позицією, здатні брати участь у проєктуванні та реалізації цифрових змін.	Управління впровадженням і практичним застосуванням ТІМ/ВІМ переважно здійснюється власними силами; зовнішня експертиза	Підприємство має власний експертний потенціал і самостійно управляє розвитком, масштабуванням та удосконаленням ТІМ/ВІМ і пов'язаних цифрових технологій.

Найменування показника	Вага показника в групі	Низький (1 бал)	Нижчий за середній (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище за середній (4 бали)	Високий (5 балів)
					використовується вибірково.	
Наявність внутрішньокорпоративної системи навчання, обміну знаннями та адаптації до роботи з TIM/BIM (K4)	0,2	Внутрішня система навчання відсутня через нестачу власних компетентностей, методичних матеріалів та досвіду застосування TIM/BIM.	Навчання здійснюється переважно зовнішніми провайдерами; розпочато накопичення внутрішніх матеріалів, кейсів і практик для подальшого використання.	Працівники опановують компетентності з різною швидкістю; більш досвідчені співробітники неформально передають знання колегам, формується внутрішня база практик.	Сформовано внутрішніх експертів і наставників, діють регулярні програми навчання, обміну досвідом та адаптації персоналу до цифрових робочих процесів.	Функціонує формалізована корпоративна система безперервного навчання, наставництва та управління знаннями, інтегрована з розвитком інтелектуального капіталу підприємства.
Рівень поінформованості персоналу щодо специфіки та можливостей TIM/BIM (K5)	0,1	Більшість працівників не має системного уявлення про TIM/BIM, їх функціональні можливості та вплив на діяльність підприємства.	Інформація про цифрову трансформацію поширюється насамперед серед виробничого персоналу та членів команди впровадження.	Виробничий персонал добре поінформований; істотно зростає обізнаність працівників підрозділів продажу, маркетингу та взаємодії із замовниками.	Високий рівень обізнаності охоплює виробничі, комерційні й управлінські підрозділи; інформація системно поширюється на інші функціональні напрями.	Працівники всіх ключових підрозділів розуміють принципи, можливості й обмеження TIM/BIM та усвідомлюють власну роль у цифровій взаємодії з клієнтами і партнерами.

Найменування показника	Вага показника в групі	Низький (1 бал)	Нижчий за середній (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище за середній (4 бали)	Високий (5 балів)
Формування цифрової культури, культури знань та сприйнятливості до інновацій (K6)	0,1	Цифрова культура та цифрові компетентності перебувають на низькому рівні; переважають традиційні моделі роботи й значний опір змінам.	Елементи цифрової культури формуються у членів команди впровадження; виникає готовність до навчання, експериментування та використання нових інструментів.	Цифрова культура поширюється серед працівників, залучених до навчання та пілотних проєктів; опір змінам залишається відчутним і потребує системного управління.	Цінності цифрової взаємодії, обміну знаннями та безперервного навчання поширені у більшості підрозділів; опір змінам істотно знижений.	Сформовано стійку цифрову та інноваційну культуру, прийняту більшістю персоналу; обмін знаннями, самонавчання, адаптивність і готовність до змін є усталеними нормами діяльності.

Примітка. Оцінювання кадрового блоку відображає не лише наявність цифрових компетентностей, а й здатність підприємства накопичувати, передавати та капіталізувати знання, формувати внутрішню експертизу, цифрову культуру й організаційну спроможність до безперервних змін.

$$РГК = 0,3 \times K1 + 0,2 \times K2 + 0,1 \times K3 + 0,2 \times K4 + 0,1 \times K5 + 0,1 \times K6$$

- зміна підходу до управління та реалізації ІБП має швидше організаційний, ніж технологічний характер, проте саме зміна технології визначає зміну підходів і принципів управління ІБП, у зв'язку з чим даний показник віднесений до такої групи і, незважаючи на те, що рівень зрілості по даному напрямку, найсерйознішим чином впливає на ефективність управління ІБП, в силу підпорядкованості безпосередньо в індикатора (0,4, тоді як вага показники «впровадження технологій BIM/TIM» – 0,6).

Зміни технології є елементом реструктуризації. Рівень готовності суб'єкта господарювання до переходу до BIM/TIM-орієнтованої моделі створення вартості у рамках блоку технологічно-інноваційного капіталу пропонується визначати за таким аналітичним виразом:

$$P_{ГТЛ} = 0,6 \times T_{Л1} + 0,4 \times T_{Л2} \quad (3.6.)$$

З представлених індикаторів п'ять мають 5 рівнів оцінки, і один – 4 рівні. Зміст такого аналітичного контуру розкривається через такі індикатори: компетенції основного виробничого персоналу - показник, який змінюється від відсутності співробітників, які мають знання та досвід роботи з BIM/TIM (низький рівень – 1 бал) до формування команди фахівців, які мають знання та досвід роботи та здатні (з урахуванням виконуваних функцій) реалізувати проект із застосуванням BIM/TIM (високий рівень – 5 балів). Потрібно враховувати, що компетенції з'являються спеціалісти нерівномірно. Навіть з урахуванням одночасного проходження однакових програм підвищення кваліфікації швидкість засвоєння інформації у людей різна, тому неминучий етап, коли команда складатиметься із фахівців, які володіють технологіями на досить високому рівні та «початківців». Крім того, буде присутнім явище опору змін, що знижує сприйнятливність співробітників до технологій, що впроваджуються. Принципово важливо врахувати, що не слід однаковою мірою занурювати у процеси освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу весь виробничий (і за необхідності

допоміжний) персонал. У процесі впровадження нових технологій, напрацювання досвіду багато в чому шляхом «проб та помилок» необхідно, щоб частина команди підтримувала працездатність суб'єкта господарювання, виконуючи всі операції у традиційний спосіб. Тому слід розділити співробітників умовно на 2 команди: тих, хто почав працювати з BIM/TIM і тих, хто продовжує працювати традиційними способами, проте має значний досвід та знання.

Також необхідно розуміти, що навчання не ґрунтується на одночасного навчання співробітників за однаковою програмою – воно має бути диференційовано залежно від виконуваних працівниками на практиці завдань; формування та реалізація стратегії цифрової реструктуризації має багато в чому організаційний характер, проте віднесено до блоку людського інтелектуального капіталу, оскільки спирається на кадровий потенціал суб'єкта господарювання (існуючий та поступово формується). Зрілість за таким показником відображає процеси визначення цілей, завдань, термінів, а також підходів до освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу, поширення інформації про цілі та завдання цифрової реструктуризації до всіх співробітників суб'єкта господарювання. Також ґрунтується натсья визначення (а часто й організація нового) підрозділу, який відповідає за її реалізацію, зокрема організацію процесів, координацію зусиль, моніторинг результатів.

У ході реалізації розробленої стратегії освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу проводиться періодичний моніторинг результатів, на основі аналізу даних якого може бути ухвалено рішення як про коригування діяльності суб'єкта господарювання, так і про коригування стратегії впровадження. Періодичне обговорення проміжних результатів впровадження з колективом дає можливість наголосити на досягненнях та знизити напругу та опір змінам; самостійність у прийнятті рішень про процеси та підходи до впровадження, застосування технологій – показник, що свідчить про реальне зростання кадрового потенціалу суб'єкта господарювання з питань впровадження та використання

BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей. Для низького рівня зрілості за цим показником характерною є відсутність (або присутність у незначному обсязі) кадрового потенціалу для прийняття самостійних рішень щодо впровадження та використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей. Процеси впровадження йдуть переважно за допомогою зовнішніх експертів, консультантів, найнятих для цього окремих досвідчених співробітників. Дослідниками зазначається, що самостійне використання (зокрема з допомогою спеціально найнятих окремих досвідчених співробітників) відрізняється складністю, і навіть помилками застосування, що з прийняттям нераціональних і найчастіше недостатньо ефективних рішень. Водночас послуги консультантів мають високу вартість, що за одночасної необхідності закупівлі обладнання, ПЗ та навчання персоналу є серйозним додатковим фінансовим навантаженням на суб'єкта господарювання.

Поступово з'являються співробітники з активною позицією та можливістю участі у процесах впровадження та використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей, кадровий потенціал зростає до повноцінного самостійного управління процесами використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей, а також з'являється експертний потенціал, тобто можливість ділитися своїм досвідом та напрацюваннями; наявність внутрішньокорпоративної системи навчання та адаптації до роботи з BIM/TIM. Даний показник має 4 рівні оцінки, оскільки для перших етапів впровадження буде характерною є відсутність можливості внутрішньокорпоративного навчання та адаптації до роботи з BIM/TIM у зв'язку з відсутністю відповідних компетенцій та досвіду. Далі в процесі поступового навчання співробітників основних виробничих (іноді і допоміжних) підрозділів, що відбувається в основному на зовнішніх майданчиках або на робочому місці, але із залученням зовнішніх консультантів та викладачів, співробітники освоюють компетенції з різною швидкістю. Ті, хто освоює компетенції швидше, може лише на рівні міжособистісних відносин допомагати

іншим співробітникам суб'єкта господарювання, які мають складнощі з освоєнням нових технологій. Поступово на підприємстві з'являються експерти з роботи з BIM/TIM, здатні передавати досвід іншим співробітникам, проте передача досвіду немає стійкого, системного характеру.

Найбільш високий рівень зрілості, що відповідає за таким показником 5-бальної оцінки, відповідає ситуація, коли на підприємстві формується і функціонує власна система навчання нових співробітників специфіці роботи з BIM/TIM (для тих, хто має базову освіту, але не має досвіду роботи з інформаційною моделлю); поінформованість широкого кола співробітників суб'єкта господарювання про специфіку BIM/TIM. Принципово важливо врахувати, що освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу серйозно перетворює всі основні бізнес-процеси на підприємстві і поступово починає впливати на всі напрямки діяльності, включаючи допоміжні, тому вкрай важливо, щоб поступово на підприємстві була сформована BIM/TIM-культура із залученням широкого кола співробітників у розуміння специфіки BIM/TIM. Таку специфіку необхідно зрозуміти навіть тим підрозділам, які займаються безпосередньо виробничим процесом, а виконують допоміжні функції. Наприклад, співробітники відділу маркетингу повинні зрозуміти специфіку BIM/TIM на формування маркетингової стратегії та визначення конкурентних переваг суб'єкта господарювання тощо. Безумовно, на початкових етапах персонал суб'єкта господарювання переважно не обізнаний з специфікою BIM/TIM (за винятком, можливо, вкрай обмеженого кола фахівців). Поступово інформація про перехід суб'єкта господарювання на BIM/TIM поширюється, розширюється поінформованість виробничого персоналу щодо специфіки роботи з BIM/TIM. Далі з початком навчання виробничий персонал вже обізнаний на високому рівні, різко зростає обізнаність підрозділів, які відповідають за продаж та маркетинг. Далі поступово спостерігається поширення інформації щодо інших підрозділів. І для високого рівня готовності до освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу характерно, що весь персонал суб'єкта господарювання, який

бере участь у виробничих процесах та взаємодії з клієнтами (на різних рівнях) розуміє специфіку роботи з BIM/TIM; формування культури знань, цифрової взаємодії та ESG-відповідальності, основними характеристиками якої є самонавчання, гнучкість і здатність працювати та приймати рішення в умовах постійних змін також є одним із індикаторів, що характеризують як цифрову зрілість організації, так і її готовність до освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу. Поступово у процесі впровадження, що супроводжується масовим навчанням співробітників, культура знань, цифрової взаємодії та ESG-відповідальності суб'єкта господарювання зростає.

Так від низького рівня культури знань, цифрової взаємодії та ESG-відповідальності та цифрових компетенцій через процеси поступового зростання спочатку серед команди освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу, а потім і співробітників, задіяних у навчанні, підприємство приходить до такого етапу розвитку, коли культура знань, цифрової взаємодії та ESG-відповідальності сформована та прийнята абсолютною більшістю співробітників організації. Комплексні зміни на підприємстві, характерні для процесу реструктуризації, спрямованої на перехід на цифрове будівництво, як правило, викликають серйозний опір змінам. Причому такий опір може виявлятися на різних рівнях. Як показують результати досліджень, опір змін може спостерігатися як на рівні власників чи менеджменту, і на рівні рядових співробітників. Більше того, в рамках досліджень було виявлено, що такий опір має місце і в органах влади, які виконують функцію управління процесами переходу ІБС на цифрове будівництво. Необхідна організація планомірної роботи з боротьби з опором змін – у разі воно поступово знижується і високому рівні готовності практично подолано.

Описані у блоці зміни є елементами кадрової, виробничої та організаційної реструктуризації системи створення вартості суб'єкта господарювання у процесі переходу на цифрове будівництво. Рівень готовності суб'єкта господарювання до

переходу до BIM/TIM-орієнтованої моделі створення вартості у рамках блоку людського інтелектуального капіталу доцільно кількісно визначати так:

$$РГК = 0,3 \times K1 + 0,2 \times K2 + 0,1 \times K3 + 0,2 \times K4 + 0,1 \times K5 + 0,1 \times K6 \quad (3.7)$$

Процесно-організаційний капітал. Структура охоплює виробничих індикаторів входить 8 індикаторів (таблиця 3.7.). З представлених індикаторів 2 мають 5 рівнів оцінки, і 4 – 4 рівні, і 1 показник – 3 рівні оцінки, що пов'язано із взаємною залежністю оцінюваних індикаторів.

Зміст аналітичного контуру розкривається через такі індикатори: процес освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу оцінюється 5-ма рівнями готовності. На першому проводиться вивчення можливостей освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу, наявності необхідних ресурсів та/або перспектив ресурсного забезпечення переходу до BIM/TIM-орієнтованої моделі створення вартості. На другому рівні склад техніко-технологічних ресурсів, необхідних для освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу, визначено, визначено також концепцію освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу, необхідний обсяг фінансування. На третьому етапі готовності виробничий персонал забезпечений техніко-технологічними ресурсами, навчання завершено, триває стадія тестування та запуск першого пілотного проекту. Далі виконується ще кілька пілотних проектів, напрацьовується необхідний досвід та починає формуватися бібліотека елементів – власних напрацювань. На останньому рівні готовності робота реалізується із застосуванням BIM/TIM на реальних об'єктах, є реалізовані проекти;

Таблиця 3.7.

Показники оцінки рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації: виробничий блок (складено автором)

Найменування показника	Вага в групі	Низький (1 бал)	Нижчий за середній (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище за середній (4 бали)	Високий (5 балів)
Рівень реалізації процесу впровадження TIM/BIM (П1)	0,2	Проводиться аналіз можливостей упровадження TIM/BIM, наявних ресурсів, цифрової інфраструктури та потенційних сфер застосування.	Визначено склад техніко-технологічних ресурсів, концепцію впровадження, відповідальних осіб, етапність робіт і необхідний обсяг фінансування.	Персонал забезпечено базовими техніко-технологічними ресурсами, основне навчання завершено; здійснюються тестування рішень і запуск першого пілотного проекту.	Реалізовано декілька пілотних проектів; накопичується практичний досвід, формується бібліотека цифрових елементів, шаблонів і типових рішень.	TIM/BIM системно застосовується на реальних об'єктах; підприємство має завершені проекти, усталені процедури та спроможність масштабувати цифрові практики.
Глибина інтеграції TIM/BIM у виробничі процеси (П2)	0,1	TIM/BIM як підхід до реалізації проектів не застосовується; виробничі процеси базуються на традиційних інструментах.	Окремі цифрові інструменти використовуються епізодично для локальних завдань без системної інтеграції з виробничим контуром.	Окремі елементи TIM/BIM застосовуються у ключових виробничих операціях і пілотних проектах, однак охоплення процесів залишається частковим.	TIM/BIM інтегровано у більшість основних виробничих процесів; цифрові моделі та дані використовуються для координації й контролю.	Основні виробничі процеси реалізуються переважно в TIM/BIM-середовищі із наскрізним використанням цифрових моделей і даних.
Трансформація виробничих процесів і процедур (П3)	0,2	Виробничі процеси, регламенти та процедури залишаються без істотних змін.	Формується концепція перебудови виробничих процесів і процедур відповідно до можливостей та вимог TIM/BIM.	Відбувається перехідний етап: традиційні процедури поступово втрачають домінування, паралельно проектується й апробуються нові цифрові процеси.	Нові процедури активно впроваджуються, стандартизуються та узгоджуються між підрозділами в умовах цифрового виробничого середовища.	Сформовано інтегровану систему цифрових виробничих процесів; здійснюється їх постійне вдосконалення та впровадження нових інструментів.
Зміна якості виконання робіт (П4)	0,1	Якість робіт відповідає базовому рівню традиційної технології; ефект від TIM/BIM відсутній.	Початкове використання TIM/BIM супроводжується нестабільністю якості через адаптацію персоналу, процедур і цифрових інструментів.	Під час пілотних проектів якість поступово стабілізується; виявляються типові помилки та формуються механізми їх цифрового контролю.	Якість робіт із застосуванням TIM/BIM не нижча за традиційний рівень; зменшується кількість колізій, помилок і повторних робіт.	Спостерігається стаке підвищення якості робіт завдяки цифровій координації, перевірці моделей, стандартизації та превентивному контролю.
Зміна строків виконання робіт (П5)	0,1	Строки виконання робіт відповідають традиційній моделі; цифрові технології не впливають на	На початковому етапі освоєння TIM/BIM окремі операції виконуються повільніше через	У пілотних проектах тривалість окремих робіт ще перевищує базовий рівень, однак накопичення досвіду	Швидкість виконання робіт із TIM/BIM досягає або перевищує традиційний рівень; скорочується час	Забезпечено стаке скорочення строків завдяки автоматизації, паралельній роботі

Найменування показника	Вага в групі	Низький (1 бал)	Нижчий за середній (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище за середній (4 бали)	Високий (5 балів)
		тривалість процесів.	навчання, налаштування ПЗ та перебудову процедур.	поступово скорочує часові втрати.	погоджень і внесення змін.	учасників, цифровій координації та оперативному оновленню даних.
Трансформація обміну даними та взаємодії; формування єдиного інформаційного середовища (П6)	0,1	Передача даних і взаємодія всередині підприємства та з контрагентами здійснюються традиційними способами, без єдиного цифрового середовища.	Запроваджуються окремі цифрові канали обміну; правила структурування, версійності та доступу до даних ще не стандартизовані.	У межах пілотного проекту тестується спільна робота через TIM/BIM-середовище, відпрацьовуються процедури обміну й актуалізації інформації.	Накопичено досвід внутрішньої взаємодії через інформаційну модель; розпочато системну цифрову взаємодію з ключовими контрагентами.	Внутрішня та зовнішня взаємодія здійснюється через єдине інформаційне середовище з регламентованими правами доступу, версійністю та контролем даних.
Трансформація процесів планування строків і вартості (П7)	0,1	Планування строків і вартості, формування графіків та кошторисів здійснюються традиційними методами.	Проводиться підготовка даних і налаштування цифрових інструментів для інтеграції календарного та вартісного планування з моделлю.	У першому пілотному проєкті апробуються функції цифрового планування строків і вартості; можливі помилки та значні витрати часу на коригування.	У серії проєктів накопичено досвід формування графіків і кошторисів на основі цифрової моделі; кількість помилок знижується, швидкість розрахунків зростає.	Забезпечено інтегроване 4D/5D-планування, автоматизоване формування та перерахунок графіків і вартісних параметрів при зміні проєктних даних.
Зміна ефективності використання трудових і матеріальних ресурсів (П8)	0,1	Ефективність використання ресурсів залишається на традиційному рівні; цифровий ефект не проявляється.	У перехідний період продуктивність праці може тимчасово знижуватися через навчання та перебудову процесів; матеріальний ефект ще незначний.	Після освоєння базових TIM/BIM-процедур продуктивність стабілізується; з'являються перші ефекти від точнішого планування та зниження втрат.	Ефективність використання трудових і матеріальних ресурсів зростає завдяки координації, оптимізації операцій, скороченню переробок і точнішому ресурсному плануванню.	Досягнуто стійкого підвищення ресурсної ефективності; цифрові моделі й аналітика використовуються для оптимізації трудових, матеріальних і часових ресурсів.

Примітка. Оцінювання виробничого блоку характеризує перехід від локального тестування TIM/BIM до наскрізної цифровізації виробничих процесів, інтегрованого управління даними, строками, вартістю, якістю та ресурсами.

$$РГП = 0,2 \times П1 + 0,1 \times П2 + 0,2 \times П3 + 0,1 \times П4 + 0,1 \times П5 + 0,1 \times П6 + 0,1 \times П7 + 0,1 \times П8$$

У процесі освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу ефективність трудових ресурсів падає у зв'язку з освоєнням нових технологій, ефективність використання матеріальних ресурсів залишається без зміни. Ефективність використання трудових ресурсів починає зростати, наближаючись до рівня освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу, ефективність використання матеріальних ресурсів поступово зростає. Ефективність використання ресурсів підвищується глибина проникнення BIM/TIM у виробничий процес оцінюється 3 рівнями готовності – низьким (1 бал), середнім (3 бали) та високим (5 балів). У запропонованій логіці необхідно згадати про те, що BIM/TIM - не просто сукупність програм, а новий підхід до управління ІБП, що формується на основі програм і технологій, що використовуються. З огляду на це, для низького рівня готовності за цим показником характерно, що BIM/TIM як підхід до реалізації проектів не впроваджено. Водночас може бути частково використане ПЗ, яке використовується для формування інформаційної моделі або роботи з нею. Для середнього рівня готовності характерне використання деяких елементів BIM/TIM, і, відповідно, для високого виконання виробничих процесів переважно з використанням BIM/TIM; виробничий процес: очевидно, що на початковому етапі виробничі процеси та процедури залишаються без зміни. Далі формується концепція зміни виробничих процедур та процесів, пов'язана з впровадженням BIM/TIM, яка ґрунтується на визначенні тих завдань, які підприємство планує вирішувати за рахунок технологій, що впроваджуються. У момент, коли завдання забезпечення персоналу необхідними для переходу до BIM/TIM-орієнтованої моделі створення вартості техніко-технологічними ресурсами вирішено, а персонал масово проходить навчання, всі процеси та процедури поступово стають неефективними та навіть непридатними – йде відхід від старих процедур та процесів та формування нових. Поступово старі процеси повністю «відмирають», у сформовані нові виробничі процедури та впроваджені процеси, поступово йде їх

удосконалення, впровадження нових інструментів; зміна якості робіт має 4 рівні оцінки, що пов'язано з тим, що на етапах підготовки до впровадження жодної зміни якості не відбувається. Так, при використанні традиційних засад роботи якість робіт залишається без зміни.

Потім, при реалізації першого пілотного проекту, його якість у BIM/TIM виявляється на низькому рівні у зв'язку з відсутністю досвіду роботи. У цьому випадку рекомендується дублювати роботи: виконувати їх традиційним способом для збереження якості робіт і використовувати одночасно цей же проект як пілотне для тестування можливостей BIM/TIM та напрацювання досвіду. При дублюванні функцій традиційним способом якість зберігається і може зазнавати незначних коливань. Поступово якість робіт із застосуванням BIM/TIM виходить на рівень не нижчий, ніж до впровадження і далі, з накопиченням досвіду, спостерігається значне підвищення якості робіт; зміна термінів виконання робіт має 4 рівня оцінки, так як при використанні традиційних принципів роботи терміни виконання робіт залишаються без зміни.

