Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва і архітектури

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

МОЛОДЬКО ОЛЕКСІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 69.05:005.8:004.94

ДИСЕРТАЦІЯ

ІНТЕГРОВАНА СЦЕНАРНО-ЦИФРОВА ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ПРОЄКТІВ БУДІВНИЦТВА

192 – Будівництво та цивільна інженерія

19 – Архітектура та будівництво

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

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

Наукові керівники: 1. **Ємельянова Олена Миколаївна,** кандидат наук з державного управління, професор кафедри організації та управління будівництвом Київського національного університету будівництва і архітектури

2. **Клименко Микола Олександрович**, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри машин і обладнання технологічних процесів Київського національного університету будівництва і архітектури

Київ – 2026

АНОТАЦІЯ

Молодько О. В. **Інтегрована сценарно-цифрова оптимізація організаційно-управлінських рішень проєктів будівництва.** — Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». — Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, 2026.

Дисертацію присвячено обґрунтуванню теоретико-методичних засад і розробленню практичного інструментарію інтегрованої сценарно-цифрової оптимізації організаційно-управлінських рішень проєктів будівництва, що поєднує сценарне прогнозування станів проєкту, цифрові джерела даних та організаційно-технологічні обмеження будівельного виробництва в єдиній моделі. Обґрунтовано необхідність кількісного оцінювання якості організаційно-управлінських рішень з урахуванням не лише їх результатів, а й інформаційного навантаження та когнітивної реакції управлінського персоналу, структурної синхронізації рівнів управління та обмежень проєкту організації будівництва і проєкту виконання робіт.

Нагальність дослідження обумовлена тим, що будівельно-інвестиційні проєкти в Україні реалізуються в умовах воєнного стану, перебоїв енергопостачання, ресурсних обмежень і високої мінливості строків поставок, а управлінська ланка проєкту отримує дедалі більший потік цифрових сигналів від BIM-, ERP- та BI-систем. За відсутності механізмів пріоритезації цих сигналів зростання обсягу доступних даних супроводжується перевантаженням управлінського персоналу, затримками в ухваленні рішень, порушенням строків і перевитратами. Отже, нагальність дослідження визначається потребою будівельних підприємств у моделі, яка дає змогу кількісно оцінювати якість організаційно-управлінських рішень, обирати раціональну конфігурацію

управлінських заходів з урахуванням можливих сценаріїв розвитку подій і перевіряти її на допустимість щодо організаційно-технологічних обмежень проєкту.

Науково-прикладні передумови дослідження сформовано положеннями теорії організації будівельного виробництва, проєктного менеджменту, теорії прийняття рішень в умовах обмеженої раціональності, сценарного планування та синергетики. Науково-методична проблема полягає в тому, що наявні підходи до оптимізації управлінських рішень розвиваються відокремлено: кількісні методи дослідження операцій не враховують поведінкових чинників і перевантаження управлінського персоналу, цифрові підходи — організаційно-технологічних обмежень проєкту організації будівництва та проєкту виконання робіт, а сценарні методи — структури управління проєктом і розподілу відповідальності між його учасниками. Практичний запит визначається потребою будівельних підприємств у розрахункових процедурах і програмних засобах, які за даними реєстру управлінських рішень і цифрових систем моніторингу дають змогу оцінювати стан управлінської системи проєкту, встановлювати сигнальні рівні та своєчасно коригувати управлінські впливи.

У **першому розділі** дисертації уточнено сутність організаційно-управлінського рішення у будівництві як цілеспрямованого вибору і реалізації варіанта організаційного впливу на систему учасників будівельно-інвестиційного проєкту, що ґрунтується на сценарній оцінці можливих станів проєкту за цифровими даними та забезпечує узгодження технологічної черговості робіт, ресурсного забезпечення, строків і ризиків з цілями зацікавлених сторін на всіх фазах життєвого циклу. Класифікацію рішень доповнено ознаками ступеня алгоритмізації та сценарної визначеності.

Визначено особливості будівельно-інвестиційних проєктів як об’єктів організаційного управління — мережеву структуру учасників,

фазову мінливість організаційної логіки, нормативно задану технологічну черговість робіт, багатокомпонентний ризик-профіль і залежність від цифрових джерел даних. Систематизовано процесні, проєктно-управлінські, кількісні, сценарні та цифрові підходи до оптимізації рішень і встановлено, що вони не забезпечують інтеграції сценарного прогнозування, цифрових даних та організаційно-технологічних параметрів будівництва.

У **другому розділі** розроблено каскадну систему аналітичних індикаторів оцінювання ефективності управлінських рішень, яка містить зведений коефіцієнт управлінської ефективності, що співвідносить агреговані нормовані результати рішень з відносними часовими та вартісними витратами на їх ухвалення, а також показники адаптивності та реактивності управлінської системи з визначенням вагових коефіцієнтів за правилом Фішберна. Апробація системи індикаторів в індексній формі відносно базового періоду показала підвищення ефективності управлінських рішень з урахуванням витрат часу та коштів на їх ухвалення.

Розроблено методику побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту, що містить алгоритм із шести етапів, критерій вибору конфігурації структури, індекси адаптаційної рівноваги, адаптивності та фазово-структурної гармонії. Запропоновано інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей: модифіковану функцію очікуваного збитку з адаптивним погашенням ризику, індекс конфліктності стейкхолдерів за чотирма параметрами та процедуру байєсівсько-імітаційного моделювання невизначеності.

У **третьому розділі** побудовано багатофакторну модель прийняття управлінських рішень, яка поєднує індикаторні шари, матрицю міжшарових взаємодій та динамічний блок «інформаційне навантаження – когнітивна реакція – ймовірність раціонального вибору – структурна

синхронізація – якість рішення», а її оптимізаційна постановка передбачає максимізацію очікуваної якості рішень за трьома сценаріями з обмеженнями щодо директивних строків, кошторисної вартості, ресурсів і технологічної черговості робіт. Апробація динамічного блоку моделі в індексній формі відносно базового періоду показала зростання якості організаційно-управлінських рішень, стійкість результату до зміни параметрів і вагових коефіцієнтів та збереження порогової якості рішень у всіх розглянутих сценаріях; інтегральний цифровий індекс і матриця міжшарових взаємодій підлягають ідентифікації в міру накопичення даних цифрового контуру проєкту. Розроблено програмний продукт SmartLoad-DSS, що реалізує розрахунки моделі.

На основі синергетичного підходу запропоновано коефіцієнт синергії складових моделі, що відображає перевищення спільного ефекту складових над сумою їх окремих впливів у межах мультиплікативної структури моделі, та обґрунтовано шість напрямів удосконалення управлінської системи проєкту з відповідальними виконавцями, індикаторами контролю та етапами впровадження.

У **четвертому розділі** виконано практичну реалізацію моделі на проєкті будівництва житлового комплексу з вбудовано-прибудованими приміщеннями обслуговування та паркінгами. Обґрунтовано матричну конфігурацію управління, матрицю відповідальності та реєстр ризиків проєкту. Встановлено, що раціональною є комплексна конфігурація управлінських заходів, яка поєднує структурні та інформаційні заходи, тоді як конфігурація, обмежена цифровими інструментами, за модельним розрахунком не забезпечує порогової якості рішень. Визначено межі стійкості управлінської системи — критичне значення коефіцієнта завантаження управлінського персоналу та допустиме перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом. За період застосування моделі в управлінському обліку зафіксовано скорочення тривалості погодження управлінських рішень, кількості

критичних відхилень від календарного плану, адміністративних і логістичних витрат та зростання рентабельності будівельно-монтажних робіт; оскільки оцінювання виконано в індексній формі, ці зміни характеризують узгодженість фактичної динаміки показників з механізмом дії моделі, а ізольований внесок моделі потребує подальшої верифікації на контрольних об’єктах.

У розділі викладено практичні рекомендації щодо застосування моделі: закріплення матричної конфігурації та матриці відповідальності як стандарту управління проєктами, ведення реєстру управлінських рішень і сигналів на всіх фазах будівництва, встановлення сигнальних рівнів моніторингу, щорічний перерахунок питомих економічних ефектів за даними обліку та оцінювання готовності проєктних команд за коефіцієнтом масштабованості, а також запропоновано формулу річного економічного ефекту з урахуванням витрат на впровадження.

Провідна інновація дослідження полягає в поєднанні сценарного прогнозування станів будівельно-інвестиційного проєкту, цифрових даних про управлінські сигнали та організаційно-технологічних обмежень будівництва в єдиній моделі, яка враховує перетворення інформаційного навантаження на якість рішення через когнітивну реакцію управлінського персоналу та структурну синхронізацію рівнів управління. На відміну від підходів, орієнтованих на окремі кількісні, цифрові чи сценарні інструменти, запропонований інструментарій дає змогу кількісно оцінювати якість організаційно-управлінських рішень, обирати раціональну конфігурацію управлінських заходів, перевіряти її на допустимість щодо проєкту організації будівництва і проєкту виконання робіт та встановлювати сигнальні рівні моніторингу управлінської системи проєкту.

Наукова новизна дисертації полягає в теоретичному обґрунтуванні та розробленні інтегрованої сценарно-цифрової моделі оптимізації організаційно-управлінських рішень проєктів будівництва,

яка забезпечує послідовний перехід від діагностики стану управлінської системи проєкту до вибору конфігурації управлінських заходів, перевірки її допустимості та моніторингу.

У дисертаційній роботі **вперше** розроблено інтегровану сценарно-цифрову модель оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах, яка, на відміну від відомих, поєднує динамічний блок «інформаційне навантаження – когнітивна реакція – ймовірність раціонального вибору – структурна синхронізація – якість рішення» зі стохастичною оптимізаційною постановкою за трьома сценаріями та обмеженнями проєкту організації будівництва і проєкту виконання робіт щодо директивних строків, кошторисної вартості, ресурсів і технологічної черговості робіт, передбачає включення інтегрального цифрового індексу в міру накопичення даних цифрового контуру та дає змогу визначати розрахункові порогові значення стійкості управлінської системи проєкту як підґрунтя для сигнальних рівнів моніторингу.

Удосконалено систему аналітичних індикаторів оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності в частині зведеного коефіцієнта управлінської ефективності, що співвідносить агреговані нормовані результати рішень з відносними часовими та вартісними витратами на їх ухвалення, та показників адаптивності й реактивності управлінської системи; методику побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту, яка поєднує вимоги проєкту організації будівництва та проєкту виконання робіт з критерієм вибору конфігурації структури та індексами адаптаційної рівноваги, адаптивності й фазово-структурної гармонії; інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей за рахунок модифікованої функції очікуваного збитку з урахуванням ваги, дисконтування та адаптивного погашення ризику, індексу конфліктності стейкхолдерів за чотирма

параметрами та процедури байєсівсько-імітаційного моделювання невизначеності.

Набули подальшого розвитку понятійний апарат організаційного управління будівництвом у частині визначення організаційно-управлінського рішення, яке поєднує процедурний, організаційно-технологічний, сценарний і цифровий аспекти, та доповнення класифікації рішень ознаками ступеня алгоритмізації і сценарної визначеності; синергетичний підхід до координації учасників будівельно-інвестиційного проєкту через коефіцієнт синергії складових моделі та напрями удосконалення управлінської системи з відповідальними виконавцями й індикаторами контролю; методичні засади оцінювання економічного ефекту та масштабування моделі через питомі значення економічного ефекту та коефіцієнт масштабованості.

Практична цінність результатів дисертації полягає в можливості використання розробленої моделі, методик і програмного продукту SmartLoad-DSS будівельними підприємствами для оцінювання якості організаційно-управлінських рішень, вибору конфігурації управлінських заходів, перевірки її допустимості щодо організаційно-технологічних обмежень і моніторингу стану управлінської системи проєкту. Програмний продукт реалізовано у вигляді вебзастосунку, що не потребує встановлення та капітальних вкладень, а розрахунки ґрунтуються на даних реєстру управлінських рішень, календарного плану та систем BIM, ERP і BI. Рекомендації щодо вибору конфігурації управлінських заходів і сигнальних рівнів моніторингу можуть бути використані під час реалізації проєктів відбудови, а також в освітньому процесі під час підготовки здобувачів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Результати дослідження впроваджено в діяльність підприємств і організацій, що підтверджено довідками про впровадження.

Ключові слова: організаційно-управлінські рішення, будівельно-інвестиційний проєкт, сценарно-цифрова оптимізація, організація будівництва, адаптивна організаційна структура, інформаційне навантаження, когнітивна реакція, структурна синхронізація, ризик, конфлікт інтересів, невизначеність, BIM, синергетичний підхід, система підтримки прийняття рішень.

ABSTRACT

Molodko O. V. **Integrated scenario-digital optimization of organizational and managerial decisions in construction projects.** — Qualifying scientific work on the rights of a manuscript.

Dissertation for the Doctor of Philosophy degree in the field of knowledge 19 “Architecture and Construction”, specialty 192 “Construction and Civil Engineering”. — Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, 2026.

The dissertation is devoted to substantiating the theoretical and methodological foundations and developing practical tools for the integrated scenario-digital optimization of organizational and managerial decisions in construction projects, which combine scenario forecasting of project states, digital data sources and the organizational and technological constraints of construction production in a single model. The need is substantiated to assess quantitatively the quality of organizational and managerial decisions taking into account not only their results but also the information load and cognitive response of management personnel, the structural synchronization of management levels and the constraints of the construction organization project and the work execution project.

The urgency of the study is due to the fact that construction investment projects in Ukraine are implemented under martial law, power outages, resource constraints and high volatility of delivery times, while project management receives a growing flow of digital signals from BIM, ERP and BI systems. In the absence of mechanisms for prioritizing these signals, the growth of available data is accompanied by the overload of management personnel, delays in decision-making, missed deadlines and cost overruns. Therefore, the urgency of the study is determined by the need of construction companies for a model that makes it possible to evaluate the quality of organizational and managerial decisions quantitatively, to choose a rational configuration of management measures taking possible scenarios into account and to check it for admissibility against the organizational and technological constraints of the project.

The scientific and applied prerequisites of the study are formed by the provisions of the theory of construction production organization, project management, decision theory under bounded rationality, scenario planning and synergetics. The scientific and methodological problem is that existing approaches to decision optimization develop separately: quantitative operations research methods ignore behavioural factors and the overload of management personnel, digital approaches ignore the organizational and technological constraints of the construction organization project and the work execution project, and scenario methods ignore the project management structure and the distribution of responsibilities among participants. The practical demand is determined by the need of construction companies for calculation procedures and software that use the data of the decision register and digital monitoring systems to assess the state of the project management system, set signal levels and adjust management actions in time.

The **first chapter** clarifies the essence of an organizational and managerial decision in construction as a purposeful choice and implementation of an option of organizational influence on the system of participants of a construction investment project, based on a scenario assessment of possible project states using digital data and ensuring the coordination of the technological sequence of works, resource provision, deadlines and risks with the goals of stakeholders at all phases of the life cycle. The classification of decisions is supplemented with the features of the degree of algorithmization and scenario certainty.

The features of construction investment projects as objects of organizational management are identified: a network structure of participants, phase variability of organizational logic, a normatively defined technological sequence of works, a multi-component risk profile and dependence on digital data sources. Process, project management, quantitative, scenario and digital approaches to decision optimization are systematized, and it is established that they do not integrate scenario forecasting, digital data and the organizational and technological parameters of construction.

The **second chapter** develops a cascade system of analytical indicators for evaluating the effectiveness of management decisions, including a composite coefficient of management effectiveness, which relates aggregated normalized decision results to the relative time and cost of decision-making, as well as indicators of adaptability and reactivity of the management system with weights determined by the Fishburn rule. Testing of the system of indicators in index form relative to the base period showed an increase in the effectiveness of management decisions taking into account the time and cost of their adoption.

A methodology for building adaptive organizational structures that takes into account the phases of the investment project life cycle is developed; it contains a six-stage algorithm, a criterion for selecting the structure configuration, and indices of adaptive equilibrium, adaptability and phase-structural harmony. Tools for diagnosing risks, conflicts of interest and uncertainties are proposed: a modified expected loss function with adaptive risk mitigation, a stakeholder conflict index based on four parameters and a procedure of Bayesian simulation modelling of uncertainty.

The **third chapter** builds a multifactor decision-making model that combines indicator layers, a matrix of inter-layer interactions and a dynamic block “information load – cognitive response – probability of rational choice – structural synchronization – decision quality”, while its optimization formulation maximizes the expected decision quality under three scenarios subject to constraints on directive deadlines, estimated cost, resources and the technological sequence of works. Testing of the dynamic block of the model in index form relative to the base period showed an increase in the quality of organizational and managerial decisions, robustness of the result to changes in parameters and weights, and that the threshold decision quality is maintained in all scenarios considered; the integral digital index and the inter-layer matrix are to be identified as digital-loop data of the project accumulate. The SmartLoad-DSS software product implementing the model calculations is developed.

On the basis of the synergetic approach, a synergy coefficient of the model components is proposed, which reflects the excess of the joint effect of the components over the sum of their separate effects within the multiplicative structure of the model, and six directions for improving the project management system with responsible executors, control indicators and implementation stages are substantiated.

The **fourth chapter** presents the practical implementation of the model in the project of construction of a residential complex with built-in service premises and parking. A matrix management configuration, a responsibility matrix and a project risk register are substantiated. It is established that the rational option is a comprehensive configuration of management measures combining structural and information measures, while a configuration limited to digital tools, according to the model calculation, does not provide the threshold decision quality. The stability limits of the management system are determined: the critical value of the management personnel load coefficient and the permissible excess of risk load over the resource reserve. During the period of the model application, management accounting recorded a reduction in the duration of decision approval, the number of critical deviations from the schedule, administrative and logistics costs, and an increase in the profitability of construction and installation works; since the assessment is carried out in index form, these changes characterize the consistency of the actual dynamics of the indicators with the mechanism of the model, while the isolated contribution of the model requires further verification on control objects.

The chapter sets out practical recommendations for applying the model: establishing the matrix configuration and the responsibility matrix as a project management standard, keeping a register of management decisions and signals at all construction phases, setting monitoring signal levels, annual recalculation of specific economic effects based on accounting data and assessing the readiness of project teams by the scalability coefficient; a formula for the annual economic effect taking into account implementation costs is also proposed.

The leading innovation of the study lies in combining scenario forecasting of the states of a construction investment project, digital data on management signals and the organizational and technological constraints of construction in a single model that takes into account the transformation of information load into decision quality through the cognitive response of management personnel and the structural synchronization of management levels. Unlike approaches focused on separate quantitative, digital or scenario tools, the proposed toolkit makes it possible to evaluate the quality of organizational and managerial decisions quantitatively, to choose a rational configuration of management measures, to check its admissibility against the construction organization project and the work execution project, and to set monitoring signal levels for the project management system.

The scientific novelty of the dissertation lies in the theoretical substantiation and development of an integrated scenario-digital model for optimizing organizational and managerial decisions in construction projects, which provides a consistent transition from diagnosing the state of the project management system to choosing the configuration of management measures, checking its admissibility and monitoring.

For the first time, an integrated scenario-digital model for optimizing organizational and managerial decisions in construction investment projects is developed, which, unlike the known ones, combines the dynamic block “information load – cognitive response – probability of rational choice – structural synchronization – decision quality” with a stochastic optimization formulation under three scenarios and constraints of the construction organization project and the work execution project on directive deadlines, estimated cost, resources and the technological sequence of works, provides for the inclusion of an integral digital index as digital-loop data accumulate and makes it possible to determine calculated threshold values of the stability of the project management system as a basis for monitoring signal levels.

Improved are the system of analytical indicators for evaluating management decisions in construction investment activities in terms of the composite coefficient of management effectiveness, which relates aggregated normalized decision results to the relative time and cost of decision-making, and the indicators of adaptability and reactivity of the management system; the methodology for building adaptive organizational structures taking into account the phases of the investment project life cycle, which combines the requirements of the construction organization project and the work execution project with a criterion for selecting the structure configuration and indices of adaptive equilibrium, adaptability and phase-structural harmony; the tools for diagnosing risks, conflicts of interest and uncertainties through a modified expected loss function taking into account weight, discounting and adaptive risk mitigation, a stakeholder conflict index based on four parameters and a procedure of Bayesian simulation modelling of uncertainty.

Further developed are the conceptual framework of organizational management in construction in terms of the definition of an organizational and managerial decision combining procedural, organizational and technological, scenario and digital aspects, and the supplementation of the classification of decisions with the features of the degree of algorithmization and scenario certainty; the synergetic approach to the coordination of construction investment project participants through the synergy coefficient of the model components and directions for improving the management system with responsible executors and control indicators; the methodological foundations for assessing the economic effect and scaling the model through specific values of the economic effect and a scalability coefficient.

The practical value of the results lies in the possibility of using the developed model, methodologies and the SmartLoad-DSS software product by construction companies to evaluate the quality of organizational and managerial decisions, to choose the configuration of management measures, to check its admissibility against organizational and technological constraints and to monitor the state of the project management system. The software product is implemented

as a web application that requires neither installation nor capital investment, and the calculations are based on the data of the decision register, the construction schedule and BIM, ERP and BI systems. The recommendations on choosing the configuration of management measures and monitoring signal levels can be used in reconstruction projects, as well as in the educational process for students of specialty 192 “Construction and Civil Engineering”. The results of the study have been implemented in the activities of enterprises and organizations, as confirmed by implementation certificates.

Keywords: organizational and managerial decisions, construction investment project, scenario-digital optimization, construction organization, adaptive organizational structure, information load, cognitive response, structural synchronization, risk, conflict of interest, uncertainty, BIM, synergetic approach, decision support system.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Молодько О. В. Система аналітичних індикаторів для оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 56, ч. 2. С. 206–217. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).206-217.

2. Стельмах О. В., Молодько О. В., Штиль А. М., Щербань Б. М. Особливості будівельно-інвестиційних проєктів як об’єктів організаційного управління. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2022. Вип. 49, ч. 2. С. 320–333. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.49(2).320-333.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування фазової мінливості об’єкта та предмета організаційного управління будівельно-інвестиційним проєктом.)

3. Івахненко І. С., Молодько О. В., Шепета М. О., Пилипчук В. В., Бородиня В. В. Сутність та еволюція організаційно-управлінських рішень у будівництві. Будівельне виробництво. 2025. № 80. С. 43–52. DOI: https://doi.org/10.36750/2524-2555.80.43-52.

(*Особистий внесок здобувача:* авторське визначення організаційно-управлінського рішення у будівництві та доповнення класифікації рішень ознаками ступеня алгоритмізації і сценарної визначеності.)

4. Валінкевич Н. В., Молодько О. В., Бошган А. В., Штиль А. М., Верченко В. Методологічний аналіз передумов та стратегічних факторів для ефективної трансформації бізнес-процесів. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2024. Вип. 53, ч. 3. С. 329–348. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53(3).329-348.

(*Особистий внесок здобувача:* аналіз організаційних передумов адаптації структур управління до фаз життєвого циклу проєкту.)

5. Молодько О. В., Івахненко І. С., Шепета М. О., Пилипчук В. В. Підходи до оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах. Просторовий розвиток. 2025. № 14. С. 148–159. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.14.148-159.

(*Особистий внесок здобувача:* систематизація підходів до оптимізації організаційно-управлінських рішень та обґрунтування потреби в їх інтеграції.)

6. Козак А. А., Соболь Д. В., Молодько О. В., Бошган А. В. Еволюція підходів до оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проєктів. Просторовий розвиток. 2025. № 13. С. 308–323. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.13.308-323.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування складу індикаторів оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах.)

7. Чуприна Ю. А., Молодько О. В., Буняк С. І. Методологічні основи екологічного менеджменту стейкхолдерів енергоефективності в контексті сталого енергетичного розвитку. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2024. Вип. 53, ч. 2. С. 302–320. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53(2).302-320.

(*Особистий внесок здобувача:* аналіз взаємодії стейкхолдерів і чинників конфліктності їх інтересів.)

8. Петруха Н. М., Кузмін Т. Р., Молодько О. В., Сокуров А. В. Концептуальні основи реконструкції та класифікація пошкоджень громадських будівель. Просторовий розвиток. 2025. № 13. С. 674–687. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.13.674-687.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування організаційних аспектів управління проєктами реконструкції пошкоджених будівель.)

9. Молодько О. В. Інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів та невизначеностей в управлінських рішеннях. Просторовий

розвиток. 2025. № 15. С. 429–440. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.15.429-440.

10. Тугай О. А., Єсипенко А., Пилипчук О., Молодько О. В., Зяхор Д. О. Удосконалення організаційно-технологічного інструментарію оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проектів. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2023. Вип. 51, ч. 1. С. 234–240. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.51(1).234-240.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування організаційно-технологічних показників оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах.)

11. Зяхор Д. О., Молодько О. В. Застосування інноваційного інструментарію для ефективного управління девелоперськими проектами в сучасних умовах. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 55, ч. 2. С. 166–173. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(2).166-173.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування цифрових інструментів пріоритезації управлінських сигналів у девелоперських проєктах.)

12. Тугай О. А., Дворниченко І., Олійник В., Зяхор Д. О., Молодько О. В. Використання теоретико-прикладного інструментарію для оптимізації інвестиційно-будівельних проектів. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2024. Вип. 54, ч. 1. С. 156–163. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(1).156-163.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування підходів до оптимізації організаційно-управлінських рішень в інвестиційно-будівельних проєктах.)

13. Дубинка О. В., Дворниченко І., Олійник В., Зяхор Д. О., Молодько О. В. Теоретичні основи ресурсного забезпечення в нестійких умовах для інвестиційно-будівельного проекту на стадії проектування. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування

ринкових відносин. 2024. Вип. 54, ч. 1. С. 148–155. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(1).148-155.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування організаційно-управлінських рішень щодо ресурсного забезпечення проєкту в умовах невизначеності.)

14. Malykhin M., Molodko O., Pylypchuk V., Tugay A., Dubynka O. Assessment of the Feasibility of Implementing a Construction Project at the Pre-investment Stage. European Project Management Journal. 2025. Vol. 15, Iss. 1. P. 55–75. DOI: https://doi.org/10.56889/ssvp1672.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування організаційно-управлінських критеріїв оцінювання доцільності реалізації будівельного проєкту на передінвестиційній стадії.)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

15. Молодько О. В. Напрями удосконалення управлінської системи проєкту на основі синергетичного підходу до координації учасників. Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України : програма круглого столу (м. Київ, 30 трав. 2023 р.). Київ : КНУБА, 2023. URL: https://cf.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2026/03/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0-%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BB%D1%83-30.05.2023.pdf.

16. Молодько О. В. Апробація моделі оптимізації організаційних рішень на прикладі реального будівельно-інвестиційного кейсу. Енергоощадні машини і технології : програма V Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 22–24 трав. 2024 р.). Київ : КНУБА, 2024. URL: https://cf.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2026/03/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0-

%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97_2024_22-24_05.pdf.

17. Приходько Д. О., Бородавка О. В., Молодько О. В. Оптимізація організаційно-управлінських рішень і моделі економічної адаптивності девелоперських компаній. Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу : програма V Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 4–5 листоп. 2025 р.). Київ : КНУБА, 2025. URL: https://cf.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2026/01/Konference-program-KNUCA-4-5_11_2025.pdf.

18. Петруха С. В., Микитченко Б. А., Молодько О. В. Моделі економічної адаптивності девелоперських компаній та оптимізація організаційно-управлінських рішень будівельно-інвестиційних проєктів на ґрунті науково-освітнього процесу. Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України : матеріали VIII Міжнар. конф. (м. Київ, 12 листоп. 2025 р.). Київ : Ліра-К, 2026. С. 391–392. URL: https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/28/zbirnyk-materialiv_8_mizhnarodnoyi-konferentsiyi-2025.pdf.

19. Молодько О. В. Валідація моделі оптимізації організаційних рішень у межах реального будівельно-інвестиційного проєкту. Економіка та підприємництво в умовах сучасних викликів : матеріали IV Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 04 черв. 2026 р.). Житомир : Поліський національний університет, 2026. С. 250–251. URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/18508/3/EPUSV_2026_438.pdf.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ 24
ВСТУП 26
РОЗДІЛ 1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНО-ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ 36
1.1. Сутність та еволюція організаційно-управлінських рішень у будівництві: концептуальна база та класифікація 36
1.2. Особливості будівельно-інвестиційних проєктів як об'єктів організаційного управління 48
1.3. Підходи до оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах 61
Висновки до розділу 1 74
РОЗДІЛ 2. МЕХАНІЗМИ АНАЛІТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ІНВЕСТИЦІЯМИ 76
2.1. Система аналітичних індикаторів для оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності 76
2.2. Методика побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту 90
2.3. Інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів та невизначеностей в управлінських рішеннях 105
Висновки до розділу 2 118
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ТА АПРОБАЦІЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНО-ІНВЕСТИЦІЙНИМИ ПРОЄКТАМИ 120
3.1. Побудова багатофакторної моделі прийняття управлінських рішень із застосуванням цифрових технологій та сценарного аналізу 120
3.2. Апробація моделі оптимізації організаційних рішень на прикладі реального будівельно-інвестиційного кейсу 133

3.3. Напрями удосконалення управлінської системи проєкту на основі синергетичного підходу до координації учасників 147
Висновки до розділу 3 161
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У БУДІВЕЛЬНО-ІНВЕСТИЦІЙНОМУ ПРОЄКТІ 163
4.1. Характеристика реального будівельно-інвестиційного проєкту та визначення вихідних управлінських параметрів 163
4.2. Розрахункова оцінка ефективності управлінських рішень до та після застосування оптимізаційної моделі 177
4.3. Аналіз результатів та обґрунтування ефектів від впровадження оптимізаційної моделі управління..... 1922
Висновки до розділу 4 207
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... 209
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 213
ДОДАТКИ..... 234

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Позначення	Зміст
ABC	метод класифікації ресурсів (витрат) за ступенем їх значущості (ABC-аналіз)
BI	Business Intelligence — бізнес-аналітика, засоби аналітичного оброблення та візуалізації даних
BIM	Building Information Modeling — інформаційне моделювання будівель
CPM	Critical Path Method — метод критичного шляху
CRM	Customer Relationship Management — система управління взаємовідносинами з клієнтами
DSS	Decision Support System — система підтримки прийняття рішень
ERM	Enterprise Risk Management — інтегроване управління ризиками підприємства
ERP	Enterprise Resource Planning — система планування ресурсів підприємства
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis — аналіз видів і наслідків відмов
GAP	аналіз розривів між очікуваним і фактичним станом (GAP-аналіз)
ISO	International Organization for Standardization — Міжнародна організація зі стандартизації
KPI	Key Performance Indicator — ключовий показник результативності
KRI	Key Risk Indicator — ключовий індикатор ризику
MAPE	Mean Absolute Percentage Error — середня абсолютна відсоткова похибка прогнозу
MCDA	Multi-Criteria Decision Analysis —

	багатокритеріальний аналіз рішень
PERT	Program Evaluation and Review Technique — метод оцінювання та аналізу програм
PMBOK	Project Management Body of Knowledge — звід знань з управління проєктами
RACI	матриця відповідальності (Responsible — виконує, Accountable — затверджує, Consulted — консультує, Informed — інформується)
RMSE	Root Mean Square Error — середньоквадратична похибка прогнозу
ROI	Return on Investment — рентабельність інвестицій
SWOT	аналіз сильних і слабких сторін, можливостей і загроз (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)
БМР	будівельно-монтажні роботи
ДБН	державні будівельні норми
ЄДРПОУ	Єдиний державний реєстр підприємств та організацій України
ІТ	інформаційні технології
КВЕД	класифікація видів економічної діяльності
ОВК	опалення, вентиляція та кондиціонування
ПВР	проєкт виконання робіт
ПОБ	проєкт організації будівництва
ТЕО	техніко-економічне обґрунтування
ТЕП	техніко-економічні показники
ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»»	Товариство з обмеженою відповідальністю «Будівельна фірма «Альфа-Сервіс»»

ВСТУП

Актуальність теми дисертаційної роботи зумовлена необхідністю підвищення якості та своєчасності організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах, які в Україні реалізуються в умовах воєнного стану, перебоїв енергопостачання, ресурсних обмежень і високої мінливості цін та строків поставок. Будівельна галузь після спаду 2022 р. поступово відновлює обсяги робіт, однак відновлення супроводжується посиленням конкуренції за субпідрядників, будівельну техніку та матеріали, зростанням кількості рішень, які необхідно ухвалювати в стислі строки, і зупинками робіт під час повітряних тривог. Цифровізація будівництва — поширення BIM-моделей, ERP- і BI-систем, цифрових двійників — збільшує обсяг доступних даних, але одночасно спричиняє зростання інформаційного навантаження на управлінську ланку проєкту, яке за відсутності механізмів пріоритезації сигналів знижує своєчасність і обґрунтованість рішень. Затримки в ухваленні рішень на роботах критичного шляху безпосередньо переносяться на строк введення об’єкта в експлуатацію та є однією з основних причин порушення строків і перевитрат у будівельних проєктах. Наявні підходи до оптимізації управлінських рішень розвиваються відокремлено: кількісні методи дослідження операцій не враховують поведінкових чинників і перевантаження управлінського персоналу, цифрові підходи — організаційно-технологічних обмежень проєкту організації будівництва та проєкту виконання робіт, визначених ДБН А.3.1-5:2016, а сценарні методи — структури управління проєктом і розподілу відповідальності між його учасниками. Це актуалізує необхідність розроблення моделі, яка поєднує сценарне прогнозування станів проєкту, цифрові джерела даних та організаційно-технологічні параметри будівництва і дає змогу кількісно оцінювати якість організаційно-управлінських рішень та обирати раціональну конфігурацію управлінських заходів.

Теоретичні засади ухвалення управлінських рішень закладено в працях Г. Саймона, Г. Мінцберга, Д. Канемана, К. Голсаппла та Е. Вінстона.

Проблеми управління складними та великими проєктами досліджено Б. Флівб'ергом, Дж. Геральді, Г. Мейлором, Т. Вільямсом, Л. Ікою, Т. Фрідгейрссоном; організаційні аспекти проєктного управління та тимчасових проєктних організацій — Дж. Р. Тернером, Р. Мюллером, Г. Вінчем, Г. Керцнером. Координацію учасників будівельних проєктів і конфлікти між стейкхолдерами розглянуто у працях В. Алалула, Д. Гуана, І. Осуізугбо, Т. Окунтаде; ідентифікацію та комунікацію ризиків будівельних проєктів — Н. Сіраджа, А. Фаєк, П. Зоу, А. Казі, Г. Атасой, І. Дікмен; вплив затримок ухвалення рішень на строки та вартість будівництва — С. Кахро, Ф. Шахом. Сценарний підхід до стратегічного планування розвинуто Р. Раміресом і А. Вілкінсоном, цифрові двійники та інформаційне моделювання в будівництві — Р. Саксом, Д.-Г. Опоку. Серед вітчизняних науковців організацію та управління будівництвом досліджують О. А. Тугай, В. В. Титок, О. М. Ємельянова, процесно-орієнтований менеджмент і аналітико-інформаційне забезпечення будівельного девелопменту — Ю. А. Чуприна, Г. М. Петренко, цифрову трансформацію системи організації будівництва та управління будівельними проєктами — Д. Дубінін, Є. Новак, В. Коломієць, Р. В. Трач, ціннісно-орієнтоване управління проєктами — С. Д. Бушуєв, А. В. Пузійчук. Водночас питання інтеграції сценарного прогнозування, цифрових даних та організаційно-технологічних обмежень будівництва в моделі оптимізації організаційно-управлінських рішень, а також урахування інформаційного навантаження та когнітивної реакції управлінського персоналу залишаються недостатньо дослідженими, що й зумовило вибір теми дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до плану науково-дослідних робіт Київського національного університету будівництва і архітектури; вона є складовою частиною виконання науково-дослідної роботи за темою «Розробка інжинірингового інструментарію для інвестиційно-будівельних проектів» (номер державної реєстрації 0124U005197). Тематика, зміст та

результати дисертаційної роботи спрямовані на вдосконалення організації будівельного виробництва та управління будівельно-інвестиційними проєктами.

У межах виконання зазначеної науково-дослідної роботи автором досліджено особливості будівельно-інвестиційних проєктів як об’єктів організаційного управління, обґрунтовано систему аналітичних індикаторів оцінювання ефективності управлінських рішень та розроблено методику побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту.

Особистий внесок здобувача полягає в розробленні інтегрованої сценарно-цифрової моделі оптимізації організаційно-управлінських рішень, інструментів діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей та програмного продукту SmartLoad-DSS, що забезпечують узгоджений вибір конфігурації управлінських заходів з урахуванням організаційно-технологічних обмежень проєкту.

Дослідження відповідає положенням Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» та вимогам ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» щодо організаційно-технологічної підготовки та реалізації будівництва, а також стратегічним орієнтирам розвитку будівельної галузі в умовах відбудови. Таким чином, результати дисертаційної роботи спрямовані на розвиток теоретико-методичних засад сценарно-цифрової оптимізації організаційно-управлінських рішень проєктів будівництва.

Мета дисертаційної роботи полягає в розробленні теоретико-методичних засад і практичного інструментарію інтегрованої сценарно-цифрової оптимізації організаційно-управлінських рішень проєктів будівництва. Досягнення поставленої мети передбачає перехід від оцінювання окремих результатів управлінських рішень до кількісного оцінювання їх якості з урахуванням інформаційного навантаження та когнітивної реакції управлінського персоналу, структурної синхронізації

рівнів управління, сценаріїв розвитку умов реалізації проєкту та організаційно-технологічних обмежень будівництва, що спрямовано на дотримання директивних строків і кошторисної вартості будівельно-інвестиційних проєктів.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі сформовано комплекс взаємопов'язаних **завдань дослідження**:

1. Уточнити сутність організаційно-управлінських рішень у будівництві та доповнити їх класифікацію.

2. Визначити особливості будівельно-інвестиційних проєктів як об'єктів організаційного управління.

3. Систематизувати підходи до оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах.

4. Розробити систему аналітичних індикаторів для оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності.

5. Розробити методику побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту.

6. Розробити інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів та невизначеностей в управлінських рішеннях.

7. Побудувати багатофакторну модель прийняття управлінських рішень із застосуванням цифрових технологій та сценарного аналізу і виконати її апробацію.

8. Обґрунтувати напрями удосконалення управлінської системи проєкту на основі синергетичного підходу до координації учасників.

9. Здійснити практичну реалізацію оптимізаційної моделі на реальному будівельно-інвестиційному проєкті та оцінити ефекти від її впровадження.

Об'єктом дослідження є процеси формування та реалізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах. **Предметом дослідження** визначено теоретико-методичні засади, моделі та інструменти сценарно-цифрової оптимізації організаційно-управлінських рішень проєктів будівництва, що забезпечують кількісне оцінювання якості

рішень, вибір конфігурації управлінських заходів і перевірку її допустимості щодо організаційно-технологічних обмежень проєкту.

Методи дослідження. Методичну основу дисертаційного дослідження становлять положення теорії організації будівельного виробництва, проєктного менеджменту, теорії прийняття рішень і синергетики, а також комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, застосування яких забезпечило системність, обґрунтованість і відтворюваність отриманих результатів.

Методи аналізу і синтезу, порівняльного аналізу, класифікації та узагальнення використано для уточнення сутності та класифікації організаційно-управлінських рішень і систематизації підходів до їх оптимізації; методи нормування, індексний метод і правило Фішберна — для побудови системи аналітичних індикаторів і визначення вагових коефіцієнтів; методи структурного моделювання та багатокритеріального вибору — для розроблення методики побудови адаптивних організаційних структур.

Методи теорії ймовірностей, байєсівського оновлення оцінок, регресійного аналізу та імітаційного моделювання застосовано для діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей; методи економіко-математичного моделювання, нелінійної динаміки, логістичної регресії, сценарного аналізу та стохастичної оптимізації — для побудови оптимізаційної моделі; синергетичний підхід і причинно-наслідковий аналіз — для обґрунтування напрямів удосконалення управлінської системи проєкту; методи аналізу чутливості, порогового аналізу та очікуваних збитків — для практичної реалізації моделі та перевірки стійкості результатів. Програмну реалізацію моделі виконано мовою JavaScript у вигляді вебзастосунку SmartLoad-DSS. Інформаційною базою дослідження є закони України, державні будівельні норми, міжнародні стандарти, наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених, дані Державної служби статистики України, дозвільна документація об’єкта будівництва, а також дані

управлінського обліку будівельного підприємства — генерального підрядника проєкту, підсумки яких підтверджено довідкою про впровадження.

Наукова новизна одержаних у дисертації результатів полягає в теоретичному обґрунтуванні та розробленні інтегрованої сценарно-цифрової моделі оптимізації організаційно-управлінських рішень проєктів будівництва, що поєднує сценарне прогнозування станів проєкту, цифрові джерела даних та організаційно-технологічні обмеження будівельного виробництва.

Обґрунтовано розгляд якості організаційно-управлінського рішення як результату перетворення інформаційного навантаження через когнітивну реакцію управлінського персоналу та структурну синхронізацію рівнів управління.

Запропоновані рішення забезпечують перехід від фрагментарного застосування кількісних, цифрових і сценарних інструментів до узгодженого вибору конфігурації управлінських заходів з перевіркою її допустимості щодо проєкту організації будівництва і проєкту виконання робіт.

Вперше:

– розроблено інтегровану сценарно-цифрову модель оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах, яка поєднує динамічний блок «інформаційне навантаження – когнітивна реакція – ймовірність раціонального вибору – структурна синхронізація – якість рішення» зі стохастичною оптимізаційною постановкою за трьома сценаріями та обмеженнями проєкту організації будівництва і проєкту виконання робіт щодо директивних строків, кошторисної вартості, ресурсів і технологічної черговості робіт та передбачає включення інтегрального цифрового індексу в міру накопичення даних цифрового контуру проєкту.

На відміну від кількісних моделей дослідження операцій, які не враховують перевантаження управлінського персоналу, і від цифрових та сценарних підходів, які не пов’язані з організаційно-технологічними

обмеженнями будівництва, модель дає змогу в індексній формі відносно базового періоду кількісно оцінювати якість рішень, обирати раціональну конфігурацію управлінських заходів і визначати розрахункові порогові значення стійкості управлінської системи проєкту — критичне значення коефіцієнта завантаження управлінського персоналу та допустиме перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом — як підґрунтя для сигнальних рівнів моніторингу.

Удосконалено:

– систему аналітичних індикаторів оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності, яка, на відміну від наявних, містить зведений коефіцієнт управлінської ефективності, що співвідносить агреговані нормовані результати рішень з відносними часовими та вартісними витратами на їх ухвалення, а також показники адаптивності та реактивності управлінської системи з обґрунтованою процедурою визначення вагових коефіцієнтів, що дає змогу враховувати не лише результат рішення, а й витрати часу та коштів на його ухвалення;

– методику побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту, яка, на відміну від вибору структури за загальними ознаками, поєднує організаційно-технологічні вимоги проєкту організації будівництва та проєкту виконання робіт з критерієм вибору конфігурації структури та індексами адаптаційної рівноваги, адаптивності й фазово-структурної гармонії, що забезпечує відповідність структури управління вимогам кожної фази будівництва;

– інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей в управлінських рішеннях за рахунок модифікованої функції очікуваного збитку з урахуванням ваги, дисконтування та адаптивного погашення ризику, індексу конфліктності стейкхолдерів за чотирма параметрами та процедури байєсівсько-імітаційного моделювання невизначеності, що розширює можливості оцінювання ризик-профілю проєкту в умовах воєнного стану.

Набули подальшого розвитку:

– понятійний апарат організаційного управління будівництвом через авторське визначення організаційно-управлінського рішення у будівництві, яке поєднує процедурний, організаційно-технологічний, сценарний і цифровий аспекти, та доповнення класифікації рішень ознаками ступеня алгоритмізації і сценарної визначеності;

– синергетичний підхід до координації учасників будівельно-інвестиційного проєкту через коефіцієнт синергії складових моделі, що відображає взаємодію складових у межах мультиплікативної структури моделі, та обґрунтування напрямів удосконалення управлінської системи з відповідальними виконавцями й індикаторами контролю;

– методичні засади оцінювання економічного ефекту та масштабування моделі через питомі значення економічного ефекту, умову окупності витрат на впровадження та коефіцієнт масштабованості, що визначає стратегію впровадження моделі на інших проєктах.

Практична цінність результатів дисертації полягає в можливості застосування розроблених моделі, методик і програмного продукту SmartLoad-DSS будівельними підприємствами для оцінювання якості організаційно-управлінських рішень, вибору конфігурації управлінських заходів, перевірки її допустимості щодо організаційно-технологічних обмежень проєкту та моніторингу стану управлінської системи проєкту. Програмний продукт реалізовано у вигляді вебзастосунку, що не потребує встановлення та капітальних вкладень, а розрахунки ґрунтуються на даних реєстру управлінських рішень, календарного плану та систем BIM, ERP і BI. Матриця відповідальності, реєстр ризиків і сигнальні рівні моніторингу можуть бути закріплені у внутрішніх регламентах управління проєктами, а рекомендації щодо вибору конфігурації управлінських заходів — використані під час реалізації проєктів відбудови. Результати дослідження впроваджено в діяльність підприємств і організацій, що підтверджено довідками про впровадження (додаток А). Результати дослідження

впроваджено в діяльність ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» (код ЄДРПОУ 22965175), яке використало модель оптимізації організаційно-управлінських рішень, систему аналітичних індикаторів і адаптивну організаційну структуру під час реалізації проєкту житлового будівництва; ТОВ «Експертиза С» (код ЄДРПОУ 21580935), яке застосувало аналітико-цифровий інструментарій сценарно-адаптивної оптимізації рішень і модуль SmartLoad-Prioritizer; Інституту місцевого розвитку (код ЄДРПОУ 26581632), який використав алгоритм сценарно-цифрової оптимізації та інструментарій адаптивного коригування управлінських впливів у консультаційному супроводі проєктів.

Освітньо-методична цінність результатів дослідження для підготовки здобувачів першого, другого та третього рівнів вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» полягає в можливості використання розробленої моделі, методики побудови адаптивних організаційних структур і інструментів діагностики ризиків під час викладання дисциплін з організації та управління будівництвом, проєктного менеджменту та інформаційного моделювання в будівництві. Запропоновані підходи можуть застосовуватися для формування практичних навичок оцінювання якості організаційно-управлінських рішень і вибору конфігурації управління будівельно-інвестиційним проєктом.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаним науковим дослідженням, у межах якого автором особисто сформовано та обґрунтовано теоретичні положення, методичні підходи, моделі та практичні рекомендації, що визначають наукову новизну та виносяться на захист. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, у дисертації використано лише ті положення, ідеї та результати, які становлять особистий внесок здобувача. Особистий внесок автора в кожну працю, виконану в співавторстві, конкретизовано в списку публікацій здобувача за темою дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні положення, наукові результати та практичні рекомендації дисертаційного дослідження доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях та науково-практичному круглому столі: круглому столі «Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України» (м. Київ, 2023 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Енергоощадні машини і технології» (м. Київ, 2024 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу» (м. Київ, 2025 р.); VIII Міжнародній конференції «Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України» (м. Київ, 2025 р.); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Економіка та підприємництво в умовах сучасних викликів» (м. Житомир, 2026 р.). У ході апробації обговорювалися положення щодо сценарно-цифрової оптимізації організаційно-управлінських рішень, вибору конфігурації управлінських заходів і валідації моделі на реальному будівельно-інвестиційному проєкті.

Публікації. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано в 19 наукових працях, з них 13 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б» (з них 2 одноосібні), 1 стаття в зарубіжних наукових виданнях, що індексуються в наукометричній базі Scopus, а також 5 праць, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації українською та англійською мовами, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів з висновками до кожного з них, загальних висновків, списку використаних джерел і чотирьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 243 сторінки, з яких основний текст викладено на 182 сторінках. Дисертація містить 38 таблиць і 39 рисунків. Список використаних джерел налічує 114 найменувань.

РОЗДІЛ 1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНО-ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ

1.1. Сутність та еволюція організаційно-управлінських рішень у будівництві: концептуальна база та класифікація

Організаційно-управлінські рішення у сфері будівництва становлять основу системи реалізації будь-якого інфраструктурного чи житлового проєкту, оскільки визначають порядок використання ресурсів, черговість і строки виконання робіт та розподіл відповідальності між учасниками. Їх сутність полягає в цілеспрямованому виборі альтернатив дій у межах конкретної проблемної ситуації, яка пов’язана з плануванням, координацією, ресурсним забезпеченням та моніторингом будівельного процесу [1]. Рішення, які ухвалюються у цій сфері, мають міждисциплінарний характер, адже охоплюють як суто технічні та проєктні параметри, так і економічні, нормативні, правові та соціальні виміри. У багатоступеневому середовищі, де одночасно функціонують десятки субпідрядників, постачальників, інвесторів і регуляторів, організаційно-управлінське рішення виконує функцію узгодження дій учасників у часі та за ресурсами.

Історична еволюція таких рішень у будівництві пройшла кілька суттєвих фаз. У другій половині XX століття домінували централізовані управлінські моделі, де рішення ухвалювалися згори вниз, з чітко визначеним функціональним поділом ролей. Основна увага зосереджувалась на забезпеченні відповідності технічним стандартам і нормативам, а не на гнучкості чи адаптивності. Із розвитком проєктного підходу у 1980–1990-х роках відбулася зміна парадигми: з’явилися інструменти календарного планування, системи контролю вартості, а також базові засади проєктного менеджменту. Поступово вектор зрушився у бік децентралізації рішень, делегування повноважень, побудови матричних та гнучких структур, де

управлінські рішення базуються на даних, аналізі ризиків та взаємодії між учасниками [2; 3].

У XXI столітті, особливо в контексті цифровізації, організаційно-управлінські рішення набули нової якості. Поряд із класичними інструментами (PERT, CPM, ABC-аналіз) з'явилися моделі управління, засновані на інформаційних потоках: ERP, BIM, PLM, цифрові близнюки (digital twins), інтегровані платформи управління ресурсами та контрактами. Сучасне управлінське рішення — це вже не просто інструкція або наказ, а модель, яка містить прогнозування, симуляцію варіантів дій, облік KPI і сценарну адаптацію до змінного середовища [4]. Основні етапи еволюції організаційно-управлінських рішень у будівництві — від централізованого адміністративного управління до цифрових платформ прийняття рішень, орієнтованих на дані та адаптивність, — узагальнено на рис. 1.1.

З концептуального погляду, організаційно-управлінські рішення в будівництві класифікуються за кількома базовими ознаками. Першою з них є рівень ухвалення: стратегічні (визначають довготривалі цілі, інвестиційні пріоритети, зонування), тактичні (вибір підрядників, методів будівництва, технологій) та операційні (графіки виконання робіт, розподіл ресурсів, організація транспорту). Другою класифікаційною ознакою виступає функціональна сфера: управління якістю, управління бюджетом, управління людськими ресурсами, безпека, логістика. Третьою – рівень формалізації: формальні (затверджені регламентами, протоколами), неформальні (на основі експертної думки або ситуативного реагування), а також гібридні (підтверджені системою, але з елементами адаптивності) [1; 5].

У науковій літературі зміст і функції організаційно-управлінських рішень трактувалися по-різному залежно від домінуючої управлінської парадигми конкретного періоду. Вихідною для більшості сучасних трактувань є концепція Г. Саймона, який розглядав управлінське рішення як вибір з множини альтернатив в умовах обмеженої раціональності та виокремив фази розвідки, проєктування альтернатив і вибору; організація, на

його думку, є системою, що структурує процеси прийняття рішень своїх членів [5].

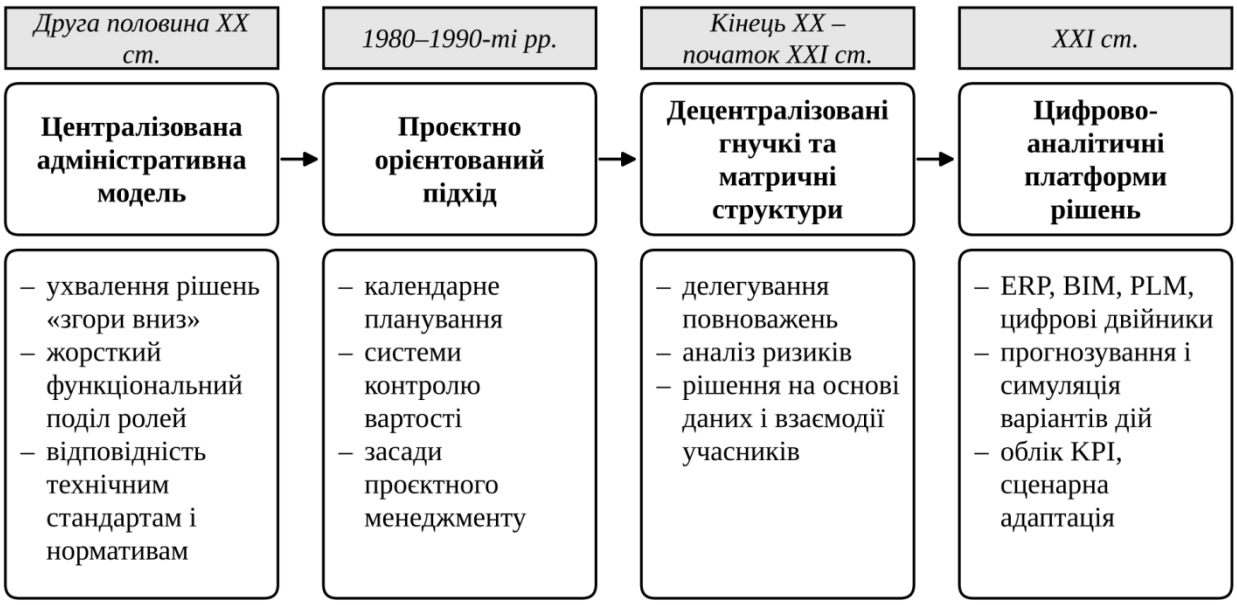


Рис. 1.1. Еволюція організаційно-управлінських рішень у будівництві *(розроблено автором на основі [4])*

Обмеженням цього підходу для будівництва є те, що він описує рішення переважно на рівні окремого суб’єкта і не враховує множинності учасників проєкту з різними інтересами. Г. Мінцберг пов’язав механізми ухвалення рішень з конфігурацією організації, виокремивши п’ять базових конфігурацій: просту структуру, машинну бюрократію, професійну бюрократію, дивізіональну форму та адхократію [6; 7]. Хоча Г. Мінцберг не спеціалізувався на будівництві, модель адхократії — тимчасової організації, сформованої під конкретний об’єкт, — згодом стала основою опису проєктних середовищ у будівництві. Його підхід акцентує увагу на зв’язку між структурою підприємства та типом рішень, що приймаються, проте залишає поза увагою динаміку рішень упродовж життєвого циклу проєкту.

У вітчизняній науці О. Є. Кузьмін розглядає управлінські рішення в системі корпоративного управління як механізм узгодження інтересів власників, менеджменту та інших зацікавлених сторін, що потребує чіткого

розподілу повноважень і відповідальності за реалізацію рішень [8]. Для будівництва цей підхід важливий тим, що рішення в будівельно-інвестиційному проєкті ухвалюються в мережі учасників з різними інтересами, проте він не містить інструментів кількісного обґрунтування вибору альтернатив. О. А. Тугай, В. В. Титок, О. М. Ємельянова та співавтори розглядають організаційно-управлінські рішення як складову організації будівельного виробництва, що забезпечує узгодження черговості робіт, потреби в матеріально-технічних ресурсах, строків і календарного плану [1].

Розвиток проєктного менеджменту зумовив розгляд рішень у контексті життєвого циклу проєкту. Г. Керцнер трактує управлінське рішення як елемент системи планування, розкладу та контролю проєкту, що пов’язує його цілі з ресурсними та часовими обмеженнями [9]. С. Д. Бушуєв та А. В. Пузійчук оцінюють рішення не лише за параметрами «час – вартість – якість», а й за внеском у цінність проєкту для зацікавлених сторін [3]. К. Голсаппл та Е. Вінстон розглядають рішення як результат обробки знань у системі підтримки прийняття рішень [10]. Д. Канеман звертає увагу на систематичні когнітивні викривлення вибору в умовах дефіциту часу та невизначеності [11], а Б. Флівб’єрг доводить, що недооцінювання строків і вартості великих проєктів має системний характер і потребує порівняння з референтним класом реалізованих проєктів [12].

Систематизація наукових трактувань дає змогу простежити, як змінювався акцент у розумінні організаційно-управлінського рішення: від інституційного оформлення управлінських процесів і логіки організаційних структур до адаптації до ризиків, обробки даних і врахування поведінкових чинників. Для будівельної галузі особливе значення мають підходи, що враховують багатофакторний характер рішень, які охоплюють технічний, ресурсний, фінансовий і соціальний компоненти [13]. Ключові наукові підходи до трактування поняття організаційно-управлінського рішення з

урахуванням їх змісту, часу появи та релевантності для будівельного середовища наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Трактування поняття організаційно-управлінського рішення у будівництві різними авторами

Автор	Рік	Основна ідея трактування	Специфіка для будівельної сфери
Герберт Саймон	1947	Рішення як вибір альтернатив в умовах обмеженої раціональності	Задає фази розвідки, проєктування альтернатив і вибору; не враховує множинності учасників
Генрі Мінцберг	1979, 1983	Рішення як відображення конфігурації організаційної структури	Модель адхократії для проєктної організації; статичний підхід
Клайд Голсаппл, Ендрю Вінстон	1996	Рішення як результат обробки знань у системі підтримки прийняття рішень	Основа цифрових систем підтримки рішень (ERP, BIM-аналітика)
Олег Кузьмін	2016	Рішення як механізм узгодження інтересів у корпоративному управлінні	Розподіл повноважень і відповідальності в мережі учасників проєкту
Деніел Канеман	2011	Рішення як результат взаємодії інтуїтивного й аналітичного мислення	Пояснює систематичні помилки оцінювання строків і ризиків
Гарольд Керцнер	2013	Рішення як елемент системи планування, розкладу й контролю проєкту	Пов’язує рішення з ресурсними та часовими обмеженнями
Бент Флівб’єрг	2013	Рішення на основі «зовнішнього погляду» та референтного класу проєктів	Протидія систематичному недооцінюванню строків і вартості
Сергій Бушуєв, Андрій Пузійчук	2019	Рішення в ціннісно-орієнтованому управлінні проєктами	Оцінювання рішень за внеском у цінність для зацікавлених сторін
Олександр Тугай, Віктор Титок, Олена Ємельянова та ін.	2024	Рішення як складова організації будівельного виробництва	Узгодження черговості робіт, потреби в ресурсах і строків будівництва

(розроблено автором на основі [1, 3, 5–12])

Аналіз наведених трактувань показує, що сучасне розуміння організаційно-управлінського рішення у будівництві виходить за межі класичної бінарної логіки «прийнято/не прийнято» і набуває ознак циклічного процесу, в якому поєднуються аналітика, інтеграція даних, участь багатьох суб'єктів і зворотний зв'язок. Водночас кожен з розглянутих підходів висвітлює лише окремий аспект рішення: класичні концепції — процедуру вибору та організаційний контекст, проєктні — ресурсно-часові обмеження, інформаційні — технологію обробки даних, поведінкові — чинники суб'єктивних помилок. Невирішеним залишається питання інтеграції цих аспектів у єдину модель, яка поєднувала б сценарне прогнозування станів проєкту, цифрові джерела даних та організаційно-технологічні параметри будівництва.