При реалізації першого пілотного проекту BIM/TIM швидкість виконання робіт низька, термін виконання робіт значно збільшується, при дублюванні функцій традиційним способом, який необхідний у процесі реалізації пілотних проектів, терміни значно збільшуються за рахунок виконання подвійного обсягу робіт. Поступово з напрацюванням досвіду швидкість виконання робіт із застосуванням BIM/TIM виходить на рівень не нижче, ніж до впровадження, а потім значно підвищується. Що призводить до скорочення строків виконання робіт; зміна процесів передачі даних та взаємодії (як усередині суб'єкта господарювання, так і з контрагентами), створення єдиного інформаційного простору. Даний показник має 4 рівня оцінки, оскільки на початкових етапах впровадження процеси передачі даних та взаємодії (як усередині суб'єкта господарювання, так і з контрагентами) залишаються без зміни. Потім у процесі реалізації пілотного проекту тестується можливість взаємодії всередині суб'єкта господарювання через BIM/TIM-

середовище, напрацьовується досвід взаємодії всередині суб'єкта господарювання з інтеграцією в інформаційну модель, організується пробна взаємодія з контрагентами. Високий рівень впровадження характеризується тим, що взаємодія з контрагентами та всередині організації здійснюється з інтеграцією в інформаційну модель з урахуванням розмежувань прав доступу; зміна процесів планування (термінів, вартості і інш.). Даний показник має 4 рівня оцінки, оскільки на початкових етапах впровадження процеси планування термінів та вартості робіт (формування графіків та кошторисів) залишаються без зміни. Далі, безпосередньо при впровадженні здійснюється пробна реалізація функцій планування термінів та вартості в рамках першого пілотного проекту. Як правило, процес впровадження супроводжується помилками. Далі відбувається напрацювання досвіду формування графіків та кошторисів у серії пілотних проектів, зниження кількості помилок, підвищення швидкості робіт. На рівні високої готовності до освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу відбувається автоматичне формування графіків та кошторисів, автоматичний перерахунок при внесенні змін до проекту; зміна ефективності використання ресурсів (трудових, матеріальних) має 4 рівня оцінки, так як на початкових етапах впровадження даний показник не зазнає змін. Далі в процесі освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу ефективність трудових ресурсів падає у зв'язку з освоєнням нових технологій (відбувається за рахунок того, що термін виконання робіт із застосуванням нових технологій при їх освоєнні досить тривалий, до того ж існує необхідність дублювання робіт старими методами підтримки працездатності суб'єкта господарювання), ефективність використання матеріальних ресурсів залишається без зміни. Напрацювання досвіду призводить до того, що ефективність використання трудових ресурсів починає зростати, наближаючись до рівня використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей, ефективність використання матеріальних ресурсів поступово зростає. Для високого рівня готовності спостерігається загальне підвищення ефективності використання ресурсів суб'єкта господарювання.

Описані у блоці зміни є елементами виробничої реструктуризації системи створення вартості суб'єкта господарювання у процесі переходу на цифрове будівництво. Рівень готовності суб'єкта господарювання до переходу до BIM/TIM-орієнтованої моделі створення вартості у межах блоку процесно-організаційного капіталу доцільно кількісно визначати так:

$$РГП = 0,2 \times П1 + 0,1 \times П2 + 0,2 \times П3 + 0,1 \times П4 + 0,1 \times П5 + 0,1 \times П6 + 0,1 \times П7 + 0,1 \times П8 \quad (3.8.)$$

Фінансово-інвестиційна спроможність. У такій блок входить 1 показник (Таблиця 3.8.), що має 5 рівнів оцінки. Розглянемо поданий у блоці показник «Фінансування процесу цифрової реструктуризації». Такий показник має 5 рівнів оцінки, що визначаються етапами процесу фінансування заходів щодо освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу. На першому етапі після ухвалення рішення про необхідність освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу проводиться накопичення ресурсів для освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу – рівень готовності визначається як низький (1 бал). Далі проводиться оцінка потреби у фінансових ресурсах, формується план фінансування з урахуванням можливостей суб'єкта господарювання та використання різних джерел. На третьому рівні готовності забезпечується фінансування закупівлі обладнання, програмного забезпечення, навчання персоналу, що пов'язано з великим обсягом витрат суб'єкта господарювання.

Показники оцінки рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації: фінансовий блок (складено автором)

Найменування показника	Вага показника в групі	Низький (1 бал)	Нижчий за середній (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище за середній (4 бали)	Високий (5 балів)
Фінансове забезпечення процесу цифрової трансформації та впровадження ТІМ/ВІМ (Ф1)	1,0	Фінансове забезпечення має підготовчий характер: здійснюється накопичення ресурсів для майбутнього впровадження ТІМ/ВІМ; окремий бюджет цифрової трансформації ще не сформовано.	Проведено оцінювання потреби у фінансових ресурсах; сформовано попередній бюджет і план фінансування з урахуванням власних можливостей підприємства та потенційного залучення альтернативних джерел.	Забезпечується активне фінансування основної інвестиційної фази: закупівлі й модернізації обладнання, програмного забезпечення, хмарних сервісів, навчання персоналу та реалізації пілотних ТІМ/ВІМ-проектів. Рівень витрат є найбільш інтенсивним.	Основні капітальні витрати здійснено; фінансування спрямовується на усунення технологічних і компетентнісних прогалин, масштабування ТІМ/ВІМ, інтеграцію цифрових систем та завершення навчання. Потреба у додаткових інвестиціях поступово знижується.	Сформовано стійку модель фінансової підтримки цифрового середовища: планово фінансуються оновлення ПЗ і техніки, хмарна інфраструктура, кіберзахист, навчання та розвиток компетентностей. Поточні витрати стабілізовані й істотно нижчі за витрати активної інвестиційної фази.

Примітка. Показник Ф1 характеризує еволюцію фінансового забезпечення цифрової реструктуризації від накопичення ресурсів і бюджетування до інтенсивної інвестиційної фази та подальшої стабілізації регулярних витрат на підтримку й розвиток цифрової інфраструктури. РГФ = Ф1

Четвертий рівень готовності характеризується тим, що після того, як основну масу обладнання, програмного забезпечення закуплено, послуги консультантів оплачено, співробітники навчені, обсяг витрат на освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу знижується, проте поступово ліквідуються прогалини (в наявності обладнання, програмне забезпечення, поведінці навчання). Потім на 5-му рівні готовності для підтримки процесів використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей за допомогою регулярного оновлення програмного забезпечення, комп'ютерної техніки, навчання персоналу проводиться регулярне фінансування процесу в рівномірному обсязі. Обсяг витрат стабільний, значно нижчий, ніж на 3 та 4 рівнях готовності. За таким показником рекомендується застосовувати 2 «вхідні» оціночні індикатори.

Впровадження BIM/TIM є за своєю суттю масштабним інвестиційним проектом, оскільки потребує серйозних вкладень, а окупність інвестицій становить, як правило, не менше ніж 2 роки. З огляду на це вважаємо актуальним: 1\)) як необхідну умову позитивної оцінки рівня готовності за фінансовим фактором застосовувати значення Z -коефіцієнта за 5-факторною моделлю Альтмана (модифікована модель, призначена для підприємств, чиї акції не торгуються на біржовому ринку). Дана модель призначена для оцінки ймовірності банкрутства та дозволяє діагностувати фінансовий стан з урахуванням ліквідності та фінансової стійкості суб'єкта господарювання. З огляду на таке до відомої методики, виділяються такі діапазони Z -коефіцієнта: якщо Z набуває значення менше 1,23, ситуація на підприємстві характеризується високим ступенем ймовірністю банкрутства. У такій ситуації підприємство не в змозі здійснювати значних вкладень, а тимчасове зниження ефективності, яке завжди спостерігається в період запровадження BIM/TIM, призведе до виникнення кризи; якщо Z набуває значення в діапазоні від 1,23 до 2,89, ситуація характеризується як невизначена; якщо Z приймає значення понад 2,9, ситуація для суб'єкта господарювання характеризується низькою ймовірністю банкрутства.

У зв'язку з тим, що для освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу підприємству необхідно мати фінансову міцність, що дозволяє зазнати серйозних витрат, пропонується як «вхідна умова» для позитивної оцінки рівня фінансової готовності використовувати значення Z-коефіцієнта менше 2,89:

Якщо $Z > 1,23$, то $РГФ = \Phi 1$,

Якщо $Z \leq 1,23$, то $РГФ = 1$

Що означає, що суб'єкта господарювання, які перебувають на межі банкрутства, не рекомендується впровадження інновацій, а фінансової готовності до переходу на цифрове будівництво немає. Відсутність фінансової міцності, що дозволяє акумулювати для інвестування у впровадження інноваційних технологій значний обсяг фінансових ресурсів, буде серйозною перешкодою для проведення цифрової реструктуризації і з ймовірністю зробить її неможливою, оскільки не дозволить сформуватися готовності до освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу за іншими факторами і індикаторами, що входять до них. Описані у цьому блоці зміни є елементами фінансової та майнової реструктуризації системи створення вартості суб'єкта господарювання у процесі переходу на цифрове будівництво; - величину дисбалансу фінансових ресурсів (ДФР) для забезпечення процесів реструктуризації при впровадженні BIM/TIM. Як було зазначено раніше, балансовий підхід є обов'язковим до застосування у плануванні та управлінні процесами цифрової реструктуризації систем створення вартості підприємств ІБС, оскільки такі процеси мають бути повноцінно забезпечені кадровими, техніко-технологічними та фінансовими ресурсами. Наявність дисбалансу щодо того чи іншого виду ресурсів не дозволить здійснити заходи реструктуризації повноцінно. Проте найбільш значущий, загальний характер має саме відсутність дисбалансу (тобто наявність балансу) по фінансових ресурсах, які забезпечують можливість придбання всіх інших ресурсів. Принципи та інструменти застосування балансового підходу в рамках управління процесами цифрової реструктуризації систем створення вартості підприємств ІБС будуть розкриті далі. Для оцінки рівня

спроможності суб'єкта господарювання ІБС результативно капіталізувати ВІМ/ТІМ-компетентності та цифрові інновації пропонується прийняти таку умову: наявність дисбалансу фінансових ресурсів для реалізації поточного етапу цифрової реструктуризації, що перевищує 25% від рівня потреби, говорить про низьку фінансову готовність суб'єкта господарювання ІБС до освоєння ВІМ/ТІМ як інноваційного цифрового активу:

$$\text{Якщо } Д > 25\%, \text{ то } РГФ = 1$$

Оцінка ймовірності банкрутства та наявності дисбалансів проводиться окремо від процедури експертної оцінки спроможності суб'єкта господарювання ІБС результативно капіталізувати ВІМ/ТІМ-компетентності та цифрові інновації. У частині розрахунку ймовірності банкрутства робота доручається фінансово-економічним службам та проводиться за даними останньої фінансової звітності суб'єкта господарювання. У частині визначення наявності та величини дисбалансу фінансових ресурсів для проведення цифрової реструктуризації системи створення вартості суб'єкта господарювання потрібна участь ініціативної групи освоєння ВІМ/ТІМ як інноваційного цифрового активу або спеціально сформованого підрозділу спільно з фінансово-економічними службами. Підсумковий вираз для оцінки рівня готовності суб'єкта господарювання ІБС до переходу на цифрове будівництво з впровадженням ВІМ/ТІМ виглядає так:

$$1, \text{ якщо } Z \leq 1,23$$

$$РГФ = \{ 1, \text{ якщо } Z > 1,23 \text{ и } Д > 25\%$$

Ф1, якщо $Z > 1,23$ и $Д < 25\%$ Реляційний капітал та партнерська інтеграція. У блок входять два індикатора (Таблиця 3.9.). З наведених індикаторів 1 має 4 рівня, другий – 3.

Таблиця 3.9.

Показники оцінки рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації: ринковий блок (складено автором)

Найменування показника	Вага показника в групі	Низький (1 бал)	Нижчий за середній (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище за середній (4 бали)	Високий (5 балів)
Інтеграція постійних замовників і партнерів у цифрову екосистему підприємства для спільної реалізації ІБП із застосуванням TIM/BIM (P1)	0,7	Проводиться дослідження рівня використання TIM/BIM постійними замовниками, підрядниками та іншими партнерами; визначаються їх цифрова готовність і потреби.	Реалізується клієнто- та партнеро-орієнтований підхід до вибору TIM/BIM-інструментів, форматів обміну даними та цифрових сервісів з урахуванням вимог ключових контрагентів.	Узгоджуються правила цифрової взаємодії, вимоги до моделей і даних; проводяться тестові обміни та спільні пілотні процедури з окремими замовниками й партнерами.	Розпочато системну інтеграцію ключових партнерів у цифрову екосистему підприємства; застосовуються спільні інформаційні середовища, регламенти обміну та координації.	Постійні замовники й основні партнери інтегровані в цифрову екосистему підприємства; забезпечено стандартизовану TIM/BIM-взаємодію, сумісність даних і спільну реалізацію цифрових ІБП.
Розширення ринкової мережі контрагентів для реалізації ІБП із застосуванням TIM/BIM за межами кола постійних партнерів (P2)	0,3	Проводиться аналіз ринку щодо поширеності TIM/BIM, цифрової зрілості потенційних замовників і підрядників та попиту на цифрові формати реалізації ІБП.	Формується база потенційних цифрово сумісних контрагентів; визначаються критерії їх відбору за компетентностями, технологічною готовністю, стандартами даних і досвідом TIM/BIM.	За результатами дослідження ринку коригується концепція цифрової трансформації та ринкова пропозиція підприємства; розпочинаються переговори й тестова взаємодія з новими контрагентами.	Підприємство реалізує спільні пілотні або окремі комерційні проєкти з новими замовниками й підрядниками, поступово розширюючи мережу цифрової кооперації.	Сформовано розширену мережу замовників, підрядників та партнерів, здатних до спільної реалізації ІБП із застосуванням TIM/BIM; цифрові компетентності підприємства використовуються як фактор ринкової диференціації.

Примітка. Ринковий блок характеризує здатність підприємства формувати цифрово сумісне партнерське середовище, інтегрувати замовників і контрагентів у TIM/BIM-процеси та використовувати цифрові компетентності як інструмент розширення ринкової присутності. $RGR = 0,7 \times P1 + 0,3 \times P2$

Розширення бази контрагентів (замовників та підрядників) для реалізації спільних проектів із застосуванням BIM/TIM Зміст такого аналітичного контуру розкривається через такі індикатори: «Пошук контрагентів для спільної реалізації проектів із використанням BIM/TIM у своєму оточенні». На початковому етапі впровадження необхідно проведення досліджень з питань використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей в організаціях-замовниках та партнерах (підрядниках, субпідрядниках), виявлення специфіки використання BIM/TIM, переліку ПЗ, за допомогою якого здійснюється робота, що дозволить знайти пул контрагентів, з якими вже напрацьовано стійкі ділові зв'язки, відомі вимоги до взаємодії та ін., що забезпечує вирішення однієї з найбільш серйозних перешкод до освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу, які зазначаються за результатами досліджень – відсутність замовників на реалізацію проектів із застосуванням BIM/TIM.

Далі необхідно реалізувати клієнто-орієнтований підхід при доборі інструментів BIM/TIM: формування переліку ПЗ, необхідного для закупівлі та інтеграції у виробничий процес, орієнтуючись насамперед на замовників (на ті завдання, які потрібно виконувати в рамках ІБП) та з урахуванням компетенцій підрядників. Такі процеси характерні для ситуації відповідної низької готовності і нижче за середній. Наступним рівнем, досягнення якого стає можливим вже в момент, коли сформовано техніко-технологічну та кадрову забезпеченість процесу цифрової реструктуризації системи створення вартості суб'єкта господарювання, процес інтеграції партнерів (підрядників, субпідрядників) у цифрову екосистему суб'єкта господарювання (робота в інформаційній моделі). Рівень готовності підприємств до цифрової реструктуризації оцінюється як високий, коли інтеграцію партнерів та замовників у цифрову екосистему суб'єкта господарювання проведено (здійснюється робота в інформаційній моделі у загальному середовищі даних з урахуванням регламентованих прав доступу).

«Пошук контрагентів для спільної реалізації проектів з використанням BIM/TIM на ринку (за межами кола постійних замовників/підрядників)» також є необхідним, тому включений до складу індикаторів оцінки готовності до освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу. Даний показник має 3 рівні оцінки. На низькому рівні готовності проводиться дослідження з питань використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей на ринку, визначається коло потенційних клієнтів, вивчаються особливості їхньої роботи, портфель проектів. На середньому рівні готовності розробляються пропозиції щодо коригування концепції освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу з урахуванням результатів дослідження ринку – концепція доповнюється затребуваними на ринку завданнями та інструментами, що визначає необхідність впровадження деяких додаткових технологій та навчання персоналу їх використання в ІБП. Поступове впровадження нових інструментів BIM/TIM дозволяє здійснювати розширення бази контрагентів (замовників та підрядників) для реалізації спільних проектів із застосуванням BIM/TIM, що стає можливим вже на високому рівні готовності за показником та характеризується появою нових контрагентів при реалізації проектів із застосуванням BIM/TIM.

Описані у блоці зміни є елементами маркетингової реструктуризації системи створення вартості суб'єкта господарювання у процесі переходу на цифрове будівництво. Рівень готовності суб'єкта господарювання до переходу до BIM/TIM-орієнтованої моделі створення вартості у рамках блоку реляційного капіталу пропонується визначати за таким аналітичним виразом:

$$RGP = 0,7 \times P1 + 0,3 \times P2 \quad (3.9.)$$

Комерціалізація інновацій та ринкова капіталізація нематеріальних активів. Даний блок відрізняється від ринкового тим, що ґрунтується на не процеси безпосередньої зовнішньої взаємодії з контрагентами, а зміну в маркетинговій стратегії, подачі своїх послуг з новою якістю та обґрунтування нової цінової пропозиції. Такий блок містить один показник (Таблиця 3.10.).

Показники оцінки рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації: маркетинговий блок (складено автором)

Найменування показника	Вага показника в групі	Низький (1 бал)	Нижчий за середній (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище за середній (4 бали)	Високий (5 балів)
Трансформація ринкового позиціонування та ціннісної пропозиції підприємства на основі TIM/BIM (M1)	1,0	Позиціонування товарів і послуг залишається традиційним; можливості TIM/BIM не відображаються у маркетингових комунікаціях, сервісній моделі та ціннісній пропозиції підприємства.	Проводиться пошук нових конкурентних переваг, пов'язаних із цифровізацією; формується концепція представлення товарів і послуг з урахуванням можливостей TIM/BIM, підвищення прозорості, якості та керованості ІБП.	До маркетингової стратегії та тактики внесено зміни: цифрові компетентності, TIM/BIM-сервіси та нова якість взаємодії із замовником включаються до системи позиціонування й просування підприємства.	Формуються диференційовані ціннісні та цінові пропозиції для ключових сегментів і клієнтів з урахуванням цифрової складової послуг, життєвого циклу об'єкта, інформаційної прозорості та додаткових сервісів.	Сформовано стійку цифрово орієнтовану ціннісну пропозицію підприємства; TIM/BIM-компетентності використовуються як фактор конкурентної диференціації, а маркетингова модель системно оновлюється відповідно до розвитку технологій, сервісів і потреб клієнтів.

Примітка. Маркетинговий блок відображає перехід від традиційного позиціонування до формування цифрової ціннісної пропозиції, у якій TIM/BIM-компетентності, інформаційна прозорість, сервісність та клієнтоорієнтованість стають джерелами конкурентних переваг підприємства. РГМ = M1

Показник «Подання своїх послуг у новій якості» (з урахуванням використання BIM/TIM-компетентностей і цифрових моделей) має 5 рівнів готовності. Низький рівень готовності, характерний для початкових етапів освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу, характеризується відсутністю зміни у подачі своїх товарів/послуг. Потім поступово відбувається пошук конкурентних переваг, формування концепції подачі товарів/послуг на ринку з урахуванням нових можливостей, що з'являються з впровадженням BIM/TIM, внесення змін до маркетингової стратегії та тактики з урахуванням подачі своїх товарів/послуг у новій якості, формування та обґрунтування цінових пропозицій з урахуванням нової якості товарів/послуг, адаптованих до ключових клієнтів (що). Високий рівень готовності за цим показником визначається у разі наявності сформованої оновленої цінової пропозиції з урахуванням нової якості товарів/послуг (якість, терміни, точність, безпека тощо), проводиться її поступове доопрацювання з розширенням застосовуваних інструментів BIM/TIM. Описані у блоці зміни є елементами маркетингової реструктуризації системи створення вартості суб'єкта господарювання у процесі переходу на цифрове будівництво. Рівень готовності суб'єкта господарювання до переходу до BIM/TIM-орієнтованої моделі створення вартості в рамках блоку комерціалізації інновацій дорівнює рівню готовності за єдиним показником, що входить до нього:

$$PGM = M1 \quad (3.10)$$

З одного боку, виділені рівні готовності суб'єкта господарювання до цифрової реструктуризації з використанням BIM/TIM за змістовними характеристиками дозволяють виділити етапи освоєння BIM/TIM як інноваційного цифрового активу. З іншого боку, готовність за різними чинниками і індикаторами, що входять до них, в результаті експертної оцінки може бути різною. Тим не менш, спостерігається деяка взаємна залежність рівня готовності за різними індикаторами та факторами, коли певний рівень готовності за одним показником не може бути досягнутий, доки не досягнуть певного рівня готовності за іншим показником. Дане підтверджує тезу про те, що цифрова

реструктуризація суб'єкта господарювання ІБС, спрямована на перехід на цифрове будівництво, є комплексним процесом реструктуризації. Як було зазначено вище в даному параграфі, загальний рівень готовності (РГ) визначається шляхом розрахунку середнього арифметичного значення готовності за всіма факторами в сукупності, оскільки ґрунтується на тому, що вага кожного з виділених факторів рівнозначна через те, що спостерігається взаємна залежність різних індикаторів з різних груп. Отже, загальний рівень готовності (РГ) розраховується за такою формулою:

$$РГ = (РГТ + РГТл + РГК + РГП + РГФ + РГР + РГМ) / 7 \quad (3.11)$$

Оскільки представлений комплекс індикаторів оцінки у складі методологічних положень щодо визначення рівня керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів підприємств ІБС у цифровій реструктуризації ґрунтується на застосування методу експертної оцінки, в рамках даної роботи сформований інструментарій оцінки – анкета експерта, представлена в Додатку К.

Експертів для проходження анкетування відбирають представники ініціативної групи з освоєння ВІМ/ТІМ як інноваційного цифрового активу або підрозділу, що відповідає за цифровий. Потім результати оцінки узагальнюються. Думки експертів щодо кожного індикатора розраховуються як середня арифметична. Потім проводиться оцінка рівня готовності за чинниками з урахуванням ваги кожного індикатора. Підсумковий рівень готовності (РГ, а для рівнів готовності 4 і 5 може бути застосовано поняття рівня використання - Р) визначається як середнє арифметичне значення по всіх семи факторів.

3.3. Оцінювання економічної ефективності та визначення стратегічних орієнтирів удосконаленого економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери.

Результативність цифрової реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери доцільно оцінювати не лише через факт упровадження ТІМ/ВІМ-технологій, а насамперед через співвідношення отриманих економічних, організаційних і виробничих ефектів із ресурсами, залученими до трансформаційного процесу. Аналіз практики цифровізації підприємств ІБС засвідчує, що величина очікуваного ефекту, структура витрат і тривалість періоду адаптації істотно залежать від масштабу підприємства, його функціональної ролі в інвестиційно-будівельному проєкті, наявного цифрового потенціалу та характеру взаємодії із замовниками й партнерами. Саме тому оцінювання ефективності має ґрунтуватися на адаптивній логіці, за якої критерії та стратегічні орієнтири диференціюються відповідно до характеристик конкретного суб'єкта господарювання.

Економічна доцільність цифрової реструктуризації найбільш виразно проявляється у тих учасників ІБП, які здатні акумулювати ефекти протягом значної частини життєвого циклу об'єкта. Насамперед дане стосується замовника, для якого застосування ТІМ/ВІМ створює можливості точнішого контролю вартості будівництва, зменшення відхилень від бюджетних параметрів, скорочення строків реалізації, прискорення введення об'єкта в експлуатацію та, відповідно, наближення моменту отримання доходів. Додатковий ефект формується завдяки підвищенню якості будівництва та оптимізації експлуатаційних витрат, сукупна величина яких у довгостроковому періоді може істотно перевищувати первинну вартість створення об'єкта.

Високу економічну віддачу забезпечує також використання ТІМ/ВІМ у межах вертикально інтегрованих структур і підприємств повного циклу. У такій моделі інформаційна модель, сформована на проєктній стадії, стає єдиною основою для координації наступних процесів, дає змогу завчасно виявляти

колізії, зменшувати кількість переробок і простоїв, раціоналізувати використання матеріальних, трудових та фінансових ресурсів. Водночас економічний результат розподіляється між учасниками нерівномірно: проєктувальник несе підвищені витрати праці на деталізацію моделі, тоді як значна частина економії реалізується на наступних стадіях. У довшій перспективі дисбаланс частково компенсується накопиченням бібліотек елементів, шаблонів і типових рішень, повторне використання яких скорочує трудомісткість та тривалість проєктування.

Для інвестиційно-будівельної сфери характерна розгалужена система підрядних і субпідрядних відносин, у якій значну частину спеціалізованих робіт виконують мікро- та малі підприємства. Цифрова модель проєкту потребує технологічної сумісності між учасниками: узгодженого програмного середовища, форматів даних, рівнів деталізації та процедур інформаційного обміну. Тому недостатня цифрова готовність малих контрагентів створює не лише локальну проблему окремого підприємства, а й системне обмеження для розвитку цифрової взаємодії в ІБС.

Разом із тим універсальне застосування TIM/BIM не може розглядатися як самоціль. Для окремих типів об'єктів, зокрема тимчасових споруд, невеликих господарських будівель або робіт із мінімальною складністю, повномасштабне інформаційне моделювання може не забезпечувати достатнього економічного ефекту порівняно з витратами. Проте повна відсутність відповідних компетентностей звужує можливості підприємства щодо участі в технологічно складніших проєктах і в перспективі може послаблювати його конкурентну позицію.

Залучення більшої кількості підприємств до цифрової взаємодії формує кумулятивний ефект. Зростання сумісності учасників зменшує трансакційні витрати, прискорює обмін даними, підвищує передбачуваність результатів і сприяє економії ресурсів на рівні окремого проєкту. За значного масштабу поширення таких практик економічні результати виходять за межі підприємства та набувають мезо- і макроекономічного характеру, впливаючи на

продуктивність регіонального будівельного комплексу та інвестиційно-будівельної сфери загалом.

З огляду на таке оцінювання економічної ефективності удосконаленого механізму реструктуризації потребує окремого врахування специфіки мікро- і малих підприємств. Такі суб'єкти найчастіше виконують обмежений набір робіт у межах ІБП і значною мірою залежать від вимог генерального підрядника, генерального проектувальника або замовника. Їх чисельність у галузі є значною, тому рівень цифрової зрілості цієї групи безпосередньо впливає на можливість формування цілісних цифрових ланцюгів створення вартості.

Малі та мікропідприємства традиційно залучаються до проектів різного масштабу як підрядники та субпідрядники. Одним із практичних бар'єрів цифровізації залишається складність пошуку замовників і партнерів, готових працювати у TIM/BIM-середовищі. Відповідно, розширення кола цифрово сумісних малих підприємств знижує бар'єр, підвищує щільність коопераційних зв'язків та створює додаткові передумови для поширення TIM/BIM.

Для визначення стратегічних орієнтирів удосконаленого економічного механізму було систематизовано наукові та прикладні підходи до впровадження TIM/BIM. Аналіз доцільно структурувати у два взаємопов'язані напрями. Перший напрям охоплює дослідження методів, інструментів і послідовності цифрового переходу будівельних підприємств. Значна частина таких джерел зосереджується на функціональних можливостях програмного забезпечення, правилах формування інформаційних моделей, специфіці їх застосування для промислових, транспортних та інших об'єктів. Окремий масив досліджень присвячений перевагам TIM/BIM, опису практичних кейсів і порівнянню результатів використання цифрових технологій на різних об'єктах.

Другий напрям стосується безпосередньо цифрової трансформації мікро- та малих будівельних підприємств. У наукових публікаціях переважно висвітлюються потенційні вигоди TIM/BIM, тоді як процедурні аспекти адаптації механізму до ресурсних обмежень малого бізнесу розкрито значно слабше. В окремих підходах цифровий перехід поділяється на стадію ініціації та

формування внутрішньої експертизи, стадію стабілізації процесів і утримання компетентних працівників, а також стадію перетворення цифрових можливостей на конкурентні переваги.

Недостатня деталізація прикладних механізмів для малих підприємств призводить до того, що цифрова трансформація нерідко описується як однаково складний і капіталомісткий процес для підприємств будь-якого масштабу. Такий підхід не враховує можливості масштабування трансформаційних заходів. Насправді склад інвестицій, глибина реінжинірингу процесів, потреба в організаційних змінах і структура цифрових компетентностей можуть бути адаптовані до функціоналу та ресурсного потенціалу підприємства, що дає змогу зменшити поріг входження до TIM/BIM-середовища й розширити коло учасників цифрової кооперації.

Послідовність дослідницьких процедур, що забезпечує перехід від теоретичного обґрунтування до апробації методичних положень об'єктно-адаптивного підходу на мікро- та малих підприємствах ІБС, систематизовано на рис. 3.8.

Для диференціації механізму оцінювання та вибору стратегічних орієнтирів пропонується послідовність дій, що включає ідентифікацію основних бар'єрів цифрової реструктуризації; виділення факторів, найбільш критичних для мікро- та малих підприємств; оцінювання можливостей зниження їх негативного впливу; формування адаптованого набору організаційно-економічних заходів; визначення очікуваного ефекту та умов переходу до наступного рівня цифрової зрілості.

Узагальнення результатів досліджень дозволяє виділити декілька груп факторів, які безпосередньо впливають на економічну ефективність цифрової реструктуризації. Першою групою є кадрово-компетентнісні обмеження. Дефіцит фахівців, які володіють TIM/BIM-інструментами, підвищує вартість цифрового переходу. Підприємство змушене або інвестувати в навчання власного персоналу, або залучати працівників із ринку за вищою ціною. Додатковою проблемою стає небажання частини досвідчених фахівців

змінювати усталені технології роботи, що знижує швидкість освоєння нових процесів.

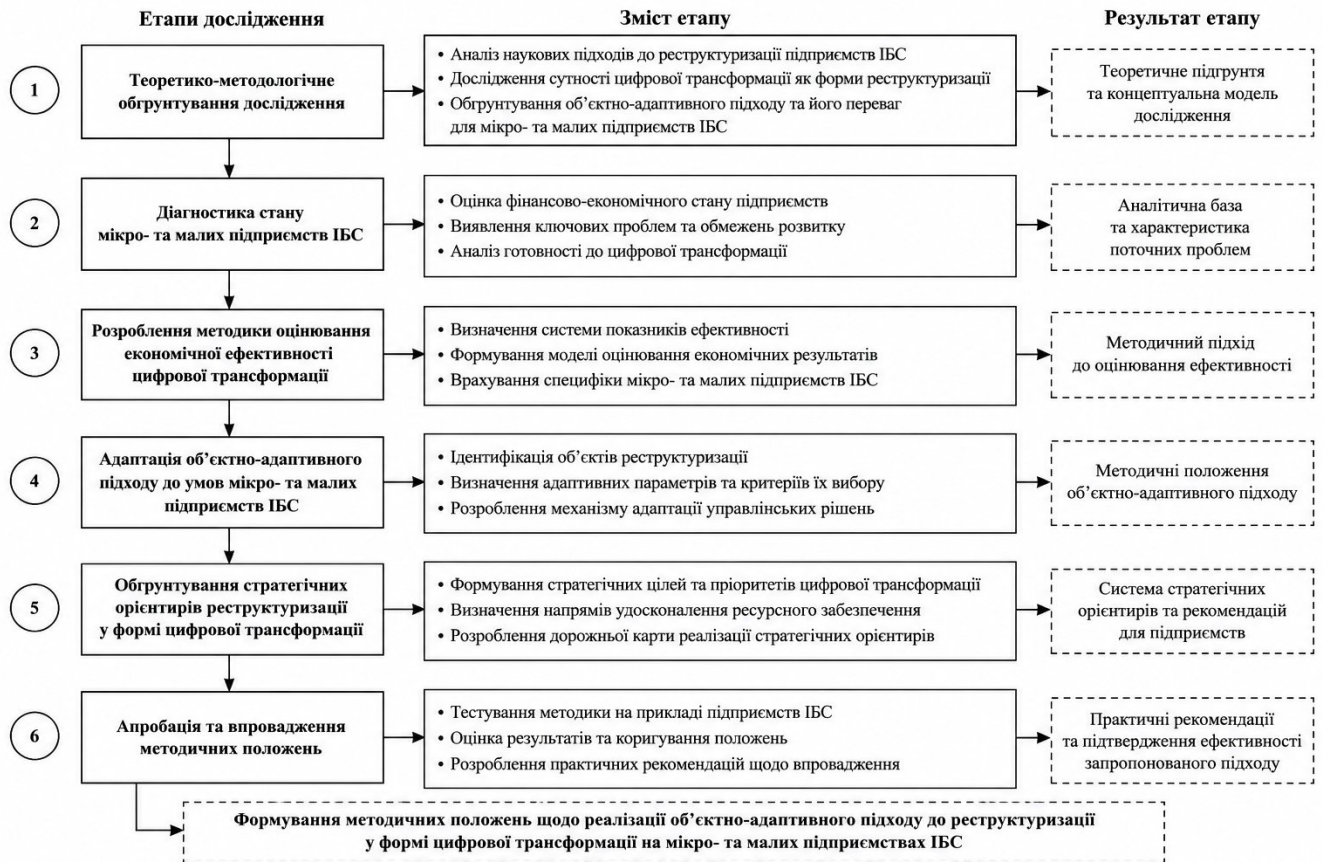


Рис. 3.8. Основні етапи дослідження, спрямовані на формування методичних положень щодо реалізації об'єктно-адаптивного підходу до реструктуризації у формі цифрової трансформації на мікро- та малих підприємствах ІБС (розроблено автором)

Другою групою є капітальні та поточні витрати на цифрову інфраструктуру. Робота з інформаційними моделями може потребувати продуктивної комп'ютерної техніки, спеціалізованого програмного забезпечення, серверних або хмарних потужностей та супровідного навчання. Різноманітність програмних продуктів збільшує ризик надлишкових закупівель і робить критично важливим попереднє визначення функцій, які реально потрібні підприємству.

Третя група пов'язана зі складністю самостійної організації цифрового переходу та вартістю зовнішнього консалтингу. Упровадження ТІМ/ВІМ зачіпає

не лише технічні операції, а й бізнес-процеси, розподіл відповідальності, систему комунікацій та елементи організаційної культури. За відсутності зовнішнього ринкового імпульсу підприємство може відкладати інвестиції, якщо очікуваний ефект не є очевидним або його неможливо швидко монетизувати.

Четверта група охоплює ринкові обмеження: відсутність вимог інвесторів і замовників, недостатню готовність контрагентів до цифрового обміну, неоднорідність рівня TIM/BIM-зрілості учасників. У такому середовищі підприємство має альтернативу продовжувати роботу за традиційною моделлю, що зменшує короткострокову мотивацію до цифрових інвестицій.

П'ята група — поведінковий опір власників, менеджменту та персоналу. Необхідність навчання, тимчасове зростання навантаження, відмова від звичних процедур і потреба у фінансуванні змін формують природний спротив. Тому економічний механізм реструктуризації має включати не лише бюджетування технологій, а й стимули, комунікаційні заходи та інструменти управління змінами.

Шостою групою є часовий лаг між початком інвестицій та отриманням стійкого ефекту. Після закупівлі техніки й програмного забезпечення підприємству необхідно пройти період навчання, тестування та пілотної експлуатації. На даному етапі можливе тимчасове падіння продуктивності через дублювання операцій, помилки та недостатній досвід. Економічний ефект проявляється поступово, у міру переходу від експериментального використання до стабільних цифрових процесів.

Для мікро- та малих підприємств найбільш критичними є фінансова місткість упровадження, складність самостійної організації процесу та недостатній попит з боку замовників. Інші бар'єри можуть бути пом'якшені завдяки компактності колективу, гнучкості управління, швидшому неформальному обміну знаннями та можливості апробувати нові технології на невеликих проєктах. Групи факторів, що визначають економічну ефективність цифрової реструктуризації підприємств ІБС представлено у таблиці 3.11.

Групи факторів, що визначають економічну ефективність цифрової
реструктуризації підприємств ІБС

Група факторів	Зміст обмеження	Економічний прояв	Особливе значення для мікро- та малих підприємств
Кадрово-компетентнісні	Дефіцит ТІМ/ВІМ-фахівців; потреба у навчанні; опір зміні усталених технологій.	Зростання витрат на навчання або залучення персоналу; уповільнення цифрового переходу.	Компактність колективу полегшує обмін знаннями, але обмежена чисельність ускладнює функціональний поділ під час навчання.
Капітальні та поточні витрати	Потреба у техніці, ПЗ, серверних або хмарних потужностях і супровідному навчанні.	Підвищення стартового інвестиційного навантаження; ризик надлишкових закупівель.	Критичною є мінімально достатня конфігурація: точкове оновлення техніки, вибіркоче ПЗ, хмарні сервіси.
Організаційно-консалтингові	Складність самостійної організації переходу; потреба в реінжинірингу процесів, зміні відповідальності та комунікацій.	Витрати на зовнішній консалтинг і внутрішню адаптацію; ризик відкладення інвестицій.	Доцільне спрощення процедур і відмова від надмірної формалізації, якщо вона не створює вимірюваного ефекту.
Ринкові	Відсутність вимог інвесторів і замовників; недостатня цифрова готовність контрагентів; неоднорідність ТІМ/ВІМ-зрілості.	Зниження короткострокової мотивації до цифрових інвестицій; обмеження цифрової кооперації.	Замовник або генеральний виконавець стає ключовим зовнішнім регулятором цифрових вимог.
Поведінкові	Опір власників, менеджменту й персоналу; тимчасове зростання навантаження;	Уповільнення змін, додаткові непрямі витрати, ризик втрати продуктивності.	Потрібні стимули, комунікація та гнучкий перерозподіл завдань у невеликому колективі.

Група факторів	Зміст обмеження	Економічний прояв	Особливе значення для мікро- та малих підприємств
	відмова від звичних процедур.		
Часові	Лаг між інвестиціями та стійким ефектом; навчання, тестування і пілотна експлуатація.	Тимчасове падіння продуктивності, дублювання операцій, відкладений економічний результат.	Пілотування на невеликих проєктах дозволяє скоротити масштаб ризику та швидше перевірити доцільність конфігурації.

Отже, стратегічне завдання для малого підприємства полягає не у відтворенні моделі цифрової трансформації великої компанії в зменшеному масштабі, а у формуванні мінімально достатньої конфігурації цифрових ресурсів, яка забезпечує виконання вимог замовника та створює вимірюваний економічний результат. Саме така теза має бути покладена в основу удосконаленого економічного механізму реструктуризації.

Мікро- та малі підприємства мають обмежену чисельність персоналу та порівняно невеликі фінансові обороти. У межах ІБП вони зазвичай виконують вузький набір функцій. Для проєктної організації таке може бути розроблення одного або декількох розділів документації; для підрядника — виконання конкретного спеціалізованого виду робіт. Відповідно, головним зовнішнім регулятором цифрових вимог для такого підприємства виступає замовник або генеральний виконавець, який визначає формат результату, правила передачі даних та умови інтеграції виконаної частини робіт у загальний проєкт. У таблиці 3.12. представлено порівняльні характеристики цифрової реструктуризації підприємств ІБС залежно від масштабу. Відмінності у формуванні витрат, організаційній складності та потенційних економічних результатах цифрової реструктуризації середніх і великих підприємств доцільно розглядати у взаємозв'язку, наведеному на рис. 3.9. Для середніх і великих підприємств ситуація інша. Вони одночасно координують декілька внутрішніх команд, підрядників і функціональних напрямів, а тому потребують складнішої

архітектури управління, власних регламентів і стандартів. Різниця у масштабі координації означає, що однакові критерії витрат і організаційних змін не можуть механічно застосовуватися до всіх груп підприємств.

Спрощена конфігурація взаємодії та специфіка формування економічного ефекту цифрової реструктуризації мікро- і малих підприємств узагальнені на рис. 3.10.

Таблиця 3.12.

Порівняльні характеристики цифрової реструктуризації підприємств ІБС
залежно від масштабу

Критерій	Середні та великі підприємства	Мікро- та малі підприємства	Адаптивний стратегічний орієнтир
Масштаб координації	Декілька внутрішніх команд, підрядників і функціональних напрямів.	Одна або невелика команда; вузький набір робіт; безпосередня координація із замовником.	Диференціювати глибину організаційних змін відповідно до фактичної складності взаємодії.
Технічна інфраструктура	Масштабна модернізація робочих станцій і серверної інфраструктури.	Точкове оновлення лише робочих місць, залучених до цифрових робіт; можливе використання інфраструктури замовника.	Мінімізувати стартові капітальні витрати без втрати необхідної функціональності.
Програмне забезпечення	Комплекс програмних продуктів для різних функцій і підрозділів.	Вибіркове ПЗ лише для фактично виконуваних функцій.	Критерії вибору: достатність, сумісність, наявні компетентності та сукупна вартість володіння.
Навчання персоналу	Охоплює значну кількість працівників; можливий функціональний поділ на групи.	Менша кількість працівників і програм; навчання часто поєднується з поточними контрактними завданнями.	Цільове навчання, внутрішнє наставництво, урахування підвищеного навантаження.

Критерій	Середні та великі підприємства	Мікро- та малі підприємства	Адаптивний стратегічний орієнтир
Організаційна структура	Можлива поява нових ролей, функцій, координаційних механізмів і зміна структури.	Формальна перебудова може бути непотрібною, якщо змінюється переважно спосіб виконання робіт.	Проводити організаційну реструктуризацію лише за економічно обґрунтованої потреби.
TІM/BІM-стандарти	Доцільне формування власного корпоративного стандарту.	На старті достатні вимоги замовника та компактний внутрішній регламент.	Розвивати стандарти поступово у міру накопичення практики.
Хмарна інфраструктура	Є частиною комплексної цифрової архітектури поряд із власною інфраструктурою.	Може замінювати власні сервери та переводити частину SAPEX в керовані операційні платежі.	Використовувати хмарні сервіси як засіб зниження порогу входження.
Ринкова орієнтація	Цифрова стратегія пов'язана з масштабуванням, інтеграцією даних і власними стандартами.	Критична орієнтація на вимоги конкретного замовника або генерального виконавця.	Починати стратегічний цикл з аналізу контрактного попиту і цифрово сумісних замовників.

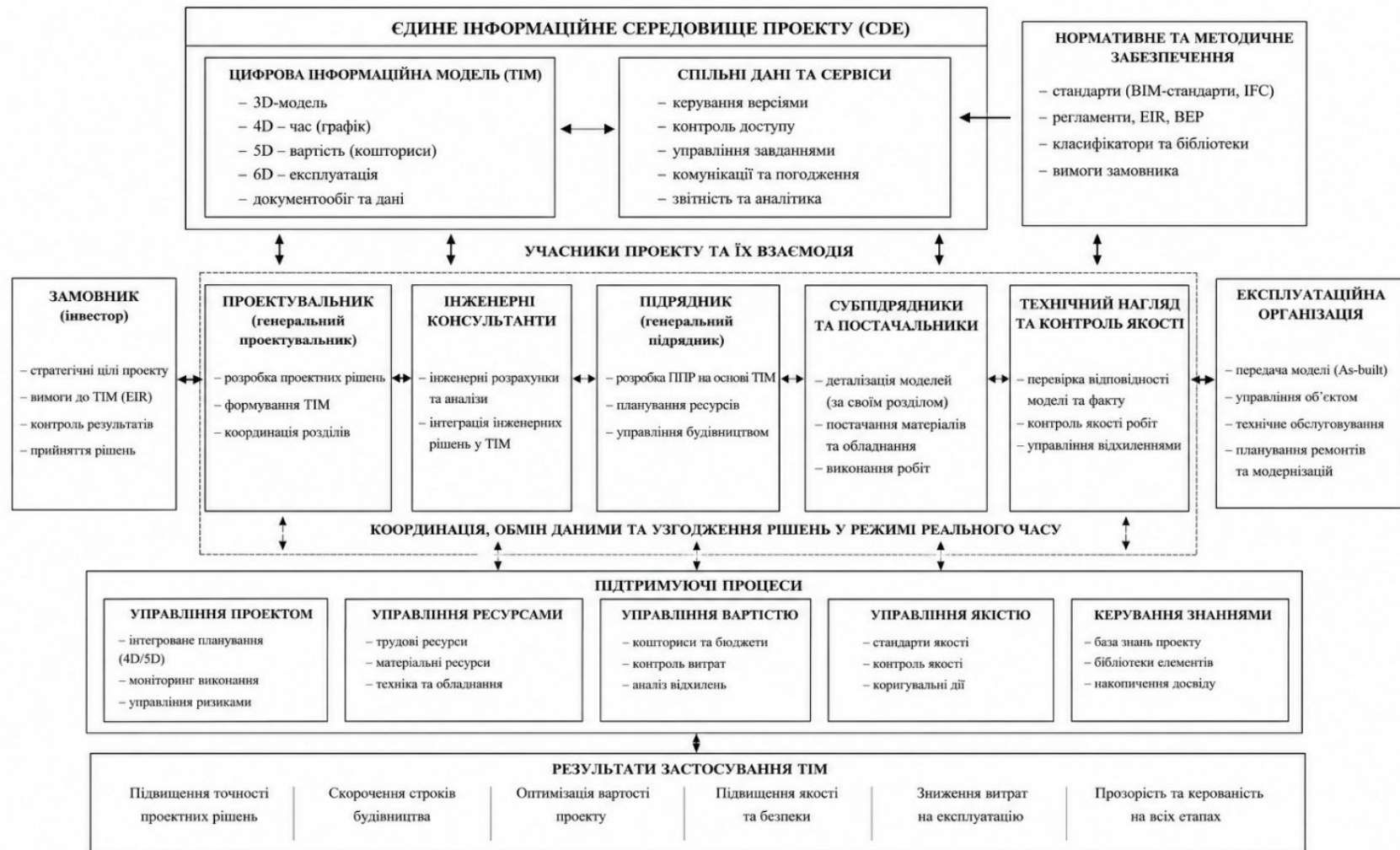


Рис. 3.9. Модель взаємодії на середньому та великому підприємстві ІБС при виконанні проекту із застосуванням ТІМ (розроблено автором)

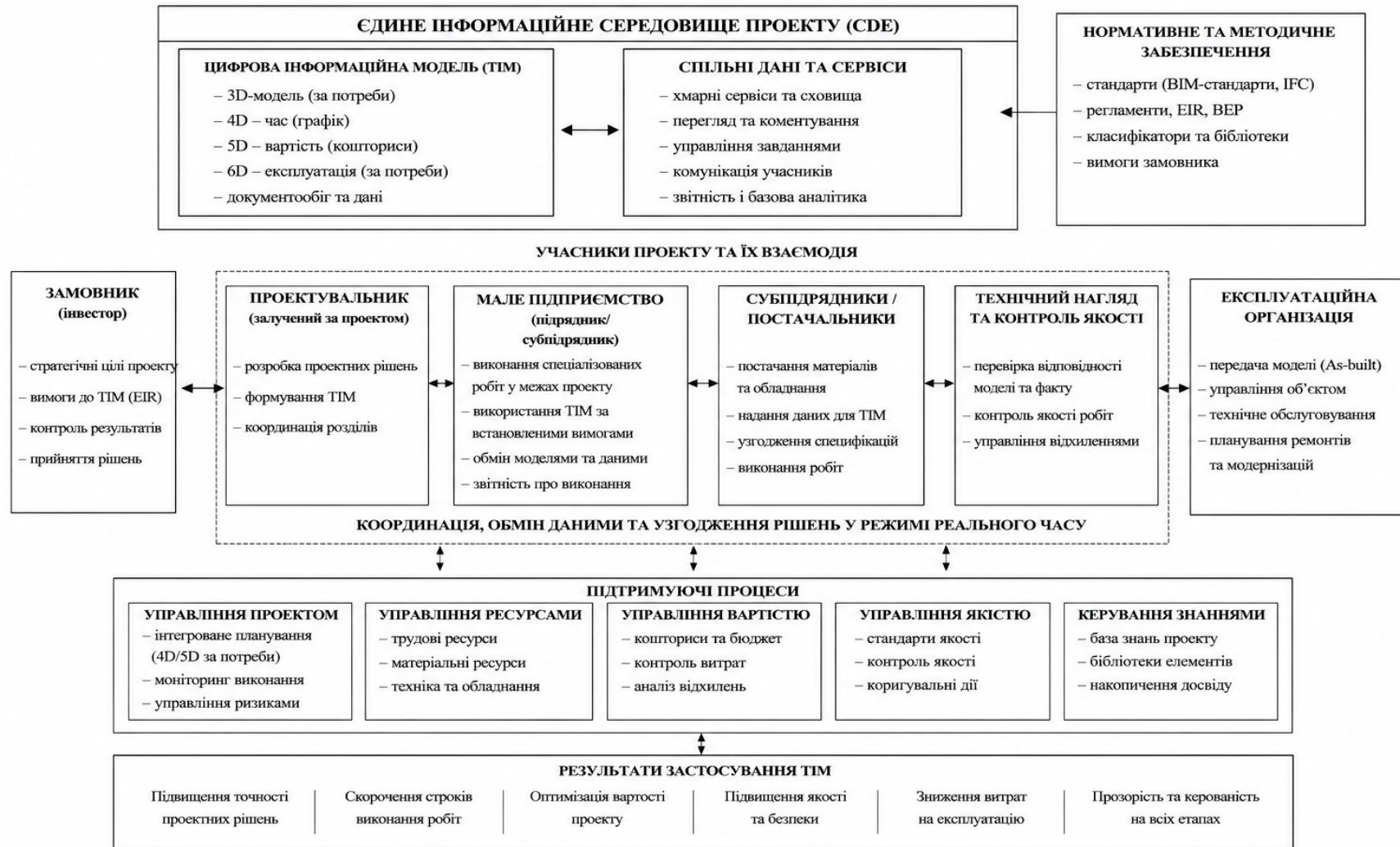


Рис. 3.10. Модель взаємодії на мікро- та малому підприємстві ІБС при виконанні проекту із застосуванням ТІМ (розроблено автором)

На мікро- та малому підприємстві модель взаємодії є значно компактнішою. Найчастіше одна команда виконує один вид робіт і координує результат безпосередньо із замовником, що звужує сферу відповідальності, але одночасно скорочує набір цифрових компетентностей, програмних інструментів і внутрішніх процедур, які необхідно трансформувати.