З урахуванням проведеного аналізу в дисертації організаційно-управлінське рішення у будівництві визначено як цілеспрямований вибір і реалізацію варіанта організаційного впливу на систему учасників будівельно-інвестиційного проєкту, що ґрунтується на сценарній оцінці можливих станів проєкту за цифровими даними та забезпечує узгодження технологічної черговості робіт, ресурсного забезпечення, строків і ризиків з цілями зацікавлених сторін на всіх фазах життєвого циклу. На відміну від наявних трактувань, запропоноване визначення поєднує процедурний (вибір альтернативи), організаційно-технологічний (узгодження робіт, ресурсів і строків), сценарний (оцінка можливих станів) та цифровий (дані як основа вибору) аспекти рішення. Відповідно, рішення мають бути не лише технічно обґрунтованими, а й організаційно логічними, економічно виваженими та адаптованими до змін середовища, забезпечуючи цілісність, відтворюваність і передбачуваність будівельного процесу.

Зміна підходів відбивається й на інструментальному рівні: якщо раніше ключовим елементом управлінського рішення був наказ або затвердження бюджету, то тепер це запуск цифрової моделі, симуляція сценаріїв, інтеграція

до ERP-системи або адаптація параметрів у системі візуального управління (dashboard). Відповідно, управлінське рішення має бути одночасно аналітичним (базуватися на багатовекторному аналізі), інтеграційним (пов'язаним із плануванням, логістикою, закупівлями) та адаптивним (мати заздалегідь визначені альтернативи дій у разі змін) [14].

Сучасна система будівельного менеджменту функціонує в умовах багатофакторної невизначеності, з високою інтенсивністю змін у регуляторному середовищі, коливаннях на ринку ресурсів, зростанні складності проєктів та технологічних рішень. У таких умовах організаційно-управлінські рішення не можуть бути сформовані інтуїтивно або реактивно — вони мають базуватись на чітких методологічних засадах, які включають визначення процедур аналізу ситуації, ідентифікації проблеми, генерації альтернатив, оцінки ризиків, обґрунтування вибору та моделювання наслідків. Методологія управлінського рішення в будівництві перетворюється на самостійну систему, що поєднує елементи стратегічного аналізу, процесного підходу, системного моделювання та інтегрованого управління ризиками [15].

Логіку побудови управлінських рішень у системі будівельного менеджменту доцільно подати як послідовну методологічну схему, кожен етап якої має свої завдання, інструменти та цілі (рис. 1.2). Схема охоплює повний цикл прийняття організаційно-управлінських рішень — від вхідного аналізу до впровадження з контролем та коригуванням у реальному часі, а оптимальний результат досягається лише за системної інтеграції всіх етапів.

Методологічне забезпечення формування рішень ґрунтується на певних принципах. Один із базових — системність, що означає врахування всіх підсистем, які впливають на рішення: технічної, кадрової, фінансової, часової, правової. Другий принцип — процесність: кожне рішення не ізольоване, а вбудоване у хронологічну послідовність проєкту, і тому має враховувати як попередні рішення, так і їх наслідки для наступних. Принцип прогнозованості передбачає необхідність моделювати альтернативні сценарії

розвитку подій і враховувати їх при виборі. Контекстність вимагає, щоб кожне рішення відповідало конкретному зовнішньому та внутрішньому середовищу — законодавчому полю, містобудівному контексту, рівню розвитку команди тощо [1].

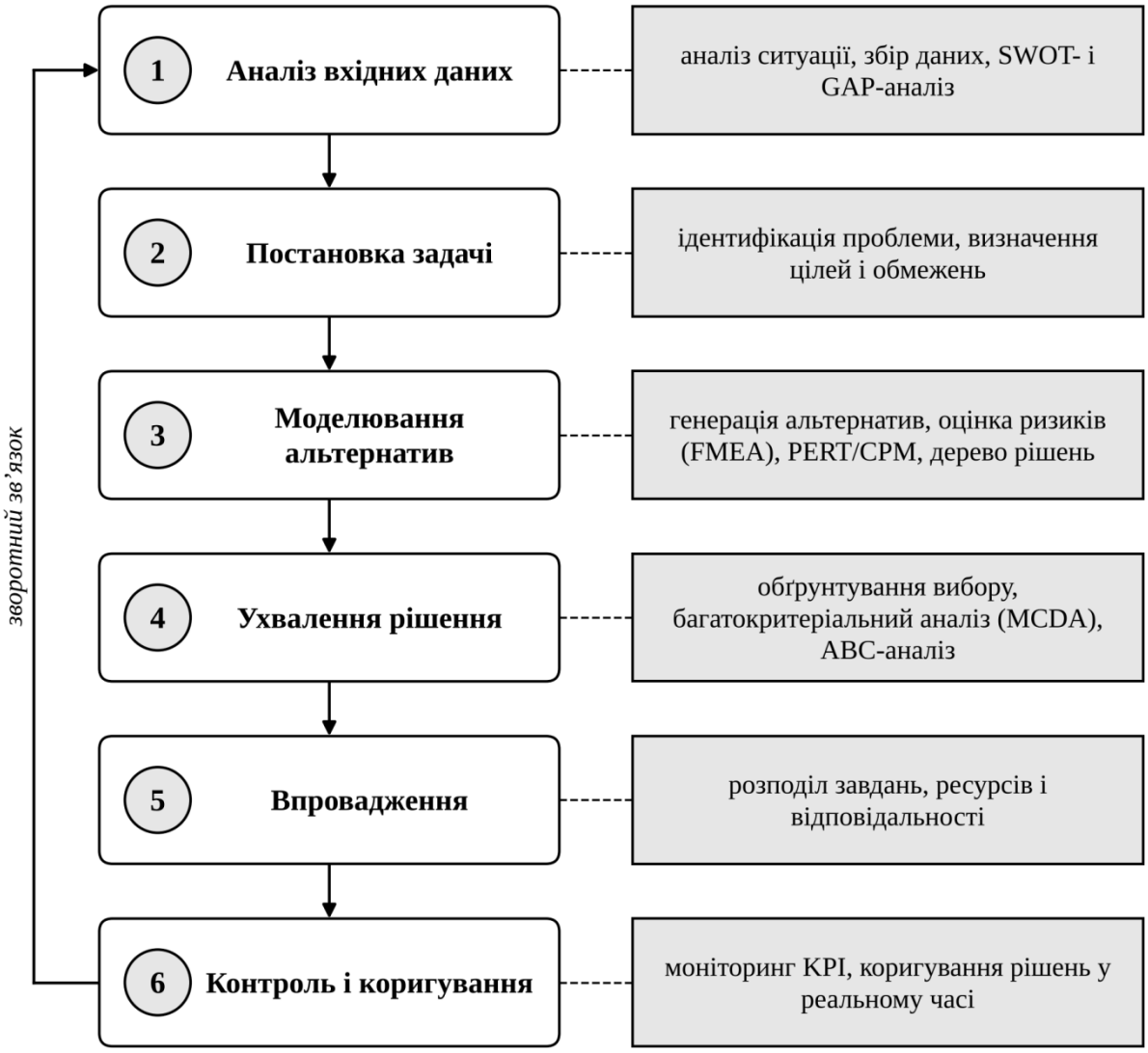


Рис. 1.2. Методологічна структура формування організаційно-управлінських рішень у будівельному менеджменті

(розроблено автором на основі [5, 10])

Окрім загальних принципів, методологія управлінських рішень у будівництві передбачає застосування конкретних методів і моделей: PERT і CPM для мережевого планування, FMEA для попередження відмов, SWOT- і

GAP-аналізу для оцінки чинників і розривів між очікуваним і фактичним станом, ABC-аналізу для оптимізації витрат, дерева рішень для прогнозування наслідків альтернатив. У практиці будівельного менеджменту дедалі ширше застосовується також багатокритеріальний аналіз рішень (multi-criteria decision analysis, MCDA), за якого кожна альтернатива оцінюється за вартістю, часом, ризиками, впливом на довкілля та соціальними наслідками [2; 16]. Призначення та особливості застосування цих методів наведено в табл. 1.2.

В умовах цифрової трансформації методологічна база також адаптується до нових форматів даних і моделей взаємодії. Зокрема, впровадження BIM-технологій (Building Information Modeling) змінює саму структуру прийняття рішень — тепер рішення можуть бути прийняті на основі цифрового аналізу конструктивів, взаємодій між елементами, конфліктів у проєкті (clash detection). Інша тенденція — використання штучного інтелекту та машинного навчання для побудови прогнозних моделей ефективності, наприклад, оцінки ймовірності відставання за графіком або перевитрати коштів. Це означає, що методологія повинна включати не лише класичні інструменти, але й інтеграцію з технологічними інноваціями [13; 17].

Подальший розвиток методологічних основ потребує переходу від локальних технік до інтегрованих концепцій, що охоплюють весь життєвий цикл проєкту. Такий перехід реалізується через замкнений управлінський цикл, який поєднує діагностику, прогнозування, реалізацію, контроль і адаптацію в єдиний механізм прийняття рішень, де кожна наступна фаза коригує результати попередньої через зворотні зв’язки [9; 18].

Формування ефективної системи управління в будівництві потребує чіткої класифікації організаційно-управлінських рішень, яка дозволяє визначити рівень відповідальності, часову структуру, сфери впливу, ресурсне навантаження та ризик-орієнтацію управлінських дій. Концептуальна база

такої класифікації поєднує класичні управлінські теорії, моделі проєктного менеджменту та цифрові підходи до управління даними.

Таблиця 1.2

Методологічні підходи до формування управлінських рішень у будівництві

Метод/модель	**Призначення в будівельному менеджменті**	**Особливості застосування**
PERT/CPM	Планування графіків робіт	Мережевий підхід до розрахунку критичного шляху
FMEA	Аналіз відмов і наслідків	Виявлення вразливих точок у процесах
SWOT/GAP	Стратегічна оцінка внутрішніх/зовнішніх факторів	Визначення зон стратегічного впливу
ABC-аналіз	Розподіл витрат за критерієм значущості	Оптимізація закупівель і витрат на проєкт
MCDA	Прийняття рішень за множинними критеріями	Врахування економіки, термінів, екології, ризиків
Decision Tree	Моделювання сценаріїв рішень	Вибір оптимального варіанту за прогнозованими наслідками

(розроблено автором на основі [2, 16])

Теоретичне підґрунтя класифікації рішень охоплює декілька підходів. З позиції класичного менеджменту (А. Файоль, Г. Саймон) рішення розподіляються за рівнями управління: стратегічні, тактичні, оперативні. Водночас теорії проєктного управління (PMBOK, PRINCE2) виокремлюють рішення відповідно до фаз проєкту: ініціація, планування, реалізація, моніторинг і завершення. У системному підході рішення розглядаються як елементи зворотного зв’язку, тому класифікація орієнтована на тип сигналу, що породжує рішення — діагностичний, контрольний, коригувальний. У сучасній концепції інформаційного менеджменту рішення класифікуються за

джерелами даних і методами їх обробки: емпіричні, експертні, прогнозні, аналітичні [5; 18].

Логіку концептуальної класифікації організаційно-управлінських рішень у будівництві відображає багатовимірна структура, що поєднує ключові ознаки сучасних типологій (рис. 1.3). Така структура враховує рівні управління, етапи проєкту, тип реакції системи та джерела формування управлінських дій [19]. Вона дає змогу простежити, як різні підходи — класичний, проєктний, системний та інформаційний — накладаються один на одного, створюючи багатогранну картину прийняття рішень у будівельному середовищі.

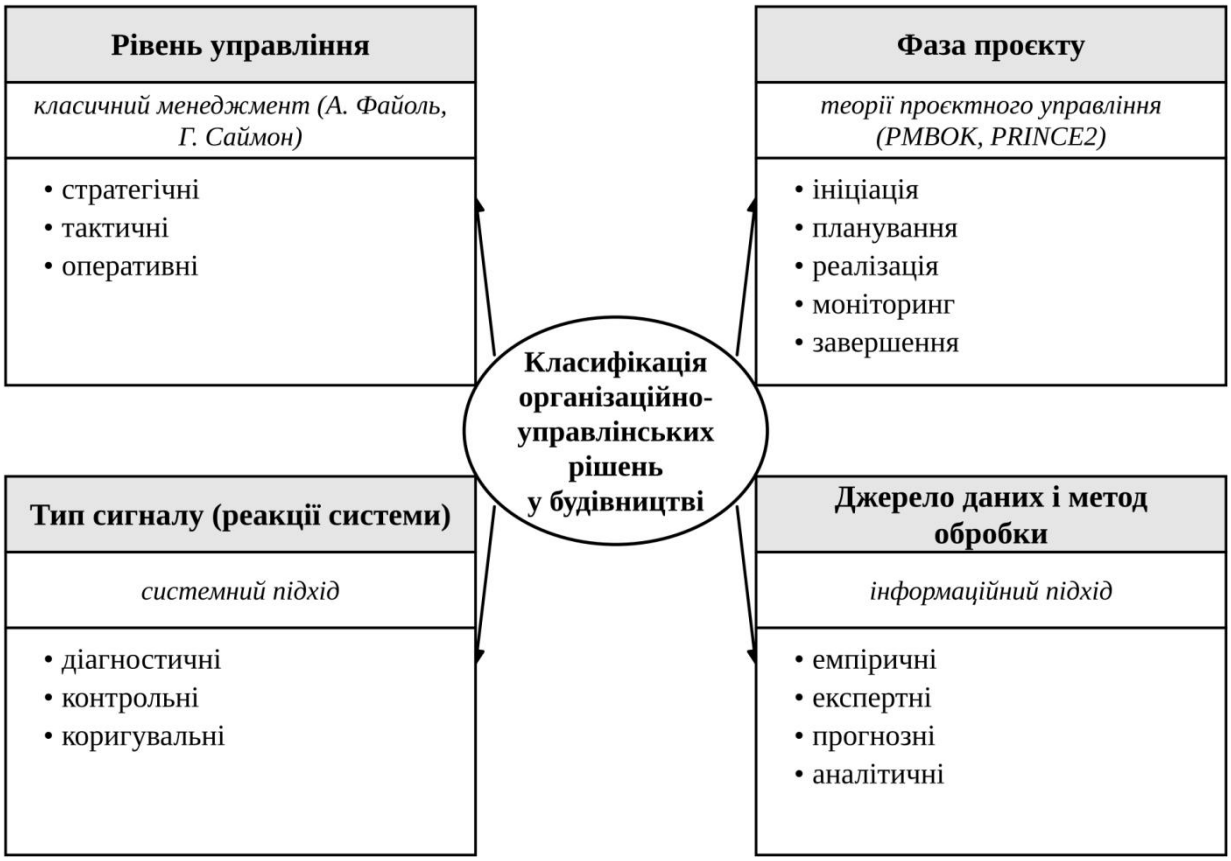


Рис. 1.3. Теоретична структура класифікації організаційно-управлінських рішень у будівництві

(розроблено автором на основі [19])

Ключовим елементом концептуальної бази є критерії класифікації, які визначають межі групування рішень. До них належать рівень управління, на якому ухвалюється рішення, фаза життєвого циклу проєкту, характер задачі (структурована чи неструктурована), частота застосування, функціональна сфера, механізм ухвалення та джерело ініціації [6; 18]. Розмежування рішень за цими критеріями дозволяє точніше налаштовувати систему контролю, прогнозування наслідків, вибору відповідального рівня і відповідної моделі реалізації.

Класифікація рішень залежить також від типу організаційної структури підприємства: у проєктно-орієнтованих структурах рішення мають горизонтальний і часто колегіальний характер, у функціональних домінує вертикальна ієрархія, а в децентралізованих холдингових структурах рішення мають мережевий або модульний характер [6]. Основні підходи до класифікації організаційно-управлінських рішень узагальнено в табл. 1.3.

Сучасні підходи до класифікації враховують також ступінь цифрової підтримки процесу. Зокрема, у BIM-системах автоматизуються визначення черговості монтажу, перевірка конфліктів, прогнозування відхилень, що зумовлює введення ознаки ступеня алгоритмізації — від автоматизованих рішень на основі правил (rule-based) до експертно-орієнтованих і ситуативних. Для будівельно-інвестиційних проєктів, що реалізуються в умовах високої невизначеності, автором запропоновано також ознаку сценарної визначеності, за якою рішення поділяються на детерміновані (ухвалюються за єдиним планом), сценарні (обираються з множини заздалегідь змодельованих варіантів розвитку подій) та адаптивні (коригуються в процесі реалізації за поточними даними моніторингу) (табл. 1.3).

\

Таблиця 1.3

Типологічні підходи до класифікації організаційно-управлінських рішень у будівництві

Критерій класифікації	**Варіанти класифікації**	**Особливості застосування у будівництві**
Рівень впливу	Стратегічні, тактичні, оперативні	Визначає глибину впливу на проєкт та організацію
Характер задачі	Структуровані / Неструктуровані	Залежить від типу проблем: стандартних чи унікальних
Частота застосування	Разові / Регулярні / Постійні	Визначає необхідність створення процедур або шаблонів
Сфера реалізації	Фінансові, технічні, кадрові, юридичні	Дає змогу формувати спеціалізовані лінії відповідальності
Механізм ухвалення	Індивідуальні, колективні, автоматизовані	Впливає на швидкість та рівень ризику
Джерело ініціації	Внутрішні, зовнішні	Визначає реактивний чи проактивний характер дій
Ступінь алгоритмізації	Автоматизовані, алгоритмізовані за участю експерта, експертні (ситуативні)	Визначає частку рішень, що формуються цифровими системами (BIM, ERP) без безпосередньої участі управлінця
Сценарна визначеність	Детерміновані, сценарні, адаптивні	Визначає потребу в моделюванні альтернативних станів проєкту та порогах перемикання між сценаріями

(розроблено автором на основі [6, 18, 19])

Отже, проведений аналіз засвідчив, що наявні підходи до трактування та класифікації організаційно-управлінських рішень розглядають окремі їх аспекти — процедурний, структурний, проєктний, інформаційний чи поведінковий — і не забезпечують їх інтеграції. Запропоновані авторське визначення організаційно-управлінського рішення у будівництві та доповнення класифікації ознаками ступеня алгоритмізації і сценарної

визначеності створюють підґрунтя для дослідження особливостей будівельно-інвестиційних проєктів як об’єктів організаційного управління.

1.2. Особливості будівельно-інвестиційних проєктів як об’єктів організаційного управління

У системі управління інвестиційними процесами будівельно-інвестиційні проєкти мають особливий характер, що зумовлено їхньою багатофазністю, значною капіталомісткістю, тривалим циклом реалізації та великою кількістю залучених суб’єктів. Саме тому вони потребують не просто управлінського підходу, притаманного стандартним інвестиційним проєктам (наприклад, фінансовим або інноваційним), а комплексної багаторівневої організаційної моделі, що враховує динамічні зміни середовища, ризиків та нормативних умов.

Теоретичні засади управління будівельно-інвестиційними проєктами формувалися на перетині проєктного менеджменту, теорії девелопменту нерухомості, маркетингу та цифрового моделювання. М. Майлз, Г. Беренс, М. Вайс і М. Еппль розглядають девелопмент нерухомості як послідовний процес від формування ідеї до управління введеним в експлуатацію об’єктом, у якому девелопер координує інтереси інвесторів, проєктувальників, підрядників, органів влади та майбутніх користувачів [20]. Г. Вінч розглянув управління будівельним проєктом як процес оброблення інформації, у якому кожне організаційно-управлінське рішення зменшує невизначеність щодо того, що, як і коли має бути побудовано, та обґрунтував орієнтацію рішень на цінність для замовника й майбутніх користувачів об’єкта [21]. Дж. Р. Тернер і Р. Мюллер довели, що результативність проєкту залежить від відповідності стилю управління та організаційних рішень типу проєкту, складу команди і вимогам замовника [22].

Р. Сакс, Ч. Істман, Г. Лі та П. Тейхольц заклали методологічну основу BIM як багатовимірної цифрової моделі, що поєднує функції проєктування,

планування, кошторисування, логістики та експлуатації [17], а К. Гендріксон систематизував організаційні форми та методи планування будівельних проєктів з позицій замовника, проєктувальника й підрядника [2]. У вітчизняній науці О. В. Бугров, О. О. Бугрова та І. О. Лук'янчук досліджують державно-приватне партнерство як механізм реалізації будівельно-інвестиційних проєктів з акцентом на розподілі ризиків між публічним і приватним партнерами [23], а О. А. Тугай, В. В. Титок, О. М. Ємельянова та співавтори розглядають організацію будівництва як систему узгодження проєктних рішень, черговості робіт, ресурсів і строків [1].

Узагальнення наведених підходів показує, що девелоперська та маркетингова концепції описують переважно економічну логіку проєкту, проєктно-управлінські — організаційну адаптацію команди, цифрові — інформаційну інтеграцію, а організаційно-технологічні — нормативне планування будівельного виробництва. Водночас недостатньо дослідженим залишається питання, як змінюються об'єкт і предмет організаційного управління від фази до фази життєвого циклу будівельно-інвестиційного проєкту і як ці зміни мають враховуватися в цифрових моделях підтримки рішень.

З урахуванням проведеного аналізу в дисертації будівельно-інвестиційний проєкт як об'єкт організаційного управління визначено як обмежений у часі комплекс взаємопов'язаних інвестиційних, проєктних, дозвільних, будівельно-монтажних і експлуатаційних заходів, що реалізуються мережею учасників з різними інтересами під координацією девелопера (замовника) з метою створення об'єкта нерухомості із заданими техніко-економічними параметрами та організаційна структура управління яким змінюється відповідно до фаз життєвого циклу. Визначення підкреслює три ознаки, суттєві для організаційного управління: мережевий характер учасників, фазову мінливість структури управління та залежність результатів від узгодження технологічної черговості робіт, ресурсів і строків.

Порівняно з іншими інвестиційними ініціативами (наприклад, виробничими або сервісними), будівельно-інвестиційні проєкти мають вищий рівень невизначеності, зумовлений фізичним середовищем, регуляторними бар'єрами, тривалим плануванням, погодженнями документації та потребою в одночасній координації фінансового, архітектурного, інженерного та юридичного супроводу. Традиційна лінійна структура управління в таких умовах замінюється модульною або матричною моделлю, в якій блоки управління взаємодіють на основі обміну результатами (output management) і сумісного планування [24].

Особливості координації полягають у тому, що ключові управлінські функції (проєктування, фінансування, дозвільна діяльність, контроль за виконанням будівельних робіт, маркетинг, передача об'єкта) реалізуються різними акторами, але в межах єдиного проєктного контуру. Це потребує функціонального дублювання на рівні підсистем, вертикальної інтеграції контролю (через девелопера або інжинірингову компанію) та застосування спеціалізованих цифрових систем для управління.

З організаційно-технологічного погляду особливості будівельно-інвестиційного проєкту визначаються тим, що процес будівництва регламентується державними будівельними нормами. Відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» підготовка та виконання будівництва ґрунтуються на проєкті організації будівництва (ПОБ), що входить до складу проєктної документації, та проєкті виконання робіт (ПВР), які визначають технологічну черговість і методи виконання робіт, календарний план, потребу в трудових і матеріально-технічних ресурсах, будівельний генеральний план і заходи з охорони праці [25]. Дозвільна фаза визначається Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності», яким установлено класи наслідків (відповідальності) об'єктів СС1, СС2, СС3 та залежні від них процедури набуття права на виконання будівельних робіт і прийняття об'єкта в експлуатацію [26]. Отже, організаційно-управлінські рішення в будівельно-

інвестиційному проєкті обмежені нормативно заданою технологічною послідовністю, і будь-яке коригування управлінських параметрів (перерозподіл ресурсів, зміна черговості, скорочення строків) має перевірятися на відповідність ПОБ і ПВР.

Багатокомпонентну природу будівельно-інвестиційного проєкту, основні блоки управління та вектори їх взаємодії відображено на рис. 1.4.

Девелопер є центральною фігурою управління, яка координує функціональні блоки та забезпечує зв’язок між стратегічними цілями інвестора й операційними процесами будівництва. Кожен блок — від архітектури до маркетингу — виконує критично важливу функцію, однак ефективність досягається лише за скоординованої взаємодії та цифрової інтеграції (через ERP, CRM, BIM) [20].

На відміну від стандартних інвестиційних ініціатив, управління будівельно-інвестиційними проєктами передбачає постійну трансформацію організаційної логіки відповідно до фази реалізації. Це обумовлено високою складністю таких проєктів, їх тривалістю, капіталомісткістю та багатофакторною залежністю від зовнішнього середовища. Кожен етап — від формування концепції до експлуатації об’єкта — супроводжується зміною пріоритетів управління, функціональної структури, взаємодії між учасниками та засобів координації [27].

Життєвий цикл будівельно-інвестиційного проєкту, як правило, охоплює п’ять основних етапів, які представлені на рисунку 1.5. Для кожного з них характерна специфічна управлінська логіка — від переважно стратегічного планування на початковій фазі до операційного адміністрування на етапі реалізації та подальшого сервісного управління в період функціонування об’єкта.

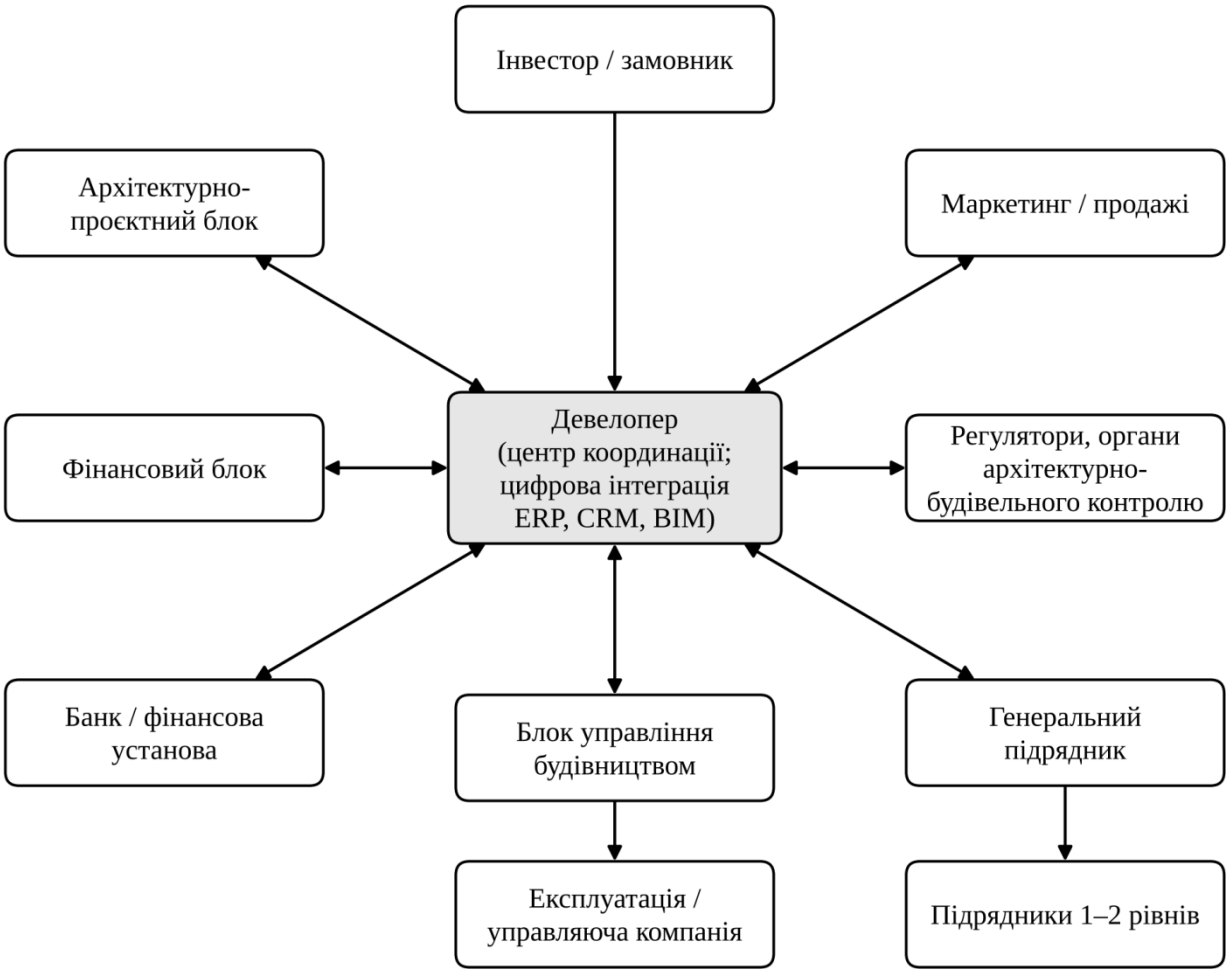


Рис. 1.4. Структура організаційного управління будівельно-інвестиційним проєктом *(розроблено автором на основі [24])*

На етапі ініціації ключову роль відіграє інвестор або девелопер, які формують концепцію, аналізують ринок, оцінюють попит, розробляють фінансову модель. Управління на цьому етапі є централізованим і стратегічно орієнтованим: рішення ухвалює інвестор або девелопер, а аналітичні функції (маркетингові, юридичні та економічні) виконують невеликі робочі групи, що взаємодіють між собою горизонтально. Тут застосовуються методи аналізу чутливості, сценарне моделювання, SWOT та GAP-аналіз для формування варіантів рішення щодо доцільності запуску проєкту [20].

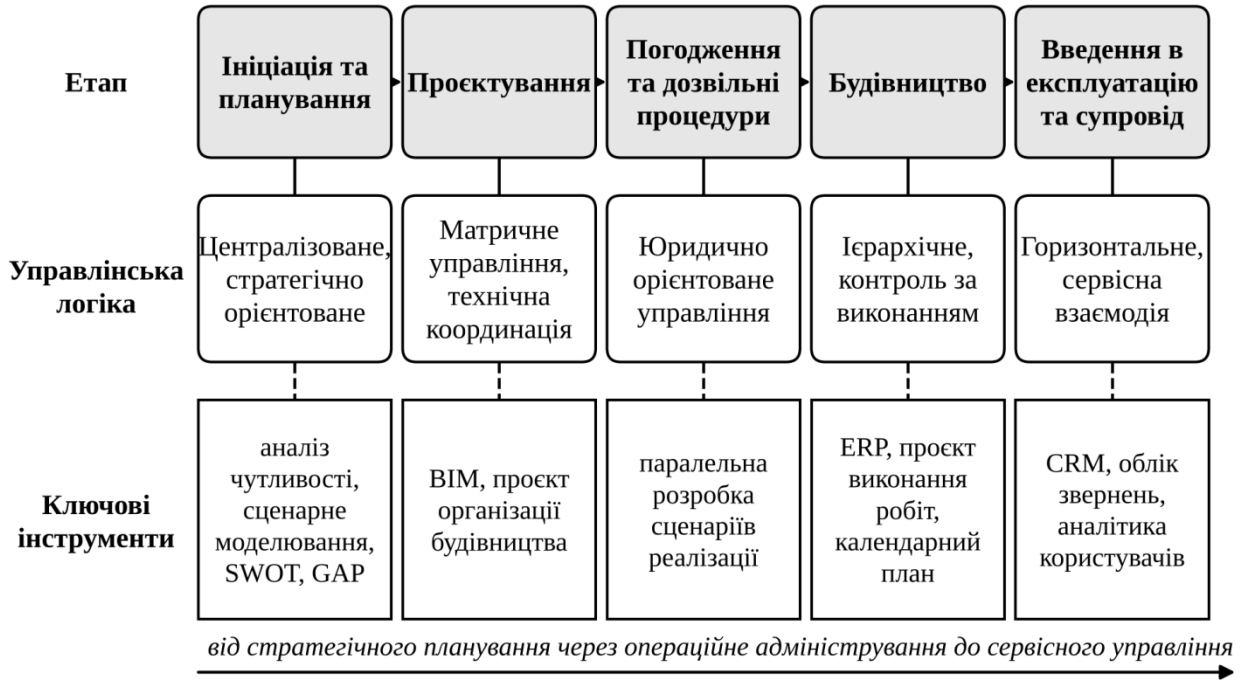


Рис. 1.5. Етапи життєвого циклу будівельно-інвестиційного проєкту й управлінська логіка *(розроблено автором на основі [27])*

На етапі проєктування управлінська логіка трансформується в напрямі делегування відповідальності спеціалізованим командам — архітекторам, інженерам, проєктним консультантам. З’являється потреба у матричній структурі управління, коли стратегічна вертикаль девелопера переплітається з технічною вертикаллю проєктувальника. У цей період посилюється роль систем взаємодії між аналітичними, містобудівними, логістичними та екологічними експертами. Ускладнюється і процедура управління даними, тому тут починають активно застосовуватися BIM-системи для забезпечення координації інформаційних потоків, а в складі проєктної документації розробляється проєкт організації будівництва, що визначає загальну тривалість і черговість будівництва [17; 25].

На етапі погодження та дозвільних процедур організаційна логіка підпорядковується регуляторним вимогам. Відтак управління стає юридично орієнтованим, і до структури включаються фахівці з правового супроводу, зв’язків з органами влади, сертифікації, санітарно-екологічної експертизи. Це

— період найвищої невизначеності, коли строки й вартості мають найбільший ризик зсуву. Управлінська структура повинна забезпечити гнучкість у плануванні, включаючи паралельну розробку кількох сценаріїв реалізації проєкту залежно від відповіді регуляторів. У практиці це реалізується через інтеграцію управлінських та юридичних функцій у межах єдиного аналітичного офісу девелопера [28].

На етапі будівництва відбувається перехід до жорстко ієрархічної логіки управління, де ключову роль відіграє підсистема контролю за виконанням робіт, постачанням, ресурсним забезпеченням і дотриманням графіків. Тут домінують вертикальні зв’язки, із чітким підпорядкуванням підрядників генеральному підряднику, а того — службі технічного нагляду девелопера [2]. Для ефективної реалізації управлінських рішень використовуються ERP-системи з модулями календарного планування, контролю якості, інтегрованого документообігу та бюджетного моніторингу, а оперативне планування робіт здійснюється відповідно до проєкту виконання робіт [25]. Організаційна структура в цей період має ознаки каскадної із розподілом функцій на рівні підпроєктів, ділянок і зон відповідальності.

Нарешті, на етапі введення в експлуатацію та подальшого супроводу управлінська логіка змінюється знову. Вона знову стає горизонтальною, акцентованою на сервісну взаємодію з кінцевими користувачами. В управлінську структуру входять представники експлуатаційних компаній, відділів продажу, відділів зворотного зв’язку та after-sales service. Особливо важливою стає якість сервісу, юридичний супровід власників, обслуговування технічної інфраструктури та формування позитивної репутації об’єкта на вторинному ринку [27]. Тут активно використовуються CRM-системи, автоматизовані платформи для обліку звернень клієнтів та інструменти аналітики поведінки користувачів.

Зміна логіки управління на кожному етапі життєвого циклу будівельно-інвестиційного проєкту є необхідністю, а не просто управлінською

альтернативою. Успішні проєкти — це ті, в яких структура управління адаптується до функціональних вимог етапу, ризиків і ресурсних обмежень, забезпечуючи баланс між стратегічним баченням і тактичною реалізацією [27].

Важливою особливістю будівельно-інвестиційних проєктів як об’єктів організаційного управління є структура їх ризиків та способи структурної ідентифікації ризиків у системі управління. У контексті сучасного управління в будівництві ризик розглядається не лише як зовнішня загроза, а як внутрішній елемент проєктної структури, що вимагає аналітичного обліку, прогнозування та контролю [29]. Особливо це актуально в умовах високої залежності будівельних проєктів від законодавчих регламентів, ринкових коливань, погодних умов, фінансової нестабільності та якості субпідрядного виконання.

Для організаційного управління особливе значення мають організаційні (координаційні) ризики, які виникають унаслідок порушення внутрішньої координації між учасниками, неефективної структури управління, затримок у прийнятті рішень або слабкої інтеграції інформаційних потоків. Вони можуть проявлятися як у фазі планування (наприклад, неузгодженість із містобудівною документацією), так і в реалізації (зриви графіка, помилки в логістиці, дублювання функцій або конфлікт відповідальності між юридичним відділом і підрядником) [30; 31].

Для системного аналізу ризиків доцільно використовувати поняття ризик-профілю проєкту — інтегральної характеристики, яка описує обсяг, імовірність і наслідки можливих відхилень у межах кожного функціонального блоку. У структурі ризик-профілю розрізняють п’ять ключових категорій [30; 31]:

1. Технологічні ризики — пов’язані з помилками проєктування, зміною технологій, недоліками у виконанні будівельно-монтажних робіт.

2. Фінансові ризики — коливання курсу, зміна вартості матеріалів, проблеми з фінансуванням, помилки в бюджетуванні.

3. Правові ризики — затримки дозволів, суперечки за землю, невідповідність проєкту нормам, регуляторні зміни.

4. Ринкові ризики — коливання попиту, зміна купівельної спроможності, репутаційні фактори, зниження інвестиційної привабливості.

5. Координаційні (організаційні) ризики — конфлікти між підрядниками, дублювання функцій, збої комунікації, затримки ухвалення рішень.

Для аналітичного опрацювання кожного типу ризику важливо вбудовувати відповідні індикатори в систему управління: KPI ризиків, матриці ймовірності, моделі сценарного планування, цифрові панелі контролю. У цьому контексті управлінська система має функціонувати не лише як виконавчий механізм, а як адаптивна платформа превентивної діагностики [32].

Основні категорії ризиків, їх характеристики, джерела виникнення та способи інтеграції в управлінську модель будівельно-інвестиційного проєкту наведено в табл. 1.4.

У сучасному управлінні будівельно-інвестиційними проєктами відбувається глибока трансформація організаційних структур, обумовлена впровадженням цифрових інструментів, які не лише автоматизують процеси, а й змінюють саму логіку прийняття рішень. Цифровізація проникає в усі етапи життєвого циклу проєкту — від моделювання та планування до продажу й експлуатації, у результаті чого ключовим ресурсом управління стають дані. В основі цього процесу лежить концепція data-driven project management — управління, що базується на аналітично обґрунтованих даних, автоматизованому моніторингу ризиків, гнучкому плануванні та динамічній взаємодії між учасниками проєкту [33; 34].

Цифрові рішення змінюють не лише окремі інструменти, а й структуру управління загалом. Так, BIM-середовище (Building Information Modeling) стає не просто засобом візуалізації, а платформою для інтеграції архітектурних, інженерних, економічних і часових параметрів проєкту. На

практиці це означає, що усі учасники мають доступ до єдиної інформаційної моделі, яка дозволяє не тільки зменшити кількість помилок і колізій, а й передбачати вплив змін на терміни, вартість та технічну реалізацію. Таке середовище формує нову логіку управління, де акцент зміщується з контролю на прогнозування [17].

Таблиця 1.4

Структура організаційних ризиків будівельно-інвестиційного проєкту та способи їх управління

Категорія ризику	**Основні характеристики**	**Джерело виникнення**	**Інструменти управління в межах проєкту**
Технологічні	Помилки в проєктуванні, зміни в технології, дефекти	Архітектурно-технічний блок	BIM-моніторинг, аудит проєктів, контроль якості
Фінансові	Вартісні коливання, перевитрати, затримки платежів	Фінансовий блок, зовнішні ринки	ERP-бюджетування, індексація цін, страхування
Правові	Регуляторні бар'єри, юридичні конфлікти, дозвільні збої	Юридичний супровід, державне регулювання	Юридичний аудит, правова експертиза, резервування
Ринкові	Зниження попиту, репутаційні ризики, зміна умов продажу	Маркетинг, ринок нерухомості	CRM-аналітика, сегментація клієнтів, репутаційний моніторинг
Координаційні (внутрішні)	Конфлікти між підрядниками, дублювання, збої комунікації	Організаційна структура, відсутність інтеграції	Інтеграція через ERP/CRM, регулярні координаційні наради, графіки відповідальності (RACI)

(розроблено автором на основі [30–32])

Паралельно ERP-системи трансформують процеси фінансового планування та ресурсного управління. Вони забезпечують наскрізний контроль над витратами, графіками, контрактами та бюджетами. Завдяки інтеграції з календарними планами та логістичними ланцюгами ERP-системи дозволяють гнучко реагувати на відхилення, коригувати постачання, перебалансовувати бюджети та формувати зв’язки між операційною та стратегічною логікою управління. Таке цифрове ядро виводить управління на рівень оперативного аналізу в реальному часі [35].

Аналітичні дашборди об’єднують дані з усіх цифрових середовищ і формують єдиний інтерфейс прийняття рішень. Управлінець бачить не лише статичні звіти, а динаміку ключових показників, аномалії, затримки, ризики в логістиці або фінансуванні. Дашборди подають управлінську інформацію у візуальному форматі, що дає змогу перейти від інтуїтивних рішень до точної адаптації дій відповідно до аналітичного прогнозу. Це підвищує прозорість управлінських процесів, знижує імовірність критичних помилок і забезпечує відповідальність у прийнятті рішень [36].

У результаті цифрові інструменти не лише підсилюють окремі процеси, а й змінюють організаційну структуру проєкту, створюючи умови для функціонування модульної системи управління, де кожен блок (проєктування, фінанси, маркетинг, контроль якості, продажі, експлуатація) є частиною єдиного цифрового простору. Роль кожної цифрової системи у трансформації управління проєктом відображено на рис. 1.6.

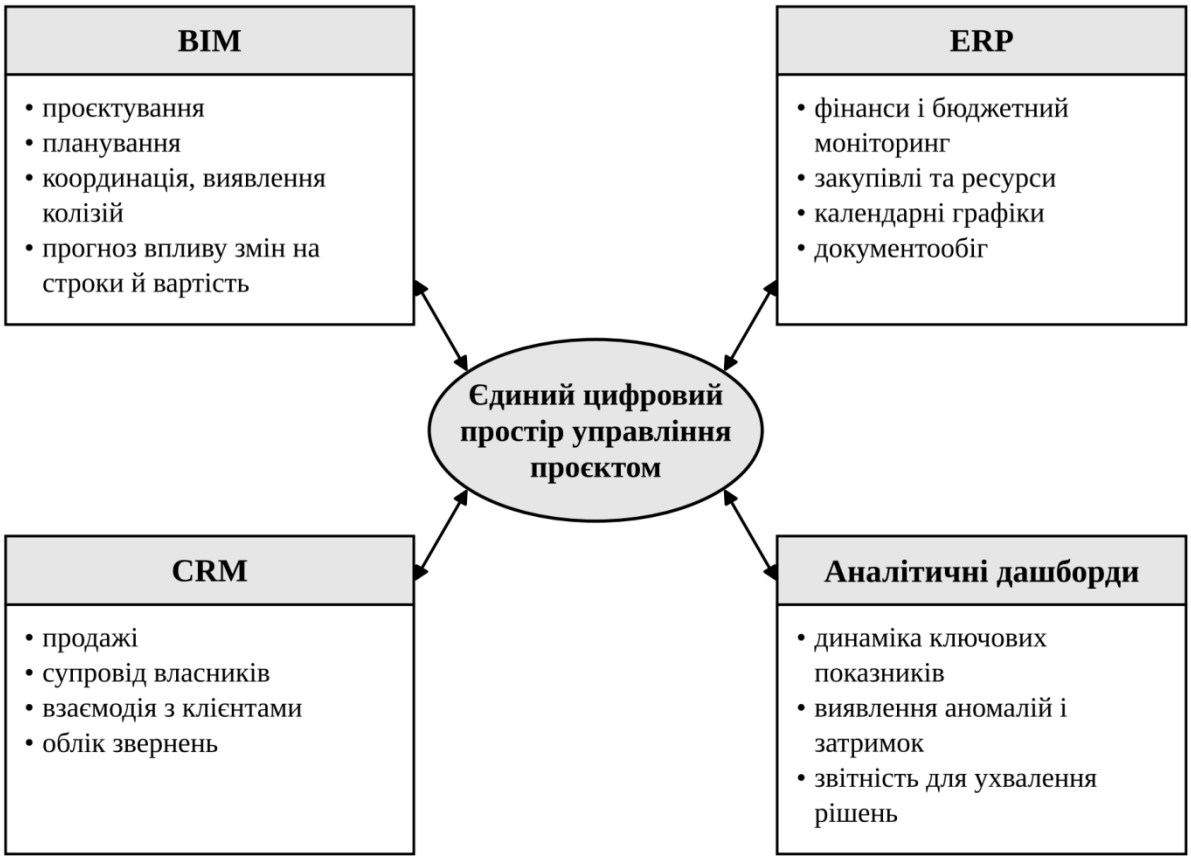


Рис. 1.6. Вплив цифрових інструментів на організаційне управління будівельно-інвестиційним проєктом

(розроблено автором на основі [35, 36])

Отже, будівельно-інвестиційний проєкт як об’єкт організаційного управління характеризується мережевою структурою учасників, фазовою мінливістю організаційної логіки, нормативно заданою технологічною черговістю робіт, багатокомпонентним ризик-профілем і зростаючою залежністю від цифрових джерел даних. Під впливом цих чинників управління зміщується від вертикального контролю до інтегрованої цифрової екосистеми, в якій рішення ґрунтуються на даних, моделюванні та прогнозуванні. Це зумовлює потребу в аналізі підходів до оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах з урахуванням фазової специфіки та нормативних організаційно-технологічних обмежень.

1.3. Підходи до оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах

Сучасна система управління будівельно-інвестиційними проєктами стикається з викликами, пов’язаними з високою складністю взаємодії між суб’єктами, значним обсягом ресурсних потоків, жорсткими часовими рамками та фінансовою й регуляторною нестабільністю. У таких умовах зростає потреба в оптимізації організаційно-управлінських рішень як способі підвищення ефективності реалізації проєктів через покращення їх структурної, процедурної та комунікаційної якості. Оптимізація в цьому контексті передбачає не лише економію ресурсів, а й забезпечення гнучкості, стійкості та адаптивності управлінських моделей до змін зовнішнього і внутрішнього середовища [2; 18].

Будівельно-інвестиційний проєкт відрізняється тим, що кожна його фаза — від передінвестиційної підготовки до введення об’єкта в експлуатацію — передбачає ухвалення значної кількості управлінських рішень із різним ступенем впливу, невизначеності та відповідальності. Відсутність узгодженого підходу до оптимізації цих рішень призводить до фрагментації процесу, дублювання функцій, затримок у логістиці, втрати контролю над графіком та перевитрат. Тому оптимізацію доцільно розглядати як формування наскрізної системи рішень, у межах якої кожна дія підтримується системною логікою, інструментальним забезпеченням і зворотним зв’язком [23].

Провідними концептуальними напрямами оптимізації виступають: процесно-орієнтований підхід, спрямований на опис і вдосконалення управлінських процедур; проєктне управління на основі даних (data-driven PM), що впроваджує KPI, BI-аналітику та цифрову валідацію рішень; гнучкі методології управління (Agile Construction), що підвищують адаптивність рішень; LEAN-оптимізація, орієнтована на зниження втрат і надлишкових

дій; інтегроване управління ризиками. Кожен із цих підходів має власну сферу застосування, набір інструментів і ефекти впливу на якість управління [18; 37]. Сутність підходів, їх інструментальне наповнення та очікувані ефекти зіставлено в табл. 1.5.

Поряд з управлінськими концепціями, наведеними в табл. 1.5, у науковій літературі сформувалися кількісні методи оптимізації організаційно-управлінських рішень. Методи математичного програмування (лінійного, цілочисельного, динамічного) дають змогу визначити оптимальний розподіл ресурсів і календарний план за чітко заданої цільової функції та обмежень [16], а методи календарного планування з обмеженими ресурсами розвивають мережеві моделі CPM і PERT [2]. Перевагою цих методів є математична строгість, обмеженням — потреба в детермінованих вихідних даних, яких у будівельно-інвестиційному проєкті на ранніх фазах немає.

Багатокритеріальні методи (метод аналізу ієрархій, методи ранжування альтернатив, MCDA) дозволяють поєднувати вартісні, часові, ризикові та соціальні критерії [16], проте значною мірою залежать від експертних ваг і не відображають зміни ситуації в часі.

Імітаційне моделювання, зокрема метод Монте-Карло, застосовується для ймовірнісного оцінювання строків і вартості проєкту [30], а сценарний аналіз — для порівняння траєкторій розвитку проєкту за різних зовнішніх умов, зокрема з урахуванням малоймовірних подій зі значними наслідками [36; 38]. Цифрові двійники та BIM-орієнтовані системи підтримки рішень забезпечують безперервне оновлення моделі проєкту фактичними даними [17; 33], однак здебільшого обмежуються технічною та календарною площиною і не містять механізмів вибору організаційних рішень.

Оптимізація управлінських рішень у будівництві також неможлива без інституціоналізації відповідальності — чіткої прив’язки функцій прийняття рішень до конкретних структурних підрозділів, посад, систем координування.

Таблиця 1.5

Основні підходи до оптимізації управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах

Підхід до оптимізації	Основна ідея	Інструменти та методи	Ефекти від застосування
Процесно-орієнтований	Стандартизація управлінських процедур	BPMN, регламенти, ISO 21500	Зменшення хаосу, прогнозованість рішень
Data-driven PM	Прийняття рішень на основі фактичних даних	KPI-системи, BI-платформи, аналітика виконання	Обґрунтованість, прозорість, автоматизація контролю
LEAN-управління	Усунення неефективностей та надлишкових дій	Вартісний аналіз, «кайдзен», карта потоку створення цінності	Підвищення продуктивності, зниження витрат
Agile Construction	Адаптація структури рішень до змін зовнішнього середовища	Спринт-аналіз, SCRUM-логіка, щоденні стендапи	Гнучкість, швидке реагування, мотивація команди
Інтегроване управління ризиками	Координація рішень у контексті виявлених ризиків	PEST, SWOT, FMEA, матриці ризику	Запобігання кризовим сценаріям, стабілізація процесів

(розроблено автором на основі [37])

В умовах багатозв’язної структури проєкту особливо важливо, щоб рішення не мали «сірого простору», коли відповідальність розмита. Тому в межах оптимізації активно використовуються матриці відповідальності RACI, у яких кожне рішення проходить фази узгодження, затвердження, виконання та контролю з чітко визначеними ролями [18].

Поняття оптимізаційної логіки управлінських рішень у складних будівельно-інвестиційних проєктах охоплює процес системного вдосконалення управлінських дій, спрямованих на досягнення максимального ефекту за мінімального використання фінансових, часових і організаційних ресурсів. У середовищах, де рішення приймаються під впливом великої кількості змінних, ризиків і конфліктів інтересів, управлінська ефективність залежить від здатності сформувати цілісну логіку

— від фіксації проблеми до впровадження дії, з урахуванням багатофазності проєкту, складу учасників, регуляторних змін і ресурсної динаміки [2].

Системний підхід до оптимізації управлінських рішень у проєктному середовищі розвинув Дж. Р. Тернер, який розглядав управління проєктом як багатофакторний процес балансування між вартістю, термінами, обсягом і якістю. Він доводив, що жодне управлінське рішення не є одновимірним, адже кожна зміна викликає каскад наслідків в інших компонентах системи [39]. У будівельних проєктах, де одночасно діють підрядники, постачальники та наглядові органи, таке балансування є нормою управлінської діяльності.

Г. Керцнер розглядає оптимізацію рішень як послідовну адаптацію управління проєктом у змінному середовищі. У його працях наголошено, що в складних багатокомпонентних проєктах рішення мають проходити етапи виявлення джерел ризику, оцінки альтернатив, вибору сценарію, контролю та коригування на основі зворотного зв’язку й оцінки наслідків [9]. Циклічну модель ухвалення рішень — від фіксації порушення до визначення сценаріїв, вибору оптимальної дії, узгодження з іншими функціональними блоками підприємства та завершення впровадження з повторною оцінкою — подано на рис. 1.7.

В українському науковому середовищі поняття оптимізації управлінських рішень у складних проєктах отримало розвиток у працях А. В. Шпакова, Б. М. Щербаня, Ю. В. Цимбалістого та співавторів, які розглядають його як комбінацію операційного аналізу, управління сценаріями та процедурної імітації. Автори підкреслюють, що у великих будівельних проєктах необхідно створювати множину допустимих рішень, кожне з яких має бути перевірене за критеріями ризику, технічної реалізованості, ресурсної забезпеченості та терміновості [40]. Вони акцентують увагу на важливості використання динамічної матриці, де управлінські рішення оцінюються не лише за класичними KPI, а й за впливом на стійкість проєкту в умовах невизначеності.



Рис. 1.7. Схема оптимізаційної логіки управлінських рішень у складному будівельно-інвестиційному середовищі

(розроблено автором на основі [9])

Окреме значення має концепція постійного перегляду рішень, обґрунтована Б. Флівб'ергом у дослідженнях інфраструктурних мегапроєктів. Учений наголошує, що жодне початкове рішення не є остаточним: воно потребує уточнення і повторного розрахунку з урахуванням нових даних, контексту та обмежень, а також порівняння з референтним класом реалізованих проєктів [12; 41]. За такого підходу оптимізація є не одноразовим вибором найкращої відповіді, а безперервною системою верифікації та перебудови управлінських дій.

Критичний аналіз наведених підходів дає змогу виокремити питання, що залишаються невирішеними. По-перше, управлінські концепції (процесна, LEAN, Agile) не мають кількісного апарату вибору рішень, а кількісні методи оптимізації не враховують організаційної структури та поведінки учасників. По-друге, сценарний аналіз і цифрові системи моніторингу застосовуються відокремлено, без механізму перемикання

управлінських рішень між сценаріями за даними, що надходять у реальному часі. По-третє, відсутні інтегральні показники, які пов’язували б інформаційне навантаження управлінської системи, якість рішень і організаційно-технологічні параметри проєкту — черговість робіт, ресурси, строки. Розв’язання цих питань потребує розроблення інтегрованої сценарно-цифрової моделі оптимізації організаційно-управлінських рішень [42; 43].

Важливим напрямом оптимізації є структурно-рівнева оптимізація управлінських рішень, за якої визначальним стає не лише те, яке рішення приймається, а й де, ким і в який момент. Це поняття охоплює декомпозицію рішень між стратегічним, тактичним і операційним рівнями, формалізацію зон відповідальності та встановлення механізмів горизонтальної й вертикальної узгодженості.

Сучасна будівельна система є багаторівневою: у ній функціонують замовники, підрядники, субпідрядники, проєктувальники, консультанти, контролюючі органи, служби технічного нагляду. Усе це створює складну координаційну карту, в якій рішення, прийняті на одному рівні, можуть мати масштабні наслідки для інших. Відсутність чіткої структурної логіки делегування повноважень призводить до дублювання функцій, конфліктів відповідальності, розривів між рішенням і реалізацією. Саме тому необхідне впровадження структурно-рівневої моделі, в якій кожне рішення має не тільки свого ініціатора, але й узгоджувача, виконавця та контролера — з чітким рознесенням повноважень [44].

Логіку багаторівневої побудови процесу ухвалення та узгодження рішень, ключові функції стратегічного, тактичного й операційного рівнів і вектори управлінського впливу між ними подано на рис. 1.8.



Основні аспекти оптимізації управлінських рішень

Рис. 1.8. Багаторівнева система управлінських рішень у будівельно-інвестиційній моделі

(розроблено автором на основі [9, 18])

Одним з головних принципів структурно-рівневої оптимізації є ефективне делегування, яке не обмежується лише передачею завдань, а передбачає передачу права ухвалювати рішення в межах визначеної відповідальності. Такий підхід є основою сучасних матричних систем управління, де вертикальні структури (наприклад, фінансовий департамент) функціонують паралельно з горизонтальними проєктними ланцюгами (виконання об'єкта). Делегування підвищує швидкість реагування, однак за відсутності контрольної координації воно може призвести до фрагментації проєкту. Тому воно має супроводжуватися чітким визначенням ролей через механізми типу RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed), які дозволяють запобігти конфліктам відповідальності [9; 18].

Другим ключовим компонентом є узгодження рішень між рівнями. У будівництві стратегічні рішення (тип об’єкта, джерела фінансування, терміни реалізації) часто не співвідносяться з операційними реаліями (брак ресурсів, технічні обмеження, погодні умови), що породжує ефект «управлінського розриву». Узгодження передбачає не лише інформування всіх сторін, а й вбудовані цикли зворотного зв’язку, коли проєктні менеджери мають право впливати на перегляд стратегічних рішень, якщо їх реалізація суперечить фактичним умовам [9].