Для великих підприємств основні витрати цифрової реструктуризації формуються за декількома напрямками: модернізація значної кількості робочих станцій і серверної інфраструктури; закупівля комплексу програмних продуктів; навчання працівників; перебудова процесів; поява нових ролей, функцій і координаційних механізмів; коригування організаційної структури відповідно до нової логіки роботи.

Додаткові витрати виникають через неоднакові темпи навчання працівників та необхідність паралельного функціонування традиційних і цифрових процедур у перехідний період. Масштаб підприємства посилює тимчасове зниження продуктивності під час пілотування. Координація численних груп також обумовлює потребу у власному TIM/BIM-стандарті, який поступово уточнюється в міру накопичення практики. Значні зміни функцій і способів взаємодії потребують розвитку цифрової організаційної культури та системи мотивації.

Для малого підприємства структура витрат інша. Модернізація техніки обмежується кількістю працівників, безпосередньо залучених до цифрових робіт. Необхідність у власних серверах часто відсутня, оскільки частина даних може оброблятися в інфраструктурі замовника, а зберігання — здійснюватися у хмарному середовищі. Такий підхід переводить частину капітальних витрат у керовані операційні платежі та знижує початковий інвестиційний бар'єр.

Програмне забезпечення також може закуповуватися вибірково — лише для тих функцій, які фактично виконує підприємство. Навчання залишається обов'язковим, однак охоплює меншу кількість працівників і менший набір програм. Виробничі процедури коригуються, проте організаційна структура та

внутрішня система взаємозв'язків можуть не потребувати суттєвого реінжинірингу.

Для малого підприємства часто немає економічної необхідності розробляти повноцінний власний TIM/BIM-стандарт на початковому етапі. Практичні правила роботи можуть визначатися вимогами замовника, а внутрішній регламент формуватися поступово на основі накопиченого досвіду, що зменшує витрати часу й коштів на старті, хоча підвищує потребу у здатності швидко адаптуватися до різних зовнішніх вимог.

Компактність колективу сприяє швидшому поширенню знань і зближенню темпів освоєння цифрових інструментів. Тимчасове зниження продуктивності на етапі навчання та пілотування залишається неминучим, але його масштаб, як правило, менший. Менша бюрократизація також спрощує зміну усталених практик і прискорює управлінські рішення.

Таким чином, порівняння структури витрат засвідчує, що частина перетворень, необхідних великому підприємству, для малого суб'єкта може бути економічно недоцільною або взагалі непотрібною. До таких заходів належать масштабна перебудова організаційної структури, розроблення складного корпоративного TIM/BIM-стандарту на старті та формалізована трансформація організаційної культури. Їх виключення з обов'язкового набору заходів знижує вартість реструктуризації без втрати її функціонального змісту.

Водночас для малого підприємства критичного значення набуває орієнтація на вимоги замовника. Саме замовник визначає програмну сумісність, необхідний рівень деталізації, формат результатів і правила обміну даними. Тому стратегічний цикл цифрової реструктуризації доцільно починати з аналізу чинного пулу замовників і виявлення тих із них, хто готовий реалізовувати проекти з TIM/BIM. За відсутності таких контрагентів необхідним стає цільовий пошук нових замовників.

Адаптована послідовність реалізації цифрової реструктуризації, що пов'язує ринкові вимоги, ресурсні можливості, технологічний вибір, навчання, пілотування та оцінювання результатів, представлена на рис. 3.11.

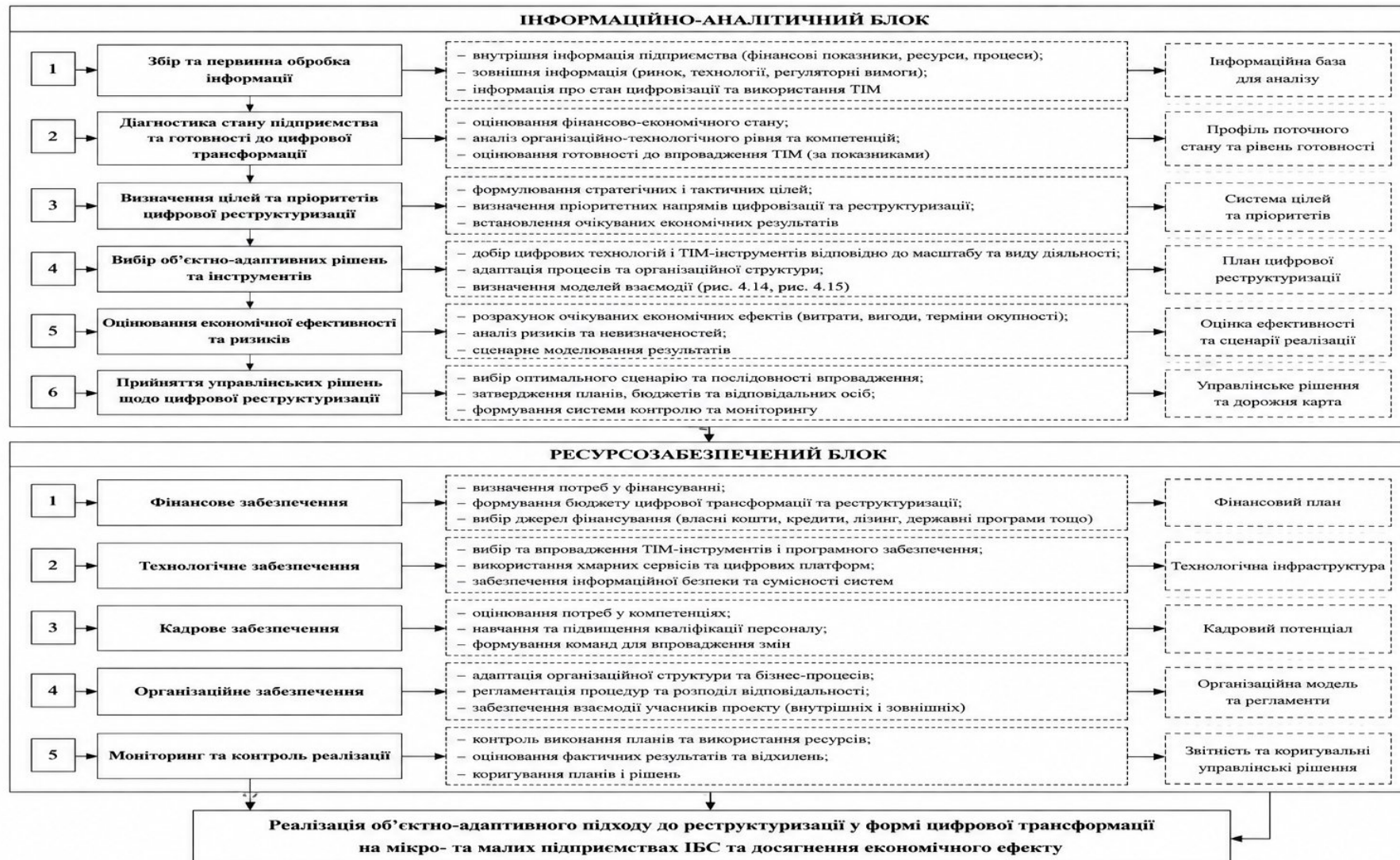


Рис.3.11. Алгоритм реалізації об'єктно-адаптивного підходу до реструктуризації у формі цифрової трансформації на мікро- та малих підприємствах ІБС: інформаційно-аналітичний блок та ресурсозабезпечений блок ((розроблено автором))

Така логіка визначає послідовність реалізації удосконаленого економічного механізму. На першому етапі підприємство аналізує ринок, вимоги замовників і потенційні напрями цифрової кооперації. Паралельно формулюються власні цілі цифрової реструктуризації, визначаються завдання, очікувані результати, етапи та попередні критерії ефективності. Для малого підприємства ключовою відмінністю є те, що стратегія формується не ізольовано, а у прямому зв'язку з майбутнім контрактним попитом.

Після визначення цілей уточнюються виробничі завдання, які планується виконувати з використанням TIM/BIM, та відбираються програмні рішення. Критерієм вибору має бути не максимальна функціональність продукту, а достатність для конкретних операцій, сумісність із середовищем замовника, наявність внутрішніх компетентностей і сукупна вартість володіння. Якщо підприємство вже має сумісне програмне забезпечення або фахівців із відповідним досвідом, використання такого рішення може бути економічно доцільнішим за придбання ідентичного продукту замовника.

Наступним кроком є оцінювання технічної потреби. На відміну від великих підприємств, для яких модернізація інфраструктури часто має комплексний характер, мале підприємство може обмежитися точковим оновленням робочих місць. За достатньої продуктивності наявної техніки частина інвестицій може бути відкладена. Хмарні сервіси доцільно розглядати як інструмент зниження стартових капітальних витрат, особливо для зберігання та спільної роботи з даними.

Паралельно оцінюється кадрова готовність: наявність досвіду, рівень володіння обраними програмами, потреба в навчанні та можливість внутрішнього наставництва. Для компактного колективу немає потреби у складних формалізованих процедурах тестування, якщо необхідну інформацію можна отримати шляхом структурованого опитування та аналізу фактичного досвіду працівників.

Після цього формується бюджет цифрової реструктуризації. До нього включаються витрати на обладнання, програмне забезпечення або хмарні

підписки, навчання, консалтинг, пілотні проєкти, можливе тимчасове зниження продуктивності та супровід цифрових процесів. Якщо потреба у фінансуванні відповідає можливостям підприємства, здійснюється перехід до інвестиційної фази. Якщо ні — механізм передбачає накопичення ресурсів, пошук додаткових джерел фінансування, перегляд технологічної конфігурації або орієнтацію на замовників, робота з якими потребує менш витратного цифрового середовища.

У великих підприємствах доцільним може бути функціональний поділ працівників на тих, хто тимчасово підтримує традиційні процеси, тих, хто проходить навчання, та внутрішніх експертів. Для мікро- і малих підприємств така схема не завжди можлива через малу чисельність персоналу. Працівник часто змушений одночасно виконувати поточні контрактні зобов'язання та освоювати нові технології. Тому економічний механізм має враховувати підвищене навантаження, тимчасове перерозподілення завдань і стимули, що знижують ризик опору змінам.

Після навчання необхідною стадією є пілотування. Пілотний проєкт дає можливість перевірити технічну сумісність, реальні трудовитрати, якість інформаційного обміну та економічну доцільність обраної конфігурації. За можливості його слід реалізовувати спільно із замовником, організовуючи середовище спільних даних із регламентованими правами доступу.

Наступна стадія пов'язана з виробничою та, за потреби, організаційною реструктуризацією. Якщо цифрові технології істотно змінюють розподіл функцій, відповідальності та комунікацій, виникає необхідність у коригуванні організаційної структури. Якщо ж зміни стосуються переважно способу виконання роботи окремими працівниками та взаємодії із замовником, формальна перебудова структури може не проводитися. Таким чином, організаційна реструктуризація має бути не обов'язковою процедурою, а економічно обґрунтованою реакцією на фактичну глибину виробничих змін.

На реалізаційній стадії підприємство переходить від пілотів до реальних ІБП. Для мікро- і малого бізнесу пріоритетом залишається виконання ТІМ/ВІМ-вимог замовника. Повномасштабний корпоративний стандарт може бути

замінений компактним внутрішнім регламентом, який описує порядок досягнення зовнішніх вимог, правила роботи з даними та типові операції. У подальшому такий документ стає основою для адаптації нових працівників і накопичення організаційного знання.

Моніторинг має здійснюватися протягом усього циклу реструктуризації. Проміжні результати доцільно оцінювати за показниками витрат, строків, продуктивності, якості, кількості помилок, швидкості інформаційного обміну та рівня використання цифрових інструментів. Після завершення визначеного етапу необхідна підсумкова оцінка, яка поєднує економічні та неекономічні параметри.

Економічна ефективність цифрової реструктуризації мікро- та малих підприємств не повинна оцінюватися за абсолютною величиною ефекту, характерною для великих інтегрованих структур. Більш коректним є принцип співмірності: масштаб результату має зіставлятися з масштабом інвестицій, функціоналом підприємства та глибиною змін. Менші абсолютні вигоди не свідчать про неефективність, якщо вони досягаються за пропорційно нижчих витрат і створюють стратегічні можливості для участі у нових проєктах.

Систематизацію ключових результатів цифрової реструктуризації підприємств ІБС, які утворюють операційну, інвестиційну та стратегічну складові ефективності, наведено на рис. 3.12.

У міру накопичення досвіду підприємство отримує сукупність взаємопов'язаних результатів. До них належить підвищення якості робіт завдяки точнішій координації та зменшенню помилок; зростання продуктивності внаслідок автоматизації повторюваних операцій і повторного використання напрацювань; прискорення інформаційного обміну із замовниками та іншими учасниками проєкту; економія матеріальних, трудових, енергетичних і фінансових ресурсів; зменшення обсягів переробок, будівельних відходів та пов'язаних із ними витрат; посилення конкурентоспроможності на ринку, де цифрові вимоги поступово перетворюються на стандарт взаємодії.



Рис.3.12. Алгоритм реалізації об'єктно-адаптивного підходу до реструктуризації у формі цифрової трансформації на мікро- та малих підприємствах ІБС: організаційний блок та реалізаційний блок (розроблено автором)

З позицій удосконаленого економічного механізму зазначені ефекти доцільно розглядати у трьох взаємопов'язаних площинах. Перша — операційна ефективність, що відображає економію ресурсів, скорочення строків, зростання продуктивності та якості. Друга — інвестиційна ефективність, яка характеризує окупність витрат на технічну інфраструктуру, ПЗ, хмарні сервіси, навчання та адаптацію. Третя — стратегічна ефективність, пов'язана з розширенням ринку, підвищенням технологічної сумісності з контрагентами, накопиченням інтелектуального капіталу та формуванням здатності підприємства брати участь у складніших цифрових ІБП. Таблиця 3.13 – система оцінювання ефективності та стратегічні орієнтири цифрової реструктуризації підприємств ІБС

Відповідно, стратегічні орієнтири подальшого вдосконалення механізму мають визначатися не єдиною універсальною траєкторією, а результатами діагностики. Для підприємств із низькою ресурсною забезпеченістю пріоритетом є мінімізація стартових капітальних витрат, використання хмарних сервісів, сумісного програмного забезпечення та цільового навчання. Для підприємств із достатнім фінансовим потенціалом — масштабування ТІМ/ВІМ, інтеграція даних і розвиток власних стандартів. Для підприємств із низьким ринковим попитом на цифрові послуги — пошук замовників і партнерів, для яких ТІМ/ВІМ є контрактною вимогою. Для підприємств із достатнім рівнем цифрової зрілості — перехід від локальної автоматизації до наскрізного управління даними, формування цифрових сервісів і використання накопичених даних як економічного активу.

Таблиця 3.13

Система оцінювання ефективності та стратегічні орієнтири цифрової
реструктуризації підприємств ІБС

Площина ефективності / діагностична ситуація	Ключовий зміст оцінювання	Показники та результати	Стратегічний орієнтир
Операційна ефективність	Оцінювання безпосередніх результатів	Економія ресурсів; скорочення	Оптимізація процесів, автоматизація повторюваних операцій,

Площина ефективності / діагностична ситуація	Ключовий зміст оцінювання	Показники та результати	Стратегічний орієнтир
	цифровізації виробничих та інформаційних процесів.	строків; продуктивність; якість; кількість помилок; швидкість інформаційного обміну.	зменшення переробок і втрат.
Інвестиційна ефективність	Співвідношення результатів із витратами на цифрову інфраструктуру та адаптацію.	Окупність техніки, ПЗ, хмарних сервісів, навчання, консалтингу та пілотів.	Поетапність інвестицій і принцип співмірності ефекту з масштабом вкладень та глибиною змін.
Стратегічна ефективність	Оцінювання довгострокових можливостей, що виникають завдяки цифровій трансформації.	Розширення ринку; технологічна сумісність; накопичення інтелектуального капіталу; участь у складніших цифрових ІБП.	Перехід від локальної цифровізації до стійкої цифрової конкурентоспроможності.
Низька ресурсна забезпеченість	Обмежена здатність фінансувати комплексну трансформацію.	Високий стартовий бар'єр; необхідність контролю сукупної вартості володіння.	Хмарні сервіси, сумісне ПЗ, цільове навчання, мінімізація стартових CAPEX.
Достатній фінансовий потенціал	Наявність ресурсів для розширення цифрової конфігурації.	Можливість масштабування технологій та інтеграції даних.	Масштабування ТІМ/ВІМ, інтеграція інформаційних потоків, розвиток власних стандартів.

Площина ефективності / діагностична ситуація	Ключовий зміст оцінювання	Показники та результати	Стратегічний орієнтир
Низький ринковий попит на цифрові послуги	Недостатній зовнішній імпульс для цифрових інвестицій.	Обмежена монетизація цифрових компетентностей.	Пошук замовників і партнерів, для яких ТІМ/ВІМ є контрактною вимогою.
Достатня цифрова зрілість	Базові технології та компетентності вже сформовані.	Здатність накопичувати та використовувати цифрові дані і знання.	Наскрізне управління даними, цифрові сервіси, використання накопичених даних як економічного активу.

Отже, удосконалений економічний механізм реструктуризації підприємств ІБС має поєднувати оцінювання витрат, результатів і ризиків із адаптивним вибором стратегічної траєкторії. Його ефективність визначається не максимальною кількістю впроваджених цифрових інструментів, а здатністю забезпечити економічно виправдану конфігурацію технологій, компетентностей, процесів і партнерських зв'язків відповідно до масштабу підприємства та його ролі в ІБП.

Проведене узагальнення дозволяє зробити висновок, що відмінності між мікро-, малими, середніми та великими підприємствами стосуються не тільки абсолютного обсягу інвестицій, а й самого складу необхідних трансформаційних заходів. Для малого підприємства низка змін, обов'язкових для великої структури, може бути виключена або відкладена без втрати результативності. Натомість значення сумісності з вимогами замовника, гнучкості, хмарної інфраструктури та вибіркового розвитку компетентностей істотно зростає.

Таким чином, оцінювання економічної ефективності та визначення стратегічних орієнтирів удосконаленого економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери повинні базуватися на принципах співмірності витрат і результатів, диференціації за масштабом підприємства, поетапності цифрових інвестицій, ринкової орієнтації,

технологічної сумісності та адаптивності. Такий підхід дає можливість перетворити цифрову трансформацію з набору технологічних заходів на керований економічний процес, у якому кожний наступний крок обґрунтовується досягнутим ефектом, ресурсною спроможністю та стратегічними перспективами підприємства.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

У третьому розділі сформовано методичне та інструментальне підґрунтя удосконалення економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації. Отримано такі результати.

1. Розроблено економіко-математичну модель та методичний інструментарій формування адаптивного механізму реструктуризації підприємств ІБС на основі адаптивного підходу та хмарних BIM-платформ. Підприємство ІБС формалізовано як об'єкт моделювання, стан якого у момент часу t задається вектором $X(t) = \{E(t), O(t), T(t), H(t), P(t), D(t)\}$, що акумулює економічні, організаційні, технологічні, кадрові, процесні та інформаційні параметри. Перехід до цільового стану описано функцією $X(t+1) = F[X(t), U(t), Z(t), B(t)]$, де $B(t)$ характеризує інформаційно-технологічне середовище хмарної BIM-платформи. Вибір керуючого впливу формалізовано як багатокритеріальну задачу оптимізації: $U^* = \arg \max [w_1\Delta V + w_2\Delta P + w_3\Delta M - w_4C - w_5T - w_6R]$. Обґрунтовано замкнений адаптивний контур управління «діагностика $\rightarrow$ моделювання $\rightarrow$ вибір $\rightarrow$ реалізація $\rightarrow$ моніторинг $\rightarrow$ адаптація». Окремо враховано цифрову сумісність учасників ІБП: ефективність спільного застосування ТІМ/BIM обмежується рівнем цифрової готовності найменш підготовленого ключового учасника ($L_BIM(ІБП) = \min L_BIM(Y_i) \rightarrow \max$), що обґрунтовує необхідність мінімізації цифрового розриву між контрагентами ($\Delta_BIM = \max |L_BIM(Y_i) - L_BIM(Y_j)| \rightarrow \min$).

2. Удосконалено економічний інструментарій управління інтелектуальним капіталом, цифровими компетентностями та інноваційними активами підприємств ІБС у процесах цифрової реструктуризації. Обґрунтовано розширене розуміння ресурсної основи цифрових перетворень: поряд із матеріально-технологічною інфраструктурою об'єктами економічного управління визначено знання, цифрові компетентності, організаційні процедури, цифрові моделі та дані, інтелектуальну власність, партнерські

зв'язки та інноваційні рішення. Запропоновано систему оцінювання керованості інтелектуального капіталу та інноваційних активів за сімома функціональними блоками (технічним, технологічним, кадровим, виробничим, фінансовим, ринковим, маркетинговим) із застосуванням п'ятибальної шкали та експертно-вагових коефіцієнтів. Визначено обмежуючі умови: Z-коефіцієнт Альтмана $> 1,23$ та дисбаланс фінансових ресурсів $< 25\%$. Загальна оцінка формується як: $РГ = (РГТ + РГТл + РГК + РГП + РГФ + РГР + РГМ)/7$. Інструментарій доповнено ESG-контуром, що забезпечує оцінювання результативності інвестицій у цифрові компетентності не виключно за фінансовою віддачею, а й за екологічними, соціальними та управлінськими наслідками.

3. Розроблено методичні положення щодо комплексного оцінювання економічної ефективності удосконаленого механізму реструктуризації підприємств ІБС та визначення стратегічних орієнтирів його реалізації. Доведено, що економічну ефективність цифрової реструктуризації недоцільно ототожнювати з самим фактом упровадження ТІМ/ВІМ або кількістю використовуваних цифрових інструментів — вона має визначатися співвідношенням отриманих результатів із сукупністю залучених ресурсів. Обґрунтовано принцип співмірності: масштаб результату має зіставлятися з масштабом інвестицій, функціоналом підприємства та глибиною змін. Встановлено, що для мікро- та малих підприємств пріоритетними є мінімізація стартових капітальних витрат, використання хмарних сервісів, сумісного програмного забезпечення та цільового навчання; для середніх і великих — масштабування ТІМ/ВІМ, інтеграція даних та розвиток власних стандартів. Визначено чотири стратегічні орієнтири залежно від результатів діагностики: за низької ресурсної забезпеченості — зниження стартових інвестицій; за достатнього фінансового потенціалу — масштабування та інтеграція; за недостатнього ринкового попиту — пошук цифрово сумісних замовників; за високої цифрової зрілості — перехід до наскрізного управління даними та економічної капіталізації інформаційних активів. Оцінювання ефективності здійснюється у трьох площинах: операційній, інвестиційній та стратегічній.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв'язано науково-прикладну задачу щодо удосконалення теоретико-методичних засад і прикладного інструментарію формування економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах їх переходу до парадигми цифрового будівництва на засадах впровадження технологій інформаційного моделювання.

На підставі проведеного комплексного дослідження сформульовано такі загальні висновки.

1. Теоретико-методологічне дослідження генезису та економічної сутності реструктуризації підприємств ІБС дозволило встановити, що в умовах переходу від індустріальної парадигми до цифрової (Industry 4.0 → Industry 5.0) реструктуризація набула статусу стратегічного механізму адаптації, спрямованого на конвертацію цифрових активів у вимірну капіталізацію. Визначено, що організація управління реструктуризацією має охоплювати сім ключових напрямів перетворень, а цифрова трансформація є комплексним процесом, що зачіпає всі управлінські підсистеми підприємства та його зовнішні контури взаємодії з учасниками інвестиційно-будівельних проєктів.

2. Концептуальне обґрунтування економічного механізму реструктуризації в умовах платформної економіки засвідчило необхідність переходу від клієнтоорієнтованої до екосистемоорієнтованої логіки, де цінність створюється колективно у єдиному середовищі даних. Сформована архітектура механізму, що інтегрує сценарний, ресурсний, процесний, ринковий та екосистемоорієнтований підходи через чотири стратегічні блоки, забезпечує трансфункціональний характер стратегії цифрової трансформації та її синхронізацію з корпоративною стратегією підприємства.

3. Методологічне удосконалення економічного оцінювання результативності цифрової реструктуризації на основі data-driven моделювання забезпечило перехід від якісних описів трансформації до прецизійного

економічного вимірювання її результатів. Розроблений об'єктно-адаптивний організаційно-економічний механізм із чотирма функціональними блоками, диференційований за функціональними кластерами підприємств ІБС, створює методологічну основу для кількісної верифікації впливу трансформаційних заходів на фінансово-економічні показники.

4. Макроекономічний аналіз трансформаційних зрушень та інвестиційної динаміки в ІБС України в умовах післявоєнного відновлення довів неможливість екстенсивної моделі відбудови та обґрунтував технології інформаційного моделювання як макроекономічний чинник прозорості, антикорупційного контролю та інвестиційної привабливості. Виявлено регуляторні обмеження (оцінка бізнесом ефективності державного регулювання — 4,63 бала з 10) та визначено пріоритети державної підтримки: інвестиції в людський капітал, стандартизацію цифрової інфраструктури, гармонізацію нормативної бази з європейськими вимогами.

5. Розроблений методичний підхід до економічного оцінювання цифрової зрілості та інвестиційно-інноваційного потенціалу підприємств ІБС на основі індексного методу забезпечує визначення парціальних та інтегрального показників готовності за сімома факторами, ідентифікацію функціонального профілю та масштабу підприємства через тривимірну модель, а також узгодження цифрової трансформації зі стратегіями розвитку через цільову функцію максимізації конкурентоспроможності.

6. Систематизація та кількісна оцінка економічних ризиків і бар'єрів цифрової реструктуризації забезпечена інтегрованим методичним інструментарієм, що включає реєстр ризиків, матрицю первинної оцінки, авторський індекс бар'єрності DCBI, декомпозицію ТСО та ризик-скоригований NPV. Виявлено подвійну асиметрію цифрового переходу (часову та інституційну) та обґрунтовано концепцію «цифрового трансакційного клину» як системного обмеження ефективності цифровізації.

7. Розроблена економіко-математична модель адаптивного механізму реструктуризації формалізує стан підприємства вектором параметрів, описує

перехід до цільового стану з урахуванням середовища хмарної ВІМ-платформи та формалізує вибір керуючого впливу як багатокритеріальну оптимізаційну задачу. Забезпечено замкнений адаптивний контур управління та враховано цифрову сумісність учасників ІБП через модель мінімізації розриву у цифровій зрілості контрагентів.

8. Удосконалений економічний інструментарій управління інтелектуальним капіталом та інноваційними активами забезпечує оцінку керованості за сімома функціональними блоками із застосуванням п'ятибальної шкали, експертно-вагових коефіцієнтів та обмежуючих умов. Інтеграція людського, структурного та реляційного капіталу доповнена ESG-контуром, що спрямовує цифрову реструктуризацію на довгострокове створення вартості та відповідальне управління.

9. Розроблені методичні положення щодо комплексного оцінювання економічної ефективності удосконаленого механізму реструктуризації базуються на принципі співмірності, диференціації за масштабом підприємства, поетапності цифрових інвестицій та адаптивно-сценарному характері вибору стратегічної траєкторії. Оцінювання здійснюється у трьох площинах (операційній, інвестиційній, стратегічній), а стратегічні орієнтири визначаються результатами діагностики, що забезпечує економічно доцільну конфігурацію технологій, компетентностей та партнерських зв'язків.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розвитку теоретико-методологічних положень щодо управління реструктуризацією підприємств ІБС за сімома напрямками перетворень; удосконаленні методології об'єктно-адаптивного підходу на основі тривимірної моделі; формуванні концептуальних засад механізму реструктуризації в умовах платформної економіки; розробці data-driven інструментарію оцінювання; створенні економіко-математичної моделі адаптивного механізму з хмарними ВІМ-платформами; обґрунтуванні макроекономічної ролі ТІМ у повоєнному відновленні; виявленні подвійної асиметрії та «цифрового трансакційного клину»; інтеграції ESG-контур в

управління інтелектуальним капіталом; та формуванні принципу співмірності оцінювання ефективності.

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні цілісного методичного контуру економічного управління цифровою реструктуризацією підприємств ІБС, який інтегрує адаптивне економіко-математичне моделювання, управління інтелектуальним капіталом та інноваційними активами, комплексне оцінювання економічної ефективності та стратегічний вибір. Сформований інструментарій може бути використаний підприємствами інвестиційно-будівельної сфери різних функціональних профілів та масштабів для обґрунтування управлінських рішень щодо цифрової трансформації, а також органами державного управління при формуванні політики цифровізації будівельної галузі в контексті післявоєнного відновлення та європейської інтеграції України.

Реалізація сформованих у дисертації положень створює передумови для довгострокового нарощування інвестиційно-інноваційного потенціалу, конкурентоспроможності та економічної стійкості підприємств інвестиційно-будівельної сфери, забезпечуючи перехід від фрагментарного впровадження окремих цифрових технологій до керованої реструктуризації системи створення вартості підприємства на основі хмарних BIM-платформ, економічної капіталізації знань і даних, розвитку цифрових компетентностей та ESG-орієнтованих управлінських рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аксельрод Р., Трач Р., Чернишев Д., Рижаків Д., Петруха С., Хоменко О. Інноваційні напрями оновлення операційних систем будівельних підприємств в умовах нестабільного бізнес-середовища проєкту. Управління розвитком складних систем. 2021. № 48. С. 102–113.
2. Байбуз О. Г., Долгих А. О. Порівняльний аналіз ефективності моделей прогнозування часових рядів за допомогою багатокритеріальної процедури на прикладі фінансових показників. Вісник ЖДТУ. Серія "Технічні науки". 2019. № 1 (83). С. 130–141.
3. Байда В., Велігорський О. Методологія діагностики апаратного забезпечення з використанням інформаційної технології цифрового двійника. Технічні науки та технології. 2025. № 2 (40). С. 234–253.
4. Бартко В. Ф. Економічна ефективність цифрової екосистеми підприємств у будівельному девелопменті: концептуальні засади та механізми підвищення. Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу: матеріали доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 4-5 листопада 2025 року) / за заг. ред. В. М. Лича, Л. О. Згалат-Лозинської. Київ: КНУБА, 2025. 950 с.
5. Бартко В. Ф., Цзін Ц., Хоменко О. М. Концептуально-теоретичні аспекти трансформації середовища будівельного девелоперського проєкту до формату цифрової екосистеми. Просторовий розвиток. 2024. Вип. 9. С. 361-372.
6. Бартко В., Цянь Ц., Хоменко О. Концептуально-теоретичні аспекти трансформації середовища будівельного девелоперського проєкту до формату цифрової екосистеми. Просторовий розвиток. 2024. № 9. С. 361–372.
7. Безуглий А., Янчук М., Іванченко В., Стасюк Б., Захарова Т. Комплексна оцінка показників ефективності інвестицій будівництва, реконструкції та

- ремонтів автомобільних доріг: науково-методичний аспект. Дороги і мости. Київ. 2022. С. 17–30.
8. Бойко Т., Батуринська І. Визначення техногенного ризику на основі методу Монте-Карло. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. Вип. 2, № 11 (62). С. 4–7.
 9. Броневицький А., Гречко Н. Прогнозування параметрів ефективності будівельних процесів ревіталізації промислових будівель. Науковий вісник будівництва. 2015. № 4. С. 76–81.
 - 10.Беленкова О. Цифрова трансформація будівництва: механізм взаємодії бізнесу, науки, держави. Building production. 2019. Вип. 1, № 66. С. 30–36.
 - 11.Беленкова О., Дубінін Д. Цифрова трансформація будівництва і девелопменту територій як імператив формування стратегій учасників будівельного процесу. Містобудування та територіальне планування. 2022. № 81. С. 13–22.
 - 12.Бідюк П., Кузнєцова Н., Терентьев О. Система підтримки прийняття рішень для аналізу фінансових даних. Наукові вісті Національного технічного університету України Київський політехнічний інститут. 2011. № 1. С. 48–61.
 - 13.Вітлінський В., Матвійчук А. Нейро-нечітке моделювання в інтелектуальних системах прийняття рішень. Моделювання та інформаційні системи в економіці.–К.: КНЕУ. 2008. С. 20–28.
 - 14.Гаєвська Н., Зайченко В. Теорія та практика оцінки ефективності інвестиційних проектів у дорожньому будівництві. Дороги і мости. 2006. № 5. С. 372–377.
 - 15.Гергі Д. С., Омеляненко М. М., Малярєнко О. С., Кончаківський О. І., Бартко В. Ф. Інформаційно-адаптивні платформи інтегрованої реалізації проектів як драйвер гармонізації економічних інтересів підприємств-стейкхолдерів будівництва. Управління розвитком складних систем. 2024. Вип. 60. С. 156-164.

- 16.Гергі М., Кацюба І., Кирик Я., Хоменко О., Жалдак Р. Базові функціонали цифрової трансформації організаційно-технологічних процесів в мультипроектному середовищі будівництва. Містобудування та територіальне планування. 2024. № 87. С. 179–192.
- 17.Гончаренко Т. Сучасні інформаційні технології для моделювання міського середовища та розробки цифрових двійників міських об'єктів. Управління розвитком складних систем. 2022. № 51. С. 87–93.
- 18.Граф М. С., Свінцицька О. М., Артамонов Є. Б. Нечітке моделювання для аналізу та прогнозування в складних інформаційних системах. Технічна інженерія. 2024. № 1 (93). С. 139–146.
- 19.Данченко О., Занора В. Огляд методів аналізу ризиків в проектах. Управление проектами и развитие производства. 2007. № 1 (21). С. 57–64.
- 20.Дружинін М., Хоменко О., Рижакова Г. Методологічний концепт і прикладні засади адаптогенної організації будівництва з урахуванням сучасних інноваційно-інвестиційних трендів. Управління розвитком складних систем. 2024. № 59. С. 182–190.
- 21.Дубінін Д. Цифрова трансформація українських будівельних та проектних підприємств: перешкоди та можливості. Управління розвитком складних систем. 2023. № 56. С. 131–137.
- 22.Зайчук С. В., Дружинін М. А., Хоменко О. М. Економічні та функціонально-операційні імперативи формування господарського портфеля підприємства-девелопера в будівництві. Управління розвитком складних систем. 2024. № 57. С. 130–138.
- 23.Замлинський В. Фінансово-економічні показники ефективності інвестиційних процесів на підприємстві. Економічний аналіз. 2014. № 16, № 2. С. 12–18.
- 24.Зянько В., Дзюбко М. Методи аналізу фінансових ризиків суб'єктів господарювання. Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії. 2017. № 1 (1). С. 99.

25. Ісаєнко Д., Теренчук С. Моделювання інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з технічного регулювання в будівництві. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2018. № 72. С. 18–25.
26. Ключко Н., Слабінога М., Тутка О. Застосування методу МонтеКарло для оцінки похибки доплерівських вимірювачів швидкості та кута зносу. Методи та прилади контролю якості. 2016. № 1 (36). С. 81–85.
27. Кончаківський О. І., Бартко В. Ф., Хоменко О. М., Гергі Д. С. Цифрова модернізація операційних систем підприємств-стейкхолдерів будівництва: інноваційні рішення та екосистемний підхід. Просторовий розвиток. 2024. Вип. 10. С. 554–567.
28. Криклива М. Методи оцінки ефективності інвестицій в сучасних умовах ведення бізнесу. Молодий вчений. 2019. № 1 (65). С. 216–218.
29. Кричевська Ю. В. Трансформація управлінських процесів у будівельному девелопменті: цифрові технології та ефективність. Відповідальний за випуск: д. е. н., проф. Згалат-Лозинська Л. О. 2024. С. 391.
30. Кричевська Ю., Рижакова Г., Шпаков А., Поколенко В., Приходько Д. Цифрова екосистема в будівельному девелопменті: концептуально-теоретичні аспекти трансформації та управлінські імперативи. Управління розвитком складних систем. 2024. № 60. С. 174–182.
31. Кричевська Ю., Хоменко О., Сторожук О., Кучеренко О., Кіщак Н. Економіко-аналітичний базис цифрової трансформації процесів адміністрування будівельними підприємствами. Просторовий розвиток. 2024. № 7. С. 492–505.
32. Кричевська Ю., Шпаков А., Шпаков Г. Процесно-орієнтоване адміністрування життєвого циклу девелоперських проєктів у контексті цифрової трансформації будівельних підприємств. Просторовий розвиток. 2024. № 10. С. 626–640.
33. Лещінський В. П., Бартко В. Ф. Організаційно-економічний механізм цифрової трансформації підприємств інвестиційно-будівельної сфери на

основі об'єктно-адаптивного підходу. Нові технології в будівництві. 2026. № 48. С. 168-179.

- 34.Лещінський В. П., Бартко В. Ф. Теоретичні підходи до обґрунтування необхідності реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації. Шляхи підвищення ефективності будівництва. 2024. № 54 (2). С. 367-379.
- 35.Лялюк О. Г., Осипенко Р. С. Особливості імплементації штучного інтелекту в будівництві. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2023. Вип. 35, № 2. С. 172–176.
- 36.Малихін М. О., Козак А., Дружинін М., Предун К. М., Хоменко О. М., Степанюк Р., Гергі М., Фесун А. С., Крупник Д., Кучеренко О. Організаційно-технологічний девелопмент та інтегрована реалізація проєктів у будівництві: монографія. 2025.
- 37.Овчаренко О. А. Автоматизований моніторинг мостових споруд на основі штучного інтелекту. Вісник Харківського національного автомобільнодорожнього університету. 2025. № 109. С. 81–81.
- 38.Пархоменко Б., Акименко А. Використання інформаційних моделей для прогнозування поведінки фінансових показників. Технічні науки та технології. 2024. № 2 (36). С. 173–180.
- 39.Плахов В., Доценко Н. Використання штучного інтелекту для прогнозування успішності проєктів розподілених команд. Інформаційні технології та суспільство. 2024. № 2 (13). С. 71–77.
- 40.Пільник В. О., Гончарук Я. М., Бура М. Економічна ефективність підприємницьких стратегій на ринку України. Актуальні питання економічних наук. 2025. № 14.
- 41.Рижакова Г., Кіщак Н., Хоменко О., Ротов О., Ніколаєва М., Веремєєва Т. Сучасний вектор оновлення будівельного девелопменту в контексті стратегією Integrated Project Delivery. Управління розвитком складних систем. 2022. № 49. С. 113–123.

- 42.Рижакова Г., Приходько Д., Поколенко В., Петруха Н., Чуприна Ю., Хоменко О. Оновлення науково-методичних підходів до побудови полікритеріальної системи адміністрування діяльністю підприємств стейкхолдерів проєктів будівництва. Просторовий розвиток. 2022. № 1. С. 218–233.
- 43.Рябушенко О. Аналіз методів оцінки ризиків дорожньотранспортних пригод. Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2013. № 38. С. 191–197.
- 44.Стойка В., Байрак О., Сабadoш О. Аналіз ефективності інноваційної діяльності підприємств України в умовах кризового стану. Bulletin of the Academy of Labor, Social Relations and Tourism. Series: Economics, Psychology and Management. 2025. № 5.
- 45.Фадєєва І. Г., Гринюк О. І. Нечітка логіка як інструмент ризикконтролінгу в контексті проактивного управління нафтогазовидобувними підприємствами. Бизнес Информ. 2019. № 4 (495). С. 212–220.
- 46.Федоров В., Бартко В., Кучеренко О., Малярєнко О., Цянь Ц. Економічна оцінка траєкторії інноваційного розвитку підприємств-стейкхолдерів будівництва у форматі цифрової екосистеми. Будівельне виробництво. 2025. № 78. С. 80–87.
- 47.Фесун А., Федоров В., Кучеренко О., Хоменко О., Крупник Д., Цзін Ц. Парадигмальний концепт сучасного будівельного девелопменту в контексті стратегічного цілепокладання підприємств-стейкхолдерів будівництва. Управління розвитком складних систем. 2024. № 60. С. 200–208.
- 48.Хоменко О., Бартко В., Кончаківський О., Гергі Д. Екосистемний підхід до цифрової модернізації будівельних підприємств: виклики, рішення та перспективи. Просторовий розвиток. 2025. № 12. С. 89–100.
- 49.Хоменко О., Петренко Г., Рижакова Г., Петруха Н., Чуприна Ю., Малихіна О., Кушнір О. Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем

- менеджменту. Управління розвитком складних систем. 2022. № 52. С. 113–125.
50. Хоменко О., Рижакова Г., Малихіна О., Петренко Г., Степанюк Р. Цільові пріоритети та формалізовані індикатори трансформації операційних систем стейкхолдерів будівництва. Управління розвитком складних систем. 2023. № 56. С. 173–180.
51. Хоменко О., Цянь Ц., Ніколаєв Г., Приходько О., Дружинін М., Жалдак Р., Рижакова Г. Сучасна технологія моделювання організаційної підготовки та девелоперського супровіду проєктів будівництва. Просторовий розвиток. 2023. № 3. С. 162–172.
52. Цимбалюк О. Кількісна оцінка ризиків промислового підприємства з використанням методу Монте-Карло. Вісник Криворізького національного університету. 2012. № 31. С. 354–358.
53. Цюцюра С., Криворучко О., Цюцюра М. Ключові показники ефективності. Принципи розробки ключових показників для бюджетної сфери. Управління розвитком складних систем. 2012. № 10. С. 87–91.
54. Чернишев Д., Приходько О., Аксельрод Р., Хоменко О., Рижаков Д., Петруха С. Розвиток науково-методологічних та аналітичних підходів щодо вияву впливу екоінновацій на рівень організаційно-технологічної надійності будівництва. Управління розвитком складних систем. 2021. № 47. С. 138–150.
55. Чернишев Д., Хоменко О., Петруха С., Кучеренко О., Горбач М. Цифрові технології як інноваційні тренди структурно-трансформаційних зрушень у системі управління підприємств-стейкхолдерів будівництва. Управління розвитком складних систем. 2021. № 46. С. 118–130.
56. Чикуркова А., Федірець О., Покотильська Н., Барановська О. Інноваційні підходи до ідентифікації та оцінки ризиків в управлінні організаційними проєктами. Вчені записки Університету «КРОК». 2025. № 2 (78). С. 225–237.

57. Човнюк Ю., Приймаченко О., Чередніченко П., Шудра Н. Ефективність інвестиційних проектів міського капітального будівництва об'єктів нерухомості у сучасних умовах господарювання. Просторовий розвиток. 2023. № 4. С. 152–175.
58. Шурда К. Е. Методи якісного та кількісного аналізу ризиків. Збалансоване природокористування. 2020. № 4. С. 64–72.
59. Afonasyova M. A., Panfilova E. E., Galichkina M. A., Ślusarczyk B. Digitalization in economy and innovation: The effect on social and economic processes. Polish journal of management studies. 2019. Вип. 19, № 2. С. 22–32.
60. Ahmed R., Zayed T., Nasiri F. A Hybrid Genetic Algorithm-Based Fuzzy Markovian Model for the Deterioration Modeling of Healthcare Facilities. Algorithms. 2020. Вип. 13, № 9. С. 210.
61. Alfalah G., Zayed T. A review of sustainable facility management research. Sustainable Cities and Society. 2020. Вип. 55. С. 102073.
62. Amezquita-Sanchez J. P., Valtierra-Rodriguez M., Aldwaik M., Adeli H. Neurocomputing in Civil Infrastructure. Scientia Iranica. 2016. Вип. 23, № 6. С. 2417–2428.
63. Ammar M., Zayed T., Moselhi O. Fuzzy-based life-cycle cost model for decision making under subjectivity. Journal of Construction Engineering and Management. 2013. Вип. 139, № 5. С. 556–563.
64. Arnott D., Pervan G. Eight key issues for the decision support systems discipline. Decision Support Systems. 2008. Вип. 44, № 3. С. 657–672.
65. Balsmeier B., Woerter M. Is this time different? How digitalization influences job creation and destruction. Research policy. 2019. Вип. 48, № 8. С. 103765.
66. Banning M. E. Shared entanglements—Web 2.0, info-liberalism & digital sharing. Information, Communication & Society. 2016. Вип. 19, № 4. С. 489–503.
67. Barefoot K., Curtis D., Jolliff W., Nicholson J. R., Omohundro R. Defining and measuring the digital economy. US Department of Commerce Bureau of Economic Analysis, Washington, DC. 2018. Вип. 15, № 2.

68. Barney J. Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of management*. 1991. Вип. 17, № 1. С. 99–120.
69. Bartko V. Choosing the optimal product strategy of a construction organization. XIII International Research-to-Practice Conference “Society Transformations in Social and Human Sciences”. Rīga: BSA, 2025. P. 172.
70. Bartko V., Fesun A., Gergi D. Formation of an adaptive modern approach to ensuring enterprise security. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Американські стандарти аграрної освіти в Україні»*. К.: КАУ НААН України, 2024. С. 52.
71. Belton V., Stewart T. Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 1-4615-1495-9.
72. Bloomberg J. Digitization, digitalization, and digital transformation: confuse them at your peril. *Forbes*. Retrieved on August. 2018. Вип. 28, № 2019. С. 1–6.
73. Boje C., Guerriero A., Kubicki S., Rezgui Y. Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research. *Automation in Construction*. 2020. Вип. 114. С. 103179.
74. Bonczek R. H., Holsapple C. W., Whinston A. B. Foundations of decision support systems. Academic Press, 2014. ISBN 1-4832-6872-1.
75. Borges Viana V. L., Marques Carvalho M. T. Prioritization of risks related to BIM implementation in brazilian public agencies using fuzzy logic. *Journal of Building Engineering*. 2021. Вип. 36. С. 102104.
76. Botín-Sanabria D. M., Mihaita A.-S., Peimbert-García R. E., RamírezMoreno M. A., Ramírez-Mendoza R. A., Lozoya-Santos J. D. J. Digital Twin Technology Challenges and Applications: A Comprehensive Review. *Remote Sensing*. 2022. Вип. 14, № 6. С. 1335.
77. Botín-Sanabria D. M., Mihaita A.-S., Peimbert-García R. E., RamírezMoreno M. A., Ramírez-Mendoza R. A., Lozoya-Santos J. de J. Digital twin technology challenges and applications: A comprehensive review. *Remote Sensing*. 2022. Вип. 14, № 6. С. 1335.