Розподіл управлінських функцій за рівнями, приклади делегування повноважень та інструменти узгодження наведено в табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Розподіл функцій управлінських рішень у будівельно-інвестиційній структурі за рівнями

Рівень управління	Типові рішення	Делеговані повноваження	Інструменти узгодження та відповідальності
Стратегічний	Затвердження бюджету, погодження інвесторів, терміни реалізації	Генеральний замовник, девелопер, наглядова рада	Звіти, затвердження етапів, інвестиційні ради
Тактичний	Розробка графіків, оптимізація логістики, контроль ресурсів	Керівник проєкту, фінансовий директор	RACI-матриці, планерки, щомісячні узгоджувальні ради
Операційний	Розподіл праці, закупівля матеріалів, монтажні завдання	Начальники ділянок, інженери, майстри	Журнали виконання, цифрові панелі завдань

(розроблено автором на основі [1, 9, 18])

Третім принципом виступає відповідальність як інституційно закріплена характеристика кожного управлінського рішення. Оптимізація полягає в тому, щоб не лише формально визначити відповідального, а й забезпечити його ресурсами, повноваженнями та межами дії. Для цього поряд із посадовими інструкціями застосовуються дорожні карти відповідальності на рівні проєкту, де для кожного етапу реалізації об’єкта

визначено, хто відповідає за результат, хто ухвалює рішення і хто здійснює контроль [18].

Одним із найменш формалізованих аспектів оптимізації є інституційна стійкість управлінських рішень — здатність прийнятих рішень зберігати релевантність і дієвість після змін у кадровому складі, структурі компанії або зовнішніх обставинах. Будівельні підприємства в Україні функціонують в умовах частої реструктуризації персоналу, паралельної реалізації проєктів і переміщення виробничих ланок між об’єктами, тому навіть обґрунтовані рішення ризикують втратити ефективність через відсутність інституційного носія. Підтримка рішень незалежно від індивідуального носія знання досягається через стандартизацію процедур, цифрові протоколи збереження рішень і наступність управлінських кадрів [45].

Основні компоненти інституційної стійкості та механізми фіксації, стандартизації, цифрової підтримки й передачі рішень подано на рис. 1.9.

Одним із центральних елементів забезпечення інституційної стійкості рішень є процедурна стандартизація. У будівельному менеджменті це передбачає не просто наявність регламентів, а розробку універсальних сценаріїв рішень для типових ситуацій: затримка матеріалів, зміна підрядника, критичне відставання від графіка, перевитрата бюджету тощо [24]. Такі сценарії повинні бути не лише письмово зафіксованими, а й закріпленими в корпоративній цифровій інфраструктурі — ERP-системах, BI-дашбордах, електронних системах контролю. Це дозволяє новій управлінській ланці або ротаційній команді швидко увійти в контекст і відновити логіку дій, закладену попередниками.

Другим інструментом виступає інституційна трансляція рішень — передача логіки управлінських дій горизонтальними (між командами) та вертикальними (від керівництва до операційного рівня) каналами через внутрішнє навчання, постпроєктний аналіз (post-mortem review) і бази знань, що формує корпоративну пам’ять підприємства [45].

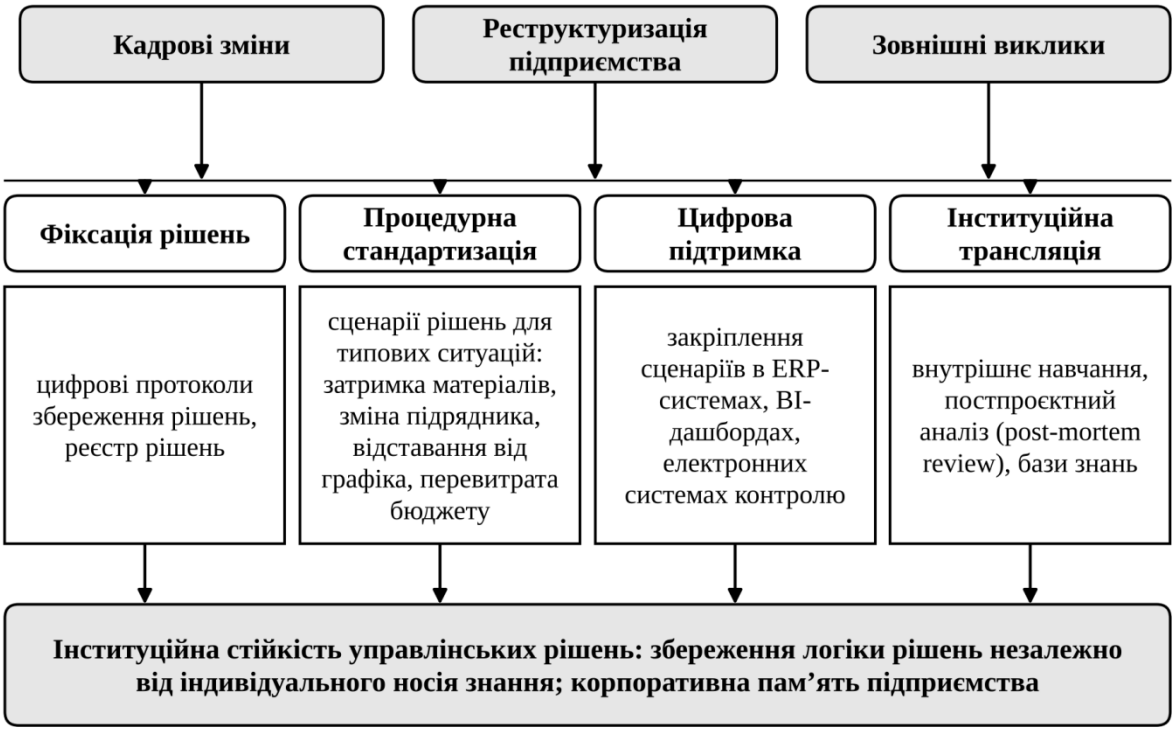


Рис. 1.9. Модель інституційної стійкості управлінських рішень у будівельно-інвестиційному середовищі

(розроблено автором на основі [42])

Інструменти забезпечення інституційної стійкості рішень, які можуть бути інтегровані в операційне середовище будівельного підприємства, наведено в табл. 1.7.

Отже, інституційна стійкість оптимізованих управлінських рішень у будівництві ґрунтується не на жорсткості контролю, а на керованих механізмах збереження логіки рішень через структури, цифрові системи, інструменти й комунікацію, а також на поєднанні регламентованої основи з гнучкими механізмами модифікації рішень [24].

Варто зазначити також, що оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційному середовищі традиційно базується на сукупності фінансових і виробничих показників. Однак у випадку з оптимізаційними рішеннями, що впроваджуються з метою трансформації структури, зменшення витрат або підвищення гнучкості, класичні метрики

(як-от економія ресурсів чи терміни реалізації) не завжди дозволяють повною мірою зрозуміти їхній вплив. У практиці оптимізації потрібно враховувати не лише результат, а й якість самого процесу, наскільки злагоджено функціонувала система, чи були усунуті «вузькі місця», і як рішення інтегрувались у наявне середовище [46].

Таблиця 1.7

Інструменти забезпечення інституційної стійкості управлінських рішень у будівництві

Компонент інституційної стійкості	Конкретні інструменти та підходи	Ефект для управління
Стандартизація процедур	Універсальні рішення, протоколи реагування, типові регламенти	Збереження логіки дій при зміні персоналу або умов
Цифрове документування	ERP-модулі, електронні архіви рішень, системи workflow	Швидкий доступ до історії рішень, запобігання втраті даних
Постпроєктна аналітика	Case review, lessons learned, аналіз відхилень	Удосконалення рішень на базі досвіду попередніх проєктів
Кадрова спадкоємність	Наставництво, перехідні інструкції, дублювання ролей	Плавність переходу між командами без втрати ефективності
Комунікаційні ритуали	Регулярні стендапи, брифінги, міжкомандні обговорення	Стабілізація очікувань і швидка синхронізація рішень

(розроблено автором на основі [45])

Тому доцільно застосовувати методи змішаного аналізу, що поєднують кількісні метрики з якісною інтерпретацією впливу рішень. Зокрема, індекси операційної узгодженості та структурної адаптації дають змогу виявити ефекти, які не відображаються у звичних KPI, але впливають на довгострокову стабільність управління [47].

Для комплексної оцінки ефективності оптимізаційних рішень у будівельно-інвестиційній практиці доцільно використовувати багаторівневу систему показників, яка, за аналогією зі збалансованою системою показників Р. Каплана і Д. Нортона, поєднує економічні показники, структурні індикатори та поведінкові оцінки з їх комплексною інтерпретацією [48].

Структуру методів аналізу ефективності оптимізаційних рішень за цими блоками подано на рис. 1.10.

Сучасні підходи передбачають також сценарне оцінювання, за якого ефективність оптимізаційного рішення визначається не як абсолютна, а як відносна — шляхом порівняння зі сценарієм, у якому рішення не було прийнято (аналіз «з проєктом – без проєкту»). Такий підхід дає змогу врахувати не лише отриманий виграш, а й уникнені ризики [46].

Проблеми управління складними та великими проєктами, що безпосередньо впливають на вибір підходів до оптимізації рішень, досліджено Б. Флівб'єргом, Дж. Геральді, Г. Мейлором, Т. Вільямсом, Л. Ікою, Т. Фрідгейрссоном та співавторами [49–52]; природу проєкту як тимчасової організації та домени організування проєктів — Дж. Р. Тернером, Р. Мюллером і Г. Вінчем [53; 54].



Рис. 1.10. Мапа методів аналізу ефективності оптимізаційних рішень

(розроблено автором на основі [48])

Координацію учасників будівельних проєктів і конфлікти між стейкхолдерами розглянуто у працях В. Алалула, Д. Гуана, І. Осуізугбо та Т. Окунтаде [55–57]; ідентифікацію, моделювання та комунікацію ризиків будівельних проєктів — Н. Сіраджа, А. Фаєк, П. Зоу, А. Казі, Г. Атасой, І. Дікмен [58–61]; вплив затримок ухвалення рішень і практик управління проєктами на строки та вартість будівництва — С. Кахро, Ф. Шахом та співавторами [62; 63]. Сценарний підхід до стратегічного планування розвинуто Р. Раміресом і А. Вілкінсоном [64], застосування цифрових двійників у будівництві — Д.-Г. Опоку та співавторами [65].

Серед вітчизняних досліджень процесно-орієнтований менеджмент і аналітико-інформаційне забезпечення будівельного девелопменту розглядають Ю. А. Чуприна, Г. М. Петренко та співавтори [66], аналітичні інструменти систем менеджменту якості будівельних підприємств — О. Куліков [67], формалізацію процесів цифрової трансформації системи організації будівництва та інтеграцію цифрових технологій в управління будівельними проєктами — Д. Дубінін, Є. Новак і В. Коломієць [68; 69], вибір оптимальної стратегії інвестиційно-будівельного підприємства — І. Дворнічен і В. Олійник [70]. Ці праці підтверджують, що оптимізація організаційно-управлінських рішень у будівництві потребує поєднання процесних, ризик-орієнтованих, сценарних і цифрових інструментів, проте механізм їх інтеграції в єдиній моделі в них не запропоновано.

Отже, проведений аналіз засвідчив, що наявні підходи до оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах — процесні, проєктно-управлінські, кількісні, сценарні та цифрові — розвиваються відокремлено і не забезпечують інтеграції сценарного прогнозування, цифрових даних та організаційно-технологічних параметрів будівництва. Це обґрунтовує необхідність розроблення системи аналітичних індикаторів оцінювання ефективності управлінських рішень, методики побудови адаптивних організаційних структур та інструментів діагностики

ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей як складових сценарно-цифрової моделі оптимізації.

Висновки до розділу 1

1. Аналіз еволюції та наукових трактувань організаційно-управлінських рішень у будівництві засвідчив, що наявні підходи розглядають окремі аспекти рішення — процедурний, структурний, проєктний, інформаційний чи поведінковий — і не забезпечують їх інтеграції. Уточнено сутність організаційно-управлінського рішення у будівництві як цілеспрямованого вибору і реалізації варіанта організаційного впливу на систему учасників будівельно-інвестиційного проєкту, що ґрунтується на сценарній оцінці можливих станів проєкту за цифровими даними та забезпечує узгодження технологічної черговості робіт, ресурсного забезпечення, строків і ризиків з цілями зацікавлених сторін. Класифікацію рішень доповнено ознаками ступеня алгоритмізації та сценарної визначеності.

2. Встановлено, що будівельно-інвестиційний проєкт як об’єкт організаційного управління характеризується мережевою структурою учасників, фазовою мінливістю організаційної логіки, нормативно заданою технологічною черговістю робіт, багатокомпонентним ризик-профілем і зростаючою залежністю від цифрових джерел даних. Під впливом цих чинників управління зміщується від вертикального контролю до інтегрованої цифрової екосистеми, у якій рішення ґрунтуються на даних, моделюванні та прогнозуванні.

3. Систематизація процесних, проєктно-управлінських, кількісних, сценарних і цифрових підходів до оптимізації організаційно-управлінських рішень показала, що вони розвиваються відокремлено і не забезпечують інтеграції сценарного прогнозування, цифрових даних та організаційно-технологічних параметрів будівництва. Це обґрунтовує необхідність розроблення системи аналітичних індикаторів, методики побудови адаптивних організаційних структур та інструментів діагностики ризиків,

конфліктів інтересів і невизначеностей як складових сценарно-цифрової моделі оптимізації.

Основні результати досліджень, викладених у розділі 1, опубліковано в працях автора [71; 72; 73; 74].

РОЗДІЛ 2. МЕХАНІЗМИ АНАЛІТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ІНВЕСТИЦІЯМИ

2.1. Система аналітичних індикаторів для оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності

У сучасному середовищі будівельного ринку, що характеризується високим рівнем конкуренції, динамічністю регуляторного середовища, ресурсними обмеженнями та непередбачуваними макроекономічними змінами, ефективність управлінських рішень набуває першочергового значення. У цьому контексті визначення системи аналітичних індикаторів, яка дозволяє об’єктивно, кількісно та в динаміці оцінити результати таких рішень, стає критично важливим завданням для девелоперських структур, інвестиційних агентств та підрядних компаній. Застосування подібної системи дає змогу не лише фіксувати факт досягнення чи недосягнення очікуваних результатів, але й ідентифікувати джерела проблем, виявити зони резерву та коригувати стратегії розвитку [36; 48].

Основною особливістю аналітичної системи індикаторів у сфері будівельно-інвестиційної діяльності є її багатовимірність, що зумовлена як структурною складністю самих проєктів (тривалість, багаторівнева ієрархія рішень, залучення численних суб’єктів), так і специфікою капіталомістких процесів, які тяжіють до жорсткої часової та ресурсної синхронізації. У зв’язку з цим система показників повинна бути не лише діагностичною, а й прогностичною — включати індикатори раннього попередження, аналітичного реагування та довгострокового стратегічного ефекту. До таких індикаторів належать: інтегральний коефіцієнт реалізації управлінських сценаріїв (частка рішень, реалізованих за запланованим сценарієм), інвестиційний мультиплікатор (відношення приросту вартості об’єкта до

обсягу інвестицій, спрямованих на його створення), коефіцієнт бюджетного перекосу (відношення відхилення фактичних витрат етапу від планових до планових витрат), показники циклічної стабільності (варіація тривалості однотипних управлінських циклів) та індикатори зниження ризиків за рахунок управлінських рішень (відносна зміна кількості критичних відхилень від проєктних параметрів) [1; 46].

З огляду на велику кількість параметрів і взаємозалежностей систему аналітичних індикаторів доцільно будувати за каскадним принципом — від метаорієнтованих показників до операційно-ресурсних (рис. 2.1). Така логіка передбачає поступовий перехід від стратегічного планування до оцінювання ефективності дій у тактичному й оперативному вимірі [36].



Рис. 2.1. Каскадна система аналітичних індикаторів оцінювання управлінських рішень у будівництві

(розроблено автором на основі [36])

Кожен рівень індикаторів виконує певну функцію в аналітичній системі: стратегічні — визначають відповідність реалізованої моделі обраній траєкторії розвитку; інвестиційні — фіксують результативність інвестування у проєкт; сценарні — дають змогу порівняти реалізовані управлінські кроки з альтернативними траєкторіями; операційні — контролюють хід виконання завдань у межах певного етапу; ресурсні — дозволяють виявити нераціональні витрати або перерозподіл; ризикові — ідентифікують відхилення від очікуваного з урахуванням непередбачуваних факторів.

Центральним аспектом побудови такої системи є забезпечення міжрівневої логіки інтерпретації даних. Наприклад, підвищення операційної ефективності (через скорочення тривалості будівельного циклу або зниження витрат на матеріали) повинне мати відповідне відображення у стратегічних і фінансових індикаторах. Якщо цього не відбувається, система сигналізує про управлінський розрив або неузгодженість між рівнями. Такий сигнал подається через спеціальні інтегральні формули, які дозволяють зіставити різні типи індикаторів у єдиному вимірі.

Для такого зіставлення в дисертації запропоновано зведений коефіцієнт управлінської ефективності (СКУЕ), який, на відміну від відомих інтегральних показників, співвідносить агреговані нормовані результати управлінських рішень з відносними часовими та вартісними витратами на їх ухвалення:

$$\text{СКУЕ} = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i \cdot \tilde{I}_i}{\tau \cdot \xi}, \qquad (2.1)$$

де W_i — ваговий коефіцієнт і-го індикатора результату ($\sum W_i = 1$); $\tilde{I}_i$ — нормоване значення і-го індикатора результату; n — кількість індикаторів результату; $\tau = T / Tб$ — відносна тривалість ухвалення управлінських рішень (Т, Тб — середня тривалість погодження рішення у звітному та базовому періодах); $\xi = R / Rб$ — відносні витрати на управління (R, Rб — адміністративні витрати у звітному та базовому періодах).

Запропонований коефіцієнт є безрозмірним: за незмінних результатів і витрат він дорівнює одиниці, значення понад одиницю свідчать про підвищення ефективності управлінських рішень порівняно з базовим періодом, нижче одиниці — про її зниження. Це дає змогу порівнювати рішення, ухвалені в різних проєктах і в різні періоди.

Здатність управлінської системи змінюватися під впливом зовнішніх умов характеризує інтегральний показник адаптивності:

$$I_a = \frac{\Delta E}{1+\Delta c+\Delta r}, \qquad (2.2)$$

де ΔE — відносна зміна зваженого рівня результативності управлінських рішень за період ($\sum W_i \cdot \tilde{I}_i - 1$); Δc — відносна зміна витрат на ухвалення рішень (включаючи витрати на аналітику); Δr — відносна зміна рівня ризику, вимірюваного кількістю критичних відхилень від проєктних параметрів (оскільки цей показник входить до ΔE як індикатор результату, значення I_a має орієнтовний характер; на рівні проєкту Δr визначається за реєстром ризиків (4.1)). Показник визначений за умови 1 + Δc + Δr > 0 і зростає, якщо підвищення результативності досягається за одночасного зниження витрат і ризику.

Методологічною основою побудови системи індикаторів є концепція системного підходу, яка передбачає, що будь-яке управлінське рішення має оцінюватися не лише з позиції виконання конкретного завдання, а й у контексті його взаємодії з іншими елементами системи. У цьому контексті важливим стає використання аналітичних систем, які дозволяють формалізувати наслідки прийняття рішень. Підхід до такої формалізації був розвинений ще в працях Г. Саймона, який запропонував модель обмеженої раціональності як основу прийняття рішень в умовах складної інформаційної динаміки [5]. В умовах будівельно-інвестиційної діяльності це означає, що аналітична система має враховувати як кількісні, так і якісні параметри, комбінуючи оцінювання результатів із моніторингом процесів.

Ключовою рисою методології побудови системи індикаторів є принцип багатоаспектності. Він полягає в одночасному врахуванні економічних, часових, ресурсних, технологічних та ризикових факторів при формуванні моделі оцінювання. Кожен з цих аспектів повинен бути відображений через відповідну групу індикаторів, а сама система повинна мати властивість адаптивності. Тобто вона має динамічно перебудовуватись залежно від типу проєкту, фази його реалізації та зовнішніх умов. Саме тому доцільним є застосування багатофакторних моделей із використанням вагових коефіцієнтів, що дозволяють адаптувати оцінювання до умов конкретного об’єкта.

Агрегування індикаторів, вимірюваних у різних одиницях, потребує їх попереднього нормування. Для відстеження динаміки рішень відносно базового періоду в дисертації застосовано нормування за відношенням до базового значення:

$$\tilde{I}_i = \frac{I_i}{I_{i\text{б}}}\ ;\quad \tilde{I}_i = \frac{I_{i\text{б}}}{I_i}\,, \tag{2.3}$$

де I_i, I_iб — значення і-го індикатора у звітному та базовому періодах. Перший вираз застосовується для індикаторів-стимуляторів (рентабельність, продуктивність), другий — для індикаторів-дестимуляторів (витрати, кількість відхилень, тривалість). За такого нормування значення $\tilde{I}_i > 1$ завжди означає покращення відповідного параметра.

Зважене агрегування нормованих індикаторів дає змогу керівнику не лише здійснювати точковий аналіз, а й порівнювати різні рішення між собою; ключовою умовою його застосування є обґрунтування вагових коефіцієнтів.

Важливо підкреслити, що не всі індикатори можуть бути виміряні кількісно. Для оцінювання соціальної ефективності, комунікаційної узгодженості, організаційної гнучкості та адаптаційного потенціалу використовуються експертні методи, зокрема: метод Делфі, нечітка логіка,

аналітико-ієрархічні процедури. Поєднання цих методів із цифровими індикаторами створює мультиіндикативне середовище оцінки, в якому кожен параметр підтримується кількома джерелами інформації [16; 75].

У практичному сенсі побудова системи аналітичних індикаторів має враховувати фазу життєвого циклу проєкту. Наприклад, у фазі ініціації ключовими будуть індикатори очікуваного прибутку, відповідності інвестиційній стратегії, рівня стратегічної доцільності; у фазі реалізації — індикатори дотримання бюджету, тривалості, ризикової динаміки; у фазі завершення — коефіцієнти рентабельності, ступінь досягнення цілей, індекс задоволеності стейкхолдерів. Така логіка класифікації є основою для побудови адаптивної моделі оцінювання, яка здатна змінювати свою структуру залежно від фазової специфіки.

Іншим важливим аспектом є залежність індикаторної системи від структури управління. У централізованих системах індикатори мають жорсткі нормативні межі та відображають здебільшого контрольні функції. Натомість у децентралізованих або проєктно-орієнтованих структурах основний акцент робиться на інтеграції управлінських індикаторів з інструментами прийняття рішень. У таких випадках вагоме значення має ієрархія відповідальності, пов’язаність індикаторів між рівнями управління — стратегічним, тактичним і оперативним. Типи індикаторів за рівнями управління та фазами проєкту наведено в табл. 2.1.

Важливою методологічною складовою формування системи аналітичних індикаторів є нормування та встановлення порогових значень. У збалансованій системі показників Р. Каплана і Д. Нортона ключову роль відіграють граничні зони (зелена, жовта, червона), які формуються навколо цільових значень [48]. Ця концепція адаптована до багатьох галузей, у тому числі будівництва, де її доповнено індикаторами часової ефективності, проєктної узгодженості та реактивної гнучкості.

На відміну від звичних фінансових коефіцієнтів, індикатори ефективності управлінських рішень повинні фіксувати не лише результат,

але й процес досягнення цього результату. Тобто система має оцінювати якість управлінського впливу на параметри проєкту ще до фінального результату, використовуючи інструменти ранньої діагностики. Це потребує побудови спеціальних адаптивних моделей, які поєднують поточні значення індикаторів із прогнозами майбутньої ефективності. Однією з таких моделей є модель управлінської реактивності, що характеризує швидкість зміни ефективності рішень у часі.

Таблиця 2.1

Система аналітичних індикаторів у контексті фаз проєкту та рівнів управління

Рівень управління	Фаза проєкту	Приклади індикаторів	Характеристика індикатора
Стратегічний	Ініціація	Індекс стратегічної відповідності, ROI ex-ante	Прогностичний, плановий
Тактичний	Реалізація	Коефіцієнт виконання бюджету, динаміка ризиків	Поточний, коригувальний
Оперативний	Виконання робіт	Індикатор відхилення графіка, темп виконання робіт	Реальний, контрольний
Стратегічний	Завершення	Індекс ефективності досягнення цілей	Оціночний, результативний
Інтегрований	Усі фази	Зведений коефіцієнт управлінської ефективності (СКУЕ)	Агрегований, інтегральний

(розроблено автором на основі [75])

Для дискретних даних моніторингу її доцільно подавати в різницевій формі:

$$RE_t = \frac{E_t - E_{t-1}}{\Delta t}, \qquad (2.4)$$

де RE_t — реактивність управлінської системи в періоді t; E_t, E_{t-1} — зважений рівень результативності управлінських рішень ($\sum W_i \cdot \tilde{I}_i$) у

поточному та попередньому періодах; Δt — тривалість періоду між вимірюваннями.

Ця формула дозволяє виявити, наскільки швидко система реагує на зміну зовнішніх або внутрішніх факторів і як оперативні управлінські дії впливають на ефективність у поточному часовому проміжку. Якщо показник від'ємний, це свідчить про регресивну реакцію системи; якщо додатний — про адаптивність і стратегічну коректність рішень.

І. В. Когут та Е. А. Когут на прикладі проєкту реконструкції приміщень бізнес-центру обґрунтували застосування експертного оцінювання ризиків в умовах українського будівельного ринку, де значний вплив мають чинники непередбачуваності — політичної, регуляторної, валютної [76]. З огляду на це система індикаторів повинна мати внутрішню гнучкість — включати блоки адаптивного реагування, побудовані на принципах сценарного моделювання. На практиці це передбачає формування альтернативних коридорів індикативних значень, прив'язаних до сценаріїв: оптимістичного, песимістичного та реалістичного, що відповідає підходам ризик-орієнтованого аналізу рішень (risk-based decision analysis).

Окремої уваги в методології заслуговує питання інтерфейсного забезпечення — як саме індикатори візуалізуються для менеджера або керівника. За Е. Турбаном, Р. Шардою та Д. Деленом, ефективна аналітична система повинна подавати індикативні сигнали через інтегровані дашборди, що поєднують графіки, тривимірні криві та колірну градацію відхилень. Це особливо актуально в будівельних проєктах, де потрібно одночасно відстежувати десятки індикаторів у динаміці: вартість, час, трудовитрати, використання техніки, ефективність субпідрядників тощо. На цьому етапі система індикаторів вже перетворюється з аналітичної моделі в інформаційно-діагностичну підсистему, що є частиною загального цифрового середовища управління [36].

У світлі методології системного аналізу важливо також закласти зворотний зв'язок між значенням індикатора та коригувальними діями.

Наприклад, якщо індикатор показує відхилення, що перевищує порогове значення «червоної зони», має бути автоматично ініційований перегляд графіка, коригування ресурсного плану або переоцінка фінансової моделі. Така функціональність відповідає концепції кількісного аналізу рішень Д. Андерсона, Д. Суїні та Т. Вільямса [16] і поступово впроваджується в ERP-системах українських підприємств (зокрема на базі SAP, Oracle або українських рішень типу «IT-Enterprise»). Для того щоб забезпечити цілісність методологічного підходу, всі ключові етапи формування системи аналітичних індикаторів мають бути інтегровані в єдину послідовність. Це дозволяє не лише формалізувати процес побудови індикаторної структури, а й забезпечити її узгодженість із логікою прийняття управлінських рішень у будівельно-інвестиційній сфері. Як видно з рис. 2.2, кожен з етапів виступає логічною складовою аналітичного контуру управління, в якому постановка цілей безпосередньо пов’язується з цифровим моніторингом та адаптивною корекцією рішень [16].

Багаторівнева структура управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності — стратегічний, тактичний і оперативний рівні — зумовлює необхідність мультиіндикативного контролю, за якого індикатори охоплюють не лише фінансові результати, а й внутрішні процеси, взаємодію з клієнтами, розвиток і здатність до адаптації [48].

Т. Девенпорт у дослідженнях з бізнес-аналітики визначає аналітичні індикатори як носії управлінського знання, які повинні бути інтегровані у цифрові середовища для забезпечення реактивного управління та сценарного прогнозування. Його підхід доповнює ідею багатошарового аналізу, де на кожному рівні управління домінують свої групи індикаторів: стратегічні — орієнтовані на місію та конкурентну позицію; тактичні — на реалізацію окремих ініціатив; оперативні — на повсякденний моніторинг ефективності [77].

Е. Лайкерман наголошує, що якість аналітичних індикаторів прямо впливає на якість управлінських рішень, а отже, типологія таких індикаторів

має враховувати не лише об’єктивну інформацію, а й поведінкову реакцію керівника, здатного інтерпретувати її в умовах невизначеності. Особливо важливо це для будівництва, де ризик хибної інтерпретації значень індикаторів може призвести до критичних відхилень у часі чи бюджеті [78].

Один із важливих теоретичних внесків у розрізнення типів індикаторів зробив М. Мобуссін, який відокремив ефективність самого управлінського рішення від його випадкового або обумовленого зовнішніми факторами результату. На його думку, система індикаторів повинна оцінювати не тільки результат, а й обґрунтованість самого управлінського кроку, що є актуальним для девелопменту [79].

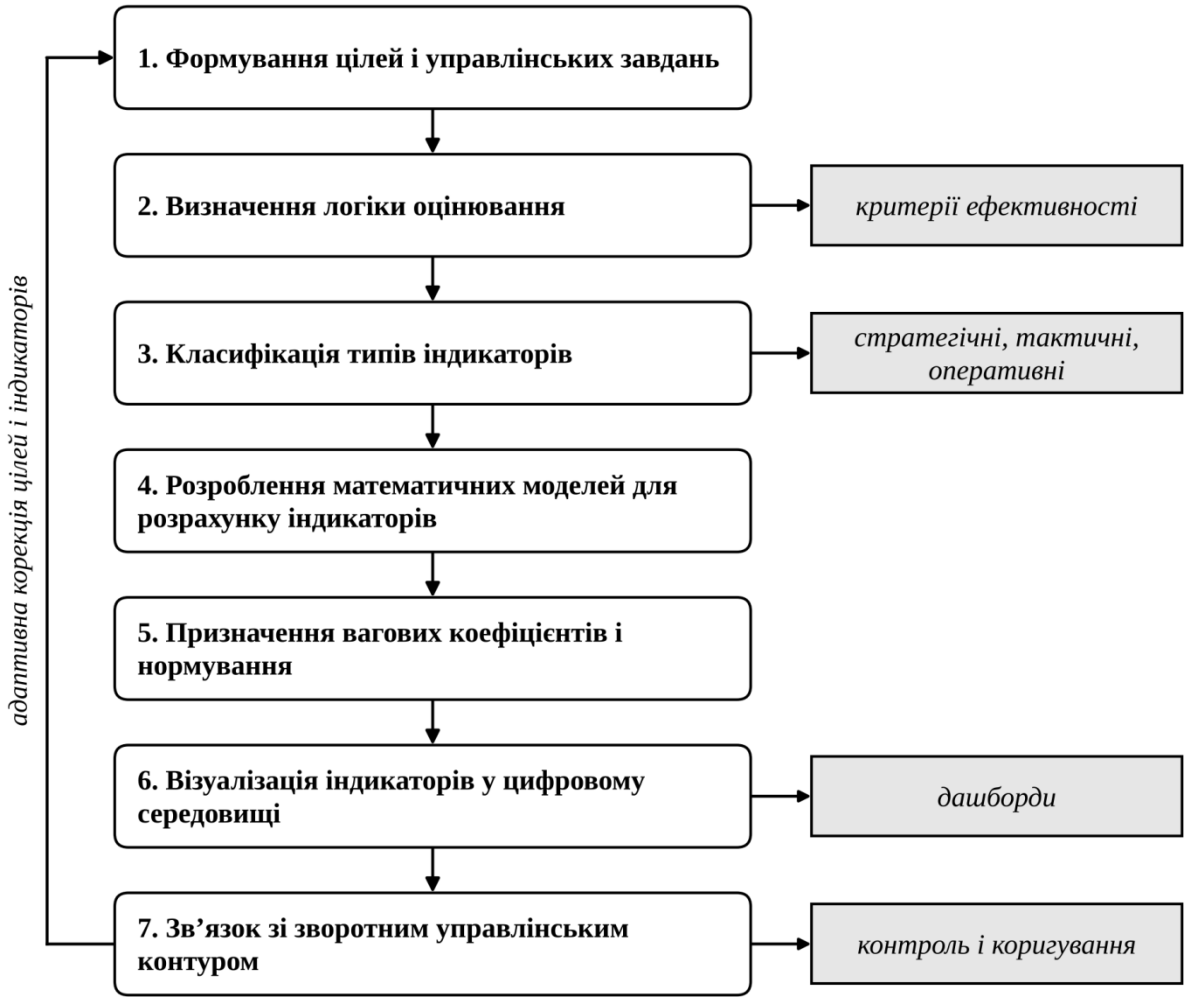


Рис. 2.2. Етапи побудови системи аналітичних індикаторів у будівництві *(розроблено автором на основі [16])*

Зведення типології в єдину структуру створює основу для впровадження адаптивних індикаторних панелей. Основні типи індикаторів за рівнем управління, призначенням і прикладами застосування систематизовано в табл. 2.2.

У науковій літературі також розвивається концепція причинно-наслідкових індикаторів, яка ґрунтується на послідовному впливі одних управлінських дій на інші та, зрештою, на кінцевий результат. Наприклад, інвестиції в цифрові технології → оптимізація процесів → прискорення циклу → зменшення витрат → збільшення прибутку.

Таблиця 2.2

Типологізація аналітичних індикаторів для оцінювання управлінських рішень у будівництві

Тип індикатора	Рівень управління	Призначення	Приклад
Результативний	Стратегічний	Вимірювання досягнення стратегічної мети	Індекс реалізації стратегічного KPI
Операційно-виробничий	Оперативний	Контроль ходу виконання процесу	Рівень дотримання графіка будівельних робіт
Ризик-індикатор	Тактичний	Раннє попередження про потенційні проблеми	Коефіцієнт ризику затримки
Прогностичний	Інтегрований	Моделювання впливу рішень на майбутній результат	Очікуваний прибуток з урахуванням змін
Реактивний	Інтегрований	Вимірювання ефекту управлінського втручання	ROI управлінського рішення

(розроблено автором на основі [79])

Цей ланцюг може бути поданий у вигляді вкладених функцій:

$$E_{total} = f_3\left(f_2\left(f_1(D)\right)\right), \quad (2.5)$$

де D — сукупність управлінських дій, f_1 — внутрішній ефект (реорганізація, автоматизація), f_2 — зміни у витратах, продуктивності, часі, f_3 — фінальний ефект у вигляді рентабельності або вартості активу.

Подібні моделі розробляються в межах досліджень Г. Хамела (теорія інноваційного прориву в управлінні) та М. Портера (модель вартості та стратегічних конкурентних переваг) [80; 81].

Апробацію запропонованої системи індикаторів здійснено на даних ТОВ «Будівельна фірма «Альфа-Сервіс»» (код ЄДРПОУ 22965175), яке з 1995 р. спеціалізується на будівництві житлових і нежитлових будівель (КВЕД 41.20) і як генеральний підрядник реалізує будівництво житлового комплексу на перетині вулиць Івана Пулюя та Федора Ернста в м. Києві [82; 83]. За даними останньої оприлюдненої у відкритих реєстрах фінансової звітності підприємства (за 2020 р.), дохід від реалізації становив 8843,3 тис. грн, чистий збиток — 90,3 тис. грн (рентабельність діяльності −1,02 %), вартість активів — 69176,9 тис. грн, зобов'язання — 51623,8 тис. грн [82]. Відповідно, коефіцієнт автономії дорівнював 17553,1 / 69176,9 = 0,254, коефіцієнт фінансової залежності — 51623,8 / 17553,1 = 2,94, коефіцієнт оборотності активів — 8843,3 / 69176,9 = 0,128. Висока частка позикових джерел і низька оборотність активів свідчать про чутливість підприємства до затримок у реалізації проєктів і обґрунтовують потребу в системі індикаторів, що дає змогу своєчасно виявляти неефективні управлінські рішення. Наведені показники характеризують лише фінансову структуру підприємства й у розрахунках моделі не використовуються; вихідними даними апробації є показники управлінського обліку за 2024–2025 рр.

Вихідними даними для розрахунку є показники управлінського обліку підприємства, зафіксовані за 2024–2025 рр. (звітний період) порівняно з періодом, що передував упровадженню системи індикаторів (базовий період). Визначення показників, одиниці виміру та документи-джерела

наведено в додатку Г (табл. Г.1), а підсумкові зміни підтверджено довідкою підприємства (додаток А): адміністративні витрати знизилися на 11,8 %, логістичні витрати — на 9,6 %, середня тривалість погодження управлінського рішення — на 14,3 %, кількість критичних відхилень від календарного плану та проєктних параметрів — на 16,1 %; рівень рентабельності виконання будівельно-монтажних робіт зріс на 8,7 % (у 1,087 раза відносно базового рівня), продуктивність управлінських процесів, виміряна часткою рішень, ухвалених у нормативний строк без повторного перегляду, — на 12,4 %. Тривалість погодження рішень і адміністративні витрати віднесено до витрат на ухвалення рішень (τ і ξ), решту показників — до індикаторів результату.

Вагові коефіцієнти індикаторів результату визначено за правилом Фішберна, запропонованим П. Фішберном для випадку, коли відомий лише порядок пріоритетів індикаторів, а кількісні експертні оцінки відсутні; правило належить до методів кількісного обґрунтування управлінських рішень [16]:

$$W_i = \frac{2 \cdot (n - r_i + 1)}{n \cdot (n+1)}, \tag{2.6}$$

де r_i — ранг і-го індикатора; n — кількість індикаторів результату. Порядок пріоритетів установлено відповідно до ієрархії цілей управління: рентабельність будівельно-монтажних робіт (стратегічний фінансовий результат, r = 1), кількість критичних відхилень від проєктних параметрів (організаційно-технологічна надійність, r = 2), продуктивність управлінських процесів (тактичний рівень, r = 3), логістичні витрати (операційний рівень, r = 4). Відповідно $W_1 = 0{,}4$; $W_2 = 0{,}3$; $W_3 = 0{,}2$; $W_4 = 0{,}1$. Ранжування виконано автором відповідно до ієрархії цілей управління; за наявності групи експертів підприємства його доцільно уточнювати опитуванням із перевіркою узгодженості оцінок за коефіцієнтом конкордації Кендалла. Результати розрахунку наведено в табл. 2.3.

Зведений коефіцієнт управлінської ефективності за звітний період становить СКУЕ = 1,128 / (0,857 × 0,882) = 1,128 / 0,756 = 1,492, тоді як у базовому періоді СКУЕ = 1,000. Отже, ефективність управлінських рішень з урахуванням витрат часу та коштів на їх ухвалення зросла на 49,2 %. Показник адаптивності за ΔE = 0,128, Δc = −0,118 і Δr = −0,161 дорівнює I_a = 0,1278 / (1 − 0,118 − 0,161) = 0,1278 / 0,721 = 0,177, що свідчить про досягнення приросту результативності за одночасного зниження витрат на управління та рівня ризику. Реактивність управлінської системи за дворічний період становить RE = (1,128 − 1,000) / 2 = 0,064 на рік.

Таблиця 2.3

Розрахунок зведеного коефіцієнта управлінської ефективності ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»»

Показник	Тип	Базовий період, %	2024–2025 рр., %	$\tilde{I}_i$	W_i	$W_i \cdot \tilde{I}_i$
Рентабельність виконання БМР	стимулятор	100,0	108,7	1,087	0,4	0,435
Кількість критичних відхилень	дестимулятор	100,0	83,9	1,192	0,3	0,358
Продуктивність управлінських процесів	стимулятор	100,0	112,4	1,124	0,2	0,225
Логістичні витрати	дестимулятор	100,0	90,4	1,106	0,1	0,111
Разом ($\sum W_i \cdot \tilde{I}_i$)	–	–	–	–	1,0	1,128
Тривалість погодження рішень (τ)	витрати	100,0	85,7	τ = 0,857	–	–
Адміністративні витрати (ξ)	витрати	100,0	88,2	ξ = 0,882	–	–

(розраховано автором на основі [82] та даних підприємства)

Найбільший внесок у приріст результативності забезпечили зростання рентабельності будівельно-монтажних робіт (0,435) і зниження кількості критичних відхилень від проєктних параметрів (0,358), що підтверджує пріоритетність організаційно-технологічної надійності для будівельного підприємства. Обмеженням розрахунку є використання агрегованих за

дворічний період показників управлінського обліку за проєктом, тому для оцінювання окремих управлінських рішень систему індикаторів доцільно застосовувати на рівні етапів проєкту за даними регулярного моніторингу.

Отже, у підрозділі обґрунтовано каскадну систему аналітичних індикаторів оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності, запропоновано зведений коефіцієнт управлінської ефективності, показники адаптивності та реактивності управлінської системи, процедуру нормування індикаторів і визначення їх вагових коефіцієнтів, а також виконано їх апробацію на даних ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»». Сформована система індикаторів є інформаційною основою для побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту.

2.2. Методика побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту

Сучасна система управління інвестиційними проєктами, зокрема в будівельній сфері, вимагає нових організаційних рішень, які забезпечують гнучкість, адаптивність і результативність у складному динамічному середовищі. Традиційні ієрархічні моделі управління, які акцентували увагу на чіткому розподілі функцій і вертикальних зв’язках, уже не здатні ефективно реагувати на фазову складність проєктів, а також на зміну зовнішніх і внутрішніх умов у процесі їх реалізації. У відповідь на ці виклики формується концепт адаптивних організаційних структур, які передбачають гнучке переформатування управлінської системи залежно від поточного етапу життєвого циклу проєкту.

Відомий теоретик організаційних систем Г. Мінцберг розглядає структуру як комбінацію п’яти базових складових: стратегічної вершини, операційного ядра, техноструктури, допоміжного персоналу та середньої ланки управління [6]. Однак, як зазначає Г. Керцнер, у проєктному

управлінні ця структура повинна набувати динамічних характеристик, особливо у великих інвестиційних проєктах з фазовою логікою реалізації [9].

Методика побудови адаптивної організаційної структури, запропонована в дослідженнях К. Норта з управління знаннями та організаційної гнучкості, ґрунтується на принципах самоврядності, міжфункціональної інтеграції, розподілу знань та еволюції ролей залежно від фази розвитку. У межах цієї методики структура організації розглядається як відкрита система, що перебуває в постійній взаємодії із зовнішнім середовищем і трансформується відповідно до завдань конкретного етапу проєкту [84]. Щоб забезпечити ефективну трансформацію організаційної структури відповідно до динаміки інвестиційного проєкту, необхідно чітко розмежувати ключові управлінські фокуси, домінуючі структурні компоненти та функціональні блоки на кожному етапі життєвого циклу. Послідовну еволюцію організаційної структури в розрізі фаз реалізації проєкту відображено на рис. 2.3.

В умовах цифрової трансформації організаційні структури ще більше тяжіють до мережевого типу, де функції не прив’язані жорстко до організаційних одиниць, а гнучко делегуються між учасниками проєкту. Згідно з дослідженнями О. Шийка та П. Проценка, у межах проєктного менеджменту доцільно застосовувати концепцію «структурного профілю», який формується під конкретний проєкт на основі матричного аналізу завдань, обмежень і ризиків. Такий підхід забезпечує не лише швидкість адаптації, а й знижує вартість управління за рахунок відсутності надлишкових функцій [85].

Історичний розвиток теорій управління організаційними структурами є яскравим відображенням змін у соціально-економічному середовищі, технологічному прогресі та динаміці ринкових умов. Класичні організаційні парадигми, які панували в першій половині XX століття, відображали уявлення про стабільність, централізацію та контроль як основні принципи ефективного функціонування.

Згідно з підходами, викладеними у працях А. Файоля, Ф. Тейлора та М. Вебера, ефективність досягалася через жорстке підпорядкування, чітку ієрархію, поділ праці та уніфікацію процедур [7]. Проте вже в другій половині XX століття стало очевидно, що ці підходи непридатні до управління складними, динамічними та знаннєво-орієнтованими системами, якими, зокрема, є інвестиційні проєкти у будівництві.

Переосмислення ролі структури в управлінні пов'язане з працями Г. Мінцберга, який запропонував концепцію п'яти механізмів координації та виділив базові конфігурації структур: просту структуру, машинну бюрократію, професійну бюрократію, дивізіональну структуру та адхократію [6; 7]. У його підході структура розглядається не як фіксований каркас, а як конфігурація, що адаптується до середовища, завдань і рівня невизначеності. Особливо актуальною для інвестиційних проєктів є адхократія — тимчасова проєктно-орієнтована форма з високим рівнем автономії команд і швидким перерозподілом функцій.

Ідеї адаптивності розвинули Т. Бернс і Дж. Сталкер, які ввели поняття механістичних і органічних структур і довели, що органічні структури краще функціонують у нестабільному середовищі, вимагають меншої формалізації, надають працівникам більше автономії та використовують горизонтальні канали комунікації [86]. У проєктному середовищі, де фази життєвого циклу змінюються, це означає, що структура, ефективна на етапі планування (технократична, з чіткими регламентами), може бути неефективною на етапі будівництва, де потрібні швидкість, адаптивність і міжфункціональні комунікації.

Подальший розвиток концепції адаптивності пов'язаний з роботами К. Норта, який досліджував знаннєві організації та адаптивні системи управління знанням у проєктному контексті. Його теорія «організацій, що навчаються» передбачає, що структура має не лише змінюватися, а й накопичувати досвід змін, формувати внутрішні механізми самоадаптації [84]. Ці механізми реалізуються через циклічну модель «інтерпретація –

трансформація – відтворення», яка застосовується як до управлінських рішень, так і до архітектури самої організації.

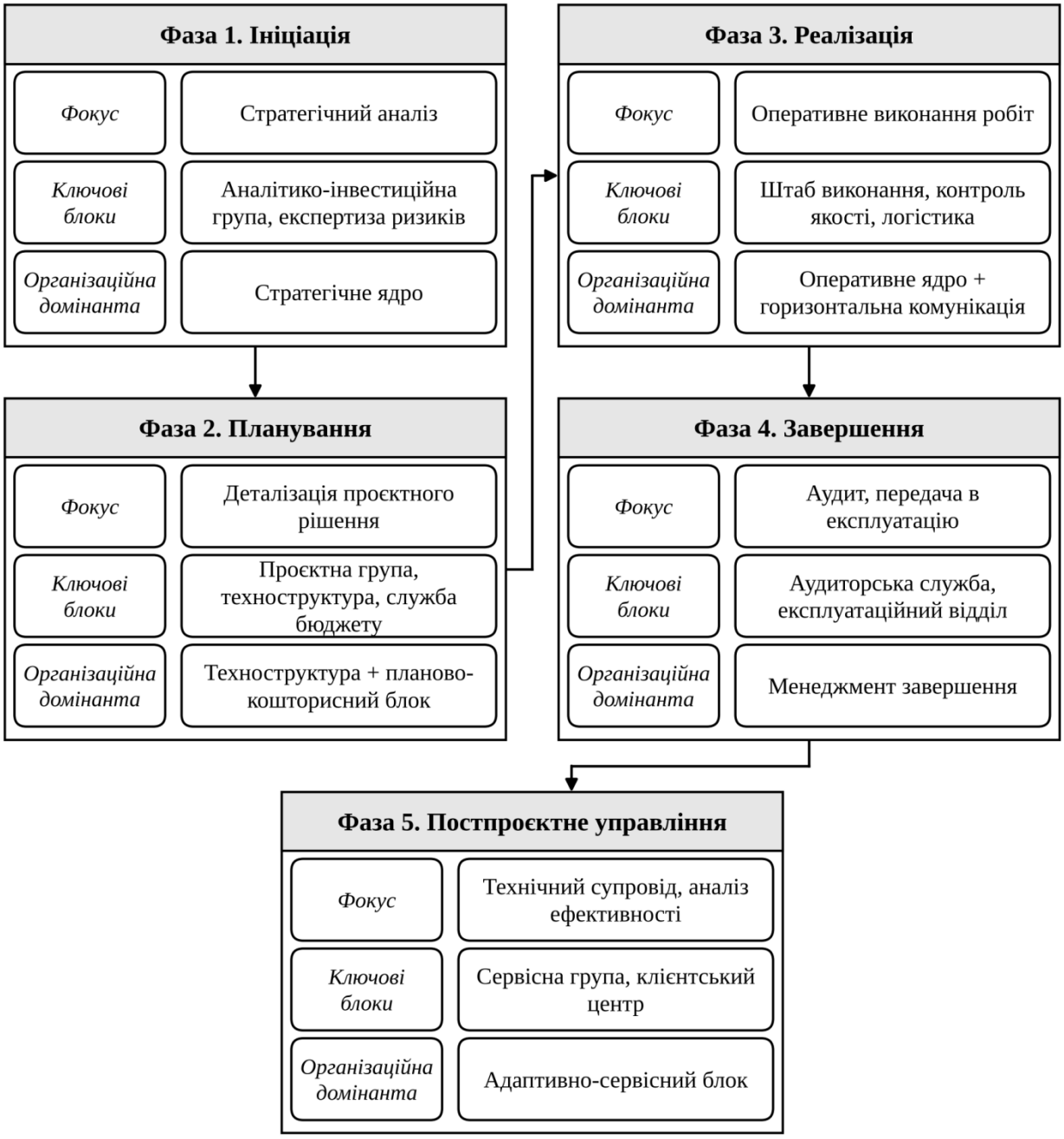


Рис. 2.3. Адаптивна організаційна структура інвестиційного проєкту за фазами життєвого циклу

(розроблено автором на основі [84])

Рівень організаційної чутливості до змін характеризує коефіцієнт адаптивності організаційної структури — відношення кількості успішних адаптацій до загальної кількості критичних змін, що потребували реакції:

$$K_{ad} = \frac{A_s}{Z_c + Z_н}, \tag{2.7}$$

де Kad — коефіцієнт адаптивності структури (0 ≤ Kad ≤ 1); As — кількість успішних організаційних адаптацій, тобто змін, на які структура відреагувала у встановлений строк без порушення графіка робіт; Zc — кількість критичних зовнішніх змін, на які було ініційовано реакцію; Zн — кількість критичних змін, реакцію на які не було ініційовано у встановлений строк.

Коефіцієнт використовується в порівняльному аналізі проєктів або структур і дає змогу виявити ступінь внутрішньої гнучкості системи.

У контексті інвестиційного проєкту особливо важливо враховувати фазовий аспект організаційної адаптації. Залежно від фази життєвого циклу (ініціація, планування, реалізація, завершення, постексплуатація) змінюється домінуюча функція управління. Наприклад, на фазі ініціації основний фокус робиться на стратегічному аналізі, на фазі планування — на детальному опрацюванні ресурсів, на фазі реалізації — на синхронізації виконання, а на етапі завершення — на оцінці результатів і передачі об’єкта. Відповідно до цієї логіки організаційна структура має перебудовуватись, змінюючи не лише виконавців, а й спосіб управління. Для будівельних проєктів межі фаз і склад робіт кожної фази визначаються проєктом організації будівництва і проєктом виконання робіт, тому моменти перебудови структури доцільно прив’язувати до ключових подій календарного плану [1; 25].

Це можна відобразити через функціонально-фазову модель організаційної конфігурації:

$$S_t = f(F_i, P_j, T_k), \quad (2.8)$$

де S_t — конфігурація структури в момент часу t, F_i — функціональний домінант (стратегія, планування, виконання, аудит), P_j — проєктні характеристики (тривалість, бюджет, складність), T_k — технологічний рівень реалізації (BIM, ERP, автоматизація тощо).

Ця модель вказує на те, що організаційна структура не є результатом одномоментного проєктного рішення, а перебуває в динамічній взаємодії з параметрами проєкту й середовища [86].

Ключові теоретичні підходи до адаптивності організацій, співвіднесені з фазами життєвого циклу та організаційними моделями, систематизовано в табл. 2.4.

На основі аналізу концептуальних моделей стає зрозумілим, що адаптивна організаційна структура не лише супроводжує інвестиційний проєкт, а й сама є об’єктом управління, що змінюється в часі. Така структура не існує у вигляді сталого шаблону, вона постійно трансформується відповідно до функціональної логіки проєкту. Враховуючи результати досліджень Т. Малоуна, який обґрунтував ефективність децентралізованих інформаційно керованих структур [87], можна стверджувати, що найвищий рівень адаптивності демонструють саме організації, побудовані на основі моделі гнучкої децентралізації.

Таблиця 2.4

Теоретичні концепції адаптивності організацій та їх застосування в інвестиційних проєктах

Автор / концепція	Теоретична суть	Відповідна фаза проєкту	Тип структури, що формується
Г. Мінцберг	Конфігурації організаційних структур	Ініціація, реалізація	Адхократія, професійна бюрократія
Т. Бернс, Дж.	Органічні та механістичні	Планування,	Механістична в

Сталкер	структури	реалізація	стабільності, органічна — у змінах
К. Норт	Адаптивне управління знанням	Усі фази	Організація, що навчається
Г. Керцнер	Фазовий підхід до управління структурами	Реалізація, завершення	Динамічна проєктна структура
Т. Малоун	Децентралізоване управління	Постпроєктна фаза	Мережева, сервісно-орієнтована структура

(розроблено автором на основі [6, 9, 84, 86, 87])

У межах інвестиційного проєкту це означає, що з переходом між фазами змінюється не лише набір функцій, а й логіка субординації, координації та відповідальності. Наприклад, на фазі планування домінує техноструктура, підпорядкована логіці кошторису, графіків та нормативних обмежень, тоді як на фазі реалізації виникає потреба в негайному ухваленні рішень на рівні горизонтальних команд або мультидисциплінарних груп. Такі перемикання потребують спеціально сконструйованої моделі, де управлінські модулі можуть включатися, вимикатися або змінювати зв’язки між собою залежно від фази життєвого циклу [6]. Побудова адаптивної організаційної структури неможлива без розуміння того, як змінюються функціональні домінанти управління протягом життєвого циклу інвестиційного проєкту. Зміна фаз вимагає перемикання управлінських центрів, переорієнтації відповідальності та трансформації зв’язків між структурними блоками. Логіку ротації ключових структурних елементів залежно від фази проєкту та домінуючого управлінського фокусу відображено на рис. 2.4.

У цій схемі закладено концепцію ротації управлінських центрів, що узгоджується з фазовим підходом Г. Керцнера до управління проєктами: ключовим елементом ефективності є не стабільність структури, а її здатність перебудовуватися без втрати продуктивності [9]. Для кількісної оцінки узгодженості між фактичною структурою і структурою, що відповідає фазі, в

дисертації запропоновано індекс адаптаційної рівноваги, який порівнює структурні параметри фактичної та еталонної конфігурацій:

$$I_{eq} = 1 - \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} min\left(1; \frac{|s_j^{\text{факт}} - s_j^{\text{опт}}|}{s_j^{\text{опт}}}\right), \quad (2.9)$$

де Ieq — індекс адаптаційної рівноваги ($0 \le Ieq \le 1$); m — кількість структурних параметрів; s_jопт, s_jфакт — значення j-го структурного параметра для еталонної (обраної для фази) та фактичної конфігурацій.

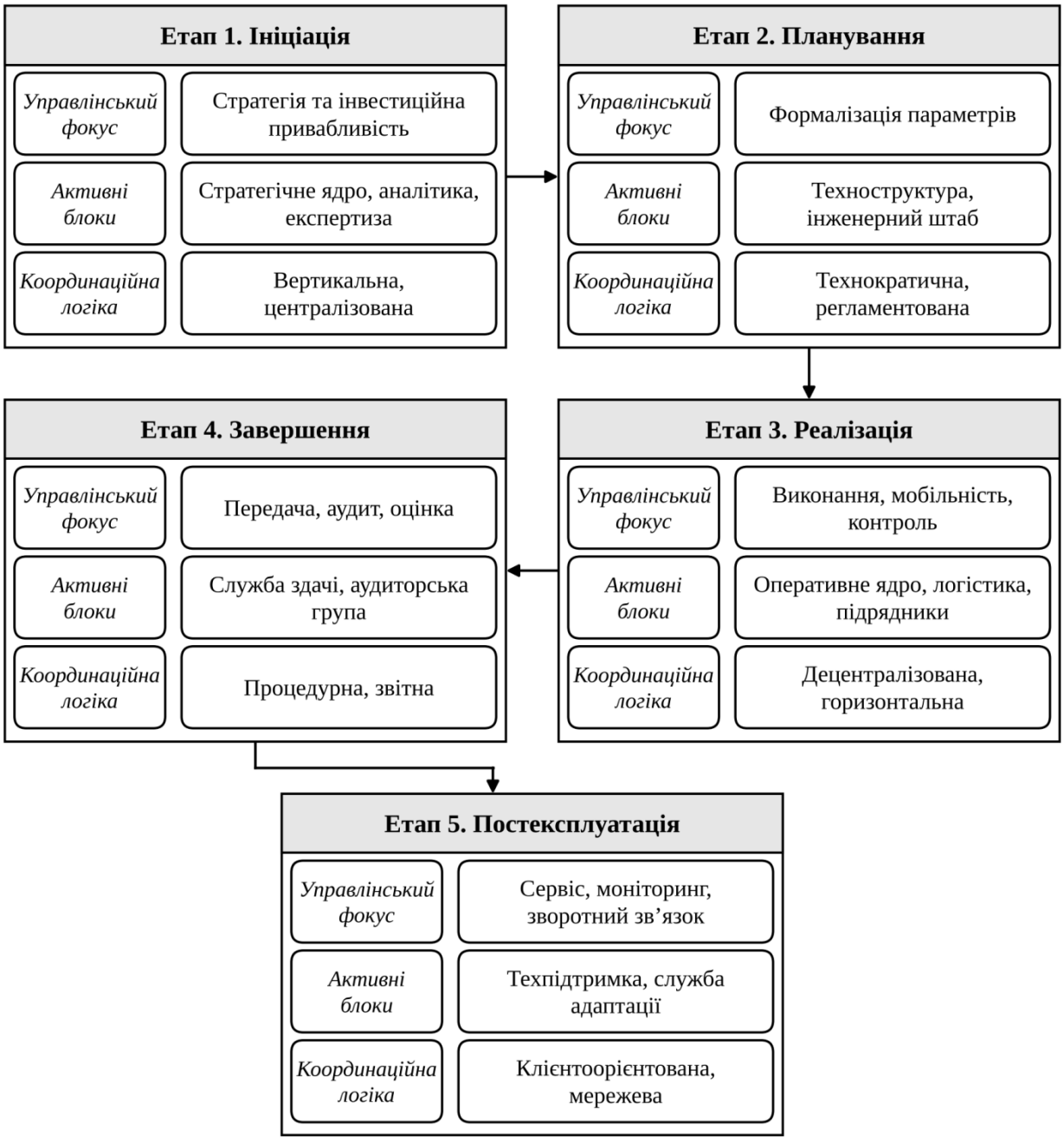


Рис. 2.4. Динамічна модель організаційної адаптації у фазах інвестиційного проєкту

(розроблено автором на основі [9, 84])

Як структурні параметри використовуються чисельність персоналу функціональних блоків, кількість рівнів підпорядкування, частка рішень, делегованих на рівень проєкту, та кількість регламентованих каналів комунікації; обмеження відхилення одиницею забезпечує належність індексу інтервалу [0; 1].

Значення індексу, близьке до 1, свідчить про повну відповідність, а відхилення вказує на неузгодженість, яка потенційно знижує ефективність управління. Як показують дослідження А. А. Табассі, А. Абдулли та Д. Дж. Брайда щодо координації та управління конфліктами в будівельних проєктних командах, така неузгодженість може призвести до затримок, конфліктів та перевитрат [88].

Управління інвестиційним проєктом передбачає проходження низки логічно послідовних фаз, кожна з яких вимагає специфічного підходу до прийняття рішень, координації ресурсів, розподілу відповідальності та організаційної побудови. З погляду методики, структура управління повинна не лише відповідати загальній ієрархії чи корпоративному шаблону, а й адаптуватися до фази реалізації. Таке перебудування має бути логічним, функціональним і керованим, тобто ґрунтуватися на механізмах, що дозволяють швидко змінювати конфігурацію управління без втрати ефективності [84].

Функціональна логіка зміни структури передбачає, що кожна фаза вимагає переорієнтації управлінського фокусу: якщо на етапі ініціації ключовим є стратегічний аналіз та залучення інвестицій, то на фазі реалізації — контроль за будівельними роботами, координація субпідрядників, логістика та дотримання графіків. Це означає, що центр управлінської

відповідальності, характер підрозділів, рівень формалізації та кількість комунікаційних каналів мають постійно змінюватися. Як відзначає Г. Керцнер, саме фазова відповідність структури є ключовим чинником успішності проєктів, що реалізуються в умовах обмежених ресурсів і високої конкуренції [9].

Важливий внесок у методику перебудови структури залежно від фази зробив Дж. Р. Тернер, який у своїх працях пропонує логіку «функціонального центризму»: кожна фаза має свій функціональний центр, навколо якого повинні концентруватися організаційні елементи. На фазі планування — це аналітично-інженерна служба; на фазі реалізації — керівник проєкту; на фазі завершення — аудиторська група. Завдання управлінця полягає у забезпеченні своєчасного перемикання структурних ролей [39].

Вибір конфігурації структури для кожної фази в запропонованій методиці здійснюється за критерієм максимальної зваженої відповідності вимогам фази:

$$C_i^* = argmax_{k \in K} \sum_{j=1}^{m} v_j \cdot b_{jk}^{(i)}\ , \qquad (2.10)$$

де C^*_i — конфігурація організаційної структури, обрана для фази i; K — множина альтернативних конфігурацій (лінійно-функціональна, матрична, проєктна, мережева); v_j — ваговий коефіцієнт j-ї вимоги фази ($\sum v_j = 1$); $b_{jk}^{(i)}$ — оцінка відповідності конфігурації k вимозі j на фазі i за шкалою «0 – не відповідає; 0,5 – відповідає частково; 1 – відповідає повністю», що визначається на основі характеристик конфігурацій (табл. 2.4) та вимог ПОБ і ПВР.

Такий критерій дозволяє адаптувати структурну модель з урахуванням не лише внутрішньої логіки проєкту, а й зовнішніх обмежень. Наприклад, інноваційний інфраструктурний проєкт на стадії реалізації потребуватиме переваги оперативних структур з інтегрованою цифровою координацією, на

відміну від капітального житлового будівництва, яке може керуватись за класичною лінійною схемою [89].

Відповідність фаз життєвого циклу основним структурним рішенням, управлінському фокусу та функціональним центрам наведено в табл. 2.5.

Інтегральну якість структурної відповідності за весь життєвий цикл характеризує індекс фазово-структурної гармонії:

$$H_{fs} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(w_i \times M_i)}{\sum_{i=1}^{n} w_i}, \tag{2.11}$$

де Hfs — індекс фазово-структурної гармонії, Mi — відповідність структури до вимог фази і (оцінка експертна або індексна), wi — вагомість фази в загальній тривалості або складності проєкту, n — кількість фаз у життєвому циклі.

Таблиця 2.5

Методична відповідність фаз життєвого циклу організаційним конфігураціям управління інвестиційним проєктом

Фаза життєвого циклу	Функціональний фокус	Оптимальний тип структури	Ключові елементи конфігурації
Ініціація	Стратегічна орієнтація, ТЕО, ризики	Централізована, експертно-інвестиційна	Стратегічне ядро, інвестгрупа, аналітика
Планування	Проєктування, деталізація, бюджет	Техноструктура + лінійна координація	Проєктна група, служба бюджету, графік
Реалізація	Операційне управління, координація	Матрична або адаптивна структура	Командний офіс, логістика, контролінг
Завершення	Аудит, перевірка, передача об’єкта	Лінійно-процедурна структура	Аудитори, технічна комісія, відділ передачі
Постексплуатаційна фаза	Обслуговування, зворотний зв’язок	Клієнтоорієнтована, мережева	Сервісна підтримка, техмоніторинг

(розроблено автором на основі [1, 9, 25])

Цей індекс дозволяє виявити слабкі зони — ті фази, в яких структура не забезпечує необхідного рівня управління. Наприклад, високі оцінки на фазах планування й реалізації, але низькі на завершенні, вказують на проблему аудиту й зворотного контролю [9].

Аналіз функціональної логіки перебудови організаційних структур показує, що найважливішим інструментом забезпечення відповідності між фазою життєвого циклу та структурною конфігурацією є своєчасне перемикання фокусу управління. Важливо не тільки вчасно ідентифікувати перехід між фазами, але й структурно адаптувати команду під нові завдання. Якщо цього не зробити, виникає структурна інерція — ситуація, коли команда, організована для одних цілей, продовжує діяти в нових умовах за старими принципами. Це призводить до конфліктів, уповільнення процесів, повторних рішень і втрати керованості.

На практиці процес перебудови часто пов’язаний із певним перехідним етапом, коли стара і нова структура частково співіснують. У таких випадках доцільно використовувати проміжні гібридні конфігурації, які поєднують елементи декількох структур одночасно. Наприклад, у період переходу від планування до реалізації організація може одночасно зберігати планово-графічну логіку роботи та вже залучати команду логістичного управління. Це дозволяє зменшити втрати керованості в момент структурного зсуву [90].

Відповідно до цього підходу методика структурної відповідності має передбачати не лише сталі моделі для кожної фази, а й перехідні конфігурації. Перехідні етапи адаптації та відповідні їм гібридні структурні рішення наведено в табл. 2.6.

Узагальнення наведених положень дає змогу сформулювати авторську методику побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту, що містить шість етапів (рис. 2.5). На першому етапі ідентифікують поточну фазу життєвого циклу та її організаційно-технологічні вимоги за проєктом організації будівництва, проєктом виконання робіт і календарним планом. На другому етапі

формують перелік вимог до структури управління та визначають їх вагові коефіцієнти. На третьому етапі оцінюють альтернативні конфігурації управління та обирають конфігурацію за критерієм максимальної зваженої відповідності. На четвертому етапі розраховують індекс адаптаційної рівноваги фактичної структури; якщо його значення нижче порогового, запроваджують перехідну гібридну конфігурацію (табл. 2.6).

На п’ятому етапі здійснюють моніторинг реакції структури на критичні зміни та розраховують коефіцієнт адаптивності. На шостому етапі визначають індекс фазово-структурної гармонії і переходять до наступної фази життєвого циклу.

Таблиця 2.6

Перехідні конфігурації структур під час змін фаз життєвого циклу проєкту

Перехід між фазами	Структурна зона ризику	Гібридна конфігурація	Мета переходу
Ініціація → Планування	Відсутність деталізації	Аналітико-технічна група	Перехід від ідей до конкретизації
Планування → Реалізація	Конфлікт між регламентами і гнучкістю	Техноструктура з оперативними модулями	Баланс між планом і реальним виконанням
Реалізація → Завершення	Низький рівень контролю	Команда супроводу + аудиторський блок	Забезпечення коректного згортання
Завершення → Постексплуатація	Втрата інституційної пам’яті	Передавальна група + сервісний центр	Сталий перехід об’єкта до користувача

(розроблено автором на основі [90])

Методику застосовано для вибору конфігурації управління на фазі будівництва житлового комплексу ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» на перетині вулиць Івана Пулюя та Федора Ернста в м. Києві [83]. Для цієї фази визначено чотири вимоги до структури управління: дотримання технологічної черговості робіт і календарного графіка відповідно до ПВР (v_1

= 0,35), горизонтальна координація субпідрядників (v_2 = 0,25), оперативність ухвалення рішень (v_3 = 0,25) та інтеграція цифрових даних моніторингу (v_4 = 0,15). Найбільшу вагу надано першій вимозі, оскільки порушення технологічної черговості на фазі будівництва призводить до каскадних відхилень строків і вартості [1; 25]. Оцінки відповідності конфігурацій вимогам визначено на основі характеристик конфігурацій (табл. 2.4, табл. 2.5); результати розрахунку наведено в табл. 2.7.

Найбільше значення критерію відповідності (0,800) отримала матрична конфігурація, що узгоджується з рекомендованим типом структури для фази реалізації (табл. 2.5): вона поєднує вертикальний контроль дотримання графіка з горизонтальною координацією субпідрядників. Проєктна конфігурація (0,750) забезпечує вищу оперативність рішень, однак поступається у контролі технологічної черговості робіт, тому її елементи доцільно використовувати як перехідну гібридну форму в разі значних відхилень від графіка. Порогове значення індексу адаптаційної рівноваги для переходу до гібридної конфігурації встановлено на рівні 0,8, що відповідає середньому відхиленню структурних параметрів фактичної конфігурації від обраної не більше ніж на 20 %.

Оцінки b_{jk} у табл. 2.7 встановлено автором за характеристиками конфігурацій (табл. 2.4, 2.5) за трирівневою шкалою «0 – 0,5 – 1», яка зменшує суб’єктивність порівняно з багатобальними шкалами; у разі залучення групи експертів підприємства оцінки доцільно усереднювати з перевіркою їх узгодженості. Порогове значення 0,8 узгоджене з цільовими рівнями інших індикаторів моделі (повнота даних $Z_t \geq 0,8$) і відповідає допустимому відхиленню структурних параметрів у межах однієї п’ятої. Індекси Ieq, Kad і Hfs розраховуються на рівні проєкту за штатним розкладом, кількістю рівнів підпорядкування, регламентованими каналами комунікації та журналом критичних змін; для фази будівництва житлового комплексу їх фактичні значення формуються в реєстрі даних цифрового

контуру (табл. 4.4) і використовуються як показник структурної узгодженості C_t у моделі розділу 3.

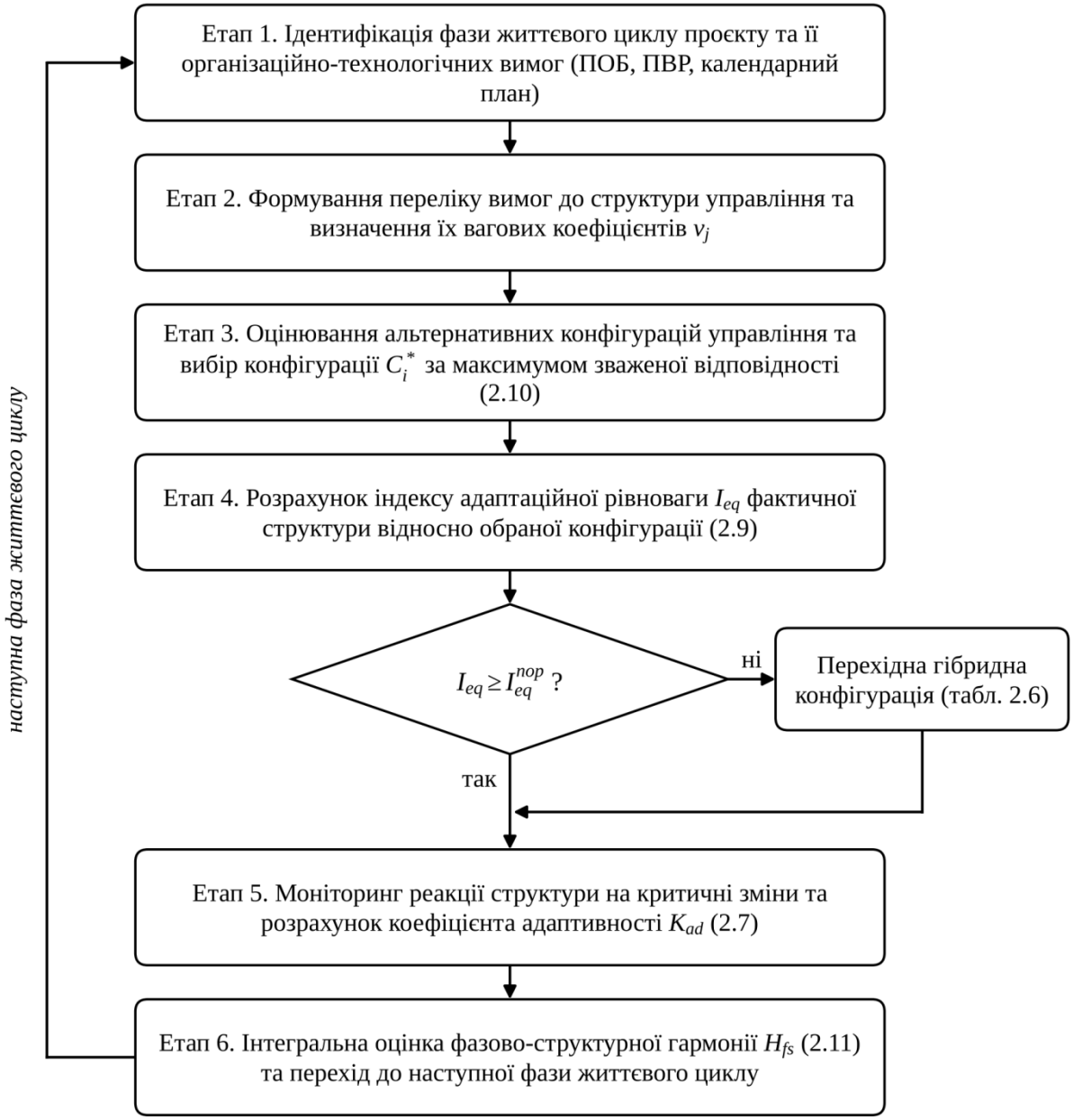


Рис. 2.5. Алгоритм методики побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту

(розроблено автором)

Отже, у підрозділі обґрунтовано та формалізовано методику побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту, яка поєднує теоретичні положення про адаптивність

організацій з організаційно-технологічними вимогами будівельного виробництва.

Таблиця 2.7

Вибір конфігурації організаційної структури для фази будівництва

Конфігурація	Графік і черговість робіт ($v_1 = 0,35$)	Координація субпідрядників ($v_2 = 0,25$)	Оперативність рішень ($v_3 = 0,25$)	Цифрова інтеграція ($v_4 = 0,15$)	$\sum v_j \cdot b_{jk}$
Лінійно-функціональна	1	0	0	0,5	0,425
Матрична	1	1	0,5	0,5	0,800
Проєктна (адхократична)	0,5	1	1	0,5	0,750
Мережева	0	0,5	1	1	0,525

(розраховано автором)

Методика містить алгоритм із шести етапів, критерій вибору конфігурації структури, індекси адаптаційної рівноваги, адаптивності та фазово-структурної гармонії, а її застосування для фази будівництва житлового комплексу ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» обґрунтувало вибір матричної конфігурації управління. Ефективність функціонування адаптивних структур значною мірою залежить від своєчасної діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей, що зумовлює потребу в розробленні відповідних інструментів.

2.3. Інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів та невизначеностей в управлінських рішеннях

Управлінські ризики у сфері девелопменту становлять одну з найсуттєвіших проблем, яка впливає на реалізацію проєктів, фінансову

сталість, стратегічну передбачуваність та довгострокову капіталізацію активів. Складність полягає не лише в самій природі ризиків, а й у відсутності універсальних механізмів їхнього виявлення та класифікації у складних проєктних структурах. Девелоперська діяльність охоплює широкий спектр взаємопов'язаних процесів — починаючи від містобудівного планування, правових узгоджень, фінансування, будівництва й закінчуючи маркетингом та експлуатацією — що створює численні точки входу для ризиків, як зовнішніх, так і внутрішніх.

Класична управлінська думка представляє ризик як функцію невизначеності та ймовірності негативного впливу на очікувані результати. У девелопменті ця парадигма розширюється у бік сценарного аналізу, де ризик розглядається не лише як загроза, а й як потенційний фактор адаптації або стратегічного переосмислення проєкту. О. Ренн у концепції ризик-врядування (risk governance) наголошує, що управлінський ризик доцільно інтерпретувати в динаміці — як результат складної взаємодії між очікуванням, ресурсним потенціалом та зовнішнім середовищем. Такий підхід дозволяє формувати не статичну, а процесно-чутливу модель ідентифікації ризиків [29].

У науковій практиці існує кілька домінантних підходів до класифікації управлінських ризиків у будівельному секторі. Один із них — факторний, який ґрунтується на аналізі джерел ризику: економічні (інфляція, коливання валютного курсу), політичні (регуляторна невизначеність), соціальні (протестні рухи, негативний суспільний резонанс), екологічні (наявність обмежень щодо землекористування, рекультивації тощо). Другий — структурно-процесний — формує класифікацію відповідно до етапів реалізації проєкту: концептуальний ризик, фінансовий ризик, юридичний, маркетинговий, технічний, експлуатаційний. Саме цей підхід найбільш релевантний у цифровому середовищі, де кожен етап проєкту є окремим модулем управління з власним переліком ризиків, показників, контролів та сценаріїв реакції [30; 31].

Поглиблення аналітики ризиків неможливе без використання математичних моделей і формальних процедур. Базовою моделлю кількісного оцінювання ризику є функція очікуваного збитку як добуток імовірності події на обсяг втрат. У дисертації цю функцію модифіковано врахуванням ваги впливу ризику на цілі проєкту, дисконтування майбутніх втрат і здатності системи управління зменшувати наслідки ризикових подій:

$$R = \sum_{i=1}^{n} [P_i \cdot L_i \cdot \omega_i \cdot e^{-\nu t_i} \cdot (1 - \chi_i)], \quad (2.12)$$

де: R — інтегральний ризик проєкту; P_i — ймовірність і-го ризику; L_i — обсяг збитків від реалізації і-го ризику; ωі — вага впливу і-го ризику на критичні цілі проєкту ($0 < \omega i \leq 1$); t_i — момент часу настання ризику; ν — коефіцієнт дисконтування (показує зниження значущості майбутніх втрат); χ_i — коефіцієнт адаптивного погашення ризику, який характеризує ефективність реагування системи управління ($0 \leq \chi_i \leq 1$).

Модифікована функція дає змогу точніше моделювати ситуацію, коли ризики мають різний пріоритет, втрати нерівнозначні в часі (через ефект дисконтування), а система управління зменшує негативні наслідки ризикових подій (через коефіцієнт χ_i). Таке уточнення є особливо корисним у портфельному ризик-менеджменті девелоперських проєктів зі складною фазовістю.

Окремою ознакою класифікації ризиків є контрольованість: ризики поділяють на керовані, які піддаються регулюванню з боку менеджменту, та некеровані, які мають екзогенний характер (зміни законодавства, стихійні лиха). Цей поділ визначає вибір інструментів впливу: до керованих ризиків застосовують стратегії уникнення та зниження, до некерованих — передачу (страхування), резервування або диверсифікацію [18].

Важливо зазначити, що цифрова трансформація процесів ризик-менеджменту відкриває нові можливості для оперативного моніторингу, динамічного прогнозування і гнучкого реагування на зміну ризикового

профілю проєкту. Так, використання BI-систем (Business Intelligence), інтегрованих із CRM та ERP, дозволяє побудувати дашборди, що в реальному часі відстежують ключові індикатори ризику (Key Risk Indicators — KRI), серед яких можуть бути: відхилення від графіка будівництва, зміна витрат на закупівлі, негативні медіа-сигнали про проєкт, затримки платежів, зниження інтересу цільової аудиторії. Аналітика таких показників, за умов їхнього належного калібрування, перетворює ризик з непередбачуваного чинника на керований об’єкт управлінської дії [36].

Умови багатофазної реалізації проєктів потребують структурованої діагностичної архітектури, яка забезпечує виявлення, інтерпретацію ризиків і прийняття управлінських рішень у режимі реального часу. Запропоновану концептуальну схему багаторівневої системи діагностики ризиків у девелопменті подано на рис. 2.6.

Як видно з рис. 2.6, цифрова система діагностики управлінських ризиків базується на каскадному принципі: від збору даних і попереднього аналізу до прийняття рішень. Кожен рівень підкріплений відповідними інструментами: системи BI відповідають за KRI-аналіз, формули очікуваного збитку — за кількісне моделювання, а регресійні методи — за аналітичну інтерпретацію. У випадку оцінки системної вразливості за багатовимірними параметрами часто застосовується мультифакторна регресійна модель для побудови прогнозу ризикового індексу:

$$RiskIndex_t = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j \cdot X_{jt} + \varepsilon_t \,, \qquad (2.13)$$

де $RiskIndex_t$ — ризиковий індекс проєкту в періоді t; β_0 — вільний член; β_j — коефіцієнт впливу j-го факторного індикатора, що оцінюється методом найменших квадратів; X_{jt} — значення j-го факторного індикатора в періоді t; k — кількість факторних індикаторів; ε_t — випадкова похибка, що відображає неврахований вплив. Інтерфейс візуалізації (дашборди) інтегрує

всі рівні в єдине вікно прийняття рішень, дозволяючи менеджеру адаптувати маршрут реалізації залежно від діагностованого профілю ризику.

Конфлікти інтересів у девелоперських проєктах не обмежуються класичним юридичним розумінням — як протиріччя між особистою вигодою й службовим обов'язком. У контексті складних багатосторонніх взаємодій між інвесторами, забудовниками, підрядниками, органами влади, банками та кінцевими користувачами, конфлікт інтересів набуває системного характеру, проявляючись у неузгодженості стратегій, відмінностях у часових горизонтах, розподілі відповідальності й непрозорих зонах впливу. Як наслідок, конфлікт не завжди є результатом свідомого зловживання — частіше він є проявом слабкої структури управління або відсутності механізмів синхронізації дій.

Небезпека конфлікту полягає в його латентному характері: на відміну від ризику, який часто має зовнішнє або технічне джерело, конфлікт інтересів виникає в самій системі управління. М. Ірфан та співавтори на прикладі будівельних проєктів довели, що конфлікти між стейкхолдерами безпосередньо впливають на дотримання обмежень проєкту — строків, вартості та якості [91]. Тому основним завданням сучасного інструментарію є раннє виявлення прихованої асиметрії впливу або очікувань учасників.

Сучасна наука пропонує багатоаспектні методи ідентифікації конфліктних зон. На першому рівні — аналітичні: конфліктогенні матриці, аналіз векторів впливу (Power/Interest Grid), теорія агентів і принципалів, stakeholder mapping із конфліктними траєкторіями. На другому рівні — цифрові: автоматизований моніторинг затримок і витрат, аналіз дисперсії KPI за підрядниками, алгоритми NLP для семантичного аналізу переписок між сторонами. На третьому — управлінські: медіація, pre-contractual audit, compliance-протоколи, структура контрактів на основі open-book principles [91; 92].

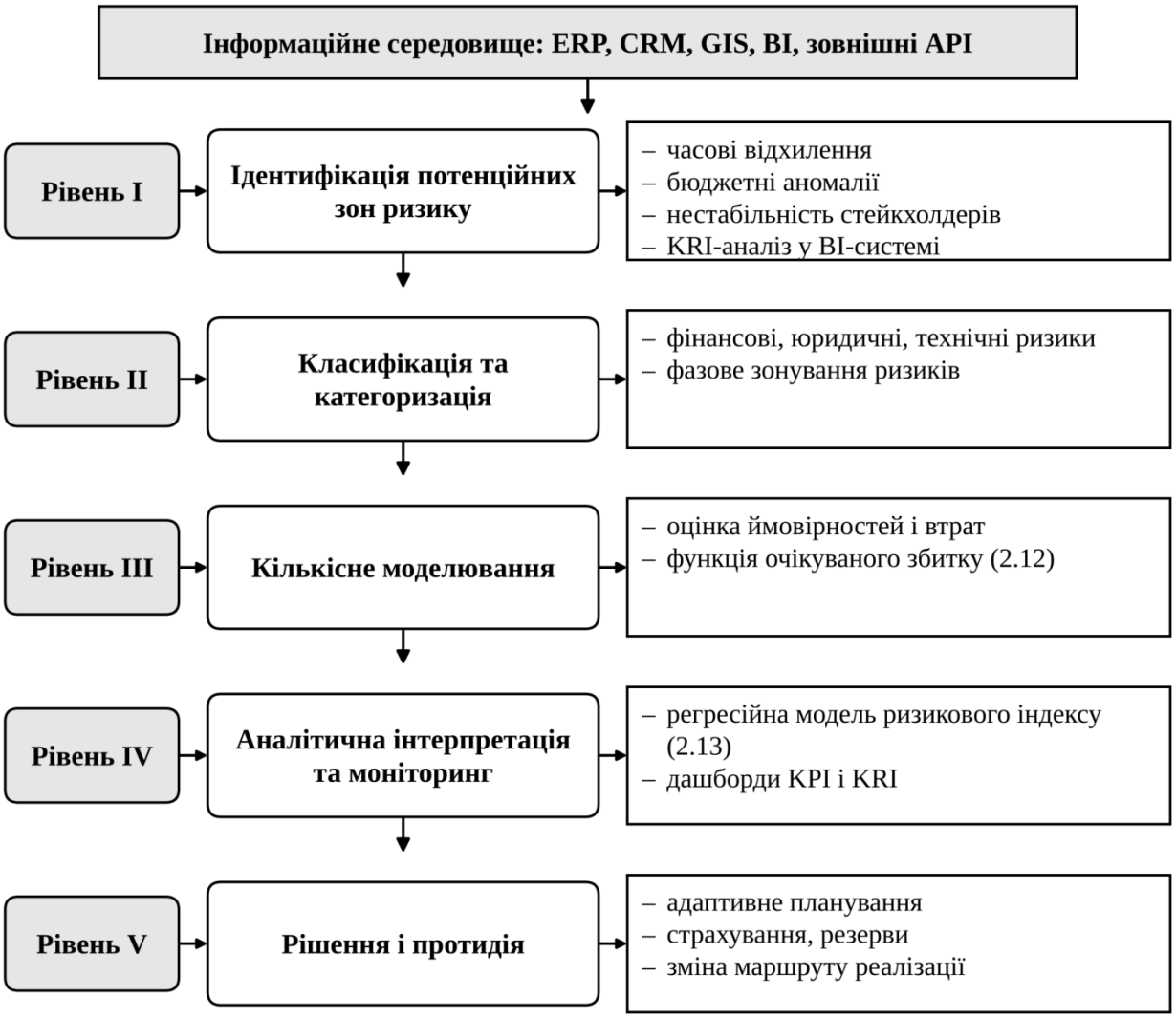


Рис. 2.6. Інтегрована система діагностики управлінських ризиків у девелоперському проєкті

(розроблено автором на основі [30, 36])

Особливої актуальності набуває кількісне представлення потенціалу конфлікту, підґрунтя якого щодо аналізу взаємодії стейкхолдерів і чинників конфліктності їх інтересів розглянуто в праці здобувача [99]. У дисертації запропоновано оцінювати рівень конфліктогенності у взаємодії двох стейкхолдерів за чотирма параметрами: ступенем впливу сторін, розбіжністю цілей, непрозорістю операційної взаємодії та асиметрією часових горизонтів. Для кожного параметра визначено індикатор, нормований в інтервалі [0; 1], а їх зважена сума утворює індекс конфліктності (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Формалізована оцінка конфліктогенності в управлінні девелоперським проєктом

№	Параметр конфліктності	Формула індикатора	Позначення та інтерпретація	Ваговий коефіцієнт ω_i
1	Дисбаланс впливу	$D_1 = \lvert I_i - I_j \rvert / \max(I)$ (2.14)	I_i, I_j — оцінки впливу сторін i та j; max(I) — максимальна оцінка впливу серед стейкхолдерів	0,3
2	Розбіжність цілей	$D_2 = (1/n)\cdot\sum\lvert G_{ik} - G_{jk}\rvert$ (2.15)	G_{ik}, G_{jk} — нормовані в [0; 1] оцінки пріоритетності k-ї цілі для сторін; n — кількість цілей	0,4
3	Непрозорість дій	$D_3 = 1 - T_{ij}$ (2.16)	T_{ij} — коефіцієнт прозорості взаємодії сторін (частка спільно доступних документів і даних)	0,2
4	Асиметрія часових горизонтів	$D_4 = \lvert T_i - T_j \rvert / T_{max}$ (2.17)	T_i, T_j — горизонти планування сторін; Tmax — максимальний горизонт	0,1
5	Індекс конфліктності	$CI = \sum\omega_i \cdot D_i$ (2.18)	Інтегральний рівень конфліктогенності: 0–0,3 — низький; 0,3–0,6 — помірний; понад 0,6 — високий	$\sum\omega_i = 1$

(розроблено автором на основі [91, 92])

Вагові коефіцієнти індикаторів визначено за правилом Фішберна відповідно до рангу їх впливу на виникнення конфліктів: розбіжність цілей (r = 1), дисбаланс впливу (r = 2), непрозорість дій (r = 3), асиметрія часових горизонтів (r = 4); ранги встановлено автором з урахуванням висновків [91]. Оскільки всі індикатори нормовані, а сума ваг дорівнює одиниці, індекс CI набуває значень від 0 до 1 і характеризує інтегральну загрозу виникнення конфлікту між двома стейкхолдерами. Значення понад 0,6 означає, що зважена розбіжність позицій сторін перевищує 60 % від максимально можливої, тому система управління має активувати процедури випереджувального узгодження. Параметри можуть автоматично обчислюватися в системах управління проєктами на базі BI та ERP; особливої уваги потребує індикатор непрозорості D_3, тісно пов’язаний з

корпоративною культурою, рівнем цифровізації документообігу та якістю звітності.

Управління стратегічною невизначеністю у девелоперських проєктах вимагає комплексного підходу, що поєднує аналітичні моделі, цифрові інструменти й інтерпретативні механізми, адаптовані до підвищеної складності системи. Невизначеність тут визначається як сукупність змінних, апріорно невідомих або слабко прогнозованих: ринкові коливання, регуляторні зміни, поведінка споживачів, технічні інновації. Ігнорування цих аспектів призводить до інертних моделей прийняття рішень і втрати конкурентоспроможності. Відповідно до концепцій Ф. Найта [93] та Н. Талеба [38] розрізняють ризик (відомі ймовірності) і глибоку невизначеність (відсутність достовірної інформації про ймовірності). Девелоперська сфера вимагає моделювання саме глибокої невизначеності. Застосування нечіткої логіки (fuzzy logic), байєсівського оновлення знань, процедури Монте-Карло, машинного навчання і AI-оптимізації є ключем до адаптивних стратегічних рішень [12; 30].

Процес перетворення первинних даних на управлінські рішення в умовах невизначеності охоплює п’ять логічно пов’язаних модулів (рис. 2.7). Перший модуль — збір даних — включає внутрішні (ERP, CRM) та зовнішні (макроекономічні дані, сенсори, BI) джерела, які формують багатовимірну інформаційну матрицю.

Отримані дані система формалізує за допомогою нечітких множин і $\widetilde{x_i}$ оновлює ймовірності за теоремою Байєса:

$$P(H \mid E) = \frac{P(E|H)P(H)}{P(E)}, \tag{2.19}$$

де P(H|E) — апостеріорна ймовірність стану H після отримання даних E; P(E|H) — правдоподібність даних за стану H; P(H) — апріорна ймовірність стану; P(E) — повна ймовірність даних.

Після оновлення ймовірностей виконується імітаційне моделювання методом Монте-Карло:

$$u_j(t) = f\left(X_t^{(j)}, \theta\right),\ j = 1, \dots, N, X_t^{(j)} \sim D, \quad (2.20)$$

де $u_j(t)$ — значення результативного показника проєкту (тривалості або вартості) в j-му сценарії; $X_t^{(j)}$ — j-та реалізація вектора вхідних чинників з розподілу D; θ — параметри моделі; N — кількість реалізацій. Втрати в кожному сценарії оцінюються функцією:

$$Loss(u_j) = w_1 \cdot max(0, u_j - U_{crit})^2 + w_2 \cdot c(u_j), \quad (2.21)$$

де U_{crit} — критичний поріг (наприклад, перевитрата бюджету або зсув строків), $c(u_j)$ — вартість адаптації, w_1, w_2 — вагові коефіцієнти.

Пошук управлінської політики, що мінімізує очікувані втрати за всіма сценаріями, здійснюється шляхом навчання моделі з урахуванням штрафу за складність:

$$min_\pi E_{X \sim D}\left[Loss(\pi(X))\right] + \gamma \cdot \Pi(\pi)\ , \quad (2.22)$$

де π — управлінська політика, тобто правило вибору дії за поточним станом X; γ — коефіцієнт регуляризації; П(π) — штраф за складність політики (L2-регуляризація).

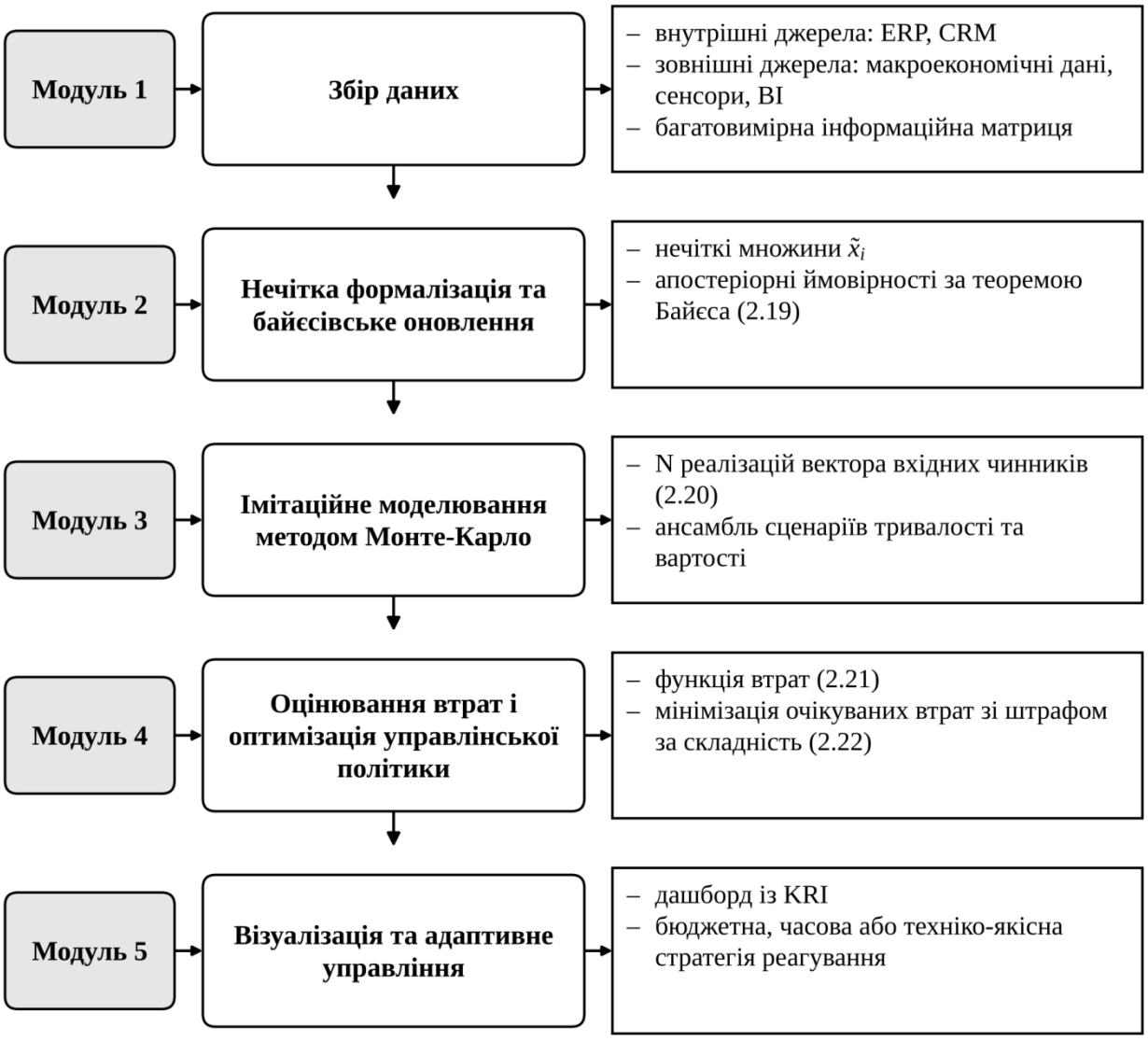


Рис. 2.7. Схема адаптивного моделювання невизначеності

(розроблено автором на основі [30, 61])

Отже, запропонована архітектура поєднує експертну та фактичну інформацію: нечіткі оцінки трансформуються в ймовірності за допомогою байєсівського оновлення, на їх основі генерується ансамбль сценаріїв, а модель оптимізації обирає рішення, що мінімізує очікувані втрати. Результатом є динамічний дашборд із KRI та адаптивною стратегією реагування — бюджетною, часовою або техніко-якісною [30; 36].

В умовах сучасної цифровізації девелоперських проєктів створення єдиного аналітичного простору — де ризик, конфлікт і невизначеність

відстежуються в режимі реального часу — є необхідним. Завдяки інтеграції ERP-систем, BI-платформ і KPI-механізмів можна побудувати інтегрований механізм діагностики, який усуває інформаційну розрізненість, автоматично виявляє відхилення і дозволяє практично миттєво реагувати [35; 36].

Архітектуру такої системи — від консолідації операційних даних в ERP через аналітику KPI та BI до модуля оперативного реагування — подано на рис. 2.8.

Архітектура спирається на принципи аналізу в режимі реального часу (real-time BI) та інтерпретації даних інтегрованого ERP-середовища. Перший рівень — ERP-система — групує інформацію з фінансів, закупівель, логістики, кадрових систем, зовнішніх джерел і сенсорних даних. Ці дані надходять до модуля KPI, який автоматично обчислює як показники результативності, так і ризик-орієнтовані індикатори: дисперсію витрат, відхилення від строків і порогів безпеки.

Далі інформація передається в BI-систему (Power BI, Tableau, Qlik) з інтерактивними дашбордами, кореляційним аналізом, автоматичними правилами сповіщень. BI-система дає змогу безперервно оцінювати KPI, порівнювати тренди, визначати «ризикові вікна» та співвідносити їх із бізнес-цілями і ресурсними джерелами [36].

Дані надходять до аналітичного ядра, де алгоритми виявляють аномалії (перевищення витратами планового рівня понад установлений поріг або відхилення понад ±σ від середнього значення), встановлюють кореляції між KPI і KRI та формують інтегрований звіт. За досягнення порогових значень спрацьовує модуль реакції, який пропонує альтернативні сценарії, перерозподіляє ресурси, коригує бюджети й календарні плани або готує звіти для внутрішнього контролю.

Реакція може включати й автоматичне налаштування ролей і прав у ERP-системі, наприклад обмеження закупівель чи зміну доступу до контрактів [29].

Така система реалізує концепцію інтегрованого управління ризиками підприємства (ERM), зокрема рекомендації COSO щодо поєднання управління ризиками зі стратегією та результативністю [94]. Вона забезпечує проактивний моніторинг, аналіз і реагування, утворюючи замкнений цикл «збір → аналіз → реакція → оновлення» [95].

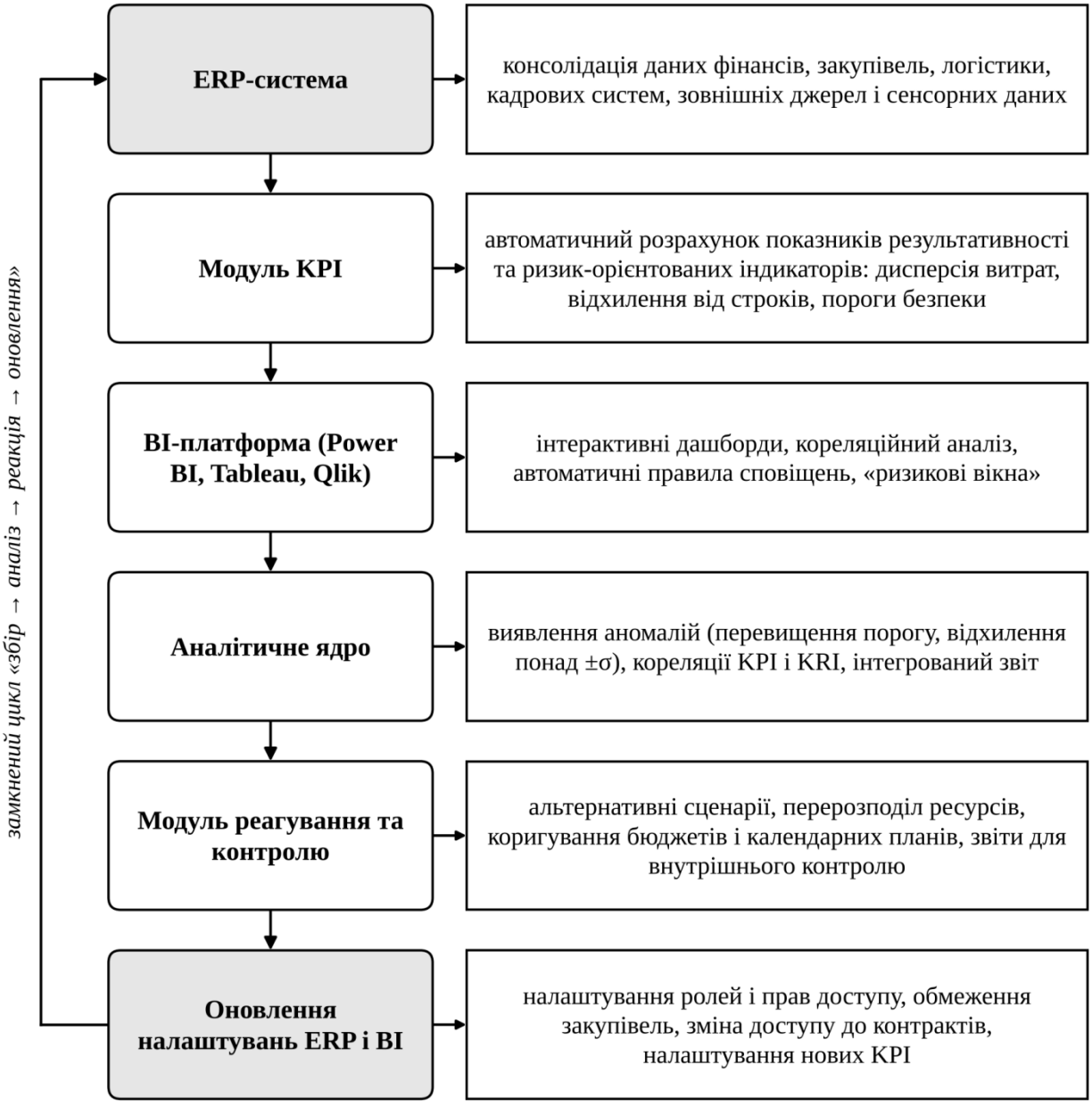


Рис. 2.8. Інтегрована аналітично-реактивна система моніторингу ризиків, конфліктів та невизначеності на основі ERP–BI–KPI

(розроблено автором на основі [35, 36])

Апробацію інструментів діагностики здійснено на даних ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»». Динаміку ключових індикаторів ризику та ефективності управління підприємства у 2024–2025 рр. порівняно з базовим періодом подано на рис. 2.9.

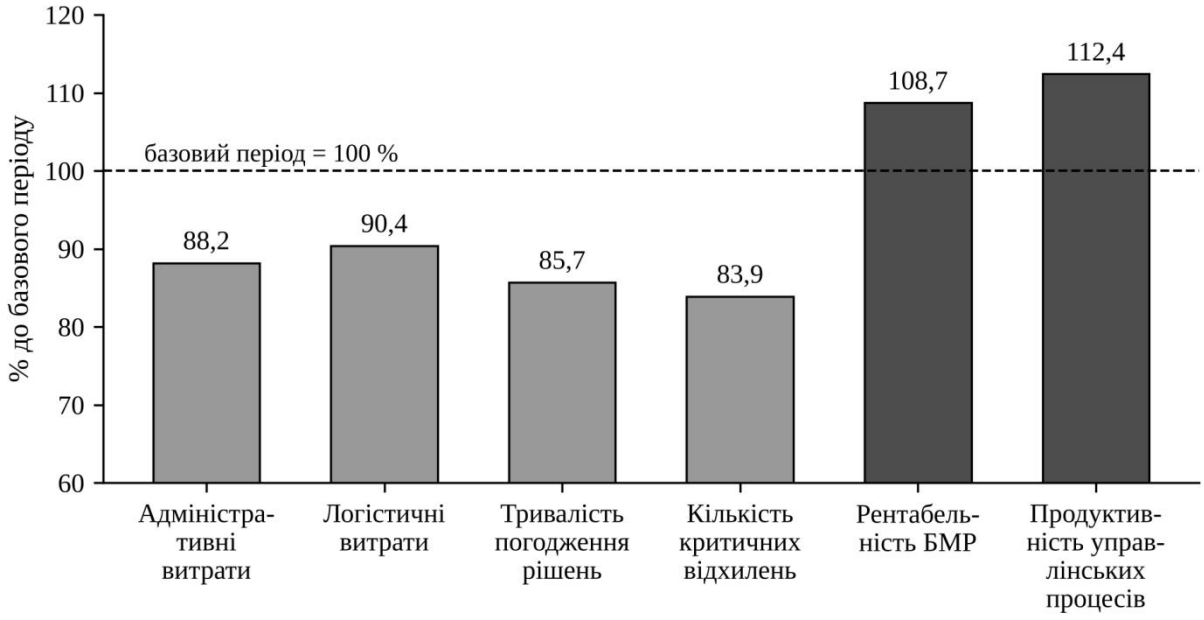


Рис. 2.9. Зміна індикаторів ризику та ефективності управління ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» у 2024–2025 рр.

(побудовано автором за даними підприємства (додатки А, Г))

Найбільше скорочення зафіксовано за кількістю критичних відхилень від проєктних параметрів (на 16,1 %) і тривалістю погодження управлінських рішень (на 14,3 %), що відповідає призначенню KRI як тригерів раннього реагування. Якщо ймовірності ризикових подій і середні втрати від однієї події вважати незмінними, частку відверненого очікуваного збитку можна наближено оцінити через зменшення кількості реалізованих критичних відхилень: $\chi = 1 - 83{,}9 / 100{,}0 = 0{,}161$. Ця оцінка має наближений характер і не замінює розрахунку за формулою (2.12): для проєкту інтегральний ризик R обчислюється за реєстром ризиків (табл. 4.3), у якому для кожної категорії

фіксуються ймовірність P_i, оцінка втрат L_i, вага ω_i і строк t_i, а індекс конфліктності CI (2.18) — щомісяця для ключових пар стейкхолдерів (підрозділ 4.1); байєсівське оновлення ймовірностей (2.19) та імітаційне моделювання (2.20)–(2.22) виконуються в міру накопичення даних реєстру. Зменшення критичних відхилень узгоджується зі зниженням адміністративних (на 11,8 %) і логістичних (на 9,6 %) витрат та зростанням рентабельності будівельно-монтажних робіт (на 8,7 %).

Отже, у підрозділі розроблено інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей в управлінських рішеннях: модифіковану функцію очікуваного збитку з урахуванням ваги, дисконтування та адаптивного погашення ризику, регресійну модель ризикового індексу, індекс конфліктності стейкхолдерів, процедуру байєсівсько-імітаційного моделювання невизначеності та архітектуру системи моніторингу на основі ERP–BI–KPI. Їх апробація на даних ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» обмежилася наближеною оцінкою коефіцієнта χ; інтегральний ризик R та індекс CI розраховуються за реєстром ризиків проєкту. Сукупність розроблених у розділі 2 індикаторів, методики та інструментів є основою для побудови багатофакторної моделі прийняття управлінських рішень із застосуванням цифрових технологій і сценарного аналізу.

Висновки до розділу 2

1. Розроблено каскадну систему аналітичних індикаторів оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності, що охоплює стратегічний, тактичний, оперативний та інтегрований рівні. Запропоновано зведений коефіцієнт управлінської ефективності, який співвідносить агреговані нормовані результати рішень з відносними часовими та вартісними витратами на їх ухвалення, а також показники адаптивності та реактивності управлінської системи. Апробація на даних ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» в індексній формі відносно базового періоду

показала зростання зведеного коефіцієнта управлінської ефективності на 49,2 %, значення показника адаптивності 0,177 та реактивності 0,064 на рік.

2. Розроблено методику побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту, яка містить алгоритм із шести етапів, критерій вибору конфігурації структури за максимальною зваженою відповідністю вимогам фази, індекси адаптаційної рівноваги, адаптивності та фазово-структурної гармонії. Застосування методики для фази будівництва житлового комплексу ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» обґрунтувало вибір матричної конфігурації управління.

3. Запропоновано інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей: модифіковану функцію очікуваного збитку з урахуванням ваги, дисконтування та адаптивного погашення ризику, регресійну модель ризикового індексу, індекс конфліктності стейкхолдерів за чотирма параметрами — дисбалансом впливу, розбіжністю цілей, непрозорістю дій та асиметрією часових горизонтів, — процедуру байєсівсько-імітаційного моделювання невизначеності та архітектуру системи моніторингу на основі ERP–BI–KPI. Наближена оцінка середнього коефіцієнта адаптивного погашення ризику χ для ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» за зменшенням кількості критичних відхилень становить 0,161.

Основні наукові результати розділу 2 опубліковано в працях [96; 97; 98; 99; 100].

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ТА АПРОБАЦІЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНО-ІНВЕСТИЦІЙНИМИ ПРОЄКТАМИ

3.1. Побудова багатофакторної моделі прийняття управлінських рішень із застосуванням цифрових технологій та сценарного аналізу

Сучасні управлінські системи у будівельно-інвестиційній сфері функціонують в умовах багатовимірної інформаційної взаємодії, високого рівня невизначеності та цифрової насиченості бізнес-середовища. Це вимагає переходу від класичних лінійних моделей ухвалення рішень до адаптивних, багатофакторних і сценарно чутливих систем. Запропонована в дисертації модель ґрунтується на поєднанні цифрових індикаторів, організаційно-технологічних параметрів проєкту, характеристик процесу ухвалення рішень і ризикових параметрів. Вона реалізується через шість індикаторних шарів, які формують цілісний контур прийняття рішень [11; 36].

Узагальнену логіку моделі, що відображає послідовність перетворення цифрових сигналів у структуровані управлінські дії, подано на рис. 3.1.

У зазначеній схемі верхній рівень формує стратегічно-орієнтований блок, який акумулює інтегральні індикатори довгострокової відповідності та стратегічної стійкості. Під ним розташовано інвестиційний шар, який описує динаміку фінансових потоків, ефективність інвестиційних дій і відповідність обраної траєкторії розвитку інвестиційним очікуванням. Сценарний шар відповідає за моделювання поведінкових та аналітичних реакцій управлінців на зовнішню невизначеність, а операційно-технічний — за реальні параметри виконання робіт (відповідність календарному плану та проєкту виконання робіт, темп робіт), цифрові сигнали та технічну продуктивність. Ресурсний шар дозволяє оцінити адекватність ресурсної логістики, а ризиковий — відтворює інтенсивність, структуру й взаємозв’язки відхилень та потенційних ризикових подій [1; 30].

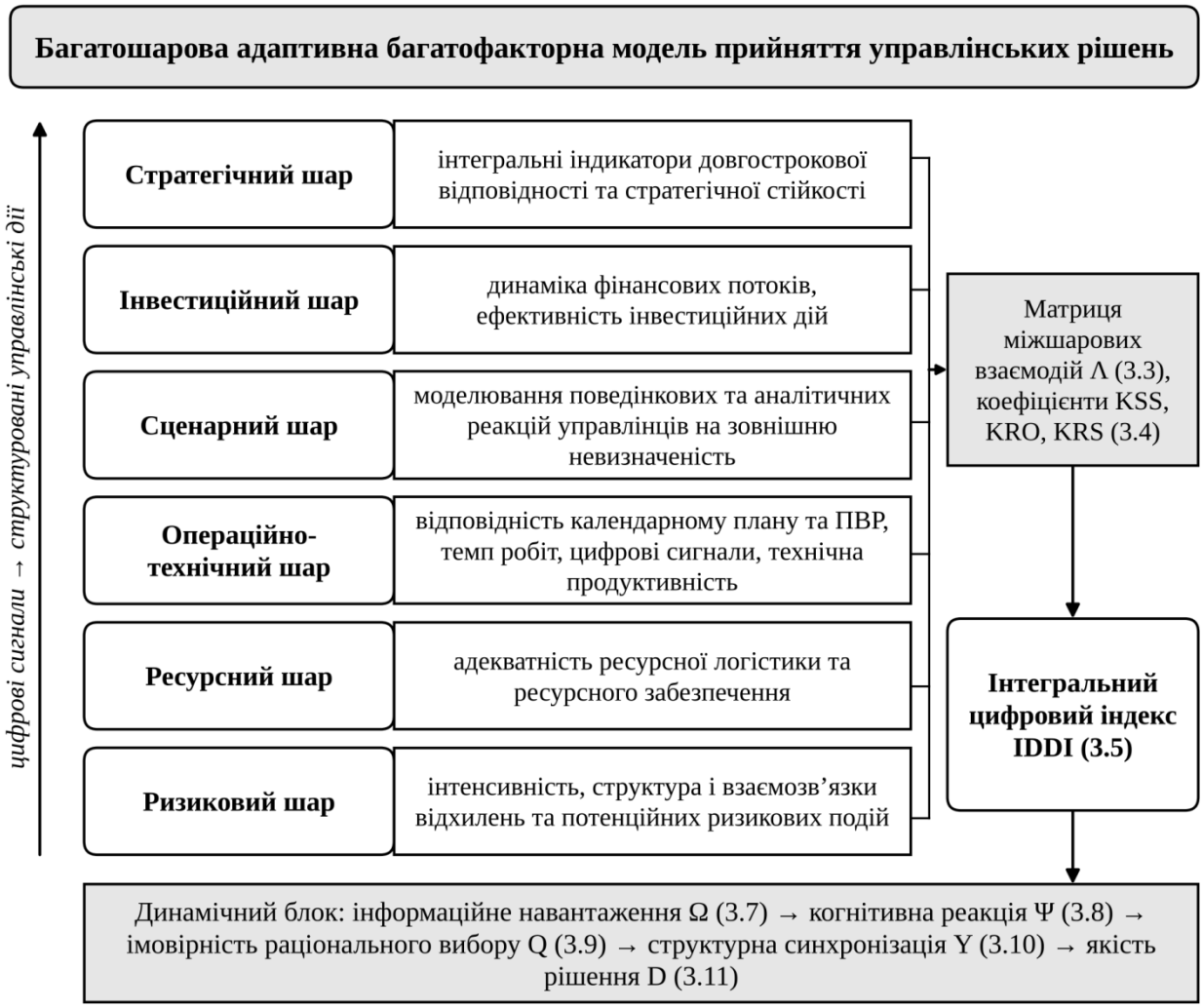


Рис. 3.1. Концептуальна схема багатофакторної моделі оцінювання управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах *(розроблено автором)*

Усі ці блоки формують основу для побудови інтегральної функції управлінського рішення:

$$U_t = f\left(St_t, Inv_t, Sc_t, Op_t, Res_t, Rk_t;\ \Lambda, M_{mot}, \Phi_{dig}\right), \qquad (3.1)$$

де St_t, Inv_t, Sc_t, Op_t, Res_t, Rk_t — нормовані в інтервалі [0; 1] індикатори стратегічного, інвестиційного, сценарного, операційно-технічного, ресурсного та ризикового шарів у періоді t; Λ — матриця міжшарових

взаємодій; Mmot — індекс цифрової мотивації управлінської ланки; Φdig — показник рівня цифрової компетентності.

Індекс цифрової мотивації управлінської ланки має вигляд:

$$M_{mot} = w_1 Sc_t + w_2 Rk_t + w_3 \Phi_{dig} + w_4 C_{adapt}\,, \tag{3.2}$$

де w_1–w_4 — вагові коефіцієнти ($\sum w_k = 1$), що визначаються за правилом Фішберна (2.6); Φdig — частка управлінських рішень, підготовлених з використанням даних ERP, BIM і BI; Cadapt — частка змін, на які управлінська ланка відреагувала у встановлений строк, що відповідає коефіцієнту адаптивності Kad (2.7). Індекс дає змогу врахувати вплив сценарних сигналів, змін ризикового профілю, цифрової зрілості та адаптивності управлінської ланки.

Для формалізації взаємодій між шарами застосовано матрицю крос-впливів:

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_{St-Inv} & \lambda_{St-Scen} & \cdots \\ \lambda_{Inv-Scen} & \lambda_{Inv-Op} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}, \tag{3.3}$$

де елемент λ_{ij} — коефіцієнт еластичності індикатора шару j за індикатором шару і, що оцінюється за даними моніторингу методом парної регресії логарифмів показників. Матриця дозволяє оцінювати не лише прямі, а й опосередковані впливи індикаторів один на одного. Оцінювання матриці Λ, індексу Mmot і показника Φdig потребує рядів щотижневих даних моніторингу на рівні проєкту (для парних регресій — не менше 20–30 спостережень), тому ці складові обчислюються в програмному продукті SmartLoad-DSS у міру накопичення даних цифрового контуру; в апробації на рівні підприємства (підрозділ 3.2) вони не ідентифікуються.