78. Bouabdallaoui Y., Lafhaj Z., Yim P., Ducoulombier L., Bennadji B. Predictive Maintenance in Building Facilities: A Machine Learning-Based Approach. *Sensors*. 2021. Вип. 21, № 4. С. 1044.
79. Boussabaine A., Kirkham R. Whole life-cycle costing: risk and risk responses. John Wiley & Sons, 2008. ISBN 0-470-75915-1.
80. Bowman J. P. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence By Tapscott Don, New York: McGraw-Hill, 1996. 342 pages, Academy of Management Perspectives. 1996. Вип. 10, № 2. С. 69–71.
81. Brandão L. E., Dyer J. S. Decision analysis and real options: A discrete time approach to real option valuation. *Annals of operations research*. 2005. Вип. 135, № 1. С. 21–39.
82. Brans J.-P., Vincke P. Note—A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). *Management science*. 1985. Вип. 31, № 6. С. 647–656.
83. Broo D. G., Schooling J. Digital twins in infrastructure: definitions, current practices, challenges and strategies. *International Journal of Construction Management*. 2023. Вип. 23, № 7. С. 1254–1263.
84. Brunswicker S., Schechter A. Coherence or flexibility? The paradox of change for developers' digital innovation trajectory on open platforms. *Research Policy*. 2019. Вип. 48, № 8. С. 103771.
85. Bukowski L., Werbińska-Wojciechowska S. Using fuzzy logic to support maintenance decisions according to Resilience-Based Maintenance concept. *Eksploracja i Niezawodność - Maintenance and Reliability*. 2021. Вип. 23, № 2. С. 294–307.
86. Canedo A. Industrial IoT lifecycle via digital twins. Pittsburgh Pennsylvania: ACM, 2016. ISBN 978-1-4503-4483-8.
87. Carlsson B. The Digital Economy: what is new and what is not? *Structural Change and Economic Dynamics*. 2004. Вип. 15, № 3. С. 245–264.

- 88.Cerrone A., Hochhalter J., Heber G., Ingraffea A. On the Effects of Modeling As-Manufactured Geometry: Toward Digital Twin. *International Journal of Aerospace Engineering*. 2014. Вип. 2014. С. 1–10.
- 89.Chandra R., Brahmendra Yadav G. N., Subramaniam A., Malik H., Panda S. K., Poolla K., Spanos C. J. A Survey of Failure Mechanisms and Statistics for Critical Electrical Equipment in Buildings. Singapore, Singapore:IEEE, 2020. ISBN 978-1-7281-5414-5.
- 90.Chen H.-M., Hou C.-C., Wang Y.-H. A 3D visualized expert system for maintenance and management of existing building facilities using reliability-based method. *Expert Systems with Applications*. 2013. Вип. 40, № 1. С. 287–299.
- 91.Chen L., Xie X., Lu Q., Parlikad A. K., Pitt M., Yang J. Gemini principles-based digital twin maturity model for asset management. *Sustainability*. 2021. Вип. 13, № 15. С. 8224.
- 92.Chen Y., Wang L. (Tarry). Commentary: Marketing and the Sharing Economy: Digital Economy and Emerging Market Challenges. *Journal of Marketing*. 2019. Вип. 83, № 5. С. 28–31.
- 93.Cheng J. C. P., Chen W., Chen K., Wang Q. Data-driven predictive maintenance planning framework for MEP components based on BIM and IoT using machine learning algorithms. *Automation in Construction*. 2020. Вип. 112. С. 103087.
- 94.Cheon B.-Y., Kim H.-W. Digital Economy and Job Creation. Korea Labor Institute. 2003. Вип. 4. С. 1–222.
- 95.Compare M., Baraldi P., Zio E. Challenges to IoT-Enabled Predictive Maintenance for Industry 4.0. *IEEE Internet of Things Journal*. 2020. Вип. 7, № 5. С. 4585–4597.
- 96.Cosby A., Manning J., Trotter M. TeacherFX-building the capacity of stem, agriculture and digital technologies teachers in western australia. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*. 2019. Вип. 27, № 4.

97. Croatti A., Gabellini M., Montagna S., Ricci A. On the Integration of Agents and Digital Twins in Healthcare. *Journal of Medical Systems*. 2020. Вип. 44, № 9. С. 161.
98. Dalzochio J., Kunst R., Pignaton E., Binotto A., Sanyal S., Favilla J., Barbosa J. Machine learning and reasoning for predictive maintenance in Industry 4.0: Current status and challenges. *Computers in Industry*. 2020. Вип. 123. С. 103298.
99. Deng T., Zhang K., Shen Z.-J. M. A systematic review of a digital twin city: A new pattern of urban governance toward smart cities. *Journal of management science and engineering*. 2021. Вип. 6, № 2. С. 125–134.
100. Devarakonda S. Calculating the Economic Viability of Corporate Trainings (Traditional & eLearning) using Benefit-Cost Ratio (BCR) and Return On Investment (ROI). *Int. J. Adv. Corp. Learn*. 2019. Вип. 12, № 1. С. 41–57.
101. Diakaki C., Kolokotsa D. Life cycle assessment of buildings. *A Handbook of Sustainable Building Design and Engineering*. Routledge, 2018. С. 151–168.
102. Divizinyuk M., Mirnenko V., Polishchuk V. Використання методів аналізу ризику стосовно терористичних загроз на об'єктах критичної інфраструктури, що охороняються. *Social Development and Security*. 2022. Вип. 12, № 4. С. 119–128.
103. Dubinin D. Метод оцінювання ефективності використання ресурсів будівництва. *Ways to Improve Construction Efficiency*. 2015. № 33. С. 166–175. 505
104. D'Ippolito B., Messeni Petruzzelli A., Panniello U. Archetypes of incumbents' strategic responses to digital innovation. *Journal of Intellectual Capital*. 2019. Вип. 20, № 5. С. 662–679.
105. Eiteneyer N., Bendig D., Brettel M. Social capital and the digital crowd: Involving backers to promote new product innovativeness. *Research Policy*. 2019. Вип. 48, № 8. С. 103744.

106. Ferreira M. J., Moreira F., Seruca I. Organizational Training within Digital Transformation: The ToOW Model: Porto, Portugal:SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2017. ISBN 978-989-758-247-9.
107. Finan J. S., Hurley W. J. The analytic hierarchy process: Does adjusting a pairwise comparison matrix to improve the consistency ratio help? Computers & Operations Research. 1997. Вип. 24, № 8. С. 749–755.
108. Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M. Embracing digital technology: A new strategic imperative. MIT sloan management review. 2014. Вип. 55, № 2. С. 1.
109. Forman C., Van Zeebroeck N. Digital technology adoption and knowledge flows within firms: Can the Internet overcome geographic and technological distance? Research policy. 2019. Вип. 48, № 8. С. 103697.
110. Geitner F., Galster D. Using life-cycle costing tools. Chemical engineering (New York, NY). 2000. Вип. 107, № 2. С. 80–86.
111. Glaessgen E., Stargel D. The Digital Twin Paradigm for Future NASA and U.S. Air Force Vehicles. Honolulu, Hawaii:American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012. ISBN 978-1-60086-937-2.
112. Gockel B., Tudor A., Brandyberry M., Penmetsa R., Tuegel E. Challenges with Structural Life Forecasting Using Realistic Mission Profiles. Honolulu, Hawaii:American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012. ISBN 978-1-60086-937-2.
113. Gomes S., Lopes J. M., Ferreira L. The impact of the digital economy on economic growth: The case of OECD countries. RAM. Revista de Administração Mackenzie. 2022. Вип. 23. С. eRAMD220029.
114. Govindan K., Mina H., Alavi B. A decision support system for demand management in healthcare supply chains considering the epidemic outbreaks: A case study of coronavirus disease 2019 (COVID-19). Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 2020. Вип. 138. С. 101967.

115. Greco S., Mousseau V., Słowiński R. Ordinal regression revisited: multiple criteria ranking using a set of additive value functions. *European Journal of Operational Research*. 2008. Вип. 191, № 2. С. 416–436.
116. Grieves M., Vickers J. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems*. Ред. Kahlen F.-J., Flumerfelt S., Alves A. Cham:Springer International Publishing, 2017. С. 85–113.
117. Grotz S., Rubik F. Bibliographie zum Thema Produktbilanzen. *Schriftenreihe des IÖW*. 1995. Вип. 70. С. 94.
118. Gupta A., Badr Y., Negahban A., Qiu R. G. Energy-efficient heating control for smart buildings with deep reinforcement learning. *Journal of Building Engineering*. 2021. Вип. 34. С. 101739.
119. Gálvez A., Diez-Olivan A., Seneviratne D., Galar D. Fault Detection and RUL Estimation for Railway HVAC Systems Using a Hybrid Model-Based Approach. *Sustainability*. 2021. Вип. 13, № 12. С. 6828.
120. Hassani B., Hassani B. K. Scenario analysis in risk management. Springer, 2016. ISBN 3-319-25054-X.
121. Hertz D. B. Risk analysis in capital investment. *Harvard business review*. 1964. Вип. 42. С. 95–106.
122. Hinings B., Gegenhuber T., Greenwood R. Digital innovation and transformation: An institutional perspective. *Information and Organization*. 2018. Вип. 28, № 1. С. 52–61.
123. ISO B. 15686-5: 2017. Buildings and constructed assets. Service life planning. Life-cycle costing. Bsi. 2017. С. 17.
124. Ibadov N., Kulejewski J. Construction projects planning using network model with the fuzzy decision node. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2019. Вип. 16, № 8. С. 4347–4354.
125. Izmaylova E., Bolila N. Моделі прогнозування втрати фінансової стійкості як складова системи економічної безпеки підрядних будівельних

- підприємств. Ways to Improve Construction Efficiency. 2018. № 38. С. 225–233.
126. Jacquet-Lagrece E., Siskos J. Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method. *European journal of operational research*. 1982. Вип. 10, № 2. С. 151–164.
 127. Karajovic M., Kim H. M., Laskowski M. Thinking outside the block: Projected phases of blockchain integration in the accounting industry. *Australian Accounting Review*. 2019. Вип. 29, № 2. С. 319–330.
 128. Kartavykh S., Komandyyrov O., Kulikov P., Ploskyi V., Poltorachenko N., Terenchuk S. Adaptation of fuzzy inference system to solve assessment problems of technical condition of construction objects. *Technology audit and production reserves*. 2020. Вип. 3. С. 52–55.
 129. Katz R. Social and economic impact of digital transformation on the economy. *International Telecommunications Union*. 2017. Вип. 41.
 130. Kellenberger D., Althaus H.-J. Relevance of simplifications in LCA of building components. *Building and environment*. 2009. Вип. 44, № 4. С. 818–825.
 131. Kenney M., Bearson D., Zysman J. The platform economy matures: Measuring pervasiveness and exploring power. *Socio-economic review*. 2021. Вип. 19, № 4. С. 1451–1483.
 132. Khajavi S. H., Motlagh N. H., Jaribion A., Werner L. C., Holmstrom J. Digital Twin: Vision, Benefits, Boundaries, and Creation for Buildings. *IEEE Access*. 2019. Вип. 7. С. 147406–147419.
 133. Khomenko O., Chernenko M., Krupnyk D., Kushnir O., Davydenko O., Pereli D. Digital operational ecosystems of construction enterprises: smart management, adaptation, and transformation. *Building production*. 2024. № 78. С. 30–38.
 134. Kraft E. M. The Air Force Digital Thread/Digital Twin - Life Cycle Integration and Use of Computational and Experimental Knowledge. San Diego,

- California, USA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2016. ISBN 978-1-62410-393-3.
135. Kraus S., Jones P., Kailer N., Weinmann A., Chaparro-Banegas N., Roig Tierno N. Digital transformation: An overview of the current state of the art of research. Sage Open. 2021. Вип. 11, № 3. С. 21582440211047576.
 136. Kuperman G. J., Reichley R. M., Bailey T. C. Using Commercial Knowledge Bases for Clinical Decision Support: Opportunities, Hurdles, and Recommendations. Journal of the American Medical Informatics Association. 2006. Вип. 13, № 4. С. 369–371.
 137. Kuziemski M., Misuraca G. AI governance in the public sector: Three tales from the frontiers of automated decision-making in democratic settings. Telecommunications Policy. 2020. Вип. 44, № 6. С. 101976.
 138. Lazanyuk I., Revinova S. Digital economy in the BRICS countries: myth or reality? Chelyabinsk, Russia: Atlantis Press, 2019. ISBN 978-94-6252-848-2.
 139. Lee J., Lapira E., Bagheri B., Kao H. Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. Manufacturing Letters. 2013. Вип. 1, № 1. С. 38–41.
 140. Leicht-Deobald U., Busch T., Schank C., Weibel A., Schafheitle S., Wildhaber I., Kasper G. The Challenges of Algorithm-Based HR Decision-Making for Personal Integrity. Business and the Ethical Implications of Technology. Ред. Martin K., Shilton K., Smith J. Cham: Springer Nature Switzerland, 2022. С. 71–86.
 141. Leshchuk H. V. Симуляційний аналіз Монте-Карло в системі оцінювання ризиків інвестиційних проектів. Український журнал прикладної економіки. 2017. Вип. 2, № 1. С. 57–67.
 142. Leshchynsky V., Bartko V. Economic and Digital Models of Construction Enterprise Management. XVI International Scientific and Practical Conference “Time of Challenges and Opportunities: Challenges, Solutions, Perspectives”. 15-16 May 2026, Riga, Latvia. BALTIC INTERNATIONAL ACADEMY

143. Li C. A preliminary discussion on the connotation of digital economy. *Egovernment*. 2017. Вып. 9. С. 84–92.
144. Li F. The digital transformation of business models in the creative industries: A holistic framework and emerging trends. *Technovation*. 2020. Вып. 92–93. С. 102012.
145. Li F., Nucciarelli A., Roden S., Graham G. How smart cities transform operations models: A new research agenda for operations management in the digital economy. *Production Planning & Control*. 2016. Вып. 27, № 6. С. 514–528.
146. Liang R., Ma H., Wang P., Zhao L. The applications of building information modeling in the life-cycle of green buildings: a comprehensive review. *Science and Technology for the Built Environment*. 2024. Вып. 30, № 8. С. 932–958.
147. Liu M., Fang S., Dong H., Xu C. Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications. *Journal of Manufacturing Systems*. 2021. Вып. 58. С. 346–361.
148. Lu P., Chen S., Zheng Y. Artificial Intelligence in Civil Engineering. *Mathematical Problems in Engineering*. 2012. Вып. 2012, № 1. С. 145974.
149. Marković M., Pavlović N., Ivić M. Fuzzy renewal theory about forecasting mistakes done by a locomotive driver: A serbian railway case study. *Transport*. 2011. Вып. 26, № 4. С. 403–409.
150. Masters L. W., Brandt E. Prediction of service life of building materials and components. *Materials and Structures*. 1987. Вып. 20, № 1. С. 55–77.
151. Matt C., Hess T., Benlian A. Digital transformation strategies. *Business & information systems engineering*. 2015. Вып. 57, № 5. С. 339–343.
152. Mazurek G. Internet Rzeczy a cyfrowa transformacja—implikacje dla marketingu B2C [The Internet of Things and the digital transformation—implications for B2C marketing]. *Nowy paradygmat rynku [A new market paradigm]*. 2018. С. 33–57.

153. McGrath R. G. Business models: A discovery driven approach. Long range planning. 2010. Вип. 43, № 2–3. С. 247–261.
154. Md Rokibul Hasan, Md Sumon Gazi, Nisha Gurung. Explainable AI in Credit Card Fraud Detection: Interpretable Models and Transparent Decision-making for Enhanced Trust and Compliance in the USA. Journal of Computer Science and Technology Studies. 2024. Вип. 6, № 2. С. 01–12.
155. Miric M., Boudreau K. J., Jeppesen L. B. Protecting their digital assets: The use of formal & informal appropriability strategies by App developers. Research Policy. 2019. Вип. 48, № 8. С. 103738.
156. Molak V. Fundamentals of risk analysis and risk management. CRC Press, 1996. ISBN 1-4398-2197-6.
157. Negri E., Fumagalli L., Macchi M. A Review of the Roles of Digital Twin in CPS-based Production Systems. Procedia Manufacturing. 2017. Вип. 11. С. 939–948.
158. Nikolinakos N. T. EU policy and legal framework for Artificial intelligence, Robotics and related Technologies-the AI Act. Springer, 2023. ISBN 3-031-27952-2.
159. Novykov D., Bartko V. 'GREEN' construction and 'green' standards as the most relevant and promising areas of resource conservation in construction. XV International Scientific and Practical Conference “Time of Challenges and Opportunities: Challenges, Solutions, Perspectives”. Rīga: BSA, 2025. P. 38.
160. Nunes P., Santos J., Rocha E. Challenges in predictive maintenance – A review. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. 2023. Вип. 40. С. 53–67.
161. Nzukam C., Sauter D., Voisin A., Levrat E. Performances evaluation in view of Predictive Maintenance – A case study. Casablanca, Morocco:IEEE, 2019. ISBN 978-1-7281-0380-8.
162. Olson D. L., Moshkovich H. M., Schellenberger R., Mechitov A. I. Consistency and accuracy in decision aids: Experiments with four multiattribute systems. Decision Sciences. 1995. Вип. 26, № 6. С. 723–747.

163. Ortiz O., Castells F., Sonnemann G. Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and building materials*. 2009. Вип. 23, № 1. С. 28–39.
164. Pagani M., Pardo C. The impact of digital technology on relationships in a business network. *Industrial Marketing Management*. 2017. Вип. 67. С. 185–192.
165. Pavlov A., Ivanov D., Dolgui A., Sokolov B. Hybrid fuzzy-probabilistic approach to supply chain resilience assessment. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2018. Вип. 65, № 2. С. 303–315.
166. Peter M. K. KMU-Transformation: Als KMU die Digitale Transformation erfolgreich umsetzen. *Forschungsergebnisse und Praxisleitfaden*. 2017.
167. Phan V.-T., Tran V.-L., Nguyen V.-Q., Nguyen D.-D. Machine Learning Models for Predicting Shear Strength and Identifying Failure Modes of Rectangular RC Columns. *Buildings*. 2022. Вип. 12, № 10. С. 1493.
168. Piascik B., Vickers J., Lowry D., Scotti S., Stewart J., Calomino A. Materials, structures, mechanical systems, and manufacturing roadmap. *Nasa Tech Rep*. 2012. С. 12–2.
169. Pokolenko V., Khomenko O., Kedrenovskyi S., Ovsyanyk M., Siedinkin O. Use of modern analytical models for forecasting the results of innovation implementation on the overall economic productivity of enterprises. *Ways to Improve Construction Efficiency*. 2023. Вип. 3, № 52. С. 49–68.
170. Power D. J. Decision Support Systems: A Historical Overview. *Handbook on Decision Support Systems 1*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. С. 121–140.
171. Qiuchen Lu V., Parlikad A. K., Woodall P., Ranasinghe G. D., Heaton J. Developing a dynamic digital twin at a building level: Using Cambridge campus as case study. *ICE Publishing*, 2019.
172. Razmak J., Aouni B. Decision Support System and Multi-Criteria Decision Aid: A State of the Art and Perspectives. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. 2015. Вип. 22, № 1–2. С. 101–117.

173. Reddy S. K., Reinartz W. Digital Transformation and Value Creation: Sea Change Ahead. NIM Marketing Intelligence Review. 2017. Вып. 9, № 1. С. 10–17.
174. Romanssini M., De Aguirre P. C. C., Compassi-Severo L., Girardi A. G. A Review on Vibration Monitoring Techniques for Predictive Maintenance of Rotating Machinery. Eng. 2023. Вып. 4, № 3. С. 1797–1817.
175. Rukmana S. H., Muslim M. A. Decision Support System Based on Benefit Cost Ratio Method for Project Tender. Aptikom Journal on Computer Science and Information Technologies. 2017. Вып. 2, № 1. С. 26–30.
176. Ryzhakova G., Honcharenko T., Predun K., Petrukha N., Malykhina O., Khomenko O. Using of Fuzzy Logic for Risk Assessment of Construction Enterprise Management System. Astana, Kazakhstan:IEEE, 2023. ISBN 979-8-3503-3504-0
177. Saadatmand F., Lindgren R., Schultze U. Configurations of platform organizations: Implications for complementor engagement. Research policy. 2019. Вып. 48, № 8. С. 103770.
178. Saaty T. L. Some mathematical topics in the analytic hierarchy process. Mathematical models for decision support. Springer, 1988. С. 89–107.
179. Sacks R., Brilakis I., Pikas E., Xie H. S., Girolami M. Construction with digital twin information systems. Data-centric engineering. 2020. Вып. 1. С. e14.
180. Sacks R., Kedar A., Borrmann A., Ma L., Brilakis I., Hüthwohl P., Daum S., Kattel U., Yosef R., Liebich T., Barutcu B. E., Muhic S. SeeBridge as next generation bridge inspection: Overview, Information Delivery Manual and Model View Definition. Automation in Construction. 2018. Вып. 90. С. 134–145.
181. Salehi H., Burgueño R. Emerging artificial intelligence methods in structural engineering. Engineering Structures. 2018. Вып. 171. С. 170–189.

182. Saltelli A., Ratto M., Andres T., Campolongo F., Cariboni J., Gatelli D., Saisana M., Tarantola S. Global sensitivity analysis: the primer. John Wiley & Sons, 2008. ISBN 0-470-72517-6.
183. Sawhney A., Riley M., Irizarry J. Construction 4.0: An Innovation Platform for the Built Environment. Ред. Sawhney A., Riley M., Irizarry J. Routledge, 2020. ISBN 978-0-429-39810-0.
184. Schroeder G. N., Steinmetz C., Pereira C. E., Espindola D. B. Digital Twin Data Modeling with AutomationML and a Communication Methodology for Data Exchange. IFAC-PapersOnLine. 2016. Вип. 49, № 30. С. 12–17.
185. Shafto M., Conroy M., Doyle R., Glaessgen E., Kemp C., LeMoigne J., Wang L. Draft modeling, simulation, information technology & processing roadmap. Technology area. 2010. Вип. 11. С. 1–32.
186. Shahzad M., Shafiq M. T., Douglas D., Kassem M. Digital twins in built environments: an investigation of the characteristics, applications, and challenges. Buildings. 2022. Вип. 12, № 2. С. 120.
187. Shaikh M., Levina N. Selecting an open innovation community as an alliance partner: Looking for healthy communities and ecosystems. Research Policy. 2019. Вип. 48, № 8. С. 103766.
188. Shalabi F., Turkan Y. BIM–energy simulation approach for detecting building spaces with faults and problematic behavior. Journal of Information Technology in Construction. 2020. Вип. 25. С. 342–360.
189. Shcheglov V., Morozova O. Методи та технології розроблення цифрових двійників для гарантоздатних систем індустриального інтернету речей. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. 2022. Вип. 4, № 70. С. 127–137.
190. Sherstinsky A. Fundamentals of Recurrent Neural Network (RNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) network. Physica D: Nonlinear Phenomena. 2020. Вип. 404. С. 132306.