Комплекс міжшарових залежностей було доповнено системою коефіцієнтів, що відображають структурні дисбаланси та рівень узгодженості управлінської поведінки, зокрема:

$$K_{SS} = \frac{Scen_t}{St_t},\ K_{RO} = \frac{Op_t}{Res_t},\ K_{RS} = Risk_t \times \lambda_{Risk,Scen}, \quad (3.4)$$

де KSS — коефіцієнт сценарної напруженості стратегії; KRO — коефіцієнт ресурсного навантаження операцій; KRS — коефіцієнт ризикового тиску на сценарний шар. Значення KSS > 1 сигналізує про перевищення сценарної мінливості над стратегічною стійкістю, KRO > 1 — про ресурсний дефіцит операційного шару.

Кінцевий узагальнений рівень раціональності рішення оцінюється через інтегральний цифровий індекс прийняття рішень (IDDI):

$$IDDI = \frac{\sum_{i=1}^{6} w_i \cdot \tilde{I}_i + \gamma_M M_{mot} + \gamma_\Phi \Phi_{dig}}{1 + \gamma_M + \gamma_\Phi}, \quad (3.5)$$

де $\tilde{I}_i$ — нормовані індикатори шести шарів; w_i — їх вагові коефіцієнти ($\sum w_i = 1$); γM, $\gamma \Phi$ — коефіцієнти впливу мотиваційної та цифрової складових. Таке нормування забезпечує належність IDDI інтервалу [0; 1], що дає змогу порівнювати рішення в різних періодах і проєктах.

Відмінності між класичними моделями управлінського аналізу та запропонованою моделлю за п’ятьма вимірами — кількістю змінних, наявністю індексів, нелінійних взаємодій, мотиваційної функції та сценарних компонентів — наведено на рис. 3.2.

Якщо класична модель обмежується двома-трьома змінними та лінійними залежностями, то запропонована модель включає шість індикаторних шарів, параметри процесу ухвалення рішень, сценарну оптимізацію та матрицю міжшарових взаємодій, що забезпечує адаптивність моделювання в умовах цифрової трансформації.

Запропонована модель поєднує цифрові технології, сценарні підходи та параметри процесу ухвалення рішень в єдиному аналітичному контурі, що дає змогу не лише підвищити точність діагностики управлінських рішень, а й прогнозувати їх ефективність у мінливих і ризиконасичених умовах реалізації будівельно-інвестиційних проєктів.

Вимір	Класичні моделі	Запропонована модель
Кількість змінних	2–3 змінні	шість індикаторних шарів і параметри процесу ухвалення рішень (Ω, A, Ψ, Q, Y)
Наявність індексів	окремі показники без інтегрального індексу	інтегральні індекси IDDI (3.5) і D (3.11)
Нелінійні взаємодії	лінійні залежності	матриця міжшарових взаємодій Λ, нелінійна когнітивна реакція Ψ (3.8)
Мотиваційна функція	не враховується	мотиваційна складова Mmot (3.2) в індексі IDDI (3.5)
Сценарні компоненти	відсутні	сценарна оптимізація (3.12) з обмеженнями ПОБ і ПВР (3.13)

Рис. 3.2. Порівняння класичних та інноваційних формул у системі управлінських рішень

(розроблено автором)

Ключові формальні відмінності між підходами узагальнено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Порівняння класичних і запропонованих формул управлінського аналізу

Критерій	Класична модель	Запропонована багатофакторна модель
Тип функції	Лінійна сума факторів	Нелінійна інтегральна функція з обмеженнями ПОБ і ПВР
Кількість змінних	2–3	6–10

Міжфакторні зв’язки	Відсутні	Матриця Λ
Поведінкові параметри	Відсутні	Індекс мотивації Mmot
Сценарність	Не застосовується	Сценарна оптимізація з імовірностями сценаріїв
Наявність індексів	Мінімальна	Комплексна індикаторна система
Цифрова інтеграція	Відсутня	ERP–BI–BIM дані

(розроблено автором)

Узагальнена багатофакторна модель прийняття управлінських рішень формується як цілісна адаптивна система, у якій цифрові потоки інформації, реакції управлінської ланки та сценарні коливання середовища взаємодіють у межах єдиної нелінійної структури. Побудова алгоритму цієї моделі базується на принципі послідовного трансформування інформаційних сигналів, починаючи зі збору первинних цифрових даних і завершуючи синтезом інтегрованого управлінського рішення. Такий підхід забезпечує необхідну гнучкість і здатність моделі реагувати на динаміку середовища, що особливо важливо в умовах цифрової трансформації будівельно-інвестиційної діяльності [101].

Алгоритм функціонування моделі, що містить сім етапів — від формування цифрового потоку даних до сценарної оптимізації управлінських параметрів, — подано на рис. 3.3. Його перший етап ґрунтується на формуванні цифрового інформаційного потоку з ERP-, BIM-, BI-платформ, сенсорних систем, зовнішніх джерел даних, а також техніко-операційних даних будівельного майданчика.

Цей потік не є статичним; навпаки, він формується як безперервний часовий розподіл інформаційних стимулів, що надходять до управлінця. Для відображення інтегрального впливу цих сигналів застосовується функція інформаційного навантаження:

$$\Omega(t) = \int_0^t (\beta_1 G(\tau) + \beta_2 V(\tau) + \beta_3 H(\tau)) e^{-\kappa(t-\tau)} d\tau \,, \quad (3.6)$$

яка враховує ефект інформаційної пам'яті та залежність поточного стану від попередніх періодів. Для дискретних даних моніторингу з кроком в один період (тиждень або місяць) функція набуває вигляду:

$$\Omega_t = \sum_{\tau=1}^{t} (\beta_1 G_\tau + \beta_2 V_\tau + \beta_3 H_\tau) e^{-\kappa(t-\tau)} \,, \quad (3.7)$$

де Gτ — кількість цифрових сигналів (повідомлень про відхилення, запитів на погодження, оновлень BIM- та ERP-даних), нормована на базовий рівень; Vτ — сценарна мінливість (частка змін вихідних умов проєкту: цін, строків поставок, погоджень); Hτ — ризикове навантаження (кількість відкритих ризикових подій, нормована на базовий рівень); β_1–β_3 — вагові коефіцієнти ($\sum\beta = 1$); κ — коефіцієнт згасання впливу історичних даних ($\kappa > 0$).

Зростання інформаційного навантаження підсилює когнітивний тиск на управлінський персонал і знижує здатність до раціональної оцінки ситуації. Тому наступним етапом алгоритму є оцінювання когнітивної реакції — здатності управлінської ланки своєчасно інтерпретувати отримані дані:

$$\Psi_t = \frac{1}{1+\rho \cdot A_t} \,, \quad A_t = \frac{\Omega_t}{\Omega_{\text{пр}}} \,, \quad (3.8)$$

де A_t — коефіцієнт завантаження управлінського персоналу; Ωпр — пропускна спроможність управлінської ланки, тобто рівень інформаційного навантаження, за якого рішення ухвалюються в нормативний строк; ρ — коефіцієнт чутливості до перевантаження.

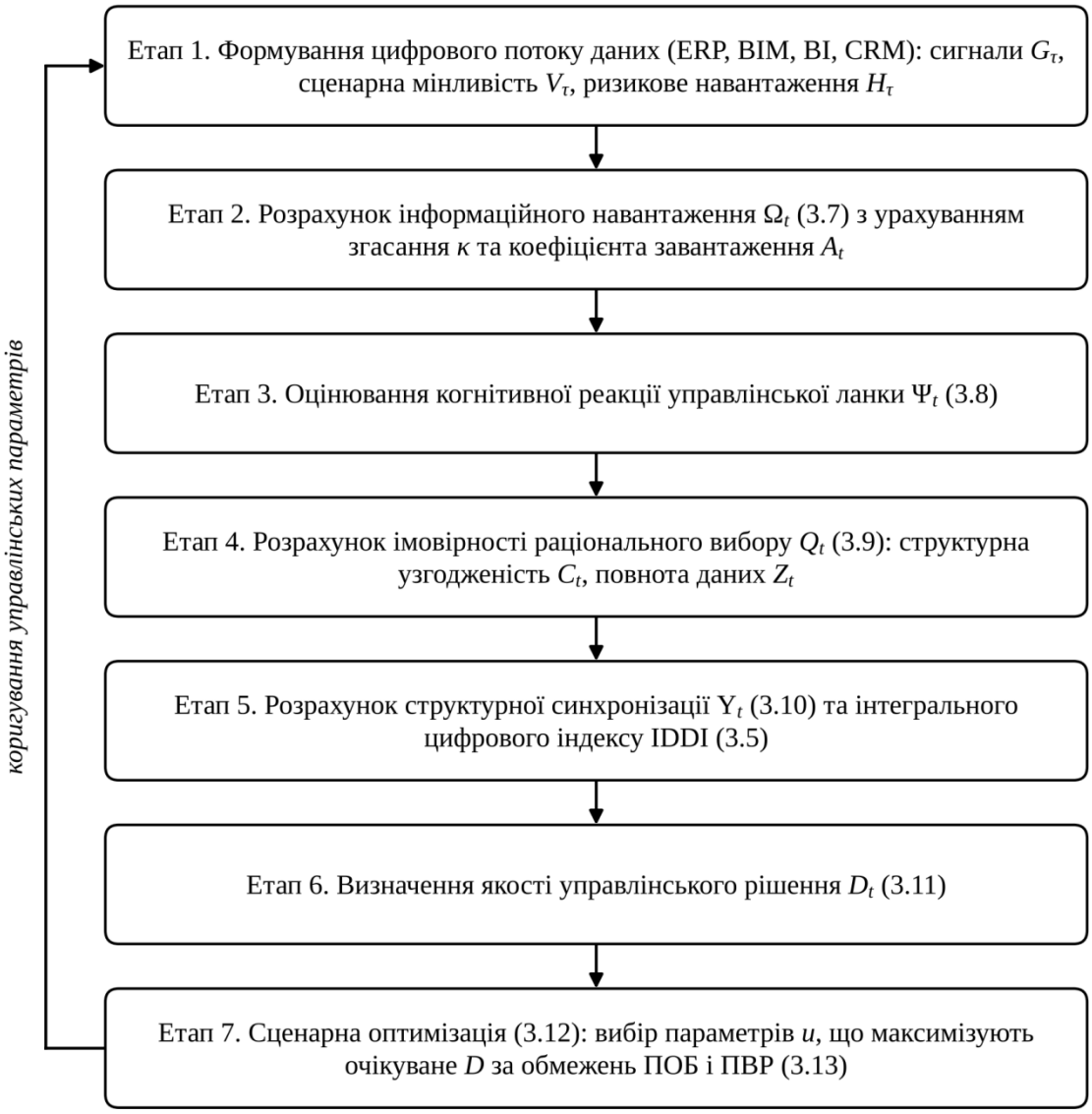


Рис. 3.3. Алгоритм функціонування багатофакторної моделі прийняття управлінських рішень

(розроблено автором)

Показник Ψ_t належить інтервалу (0; 1] і зменшується зі зростанням навантаження: за $\rho = 0{,}6$ і $A_t = 1$ когнітивна реакція становить 1 / 1,6 = 0,625, а за $A_t = 1{,}5$ — 1 / 1,9 = 0,526 (рис. 3.4). Отже, на відміну від лінійних моделей, у запропонованій моделі надлишок інформації знижує якість її інтерпретації.

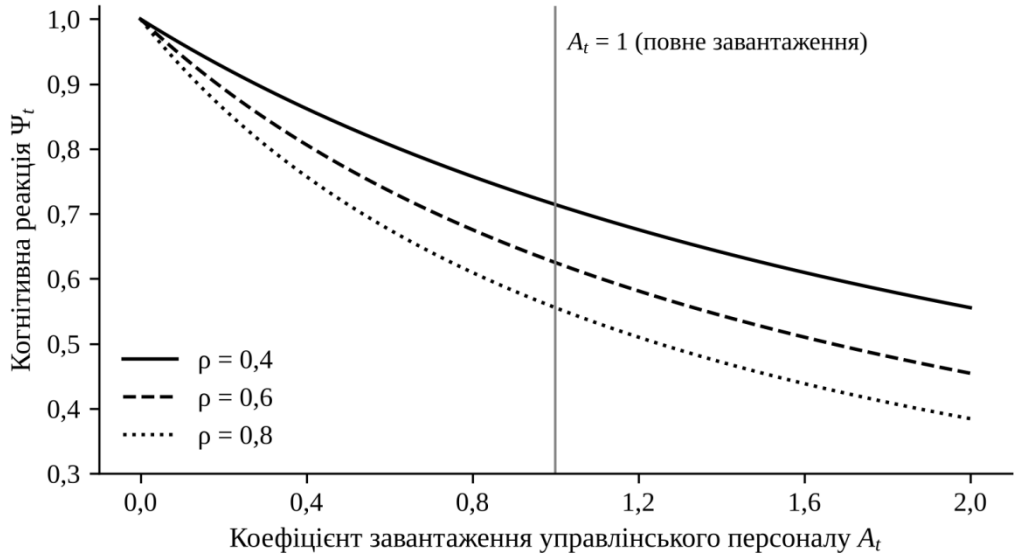


Рис. 3.4. Залежність когнітивної реакції управлінської ланки від коефіцієнта завантаження *(розроблено автором)*

Сформована когнітивна реакція стає основою сценарного ядра управлінського рішення. Сценарний шар моделі перетворює інформацію на систему альтернативних траєкторій розвитку подій, визначаючи ймовірність своєчасного й обґрунтованого (раціонального) вибору:

$$Q_t = \frac{1}{1+e^{-(\gamma_0+\gamma_1\Psi_t+\gamma_2 C_t+\gamma_3 Z_t)}}, \tag{3.9}$$

де C_t — структурна узгодженість, що вимірюється індексом адаптаційної рівноваги (2.9); Z_t — повнота даних, тобто частка рішень, забезпечених даними BIM, ERP і BI; γ_0–γ_3 — коефіцієнти, що оцінюються методом логістичної регресії за журналом управлінських рішень, у якому результатом є ухвалення рішення в нормативний строк без подальшого перегляду. Логістична функція відображає ймовірнісний характер прийняття рішення: навіть за повної інформації організаційні чинники можуть відхиляти рішення від оптимальної траєкторії.

Подальший етап алгоритму полягає у визначенні системної синхронізації, яка відображає узгодженість між структурними параметрами управління. Вона визначається за формулою:

$$\Upsilon_t = (\mu_1 St_t + \mu_2 Inv_t + \mu_3 Op_t) \cdot \left(1 - \eta \cdot max(0;\ Rk_t - Res_t)\right), \quad (3.10)$$

де μ_1–μ_3 — вагові коефіцієнти ($\sum\mu = 1$); Res_t — ресурсна забезпеченість, тобто частка ресурсів, передбачених проєктом виконання робіт і календарним планом, що фактично доступні; Rk_t — ризикове навантаження; η — коефіцієнт деструкції ($0 < \eta \leq 1$). Штраф застосовується лише тоді, коли ризикове навантаження перевищує ресурсну забезпеченість (рис. 3.5), що усуває некоректне зниження синхронізації за високої ресурсної забезпеченості. Чим більша узгодженість стратегічних, інвестиційних та операційних параметрів, тим вищий рівень функціональної стабільності системи.

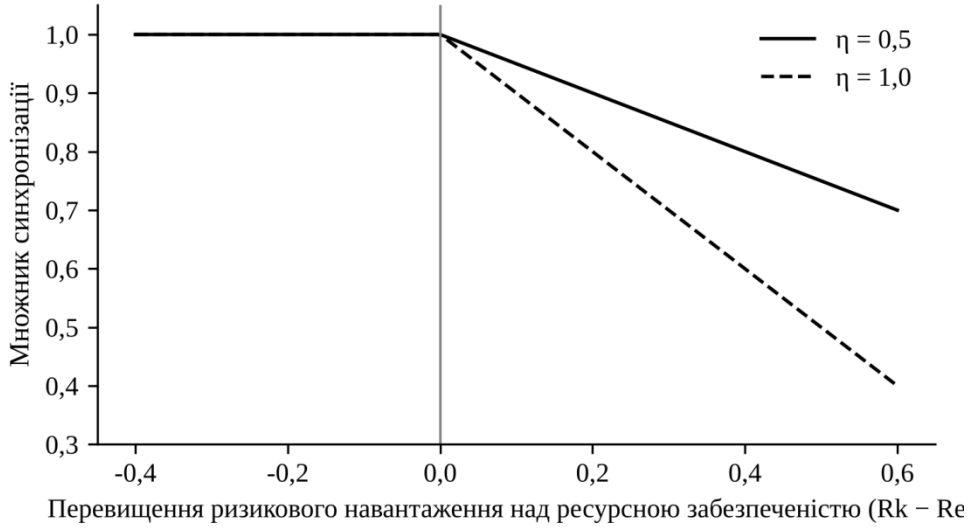


Рис. 3.5. Множник структурної синхронізації залежно від перевищення ризикового навантаження над ресурсною забезпеченістю

(розроблено автором)

Фінальною фазою алгоритму є побудова інтегрованого управлінського рішення:

$$D_t = (\alpha_1 \Psi_t + \alpha_2 Q_t + \alpha_3 \cdot IDDI_t) \cdot \Upsilon_t, \quad (3.11)$$

де α_1–α_3 — вагові коефіцієнти ($\sum\alpha = 1$). Показник $D_t \in [0; 1]$ акумулює когнітивну реакцію, ймовірність раціонального вибору, інтегральний цифровий індекс і структурну синхронізацію системи. На відміну від традиційних підходів, де рішення розглядається як результат кількох лінійних залежностей, модель враховує, що перевантаження інформацією та дисбаланс ризиків і ресурсів знижують якість управлінського рішення.

Оптимізаційна постановка моделі полягає у виборі вектора управлінських параметрів u — розподілу ресурсів між фронтами робіт, кількості рівнів погодження рішень, періодичності моніторингу та порогів реагування, — який максимізує очікувану якість управлінських рішень з урахуванням можливих сценаріїв розвитку проєкту:

$$max_{u \in U} \sum_{s=1}^{3} p_s \cdot \bar{D}_s(u) \,, \tag{3.12}$$

де s — сценарій розвитку проєкту (базовий, песимістичний, оптимістичний); p_s — імовірність сценарію ($\sum p_s = 1$); $\bar{D}_s(u)$ — середнє значення D_t за період реалізації проєкту в сценарії s за управлінських параметрів u; U — множина допустимих управлінських параметрів, що визначається організаційно-технологічними обмеженнями:

$$T_s(u) \le T_{\text{дир}};\ C_s(u) \le C_{\text{кошт}};\ \sum_j r_{jkt}(u) \le R_{kt}^{max};\ t_j^{\text{поч}} \ge t_i^{\text{зак}}, (i,j) \in P \,, \tag{3.13}$$

де $T_s(u)$, $C_s(u)$ — тривалість і вартість будівництва в сценарії s; Тдир — директивна тривалість будівництва за проєктом організації будівництва; Скошт — кошторисна вартість; r_{jkt} — потреба j-ї роботи в ресурсі k у період t; $R_{kt}max$ — доступний обсяг ресурсу k у період t; P — множина пар робіт, пов’язаних технологічною черговістю за проєктом виконання робіт; t_jпоч, t_iзак — терміни початку роботи j і завершення попередньої роботи i [1; 25]. Отже, модель поєднує інформаційно-поведінковий блок з організаційно-технологічними обмеженнями будівельного виробництва.

Імовірності сценаріїв визначаються за частотою відповідних станів зовнішнього середовища в попередніх проєктах підприємства або за експертною оцінкою, а значення вхідних параметрів для кожного сценарію — за можливими відхиленнями цін, строків поставок і погоджень. Задача розв’язується сценарним перебором допустимих варіантів u з перевіркою обмежень, а за великої кількості варіантів — методами цілочисельного програмування [16]. Вагові коефіцієнти β, μ, α визначаються за правилом Фішберна (2.6) відповідно до пріоритетів управління, а параметри ρ = 0,6 і η = 0,5 в апробації встановлено експертно з перевіркою чутливості; параметр κ і коефіцієнти γ калібруються за даними моніторингу в міру їх накопичення; стійкість результату перевіряється аналізом чутливості D до зміни ваг.

Змінні та параметри моделі, їх зміст, спосіб вимірювання та тип впливу систематизовано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Формальні змінні та параметри багатофакторної моделі

Позначення	Назва параметра	Змістове значення та спосіб вимірювання	Тип впливу
$G\tau$	Цифрові сигнали	Повідомлення про відхилення, запити на погодження, оновлення BIM/ERP, нормовані на базовий рівень	Інформаційний
$V\tau$	Сценарна мінливість	Частка змін вихідних умов проєкту (цін, строків поставок, погоджень)	Ситуаційний
$H\tau$	Ризикове навантаження	Кількість відкритих ризикових подій, нормована на базовий рівень	Дестабілізуючий
Ω_t	Інформаційне навантаження	Накопичений вплив сигналів з урахуванням згасання κ	Інтегративний
A_t	Коефіцієнт завантаження	Відношення Ω_t до пропускної спроможності управлінської ланки Ωпр	Обмежувальний
Ψ_t	Когнітивна реакція	Здатність своєчасно інтерпретувати дані, (0; 1]	Модифікуючий
C_t	Структурна узгодженість	Індекс адаптаційної рівноваги Ieq	Гармонізуючий
Z_t	Повнота даних	Частка рішень, забезпечених даними BIM, ERP і BI	Інформаційний
Q_t	Імовірність раціонального вибору	Логістична оцінка ймовірності своєчасного рішення без перегляду	Стохастичний

Y_t	Структурна синхронізація	Узгодженість St, Inv, Op зі штрафом за перевищення ризику над ресурсами	Синергетичний
IDDI	Інтегральний цифровий індекс	Зважена оцінка шести шарів і цифрової готовності, [0; 1]	Агрегуючий
D_t	Якість управлінського рішення	Інтегральний результат моделі, [0; 1]	Вихідний
β, μ, α, w	Вагові коефіцієнти	Значущість параметрів; правило Фішберна	Нормувальний
κ, ρ, η, γ	Параметри моделі	Згасання, чутливість до перевантаження, деструкція, коефіцієнти логістичної регресії; калібруються за даними моніторингу	Коригувальний

(розроблено автором на основі [10, 11, 16])

Отже, у підрозділі розроблено багатофакторну модель прийняття управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах із застосуванням цифрових технологій та сценарного аналізу. На відміну від відомих підходів, модель поєднує шість індикаторних шарів, матрицю міжшарових взаємодій та інтегральний цифровий індекс IDDI з динамічним блоком «інформаційне навантаження – когнітивна реакція – ймовірність раціонального вибору – структурна синхронізація – якість рішення», у якому перевантаження інформацією та перевищення ризиків над ресурсами знижують якість рішень. Оптимізаційна постановка моделі передбачає вибір управлінських параметрів, що максимізують очікувану якість рішень за трьома сценаріями з урахуванням обмежень проєкту організації будівництва та проєкту виконання робіт щодо строків, кошторисної вартості, ресурсів і технологічної черговості. Усі змінні моделі мають визначений спосіб вимірювання, а вагові коефіцієнти та параметри — процедуру обґрунтування, що забезпечує відтворюваність розрахунків і створює підґрунтя для апробації моделі на даних реального будівельно-інвестиційного проєкту.

3.2. Апробація моделі оптимізації організаційних рішень на прикладі реального будівельно-інвестиційного кейсу

Апробацію розробленої багатофакторної моделі здійснено на даних ТОВ «Будівельна фірма «Альфа-Сервіс»» (код ЄДРПОУ 22965175), яке з 1995 р. спеціалізується на будівництві житлових і нежитлових будівель і як генеральний підрядник реалізує будівництво житлового комплексу на перетині вулиць Івана Пулюя та Федора Ернста в м. Києві [82; 83]. Вибір підприємства зумовлений тим, що в ньому впроваджено інструментарій сценарно-цифрового управління, а результати впровадження задокументовано (додаток А). Фінансова структура підприємства (коефіцієнт автономії 0,254, коефіцієнт оборотності активів 0,128), проаналізована в підрозділі 2.1, характеризує його високу чутливість до затримок управлінських рішень і порушень графіка робіт, що робить його показовим об’єктом для апробації моделі.

Інформаційну базу апробації становлять показники управлінського обліку підприємства за проєктом будівництва порівняно з базовим періодом, що передував впровадженню моделі: визначення показників, одиниці виміру та документи-джерела наведено в додатку Г, а підсумкові зміни підтверджено довідкою підприємства (додаток А); фінансова звітність підприємства [82] використана лише для його загальної характеристики. Оскільки первинні показники вимірюються в різних одиницях, розрахунок виконано в індексній формі: значення кожного показника у звітному періоді нормовано відносно базового періоду за процедурою (2.3), тому в базовому періоді всі складові моделі дорівнюють одиниці. Відповідність первинних показників змінним моделі наведено в табл. 3.3.житлового комплексу у 2024–2025 рр.

Апробацію виконано в чотири етапи, що відповідають алгоритму моделі (рис. 3.3). На першому етапі сформовано цифровий контур збирання даних: консолідовано дані ERP-системи щодо витрат і закупівель, графіки

робіт за проєктом виконання робіт, журнал технологічних відхилень і реєстр управлінських рішень з датами ініціювання та погодження. На другому етапі визначено показники завантаження управлінської ланки, ризикового навантаження та ресурсної забезпеченості. На третьому етапі розраховано складові моделі та інтегрований індекс якості управлінських рішень. На четвертому етапі виконано сценарний розрахунок на прогнозний період, аналіз чутливості та порівняння з базовою лінією.

Для переведення моделі в практичну площину використано такі підсистеми прикладного інструментарію: модуль цифрової консолідації даних (ERP-потоки, BIM-модель об'єкта, графіки робіт, журнал технологічних збоїв); модуль оцінювання завантаження управлінської ланки (кількість паралельних рішень, частка рішень, ухвалених в умовах дефіциту часу); сценарно-аналітичний модуль трьох траєкторій розвитку (базова, песимістична, оптимістична); аналітичний модуль розрахунку складових моделі та інтегрованого індексу якості управлінських рішень. Ці підсистеми реалізовано в програмному продукті SmartLoad-DSS, описаному далі.

Таблиця 3.3

Вихідні дані для апробації моделі на ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»»

Первинний показник	Базовий період, %	2024–2025 рр., %	Змінна моделі	Індекс
Тривалість погодження управлінських рішень	100,0	85,7	A_t — коефіцієнт завантаження	0,857
Продуктивність управлінських процесів (частка рішень, ухвалених у нормативний строк без перегляду)	100,0	112,4	Q — імовірність раціонального вибору	1,124
Інтегральний цифровий індекс (на рівні підприємства в базовому періоді не вимірювався)	—	—	IDDI — інтегральний цифровий індекс	1,000
Рентабельність виконання БМР	100,0	108,7	Inv — інвестиційний шар	1,087

Кількість критичних відхилень від проєктних параметрів	100,0	83,9	Op = 1 / 0,839 — операційний шар; Rk — ризикове навантаження (лише для перевірки умови Rk ≤ Res)	1,192; 0,839
Логістичні витрати	100,0	90,4	Res = 1 / 0,904 — ресурсна забезпеченість	1,106
Стратегічна орієнтація (портфель і профіль діяльності)	100,0	100,0	St — стратегічний шар	1,000

(складено автором за даними управлінського обліку підприємства, див. додатки А, Г)

Обґрунтування відповідності показників змінним моделі таке. Тривалість погодження рішення в цифровому контурі визначається співвідношенням потоку сигналів, що надходять до управлінської ланки, і її пропускної спроможності; модуль SmartLoad-Prioritizer зменшує кількість сигналів, які потребують рішення керівника проєкту, тому відносне скорочення тривалості погодження на 14,3 % використано як оцінку зниження коефіцієнта завантаження: $A_t = 0{,}857$ за $A_t = 1$ у базовому періоді, коли пропускну спроможність Ωпр прийнято на рівні фактичного інформаційного навантаження.

Продуктивність управлінських процесів в управлінському обліку підприємства вимірюється часткою рішень, ухвалених у нормативний строк без повторного перегляду (додаток Г), що відповідає змісту ймовірності раціонального вибору Q у формулі (3.9); в індексній формі $\tilde{Q} = 1{,}124$. Коефіцієнти γ_0–γ_3 логістичної регресії на агрегованих даних не оцінюються, тому для підприємства використано безпосередньо виміряну частку своєчасних рішень. Інтегральний цифровий індекс IDDI за формулою (3.5) потребує даних про цифрове покриття рішень і мотиваційну складову, які на рівні підприємства в базовому періоді не фіксувалися; щоб уникнути повторного врахування тих самих первинних показників у різних складових моделі, у розрахунку за агрегованими даними проєкту прийнято IDDI =

1,000, тобто внесок цифрового індексу свідомо не враховано. Отже, кожен первинний показник входить в індекс якості рішень один раз: тривалість погодження — через $\tilde{\Psi}$, продуктивність — через $\tilde{Q}$, рентабельність — через Inv, кількість критичних відхилень — через Op (у штрафній складовій вона використовується лише для перевірки умови Rk ≤ Res), логістичні витрати — через Res, а адміністративні витрати — для перевірки кошторисного обмеження (3.13). Стратегічний профіль підприємства в аналізованому періоді не змінювався, тому St = 1.

За нормування відносно базового періоду інтегроване управлінське рішення (3.11) набуває індексної форми:

$$\tilde{D} = \left(\alpha_1 \tilde{\Psi} + \alpha_2 \tilde{Q} + \alpha_3 \cdot \widetilde{IDDI}\right) \cdot \tilde{Y}\,, \tag{3.14}$$

де $\tilde{D}$, $\tilde{\Psi}$, $\tilde{Q}$, $\tilde{Y}$ та IDDI — індекси відповідних складових моделі відносно базового періоду. Формула (3.14) є зваженим індексом складових, а не відношенням D_1 / D_0 за формулою (3.11), оскільки в базовому періоді $\Psi_0 = 0{,}625 \neq 1$; в індексній формі складові та $\tilde{D}$ не обмежуються інтервалом [0; 1], а значення $\tilde{D} > 1$ означає поліпшення відносно базового періоду. Вагові коефіцієнти визначено за правилом Фішберна (2.6) відповідно до пріоритетів управління на фазі будівництва: імовірність раціонального вибору (r = 1, $\alpha_2 = 0{,}500$), когнітивна реакція (r = 2, $\alpha_1 = 0{,}333$), інтегральний цифровий індекс (r = 3, $\alpha_3 = 0{,}167$). Для структурної синхронізації пріоритети встановлено так: операційний шар ($\mu_3 = 0{,}500$), інвестиційний ($\mu_2 = 0{,}333$), стратегічний ($\mu_1 = 0{,}167$).

Індекс когнітивної реакції визначається з формули (3.8) як відношення значень Ψ у звітному та базовому періодах:

$$\widetilde{\Psi} = \frac{\Psi_1}{\Psi_0} = \frac{1+\rho \cdot A_0}{1+\rho \cdot A_1}\,, \tag{3.15}$$

де A_0, A_1 — коефіцієнти завантаження в базовому та звітному періодах. За ρ = 0,6 отримуємо $\Psi_0 = 1 / 1{,}6 = 0{,}625$, $\Psi_1 = 1 / (1 + 0{,}6 \times 0{,}857) = 1 / 1{,}514 = 0{,}660$ і $\tilde{\Psi} = 0{,}660 / 0{,}625 = 1{,}057$. Отже, зниження завантаження управлінського персоналу підвищило здатність своєчасно інтерпретувати інформацію на 5,7 %.

Індекс структурної синхронізації визначається з формули (3.10):

$$\tilde{Y} = (\mu_1 St_1 + \mu_2 Inv_1 + \mu_3 Op_1) \cdot \left(1 - \eta \cdot max(0;\ Rk_1 - Res_1)\right), \quad (3.16)$$

Оскільки індекс ризикового навантаження (0,839) нижчий за індекс ресурсної забезпеченості (1,106), штрафна складова дорівнює нулю, а множник синхронізації — одиниці; у базовому періоді обидва індекси дорівнюють одиниці, тому штраф також відсутній. Порівняння виконано для індексів відносно базового періоду, у якому Rk = Res = 1, тому умова Rk ≤ Res в індексній формі означає, що ризикове навантаження зростало не швидше за ресурсну забезпеченість; абсолютну перевірку умови виконують за реєстром ризиків (4.1) і графіками руху ресурсів. Звідси $\tilde{Y} = 0{,}167 \times 1{,}000 + 0{,}333 \times 1{,}087 + 0{,}500 \times 1{,}192 = 0{,}167 + 0{,}362 + 0{,}596 = 1{,}125$.

Розрахунок складових інтегрованого індексу якості управлінських рішень систематизовано в табл. 3.4.

Інтегрований індекс якості управлінських рішень за формулою (3.14) становить $\tilde{D} = (0{,}333 \times 1{,}057 + 0{,}500 \times 1{,}124 + 0{,}167 \times 1{,}000) \times 1{,}125 = (0{,}352 + 0{,}562 + 0{,}167) \times 1{,}125 = 1{,}081 \times 1{,}125 = 1{,}216$. Отже, за період застосування моделі якість організаційно-управлінських рішень підприємства в індексній оцінці зросла на 21,6 %. Найбільший внесок забезпечили підвищення ймовірності раціонального вибору (0,562) і структурна синхронізація, зумовлена скороченням критичних відхилень від проєктних параметрів.

Таблиця 3.4

Розрахунок складових інтегрованого індексу якості управлінських рішень ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»»

Складова	Формула	Базовий період	2024–2025 рр.	Індекс	Вага	Внесок
Коефіцієнт завантаження A_t	(3.8)	1,000	0,857	0,857	–	–
Когнітивна реакція Ψ	(3.8), (3.15)	0,625	0,660	1,057	0,333	0,352
Імовірність раціонального вибору Q	(3.9)	1,000	1,124	1,124	0,500	0,562
Інтегральний цифровий індекс IDDI	(3.5)	1,000	1,000	1,000	0,167	0,167
Сума зважених складових	–	1,000	–	1,081	1,000	1,081
Структурна синхронізація Y	(3.10), (3.16)	1,000	1,125	1,125	×	×
Якість управлінського рішення D	(3.11), (3.14)	1,000	1,216	1,216	–	–

(розраховано автором)

Аналіз складових інтегрованого індексу дає змогу визначити механізм отриманого ефекту. Зниження коефіцієнта завантаження з 1,000 до 0,857 означає, що управлінська ланка працює з резервом пропускної спроможності близько 14 %, і рішення, які раніше відкладалися через перевантаження керівника проєкту, ухвалюються в нормативний строк. Зростання індексу $\tilde{Q}$ до 1,124 свідчить про підвищення частки своєчасних рішень без подальшого перегляду, що в умовах будівництва житлового комплексу означає менше повторних погоджень змін проєктних рішень і графіків поставок. Індекс $\tilde{Y}$ = 1,125 відображає узгодження операційного та інвестиційного шарів: зменшення критичних відхилень від проєктних параметрів на 16,1 % супроводжувалося зростанням рентабельності будівельно-монтажних робіт, тобто операційні покращення трансформувалися у фінансовий результат.

З організаційно-технологічного погляду ефект пов’язаний насамперед зі своєчасним виявленням відхилень на роботах критичного шляху. За чинного графіка будівництва будь-яке відхилення на критичному шляху без своєчасного рішення переноситься на строк введення об’єкта в експлуатацію,

тому скорочення тривалості погодження рішень безпосередньо зменшує ризик порушення директивного строку, визначеного проєктом організації будівництва. Зниження логістичних витрат на 9,6 % засвідчує, що ресурсне обмеження (3.13) в аналізованому періоді не тільки виконувалося, а й мало резерв, який може бути використаний для прискорення робіт у песимістичному сценарії.

Результат порівняно з базовою лінією — лінійною зваженою сумою нормованих індикаторів результату, що за даними табл. 2.3 становить 1,128, тобто +12,8 %. Різниця між оцінками (21,6 % проти 12,8 %) зумовлена тим, що багатофакторна модель додатково враховує зниження завантаження управлінського персоналу (Ψ̃) і мультиплікативну дію структурної синхронізації (Ỹ). Таке порівняння характеризує відмінність у структурі оцінок, а не точність моделі: перевагу багатофакторної моделі в точності може бути доведено лише порівнянням прогнозних і фактичних значень показників на даних, не використаних для її побудови, з розрахунком похибок MAPE і RMSE. Водночас обидві оцінки однаково спрямовані й узгоджуються зі зростанням рентабельності будівельно-монтажних робіт на 8,7 % і скороченням адміністративних витрат на 11,8 %.

Зіставлення оцінок ефекту, отриманих різними методами, з фактичними фінансовими показниками підприємства подано на рис. 3.6.

Стійкість результату перевірено аналізом чутливості. За зміни коефіцієнта чутливості до перевантаження ρ з 0,6 до 0,4 індекс D̃ знижується до 1,211 (−0,43 %), за ρ = 0,8 зростає до 1,220 (+0,35 %), за заміни ваг Фішберна α рівними вагами (1/3) становить 1,193 (−1,91 %), а за рівних ваг μ у структурній синхронізації — 1,181 (−2,84 %). Зміна кожного первинного показника на ±10 % від досягнутої зміни змінює індекс не більше ніж на 1,04 % (найбільше — кількість критичних відхилень, ±1,0 %; продуктивність управлінських процесів, ±0,57 %; рентабельність БМР, ±0,26 %; тривалість погодження, ±0,19 %). Відхилення не перевищують 3 %, тобто висновок

щодо зростання якості рішень стійкий до вибору параметрів, вагових коефіцієнтів і похибок вихідних даних.

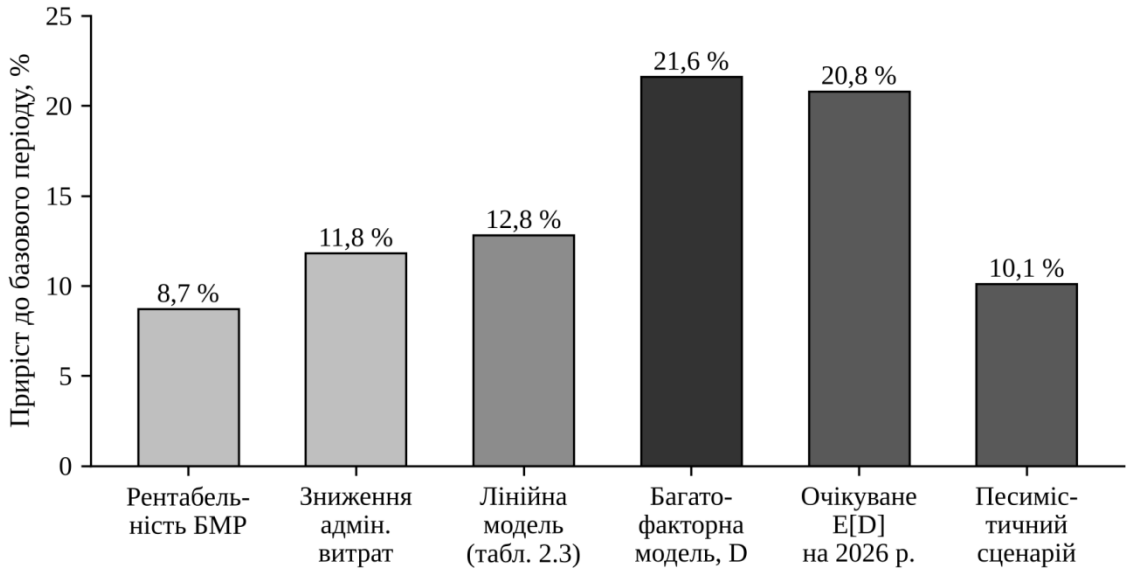


Рис. 3.6. Порівняння оцінок ефекту впровадження моделі на ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»»

(побудовано автором на основі [82] та даних підприємства (додаток А))

Мала чутливість до ρ зумовлена конструкцією моделі: індекс когнітивної реакції змінюється в межах кількох відсотків, тому визначальний вплив на результат мають $\tilde{Q}$ і $\tilde{Y}$.

Сценарну оптимізацію (3.12) виконано для прогнозного 2026 р. за трьома сценаріями, які розрізняються часткою k досягнутого ефекту, що зберігається: базовий (k = 1,0 — ефекти 2024–2025 рр. зберігаються), песимістичний (k = 0,5 — унаслідок воєнних ризиків, перебоїв поставок і подорожчання матеріалів зберігається половина ефекту) та оптимістичний (k = 1,5 — ефект посилюється завдяки повному охопленню проєкту цифровими модулями). Сценарні значення визначаються для первинних показників у формі відносних змін: $X_i(k) = 1 + k\cdot(X_i - 1)$, де X_i — значення показника у звітному періоді відносно базового (0,857; 1,124; 1,087; 0,839; 0,904); індекси складових моделі обчислюються з них за тими самими правилами, що й для досягнутого стану (зокрема Op = 1 / (1 − k·0,161), Res = 1 / (1 − k·0,096)).

Імовірності сценаріїв встановлено з урахуванням умов воєнного стану: рбаз = 0,5; рпес = 0,3; ропт = 0,2. Імовірності та частки k мають експертний характер: їх встановлено автором з урахуванням того, що в умовах воєнного стану ймовірність погіршення умов реалізації проєкту вища за ймовірність їх поліпшення; тому в табл. 3.5 наведено результати для кожного сценарію окремо, а за альтернативних наборів імовірностей (0,4; 0,4; 0,2), (0,6; 0,2; 0,2) і рівних імовірностей очікуване значення індексу становить відповідно 1,197; 1,220 і 1,222, тобто висновок не залежить від їх вибору. Результати наведено в табл. 3.5.

Розподіл складових моделі за сценаріями подано на рис. 3.7. Найбільшу варіативність між сценаріями мають структурна синхронізація та ймовірність раціонального вибору, тоді як когнітивна реакція змінюється в межах 3 %, оскільки її зміна обмежується нелінійною залежністю від коефіцієнта завантаження.

Очікуване значення індексу якості управлінських рішень становить $E[\tilde{D}] = 0,5 \times 1,216 + 0,3 \times 1,101 + 0,2 \times 1,350 = 0,608 + 0,330 + 0,270 = 1,208$. Навіть за песимістичного сценарію якість рішень перевищує базовий рівень на 10,1 %, отже, запропонована конфігурація управлінських параметрів (скорочення рівнів погодження, щотижневий цифровий моніторинг, пріоритезація сигналів) має перевагу над базовою, для якої $E[\tilde{D}] = 1,000$.

Таблиця 3.5

Результати сценарного розрахунку якості управлінських рішень на 2026 р.

Сценарій	k	A_t	$\tilde{\Psi}$	$\tilde{Q}$	IDDI	$\tilde{Y}$	$\tilde{D}$	p_s
Базовий	1,0	0,857	1,057	1,124	1,000	1,125	1,216	0,5
Песимістичний	0,5	0,929	1,028	1,062	1,000	1,058	1,101	0,3
Оптимістичний	1,5	0,786	1,087	1,186	1,000	1,203	1,350	0,2
Очікуване значення $E[\tilde{D}]$	–	–	–	–	–	–	1,208	1,0

(розраховано автором)

Обмеження (3.13) за вартістю та ресурсами в аналізованому періоді виконуються, оскільки адміністративні та логістичні витрати знизилися; порядок числової перевірки обмежень для проєкту житлового комплексу наведено в підрозділах 4.1–4.2.

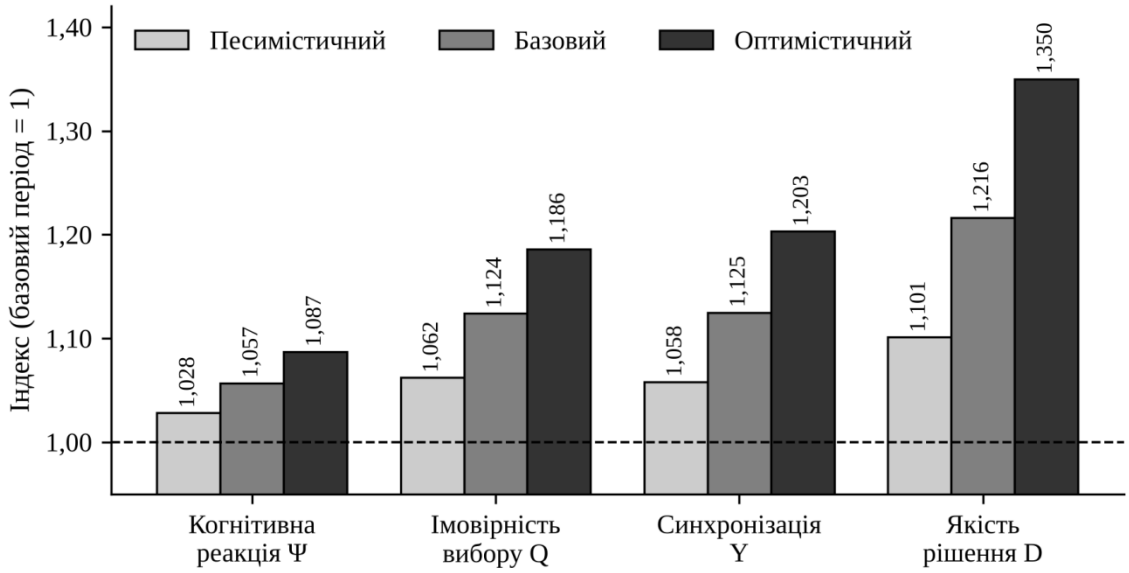


Рис. 3.7. Складові моделі за сценаріями розвитку проєкту на 2026 р. *(розраховано автором)*

Отримані результати узгоджуються з висновками інших дослідників. Х. Лі та співавтори на вибірці китайських будівельних компаній встановили, що здатність до інтеграції інформаційних технологій суттєво підвищує результативність управління проєктами [33]; Х. Тареш та співавтори показали, що використання інформаційних систем підвищує успішність будівельних проєктів через посилення управління ризиками [34]; А. Тарун на основі огляду досліджень моделювання будівельних ризиків показав, що ризик доцільно розглядати як іманентну характеристику проєкту, а наявні інструменти оцінювання ризиків рідко застосовуються на практиці через їх складність [31]. На відміну від цих досліджень, що фіксують загальний зв’язок між цифровізацією і результативністю, запропонована модель кількісно розкладає ефект на складові — зниження завантаження управлінської ланки, підвищення ймовірності раціонального вибору та

структурну синхронізацію — і дає змогу оцінити його за різних сценаріїв розвитку проєкту.

Обмеженням апробації є використання агрегованих показників підприємства за дворічний період, що не дозволяє відстежити динаміку складових моделі всередині періоду, оцінити коефіцієнти логістичної регресії γ за журналом окремих рішень і виконати верифікацію моделі порівнянням прогнозних і фактичних значень. Крім того, зміна показників у 2024–2025 рр. могла частково зумовлюватися зовнішніми чинниками, зокрема відновленням будівельної активності в Україні (підрозділ 4.1); на внутрішні управлінські показники (тривалість погодження рішень, частку своєчасних рішень) їх вплив є опосередкованим, проте повністю виключити його неможливо. Тому для подальшого застосування модель доцільно калібрувати й верифікувати на щотижневих даних моніторингу, які накопичуються програмним продуктом SmartLoad-DSS: параметри оцінюються на перших 70–80 % спостережень, а прогноз індексу перевіряється на решті з розрахунком MAPE і RMSE; для відокремлення ефекту моделі доцільно порівнювати динаміку показників з іншими проєктами підприємства, на яких модель не застосовувалася. Модель застосовна до будівельно-інвестиційних проєктів, для яких ведеться цифровий облік управлінських рішень, відхилень і витрат; за відсутності таких даних розрахунок обмежується індексною формою на рівні підприємства.

Для практичного застосування моделі розроблено програмний продукт SmartLoad-DSS, що реалізує формули (3.8), (3.10), (3.12), (3.14)–(3.17) у вигляді вебзастосунку мовою JavaScript і не потребує спеціального програмного забезпечення. Програма містить три модулі: DecisionFlow — розрахунок складових та інтегрованого індексу якості управлінських рішень з порівнянням із базовою лінією (рис. 3.8); модуль сценаріїв і чутливості — розрахунок сценарних значень, очікуваного значення та чутливості результату до параметрів (рис. 3.9); SmartLoad-Prioritizer — пріоритезацію

класів цифрових сигналів і маршрутизацію їх на відповідний рівень управління (рис. 3.10). Текст програми наведено в додатку В.

Архітектура програмного продукту складається з трьох рівнів. Рівень введення даних містить форми для первинних показників у базовому та звітному періодах і параметрів моделі (ρ, η, вагових коефіцієнтів). Розрахунковий рівень реалізує нормування показників, обчислення коефіцієнта завантаження, когнітивної реакції, структурної синхронізації та інтегрованого індексу, сценарні розрахунки та аналіз чутливості. Рівень подання результатів відображає ключові показники, внески складових, порівняння з базовою лінією, сценарну таблицю та таблицю пріоритетів сигналів. Програма виконується в будь-якому сучасному веббраузері, не потребує встановлення та може бути інтегрована з ERP-системою підприємства через імпорт даних.

Порядок роботи з програмою передбачає: введення первинних показників за базовий і звітний періоди; задання або коригування параметрів моделі; автоматичний розрахунок складових та інтегрованого індексу; аналіз сценаріїв із заданими ймовірностями; перевірку чутливості результату; налаштування класів сигналів і порогів маршрутизації в модулі SmartLoad-Prioritizer. Результати розрахунку для ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»», отримані за допомогою програми, повністю збігаються з наведеними в табл. 3.4–3.5, що підтверджує відтворюваність обчислень.

Модуль SmartLoad-Prioritizer зменшує інформаційне навантаження управлінської ланки за рахунок ранжування класів сигналів за пріоритетом:

$$P_i = 0{,}5 \cdot B_i + 0{,}3 \cdot E_i + 0{,}2 \cdot U_i\,, \qquad (3.17)$$

де B_i — вплив сигналу і-го класу на роботи критичного шляху за календарним планом; E_i — імовірність ескалації; U_i — терміновість реакції (усі — у шкалі [0; 1]); вагові коефіцієнти (0,5; 0,3; 0,2) встановлено експертно з дотриманням рангового порядку B > E > U (за правилом Фішберна вони становили б 0,500; 0,333; 0,167, що не змінює розподілу класів сигналів за рівнями маршрутизації). Сигнали з $P_i \geq 0{,}7$ спрямовуються керівникові

проєкту, з $0{,}4 \le P_i < 0{,}7$ — начальникові ділянки, з $P_i < 0{,}4$ — обробляються автоматично в ERP-системі.

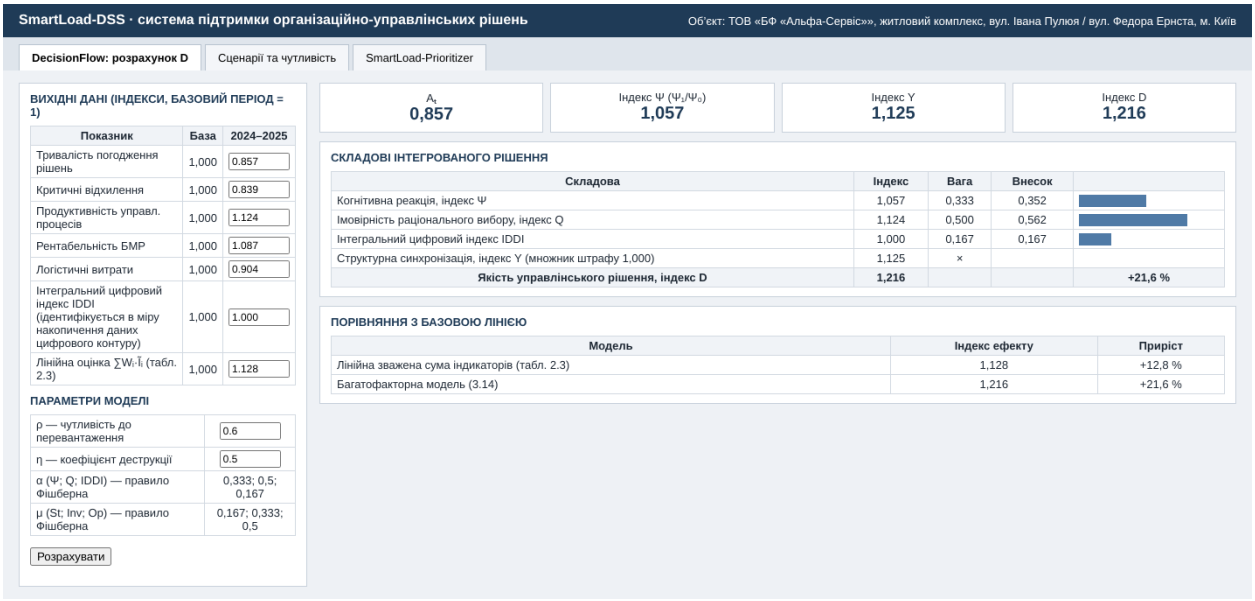


Рис. 3.8. Модуль DecisionFlow програмного продукту SmartLoad-DSS: розрахунок якості управлінських рішень ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» *(розроблено автором)*

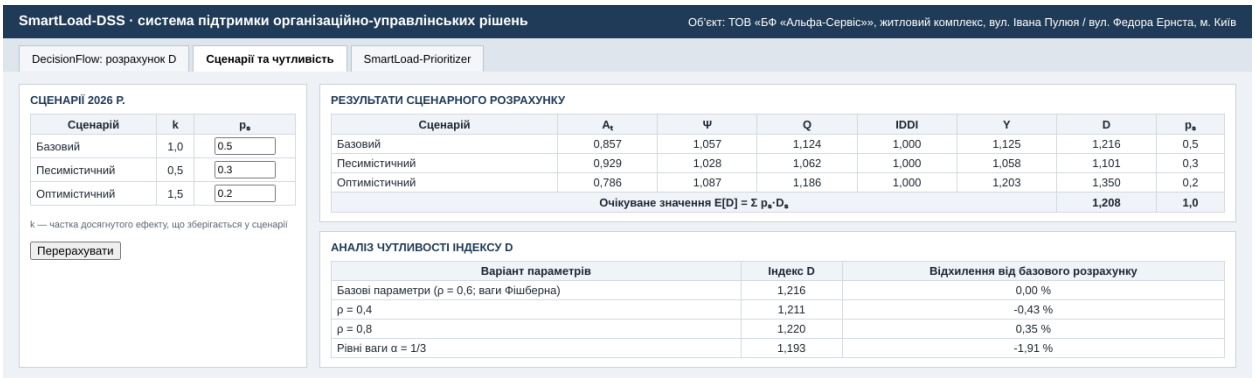


Рис. 3.9. Модуль сценаріїв і чутливості програмного продукту SmartLoad-DSS *(розроблено автором)*

Параметри класів сигналів задаються в налаштуваннях модуля відповідно до календарного плану та проєкту виконання робіт об'єкта. Така маршрутизація знижує кількість сигналів, що надходять на верхній рівень

управління, тобто зменшує коефіцієнт завантаження A_t, що й зумовило скорочення тривалості погодження рішень.

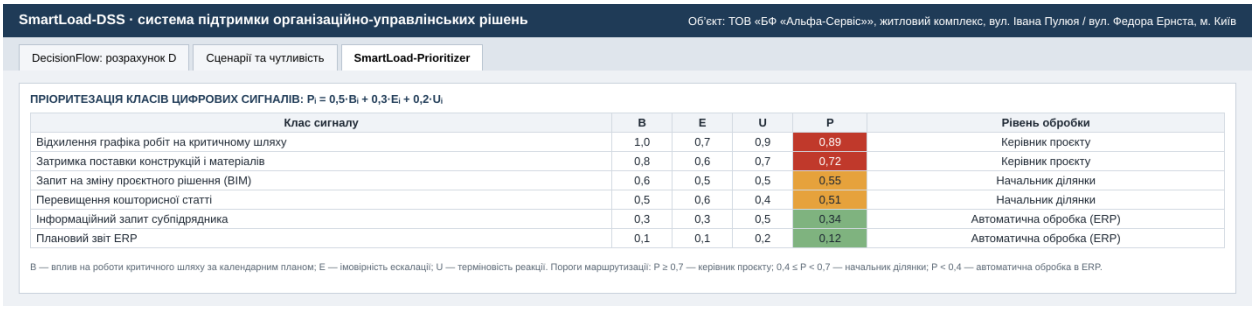


Рис. 3.10. Модуль SmartLoad-Prioritizer програмного продукту SmartLoad-DSS *(розроблено автором)*

Параметри класів сигналів визначено виходячи з їх ролі в організаційно-технологічному процесі. Відхилення графіка робіт на критичному шляху мають максимальний вплив (B_i = 1,0), оскільки безпосередньо змінюють строк завершення будівництва; затримки поставок конструкцій і матеріалів мають високий вплив (0,8), оскільки за відсутності резерву часу переходять на критичний шлях; запити на зміну проєктних рішень і перевищення кошторисних статей мають середній вплив, а інформаційні запити субпідрядників і планові звіти ERP — низький. Унаслідок пріоритезації з шести класів сигналів лише два спрямовуються керівникові проєкту, що й забезпечує зниження його завантаження без втрати контролю над критичними подіями.

За результатами апробації для ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» обґрунтовано такі управлінські рекомендації. По-перше, закріпити дворівневу маршрутизацію сигналів, за якої керівник проєкту отримує лише сигнали з пріоритетом не нижче 0,7, що утримує коефіцієнт завантаження нижче одиниці. По-друге, сформувати резерв ресурсів на рівні досягнутої економії логістичних витрат для компенсації можливих збоїв постачання в песимістичному сценарії, щоб ризикове навантаження не перевищувало ресурсну забезпеченість і не виникала штрафна складова структурної

синхронізації. По-третє, запровадити щотижневе калібрування параметрів моделі за даними програмного продукту SmartLoad-DSS і щоквартальний перегляд імовірностей сценаріїв. По-четверте, використовувати індекс якості управлінських рішень як цільовий показник для керівника проєкту з пороговим значенням 1,10 відносно базового періоду, що відповідає нижній межі песимістичного сценарію.