191. Shi Z., O'Brien W. Development and implementation of automated fault detection and diagnostics for building systems: A review. *Automation in Construction*. 2019. Вип. 104. С. 215–229.
192. Shim J. P., Warkentin M., Courtney J. F., Power D. J., Sharda R., Carlsson C. Past, present, and future of decision support technology. *Decision Support Systems*. 2002. Вип. 33, № 2. С. 111–126.
193. Silvestre J., De Brito J., Pinheiro M. D. Environmental impacts and benefits of the end-of-life of building materials—calculation rules, results and contribution to a “cradle to cradle” life cycle. *Journal of cleaner production*. 2014. Вип. 66. С. 37–45.
194. Sklyar A., Kowalkowski C., Tronvoll B., Sörhammar D. Organizing for digital servitization: A service ecosystem perspective. *Journal of Business Research*. 2019. Вип. 104. С. 450–460.
195. Skvarciany V., Jurevičienė D. An approach to the measurement of the digital economy. 2021. ISBN 2353-4435.
196. Sonnemann G. W., Solgaard A., Saur K., Haes H. A. U. de, Christiansen K., Jensen A. A. Life cycle management: UNEP-workshop: Sharing experiences on LCM. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2001. Вип. 6, № 6. С. 325–333.
197. Sorokina L., Hoiko A. Scientific and methodological aspects of the choice of discount rate in the evaluation of investment projects. *Ways to Improve Construction Efficiency*. 2023. Вип. 2, № 50. С. 50–60.
198. Soroudi A., Amraee T. Decision making under uncertainty in energy systems: State of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013. Вип. 28. С. 376–384.
199. Spivakovskyy S., Kochubei O., Shebanina O., Sokhatska O., Yaroshenko I., Nych T. The impact of digital transformation on the economic security of Ukraine. *Studies of Applied Economics*. 2021. Вип. 39, № 5.

200. Stark R., Damerau T. Digital Twin. CIRP Encyclopedia of Production Engineering. Ред. The International Academy for Production Engineering, Chatti S., Tolio T. Berlin, Heidelberg:Springer Berlin Heidelberg, 2019. С. 1–8.
201. Stolterman E., Fors A. C. Information Technology and the Good Life. Information Systems Research. Ред. Kaplan B., Truex D. P., Wastell D., та ін. Boston, MA:Springer US, 2004. С. 687–692.
202. Sturgeon T. J. Upgrading strategies for the digital economy. Global strategy journal. 2021. Вип. 11, № 1. С. 34–57.
203. Takano A., Winter S., Hughes M., Linkosalmi L. Comparison of life cycle assessment databases: A case study on building assessment. Building and environment. 2014. Вип. 79. С. 20–30.
204. Takata S., Kirnura F., Houten F. J. van, Westkamper E., Shpitalni M., Ceglarek D., Lee J. Maintenance: changing role in life cycle management. CIRP annals. 2004. Вип. 53, № 2. С. 643–655.
205. Tao F., Zhang H., Liu A., Nee A. Y. C. Digital Twin in Industry: Stateof-the-Art. IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2019. Вип. 15, № 4. С. 2405–2415.
206. Tchana Y., Ducellier G., Remy S. Designing a unique Digital Twin for linear infrastructures lifecycle management. Procedia CIRP. 2019. Вип. 84. С. 545– 549.
207. Tuegel E. J., Ingraffea A. R., Eason T. G., Spottswood S. M. Reengineering Aircraft Structural Life Prediction Using a Digital Twin. International Journal of Aerospace Engineering. 2011. Вип. 2011. С. 1–14.
208. Tuegel E. The Airframe Digital Twin: Some Challenges to Realization. Honolulu, Hawaii:American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012. ISBN 978-1-60086-937-2.
209. Velasco R. B., Carpanese I., Interian R., Paulo Neto O. C. G., Ribeiro C. C. A decision support system for fraud detection in public procurement. International Transactions in Operational Research. 2021. Вип. 28, № 1. С. 27–47.

210. Verhoef P. C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Qi Dong J., Fabian N., Haenlein M. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*. 2021. Вып. 122. С. 889–901.
211. Verstegen L., Houkes W., Reymen I. Configuring collective digitaltechnology usage in dynamic and complex design practices. *Research Policy*. 2019. Вып. 48, № 8. С. 103696.
212. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2019. Вып. 28, № 2. С. 118–144.
213. Villa V., Naticchia B., Bruno G., Aliev K., Piantanida P., Antonelli D. IoT Open-Source Architecture for the Maintenance of Building Facilities. *Applied Sciences*. 2021. Вып. 11, № 12. С. 5374.
214. Voznyak O., Dudkiewicz E., Laska M., Antypov I., Spodyniuk N., Sukholova I., Savchenko O. A New Approach to the Economic Evaluation of Thermomodernization: Annual Assessment Based on the Example of Production Space. *Energies*. 2024. Вып. 17, № 9. С. 2105.
215. Wang W., Mahmood A., Sismeiro C., Vulkan N. The evolution of equity crowdfunding: Insights from co-investments of angels and the crowd. *Research Policy*. 2019. Вып. 48, № 8. С. 103727.
216. Wang X., Triantaphyllou E. Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some ELECTRE methods. *Omega*. 2008. Вып. 36, № 1. С. 45–63.
217. Warner K. S. R., Wäger M. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*. 2019. Вып. 52, № 3. С. 326–349.
218. Westerman G., Calm ejane C., Bonnet D., Ferraris P., McAfee A. Digital Transformation: A roadmap for billion-dollar organizations. MIT Center for digital business and capgemini consulting. 2011. Вып. 1, № 1–68.
219. Wong I. L., Perera S., Eames P. C. Goal directed life cycle costing as a method to evaluate the economic feasibility of office buildings with

- conventional and TI-façades. Construction management and economics. 2010. Вип. 28, № 7. С. 715–735.
220. Wysokińska Z. A review of the impact of the digital transformation on the global and European economy. Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe. 2021. Вип. 24, № 3. С. 75–92.
 221. Xu W., Xiong S., Proverbs D., Zhong Z. Evaluation of Humanitarian Supply Chain Resilience in Flood Disaster. Water. 2021. Вип. 13, № 16. С. 2158.
 222. Yan J., Meng Y., Lu L., Li L. Industrial Big Data in an Industry 4.0 Environment: Challenges, Schemes, and Applications for Predictive Maintenance. IEEE Access. 2017. Вип. 5. С. 23484–23491.
 223. Yang C., Shen W., Chen Q., Gunay B. A practical solution for HVAC prognostics: Failure mode and effects analysis in building maintenance. Journal of Building Engineering. 2018. Вип. 15. С. 26–32.
 224. You Z., Feng L. Integration of Industry 4.0 Related Technologies in Construction Industry: A Framework of Cyber-Physical System. IEEE Access. 2020. Вип. 8. С. 122908–122922.
 225. Zayed T. M., Chang L.-M., Fricker J. D. Life-cycle cost analysis using deterministic and stochastic methods: Conflicting results. Journal of Performance of Constructed Facilities. 2002. Вип. 16, № 2. С. 63–74.
 226. Zeno M. A. Housing Partnerships: Understanding Organizational Culture Elements and Building and Maintenance Strategies Between University Professionals and Private Corporate Developers. Bowling Green State University, 2020. ISBN 979-8-6781-5834-5.
 227. Zheng P., Hong Lim K. Y. Product family design and optimization: a digital twin-enhanced approach. Procedia CIRP. 2020. Вип. 93. С. 246–250.
 228. Zonta T., Da Costa C. A., Da Rosa Righi R., De Lima M. J., Da Trindade E. S., Li G. P. Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review. Computers & Industrial Engineering. 2020. Вип. 150. С. 106889.

229. Çınar Z. M., Abdussalam Nuhu A., Zeeshan Q., Korhan O., Asmael M., Safaei B. Machine Learning in Predictive Maintenance towards Sustainable Smart Manufacturing in Industry 4.0. Sustainability. 2020. Вип. 12, № 19. С. 8211.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях категорії «Б»:

1. **Ф. Бартко** Інформаційно-адаптивні платформи інтегрованої реалізації проектів як драйвер гармонізації економічних інтересів підприємств-стейкхолдерів будівництва [Електронний ресурс] / Д. С. Гергі, М. М. Омеляненко, О. С. Малярєнко, О. І. Кончаківський, В. **Ф. Бартко** // Управління розвитком складних систем . - 2024. - Вип. 60. - С. 156-164. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2024_60_20 *(Особистий внесок здобувача полягає в розробці складових інформаційно-адаптивної платформи реалізації проектів та адаптування її застосування в будівництві).*
2. Лещінський В.П., **Бартко В.Ф.** Теоретичні підходи до обґрунтування необхідності реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації. Шляхи підвищення ефективності будівництва. 2024. № 54 (2). С. 367-379. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54\(2\).367-379](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(2).367-379) *(Особистий внесок автора: визначено як поведуться підприємства в інвестиційно-будівельної сфери при зміні умов функціонування, зокрема цифрової трансформації)*
3. **Бартко В. Ф.** Концептуально-теоретичні аспекти трансформації середовища будівельного девелоперського проекту до формату цифрової екосистеми [Електронний ресурс] / В. Ф. Бартко, Ц. Цзін, О. М. Хоменко // Просторовий розвиток . - 2024. - Вип. 9. - С. 361-372. - Режим доступу: <https://spd.knuba.edu.ua/article/view/319957> DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.9.361-372> *(Особистий внесок автора: визначено базові умови трансформації середовища будівельного девелоперського проекту до формату цифрової екосистеми)*
4. **В. Ф. Бартко** Цифрова модернізація операційних систем підприємств-

стейкхолдерів будівництва: інноваційні рішення та екосистемний підхід [Електронний ресурс] / О. І. Кончаківський, В. Ф. Бартко, О. М. Хоменко, Д. С. Гергі // Просторовий розвиток . - 2024. - Вип. 10. - С. 554-567. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spdev_2024_10_47 DOI: 10.32347/2786-7269.2024.10.554-567 *(Особистий внесок автора: обґрунтовано економічну ефективність цифрової трансформації операційних систем будівельних підприємств)*

5. Федоров, В., **Бартко, В.**, Кучеренко, О., Маляренко, О., Цянь, Ц. (2025). Економічна оцінка траєкторії інноваційного розвитку підприємств-стейкхолдерів будівництва у форматі цифрової екосистеми. Будівельне виробництво, (78), 80–87. <https://doi.org/10.36750/2524-2555.78.80-87> *(Особистий внесок автора: обґрунтовано необхідність та економічну ефективність використання цифрової екосистеми для будівельних підприємств)*
6. Хоменко, О., **Бартко, В.**, Кончаківський, О., Гергі, Д. (2025). Екосистемний підхід до цифрової модернізації будівельних підприємств: виклики, рішення та перспективи. Просторовий розвиток, (12), 89–100. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.12.89-100> *(Особистий внесок автора: обґрунтовано необхідність використання екосистемного підходу до цифрової модернізації для будівельних підприємств)*
7. Лещінський В.П., **Бартко В.Ф.** Організаційно-економічний механізм цифрової трансформації підприємств інвестиційно-будівельної сфери на основі об'єктно-адаптивного підходу. Нові технології в будівництві. 2026. № 48. С. 168-179. <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2026.48.2026.20> *(Особистий внесок автора: розроблено теоретичні засади організаційно-економічного механізму цифрової трансформації)*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації: тези доповідей на конференціях

8. **Bartko Vasyl**, Fesun Artem, Gergi Denys Formation of an adaptive modern approach to ensuring enterprise security - матеріали III Міжнародної науково-

практичної конференції «Американські стандарти аграрної освіти в Україні» К.: КАУ НААН України, 2024, с.52 <https://tinyurl.com/bdds2d6r> *(Особистий внесок автора: обґрунтовано теоретико-методичні засади оцінки безпеки будівельних підприємств в умовах цифрової трансформації)*

9. **Vasil Bartko** Choosing the optimal product strategy of a construction organization XIII International Research-to-Practice Conference “Society Transformations in Social and Human Sciences Rīga: BSA, 2025. p.172 https://bsa.edu.lv/docs/science/book/conference_20241213.pdf
10. Dmytro Novykov, **Vasil Bartko** "GREEN" construction and "green" standards as the most relevant and promising areas of resource conservation in construction XV International Scientific and Practical Conference “Time of Challenges and Opportunities: Challenges, Solutions, Perspectives”. Rīga: BSA, 2025. 38p <https://tinyurl.com/483542mb> *(Особистий внесок автора: визначено вплив «зеленого будівництва» на розвиток підприємств інвестиційно-будівельної сфери).*
11. **Бартко Василь Федорович** Економічна ефективність цифрової екосистеми підприємств у будівельному девелопменті: концептуальні засади та механізми підвищення //Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу: матеріали доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 4-5 листопада 2025 року) / за заг. ред. В. М. Лича, Л.О. Згалат-Лозинської. Київ: КНУБА, 2025. 950 с. <https://tinyurl.com/5n8tp62w>
12. Leshchynsky V., **Bartko V.** Economic and Digital Models of Construction Enterprise Management. XVI International Scientific and Practical Conference “Time of Challenges and Opportunities: Challenges, Solutions, Perspectives”. 15-16 May 2026, Riga, Latvia. BALTIC INTERNATIONAL ACADEMY *(Особистий внесок автора: обґрунтовано можливість використання цифрових моделей управління будівельним підприємством).*

Товариство з обмеженою відповідальністю «БЛАГО БУД»

76018, м. Івано-Франківськ, вул. Євгена Коновальця 35, код ЄДРПОУ 42410233

Вих.№ 167 від 03.04.2026**ДОВІДКА****про впровадження результатів дисертаційного дослідження**

Дана довідка видана **ТОВАРИСТВОМ З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «БЛАГО БУД»** код ЄДРПОУ 42410233 про те, що окремі результати дисертаційного дослідження Бартко Віталія Федоровича на тему «Економічний механізм реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації», поданого на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки» за спеціальністю 051 «Економіка», використані у практичній діяльності підприємства.

У процесі роботи були використані теоретичні положення та практичні рекомендації автора щодо побудови економічного механізму реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери з урахуванням цифрових технологій та екосистемної взаємодії учасників проєктів.

Практичне значення для підприємства полягало у можливості застосування запропонованого автором підходу до вибору напряму цифрових змін, оцінки їх економічної доцільності та узгодження з корпоративними цілями розвитку.

У діяльності підприємства використано такі положення та інструменти:

- методичний підхід до діагностики цифрової зрілості та визначення пріоритетів трансформації компанії;
- модель економічного оцінювання альтернативних сценаріїв реструктуризації з урахуванням цифрових інвестицій;
- рекомендації щодо інтеграції BIM/TIM, хмарних сервісів та аналітики даних у бізнес-процеси підприємства;
- підхід до оцінювання та управління ризиками цифрової трансформації.

Впровадження зазначених положень дозволило підприємству:

- обґрунтувати доцільність інвестицій у цифрові рішення;
- оптимізувати окремі бізнес-процеси та скоротити операційні витрати;
- підвищити якість управлінських рішень на основі цифрових даних;
- зміцнити конкурентні позиції та розширити можливості участі у складних інвестиційно-будівельних проєктах.

Запропоновані автором науково-методичні положення мають практичну цінність для підприємств інвестиційно-будівельної сфери та можуть бути рекомендовані для подальшого використання у процесі стратегічного розвитку та цифрової трансформації.

Директор ТОВ «БЛАГО БУД»



Богдан ПОПАДИН

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «КГП ДЕВЕЛОПМЕНТ»

Вих. № 567 від 24 березня 2026 року

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження у практичну діяльність підприємства

Цією довідкою підтверджується, що ТОВ «КГП ДЕВЕЛОПМЕНТ» використало у своїй діяльності окремі наукові та методичні результати дисертаційного дослідження Бартко Віталія Федоровича на тему «Економічний механізм реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації» під час удосконалення системи планування та реалізації девелоперських проєктів.

Отримані автором підходи застосовано для підсилення здатності підприємства адаптуватися до технологічних змін, підвищувати керованість процесів та ефективно використовувати ресурси в умовах цифрової економіки.

У практичній діяльності підприємства впроваджено:

- методичний підхід до діагностики вихідного стану підприємства та визначення векторів цифрової реструктуризації;
- інструментарій економічного аналізу альтернативних сценаріїв трансформаційних заходів;
- модель узгодження цифрових рішень із функціональним профілем бізнесу та ресурсними можливостями;
- підхід до інтеграції інформаційних систем, BIM/TIM-технологій та аналітики даних у процеси управління;
- систему оцінювання результативності цифрових ініціатив на основі ключових індикаторів ефективності.

Практичне застосування зазначених результатів забезпечило:

- *покращення якості управлінських рішень* завдяки використанню кількісних даних та прогнозової аналітики;
- *оптимізацію витрат і термінів виконання проєктів* за рахунок раціонального вибору технологічних рішень;
- *підвищення прозорості та контрольованості процесів* на всіх етапах життєвого циклу об'єктів;
- *зниження рівня ризиків* через попередню оцінку наслідків трансформаційних кроків;
- *зміцнення конкурентних позицій* підприємства та розширення можливостей участі у складних проєктах.

Застосовані науково-методичні положення є експертно обґрунтованими, прикладно орієнтованими та мають значну практичну цінність для девелоперської діяльності. Їх впровадження сприяє розвитку інтегрованої системи управління та підвищенню результативності діяльності підприємства.

Довідку видано для подання за місцем вимоги.

Директор
ТОВ «КГП ДЕВЕЛОПМЕНТ»



/Онищенко О.В./

М.П.



ДЕРЖАВНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ

**ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«ДНІПРОВСЬКИЙ ПРОЕКТНИЙ ІНСТИТУТ»**

вул. Театральна, 6, м. Дніпро, 49008 тел. (056) 770 82 02,
e-mail: postmaster@dpi.dp.ua, http://www.dpi.dp.ua,
код ЄДРПОУ 14313369

24.03.2026 № 452

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Дана довідка засвідчує, що окремі наукові результати дисертаційної роботи Бартко Віталія Федоровича на тему «Економічний механізм реструктуризації підприємств інвестиційно-будівельної сфери в умовах цифрової трансформації» використано Державним підприємством «Дніпровський проектний інститут» з метою удосконалення системи управління проектами та підвищення ефективності діяльності підприємства.

Матеріали дисертаційного дослідження сприяли розвитку методичних підходів до оцінювання цифрових інвестицій, формування раціональної архітектури трансформаційних заходів, а також контролю їх результативності на основі кількісних показників.

У практичну діяльність підприємства впроваджено:

- методичні рекомендації щодо визначення рівня цифрової зрілості та вибору пріоритетних напрямів цифрової реструктуризації;
- інструментарій економічного аналізу альтернативних сценаріїв цифрової трансформації;
- підхід до формування інтегрованої системи показників оцінювання результативності цифрових ініціатив;
- механізм узгодження цифрових рішень з бізнес-цілями та ресурсними можливостями підприємства.

Використання зазначених розробок забезпечило такі практичні результати:

- ✓ підвищення обґрунтованості управлінських рішень щодо впровадження цифрових технологій;
- ✓ покращення планування та контролю строків і бюджету проектів;
- ✓ оптимізацію використання ресурсів на етапах проектування та реалізації;
- ✓ зростання точності прогнозування економічних наслідків трансформаційних заходів;
- ✓ формування єдиного інформаційного середовища для управління проектами.

Отримані результати мають практичну значущість для діяльності підприємства та можуть бути рекомендовані для використання іншими організаціями інвестиційно-будівельної сфери.

Довідка видана для подання за місцем вимоги.

Директор

Голова комісії з перетворення



Дмитро ЛЕГЕЗА

Додаток В

Визначення ваги показників готовності підприємства ІБС до цифрової трансформації на основі експертних оцінок

Блок показників	Найменування та позначення показника	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Середнє арифметичне значення	Округлення середнього статистичного значення	Вага показника у групі
Технічний блок показників	Оновлення комп'ютерної техніки для цілей впровадження ТІМ (Т1)	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
	Загальний рівень цифрової зрілості (Т2)	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Технологічний блок показників	Впровадження технологій ТІМ (Тл1)	0,5	0,6	0,7	0,7	0,625	0,6	0,6
	Зміна підходу до управління та реалізації ІБП (Тл2)	0,5	0,4	0,3	0,3	0,375	0,4	0,4
Кадровий блок	Компетентності основного виробничого персоналу (К1)	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
	Формування та реалізація стратегії цифрової трансформації (К2)	0,2	0,1	0,2	0,4	0,225	0,2	0,2
	Самостійність у прийнятті рішень щодо процесів і підходів до впровадження, застосування технологій (К3)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Наявність внутрішньокорпоративної системи навчання та адаптації до роботи з ТІМ (К4)	0,2	0,1	0,2	0,1	0,15	0,2	0,2
	Поінформованість широкого кола працівників підприємства про специфіку ТІМ (К5)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Формування цифрової культури (К6)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,125	0,1	0,1
Виробничий блок	Процес впровадження ТІМ (П1)	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2

Блок показників	Найменування та позначення показника	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Середнє арифметичне значення	Округлення середнього статистичного значення	Вага показника у групі
	Глибина проникнення ТІМ у виробничий процес (П2)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,125	0,1	0,1
	Виробничий процес (П3)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,15	0,2	0,2
	Зміна якості робіт (П4)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Зміна строків виконання робіт (П5)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Зміна процесів передавання даних і взаємодії (як усередині організації, так і з контрагентами), створення єдиного інформаційного простору (П6)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Зміна процесів планування (строків, вартості тощо) (П7)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Зміна ефективності використання ресурсів (трудових, матеріальних) (П8)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,125	0,1	0,1
Ринковий блок	Пошук контрагентів для спільної реалізації проєктів із використанням ТІМ у своєму оточенні (Р1)	0,5	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
	Пошук контрагентів для спільної реалізації проєктів із використанням ТІМ на ринку (за межами кола постійних замовників/підрядників) (Р2)	0,5	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3

Показники готовності підприємства ІБС до переходу на ТІМ

Фактор цифрової трансформації	Найменування показника	Вага показника у групі	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Вид реструктуризації
Технічний	Оновлення комп'ютерної техніки для цілей впровадження ТІМ (Т1)	0,7	Проводиться вивчення можливостей впровадження ТІМ: аналіз наявної та необхідної техніки.	Визначено склад технічних ресурсів, необхідних для впровадження ТІМ, та необхідний обсяг фінансування.	Виробничий персонал забезпечено технічними ресурсами, виявляються та усуваються прогалини.	Х	Виробничий персонал забезпечено технічними ресурсами в повному обсязі (Т1.5).	Виробнича
Технічний	Загальний рівень цифрової зрілості (Т2)	0,3	Низький (визначається на основі рівня впровадження ключових сучасних цифрових технологій з урахуванням доступних методик).	Нижче середнього (визначається на основі рівня впровадження ключових сучасних цифрових технологій з урахуванням доступних методик).	Середній (визначається на основі рівня впровадження ключових сучасних цифрових технологій з урахуванням доступних методик).	Вище середнього (визначається на основі рівня впровадження ключових сучасних цифрових технологій з урахуванням доступних методик).	Високий (визначається на основі рівня впровадження ключових сучасних цифрових технологій з урахуванням доступних методик).	
Технологічний	Впровадження технологій ТІМ (Тл1)	0,6	Збирання інформації про можливості впровадження ТІМ шляхом використання наявних і придбання нових технологій.	Формування переліку програмного забезпечення для закупівлі та впровадження, виходячи з реалізації	Закупівля, встановлення і тестування ПЗ, використання елементів нових технологій,	Розширення застосування нових технологій.	Переважає використання технологій та інструментів в ТІМ.	Виробнича

Фактор цифрової трансформації	Найменування показника	Вага показника у групі	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Вид реструктуризації
				клієнтоорієнтованого підходу при доборі інструментів ТІМ (рівень ринкової готовності не нижче 2).	робота з першим пілотним проектом.			
Технологічний	Зміна підходу до управління та реалізації ІБП (Тл2)	0,4	Принципи управління проектами залишаються без змін.	У команди впровадження ТІМ формується розуміння необхідності зміни підходів до управління проектами, оскільки технології, що впроваджуються, не відповідають традиційним способам управління.	Традиційні процеси і процедури управління проектами втрачають ефективність; визначаються нові принципи з орієнтацією на специфіку ТІМ.	Відбувається активне формування нового підходу до управління із застосуванням нових технологій.	Здійснено зміну підходу до управління проектами з орієнтацією на специфіку ТІМ; триває їх поступове вдосконалення.	Виробнича
Кадровий	Компетентності основного виробничого персоналу (К1)	0,2	Відсутні працівники, які мають знання та досвід роботи з ТІМ. Формується (можливо, стихійно) ініціативна команда впровадження ТІМ.	Є працівники, які мають знання та/або досвід роботи з ТІМ, набутий поза цією організацією.	Проводиться масове навчання працівників роботі з ТІМ; кількість співробітників зі знаннями у сфері	Рівень знань фахівців істотно відрізняється; практичні навички формуються під час реалізації	Сформовано команду фахівців, здатних з урахуванням виконуваних функцій реалізовуват	Виробнича, кадрова, організаційна