Отже, апробація багатофакторної моделі на даних ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» показала зростання якості організаційно-управлінських рішень в індексній оцінці на 21,6 % порівняно з базовим періодом; результат стійкий до зміни параметрів, вагових коефіцієнтів і похибок вихідних даних (відхилення не перевищують 3 %) і перевищує оцінку лінійної моделі (12,8 %), оскільки враховує зниження завантаження управлінського персоналу та структурну синхронізацію. Сценарний розрахунок на 2026 р. дав очікуване значення індексу 1,208, а песимістичний сценарій — 1,101, що підтверджує перевагу запропонованої конфігурації управлінських параметрів. Розроблений програмний продукт SmartLoad-DSS забезпечує відтворюваність розрахунків і накопичення даних для калібрування та верифікації моделі. Отримані результати створюють підґрунтя для визначення напрямів удосконалення управлінської системи проєкту на основі синергетичного підходу до координації учасників.

3.3. Напрями удосконалення управлінської системи проєкту на основі синергетичного підходу до координації учасників

Управління будівельно-інвестиційними проєктами характеризується високим ступенем комплексності, оскільки такі проєкти інтегрують технічні, фінансові, організаційні, соціальні та поведінкові аспекти, які взаємодіють у реальному часі. Традиційні підходи до управління, побудовані на лінійних процедурах, дедалі частіше виявляються недостатніми для регулювання

складних динамічних структур, у яких одночасно відбуваються інформаційні збурення, зміни ресурсних пропорцій та адаптаційні реакції учасників [102].

Синергетичний підхід дає змогу розглядати управлінську систему проєкту як відкриту нелінійну структуру, здатну до самоорганізації, адаптації та переходу між різними режимами функціонування. За Г. Хакеном, поведінку складної системи визначає невелика кількість параметрів порядку — макрозмінних, яким підпорядковується динаміка численних елементів [102]. Для управлінської системи будівельно-інвестиційного проєкту такими параметрами є завантаження управлінської ланки, структурна синхронізація та якість рішень, формалізовані в моделі підрозділу 3.1. С. Строгац показав, що нелінійні системи з позитивними зворотними зв’язками здатні до різких переходів між режимами за незначної зміни параметрів [103], а Ф. Капра — що стійкість організацій забезпечується мережевою структурою зв’язків між їх елементами [104].

Особливість будівельно-інвестиційних систем полягає в тому, що вони одночасно чутливі до зовнішніх чинників (ринкові коливання, зміни нормативів, логістичні відхилення) і здатні внутрішньо компенсувати частину збурень за умови достатнього рівня узгодженості дій учасників. Якщо інформаційні потоки функціонують у стані фрагментації, навіть кваліфіковані управлінці демонструють нерівномірні реакції; водночас упорядкування інформаційного середовища підвищує когнітивну стійкість управлінської ланки, що, у свою чергу, змінює характер взаємодії команд.

Ці властивості дають підстави трактувати управлінську систему не як механічну сукупність окремих частин, а як цілісну систему, у якій зміни в одному контурі породжують узгоджені ефекти в інших. Тому синергетичний підхід є релевантним для будівельно-інвестиційних проєктів, зокрема будівництва житлового комплексу ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»», де взаємодії між підрозділами, підрядниками та рівнями управління мають ризиковий, багатоканальний і динамічний характер [102; 103].

Перехід управлінської системи від хаотизованого до впорядкованого режиму відповідно до положень синергетики відбувається через три фази. На фазі флуктуацій накопичуються локальні відхилення — затримки погоджень, перевантаження окремих керівників, неузгодженість графіків субпідрядників. На фазі біфуркації система опиняється в точці вибору між поглибленням хаотизації та переходом до нового порядку, і саме в цей момент цілеспрямований управлінський вплив найбільш дієвий за мінімальних витрат. На фазі нової впорядкованості встановлюються стійкі зв’язки між підсистемами, які підтримуються вже без постійного зовнішнього втручання [102; 103]. Для будівельно-інвестиційного проєкту точками біфуркації зазвичай є переходи між фазами життєвого циклу, зміна генерального підрядника або ключових субпідрядників, суттєві зміни проєктних рішень і цін на ресурси.

Ознаки хаотизованого та впорядкованого режимів функціонування управлінської системи проєкту систематизовано в табл. 3.6.

Синергетичний ефект у запропонованій моделі має кількісний вимір. Оскільки індекс якості управлінського рішення (3.14) є добутком зваженої суми складових на індекс структурної синхронізації, його приріст перевищує суму приростів окремих складових на величину їх взаємодії, яку характеризує коефіцієнт синергії:

$$K_{\text{син}} = \frac{\tilde{D}-1}{\left(\sum_k^1 \alpha_k \tilde{c}_k - 1\right)+(\tilde{Y}-1)}, \qquad (3.18)$$

де $\tilde{c}_k$ — індекси складових $\tilde{\Psi}$, $\tilde{Q}$, IDDI; α_k — їх вагові коефіцієнти. Значення Ксин > 1 означає, що спільна дія складових дає більший ефект, ніж сума їх окремих впливів. За даними апробації на ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» (табл. 3.4) зважена сума складових зросла на 8,1 %, структурна синхронізація — на 12,5 %, а інтегрований індекс — на 21,6 %, тому Ксин = 0,216 / (0,081 + 0,125) = 0,216 / 0,206 = 1,049. Синергетична складова ефекту становить 0,081

× 0,125 = 0,010, тобто 1,0 відсоткового пункту, або 4,7 % загального приросту якості рішень.

Слід зазначити, що за мультиплікативної форми (3.14) значення Ксин > 1 виникає щоразу, коли прирости обох множників додатні, тому сам факт перевищення одиниці є властивістю структури моделі; інформативною є величина синергетичної складової та її динаміка, а емпіричне підтвердження синергії потребує порівняння фактичних ефектів окремого і спільного впровадження заходів. Отже, удосконалення управлінської системи має бути комплексним: заходи, спрямовані на окремі складові, дають менший ефект, ніж їх узгоджена реалізація.

Таблиця 3.6

Синергетичні характеристики будівельно-інвестиційного проєкту

Характеристика	**Стан хаотизації**	**Стан впорядкованої синхронізації**
Інформаційні потоки	нерівномірні, перевантажені, з шумами	стабільні, структуровані, пріоритезовані
Управлінські реакції	фрагментарні, імпульсивні	плавні, адаптивні, прогнозовані
Взаємодія команд	конфліктна, розірвана	узгоджена, ритмічна
Ресурсні процеси	хаотичні відхилення, неузгодженість	упорядкований розподіл, зниження напруження
Загальний режим системи	нестабільність, висока чутливість до збурень	стабілізація, самоузгодження, синергія

(розроблено автором на основі [102–104])

Коефіцієнт синергії доцільно розраховувати в динаміці за кожен період моніторингу. Значення Ксин < 1 свідчить про антагоністичну взаємодію складових — наприклад, коли зниження завантаження управлінської ланки досягається за рахунок скорочення контролю за критичними роботами і супроводжується зростанням відхилень від графіка. Значення Ксин ≈ 1 означає, що складові діють незалежно, а Ксин > 1 — що заходи взаємно

підсилюють один одного. Таким чином, коефіцієнт синергії є інструментом перевірки узгодженості управлінських заходів, а не лише оцінкою їх результату.

Декомпозицію приросту якості управлінських рішень ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» на адитивні та синергетичну складові подано на рис. 3.11.

Параметри порядку моделі дають змогу кількісно розмежувати режими функціонування управлінської системи, наведені в табл. 3.6, узгоджено із зонами стану, визначеними в підрозділі 4.2. Впорядкованому режиму відповідають $\tilde{D} \geq 1{,}10$, $A_t \leq 0{,}9$ і $Rk_t \leq Res_t$. Перехідному режиму відповідає збереження порогової якості рішень ($\tilde{D} \geq 1{,}10$) за підвищеного завантаження ($A_t > 0{,}9$) або зниження якості до зони контролю ($1{,}00 \leq \tilde{D} < 1{,}10$); перевищення інформаційним навантаженням пропускної спроможності ($A_t > 1$) є ознакою перевантаження, яка за тривалого збереження переводить систему до хаотизованого режиму.

Хаотизованому режиму відповідає зниження індексу якості рішень нижче базового рівня ($\tilde{D} < 1{,}00$), що, як показано в підрозділі 4.2, відбувається насамперед за перевищення ризикового навантаження над ресурсною забезпеченістю. За результатами апробації управлінська система ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» у 2024–2025 рр. перейшла з базового стану ($A_t = 1{,}000$; $\tilde{D} = 1{,}000$) до впорядкованого режиму ($A_t = 0{,}857$; $\tilde{D} = 1{,}216$), а в песимістичному сценарії на 2026 р. ($A_t = 0{,}929$; $\tilde{D} = 1{,}101$) перебуває в перехідному режимі на межі порогової якості. Отже, напрями удосконалення мають бути спрямовані насамперед на утримання коефіцієнта завантаження нижче 0,9.

Розглянутий підхід до координації учасників доповнює відомі концепції. Т. Дональдсон і Л. Престон обґрунтували необхідність урахування інтересів усіх стейкхолдерів у корпоративному управлінні [92]; М. Ірфан та співавтори довели, що конфлікти стейкхолдерів безпосередньо впливають на дотримання строків і вартості будівельних проєктів [91]; стандарт PMBOK розглядає залучення зацікавлених сторін як окремий домен результативності

проєкту [18]; Дж. Р. Тернер і Р. Мюллер показали залежність результатів проєкту від відповідності стилю управління його типу [22].

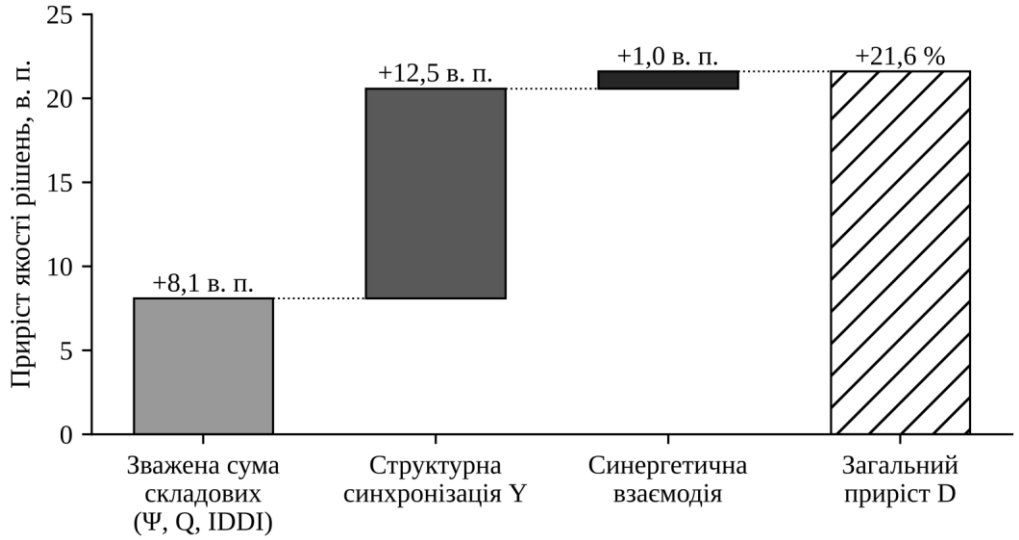


Рис. 3.11. Декомпозиція приросту якості управлінських рішень ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»»

(розраховано автором)

На відміну від цих підходів, що описують координацію якісно, запропонований синергетичний підхід пов’язує заходи з координації з кількісними параметрами моделі, що дає змогу оцінювати їх вплив на якість управлінських рішень і контролювати режим функціонування системи за пороговими значеннями.

Причинно-наслідкові зв’язки між складовими моделі, що визначають поширення змін в управлінській системі, узагальнено в табл. 3.7.

Узагальнену модель синергетичної взаємодії підсистем управління будівельно-інвестиційним проєктом подано на рис. 3.12. Інтеграційна зона моделі відповідає спільному цифровому середовищу, у якому інформаційні, поведінкові, структурні та ресурсні процеси обмінюються даними, а управлінський центр отримує лише пріоритезовані сигнали.

Таблиця 3.7

Аналітичні залежності зміни ключових індикаторів у синергетичній системі

Початкове збурення	Вплив на суміжні показники	Системний результат
Зростання інформаційного навантаження Ω за незмінної пропускної спроможності	Зростання A_t; зниження Ψ і Q	Зниження якості рішень D
Зниження завантаження A_t (пріоритезація сигналів)	Підвищення Ψ; підвищення Q	Зростання D
Скорочення критичних відхилень від проєктних параметрів	Зростання Op; зниження Rk	Зростання Y і D
Перевищення ризикового навантаження Rk над ресурсною забезпеченістю Res	Штрафна складова в Y	Зниження D незалежно від інших складових
Підвищення повноти даних Z_t	Зростання Q	Зростання D, скорочення повторних погоджень

(розроблено автором)



Рис. 3.12. Концептуальна синергетична модель взаємодії учасників будівельно-інвестиційного проєкту

(розроблено автором на основі [102])

Виходячи з виявлених причинно-наслідкових зв’язків, обґрунтовано шість напрямів удосконалення управлінської системи проєкту на основі синергетичного підходу до координації учасників. Кожен напрям впливає на певну складову моделі, а їх спільна реалізація забезпечує синергетичний ефект.

Перший напрям — упорядкування інформаційного контуру. Він передбачає запровадження модуля SmartLoad-Prioritizer для класифікації та маршрутизації сигналів (3.17), за якої керівник проєкту отримує лише сигнали з пріоритетом не нижче 0,7, а сигнали низького пріоритету обробляються автоматично в ERP-системі. Напрям безпосередньо знижує коефіцієнт завантаження A_t і підвищує когнітивну реакцію Ψ; цільовим значенням є $A_t \leq 0{,}9$ на всіх фазах будівництва. Для забезпечення повноти контролю пороги маршрутизації переглядаються щомісяця за статистикою ескалацій: якщо частка сигналів, переданих з нижчого рівня на вищий після первинної обробки, перевищує 10 %, параметри відповідного класу сигналів коригуються.

Другий напрям — формування спільного середовища даних проєкту відповідно до стандарту ISO 19650, який регламентує організацію та обмін інформацією протягом життєвого циклу об’єкта з використанням BIM [105]. Усі учасники — замовник, генеральний підрядник, субпідрядники, постачальники — працюють з єдиною актуальною версією моделі, графіка та документації, що усуває інформаційну асиметрію і підвищує повноту даних Z_t. Цільове значення — частка рішень, забезпечених даними BIM, ERP і BI, не менше 0,8. Для будівництва житлового комплексу спільне середовище даних включає зведену BIM-модель за розділами проєкту, календарний план з прив’язкою до елементів моделі, журнал змін проєктних рішень і реєстр погоджень, що дає змогу кожному учаснику бачити вплив зміни на суміжні роботи до її затвердження.

Третій напрям — адаптація організаційної структури до фаз життєвого циклу за методикою, розробленою в підрозділі 2.2. На фазі будівництва застосовується матрична конфігурація, а на межах фаз — перехідні гібридні конфігурації (табл. 2.6). Відповідальність за кожен тип рішень закріплюється матрицею RACI. Напрям підвищує структурну узгодженість C_t, яка вимірюється індексом адаптаційної рівноваги; цільове значення $Ieq \geq 0{,}8$.

Четвертий напрям — регламентація координаційної взаємодії учасників. Він передбачає щотижневі координаційні наради за даними дашборду, єдиний календар погоджень, процедуру випереджувального узгодження за значення індексу конфліктності CI понад 0,6 (табл. 2.8) і обов'язкове спільне планування робіт на наступний тиждень генеральним підрядником і субпідрядниками відповідно до проєкту виконання робіт. Напрям знижує кількість критичних відхилень і конфліктів, підвищуючи операційну складову Op і структурну синхронізацію Y. Тижневе планування за принципом «спочатку усунення обмежень, потім видача завдання» передбачає, що роботу включають до плану лише за наявності матеріалів, проєктної документації, допуску та фронту робіт, а частку виконаних запланованих завдань використовують як індикатор надійності планування.

П'ятий напрям — ризик-резервування ресурсів. Економія логістичних витрат, отримана в результаті впровадження моделі, спрямовується на формування резерву ресурсів, достатнього для компенсації збоїв постачання в песимістичному сценарії. Це забезпечує виконання умови $Rk_t \leq Res_t$, за якої штрафна складова структурної синхронізації дорівнює нулю, і підтримує виконання ресурсних обмежень (3.13).

Шостий напрям — мотиваційне закріплення результатів. Індекс якості управлінських рішень $\tilde{D}$ включається до системи ключових показників результативності керівника проєкту з пороговим значенням 1,10 відносно базового періоду, що відповідає нижній межі песимістичного сценарію (табл. 3.5). Додатково запроваджується постпроєктний аналіз рішень (lessons learned), результати якого використовуються для калібрування параметрів

моделі. Напрям підвищує індекс цифрової мотивації Mmot і забезпечує інституційну стійкість впроваджених змін.

Зміст напрямів, відповідальних виконавців та індикатори контролю систематизовано в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Напрями удосконалення управлінської системи проєкту на основі синергетичного підходу

Напрям	Ключові заходи	Відповідальний	Складова моделі	Індикатор контролю
1. Упорядкування інформаційного контуру	Пріоритезація та маршрутизація сигналів (SmartLoad-Prioritizer)	Керівник проєкту, IT-служба	A_t, Ψ	$A_t \leq 0{,}9$
2. Спільне середовище даних	Єдина BIM-модель, графік і документація за ISO 19650	BIM-менеджер	Z_t, Q	$Z_t \geq 0{,}8$
3. Адаптація структури до фаз	Матрична конфігурація, перехідні форми, RACI	Керівник проєкту, служба замовника	C_t, Q	$Ieq \geq 0{,}8$
4. Регламентація координації	Щотижневі координаційні наради, календар погоджень, процедура при CI > 0,6	Генеральний підрядник	Op, Y	$CI \leq 0{,}3$; скорочення критичних відхилень
5. Ризик-резервування ресурсів	Резерв ресурсів за рахунок економії логістичних витрат	Фінансова та логістична служби	Res, Y	$Rk_t \leq Res_t$
6. Мотиваційне закріплення	D̃ у KPI керівника; постпроєктний аналіз	Директор підприємства	Mmot, D	$\tilde{D} \geq 1{,}10$

(розроблено автором)

Реалізація напрямів потребує чіткого розподілу ролей між учасниками будівельно-інвестиційного проєкту в синергетичній системі координації. Кожен учасник є одночасно джерелом і споживачем інформації, тому його функції визначаються не лише договірними зобов’язаннями, а й участю в спільному цифровому контурі (табл. 3.9).

Контроль реалізації напрямів здійснюється через дашборд програмного продукту SmartLoad-DSS, на якому щотижня відображаються індикатори

табл. 3.8: коефіцієнт завантаження, повнота даних, індекс адаптаційної рівноваги, індекс конфліктності ключових пар стейкхолдерів, співвідношення ризикового навантаження та ресурсної забезпеченості, а також інтегрований індекс якості рішень. Вихід будь-якого індикатора за цільове значення ініціює коригувальну дію відповідального виконавця і фіксується в журналі рішень, що забезпечує замкнений цикл «вимірювання – аналіз – коригування – оновлення моделі».

Таблиця 3.9

Ролі учасників проєкту в синергетичній системі координації

Учасник	Функція в системі координації	Інформаційний внесок	Показник участі
Замовник (девелопер)	Затвердження стратегічних рішень, розподіл ризик-резерву	Інвестиційні параметри, рішення щодо змін обсягів	Строк затвердження рішень
Керівник проєкту	Ухвалення рішень за сигналами високого пріоритету, контроль A_t і $\tilde{D}$	Управлінські рішення, пріоритети робіт	A_t, $\tilde{D}$
Генеральний підрядник	Тижневе планування робіт, координація субпідрядників	Фактичне виконання, відхилення графіка	Частка виконаних запланованих завдань
Субпідрядники	Виконання робіт, своєчасне повідомлення про обмеження	Обмеження фронту робіт, потреба в ресурсах	Кількість критичних відхилень
Проєктувальник (BIM-менеджер)	Підтримка спільного середовища даних, оцінка змін проєктних рішень	Оновлення моделі, наслідки змін	Z_t, строк опрацювання запитів
Постачальники	Поставки за графіком, інформування про затримки	Статус поставок	Відхилення строків поставок

(розроблено автором на основі [1, 18, 92])

Синергетичний характер напрямів проявляється в тому, що кожен з них впливає одночасно на кілька складових моделі (табл. 3.10). Найбільшу кількість зв’язків мають упорядкування інформаційного контуру, спільне

середовище даних і регламентація координації, тому їх доцільно впроваджувати першочергово.

Важливою умовою стійкості досягнутого впорядкованого режиму є раннє виявлення ознак регресу. Сигналами раннього попередження є зростання коефіцієнта завантаження понад 0,9 протягом двох тижнів поспіль, зниження частки рішень, забезпечених даними, нижче 0,8, наближення ризикового навантаження до ресурсної забезпеченості та зростання індексу конфліктності будь-якої ключової пари стейкхолдерів понад 0,3. У разі появи таких сигналів керівник проєкту ініціює позачергову координаційну нараду, перегляд порогів маршрутизації та, за потреби, тимчасовий перехід до гібридної конфігурації структури управління.

Таблиця 3.10

Вплив напрямів удосконалення на складові моделі

Напрям	A_t	Ψ	Q	C_t	Op	Res	Y	D
1. Упорядкування інформаційного контуру	↓	↑	↑	–	–	–	–	↑
2. Спільне середовище даних	↓	↑	↑	↑	–	–	–	↑
3. Адаптація структури до фаз	–	–	↑	↑	↑	–	↑	↑
4. Регламентація координації	↓	↑	↑	↑	↑	–	↑	↑
5. Ризик-резервування ресурсів	–	–	–	–	–	↑	↑	↑
6. Мотиваційне закріплення	–	–	↑	–	↑	–	–	↑

(розроблено автором; ↑ — зростання, ↓ — зниження показника)

Впровадження напрямів доцільно здійснювати поетапно. На першому етапі (1–2 місяці) налаштовуються модуль пріоритезації сигналів і спільне середовище даних, оскільки вони забезпечують інформаційну основу для інших напрямів. На другому етапі (3–4 місяці) регламентуються координаційна взаємодія та розподіл відповідальності за матрицею RACI відповідно до поточної фази будівництва. На третьому етапі (5–6 місяців) формуються ризик-резерв ресурсів і мотиваційна система. Надалі

здійснюється щотижневе калібрування параметрів моделі та щоквартальний перегляд імовірностей сценаріїв за даними програмного продукту SmartLoad-DSS.

Послідовність і тривалість етапів впровадження напрямів подано на рис. 3.13.

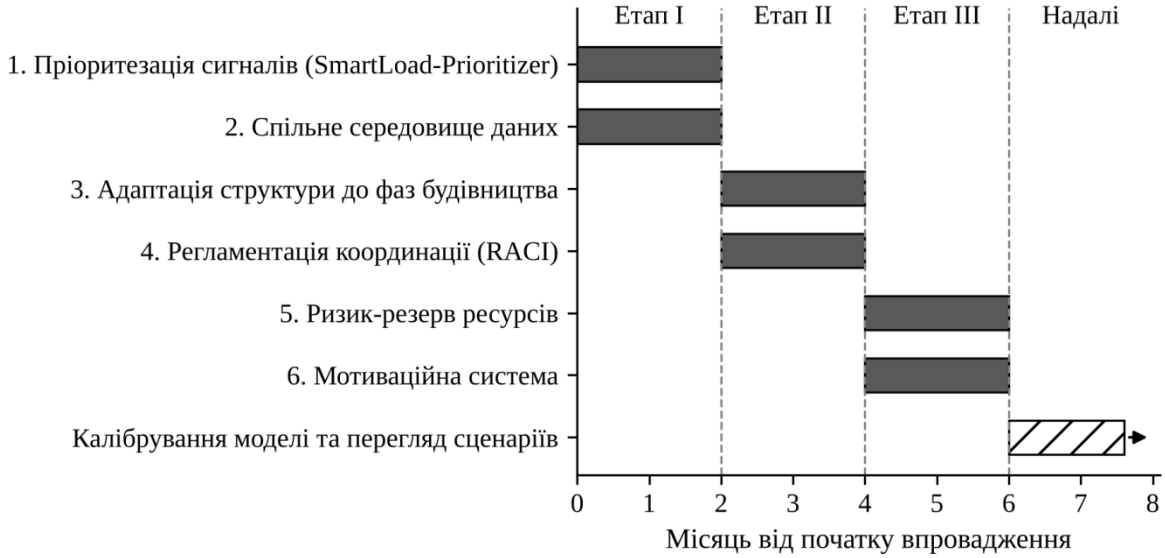


Рис. 3.13. Дорожня карта впровадження напрямів удосконалення управлінської системи проєкту

(розроблено автором)

Спрямованість дії напрямів, пов’язаних з координацією учасників, узгоджується також з результатами їх використання в Інституті місцевого розвитку, який здійснює консультаційний супровід будівельно-інвестиційних проєктів. За даними Інституту (додаток А), запровадження алгоритму сценарно-цифрової оптимізації та інструментарію адаптивного коригування управлінських впливів супроводжувалося підвищенням індексу координації учасників проєкту на 22,3 %, зниженням рівня інформаційної асиметрії на 27,1 %, скороченням кількості управлінських конфліктів на 16,8 % і підвищенням рівня виконання контрольних проєктних показників на 14,6 %. Ці показники визначено Інститутом за власними даними супроводу проєктів як відносні зміни показників за власною методикою (порівняння звітного

періоду з базовим, підрозділ 4.3); вони не входять до розрахунку моделі й мають підтверджувальний характер. Їх спрямованість узгоджується з причинно-наслідковими зв’язками, наведеними в табл. 3.7: упорядкування інформаційного контуру та регламентація координації зменшують асиметрію і конфліктність, що підвищує структурну синхронізацію.

Комплексна реалізація напрямів спрямована на утримання управлінської системи в межах базового сценарію, для якого індекс якості рішень становить 1,216, і на зниження ймовірності песимістичного сценарію. За результатами сценарного розрахунку (табл. 3.5) навіть у песимістичному сценарії якість рішень перевищує базовий рівень на 10,1 %, що підтверджує здатність запропонованої системи зберігати керованість за несприятливих умов воєнного стану. Обмеженням напрямів є потреба в цифровій інфраструктурі та навичках роботи з нею в усіх ключових учасників проєкту, тому для субпідрядників з низьким рівнем цифровізації необхідний перехідний період із дублюванням каналів обміну інформацією.

Отже, у підрозділі на основі синергетичного підходу обґрунтовано напрями удосконалення управлінської системи будівельно-інвестиційного проєкту. Запропоновано коефіцієнт синергії, який для ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» становить 1,049; синергетична складова забезпечує 1,0 відсоткового пункту приросту якості рішень. Визначено причинно-наслідкові зв’язки між складовими моделі та шість напрямів удосконалення — упорядкування інформаційного контуру, спільне середовище даних, адаптацію структури до фаз життєвого циклу, регламентацію координації, ризик-резервування ресурсів і мотиваційне закріплення результатів — з відповідальними виконавцями, індикаторами контролю та етапами впровадження. Реалізація цих напрямів забезпечує перехід управлінської системи проєкту від реактивного до узгодженого режиму координації учасників.

Висновки до розділу 3

1. Побудовано багатофакторну модель прийняття управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах, яка поєднує шість індикаторних шарів, матрицю міжшарових взаємодій та інтегральний цифровий індекс IDDI з динамічним блоком «інформаційне навантаження – когнітивна реакція – ймовірність раціонального вибору – структурна синхронізація – якість рішення». У моделі перевантаження управлінської ланки інформацією та перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом знижують якість рішень. Оптимізаційна постановка передбачає вибір управлінських параметрів, що максимізують очікувану якість рішень за трьома сценаріями з урахуванням обмежень проєкту організації будівництва та проєкту виконання робіт.

2. Апробація моделі на даних ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» показала зростання якості організаційно-управлінських рішень в індексній оцінці на 21,6 % порівняно з базовим періодом (лінійна оцінка — 12,8 %), причому кожен первинний показник входить до розрахунку один раз. Результат стійкий до зміни параметрів, вагових коефіцієнтів і похибок вихідних даних — відхилення не перевищують 3 %. Очікуване значення інтегрованого індексу за сценаріями 2026 р. становить 1,208, у песимістичному сценарії — 1,101. Розроблений програмний продукт SmartLoad-DSS забезпечує відтворюваність розрахунків і пріоритезацію управлінських сигналів.

3. На основі синергетичного підходу запропоновано коефіцієнт синергії складових моделі, який для ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» становить 1,049; синергетична складова забезпечує 1,0 відсоткового пункту приросту якості рішень. Обґрунтовано шість напрямів удосконалення управлінської системи проєкту — упорядкування інформаційного контуру, спільне середовище даних, адаптацію структури до фаз життєвого циклу, регламентацію координації, ризик-

резервування ресурсів і мотиваційне закріплення результатів — з відповідальними виконавцями, індикаторами контролю та етапами впровадження.

Результати досліджень, наведених у розділі 3, висвітлено в публікаціях [96; 100; 106; 107] та апробовано на наукових заходах [108; 109].

РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У БУДІВЕЛЬНО-ІНВЕСТИЦІЙНОМУ ПРОЄКТІ

4.1. Характеристика реального будівельно-інвестиційного проєкту та визначення вихідних управлінських параметрів

Практичну реалізацію оптимізаційної моделі організаційно-управлінських рішень здійснено на будівельно-інвестиційному проєкті будівництва житлового комплексу з вбудовано-прибудованими приміщеннями обслуговування та паркінгами на перетині вулиць Івана Пулюя та Федора Ернста в Солом'янському районі м. Києва, генеральним підрядником якого є ТОВ «Будівельна фірма «Альфа-Сервіс»» (код ЄДРПОУ 22965175) [82; 83]. Підприємство зареєстроване в 1995 р., основним видом його діяльності є будівництво житлових і нежитлових будівель (КВЕД 41.20); воно має досвід виконання робіт для державних замовників, зокрема надання послуг будівельної техніки для Національної академії внутрішніх справ (2017 р.) [82], яка є замовником будівництва зазначеного об'єкта. Як генеральний підрядник підприємство має власний замкнений контур управлінських рішень — від планування робіт і ресурсного забезпечення до координації субпідрядників і приймання виконаних робіт, — що робить його показовим об'єктом для апробації моделі: рішення операційного й тактичного рівнів ухвалюються в межах однієї організаційної системи, а рішення інвестиційного рівня узгоджуються із замовником.

Фінансова структура підприємства, проаналізована в підрозділі 2.1 за даними звітності за 2020 р., характеризується доходом від реалізації 8843,3 тис. грн, активами 69176,9 тис. грн, зобов'язаннями 51623,8 тис. грн, коефіцієнтом автономії 0,254 та коефіцієнтом оборотності активів 0,128 [82]. Оскільки це остання оприлюднена фінансова звітність підприємства, для періоду апробації використано дані управлінського обліку за проєктом

(додаток Г). Висока частка позикових джерел і тривалий цикл обороту активів, притаманний будівництву багатофункціональних житлових об’єктів, зумовлюють чутливість підприємства до затримок управлінських рішень: кожне порушення графіка робіт подовжує період, протягом якого вкладені кошти не генерують доходу, і збільшує витрати на обслуговування зобов’язань. Тому якість і своєчасність організаційно-управлінських рішень для підприємства мають безпосередній фінансовий вимір.

Реалізація проєкту відбувається в умовах відновлення будівельної активності в Україні після спаду 2022 р. За даними Державної служби статистики України, у січні–липні 2025 р. обсяг виконаних будівельних робіт становив 117,7 млрд грн, що у фактичних цінах на 16,1 % більше, ніж за відповідний період 2024 р. (індекс будівельної продукції у порівнянних цінах — 110 %), а обсяги зведення нежитлових будівель у фактичних цінах зросли на 36,4 % (індекс у порівнянних цінах — 128,7 %) [110]. Відновлення будівельної активності супроводжується посиленням конкуренції за субпідрядників, будівельну техніку та матеріали, що підвищує ризики затримок поставок і збільшує кількість управлінських рішень, які необхідно ухвалювати в стислі строки. Додатковими чинниками невизначеності є перебої енергопостачання, зупинки робіт під час повітряних тривог і дефіцит робітничих кадрів, зумовлені воєнним станом.

Житловий комплекс з вбудовано-прибудованими приміщеннями обслуговування та паркінгами реалізується у формі будівельно-інвестиційного проєкту з повним життєвим циклом: від інвестиційного обґрунтування та проєктування до будівництва, введення в експлуатацію та подальшого використання приміщень. Організація будівництва ґрунтується на проєкті організації будівництва та проєкті виконання робіт, які відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 визначають склад і черговість робіт, календарний план, потребу в ресурсах і будівельний генеральний план [25]. Право на виконання будівельних робіт і прийняття об’єкта в експлуатацію набувається в порядку, встановленому Законом України «Про регулювання містобудівної

діяльності» залежно від класу наслідків об’єкта [26]. Фази та етапи будівництва житлового комплексу, ключові управлінські рішення кожного етапу та точки контролю, що використовуються в моделі, наведено в табл. 4.1. Організаційно-технологічна документація проєкту задає обмеження оптимізаційної задачі (3.13). Директивна тривалість будівництва Тдир і черговість основних етапів встановлюються календарним планом у складі проєкту організації будівництва; кошторисна вартість Скошт — проєктно-кошторисною документацією; доступні обсяги ресурсів $R_{kt}max$ — графіками потреби в робітниках, машинах і механізмах, матеріалах і конструкціях; множина технологічних зв’язків між роботами Р — технологічними картами і календарним графіком проєкту виконання робіт [25].

Таблиця 4.1

Фази будівництва житлового комплексу, ключові управлінські рішення та точки контролю

Фаза (етап)	Склад робіт	Ключові управлінські рішення	Точка контролю моделі
Підготовча	Інженерна підготовка майданчика, тимчасові споруди і мережі	Вибір субпідрядників, затвердження ПВР, будгенплану	Ieq, CI замовник – генпідрядник
Нульовий цикл	Земляні роботи, фундаменти, підземна частина	Узгодження черговості робіт, графік поставок бетону й арматури	A_t, критичні відхилення
Надземна частина	Каркас, перекриття, огороджувальні конструкції, покрівля	Розподіл техніки і бригад між захватками, контроль критичного шляху	A_t, Op, Rk ≤ Res
Внутрішні інженерні системи	ОВК, електропостачання, слабкострумові системи, водопостачання	Координація кількох субпідрядників, зміни проєктних рішень (BIM)	Z_t, CI між субпідрядниками
Оздоблювальні роботи і благоустрій	Внутрішнє оздоблення, фасад, благоустрій території	Пріоритезація фронтів робіт, приймання робіт	Q, D̃
Введення в експлуатацію	Пусконалагодження, підготовка виконавчої документації	Усунення зауважень, передача приміщень	D̃, ризик регуляторних затримок

(розроблено автором на основі [1, 25, 26])

Отже, будь-яке управлінське рішення, сформоване моделлю, перевіряється на допустимість щодо цих документів, а їх оновлення автоматично змінює межі допустимих рішень.

Вихідні параметри об’єкта, що визначають обмеження (3.13), встановлено за дозвільною та організаційно-технологічною документацією. За даними Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва об’єкт зареєстровано як будівництво житлового комплексу з вбудовано-прибудованими приміщеннями обслуговування та паркінгами (документи КВ 164163650426 від 30.12.2016 і КВ 162173171981 від 13.11.2017; другим документом зафіксовано зміну функціонального призначення раніше запроєктованого офісного комплексу на багатоквартирний житловий будинок); замовником будівництва є Національна академія внутрішніх справ, генеральним підрядником — ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»». Конструктивна схема будинку — каркасна, що визначає технологічну черговість робіт за захватками. Директивна тривалість будівництва, кошторисна вартість і граничні обсяги ресурсів є параметрами проєкту організації будівництва та зведеного кошторисного розрахунку, які в моделі використовуються як межі допустимих рішень. Оскільки модель змінює порядок оброблення управлінських сигналів, а не обсяги й черговість будівельних робіт, виконання обмежень перевіряється у відносній формі — як незбільшення прогнозної тривалості, витрат і потреби в ресурсах порівняно з базовим періодом (підрозділ 4.2).

Зв’язок управлінських рішень з календарним планом формалізовано через резерви часу робіт. Якщо рішення щодо роботи і ухвалюється з тривалістю погодження τ_i, а повний резерв часу цієї роботи за календарним планом становить TF_i, то зсув строку завершення будівництва, спричинений погодженням, визначається як $\Delta T = \Sigma \max(0; \tau_i - TF_i)$, де підсумовування виконується за роботами, щодо яких у звітному періоді ухвалювалися рішення. Для робіт критичного шляху $TF_i = 0$, тому кожен день погодження рішення безпосередньо переноситься на строк введення об’єкта в

експлуатацію; для некритичних робіт зсув виникає лише тоді, коли тривалість погодження перевищує резерв. Тому скорочення середньої тривалості погодження рішень найбільше впливає на дотримання директивного строку на роботах нульового циклу, надземної частини, внутрішніх інженерних систем та оздоблення, через які проходить критичний шлях.

Множина технологічних зв’язків P для багатоквартирних житлових будинків каркасного типу з вбудовано-прибудованими приміщеннями формується за укрупненою послідовністю: інженерна підготовка майданчика → земляні роботи та фундаменти → підземна частина → каркас і перекриття надземної частини захватками → огороджувальні конструкції та покрівля → внутрішні інженерні системи → оздоблювальні роботи й фасад → благоустрій → пусконалагоджувальні роботи; для житлового комплексу ця послідовність конкретизується в ПВР і технологічних картах. Монтаж інженерних систем і оздоблення можуть суміщатися з каркасними роботами на вищих поверхах, що зумовлює одночасну роботу кількох субпідрядників і зростання інформаційного навантаження саме на цих фазах.

Критичний шлях будівництва житлового комплексу проходить через роботи нульового циклу, надземної частини, внутрішніх інженерних систем та оздоблення, тому відхилення саме на цих етапах безпосередньо впливають на строк введення об’єкта в експлуатацію. Найбільша кількість учасників і, відповідно, найвище інформаційне навантаження на управлінську ланку спостерігаються на етапі влаштування внутрішніх інженерних систем, коли паралельно працюють кілька спеціалізованих субпідрядників, а зміни проєктних рішень потребують швидкого узгодження. Тому саме на цьому етапі вимоги до пріоритезації сигналів і повноти даних у спільному середовищі є найвищими.

Специфіка управлінських рішень змінюється від фази до фази. На підготовчій фазі рішення мають переважно стратегічний і договірний характер: вибір субпідрядників, затвердження проєкту виконання робіт і

будівельного генерального плану визначають умови всієї подальшої реалізації, тому їх помилки мають найбільший відкладений ефект. На фазі нульового циклу та зведення надземної частини домінують оперативні рішення щодо розподілу техніки, бригад і поставок між захватками, а основною вимогою є своєчасність. На фазі влаштування внутрішніх інженерних систем зростає частка рішень, що потребують узгодження між кількома учасниками, — суміщення трас інженерних мереж, зміни обладнання, порядок доступу субпідрядників до приміщень, тому вирішального значення набувають повнота даних і координація. На фазах оздоблення та введення в експлуатацію переважають рішення щодо приймання робіт, усунення зауважень і підготовки виконавчої документації, від яких залежить строк отримання доходу від використання об’єкта.

Функціональні служби підприємства в матричній конфігурації виконують такі ролі. Виробничо-технічний відділ відповідає за проєкт виконання робіт, технологічну черговість і контроль якості та формує сигнали про відхилення графіка. Служба постачання і логістики планує поставки відповідно до календарного плану і є джерелом сигналів про затримки поставок. Кошторисно-договірний відділ контролює відповідність витрат кошторису та договірним умовам і генерує сигнали про перевищення кошторисних статей. BIM-менеджер та IT-служба підтримують спільне середовище даних, опрацьовують запити на зміни проєктних рішень і забезпечують функціонування програмного продукту SmartLoad-DSS. Керівник проєкту ухвалює рішення за сигналами високого пріоритету й узгоджує дії функціональних служб і генерального підрядника.

Відповідно до результатів застосування методики побудови адаптивних організаційних структур (підрозділ 2.2, табл. 2.7), для фази будівництва обрано матричну конфігурацію управління, у якій функціональні служби підприємства — виробничо-технічний відділ, служба постачання і логістики, кошторисно-договірний відділ, BIM-менеджер та IT-служба — взаємодіють з фронтами робіт, організованими генеральним підрядником відповідно до

проєкту виконання робіт (рис. 4.1). Точки перетину функціональних і проєктних ліній є точками спільної відповідальності, у яких формується найбільша кількість управлінських сигналів.

Розподіл відповідальності за ключові типи управлінських рішень між учасниками проєкту закріплено матрицею RACI (табл. 4.2), у якій R — виконує, A — затверджує і несе відповідальність, C — консультує, I — інформується [18]. Матриця усуває невизначеність щодо того, хто ініціює, погоджує та контролює рішення, і скорочує кількість повторних погоджень.

Ризики проєкту ідентифіковано за етапами життєвого циклу з урахуванням умов воєнного стану, які зумовлюють специфічні для українського будівництва ризики перебоїв енергопостачання та зупинок робіт під час повітряних тривог. Ранги ризиків встановлено за силою їх впливу на роботи критичного шляху, а вагові коефіцієнти визначено за правилом Фішберна (2.6) для n = 6 (табл. 4.3).

Для кожної категорії ризиків визначено основну стратегію реагування. Ризики затримок поставок знижуються формуванням графіка поставок з резервом часу на роботах критичного шляху, диверсифікацією постачальників і створенням ризик-резерву ресурсів. Ризики змін проєктних рішень зменшуються завдяки попередній перевірці змін у BIM-моделі на колізії та вплив на суміжні роботи до їх затвердження. Координаційні ризики регулюються тижневим плануванням спільно з субпідрядниками і процедурою випереджувального узгодження за значення індексу конфліктності понад 0,6. Воєнні ризики компенсуються резервними джерелами енергопостачання, плануванням робіт з урахуванням можливих зупинок і перенесенням некритичних робіт на періоди простою. Технологічні та регуляторні ризики контролюються через вхідний і операційний контроль якості та своєчасну підготовку документації для дозвільних процедур [30; 31].

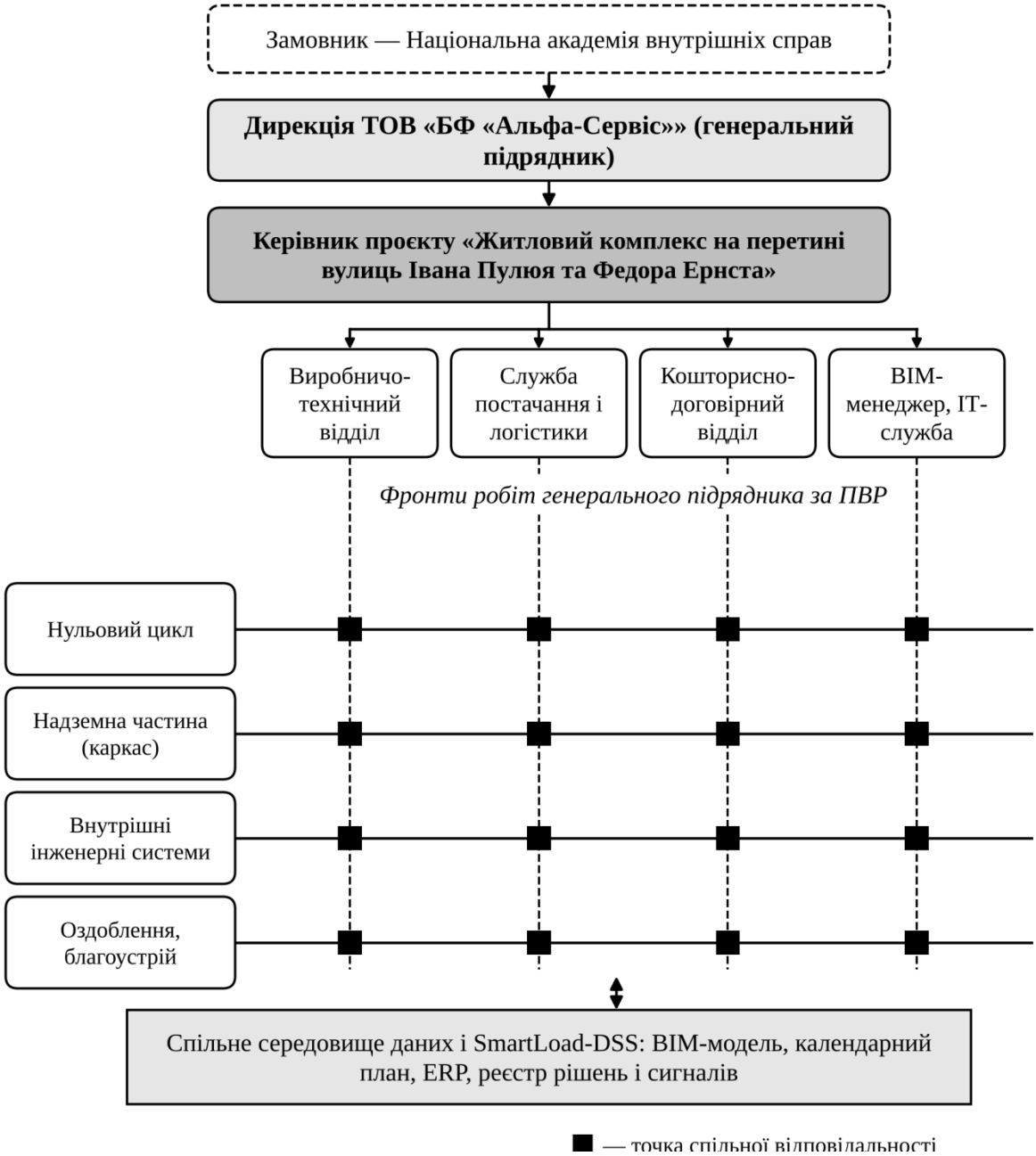


Рис. 4.1. Матрична організаційна конфігурація управління проєктом будівництва житлового комплексу ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»»

(розроблено автором на основі [1, 9])

Інтегральне ризикове навантаження проєкту, що входить до моделі як показник Rk, визначається як зважена сума нормованих індикаторів ризику:

$$Rk_t = \sum_{i=1}^{6} w_i \cdot \tilde{r}_{it}\,, \tag{4.1}$$

де $\tilde{r}_{it}$ — нормований відносно базового періоду ключовий індикатор і-го ризику в періоді t; w_i — ваговий коефіцієнт ризику (табл. 4.3). За такого

нормування Rk = 1 у базовому періоді, а зниження показника свідчить про зменшення ризикового навантаження.

Таблиця 4.2

Матриця відповідальності за ключові управлінські рішення проєкту

Тип рішення	Дирекція (замовник)	Керівник проєкту	Генеральний підрядник	Функціональні служби	BIM-менеджер
Зміна обсягів і кошторисної вартості	A	R	C	C	I
Зміна черговості робіт і календарного плану	I	A	R	C	C
Вибір і заміна субпідрядника	A	R	C	C	I
Зміна проєктного рішення	I	A	C	C	R
Перерозподіл ресурсів між фронтами робіт	I	A	R	C	I
Коригування порогів маршрутизації сигналів	I	A	C	I	R

(розроблено автором на основі [18])

Таблиця 4.3

Реєстр ризиків проєкту будівництва житлового комплексу

Категорія ризику	Етапи найбільшого прояву	Ключовий індикатор ризику (KRI)	Ранг	Вага w_i
Затримки поставок конструкцій і матеріалів	Надземна частина, інженерні системи	Відхилення строків поставок від графіка	1	0,286
Зміни проєктних рішень	Інженерні системи, оздоблення	Кількість змін, погоджених з порушенням строку	2	0,238
Координаційні (конфлікти субпідрядників)	Інженерні системи	Індекс конфліктності CI	3	0,190
Воєнні (перебої енергопостачання, повітряні тривоги)	Усі етапи	Втрати робочого часу через зупинки робіт	4	0,143
Технологічні (дефекти, переробки)	Нульовий цикл, надземна частина	Кількість актів на переробку	5	0,095
Регуляторні	Підготовча фаза, введення в експлуатацію	Затримки дозвільних процедур	6	0,048

(розроблено автором на основі [25, 30, 31])

На рівні підприємства в базовому періоді ключові індикатори ризику за категоріями табл. 4.3 окремо не фіксувалися, тому для апробації як агрегований індикатор ризикового навантаження використано кількість критичних відхилень від проєктних параметрів, яка відображає сукупний прояв ризиків усіх категорій (табл. 3.3); у штрафній складовій (3.10) цей показник застосовується лише для перевірки умови $Rk \leq Res$, а після накопичення даних реєстру ризиків Rk обчислюється за формулою (4.1).

Інформаційні потоки проєкту формуються в спільному середовищі даних, до якого надходять дані ERP-системи щодо витрат і закупівель, календарний план із прив'язкою до елементів BIM-моделі, журнал технологічних відхилень, реєстр змін проєктних рішень і реєстр управлінських рішень із датами ініціювання та погодження. Сигнали класифікуються модулем SmartLoad-Prioritizer за шістьма класами (рис. 3.10) і маршрутизуються на рівень керівника проєкту, начальника ділянки або автоматичної обробки. Цей контур забезпечує вимірювання вхідних змінних моделі: кількості сигналів $G\tau$, сценарної мінливості $V\tau$, ризикового навантаження $H\tau$, повноти даних Z_t і тривалості погодження рішень, що визначає коефіцієнт завантаження A_t.

Процес обробки сигналів і ухвалення управлінських рішень у цифровому контурі проєкту подано на рис. 4.2. Кожне рішення фіксується в реєстрі з датами надходження сигналу та ухвалення рішення, що дає змогу обчислювати тривалість погодження і коефіцієнт завантаження управлінської ланки, а оновлені показники через зворотний зв'язок використовуються для коригування порогів маршрутизації та параметрів моделі.

Структура сигналів змінюється відповідно до фаз будівництва. На фазах нульового циклу та зведення надземної частини переважають сигнали про відхилення графіка робіт на критичному шляху та затримки поставок бетону, арматури й металоконструкцій, що мають найвищий пріоритет. На фазі влаштування внутрішніх інженерних систем зростає частка запитів на

зміну проєктних рішень та інформаційних запитів субпідрядників, більшість яких має середній або низький пріоритет і не потребує участі керівника проєкту. На фазах оздоблення та введення в експлуатацію збільшується кількість сигналів щодо приймання робіт і перевищення кошторисних статей. Тому пороги маршрутизації та параметри класів сигналів переглядаються на межах фаз одночасно з перебудовою організаційної конфігурації.

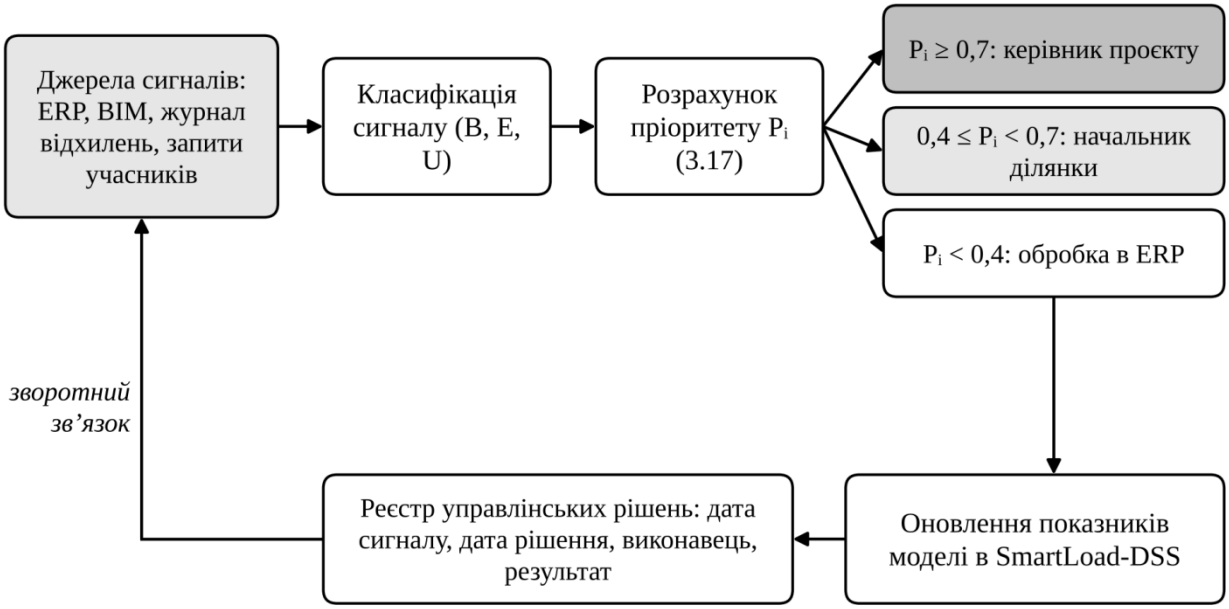


Рис. 4.2. Процес обробки сигналів і ухвалення управлінських рішень у цифровому контурі проєкту

(розроблено автором)

Управлінський цикл проєкту має тижневу періодичність. На початку тижня проводиться координаційна нарада за даними дашборду SmartLoad-DSS, на якій узгоджуються план робіт на тиждень, перелік обмежень і відповідальних за їх усунення. Протягом тижня сигнали обробляються відповідно до маршрутизації, а рішення фіксуються в реєстрі. Наприкінці тижня оновлюються показники моделі, аналізуються відхилення від плану та формуються пропозиції щодо коригування. Щомісяця керівник проєкту звітує дирекції про значення індексу якості управлінських рішень та

індикаторів табл. 3.8, а щокварталу переглядаються ймовірності сценаріїв і параметри моделі.

Збирання даних для моделі здійснюється щотижня. Відповідальним за повноту реєстру управлінських рішень є керівник проєкту, за журнал технологічних відхилень — виробничо-технічний відділ, за дані про поставки — служба постачання, за актуальність BIM-моделі та календарного плану — BIM-менеджер. Якість даних забезпечується автоматичним контролем повноти обов'язкових полів реєстру та щомісячною вибірковою перевіркою відповідності записів первинним документам. Такий порядок забезпечує відтворюваність розрахунків і можливість подальшого калібрування параметрів моделі за фактичними даними проєкту.

Джерела даних, періодичність їх оновлення та відповідальних за кожну змінну моделі на рівні проєкту наведено в табл. 4.4.

Для оцінювання конфліктогенності за індексом CI (2.18) визначено три ключові пари стейкхолдерів, взаємодія яких найбільше впливає на дотримання строків: замовник – генеральний підрядник (розбіжність цілей щодо вартості та строків), генеральний підрядник – субпідрядники внутрішніх інженерних систем (асиметрія часових горизонтів і доступ до фронтів робіт) та проєктувальник – субпідрядники (непрозорість змін проєктних рішень). Для цих пар індикатори D_1–D_4 оцінюються щомісяця, а значення CI понад 0,6 є підставою для позачергової координаційної наради.

Вихідні управлінські параметри проєкту, які використовуються для розрахунку ефективності рішень до та після застосування оптимізаційної моделі, наведено в табл. 4.5. Значення складових моделі в базовому періоді нормовано до одиниці, параметри моделі прийнято відповідно до розділу 3, а цільові значення індикаторів — відповідно до напрямів удосконалення управлінської системи (табл. 3.8).

Оскільки повноцінний цифровий реєстр управлінських рішень і сигналів формується з моменту впровадження цифрового контуру, значення складових моделі для базового періоду визначено в індексній формі на рівні

підприємства за показниками, наведеними в табл. 3.3. Після впровадження цифрового контуру дані накопичуються щотижня, що дає змогу надалі калібрувати параметри моделі на рівні окремого проєкту та етапів його реалізації. Значення повноти даних Z_t, структурної узгодженості C_t та індексу конфліктності CI для базового періоду не вимірювалися, оскільки відповідні реєстри формуються з моменту впровадження цифрового контуру; для них встановлено цільові значення, а фактичні значення фіксуються в реєстрі даних (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Джерела даних для змінних моделі на рівні проєкту

Змінна моделі	Джерело даних	Періодичність	Відповідальний
Gτ — цифрові сигнали	Реєстр сигналів SmartLoad-Prioritizer	Щоденно	ІТ-служба
Vτ — сценарна мінливість	Журнал змін цін, строків поставок, погоджень	Щотижня	Служба постачання, кошторисно-договірний відділ
Hτ, Rk_t — ризикове навантаження	Реєстр ризиків, журнал технологічних відхилень	Щотижня	Виробничо-технічний відділ
A_t — коефіцієнт завантаження	Реєстр управлінських рішень (тривалість погодження)	Щотижня	Керівник проєкту
Z_t — повнота даних	Реєстр рішень, спільне середовище даних	Щотижня	BIM-менеджер
C_t — структурна узгодженість	Штатний розклад проєкту, матриця RACI	Щомісяця	Керівник проєкту
Inv, Op, Res — шари моделі	ERP-система, календарний план, акти виконаних робіт	Щомісяця	Кошторисно-договірний відділ
CI — конфліктність	Опитування учасників, протоколи нарад	Щомісяця	Керівник проєкту

(розроблено автором)

Цільові значення індикаторів обґрунтовано так. Межа $A_t \leq 0{,}9$ забезпечує резерв пропускної спроможності управлінської ланки не менше 10 %, достатній для опрацювання позапланових сигналів без порушення нормативних строків; за результатами апробації (табл. 3.4) досягнуте значення 0,857 відповідає цій вимозі. Межі $Z_t \geq 0{,}8$ та $Ieq \geq 0{,}8$ означають, що не менше 80 % рішень ухвалюються на підставі даних спільного середовища,

а середнє відхилення структурних параметрів від обраної конфігурації не перевищує 20 %. Межа CI ≤ 0,3 відповідає низькому рівню конфліктогенності за шкалою табл. 2.8. Межа $\tilde{D} \geq 1{,}10$ відповідає нижній межі песимістичного сценарію (табл. 3.5) і є мінімальним рівнем якості управлінських рішень, який має бути збережений за несприятливих умов.

Таблиця 4.5

Вихідні управлінські параметри проєкту

Параметр	Позначення	Значення в базовому періоді	Цільове значення	Джерело (метод)
Коефіцієнт завантаження управлінського персоналу	A_t	1,000	≤ 0,9	(3.8); нормування за Ωпр
Когнітивна реакція	Ψ_t	0,625	зростання	(3.8) за ρ = 0,6
Повнота даних	Z_t	базовий рівень	≥ 0,8	реєстр рішень
Структурна узгодженість	C_t = Ieq	базовий рівень	≥ 0,8	(2.9)
Ризикове навантаження	Rk_t	1,000	≤ Res_t	(4.1)
Індекс конфліктності ключових пар стейкхолдерів	CI	—	≤ 0,3	(2.18)
Індекс якості управлінських рішень	$\tilde{D}$	1,000	≥ 1,10	(3.14)
Вагові коефіцієнти α (Ψ; Q; IDDI)	α	0,333; 0,500; 0,167	—	правило Фішберна (2.6); ранги: Q – 1, Ψ – 2, IDDI – 3
Вагові коефіцієнти μ (St; Inv; Op)	μ	0,167; 0,333; 0,500	—	правило Фішберна (2.6); ранги: Op – 1, Inv – 2, St – 3
Коефіцієнти чутливості та деструкції	ρ; η	0,6; 0,5	—	експертне значення; аналіз чутливості (підрозділи 3.2, 4.2)

(розроблено автором)

Отже, проєкт будівництва інженерних систем і переважанням ризиків постачання та змін проєктних рішень. Для нього обґрунтовано матричну конфігурацію управління, закріплено розподіл відповідальності за ключовими рішеннями, сформовано реєстр ризиків з ваговими коефіцієнтами

та визначено вихідні управлінські параметри й цільові значення індикаторів. житлового комплексу ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» характеризується нормативно заданою технологічною черговістю робіт, найвищим інформаційним навантаженням на етапі влаштування внутрішніх Сформована характеристика є основою для розрахункової оцінки ефективності управлінських рішень до та після застосування оптимізаційної моделі.

4.2. Розрахункова оцінка ефективності управлінських рішень до та після застосування оптимізаційної моделі

Розрахункова оцінка ефективності управлінських рішень на проєкті будівництва житлового комплексу ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» має на меті визначити, якою мірою застосування оптимізаційної моделі (3.12)–(3.14) змінює якість організаційно-управлінських рішень порівняно з традиційною практикою управління, та обґрунтувати вибір раціональної конфігурації управлінських заходів на рівні об’єкта. На відміну від підрозділу 3.2, де за тими самими показниками управлінського обліку (табл. 3.3) обчислено інтегрований індекс якості рішень, у цьому підрозділі на цих даних порівнюються альтернативні конфігурації управлінських заходів, перевіряються організаційно-технологічні обмеження і визначаються межі стійкості для конкретного будівельно-інвестиційного проєкту з його фазами, організаційно-технологічними обмеженнями та реєстром ризиків, визначеними в підрозділі 4.1.

Оцінювання ґрунтується на порівнянні двох станів управлінської системи проєкту: базового, у якому рішення ухвалюються за традиційною схемою послідовних погоджень без цифрового контуру оброблення сигналів, та стану після застосування моделі, у якому діють матрична організаційна конфігурація (рис. 4.1), процес маршрутизації сигналів (рис. 4.2) та програмний модуль SmartLoad-DSS. Порівняння виконано в індексній формі

(3.14): значення кожної змінної моделі в базовому періоді прийнято за одиницю, а значення після застосування моделі обчислено як відношення виміряного показника до базового. Індексна форма забезпечує порівнянність складових, виміряних у різних одиницях, і дає змогу інтерпретувати приріст інтегрованого індексу $\tilde{D}$ понад одиницю як відносне підвищення якості управлінських рішень [18].

Методика розрахункової оцінки охоплює шість послідовних етапів: 1) фіксацію базового стану управлінської системи за параметрами табл. 4.5; 2) зіставлення виміряних показників проєкту зі змінними моделі; 3) розрахунок інтегрованого індексу якості рішень для альтернативних конфігурацій управлінських заходів; 4) вибір раціональної конфігурації за критерієм (3.12) з перевіркою організаційно-технологічних обмежень (3.13); 5) аналіз порогових значень і стійкості результату до погіршення умов реалізації проєкту; 6) інтерпретацію отриманих результатів для фаз будівництва житлового комплексу. Така послідовність відповідає логіці алгоритму сценарно-цифрової оптимізації, наведеного в підрозділі 3.1, і забезпечує відтворюваність розрахунків за наявності вихідних даних.

Вихідними даними для оцінювання є показники управлінської діяльності, зафіксовані ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» за період застосування моделі на проєкті (додаток Г; підсумкові значення підтверджено довідкою, додаток А): скорочення тривалості погодження управлінських рішень на 14,3 %, зростання продуктивності управлінських процесів на 12,4 %, зростання рентабельності будівельно-монтажних робіт на 8,7 %, зменшення кількості критичних відхилень від календарного плану на 16,1 %, скорочення логістичних витрат на 9,6 % та адміністративних витрат на 11,8 %. Кожен з цих показників відображає зміну певної змінної моделі, що дає змогу перейти від розрізнених результатів до узгодженої системи індексів (табл. 4.6).

Правила переходу до індексів обрано з урахуванням напряму впливу показника на якість рішень. Для показників, зростання яких є бажаним

(продуктивність, рентабельність), індекс дорівнює відношенню значення після застосування моделі до базового

Для показників, зменшення яких є бажаним (кількість критичних відхилень, логістичні витрати), застосовано обернене відношення, завдяки чому зростання індексу в усіх випадках означає поліпшення.

Таблиця 4.6

Відповідність виміряних показників проєкту змінним оптимізаційної моделі

Виміряний показник	Зміна, %	Змінна моделі	Правило переходу до індексу	Значення індексу
Тривалість погодження управлінських рішень	−14,3	A_t	$A_t = 1 - 0{,}143$	0,857
Когнітивна реакція управлінського персоналу	—	$\tilde{\Psi}$	$(1 + \rho A_0) / (1 + \rho A_t)$, $\rho = 0{,}6$	1,057
Продуктивність управлінських процесів	+12,4	$\tilde{Q}$	1 + 0,124	1,124
Цифрова інтеграція даних	—	IDDI	ідентифікується в міру накопичення даних цифрового контуру	1,000
Рентабельність будівельно-монтажних робіт	+8,7	Inv	1 + 0,087	1,087
Кількість критичних відхилень від календарного плану	−16,1	Op	1 / (1 − 0,161)	1,192
Логістичні витрати	−9,6	Res	1 / (1 − 0,096)	1,106
Адміністративні витрати	−11,8	обмеження Скошт	перевірка (3.13)	—

(розраховано автором за даними ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» (додаток А) та формулами (3.8), (3.14))

. Коефіцієнт завантаження управлінського персоналу A_t визначено за скороченням тривалості погодження рішень, оскільки за незмінної

пропускної спроможності управлінської ланки час опрацювання сигналів прямо пропорційний її завантаженню. Адміністративні витрати не входять до цільової функції, а використовуються для перевірки кошторисного обмеження задачі (3.13).

Індекс когнітивної реакції обчислено за формулою (3.8) у відносній формі: $\tilde{\Psi} = (1 + 0{,}6 \times 1{,}000) / (1 + 0{,}6 \times 0{,}857) = 1{,}600 / 1{,}514 = 1{,}057$. Отже, скорочення завантаження управлінського персоналу на 14,3 % підвищує здатність керівної ланки своєчасно реагувати на сигнали лише на 5,7 %, що зумовлено малою еластичністю когнітивної реакції за завантаженням: за $\rho = 0{,}6$ і $A_t = 0{,}857$ вона становить $\rho A_t / (1 + \rho A_t) \approx 0{,}34$, тобто зниження завантаження на 1 % підвищує Ψ лише приблизно на 0,34 %. Цей висновок має практичне значення: за прийнятих ваг подальше скорочення інформаційного навантаження нижче цільового рівня $A_t \leq 0{,}9$ дає менший приріст індексу якості рішень, ніж заходи щодо підвищення структурної синхронізації, вплив якої на $\tilde{D}$ є мультиплікативним.

Для вибору раціонального варіанта управління на рівні проєкту сформовано чотири конфігурації управлінських заходів u, які відрізняються складом впроваджених елементів моделі. Конфігурація u_0 відповідає базовому стану і слугує точкою відліку. Конфігурація u_1 охоплює лише структурні заходи: перехід до матричної організаційної конфігурації, закріплення відповідальності матрицею RACI (табл. 4.2) і формування ризик-резерву ресурсів за реєстром ризиків (табл. 4.3); ці заходи впливають на складові структурної синхронізації Y — інвестиційну Inv, операційну Op та ресурсну Res. Конфігурація u_2 охоплює лише інформаційні заходи: цифровий контур оброблення сигналів, пріоритезацію сигналів за правилом (3.17) та реєстр управлінських рішень; вони впливають на завантаження управлінського персоналу, когнітивну реакцію Ψ та ймовірність раціонального вибору Q. Конфігурація u_3 є комплексною і поєднує структурні та інформаційні заходи в єдиному сценарно-цифровому контурі управління.

Конфігурації u_1 і u_2 окремо не впроваджувалися, тому їх оцінки мають модельний (розрахунковий) характер: для u_1 складові $\tilde{Ψ}$ і $\tilde{Q}$ прийнято на базовому рівні, а $\tilde{Y}$ — на досягнутому; для u_2 — навпаки. Індекс IDDI для всіх конфігурацій за агрегованими даними проєкту прийнято рівним 1,000 (підрозділ 3.2). Для кожної конфігурації інтегрований індекс якості рішень обчислено за формулою (3.14), а очікуване значення E[D] — з урахуванням трьох сценаріїв розвитку умов реалізації проєкту на 2026 р. з імовірностями 0,5; 0,3 та 0,2, обґрунтованими в підрозділі 3.2 (табл. 4.7).

Розрахунок для конфігурації u_3 виконано так. Зважена сума складових становить $0{,}333 \times 1{,}057 + 0{,}500 \times 1{,}124 + 0{,}167 \times 1{,}000 = 0{,}352 + 0{,}562 + 0{,}167 = 1{,}081$. Індекс структурної синхронізації дорівнює $\tilde{Y} = 0{,}167 \times 1{,}000 + 0{,}333 \times 1{,}087 + 0{,}500 \times 1{,}192 = 0{,}167 + 0{,}362 + 0{,}596 = 1{,}125$; ризикове навантаження не перевищує ресурсного резерву (Res = 1,106), тому множник деструкції дорівнює одиниці. Звідси $\tilde{D} = 1{,}081 \times 1{,}125 = 1{,}216$. Для конфігурації u_1 зважена сума складових дорівнює одиниці, тому $\tilde{D} = \tilde{Y} = 1{,}125$, а для конфігурації u_2 структурна синхронізація залишається на базовому рівні і $\tilde{D} = 0{,}352 + 0{,}562 + 0{,}167 = 1{,}081$.

Таблиця 4.7

Інтегрований індекс якості управлінських рішень за конфігураціями управлінських заходів

Конфігурація	$\tilde{Ψ}$	$\tilde{Q}$	IDDI	$\tilde{Y}$	$\tilde{D}$	E[D]	Відповідність порогу $\tilde{D} \geq 1{,}10$
u_0 — базова	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	не відповідає
u_1 — структурні заходи	1,000	1,000	1,000	1,125	1,125	1,120	відповідає
u_2 — інформаційні заходи	1,057	1,124	1,000	1,000	1,081	1,077	не відповідає
u_3 — комплексна	1,057	1,124	1,000	1,125	1,216	1,208	відповідає

(розраховано автором за формулами (3.8), (3.11), (3.14))

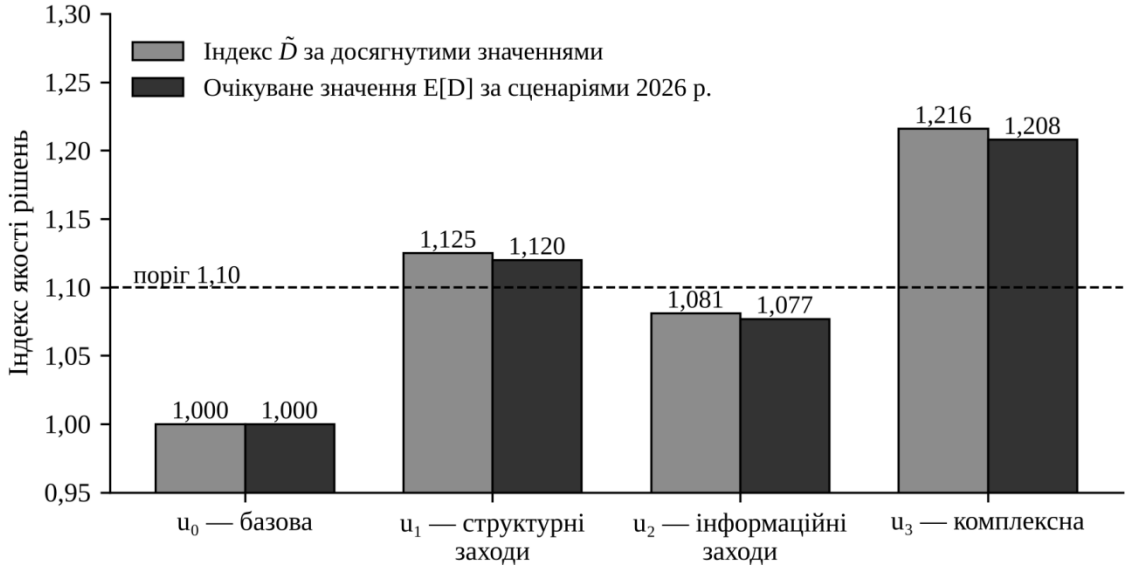


Рис. 4.3. Інтегрований індекс якості управлінських рішень за конфігураціями управлінських заходів

(розроблено автором)

Як видно з рис. 4.3, максимум цільової функції (3.12) досягається для комплексної конфігурації u_3: очікуване значення індексу якості рішень становить 1,208, що на 8,8 відсоткового пункту більше, ніж для найкращої часткової конфігурації u_1. Конфігурація u_2, що обмежується інформаційними заходами, не забезпечує досягнення порогового значення 1,10 ні за досягнутими значеннями, ні в очікуванні за сценаріями. Цей розрахунковий результат має важливе значення для практики будівельних підприємств, які розглядають цифровізацію управління як самодостатній захід: впровадження цифрових інструментів без перебудови організаційної структури та розподілу відповідальності знижує інформаційне навантаження, але не перетворює його на відчутне підвищення якості рішень [111]. Висновок отримано модельним порівнянням конфігурацій, тому його доцільно підтвердити на проєктах, де заходи впроваджуються поетапно.

Оскільки значення індексу для конфігурації u_2 (1,081) лише на 0,019 менше від порогового, висновок щодо неї перевірено на чутливість до вибору порога Dпор. За Dпор = 1,05 і Dпор = 1,08 порогову якість рішень за досягнутими значеннями індексу забезпечують усі три конфігурації

управлінських заходів, за Dпор = 1,10 і Dпор = 1,12 — лише конфігурації u_1 (1,125) і u_3 (1,216), за Dпор = 1,15 і вище — лише комплексна конфігурація u_3. Отже, висновок про недостатність суто інформаційних заходів правомірний для порогів, вищих за 1,081, тоді як висновок про перевагу комплексної конфігурації u_3 від вибору порога не залежить, оскільки вона має найбільші значення як досягнутого, так і очікуваного індексу якості рішень. Значення Dпор = 1,10 прийнято як нижню межу песимістичного сценарію, тобто як рівень якості рішень, що має зберігатися за несприятливих умов реалізації проєкту; у разі встановлення підприємством іншого порога висновок щодо конфігурації u_2 слід переглядати за наведеною схемою.

Порівняння часткових і комплексної конфігурацій дає змогу кількісно оцінити ефект їх взаємодії. Сума приростів індексу для конфігурацій u_1 і u_2 становить 0,125 + 0,081 = 0,206, тоді як приріст для конфігурації u_3 дорівнює 0,216. Різниця 0,010 є мультиплікативною складовою 0,081 × 0,125 = 0,010, зумовленою тим, що структурна синхронізація підсилює дію когнітивно-поведінкових складових; вона збігається із синергетичною складовою, визначеною за коефіцієнтом синергії (3.18) у підрозділі 3.3, що підтверджує внутрішню узгодженість моделі на рівнях підприємства і проєкту. Ця складова є структурною властивістю моделі: за мультиплікативної форми (3.14) добуток індексів двох груп складових, кожен з яких перевищує одиницю, завжди дає приріст, більший за суму окремих приростів. Тому коефіцієнт синергії характеризує внутрішню логіку взаємодії складових у моделі, а не емпірично виміряний ефект взаємодії управлінських заходів, який може бути встановлено лише за поетапного впровадження заходів на різних об’єктах.

Перевірка обмежень (3.13) засвідчує допустимість конфігурації u_3. Обмеження за директивною тривалістю будівництва Тдир виконується, оскільки скорочення тривалості погодження рішень на 14,3 % і кількості критичних відхилень на 16,1 % зменшує ризик зсуву робіт критичного

шляху, визначеного в підрозділі 4.1. Обмеження технологічної черговості P не порушується, оскільки модель змінює порядок оброблення управлінських сигналів, а не послідовність будівельних робіт: рішення про зміну черговості робіт ухвалюються керівником проєкту відповідно до матриці відповідальності (табл. 4.2) з дотриманням проєкту виконання робіт згідно з ДБН А.3.1-5:2016 [25]. Кошторисне обмеження Скошт виконується, оскільки адміністративні витрати зменшилися на 11,8 %, логістичні — на 9,6 %, а програмний модуль SmartLoad-DSS є вебзастосунком, що функціонує на наявній IT-інфраструктурі підприємства без додаткових капітальних вкладень. Ресурсне обмеження $R_{kt}max$ дотримано, оскільки ризикове навантаження не перевищує ресурсного резерву.

Числова перевірка обмежень на рівні проєкту виконується так: прогнозна тривалість будівництва визначається як $Tпрогн = Tкп + \Delta T$, де Ткп — тривалість за чинним календарним планом, ΔT — зсув від погодження рішень, визначений за резервами часу робіт (підрозділ 4.1), і порівнюється з директивною тривалістю Тдир; фактичні витрати наростаючим підсумком за актами виконаних робіт порівнюються з кошторисною вартістю Скошт; потреба в робітниках, машинах і матеріалах за графіками руху ресурсів — з доступними обсягами $R_{kt}max$. За даними управлінського обліку (додаток Г) перевірку виконано у відносній формі. Для робіт критичного шляху $TF_i = 0$, тому зсув ΔT дорівнює сумарній тривалості погодження рішень щодо цих робіт, а для некритичних робіт величина $\max(0;\ \tau_i - TF_i)$ не зростає зі зменшенням τ_i. За пропорційного скорочення тривалості погодження на 14,3 % зсув для конфігурації $u_з$ становить $\Delta T(u_з) \le 0{,}857 \cdot \Delta T(u_0) < \Delta T(u_0)$, отже $Tпрогн(u_з) \le Tпрогн(u_0)$, і умова $Tпрогн \le$ Тдир, що виконувалася для чинного календарного плану, зберігається. Витрати на управління проєктом зменшилися (адміністративні — до 0,882, логістичні — до 0,904 від базового рівня), а капітальних вкладень у програмний модуль не потрібно, тому умова $Cs(u_з) \le$ Скошт не порушується. Потреба в робітниках, машинах і матеріалах моделлю не змінюється, оскільки вона перерозподіляє управлінські сигнали,

а не обсяги робіт, тому умова за $R_{kt}max$ виконується в тих самих межах, що й за календарним планом.

Отриманий результат характеризує проєкт за досягнутих умов реалізації. Для управлінської практики важливо також встановити, за якого погіршення умов конфігурація u_3 перестає забезпечувати порогову якість рішень Dпор = 1,10, обґрунтовану в табл. 4.5. Такий аналіз визначає межі стійкості управлінської системи і слугує підставою для встановлення сигнальних рівнів моніторингу. Найбільш змінними на будівельному об’єкті є два чинники: коефіцієнт завантаження управлінського персоналу A_t, який зростає в періоди одночасного виконання робіт кількома субпідрядниками, та перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом, що виникає внаслідок затримок поставок або зупинок робіт в умовах воєнного стану.

Мінімально допустиме значення індексу когнітивної реакції, за якого за незмінних інших складових досягається порогова якість рішень, визначається з умови $\tilde{D} = D_{пор}$:

$$\tilde{\Psi}_{min} = \frac{\frac{D_{пор}}{\tilde{Y}} - \alpha_2 \tilde{Q} - \alpha_3 \cdot IDDI}{\alpha_1}, \tag{4.2}$$

де Dпор — порогове значення інтегрованого індексу якості управлінських рішень; $\tilde{Y}$ — індекс структурної синхронізації; $\tilde{Q}$ — індекс імовірності раціонального вибору; α_1, α_2, α_3 — вагові коефіцієнти складових Ψ, Q та IDDI.

Підставлення значень дає $\tilde{\Psi}min$ = (1,10 / 1,125 − 0,500 × 1,124 − 0,167 × 1,000) / 0,333 = 0,747. Критичне значення коефіцієнта завантаження, за якого індекс когнітивної реакції знижується до мінімально допустимого рівня, отримано оберненням формули (3.8):

$$A_{кр} = \frac{\frac{1+\rho A_0}{\tilde{\Psi}_{min}} - 1}{\rho}, \tag{4.3}$$

де A_0 — коефіцієнт завантаження в базовому періоді, що дорівнює одиниці; ρ — коефіцієнт чутливості когнітивної реакції до завантаження.

Для проєкту будівництва житлового комплексу Акр = ((1 + 0,6) / 0,747 − 1) / 0,6 = 1,90 (за ρ = 0,4 — 2,18, за ρ = 0,8 — 1,76). Отримане значення є теоретичною верхньою межею, обчисленою за незмінних інших складових: формально управлінська система зберігає порогову якість рішень і за суттєвого перевантаження, оскільки когнітивна реакція має в моделі меншу вагу, ніж імовірність раціонального вибору (0,333 проти 0,500). Насправді тривале перевищення пропускної спроможності ($A_t > 1$) знижує й частку своєчасних рішень Q, тому межу Акр використано не як допустимий робочий режим, а для порівняння чутливості системи до різних чинників; робочий сигнальний рівень завантаження встановлено значно нижче — $A_t = 1,2$ для фаз пікового навантаження; перевищення цільового рівня 0,9 протягом двох тижнів є попереджувальним сигналом (підрозділ 3.3).

Аналогічно визначено допустиме перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом, за якого за досягнутих значень інших складових індекс якості рішень знижується до порогового рівня:

$$\Delta_{\text{доп}} = \frac{1 - \frac{D_{\text{пор}}}{\left(\sum_k \alpha_k \tilde{c}_k\right) \cdot \tilde{Y}}}{\eta}, \qquad (4.4)$$

де $\tilde{c}_k$ — індекси складових Ψ̃, Q̃, IDDI; η — коефіцієнт деструкції, що характеризує інтенсивність зниження структурної синхронізації за перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом.

За формулою (4.4) Δдоп = (1 − 1,10 / (1,081 × 1,125)) / 0,5 = (1 − 0,9045) / 0,5 = 0,0955 / 0,5 = 0,191. Отже, перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом більш ніж на 19,1 % ресурсного резерву базового періоду переводить управлінську систему проєкту нижче порогової якості рішень навіть за досягнутого рівня завантаження персоналу. Порівняння

значень Акр і Δдоп засвідчує, що для проєкту будівництва житлового комплексу управлінська система значно чутливіша до розбалансування ризиків і ресурсів, ніж до зростання інформаційного навантаження: похідна індексу D̃ за коефіцієнтом завантаження в точці $A_t = 0{,}857$ становить −0,157, тоді як за перевищенням ризикового навантаження над резервом — −0,608.

Спільний вплив обох чинників досліджено розрахунком індексу якості рішень на сітці значень коефіцієнта завантаження від 0,7 до 1,6 та перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом від 0 до 0,6 (рис. 4.4). Значення, що відповідають пороговому рівню 1,10 і вищі, виділено напівжирним шрифтом.

Карта значень на рис. 4.4 показує, що межа порогової якості рішень зміщується зі зростанням перевищення ризикового навантаження. За відсутності перевищення порогова якість зберігається в усьому досліджуваному діапазоні завантаження: індекс знижується від 1,242 за $A_t = 0{,}7$ до 1,126 за $A_t = 1{,}6$. За перевищення на рівні 0,1 критичне значення завантаження, обчислене за формулами (4.2)–(4.3) з урахуванням множника деструкції 0,95, зменшується до 1,29, а за перевищення 0,2 — до 0,82, тобто стає нижчим за базовий рівень. За перевищення 0,3 і більше порогова якість рішень не досягається за жодного значення завантаження з досліджуваного діапазону.

Таким чином, чинники взаємно посилюють один одного: саме поєднання високого інформаційного навантаження з дефіцитом ресурсного резерву створює найбільшу загрозу якості управлінських рішень.

На основі розрахунків виокремлено три зони стану управлінської системи проєкту: зону стійкості ($D̃ \geq 1{,}10$), у якій управлінські рішення ухвалюються в штатному режимі; зону контролю ($1{,}00 \leq D̃ < 1{,}10$), у якій якість рішень перевищує базовий рівень, але не досягає порогової і потребує посиленого моніторингу; зону деструкції ($D̃ < 1{,}00$), у якій якість рішень нижча, ніж за традиційної схеми управління, і необхідне коригування управлінських впливів.

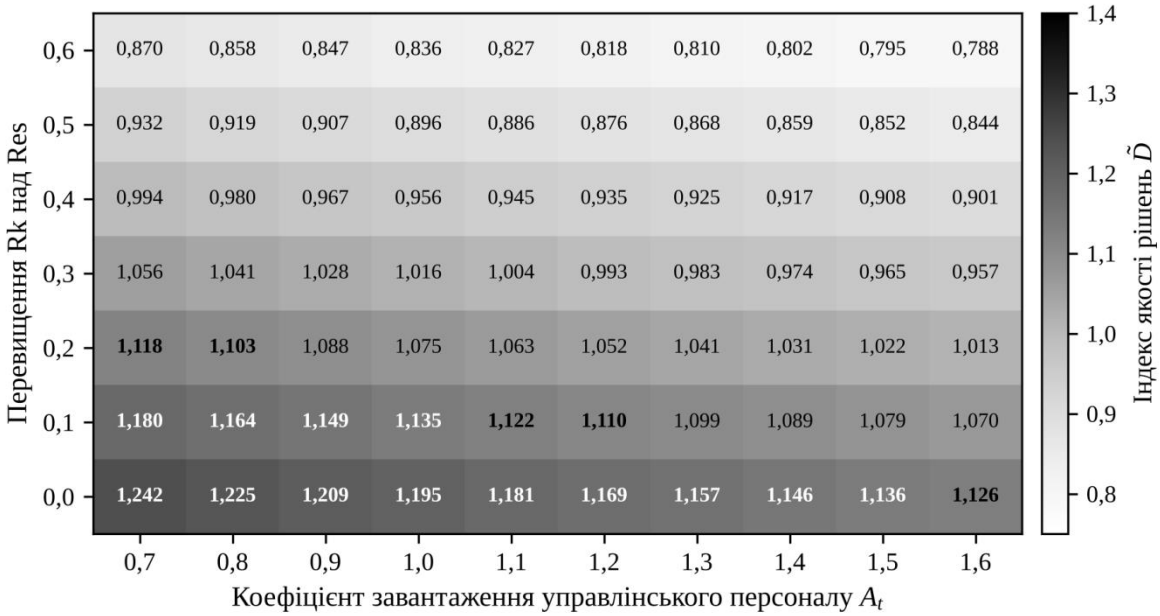


Рис. 4.4. Інтегрований індекс якості управлінських рішень залежно від завантаження управлінського персоналу та перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом

(розраховано автором)

Розрахункові значення індексу для характерних режимів функціонування управлінської системи наведено в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Розрахункові значення інтегрованого індексу якості рішень для характерних режимів функціонування управлінської системи проєкту

Режим функціонування	A_t	Перевищення Rk над Res	D̃	Зона стану	Управлінська реакція
Досягнутий стан	0,857	0	1,216	стійкості	штатний моніторинг
Цільове завантаження	0,9	0	1,209	стійкості	штатний моніторинг
Пікове завантаження	1,4	0	1,146	стійкості	перерозподіл сигналів за правилом (3.17)
Помірний дефіцит резерву	0,9	0,2	1,088	контролю	активація ризик-резерву
Пікове завантаження з дефіцитом резерву	1,2	0,2	1,052	контролю	перерозподіл сигналів і ресурсів
Значний дефіцит резерву	1,4	0,3	0,974	деструкції	коригування календарного плану і ресурсів

(розраховано автором)

Зіставлення зон стану з фазами будівництва житлового комплексу (табл. 4.1) дає змогу визначити, на яких етапах управлінська система проєкту найбільш вразлива. На підготовчій фазі та фазі нульового циклу кількість учасників обмежена, інформаційні потоки мають переважно договірний і технологічний характер, тому завантаження управлінського персоналу зазвичай не перевищує цільового рівня, а основним джерелом загроз є регуляторні та технологічні ризики з невеликими вагами в реєстрі ризиків (табл. 4.3). Управлінська система на цих фазах перебуває в зоні стійкості, і достатнім є штатний моніторинг індикаторів.

На фазах зведення надземної частини та влаштування внутрішніх інженерних систем одночасно виконують роботи кілька субпідрядників, зростає кількість змін проєктних рішень і сигналів про затримки поставок, а ризики з найбільшими вагами — затримки поставок (0,286) і зміни проєктних рішень (0,238) — проявляються найсильніше. Саме на цих фазах можливе поєднання пікового завантаження з дефіцитом ресурсного резерву, що переводить систему в зону контролю. Тому для цих фаз доцільно встановлювати сигнальні рівні моніторингу: $A_t = 1{,}2$ та перевищення ризикового навантаження над резервом 0,1, досягнення яких ініціює перерозподіл сигналів між рівнями управління за правилом (3.17) і активацію ризик-резерву ресурсів до того, як індекс якості рішень знизиться нижче порогового значення.

На фазах оздоблювальних робіт і введення в експлуатацію інформаційне навантаження знижується, проте зростає значення приймання робіт і усунення зауважень, що впливає насамперед на ймовірність раціонального вибору Q. Ризики повітряних тривог і перебоїв енергопостачання, характерні для всіх фаз, зумовлюють раптові втрати робочого часу, тому ресурсний резерв на роботах критичного шляху має відповідати критерію $\Delta \leq \Delta\text{доп} = 0{,}191$, що дає змогу зберегти порогову якість рішень під час короткострокових зупинок робіт.

Для оцінювання внеску інтегрованої структури моделі розрахунок порівняно з базовою лінією — лінійною зваженою сумою нормованих індикаторів результату (табл. 2.3), яка не враховує завантаження управлінського персоналу та мультиплікативної дії структурної синхронізації. Для досягнутого стану проєкту лінійна оцінка становить 1,128, тобто на 8,8 відсоткового пункту менше за значення 1,216, отримане за моделлю. Різниця відображає ефект, який лінійна оцінка не враховує: зростання структурної синхронізації підсилює дію всіх когнітивно-поведінкових складових одночасно, а не додає до них незалежний внесок. Водночас за перевищення ризикового навантаження над резервом мультиплікативна структура моделі показує зниження якості рішень, яке лінійна оцінка також не відображає, що підвищує інформативність моделі саме в несприятливих режимах.

Стійкість отриманого результату до вибору параметрів моделі підтверджено аналізом чутливості, виконаним у підрозділі 3.2. Зміна коефіцієнта чутливості ρ від 0,4 до 0,8 змінює індекс якості рішень у межах від 1,211 до 1,220, заміна вагових коефіцієнтів Фішберна рівними вагами дає значення 1,193, а зміна вихідних показників на ±10 % — не більше ±1,04 %. Відхилення не перевищують 3 %, тому висновок про переваги комплексної конфігурації u_3 не залежить від суб’єктивного вибору параметрів. Критичне значення Акр більш чутливе до ρ (від 1,76 до 2,18), тому його слід розглядати як орієнтир, а не як нормативну межу; допустиме перевищення Δдоп від ρ не залежить і визначається досягнутими значеннями складових та коефіцієнтом деструкції η: за η = 0,4 Δдоп = 0,239, за η = 0,6 — 0,159, тому значення 0,191 є орієнтиром, що потребує калібрування η за даними реєстру ризиків.

Достовірність розрахункової оцінки забезпечується такими чинниками. По-перше, вихідні значення змінних моделі отримано з показників управлінського обліку підприємства (додаток Г), підтверджених довідкою (додаток А), а кожен первинний показник входить до індексу якості рішень лише один раз. По-друге, параметри, що мають експертний характер (ρ, η,

ранги для ваг Фішберна, ймовірності сценаріїв і частки k), відокремлено від виміряних даних і перевірено аналізом чутливості. По-третє, результати на рівні проєкту узгоджуються з результатами апробації моделі на рівні підприємства (підрозділ 3.2), зокрема за значенням синергетичної складової. Остаточна верифікація моделі можлива після накопичення щотижневих даних цифрового контуру порівнянням прогнозних і фактичних значень (табл. 4.13).

Отже, розрахункова оцінка на проєкті будівництва сигнальних рівнів моніторингу, а оцінка економічного ефекту та можливостей масштабування моделі наведена в підрозділі 4.3.житлового комплексу ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» показала, що в індексній оцінці відносно базового стану інтегрований індекс якості управлінських рішень за період застосування оптимізаційної моделі зріс на 21,6 %, а його очікуване значення з урахуванням сценаріїв розвитку умов реалізації проєкту становить 1,208. Раціональною є комплексна конфігурація управлінських заходів, що поєднує структурні та інформаційні заходи; часткові конфігурації дають сумарний приріст 20,6 %, а різниця 1,0 відсоткового пункту зумовлена мультиплікативною взаємодією складових у структурі моделі. За модельним розрахунком конфігурація, обмежена інформаційними заходами, не забезпечує порогової якості рішень. Визначено межі стійкості управлінської системи: критичне значення коефіцієнта завантаження управлінського персоналу 1,90 та допустиме перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом 0,191, а також встановлено, що поєднання цих чинників є найбільш небезпечним для фаз зведення надземної частини та влаштування внутрішніх інженерних систем. Отримані порогові значення є основою для формування

4.3. Аналіз результатів та обґрунтування ефектів від впровадження оптимізаційної моделі управління

Аналіз результатів упровадження оптимізаційної моделі управління спрямований на узагальнення ефектів, отриманих на проєкті будівництва житлового комплексу ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»», їх розподіл за організаційно-управлінським, процесним та економічним вимірами, обґрунтування економічного ефекту, а також визначення умов перенесення моделі на інші будівельно-інвестиційні проєкти та меж її застосування. Якщо в підрозділі 4.2 основну увагу приділено вибору раціональної конфігурації управлінських заходів і стійкості управлінської системи, то в цьому підрозділі результати розглядаються з позиції їх практичної цінності для учасників проєкту та можливості відтворення в інших організаційних умовах.

Приріст ефективності за кожним показником визначено як відносну зміну його значення після застосування моделі порівняно з базовим періодом:

$$\Delta X_{\%} = \frac{X^{(1)} - X^{(0)}}{X^{(0)}} \times 100\%, \qquad (4.5)$$

де X(0) — значення показника в базовому періоді; X(1) — значення показника після застосування оптимізаційної моделі.

Для показників, вихідні дані яких мають форму відносних змін (тривалість погодження рішень, витрати, рентабельність), формула (4.5) застосовується безпосередньо до виміряних значень; для змінних моделі приріст обчислено за їх індексами, наведеними в табл. 4.6–4.7. Розподіл показників за трьома вимірами ефективності подано в табл. 4.9.

Дані табл. 4.9 та рис. 4.5 засвідчують, що найбільший відносний приріст притаманний інтегрованому індексу якості управлінських рішень (+21,6 %), який перевищує прирости кожної окремої складової. Це

пояснюється мультиплікативною структурою моделі (3.14), у якій приріст структурної синхронізації (+12,5 %) підсилює дію когнітивно-поведінкових складових. У процесному вимірі найвагомішими є скорочення кількості критичних відхилень від календарного плану (−16,1 %) і тривалості погодження рішень (−14,3 %), тобто ефекти, які безпосередньо впливають на дотримання строків будівництва.

Когнітивна реакція зростає лише на 5,7 %, що зумовлено малою еластичністю залежності (3.8) за $\rho = 0{,}6$ і узгоджується з висновком підрозділу 4.2 про більшу результативність структурних заходів порівняно з подальшим зниженням інформаційного навантаження.

Таблиця 4.9

Приріст ефективності управління проєктом за вимірами

Вимір ефективності	Показник	Позначення	Приріст ΔX, %	Джерело даних
Організаційно-управлінський	Інтегрований індекс якості управлінських рішень	D̃	+21,6	(3.14), табл. 4.7
	Структурна синхронізація	Ỹ	+12,5	(3.11), табл. 4.7
	Цифрова інтеграція даних	IDDI	—	ідентифікується в міру накопичення даних цифрового контуру
Процесний	Продуктивність управлінських процесів (поведінкова стабільність)	Q̃	+12,4	додаток Г
	Когнітивна реакція управлінського персоналу	Ψ̃	+5,7	(3.8), табл. 4.6
	Тривалість погодження управлінських рішень	—	−14,3	додаток Г
	Кількість критичних відхилень від календарного плану	—	−16,1	додаток Г
Економічний	Рентабельність будівельно-монтажних робіт	—	+8,7	додаток Г
	Адміністративні витрати	—	−11,8	додаток Г
	Логістичні витрати	—	−9,6	додаток Г

(розраховано автором за даними ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» (додаток Г) та формулою (4.5))

Важливим є і співвідношення ефектів між вимірами. Згідно з логікою моделі, організаційно-управлінські зміни є первинними: вони формують умови, за яких знижується тривалість погодження рішень і кількість критичних відхилень, а вже ці процесні зміни зумовлюють економічні результати — зменшення адміністративних і логістичних витрат та зростання рентабельності робіт. Такий причинно-наслідковий ланцюг відповідає логіці синергетичного підходу, обґрунтованого в підрозділі 3.3, і пояснює, чому економічні ефекти за абсолютними значеннями менші за організаційно-управлінські: частина приросту якості рішень реалізується не у зменшенні поточних витрат, а у зниженні ризику зриву строків і накопичення втрат у майбутніх періодах.

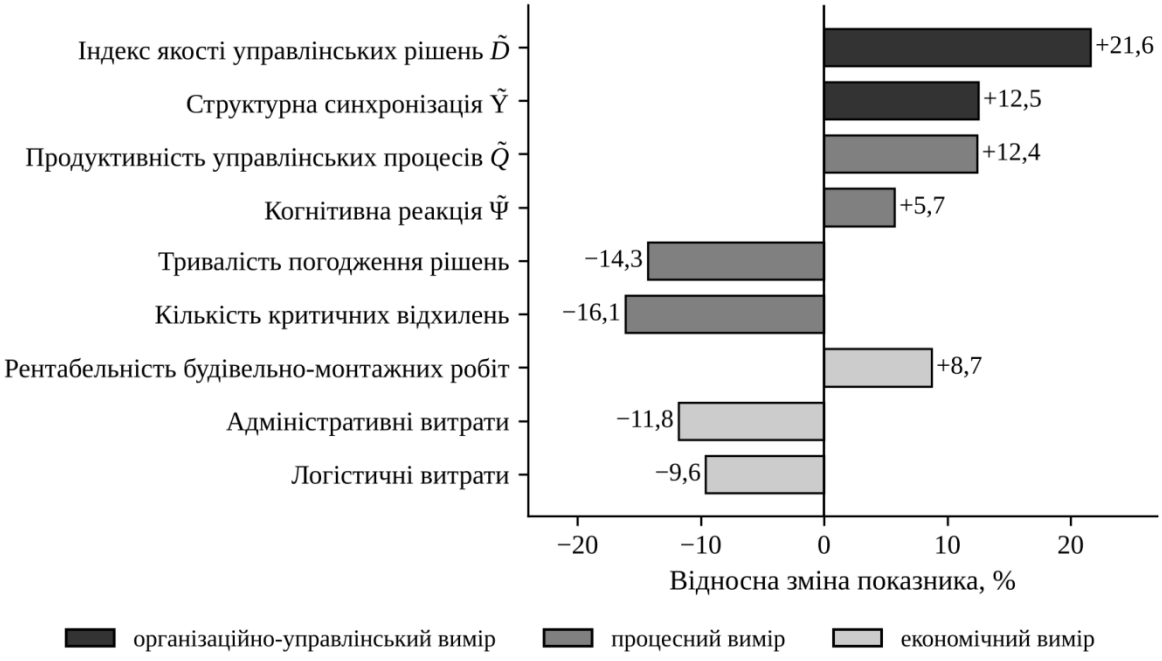


Рис. 4.5. Відносні зміни показників управління проєктом за вимірами ефективності *(розроблено автором)*

Якісні зміни у структурі управління відображає порівняння контурів ухвалення рішень у базовому стані та після застосування моделі (рис. 4.6). У

базовому стані управлінський сигнал проходив послідовно через лінійного менеджера до стратегічного центру з паралельними повторними погодженнями, що подовжувало час реакції та збільшувало кількість конфліктів між учасниками. Після застосування моделі сигнал надходить до оптимізаційного ядра, яке за правилом пріоритезації (3.17) спрямовує його на відповідальний рівень, визначений матрицею відповідальності (табл. 4.2), а автоматизовані панелі моніторингу забезпечують зворотний зв’язок без додаткових погоджень.

Скорочення траєкторії проходження сигналу має три наслідки для управління проєктом. По-перше, усувається дублювання погоджень, оскільки кожен тип рішення має одного затверджувального учасника. По-друге, стратегічний рівень звільняється від оброблення операційних сигналів і зосереджується на рішеннях щодо вартості, строків і складу учасників проєкту. По-третє, рішення фіксуються в реєстрі, що створює дані для наступного калібрування моделі та для аналізу причин відхилень.

Економічний ефект застосування оптимізаційної моделі формується за рахунок трьох джерел: скорочення адміністративних витрат унаслідок усунення повторних погоджень і зменшення обсягу ручного оброблення інформації; скорочення логістичних витрат унаслідок узгодження графіка поставок з календарним планом і зменшення простоїв транспорту та техніки; зростання прибутку від будівельно-монтажних робіт унаслідок зменшення кількості переробок і критичних відхилень. Річний економічний ефект визначено за формулою:

$$E_{\text{ек}} = \delta_{\text{адм}} \cdot C^{(0)}_{\text{адм}} + \delta_{\text{лог}} \cdot C^{(0)}_{\text{лог}} + \delta_R \cdot \text{П}^{(0)}_{\text{БМР}} - \text{З}_{\text{впр}}\,, \qquad (4.6)$$

де δадм, δлог — відносне скорочення адміністративних і логістичних витрат; Садм(0), Слог(0) — адміністративні та логістичні витрати проєкту в базовому періоді, грн; δR — відносне зростання рентабельності будівельно-монтажних робіт (за незмінних обсягу та собівартості БМР відносне

зростання прибутку дорівнює δR); ПБМР(0) — прибуток від будівельно-монтажних робіт у базовому періоді, грн; Звпр — річні витрати на впровадження та супровід моделі (організація спільного середовища даних, BIM- та ERP-модулі, навчання персоналу, утримання BIM-менеджера), грн.

Формула (4.6) містить складову витрат на впровадження: програмний модуль SmartLoad-DSS є вебзастосунком і не потребує капітальних вкладень, однак функціонування цифрового контуру потребує спільного середовища даних, BIM-моделі об’єкта, інтеграції з ERP-системою та навчання персоналу. Виміряне скорочення адміністративних витрат на 11,8 % містить поточні витрати на ведення реєстру рішень, але не охоплює витрат на BIM- та ERP-інструменти, якщо вони обліковуються за іншими статтям и, тому для визначення чистого ефекту ці витрати віднімаються окремо.

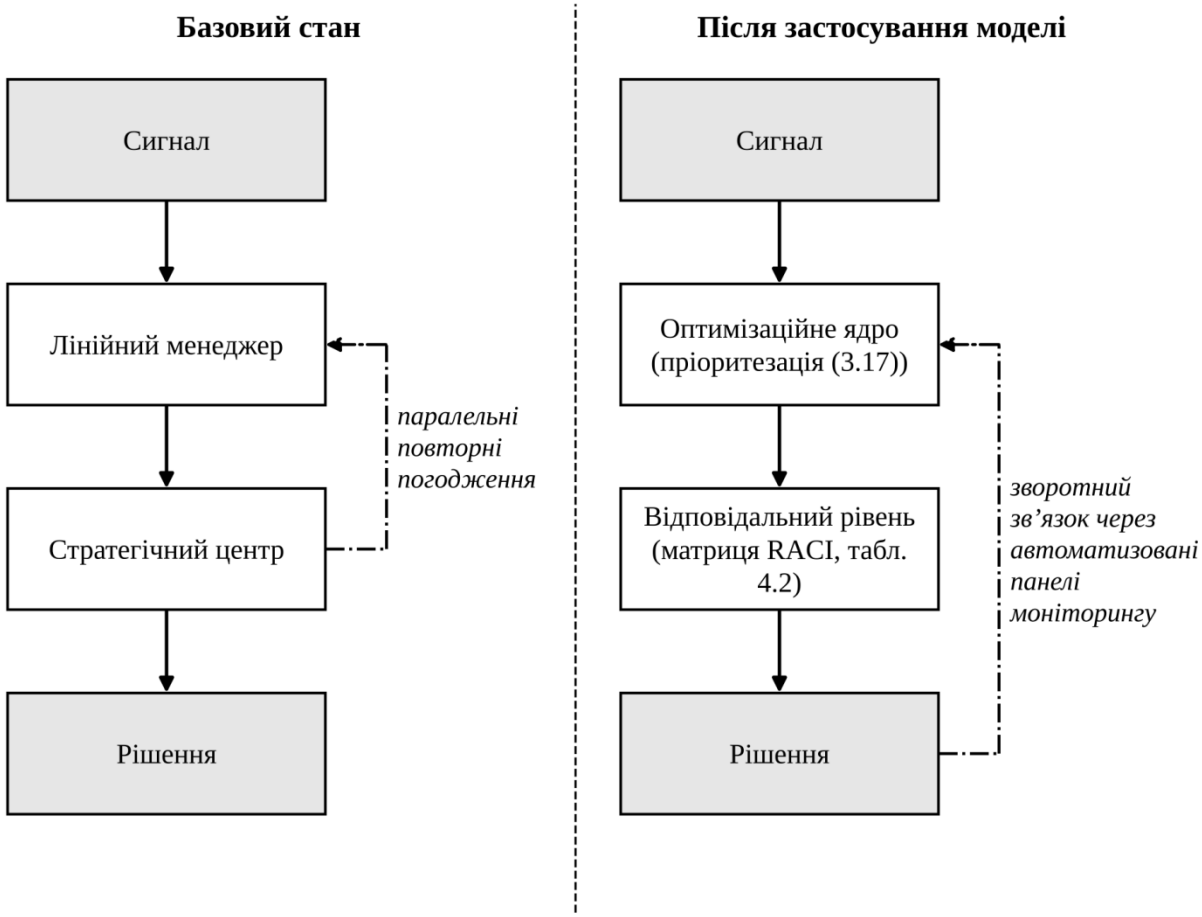


Рис. 4.6. Порівняння контурів ухвалення управлінських рішень у базовому стані та після застосування оптимізаційної моделі

(розроблено автором)

Окремим джерелом економічного ефекту є зниження очікуваних втрат від реалізації ризикових подій, які оцінюються за підходом очікуваних збитків:

$$L_{exp} = \sum_{j=1}^{k} p_j \times L_j, \quad (4.7)$$

де pj — імовірність реалізації j-ї ризикової події; Lj — розмір втрат у разі її реалізації, грн; k — кількість ризикових подій, ідентифікованих у реєстрі ризиків проєкту (табл. 4.3).

Оскільки кількість критичних відхилень від календарного плану після застосування моделі зменшилася на 16,1 %, за сталого середнього розміру втрат від одного відхилення очікувані втрати від порушення строків зменшуються в тій самій пропорції. Для будівельно-інвестиційного проєкту ця складова має особливе значення, оскільки затримка введення об’єкта в експлуатацію зумовлює відтермінування надходжень від реалізації квартир і оренди вбудовано-прибудованих приміщень, штрафні санкції за договорами підряду та подовження строку обслуговування залучених коштів. Для ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»», коефіцієнт оборотності активів якого становить 0,128, а коефіцієнт автономії — 0,254 [82], скорочення строків реалізації проєктів прискорює повернення вкладених коштів і зменшує залежність від позикових джерел.

Питомі значення економічного ефекту, що відповідають кожній одиниці базових витрат і прибутку, наведено в табл. 4.10. Подання ефекту в питомій формі дає змогу обчислити його абсолютне значення для будь-якого проєкту підприємства за даними кошторисної документації та управлінського обліку.

З табл. 4.10 видно, що найбільший питомий ефект забезпечує зниження очікуваних втрат від порушення строків: кожен мільйон гривень базових очікуваних втрат зменшується на 161 тис. грн. Друге місце посідає скорочення адміністративних витрат (118 тис. грн на 1 млн грн), що пояснюється перенесенням оброблення сигналів низького пріоритету з керівної ланки до автоматизованого контуру. Отже, економічна доцільність моделі визначається насамперед її здатністю запобігати втратам, а не лише скорочувати поточні витрати, що узгоджується з результатами досліджень ризик-менеджменту в будівництві [30; 31].

Таблиця 4.10

Структура та питомі значення економічного ефекту застосування оптимізаційної моделі

Складова ефекту	Відносна зміна	Розрахункова база	Питомий ефект на 1 млн грн бази, тис. грн	Формула
Скорочення адміністративних витрат	−11,8 %	Садм(0)	118,0	(4.6)
Скорочення логістичних витрат	−9,6 %	Слог(0)	96,0	(4.6)
Зростання прибутку від будівельно-монтажних робіт	+8,7 %	ПБМР(0)	87,0	(4.6)
Зниження очікуваних втрат від порушення строків	−16,1 %	Lexp(0)	161,0	(4.7)
Витрати на впровадження моделі	—	Звпр	визначаються за кошторисом впровадження	(4.6)

(розраховано автором за даними ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» (додаток Г))

Визначення абсолютного значення економічного ефекту для конкретного проєкту передбачає чотири кроки. На першому кроці за кошторисною документацією та даними управлінського обліку встановлюються базові значення адміністративних і логістичних витрат та прибутку від будівельно-монтажних робіт за період, що передує впровадженню моделі. На другому кроці за реєстром ризиків проєкту

визначаються ймовірності ризикових подій і розміри втрат від них, на основі чого за формулою (4.7) обчислюються базові очікувані втрати. На третьому кроці базові значення множаться на питомі ефекти табл. 4.10, скориговані на коефіцієнт масштабованості цільового проєкту. На четвертому кроці результат порівнюється з фактичними значеннями витрат після першого року застосування моделі, що забезпечує верифікацію розрахунку і уточнення питомих ефектів.

Для проєкту будівництва житлового комплексу показники управлінського обліку подано в індексній формі відносно базового періоду (додаток Г), тому річний економічний ефект визначено в питомому вимірі. На кожен 1 млн грн базових значень за чотирма складовими табл. 4.10 валовий річний ефект становить 118,0 + 96,0 + 87,0 + 161,0 = 462,0 тис. грн, тобто в середньому 115,5 тис. грн на 1 млн грн бази. Чистий ефект визначається як різниця між валовим ефектом і витратами на впровадження Звпр, а строк окупності — як відношення Звпр до валового річного ефекту. Отже, витрати на впровадження окупаються протягом одного року, якщо виконується умова Звпр < 0,118 · Садм(0) + 0,096 · Слог(0) + 0,087 · ПБМР(0) + 0,161 · Lexp(0), яка є критерієм економічної доцільності застосування моделі на конкретному проєкті підприємства.

Структура економічного ефекту також показує, що його величина залежить від обсягу та складності проєкту нелінійно. Адміністративні та логістичні витрати зростають зі збільшенням кількості учасників і поставок швидше, ніж обсяг будівельно-монтажних робіт, оскільки кожен новий учасник збільшує кількість інформаційних зв’язків, що потребують координації. Тому відносний економічний ефект моделі буде вищим для великих проєктів з розгалуженою структурою субпідряду, ніж для невеликих об’єктів, що виконуються власними силами підприємства.

Для учасників проєкту ефекти застосування моделі мають різний зміст. Для замовника та інвестора вони полягають у підвищенні передбачуваності строків і вартості будівництва та зниженні ризику перевитрат. Для

генерального підрядника — у зменшенні кількості конфліктів із субпідрядниками, прозорому розподілі відповідальності та скороченні простоїв. Для функціональних служб — у зменшенні інформаційного навантаження та можливості зосередитися на сигналах високого пріоритету. Для керівника проєкту — у наявності кількісних сигнальних рівнів, що дають змогу ухвалювати рішення до того, як відхилення стане критичним.

Результати дослідження впроваджено також у діяльність ТОВ «Експертиза С» і використано в діяльності Інституту місцевого розвитку (додаток А). За даними управлінського обліку ТОВ «Експертиза С» за 2024–2025 рр., після впровадження моделі та програмного продукту SmartLoad-DSS адміністративні витрати скоротилися на 12,6 %, логістичні — на 10,8 %, оперативність прийняття управлінських рішень (частка рішень, ухвалених у нормативний строк) зросла на 17,4 %, рівень конфліктності між учасниками проєктів знизився на 18,2 %, кількість критичних відхилень від планових параметрів — на 15,7 %, а рентабельність будівельно-монтажних робіт зросла на 9,3 %. В Інституті місцевого розвитку, який здійснює консультаційний супровід проєктів, зафіксовано скорочення часу оброблення критично важливої проєктної інформації на 19,5 %, підвищення точності прогнозування ризикових подій на 21,4 %, зростання індексу організаційної адаптивності проєктних команд на 18,7 % та індексу координації учасників — на 22,3 %, скорочення інформаційної асиметрії на 27,1 % і кількості управлінських конфліктів на 16,8 %, підвищення рівня виконання контрольних проєктних показників на 14,6 %. Ці показники визначено організаціями за власними даними як відносні зміни за формулою (4.5) і в розрахунок моделі не включено. Однакова спрямованість ефектів у трьох організаціях різного типу узгоджується з механізмом дії моделі, що ґрунтується на взаємодії інформаційного навантаження, когнітивної поведінки управлінців і структурної синхронізації, проте для узагальнення цього висновку потрібне порівняння з проєктами, на яких модель не застосовувалася.

Механізми формування ефектів моделі різняться залежно від фази будівництва, оскільки на кожній фазі домінують різні типи управлінських рішень і джерела ризиків, визначені в підрозділі 4.1. Зіставлення фаз будівництва житлового комплексу з механізмами дії моделі та переважними ефектами наведено в табл. 4.11.

З табл. 4.11 видно, що економічні ефекти проявляються переважно на фазах нульового циклу та влаштування інженерних систем, де найбільшу частку становлять логістичні операції та зміни проєктних рішень, а процесні ефекти — на фазі зведення надземної частини, де відхилення на роботах критичного шляху безпосередньо впливають на строк будівництва. Такий розподіл дає змогу планувати інтенсивність моніторингу: на фазах з найвищим інформаційним навантаженням доцільно скорочувати період перерахунку індексів моделі, а на фазах з низьким навантаженням — подовжувати його без втрати якості контролю.

Перенесення моделі на інші будівельно-інвестиційні проєкти потребує попереднього оцінювання готовності підприємства до її впровадження. Для цього запропоновано коефіцієнт масштабованості, що інтегрує три критерії готовності:

$$K_{\text{масшт}} = \sum_{i=1}^{3} w_i \cdot s_i \,, \tag{4.8}$$

де s_1 — рівень організаційної готовності (наявність адаптивної організаційної структури та закріпленого розподілу відповідальності); s_2 — рівень цифрової зрілості (наявність спільного середовища даних, реєстру рішень, BIM-моделі об’єкта); s_3 — адаптивність управлінських практик (готовність персоналу до роботи за алгоритмами маршрутизації сигналів); w_i — вагові коефіцієнти критеріїв.

Ранжування критеріїв виконано на основі результатів підрозділу 4.2, за якими структурні заходи забезпечують більший приріст якості рішень, ніж інформаційні, а інформаційні заходи без організаційної перебудови не дають

змоги досягти порогового значення. Тому найвищий ранг надано організаційній готовності, другий — цифровій зрілості, третій — адаптивності управлінських практик. За правилом Фішберна (2.6) для n = 3 вагові коефіцієнти становлять $w_1 = 0{,}500$; $w_2 = 0{,}333$; $w_3 = 0{,}167$. Шкалу оцінювання критеріїв наведено в табл. 4.12.

Залежно від значення коефіцієнта масштабованості рекомендовано три стратегії впровадження моделі (рис. 4.7). За Кмасшт ≥ 0,7 доцільним є повне впровадження комплексної конфігурації u_3 з калібруванням параметрів ρ і η за даними першої фази будівництва. За 0,4 ≤ Кмасшт < 0,7 рекомендовано поетапне впровадження: на першому етапі — структурні заходи конфігурації u_1, на другому — перехід до комплексної конфігурації після досягнення рівня організаційної готовності не нижче 0,7.