Фактор цифрової трансформації	Найменування показника	Вага показника у групі	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Вид реструктуризації
					застосування ТІМ швидко зростає.	пілотних проєктів.	и проєкти із застосуванням ТІМ; фахівці мають відповідні знання та досвід.	
Кадровий	Самостійність у прийнятті рішень щодо процесів і підходів до впровадження та застосування технологій (К3)	0,2	Відсутній або наявний у мінімальному обсязі кадровий потенціал для самостійного прийняття рішень щодо впровадження і застосування ТІМ.	Процеси впровадження здійснюються переважно за допомогою зовнішніх експертів, консультантів або спеціально залучених досвідчених працівників.	Поряд із зовнішніми експертами з'являються працівники з активною позицією та можливістю брати участь у процесах впровадження і застосування ТІМ.	Управління процесами впровадження і застосування ТІМ здійснюється переважно власними силами.	Управління завершення м впровадження та подальшим удосконаленням ТІМ здійснюється власними силами; сформовано експертний потенціал.	Виробнича, кадрова, організаційна
Кадровий	Наявність внутрішньокорпоративної системи навчання та адаптації до роботи з ТІМ (К4)	0,1	Відсутня можливість внутрішньокорпоративного навчання й адаптації до роботи з ТІМ через відсутність відповідних компетентностей і досвіду.	X	Під час навчання на зовнішніх майданчиках працівники опановують компетентності з різною швидкістю; більш підготовлені	На підприємстві з'являються експерти з роботи з ТІМ, здатні передавати досвід іншим працівникам; передавання досвіду ще не	Існує власна система навчання нових працівників специфіці роботи з ТІМ.	Виробнича, кадрова, організаційна

Фактор цифрової трансформації	Найменування показника	Вага показника у групі	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Вид реструктуризації
					співробітники допомагають іншим на рівні міжособистісної взаємодії.	має сталого системного характеру.		
Кадровий	Формування цифрової культури (К6)	0,1	Низький рівень цифрової культури та цифрових компетентностей.	Зростання цифрової культури й цифрових компетентностей серед членів команди впровадження ТІМ.	Зростання цифрової культури та цифрових компетентностей серед працівників, залучених до навчання; процес супроводжується опорою змін і роботою щодо його зниження.	Поширення цифрової культури та цифрових компетентностей на всі підрозділи; можливий хвилеподібний опір змінам, здійснюється робота щодо його зниження.	Цифрову культуру сформовано та прийнято абсолютною більшістю працівників організації; опір змінам переважно подолано.	Виробнича, кадрова, організаційна
Виробничий	Процес впровадження ТІМ	0,1	Вивчаються можливості впровадження ТІМ, наявність необхідних ресурсів та/або перспективи ресурсного забезпечення переходу на ТІМ.	Визначено склад техніко-технологічних ресурсів, концепцію впровадження ТІМ та необхідний обсяг фінансування.	Персонал забезпечено техніко-технологічними ресурсами, навчання завершено; триває тестування та запуск першого пілотного	Виконано 3–5 пілотних проєктів, накопичено необхідний досвід, розпочато формування бібліотеки елементів.	Роботи на реальних об'єктах виконуються із застосуванням ТІМ; наявні реалізовані проєкти.	Виробнича

Фактор цифрової трансформації	Найменування показника	Вага показника у групі	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Вид реструктуризації
					проекту.			
Виробничий	Глибина проникнення ТІМ у виробничий процес	0,1	ТІМ як підхід до реалізації проєктів не впроваджено; окреме програмне забезпечення може використовуватися частково.	X	Використовуються окремі елементи ТІМ.	X	Усі виробничі процеси виконуються переважно з використанням ТІМ.	Виробнича
Виробничий	Виробничий процес		Виробничі процеси та процедури залишаються без змін.	Формується концепція зміни виробничих процедур і процесів, пов'язана з упровадженням ТІМ.	Процеси та процедури перебувають на стадії перебудови: відбувається відхід від старих і формування нових.	Активно формуються нові процедури та процеси в нових виробничих умовах; старі процедури втратили актуальність і не використовуються.	Сформовано нові виробничі процедури та процеси; триває їх поступове вдосконалення і впровадження нових інструментів.	Виробнича
Виробничий	Зміна якості робіт		За використання традиційних принципів роботи якість залишається без змін.	X	Під час першого пілотного проєкту якість роботи в ТІМ є низькою; за дублювання функцій традиційним способом	Якість робіт із застосуванням ТІМ досягла рівня не нижчого, ніж до впровадження.	Спостерігається підвищення якості робіт.	

Фактор цифрової трансформації	Найменування показника	Вага показника у групі	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Вид реструктуризації
					якість зберігається та може незначно коливатися.			
Виробничий	Зміна строків виконання робіт		За використання традиційних принципів строки виконання робіт залишаються без змін.	X	Під час першого пілотного проєкту в ТІМ швидкість виконання робіт низька, строки збільшуються; дублювання традиційним способом додатково збільшує строки.	Результативність робіт із застосуванням ТІМ виходить на рівень не нижчий, ніж до впровадження.	Спостерігається підвищення швидкості виконання робіт і скорочення строків.	
Виробничий	Зміна процесів передавання даних і взаємодії (як усередині організації, так і з контрагентами), створення єдиного інформаційного простору		Процеси передавання даних і взаємодії всередині організації та з контрагентами залишаються без змін.	X	У межах пілотного проєкту тестується можливість взаємодії всередині організації через ТІМ-середовище.	Накопичується досвід взаємодії всередині організації з інтеграцією в інформаційну модель; організовується пробна взаємодія з контрагентами.	Взаємодія з контрагентами та всередині організації здійснюється з інтеграцією в інформаційну модель з урахуванням	Виробнича

Фактор цифрової трансформації	Найменування показника	Вага показника у групі	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Вид реструктуризації
							розмежування прав доступу.	
Виробничий	Зміна процесів планування (строків, вартості тощо)		Процеси планування строків і вартості робіт (формування графіків і кошторисів) залишаються без змін.	X	Пробна реалізація функцій планування строків і вартості в межах першого пілотного проєкту; супроводжується помилками.	Накопичується досвід формування графіків і кошторисів у серії пілотних проєктів; кількість помилок зменшується, швидкість роботи зростає.	Автоматичне формування графіків і кошторисів, автоматичний перерахунок у разі внесення змін до проєкту.	
Виробничий	Зміна ефективності використання ресурсів (трудових, матеріальних)		Ефективність використання ресурсів залишається без змін.	X	Під час впровадження ТІМ ефективність трудових ресурсів знижується через освоєння нових технологій; ефективність використання матеріальних ресурсів залишається без змін.	Ефективність використання трудових ресурсів починає зростати, наближаючись до рівня до впровадження ТІМ; ефективність використання матеріальних ресурсів поступово зростає.	Ефективність використання ресурсів підвищується.	

Фактор цифрової трансформації	Найменування показника	Вага показника у групі	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Вид реструктуризації
Фінансовий	Фінансування процесу цифрової трансформації (Ф1)	1	Накопичуються ресурси для впровадження ТІМ.	Оцінено потребу у фінансових ресурсах, сформовано план фінансування з урахуванням можливостей організації та використання різних джерел.	Забезпечується фінансування закупівлі обладнання, ПЗ та навчання персоналу, що пов'язано зі значним обсягом витрат підприємства.	Поступово усуваються прогалини в забезпеченні обладнанням і ПЗ та проведенні навчання; обсяг витрат на впровадження поступово знижується.	Підтримуються процеси застосування ТІМ шляхом регулярного оновлення ПЗ, комп'ютерної техніки та навчання персоналу; витрати стабілізуються на рівні, значно нижчому, ніж на 3–4 етапах.	Фінансова, майнова
Необхідні («вхідні») умови	Відсутність імовірності банкрутства, наявність балансу фінансових ресурсів для реалізації процесів цифрової трансформації							
Ринковий	Пошук контрагентів для спільної реалізації проєктів із використанням ТІМ у своєму	0,7	Дослідження застосування ТІМ в організаціях-замовниках і партнерів	Реалізація клієнтоорієнтованого підходу при доборі інструментів	X	Розпочато інтеграцію партнерів у цифрову екосистему	Проведено інтеграцію партнерів і замовників у цифрову	Маркетингова

Фактор цифрової трансформації	Найменування показника	Вага показника у групі	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Вид реструктуризації
	оточенні		(підрядників, субпідрядників), виявлення специфіки використання ТІМ та переліку ПЗ, з яким вони працюють.	ТІМ: формування переліку ПЗ для закупівлі й інтеграції у виробничий процес з орієнтацією насамперед на замовників та з урахуванням компетентностей підрядників.		підприємства.	екосистему підприємств а.	
Ринковий	Пошук контрагентів для спільної реалізації проєктів із використанням ТІМ на ринку (за межами кола постійних замовників/підрядників)	0,3	Проведення дослідження щодо застосування ТІМ на ринку.	X	Розроблення пропозицій щодо коригування концепції впровадження ТІМ з урахуванням результатів дослідження ринку.	X	Поступове впровадження нових інструментів в ТІМ дає змогу розширювати базу контрагентів в (замовників і підрядників) для спільної реалізації проєктів із застосуванням ТІМ.	Маркетингова
Маркетинговий	Подання своїх послуг у новій		Зміни у представленні	Пошук конкурентних	Внесення змін до	Формування та	Сформовано оновлену	Маркетингова

Фактор цифрової трансформації	Найменування показника	Вага показника у групі	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Вид реструктуризації
	якості		власних товарів/послуг відсутні.	переваг, формування концепції представлення товарів/послуг на ринку з урахуванням нових можливостей, що виникають із упровадженням ТІМ.	маркетингової стратегії й тактики з урахуванням представлення власних товарів/послуг у новій якості.	обґрунтування адаптованих до ключових клієнтів цінових пропозицій з урахуванням нової якості товарів/послуг .	цінову пропозицію з урахуванням нової якості товарів/послуг (якість, строки, точність, безпека тощо); здійснюється її поступове доопрацювання в міру розширення застосовуваних інструментів в ТІМ.	

Анкета експерта для оцінювання рівня готовності підприємства до цифрової трансформації з переходом на ТІМ

Перед Вами анкета, що дає змогу оцінити рівень готовності Вашого підприємства до переходу на ТІМ. Прочитайте характеристику ситуації за кожним із виділених показників.

Оберіть опис ситуації, який найбільшою мірою відповідає поточному стану на Вашому підприємстві.

У графі «Оцінка експерта» зазначте кількість балів, що відповідає поточній ситуації на Вашому підприємстві. Необхідно вписувати лише цілі значення — від 1 до 5 балів.

Найменування показника	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Оцінка експерта
Оновлення комп'ютерної техніки для цілей впровадження ТІМ (Т1)	Проводиться вивчення можливостей впровадження ТІМ: аналіз наявної та необхідної техніки.	Визначено склад технічних ресурсів, необхідних для впровадження ТІМ, та необхідний обсяг фінансування.	Виробничий персонал забезпечено технічними ресурсами; виявляються та усуваються прогалини.	X	Виробничий персонал забезпечено технічними ресурсами в повному обсязі (Т1.5).	
Загальний рівень цифрової зрілості (Т2)	Низький (визначається на основі рівня впровадження ключових сучасних цифрових технологій з урахуванням доступних методик).	Нижче середнього (визначається на основі рівня впровадження ключових сучасних цифрових технологій з урахуванням доступних методик).	Середній (визначається на основі рівня впровадження ключових сучасних цифрових технологій з урахуванням доступних методик).	Вище середнього (визначається на основі рівня впровадження ключових сучасних цифрових технологій з урахуванням доступних методик).	Високий (визначається на основі рівня впровадження ключових сучасних цифрових технологій з урахуванням доступних методик).	
Впровадження технологій ТІМ (Тл1)	Збирання інформації про можливості впровадження ТІМ шляхом використання наявних і придбання нових технологій.	Формування переліку ПЗ для закупівлі та впровадження, виходячи з клієнтоорієнтованого підходу при доборі інструментів ТІМ (рівень ринкової готовності не нижче	Закупівля, встановлення і тестування ПЗ, використання елементів нових технологій, робота з першим пілотним проектом.	Розширення застосування нових технологій.	Переважне використання технологій та інструментів ТІМ.	

Найменування показника	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Оцінка експерта
		2).				
Зміна підходу до управління та реалізації ІБП (Тл2)	Принципи управління проєктами залишаються без змін.	У команди впровадження ТІМ з'являється розуміння необхідності зміни підходів до управління проєктами, оскільки технології, що впроваджуються, не відповідають традиційним способам управління.	Традиційні процеси та процедури управління проєктами втрачають ефективність; визначаються нові принципи з орієнтацією на специфіку ТІМ.	Відбувається активне формування нового підходу до управління із застосуванням нових технологій.	Здійснено зміну підходу до управління проєктами з орієнтацією на специфіку ТІМ; триває їх поступове вдосконалення.	
Компетентності основного виробничого персоналу (К1)	Відсутні працівники, які мають знання та досвід роботи з ТІМ.	Є працівники, які мають знання та/або досвід роботи з ТІМ, набутий поза цією організацією.	Проводиться масове навчання працівників роботи з ТІМ; кількість співробітників, які мають знання у сфері застосування ТІМ, стрімко зростає.	Рівень знань фахівців істотно відрізняється; навички роботи формуються під час реалізації пілотних проєктів.	Сформовано команду фахівців, здатних з урахуванням виконуваних функцій реалізувати проєкт із застосуванням ТІМ. Фахівці мають знання та досвід роботи.	
Формування та реалізація стратегії цифрової трансформації (К2)	Збирання інформації для формування стратегії цифрової трансформації.	Формування стратегії цифрової трансформації, її прийняття та доведення до всіх працівників підприємства;	Початок реалізації стратегії цифрової трансформації.	Реалізація стратегії, моніторинг проміжних результатів, коригування діяльності або	Завершення реалізації стратегії цифрової трансформації, оцінювання її результатів,	

Найменування показника	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Оцінка експерта
		визначення підрозділу, відповідального за її реалізацію (організацію процесів, координацію зусиль, моніторинг результатів).		стратегії цифрової трансформації, обговорення проміжних результатів із колективом.	визначення подальших планів розвитку.	
Самостійність у прийнятті рішень щодо процесів і підходів до впровадження та застосування технологій (К3)	Відсутній або наявний у мінімальному обсязі кадровий потенціал для самостійного прийняття рішень щодо впровадження і застосування ТІМ.	Процеси впровадження здійснюються переважно за допомогою зовнішніх експертів, консультантів або спеціально залучених досвідчених працівників.	Поряд із зовнішніми експертами з'являються працівники з активною позицією та можливістю участі у процесах впровадження і застосування ТІМ.	Управління процесами впровадження і застосування ТІМ здійснюється переважно власними силами.	Управління завершенням впровадження та подальшим удосконаленням ТІМ здійснюється власними силами; наявний експертний потенціал.	
Наявність внутрішньокорпоративної системи навчання та адаптації до роботи з ТІМ (К4)	Відсутня можливість внутрішньокорпоративного навчання та адаптації до роботи з ТІМ через відсутність відповідних компетентностей і досвіду.	X	У процесі навчання на зовнішніх майданчиках працівники опановують компетентності з різною швидкістю. Ті, хто опановує їх швидше, можуть допомагати іншим на рівні міжособистісної взаємодії.	На підприємстві з'являються експерти з роботи з ТІМ, здатні передавати досвід іншим працівникам. Передавання досвіду ще не має сталого системного характеру.	Існує власна система навчання нових працівників специфіці роботи з ТІМ (для осіб, які мають базову освіту).	

Найменування показника	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Оцінка експерта
Поінформованість широкого кола працівників підприємства про специфіку ТІМ (К5)	Персонал підприємства переважно не поінформований про специфіку ТІМ (за винятком обмеженого кола фахівців).	Інформація про перехід підприємства на ТІМ поширюється; зростає поінформованість виробничого персоналу про специфіку роботи з ТІМ.	Виробничий персонал поінформований на високому рівні; різко зростає поінформованість підрозділів, відповідальних за продажі та маркетинг.	Виробничий персонал і працівники підрозділів, відповідальних за продажі та маркетинг, поінформовані на високому рівні в межах виконуваних функцій; інформація поширюється на інші підрозділи.	Увесь персонал підприємства, який бере участь у виробничих процесах і взаємодії з клієнтами на різних рівнях, розуміє специфіку роботи з ТІМ.	
Формування цифрової культури (К6)	Низький рівень цифрової культури та цифрових компетентностей.	Зростання цифрової культури та цифрових компетентностей серед членів команди впровадження ТІМ.	Зростання цифрової культури та цифрових компетентностей серед працівників, залучених до навчання. Супроводжується опором змінам і роботою щодо його зниження.	Поширення цифрової культури та цифрових компетентностей на всі підрозділи. Хвилеподібний опір змінам; здійснюється робота щодо його зниження.	Цифрову культуру сформовано та прийнято абсолютною більшістю працівників організації. Опір змінам знижено та переважно подолано.	
Процес впровадження ТІМ	Вивчаються можливості впровадження ТІМ, наявність необхідних ресурсів та/або перспективи ресурсного забезпечення переходу на ТІМ.	Визначено склад техніко-технологічних ресурсів, необхідних для впровадження ТІМ, концепцію впровадження та необхідний обсяг	Виробничий персонал забезпечено техніко-технологічними ресурсами, навчання завершено; триває	Виконано 3–5 пілотних проєктів, за результатами яких накопичено необхідний досвід і розпочато формування бібліотеки	Роботи на реальних об'єктах виконуються із застосуванням ТІМ; наявні реалізовані проєкти.	

Найменування показника	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Оцінка експерта
		фінансування.	тестування та запуск першого пілотного проєкту.	елементів.		
Глибина проникнення ТІМ у виробничий процес	ТІМ як підхід до реалізації проєктів не впроваджено. При цьому може частково використовуватися ПЗ, яке вже застосовується.	X	Використовуються окремі елементи ТІМ.	X	Усі виробничі процеси виконуються переважно з використанням ТІМ.	
Виробничий процес	Виробничі процеси та процедури залишаються без змін.	Формується концепція зміни виробничих процедур і процесів, пов'язана з упровадженням ТІМ.	Процеси та процедури перебувають на стадії перебудови: відбувається відхід від старих процедур і процесів та формування нових.	Активно формуються нові процедури та процеси в нових виробничих умовах; старі процедури втратили актуальність і не використовуються.	Сформовано нові виробничі процедури та процеси; триває їх поступове вдосконалення і впровадження нових інструментів.	
Зміна якості робіт	За використання традиційних принципів роботи якість робіт залишається без змін.	X	Під час реалізації першого пілотного проєкту його якість у ТІМ є низькою; за дублювання функцій традиційним способом якість зберігається та може незначно коливатися.	Якість робіт із застосуванням ТІМ досягла рівня не нижчого, ніж до впровадження.	Спостерігається підвищення якості робіт.	
Зміна строків виконання робіт	За використання традиційних принципів роботи строки виконання робіт залишаються без змін.	X	Під час реалізації першого пілотного проєкту в ТІМ швидкість	Результативність робіт із застосуванням ТІМ досягла рівня	Спостерігається підвищення швидкості виконання робіт	

Найменування показника	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Оцінка експерта
	змін.		виконання робіт низька, строк виконання робіт значно збільшується; за дублювання функцій традиційним способом строки додатково збільшуються.	не нижчого, ніж до впровадження.	і скорочення строків.	
Зміна процесів передавання даних і взаємодії (як усередині організації, так і з контрагентами), створення єдиного інформаційного простору	Процеси передавання даних і взаємодії всередині організації та з контрагентами залишаються без змін.	X	У процесі реалізації пілотного проєкту тестується можливість взаємодії всередині організації через ТІМ-середовище.	Накопичується досвід взаємодії всередині організації з інтеграцією в інформаційну модель; організовується пробна взаємодія з контрагентами.	Взаємодія з контрагентами та всередині організації здійснюється з інтеграцією в інформаційну модель з урахуванням розмежування прав доступу.	
Зміна процесів планування (строків, вартості тощо)	Процеси планування строків і вартості робіт (формування графіків і кошторисів) залишаються без змін.	X	Пробна реалізація функцій планування строків і вартості в межах першого пілотного проєкту. Супроводжується помилками.	Накопичення досвіду формування графіків і кошторисів у серії пілотних проєктів, зменшення кількості помилок, підвищення швидкості робіт.	Автоматичне формування графіків і кошторисів, автоматичний перерахунок у разі внесення змін до проєкту.	
Зміна ефективності використання ресурсів (трудових, матеріальних)	Ефективність використання ресурсів залишається без змін.	X	У процесі впровадження ТІМ ефективність	Ефективність використання трудових ресурсів	Ефективність використання ресурсів	

Найменування показника	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Оцінка експерта
			трудових ресурсів знижується у зв'язку з освоєнням нових технологій; ефективність використання матеріальних ресурсів залишається без змін.	починає зростати, наближаючись до рівня до впровадження ТІМ; ефективність використання матеріальних ресурсів поступово зростає.	підвищується.	
Фінансування процесу цифрової трансформації (Ф1)	Накопичуються ресурси для впровадження ТІМ.	Оцінено потребу у фінансових ресурсах, сформовано план фінансування з урахуванням можливостей організації та використання різних джерел.	Забезпечується фінансування закупівлі обладнання, ПЗ та навчання персоналу, що пов'язано зі значним обсягом витрат підприємства.	Поступово усуваються прогалини у забезпеченні обладнанням, ПЗ та проведенні навчання; обсяг витрат на впровадження поступово знижується.	Підтримуються процеси застосування ТІМ шляхом регулярного оновлення ПЗ, комп'ютерної техніки та навчання персоналу; обсяг витрат стабілізується на рівні, значно нижчому, ніж на 3–4 етапах.	
Пошук контрагентів для спільної реалізації проектів із використанням ТІМ у своєму оточенні	Дослідження застосування ТІМ в організаціях-замовниках і партнерів (підрядників, субпідрядників), виявлення специфіки використання ТІМ та переліку ПЗ, за допомогою якого здійснюється робота.	Реалізація клієнтоорієнтованого підходу при доборі інструментів ТІМ: формування переліку ПЗ для закупівлі й інтеграції у виробничий процес з орієнтацією	X	Розпочато процес інтеграції партнерів у цифрову екосистему підприємства.	Проведено інтеграцію партнерів і замовників у цифрову екосистему підприємства.	

Найменування показника	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Оцінка експерта
		насамперед на замовників та з урахуванням компетентностей підрядників.				
Пошук контрагентів для спільної реалізації проєктів із використанням ТІМ на ринку (за межами кола постійних замовників/підрядників)	Проведення дослідження щодо застосування ТІМ на ринку.	X	Розроблення пропозицій щодо коригування концепції впровадження ТІМ з урахуванням результатів дослідження ринку.	X	Поступове впровадження нових інструментів ТІМ дає змогу розширювати базу контрагентів (замовників і підрядників) для спільної реалізації проєктів із застосуванням ТІМ.	
Подання своїх послуг у новій якості	Зміни у представленні власних товарів/послуг відсутні.	Пошук конкурентних переваг, формування концепції представлення товарів/послуг на ринку з урахуванням нових можливостей, що виникають із упровадженням ТІМ.	Внесення змін до маркетингової стратегії й тактики з урахуванням представлення власних товарів/послуг у новій якості.	Формування та обґрунтування адаптованих до ключових клієнтів цінових пропозицій з урахуванням нової якості товарів/послуг.	Сформовано оновлену цінову пропозицію з урахуванням нової якості товарів/послуг (якість, строки, точність, безпека тощо); здійснюється її поступове доопрацювання в міру розширення	

Найменування показника	Низький (1 бал)	Нижче середнього (2 бали)	Середній (3 бали)	Вище середнього (4 бали)	Високий (5 балів)	Оцінка експерта
					застосовуваних інструментів ТІМ.	