Таблиця 4.11

Механізми формування ефектів оптимізаційної моделі за фазами будівництва житлового комплексу

Фаза будівництва	Домінуючий механізм дії моделі	Переважний ефект	Індикатор контролю
Підготовча	Формалізація розподілу відповідальності, реєстр рішень щодо договорів і дозволів	Скорочення тривалості погодження рішень	Ieq, CI
Нульовий цикл	Узгодження графіка поставок з календарним планом	Скорочення логістичних витрат	A_t, Op
Надземна частина	Пріоритизація сигналів про відхилення на роботах критичного шляху	Зменшення кількості критичних відхилень	A_t, Rk ≤ Res
Внутрішні інженерні системи	Перевірка змін проєктних рішень у BIM-моделі, координація субпідрядників	Зменшення переробок, зростання рентабельності робіт	Z_t, CI, D̃
Оздоблювальні роботи і благоустрій	Пріоритизація фронтів робіт і приймання робіт	Зростання продуктивності управлінських процесів	Q, D̃
Введення в експлуатацію	Контроль усунення зауважень через реєстр рішень	Зниження ризику затримки введення об’єкта	D̃

(розроблено автором на основі табл. 4.1 і 4.9)

За Кмасшт < 0,4 впровадженню моделі має передувати підготовчий етап: формування реєстру рішень і сигналів, навчання персоналу та призначення відповідального за інформаційну модель об'єкта з повторним оцінюванням готовності. Послідовність «спочатку структура, потім цифрові інструменти», закладена в поетапну стратегію, ґрунтується на кількісному результаті підрозділу 4.2: конфігурація u_1 досягає порогового значення якості рішень ($\tilde{D} = 1{,}125$), тоді як конфігурація u_2 — ні ($\tilde{D} = 1{,}081$).

Таблиця 4.12

Шкала оцінювання критеріїв готовності підприємства до впровадження оптимізаційної моделі

Критерій	Вага	$s_i = 0$	$s_i = 0{,}5$	$s_i = 1$
Організаційна готовність s_1	0,500	лінійно-функціональна структура, відповідальність не формалізована	окремі елементи проєктного управління, часткова матриця відповідальності	матрична або проєктна структура, повна матриця RACI
Цифрова зрілість s_2	0,333	паперовий документообіг, дані в окремих файлах підрозділів	ERP-система без інтеграції з BIM, частковий реєстр рішень	спільне середовище даних, BIM-модель, реєстр рішень і сигналів
Адаптивність управлінських практик s_3	0,167	рішення ухвалюються лише на основі особистого досвіду	застосовуються регламенти, але без кількісних порогів	використовуються кількісні пороги і сигнальні рівні

(розроблено автором на основі [1; 18; 105])

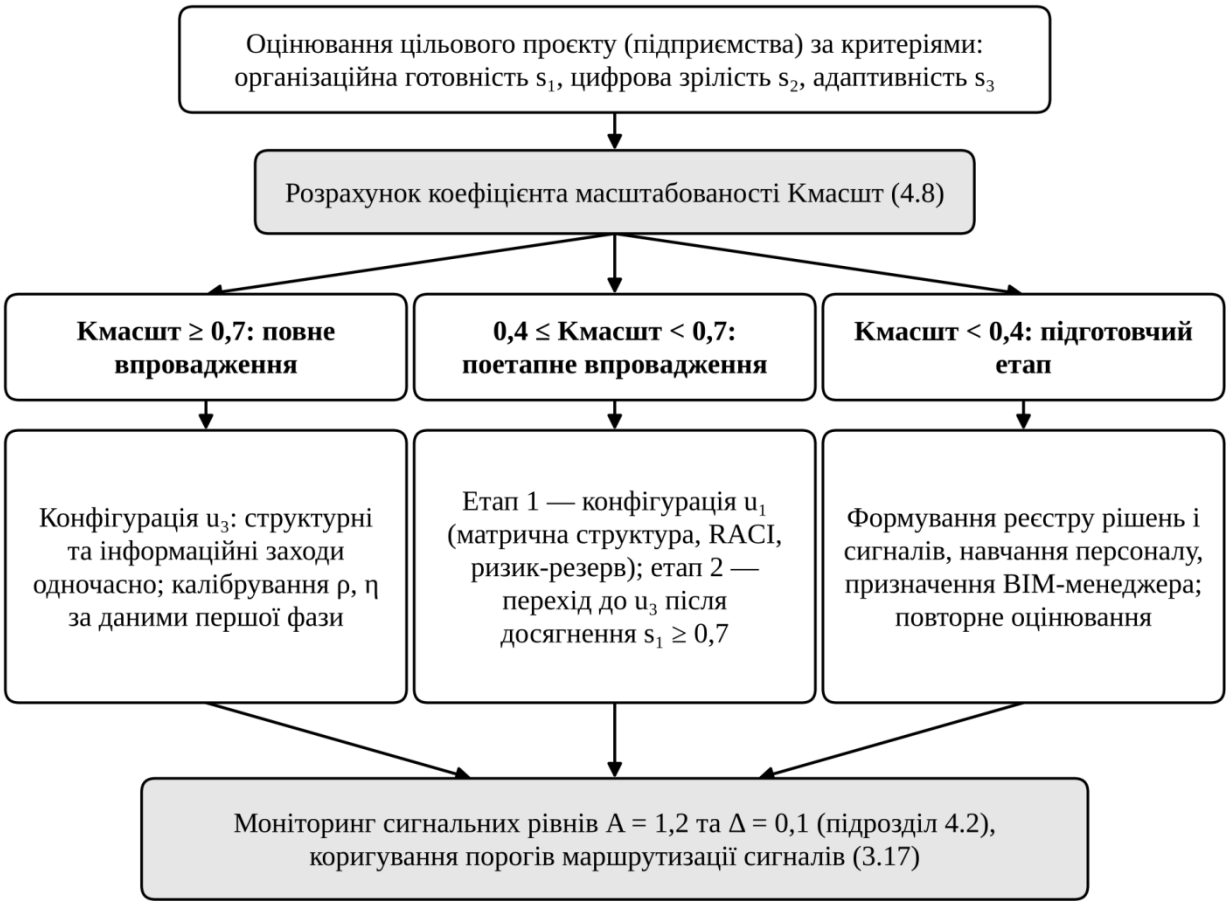


Рис. 4.7. Схема вибору стратегії масштабування оптимізаційної моделі на інші будівельно-інвестиційні проєкти

(розроблено автором)

Отже, у разі обмежених ресурсів на впровадження підприємству доцільно починати з організаційних змін, які дають відчутний ефект і створюють умови для подальшої цифрової інтеграції. Для всіх стратегій спільним елементом є моніторинг сигнальних рівнів, обґрунтованих у підрозділі 4.2, і коригування порогів маршрутизації сигналів за правилом (3.17) у міру накопичення даних.

Найбільш придатними для застосування моделі є проєкти будівництва нежитлових будівель з великою кількістю субпідрядників і складними інженерними системами — офісних, торговельних, медичних та освітніх будівель, — а також проєкти реконструкції, у яких інформаційне навантаження на управлінську ланку зростає через невизначеність стану наявних конструкцій. Для проєктів з невеликою кількістю учасників і

типовими технологічними рішеннями ефект моделі буде меншим, оскільки завантаження управлінського персоналу в них рідко досягає рівня, за якого когнітивна реакція суттєво знижується.

На основі отриманих результатів для ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» сформульовано практичні рекомендації щодо подальшого застосування моделі. По-перше, закріпити матричну організаційну конфігурацію та матрицю відповідальності як стандарт управління для всіх нових проєктів підприємства. По-друге, вести реєстр управлінських рішень і сигналів на всіх фазах будівництва, оскільки повнота цих даних є умовою достовірності розрахунку індексів. По-третє, встановити сигнальні рівні A_t = 1,2 і перевищення ризикового навантаження над резервом 0,1 як обов'язкові точки ухвалення рішень про перерозподіл сигналів і активацію ризик-резерву. По-четверте, щороку перераховувати питомі економічні ефекти за фактичними даними обліку. По-п'яте, використовувати коефіцієнт масштабованості для оцінювання готовності нових проєктних команд до роботи за моделлю.

Застосування моделі має обмеження, які визначають межі достовірності отриманих результатів і напрями подальших досліджень (табл. 4.13). Окремим обмеженням є те, що інтегральний цифровий індекс IDDI і матрицю міжшарових взаємодій на даних проєкту не ідентифіковано (IDDI = 1,000), а індекси адаптаційної рівноваги, фазово-структурної гармонії та конфліктності стейкхолдерів розділу 2 використовуються як інструменти поточного моніторингу; тому отримані результати характеризують динамічний блок моделі, а внесок цифрової інтеграції даних підлягає оцінюванню в міру накопичення даних цифрового контуру.

Зазначені обмеження не знижують практичної цінності моделі, оскільки аналіз чутливості, виконаний у підрозділах 3.2 і 4.2, показав, що зміна параметрів, вагових коефіцієнтів і вихідних даних змінює інтегрований індекс якості рішень не більше ніж на 3 %, а висновок про перевагу комплексної конфігурації управлінських заходів зберігається за всіх

розглянутих варіантів. Водночас подолання обмежень визначає напрями подальших досліджень: уточнення вагових коефіцієнтів за даними кількох проєктів, перехід від індексної до абсолютної форми змінних моделі та верифікацію прогнозів за фактичними даними наступних періодів.

Отже, аналіз результатів застосування оптимізаційної моделі на проєкті будівництва житлового комплексу ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» засвідчив комплексний характер ефектів: в організаційно-управлінському вимірі інтегрований індекс якості рішень зріс на 21,6 %, у процесному — тривалість погодження рішень скоротилася на 14,3 %, кількість критичних відхилень від календарного плану — на 16,1 %, в економічному — адміністративні витрати зменшилися на 11,8 %, логістичні — на 9,6 %, рентабельність будівельно-монтажних робіт зросла на 8,7 %. Оскільки змінні моделі нормовано відносно базового періоду, приріст інтегрованого індексу є згорткою зафіксованих змін первинних показників за правилами моделі: він характеризує спрямованість і структуру змін, а не ізольований внесок моделі, відокремлення якого потребує порівняння з контрольним періодом або об’єктом.

Таблиця 4.13

Обмеження оптимізаційної моделі та шляхи їх подолання

Обмеження	Наслідок для результатів	Шлях подолання
Індексна форма оцінювання відносно базового періоду	Результати характеризують відносне, а не абсолютне поліпшення якості рішень	Накопичення даних реєстру рішень для переходу до абсолютних значень змінних
Ранговий метод визначення вагових коефіцієнтів	Ваги відображають порядок значущості, а не точну кількісну міру впливу	Уточнення ваг регресійним методом за даними кількох проєктів
Тривалість періоду спостереження в межах одного проєкту	Обмежена можливість оцінити довгострокові ефекти	Порівняння прогнозних і фактичних значень за показниками MAPE і RMSE на наступних проєктах
Залежність від повноти даних реєстру рішень і сигналів	За неповних даних індекси можуть бути зміщені	Контроль повноти даних Z_t як обов’язкова умова розрахунку
Умови воєнного стану	Раптові зупинки робіт збільшують перевищення ризикового навантаження	Врахування воєнних ризиків у ризик-резерві з урахуванням критерію $\Delta \leq$

	над резервом	Δдоп

(розроблено автором)

Запропоновано формулу річного економічного ефекту з урахуванням витрат на впровадження та його питомі значення, які дають змогу визначити ефект для будь-якого проєкту підприємства; встановлено, що найбільший питомий ефект забезпечує зниження очікуваних втрат від порушення строків. Однакова спрямованість ефектів, зафіксована в ТОВ «Експертиза С» та Інституті місцевого розвитку, узгоджується з механізмом дії моделі. Розроблено коефіцієнт масштабованості та схему вибору стратегії впровадження моделі, а також визначено її обмеження і напрями подальших досліджень.

Висновки до розділу 4

1. Охарактеризовано проєкт будівництва житлового комплексу в м. Києві, генеральним підрядником якого є ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»»: визначено фази будівництва та точки контролю моделі, обґрунтовано матричну конфігурацію управління, закріплено розподіл відповідальності за ключовими рішеннями матрицею RACI, сформовано реєстр ризиків з ваговими коефіцієнтами та визначено вихідні управлінські параметри й цільові значення індикаторів.

комплексна конфігурація управлінських заходів; часткові конфігурації дають сумарний приріст 20,6 %, а конфігурація, обмежена інформаційними заходами, за модельним розрахунком не забезпечує порогової якості рішень. Визначено межі стійкості управлінської системи: критичне значення коефіцієнта завантаження управлінського персоналу 1,90 та допустиме перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом 0,191.2. Розрахункова оцінка в індексній формі відносно базового періоду показала, що за період застосування оптимізаційної моделі інтегрований індекс якості

управлінських рішень зріс на 21,6 %, а його очікуване значення за сценаріями становить 1,208. Раціональною є

3. За період застосування моделі зафіксовано ефекти комплексного характеру: тривалість погодження рішень скоротилася на 14,3 %, кількість критичних відхилень від календарного плану — на 16,1 %, адміністративні витрати — на 11,8 %, логістичні — на 9,6 %, рентабельність будівельно-монтажних робіт зросла на 8,7 %. Запропоновано формулу річного економічного ефекту з урахуванням витрат на впровадження та його питомі значення, коефіцієнт масштабованості та схему вибору стратегії впровадження моделі на інших проєктах, визначено обмеження моделі та напрями подальших досліджень.

Основні положення розділу 4 опубліковано автором у працях [106; 107; 112–114].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертації вирішено актуальне науково-прикладне завдання розроблення теоретико-методичних засад і практичного інструментарію інтегрованої сценарно-цифрової оптимізації організаційно-управлінських рішень проєктів будівництва. Отримані результати дають підстави для таких висновків.

1. Уточнено сутність організаційно-управлінського рішення у будівництві як цілеспрямованого вибору і реалізації варіанта організаційного впливу на систему учасників будівельно-інвестиційного проєкту, що ґрунтується на сценарній оцінці можливих станів проєкту за цифровими даними та забезпечує узгодження технологічної черговості робіт, ресурсного забезпечення, строків і ризиків з цілями зацікавлених сторін на всіх фазах життєвого циклу. На відміну від наявних трактувань, визначення поєднує процедурний, організаційно-технологічний, сценарний і цифровий аспекти рішення. Класифікацію рішень доповнено ознаками ступеня алгоритмізації (від автоматизованих рішень на основі правил до ситуативних) та сценарної визначеності (детерміновані, сценарні, адаптивні рішення).

2. Визначено особливості будівельно-інвестиційних проєктів як об’єктів організаційного управління: мережеву структуру учасників, фазову мінливість організаційної логіки, нормативно задану технологічну черговість робіт, багатокомпонентний ризик-профіль і зростаючу залежність від цифрових джерел даних. Встановлено, що об’єкт і предмет організаційного управління змінюються від фази до фази життєвого циклу проєкту, що має враховуватися в цифрових моделях підтримки рішень.

3. Систематизовано процесні, проєктно-управлінські, кількісні, сценарні та цифрові підходи до оптимізації організаційно-управлінських рішень і встановлено, що вони розвиваються відокремлено та не забезпечують інтеграції сценарного прогнозування, цифрових даних та організаційно-технологічних параметрів будівництва. Обґрунтовано, що

інституційна стійкість оптимізованих рішень ґрунтується на поєднанні регламентованої основи з гнучкими механізмами модифікації рішень.

4. Розроблено каскадну систему аналітичних індикаторів оцінювання ефективності управлінських рішень, що містить зведений коефіцієнт управлінської ефективності, показники адаптивності та реактивності управлінської системи, процедуру нормування індикаторів і визначення вагових коефіцієнтів за правилом Фішберна. Для ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» зведений коефіцієнт управлінської ефективності зріс на 49,2 %, показник адаптивності становить 0,177, реактивність — 0,064 на рік.

5. Розроблено методику побудови адаптивних організаційних структур з урахуванням фаз життєвого циклу інвестиційного проєкту, яка містить алгоритм із шести етапів, критерій вибору конфігурації структури, індекси адаптаційної рівноваги, адаптивності та фазово-структурної гармонії. Для фази будівництва житлового комплексу обґрунтовано матричну конфігурацію управління.

6. Розроблено інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей в управлінських рішеннях: модифіковану функцію очікуваного збитку з адаптивним погашенням ризику, регресійну модель ризикового індексу, індекс конфліктності стейкхолдерів за чотирма параметрами, процедуру байєсівсько-імітаційного моделювання невизначеності та архітектуру системи моніторингу ERP–BI–KPI. Наближена оцінка середнього коефіцієнта адаптивного погашення ризику за зменшенням кількості критичних відхилень становить 0,161.

7. Побудовано багатофакторну модель прийняття управлінських рішень із застосуванням цифрових технологій та сценарного аналізу, яка поєднує індикаторні шари, інтегральний цифровий індекс IDDI і динамічний блок «інформаційне навантаження – когнітивна реакція – ймовірність раціонального вибору – структурна синхронізація – якість рішення» з оптимізаційною постановкою за трьома сценаріями та обмеженнями проєкту організації будівництва і проєкту виконання робіт. стійкість результату до

зміни параметрів і вихідних даних (відхилення до 3 %) та очікуване значення інтегрованого індексу 1,208 за сценаріями 2026 р. Інтегральний цифровий індекс IDDI на даних апробації не ідентифіковано, його внесок підлягає оцінюванню в міру накопичення даних цифрового контуру. Модель реалізовано в програмному продукті SmartLoad-DSS.Апробація моделі в індексній формі відносно базового періоду показала зростання якості організаційно-управлінських рішень на 21,6 %,

8. На основі синергетичного підходу запропоновано коефіцієнт синергії складових моделі, значення якого становить 1,049 (синергетична складова — 1,0 відсоткового пункту приросту якості рішень, зумовлена мультиплікативною структурою моделі), та обґрунтовано шість напрямів удосконалення управлінської системи проєкту з відповідальними виконавцями, індикаторами контролю та етапами впровадження, що забезпечує перехід від реактивного до узгодженого режиму координації учасників.

9. Практична реалізація моделі на проєкті будівництва житлового комплексу, генеральним підрядником якого є ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»», за модельним розрахунком обґрунтувала раціональність комплексної конфігурації управлінських заходів, що поєднує структурні та інформаційні заходи, і, за модельним розрахунком, недостатність конфігурації, обмеженої цифровими інструментами. Визначено межі стійкості управлінської системи — критичне значення коефіцієнта завантаження управлінського персоналу 1,90 і допустиме перевищення ризикового навантаження над ресурсним резервом 0,191. За період застосування моделі в управлінському обліку підприємства зафіксовано скорочення тривалості погодження рішень на 14,3 %, кількості критичних відхилень від календарного плану на 16,1 %, адміністративних витрат на 11,8 %, логістичних витрат на 9,6 % та зростання рентабельності будівельно-монтажних робіт на 8,7 %. Оскільки оцінювання виконано в індексній формі відносно базового періоду, ці зміни характеризують узгодженість фактичної динаміки показників з механізмом

дії моделі, а ізольований внесок моделі потребує підтвердження порівнянням з контрольним періодом або об’єктом. Результати впроваджено також у ТОВ «Експертиза С» і використано в Інституті місцевого розвитку. Запропоновано формулу річного економічного ефекту з урахуванням витрат на впровадження, його питомі значення та коефіцієнт масштабованості моделі.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на уточнення вагових коефіцієнтів моделі регресійними методами за даними кількох проєктів, перехід від індексної до абсолютної форми змінних моделі та верифікацію сценарних прогнозів за фактичними даними наступних періодів з розрахунком похибок MAPE і RMSE.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Організація та управління будівництвом : підручник / О. А. Тугай, В. В. Титок, О. М. Ємельянова та ін. Київ : Ліра-К, 2024. 400 с. URL: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/01/pidruchnyk-oub-dlya-sajta.pdf.

2. Hendrickson C. Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders. Version 2.2. Pittsburgh : Carnegie Mellon University, 2008. URL: https://www.cmu.edu/cee/projects/PMbook/index.html.

3. Бушуєв С. Д., Пузійчук А. В. Подальший розвиток моделей і методів проектного менеджменту для ціннісно-орієнтованого управління проектами реінжинірингу будівельних компаній. Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. 2019. № 2. С. 69–74. DOI: https://doi.org/10.24025/2306-4412.2.2019.171471.

4. Топазли Р. А. Цифровізація публічного управління як чинник модернізації будівельної галузі в Україні. Економічний простір. 2025. № 200. С. 119–124. DOI: https://doi.org/10.30838/EP.200.119-124.

5. Simon H. A. Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organizations. 4th ed. New York : Free Press, 1997. 368 p. URL: https://archive.org/details/administrativebe0000simo_f3b1.

6. Mintzberg H. Structure in Fives: Designing Effective Organizations. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1983. 312 p. URL: https://archive.org/details/structureinfives0000mint.

7. Mintzberg H. The Structuring of Organizations: A Synthesis of the Research. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1979. 512 p. URL: https://archive.org/details/structuringoforg0000mint.

8. Kuzmin O., Khilukha O. Regulation of stakeholders' interests in corporate governance through negotiations. Economic Annals-XXI. 2016. Vol. 161, No. 9-10. P. 56–60. DOI: https://doi.org/10.21003/ea.v161-13.

9. Kerzner H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 11th ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2013. 1264 p. URL: https://archive.org/details/projectmanagemen0000kerz_i8w9.

10. Holsapple C. W., Whinston A. B. Decision Support Systems: A Knowledge-Based Approach. Minneapolis ; St. Paul : West Publishing, 1996. URL: https://archive.org/details/decisionsupports0000hols.

11. Kahneman D. Thinking, Fast and Slow. New York : Farrar, Straus and Giroux, 2011. 499 p. URL: https://archive.org/details/thinkingfastslow0000kahn.

12. Flyvbjerg B. Quality control and due diligence in project management: Getting decisions right by taking the outside view. International Journal of Project Management. 2013. Vol. 31, Iss. 5. P. 760–774. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.10.007.

13. Трач Р. В. Інформаційне моделювання в будівництві (BIM): сутність, етапи становлення та перспективи розвитку. Глобальні та національні проблеми економіки. 2017. Вип. 16. С. 490–495. URL: http://global-national.in.ua/archive/16-2017/99.pdf.

14. Садовяк М. Б., Мазник Ю. І., Секретар І. В., Старецький А. О., Волос М. В. Цифровізація як фактор інтенсивного розвитку виробничого потенціалу підприємств будівельної індустрії. Академічні візії. 2024. Вип. 28. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10667332.

15. Бондаренко Д., Калашнікова К. Цифровізація будівельної галузі України: аналіз стану, проблем та перспектив розвитку. Економіка та суспільство. 2024. № 65. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-2.

16. Anderson D. R., Sweeney D. J., Williams T. A., Camm J. D., Cochran J. J., Fry M. J., Ohlmann J. W. An Introduction to Management Science: Quantitative Approaches to Decision Making. 14th ed. Boston : Cengage Learning, 2016. ISBN 978-1-111-82361-0. URL: https://www.cengage.com/c/an-introduction-to-management-science-14e-anderson-sweeney-williams-camm-cochran-fry-ohlmann/9781111823610.

17. Sacks R., Eastman C., Lee G., Teicholz P. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. 3rd ed. Hoboken : Wiley, 2018. 688 p. DOI: https://doi.org/10.1002/9781119287568.

18. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7th ed. Newtown Square, PA : Project Management Institute, 2021. ISBN 978-1-62825-664-2.

19. Joseph J., Gaba V. Organizational Structure, Information Processing, and Decision-Making: A Retrospective and Road Map for Research. Academy of Management Annals. 2020. Vol. 14, No. 1. P. 267–302. DOI: https://doi.org/10.5465/annals.2017.0103.

20. Miles M. E., Berens G. L., Eppli M. J., Weiss M. A. Real Estate Development: Principles and Process. 4th ed. Washington, DC : Urban Land Institute, 2007. URL: https://archive.org/details/realestatedevelo0000mile_w4o0.

21. Winch G. M. Managing Construction Projects: An Information Processing Approach. 2nd ed. Chichester : Wiley-Blackwell, 2010. xviii, 522 p. ISBN 978-1-4051-8457-1.

22. Müller R., Turner J. R. Matching the project manager's leadership style to project type. International Journal of Project Management. 2007. Vol. 25, Iss. 1. P. 21–32. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.04.003.

23. Бугров О. В., Бугрова О. О., Лук'янчук І. О. Державно-приватне партнерство як механізм зниження ризиків інвестиційних проєктів. Інвестиції: практика та досвід. 2024. № 3. С. 112–118. DOI: https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.3.112.

24. Mirzaei M., Mabin V. J., Zwikael O. Customising Hybrid project management methodologies. Production Planning & Control. 2025. Vol. 36, Iss. 9. P. 1188–1205. DOI: https://doi.org/10.1080/09537287.2024.2349231.

25. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіон України, 2016. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3879707932224390963?doc_type=2.

26. Про регулювання містобудівної діяльності : Закон України від 17.02.2011 № 3038-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17.

27. Son J. Complexity and Dynamics in Construction Project Organizations. Sustainability. 2022. Vol. 14, Iss. 20. Article 13599. DOI: https://doi.org/10.3390/su142013599.

28. Loyola M. Global Infrastructure Permitting: A Survey of Best Practices. Washington, DC : Competitive Enterprise Institute, 2023. URL: https://cei.org/studies/global-infrastructure-permitting/.

29. Renn O. Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World. London : Routledge, 2017. DOI: https://doi.org/10.4324/9781849772440.

30. Kendrick T. Identifying and Managing Project Risk: Essential Tools for Failure-Proofing Your Project. 2nd ed. New York : AMACOM, 2009. 352 p. URL: https://www.oreilly.com/library/view/-/9780814413418/.

31. Taroun A. Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review. International Journal of Project Management. 2014. Vol. 32, No. 1. P. 101–115. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.03.004.

32. Kerzner H. Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance. 4th ed. Hoboken, NJ : Wiley, 2022. DOI: https://doi.org/10.1002/9781119851592.

33. Li X., Cheng L., Jiao H., Li H. Exploring the impact of information technology integration capability on project management performance in Chinese construction industry: a moderated mediation analysis. Engineering, Construction and Architectural Management. 2026. Vol. 33, Iss. 2. P. 1235–1257. DOI: https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2023-0701.

34. Taresh N. S. S., Golestanizadeh M., Sarvari H., Edwards D. J. The Impact of Using Information Systems on Project Management Success Through the Mediator Variable of Project Risk Management: Results from Construction Companies. Buildings. 2025. Vol. 15, Iss. 8. Article 1260. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings15081260.

35. Клочко А. А. Цифрові технології в галузі архітектури і будівництва. Управління розвитком складних систем. 2021. № 48. С. 61–68. DOI: https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.61-68.

36. Turban E., Sharda R., Delen D. Decision Support and Business Intelligence Systems. 9th ed. Upper Saddle River, NJ : Pearson/Prentice Hall, 2011. URL: https://archive.org/details/decisionsupportb09edturb.

37. Щербань Б. М. Інтегративна модель гнучкого управління: синергетичне поєднання SCRUM, BIM та LEAN підходів. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 56, ч. 2. С. 183–193. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).183-193.

38. Taleb N. N. The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable. 2nd ed. New York : Random House, 2010. URL: https://archive.org/details/blackswanimpacto0000tale_v1z0.

39. Turner J. R. The Handbook of Project-Based Management: Improving the Processes for Achieving Strategic Objectives. London ; New York : McGraw-Hill, 1992. xx, 540 p. URL: https://archive.org/details/handbookofprojec0000turn.

40. Шпаков А. В., Щербань Б. М., Цимбалістий Ю. В. та ін. Науково-аналітичні компоненти оцінки та вибору альтернативних варіантів впровадження девелоперського проєкту на передінвестиційно-підготовчій фазі циклу. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2023. Вип. 52, ч. 2. С. 325–344. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.52(2).325-344.

41. Flyvbjerg B. Policy and planning for large-infrastructure projects: problems, causes, cures. Environment and Planning B: Planning and Design. 2007. Vol. 34, Iss. 4. P. 578–597. DOI: https://doi.org/10.1068/b32111.

42. Ползіков М. О. Архітектура цифрових платформ підтримки мультипроєктного управління в будівельних компаніях. Управління розвитком складних систем. 2025. № 64. С. 109–119. DOI: https://doi.org/10.32347/2412-9933.2025.64.109-119.

43. Sacks R., Brilakis I., Pikas E., Xie H. S., Girolami M. Construction with digital twin information systems. Data-Centric Engineering. 2020. Vol. 1. DOI: https://doi.org/10.1017/dce.2020.16.

44. Too E. G., Weaver P. The management of project management: A conceptual framework for project governance. International Journal of Project Management. 2014. Vol. 32, Iss. 8. P. 1382–1394. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.07.006.

45. Томах В. В., Сігаєва Т. Є., Мартиненко М. В. Цифрова трансформація управління підприємствами України у контексті сталого розвитку: інноваційні рішення, креативні технології. Академічні візії. 2023. Вип. 18. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.7840221.

46. Боярко І. М., Гриценко Л. Л. Інвестиційний аналіз : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2011. 400 с. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/50225.

47. Мішеніна Г. А., Кобушко Я. В. Моніторинг і оцінювання управлінської діяльності : конспект лекцій. Суми : СумДУ, 2022. 138 с. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/88097/1/Mishenina.pdf.

48. Kaplan R. S., Norton D. P. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston : Harvard Business School Press, 1996. 322 p. URL: https://archive.org/details/balancedscorecar00kapl.

49. Fridgeirsson T. V., Ingason H. T., Jonasson H. I., Kristjansdottir B. H. The VUCAlity of Projects: A New Approach to Assess a Project Risk in a Complex World. Sustainability. 2021. Vol. 13, Iss. 7. Article 3808. DOI: https://doi.org/10.3390/su13073808.

50. Geraldi J., Maylor H., Williams T. Now, let's make it really complex (complicated): A systematic review of the complexities of projects. International Journal of Operations & Production Management. 2011. Vol. 31, Iss. 9. P. 966–990. DOI: https://doi.org/10.1108/01443571111165848.

51. Ika L., Couillard J., Garon S. Coping with Project Complexity: The Complexity Based Project Management Framework. PM World Journal. 2021.

Vol. X, Iss. V. 22 p. URL: https://pmworldlibrary.net/wp-content/uploads/2021/05/pmwj105-May2021-Ika-Couillard-Garon-coping-with-project-complexity.pdf.

52. Flyvbjerg B. What You Should Know about Megaprojects and Why: An Overview. Project Management Journal. 2014. Vol. 45, Iss. 2. P. 6–19. DOI: https://doi.org/10.1002/pmj.21409.

53. Turner J. R., Müller R. On the nature of the project as a temporary organization. International Journal of Project Management. 2003. Vol. 21, Iss. 1. P. 1–8. DOI: https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00020-0.

54. Winch G. M. Three domains of project organising. International Journal of Project Management. 2014. Vol. 32, Iss. 5. P. 721–731. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.10.012.

55. Alaloul W. S., Liew M. S., Zawawi N. A. W. A. Identification of coordination factors affecting building projects performance. Alexandria Engineering Journal. 2016. Vol. 55, Iss. 3. P. 2689–2698. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.06.010.

56. Guan D. Conflicts in the project environment. PMI Global Congress 2007 — Asia Pacific (Hong Kong, 29–31 January 2007). Newtown Square, PA : Project Management Institute, 2007. URL: https://www.pmi.org/learning/library/project-environment-eleven-project-conflicts-7348.

57. Osuizugbo I. C., Okuntade T. F. Conflict Management Practice among Stakeholders in Construction Project Delivery. Covenant Journal of Research in the Built Environment. 2020. Vol. 8, No. 1. P. 40–57. DOI: https://doi.org/10.47231/ZWUX7965.

58. Siraj N. B., Fayek A. R. Risk Identification and Common Risks in Construction: Literature Review and Content Analysis. Journal of Construction Engineering and Management. 2019. Vol. 145, Iss. 9. Article 03119004. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001685.

59. Atasoy G., Ertaymaz U., Dikmen I., Birgonul M. T. Empowering Risk Communication: Use of Visualizations to Describe Project Risks. Journal of Construction Engineering and Management. 2022. Vol. 148, Iss. 5. Article 04022015. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002265.

60. Zou P. X. W., Zhang G., Wang J. Understanding the key risks in construction projects in China. International Journal of Project Management. 2007. Vol. 25, Iss. 6. P. 601–614. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.03.001.

61. Qazi A., Quigley J., Dickson A., Kirytopoulos K. Project Complexity and Risk Management (ProCRiM): Towards modelling project complexity driven risk paths in construction projects. International Journal of Project Management. 2016. Vol. 34, Iss. 7. P. 1183–1198. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.05.008.

62. Khahro S. H., Shaikh H. H., Zainun N. Y., Sultan B., Khahro Q. H. Delay in Decision-Making Affecting Construction Projects: A Sustainable Decision-Making Model for Mega Projects. Sustainability. 2023. Vol. 15, Iss. 7. Article 5872. DOI: https://doi.org/10.3390/su15075872.

63. Shah F. H., Bhatti O. S., Ahmed S. A Review of the Effects of Project Management Practices on Cost Overrun in Construction Projects. Engineering Proceedings. 2023. Vol. 44, Iss. 1. Article 1. DOI: https://doi.org/10.3390/engproc2023044001.

64. Ramírez R., Wilkinson A. Strategic Reframing: The Oxford Scenario Planning Approach. Oxford : Oxford University Press, 2016. DOI: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198745693.001.0001.

65. Opoku D.-G. J., Perera S., Osei-Kyei R., Rashidi M. Digital twin application in the construction industry: A literature review. Journal of Building Engineering. 2021. Vol. 40. Article 102726. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102726.

66. Чуприна Ю., Петренко Г., Гриненко І., Ніколаєва М., Поколенко В., Савчук Т. Методологічна регламентація та аналітико-інформаційне забезпечення процесно-орієнтованого менеджменту в сучасній системі

будівельного девелопменту. Управління розвитком складних систем. 2021. № 48. С. 125–134. DOI: https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.125-134.

67. Куліков О. Аналітичні інструменти формування системи менеджменту якості будівельних підприємств на основі процесного управління. Управління розвитком складних систем. 2020. № 43. С. 164–173. DOI: https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.43.164-173.

68. Дубінін Д., Новак Є. Формалізація процесів цифрової трансформації системи організації будівництва. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 55, ч. 3. С. 3–11. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(3).3-11.

69. Коломієць В. Інтеграція цифрових технологій у процес управління будівельними проєктами: аналітичний та інформаційний виміри. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 56, ч. 2. С. 132–143. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).132-143.

70. Дворнічен І., Олійник В. Використання теоретико-прикладного підходу визначення оптимальної стратегії інвестиційно-будівельного підприємства для реалізації проектів будівництва. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 55, ч. 2. С. 137–143. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(2).137-143.

71. Стельмах О. В., Молодько О. В., Штиль А. М., Щербань Б. М. Особливості будівельно-інвестиційних проєктів як об’єктів організаційного управління. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2022. Вип. 49, ч. 2. С. 320–333. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.49(2).320-333.

72. Івахненко І. С., Молодько О. В., Шепета М. О., Пилипчук В. В., Бородиня В. В. Сутність та еволюція організаційно-управлінських рішень у будівництві. Будівельне виробництво. 2025. № 80. С. 43–52. DOI: https://doi.org/10.36750/2524-2555.80.43-52.

73. Молодько О. В., Івахненко І. С., Шепета М. О., Пилипчук В. В. Підходи до оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах. Просторовий розвиток. 2025. Вип. 14. С. 148–159. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.14.148-159.

74. Петруха Н. М., Кузмін Т. Р., Молодько О. В., Сокуров А. В. Концептуальні основи реконструкції та класифікація пошкоджень громадських будівель. Просторовий розвиток. 2025. Вип. 13. С. 674–687. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.13.674-687.

75. Darko A., Chan A. P. C., Ameyaw E. E., Owusu E. K., Pärn E., Edwards D. J. Review of application of analytic hierarchy process (AHP) in construction. International Journal of Construction Management. 2019. Vol. 19, Iss. 5. P. 436–452. DOI: https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1452098.

76. Когут І. В., Когут Е. А. Експертна оцінка ризиків на прикладі проєкту реконструкції не експлуатованих приміщень бізнес центру. Підприємництво та інновації. 2023. № 27. С. 49–53. DOI: https://doi.org/10.32782/2415-3583/27.8.

77. Davenport T. H., Harris J. G., Morison R. Analytics at Work: Smarter Decisions, Better Results. Boston : Harvard Business Press, 2010. 214 p. URL: https://archive.org/details/analyticsatworks0000dave.

78. Likierman A. The Five Traps of Performance Measurement. Harvard Business Review. 2009. Vol. 87, No. 10. URL: https://hbr.org/2009/10/the-five-traps-of-performance-measurement.

79. Mauboussin M. J. The True Measures of Success. Harvard Business Review. 2012. Vol. 90, No. 10. P. 46–56. URL: https://hbr.org/2012/10/the-true-measures-of-success.

80. Porter M. E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York : Free Press ; London : Collier Macmillan, 1985. xviii, 557 p. URL: https://archive.org/details/competitiveadvan00port.

81. Hamel G. Leading the Revolution. Boston : Harvard Business School Press, 2000. xiv, 333 p. URL: https://archive.org/details/leadingrevolutio00hame.

82. ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»» (код ЄДРПОУ 22965175) : реєстраційні та фінансові дані. Opendatabot. URL: https://opendatabot.ua/c/22965175.

83. Альфа Сервіс : компанії. NOVOBUDOVY.com. URL: https://novobudovy.com/company/alfa-servis-tov-budivelna-firma.

84. North K., Kumta G. Knowledge Management: Value Creation Through Organizational Learning. 2nd ed. Cham : Springer, 2018. (Springer Texts in Business and Economics). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-59978-6.

85. Shyiko O., Procenko P. Organizational structures of the project management in construction. Theory and Building Practice. 2025. Vol. 7, No. 1. P. 82–89. DOI: https://doi.org/10.23939/jtbp2025.01.082.

86. Burns T., Stalker G. M. The Management of Innovation. London : Tavistock Publications, 1961. 269 p. URL: https://archive.org/details/managementofinno0000burn.

87. Malone T. W. The Future of Work: How the New Order of Business Will Shape Your Organization, Your Management Style, and Your Life. Boston : Harvard Business School Press, 2004. URL: https://archive.org/details/futureofworkhow00malo.

88. Tabassi A. A., Abdullah A., Bryde D. J. Conflict Management, Team Coordination, and Performance Within Multicultural Temporary Projects: Evidence From the Construction Industry. Project Management Journal. 2019. Vol. 50, Iss. 1. P. 101–114. DOI: https://doi.org/10.1177/8756972818818257.

89. Чубін А. Аналіз змін в організаційних структурах та бізнес-процесах будівельних компаній під впливом упровадження цифрових технологій. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 55, ч. 2. С. 90–101. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(2).90-101.

90. Morris P. W. G. Reconstructing Project Management. Chichester : Wiley-Blackwell, 2013. DOI: https://doi.org/10.1002/9781118536698.

91. Irfan M., Thaheem M. J., Gabriel H. F., Malik M. S. A., Nasir A. R. Effect of stakeholder's conflicts on project constraints: a tale of the construction

industry. International Journal of Conflict Management. 2019. Vol. 30, Iss. 4. P. 538–565. DOI: https://doi.org/10.1108/IJCMA-04-2019-0074.

92. Donaldson T., Preston L. E. The Stakeholder Theory of the Corporation: Concepts, Evidence, and Implications. Academy of Management Review. 1995. Vol. 20, No. 1. P. 65–91. DOI: https://doi.org/10.5465/amr.1995.9503271992.

93. Knight F. H. Risk, Uncertainty and Profit. Boston ; New York : Houghton Mifflin, 1921. xiv, 381 p. URL: https://archive.org/details/cu31924032612693.

94. COSO. Enterprise Risk Management — Integrating with Strategy and Performance. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, 2017. URL: https://www.coso.org/enterprise-risk-management.

95. Gleißner W., Berger T. B. Enterprise Risk Management: Improving Embedded Risk Management and Risk Governance. Risks. 2024. Vol. 12, Iss. 12. Article 196. DOI: https://doi.org/10.3390/risks12120196.

96. Молодько О. В. Система аналітичних індикаторів для оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 56, ч. 2. С. 206–217. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).206-217.

97. Валінкевич Н. В., Молодько О. В., Бошган А. В., Штиль А. М., Верченко В. Методологічний аналіз передумов та стратегічних факторів для ефективної трансформації бізнес-процесів. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2024. Вип. 53, ч. 3. С. 329–348. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53(3).329-348.

98. Козак А. А., Соболь Д. В., Молодько О. В., Бошган А. В. Еволюція підходів до оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проєктів. Просторовий розвиток. 2025. Вип. 13. С. 308–323. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.13.308-323.

99. Чуприна Ю. А., Молодько О. В., Буняк С. І. Методологічні основи екологічного менеджменту стейкхолдерів енергоефективності в контексті

сталого енергетичного розвитку. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2024. Вип. 53, ч. 2. С. 302–320. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53(2).302-320.

100. Молодько О. В. Інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів та невизначеностей в управлінських рішеннях. Просторовий розвиток. 2025. Вип. 15. С. 429–440. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.15.429-440.

101. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York : W. W. Norton & Company, 2014. 306 p. URL: https://archive.org/details/secondmachineage0000bryn.

102. Haken H. Synergetics: An Introduction. Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology. 3rd ed. Berlin ; Heidelberg : Springer, 1983. (Springer Series in Synergetics ; Vol. 1). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-88338-5.

103. Strogatz S. H. Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering. 2nd ed. Boca Raton : CRC Press, 2018. DOI: https://doi.org/10.1201/9780429492563.

104. Capra F. The Hidden Connections: Integrating the Biological, Cognitive, and Social Dimensions of Life into a Science of Sustainability. New York : Doubleday, 2002. xix, 300 p. URL: https://archive.org/details/hiddenconnection00capr_0.

105. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. Geneva : ISO, 2018. URL: https://www.iso.org/standard/68078.html.

106. Петруха С. В., Микитченко Б. А., Молодько О. В. Моделі економічної адаптивності девелоперських компаній та оптимізація організаційно-управлінських рішень будівельно-інвестиційних проєктів на

ґрунті науково-освітнього процесу. Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України : матеріали VIII Міжнар. конф. (м. Київ, 12 листоп. 2025 р.). Київ : Ліра-К, 2026. С. 391–392. URL: https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/28/zbirnyk-materialiv_8_mizhnarodnoyi-konferentsiyi-2025.pdf.

107. Зяхор Д. О., Молодько О. В. Застосування інноваційного інструментарію для ефективного управління девелоперськими проектами в сучасних умовах. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 55, ч. 2. С. 166–173. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(2).166-173.

108. Молодько О. В. Напрями удосконалення управлінської системи проєкту на основі синергетичного підходу до координації учасників. Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України : програма круглого столу (м. Київ, 30 трав. 2023 р.). Київ : КНУБА, 2023. URL: https://cf.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2026/03/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0-%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BB%D1%83-30.05.2023.pdf.

109. Молодько О. В. Апробація моделі оптимізації організаційних рішень на прикладі реального будівельно-інвестиційного кейсу. Енергоощадні машини і технології : програма V Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 22–24 трав. 2024 р.). Київ : КНУБА, 2024. URL: https://cf.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2026/03/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97_2024_22-24_05.pdf.

110. Будівництво : оперативна статистична інформація / Державна служба статистики України. 2025. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/bud_20.htm.

111. Papadonikolaki E., van Oel C., Kagioglou M. Organising and Managing boundaries: A structurational view of collaboration with Building Information Modelling (BIM). International Journal of Project Management. 2019. Vol. 37, Iss. 3. P. 378–394. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.01.010.

112. Тугай О. А., Єсипенко А., Пилипчук О., Молодько О. В., Зяхор Д. О. Удосконалення організаційно-технологічного інструментарію оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проектів. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2023. Вип. 51, ч. 1. С. 234–240. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.51(1).234-240.

113. Malykhin M., Molodko O., Pylypchuk V., Tugay A., Dubynka O. Assessment of the Feasibility of Implementing a Construction Project at the Pre-investment Stage. European Project Management Journal. 2025. Vol. 15, No. 1. P. 55–75. DOI: https://doi.org/10.56889/ssvp1672.

114. Malykhin M., Molodko O., Pylypchuk V., Tugay A., Dubynka O. Determining the feasibility of implementing a construction project at the pre-investment stage. ARTEKS: Jurnal Teknik Arsitektur. 2026. Vol. 11, Iss. 1. P. 41–60. DOI: https://doi.org/10.30822/arteks.v11i1.4389.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Довідки про впровадження

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів наукових досліджень

Молодько Олексій Васильович

ТОВ ЕКСПЕРТИЗА С

Вих.№ 415 від 19.05.2026 р.

Здобувач КНУБА Молодько Олексій Васильович упродовж 2024–2025 років співпрацював із девелоперською компанією ТОВ «Експертиза С» у процесі підготовки та реалізації будівельно-інвестиційних проєктів житлового та комерційного призначення. В умовах воєнного стану, високої невизначеності зовнішнього середовища, ресурсних обмежень та необхідності оперативного коригування управлінських рішень особливої практичної значущості набули наукові розробки здобувача, сформовані в межах дисертаційного дослідження «Інтегрована сценарно-цифрова оптимізація організаційно-управлінських рішень проєктів будівництва».

У практику діяльності компанії було впроваджено аналітико-цифровий інструментарій сценарно-адаптивної оптимізації рішень у будівельно-інвестиційних проєктах, який забезпечує інтегровану оцінку синергетичних, ризикових та поведінкових параметрів управління на основі системи індикаторів IDDI, матриці крос-впливів та модуля SmartLoad-Prioritizer. Практичне застосування інструментарію дозволило створити єдиний цифровий контур прийняття управлінських рішень, інтегрувати стратегічний, операційний та ресурсний рівні управління, а також підвищити узгодженість дій між замовником, девелопером, генеральним підрядником та іншими учасниками реалізації проєктів. За результатами впровадження скорочено адміністративні витрати в середньому на 12,6 %, зменшено логістичні витрати на 10,8 %, а рівень оперативності прийняття управлінських рішень зріс на 17,4 %.

Особливу практичну цінність для компанії становила впроваджена сценарно-адаптивна модель оптимізації організаційно-управлінських рішень, яка поєднує

BIM-технології, ERP-системи, інструменти штучного інтелекту та механізми ризик-адаптивного управління. Запропонована модель дозволила формалізувати будівельний проєкт як когнітивно-інформаційну систему, забезпечити безперервний моніторинг ризиків, оцінку невизначеності та адаптивне коригування управлінських дій відповідно до зміни зовнішніх умов. Використання комплексу прикладних програм і цифрових дашбордів сприяло підвищенню прозорості управлінських процедур, зниженню рівня конфліктності між учасниками проєктів на 18,2 %, скороченню кількості критичних відхилень від планових параметрів на 15,7 % та підвищенню рентабельності реалізації будівельних робіт на 9,3 %. Практичне впровадження наукових результатів Молодька О.В. підтвердило ефективність розробленого інструментарію для цифрової трансформації управління будівельними проєктами, забезпечення їх стійкості, адаптивності та прогнозованості в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення України. Отримані результати свідчать про високий рівень науково-прикладної підготовки здобувача, його професійну компетентність та здатність розробляти й впроваджувати інноваційні управлінські рішення, що повністю відповідає вимогам до підготовки доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Директор

ТОВ «Експертиза С» **В.П. Голуб**

ІНСТИТУТ МІСЦЕВОГО РОЗВИТКУ
КОНСУЛЬТАТИВНІ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ЕКСПЕРТНІ ПОСЛУГИ
М. КИЇВ, ВУЛ. ІГОРІВСЬКА 14А, ТЕЛ.: (044) 428-76-10

20.04.2026 № 78

Інформація про використання результатів наукового дослідження Молодька Олексія Васильович

Упродовж 2024–2025 років Інститут місцевого розвитку співпрацював із здобувачем КНУБА Молодьком Олексієм Васильовичем у напрямі вдосконалення процесів організації будівництва та адміністрування будівельно-девелоперської діяльності в умовах підвищеної невизначеності зовнішнього середовища. Практичне значення для діяльності компанії мали результати дисертаційного дослідження «**Інтегрована сценарно-цифрова оптимізація організаційно-управлінських рішень проєктів будівництва**».

У практику управління компанії було впроваджено алгоритм адаптивної сценарно-цифрової оптимізації будівельних проєктів, який забезпечує формування єдиного цифрового інформаційного контуру управління, інтеграцію BIM-, ERP- та AI-технологій, а також міжрівневу координацію стратегічних, тактичних і операційних рішень. Застосування алгоритму дозволило підвищити індекс цифрової узгодженості управлінських рішень на 24,8 %, скоротити час оброблення критично важливої проєктної інформації на 19,5 %, підвищити точність прогнозування ризикових подій на 21,4 % та забезпечити зростання індексу організаційної адаптивності проєктних команд на 18,7 %.

Також у діяльність компанії було впроваджено науково-методичний та аналітично-цифровий інструментарій адаптивного коригування управлінських впливів із урахуванням когнітивних і поведінкових характеристик учасників будівельного процесу. Інструментарій забезпечив проактивне

управління ризиками та невизначеністю, сценарне моделювання альтернатив розвитку проєктів і цифровий моніторинг стану виконання робіт у режимі реального часу. Результатом його використання стало підвищення індексу координації учасників проєкту на 22,3 %, зниження рівня інформаційної асиметрії на 27,1 %, скорочення кількості управлінських конфліктів на 16,8 % та підвищення рівня виконання контрольних проєктних показників на 14,6 %.

Практичне використання наукових розробок Молодька О.В. сприяло формуванню цифрово-орієнтованої системи адміністрування будівництва, підвищенню прозорості управлінських процедур, стійкості реалізації проєктів та ефективності використання ресурсів в умовах воєнного стану. Отримані результати підтверджують високу прикладну цінність проведеного дослідження та засвідчують професійну готовність здобувача до вирішення складних науково-практичних завдань у сфері будівництва та цивільної інженерії.

Виконавчий директор **Руслан ТОРМОСОВ**

"ІНСТИТУТ МІСЦЕВОГО РОЗВИТКУ" Ідентифікаційний код 26581632

АЛЬФА-СЕРВІС
будівельна фірма

14.04.2026 № 77

ІНФОРМПРО ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів наукових досліджень
Молодька Олексія Васильовича

У процесі співпраці будівельної компанії ТОВ «Альфа-Сервіс» із здобувачем КНУБА Молодьком О.В. було впроваджено окремі результати дисертаційного дослідження, спрямовані на вдосконалення механізмів прийняття організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах на основі адаптивного сценарно-цифрового підходу. Запропонований науково-прикладний інструментарій забезпечив інтеграцію сценарного аналізу, цифрових технологій управління, багатофакторної оцінки ризиків та адаптивного коригування рішень відповідно до змін зовнішнього і внутрішнього середовища реалізації будівельних проєктів.

Практичне використання розробленої моделі дозволило сформувати цифрово-адаптовану систему координації стратегічних, тактичних та операційних управлінських рішень, підвищити прозорість інформаційних потоків між учасниками проєктів та забезпечити своєчасне реагування на ризикові події. Завдяки впровадженню сценарно-аналітичних механізмів прогнозування та цифрового моніторингу досягнуто скорочення адміністративних витрат у середньому на 11,8 %, зниження логістичних витрат на 9,6 %, а також зменшення тривалості погодження управлінських рішень на 14,3 %.

Використання адаптивних організаційних структур та системи інтегрованих аналітичних індикаторів забезпечило підвищення ефективності розподілу ресурсів і координації робіт між виконавцями проєктів. У результаті рівень рентабельності виконання будівельно-монтажних робіт зріс на 8,7 %, продуктивність управлінських процесів підвищилася на 12,4 %, а кількість випадків виникнення критичних відхилень від проєктних параметрів скоротилася на 16,1 %.

Результати впровадження підтвердили практичну цінність розробленого інструментарію для цифрової трансформації управління будівельними проєктами та його здатність забезпечувати підвищення економічної результативності, адаптивності та стійкості будівельного виробництва. Отримані результати свідчать про високий рівень прикладної значущості наукових розробок Молодька О.В. та доцільність їх подальшого використання у практиці управління будівельно-інвестиційними проєктами.

Заступник директора
канд. економ. наук



А.М. Кравченко

ДОДАТОК Б

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Молодько О. В. Система аналітичних індикаторів для оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційній діяльності. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 56, ч. 2. С. 206–217. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).206-217.

2. Стельмах О. В., Молодько О. В., Штиль А. М., Щербань Б. М. Особливості будівельно-інвестиційних проєктів як об’єктів організаційного управління. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2022. Вип. 49, ч. 2. С. 320–333. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.49(2).320-333.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування фазової мінливості об’єкта та предмета організаційного управління будівельно-інвестиційним проєктом.)

3. Івахненко І. С., Молодько О. В., Шепета М. О., Пилипчук В. В., Бородиня В. В. Сутність та еволюція організаційно-управлінських рішень у будівництві. Будівельне виробництво. 2025. № 80. С. 43–52. DOI: https://doi.org/10.36750/2524-2555.80.43-52.

(*Особистий внесок здобувача:* авторське визначення організаційно-управлінського рішення у будівництві та доповнення класифікації рішень ознаками ступеня алгоритмізації і сценарної визначеності.)

4. Валінкевич Н. В., Молодько О. В., Боштан А. В., Штиль А. М., Верченко В. Методологічний аналіз передумов та стратегічних факторів для ефективної трансформації бізнес-процесів. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2024. Вип. 53, ч. 3. С. 329–348. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53(3).329-348.

(*Особистий внесок здобувача:* аналіз організаційних передумов адаптації структур управління до фаз життєвого циклу проєкту.)

5. Молодько О. В., Івахненко І. С., Шепета М. О., Пилипчук В. В. Підходи до оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах. Просторовий розвиток. 2025. № 14. С. 148–159. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.14.148-159.

(*Особистий внесок здобувача:* систематизація підходів до оптимізації організаційно-управлінських рішень та обґрунтування потреби в їх інтеграції.)

6. Козак А. А., Соболь Д. В., Молодько О. В., Бошган А. В. Еволюція підходів до оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проєктів. Просторовий розвиток. 2025. № 13. С. 308–323. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.13.308-323.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування складу індикаторів оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах.)

7. Чуприна Ю. А., Молодько О. В., Буняк С. І. Методологічні основи екологічного менеджменту стейкхолдерів енергоефективності в контексті сталого енергетичного розвитку. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2024. Вип. 53, ч. 2. С. 302–320. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53(2).302-320.

(*Особистий внесок здобувача:* аналіз взаємодії стейкхолдерів і чинників конфліктності їх інтересів.)

8. Петруха Н. М., Кузмін Т. Р., Молодько О. В., Сокуров А. В. Концептуальні основи реконструкції та класифікація пошкоджень громадських будівель. Просторовий розвиток. 2025. № 13. С. 674–687. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.13.674-687.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування організаційних аспектів управління проєктами реконструкції пошкоджених будівель.)

9. Молодько О. В. Інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів та невизначеностей в управлінських рішеннях. Просторовий

розвиток. 2025. № 15. С. 429–440. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.15.429-440.

10. Тугай О. А., Єсипенко А., Пилипчук О., Молодько О. В., Зяхор Д. О. Удосконалення організаційно-технологічного інструментарію оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проектів. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2023. Вип. 51, ч. 1. С. 234–240. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.51(1).234-240.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування організаційно-технологічних показників оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах.)

11. Зяхор Д. О., Молодько О. В. Застосування інноваційного інструментарію для ефективного управління девелоперськими проектами в сучасних умовах. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2025. Вип. 55, ч. 2. С. 166–173. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(2).166-173.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування цифрових інструментів пріоритезації управлінських сигналів у девелоперських проєктах.)

12. Тугай О. А., Дворниченко І., Олійник В., Зяхор Д. О., Молодько О. В. Використання теоретико-прикладного інструментарію для оптимізації інвестиційно-будівельних проектів. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2024. Вип. 54, ч. 1. С. 156–163. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(1).156-163.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування підходів до оптимізації організаційно-управлінських рішень в інвестиційно-будівельних проєктах.)

13. Дубинка О. В., Дворниченко І., Олійник В., Зяхор Д. О., Молодько О. В. Теоретичні основи ресурсного забезпечення в нестійких умовах для інвестиційно-будівельного проекту на стадії проектування. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування

ринкових відносин. 2024. Вип. 54, ч. 1. С. 148–155. DOI: https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(1).148-155.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування організаційно-управлінських рішень щодо ресурсного забезпечення проєкту в умовах невизначеності.)

14. Malykhin M., Molodko O., Pylypchuk V., Tugay A., Dubynka O. Assessment of the Feasibility of Implementing a Construction Project at the Pre-investment Stage. European Project Management Journal. 2025. Vol. 15, Iss. 1. P. 55–75. DOI: https://doi.org/10.56889/ssvp1672.

(*Особистий внесок здобувача:* обґрунтування організаційно-управлінських критеріїв оцінювання доцільності реалізації будівельного проєкту на передінвестиційній стадії.)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

15. Молодько О. В. Напрями удосконалення управлінської системи проєкту на основі синергетичного підходу до координації учасників. Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України : програма круглого столу (м. Київ, 30 трав. 2023 р.). Київ : КНУБА, 2023. URL: https://cf.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2026/03/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0-%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BB%D1%83-30.05.2023.pdf.

16. Молодько О. В. Апробація моделі оптимізації організаційних рішень на прикладі реального будівельно-інвестиційного кейсу. Енергоощадні машини і технології : програма V Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 22–24 трав. 2024 р.). Київ : КНУБА, 2024. URL: https://cf.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2026/03/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0-

%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97_2024_22-24_05.pdf.

17. Приходько Д. О., Бородавка О. В., Молодько О. В. Оптимізація організаційно-управлінських рішень і моделі економічної адаптивності девелоперських компаній. Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу : програма V Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 4–5 листоп. 2025 р.). Київ : КНУБА, 2025. URL: https://cf.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2026/01/Konference-program-KNUCA-4-5_11_2025.pdf.

18. Петруха С. В., Микитченко Б. А., Молодько О. В. Моделі економічної адаптивності девелоперських компаній та оптимізація організаційно-управлінських рішень будівельно-інвестиційних проєктів на ґрунті науково-освітнього процесу. Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України : матеріали VIII Міжнар. конф. (м. Київ, 12 листоп. 2025 р.). Київ : Ліра-К, 2026. С. 391–392. URL: https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/28/zbirnyk-materialiv_8_mizhnarodnoyi-konferentsiyi-2025.pdf.

19. Молодько О. В. Валідація моделі оптимізації організаційних рішень у межах реального будівельно-інвестиційного проєкту. Економіка та підприємництво в умовах сучасних викликів : матеріали IV Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 04 черв. 2026 р.). Житомир : Поліський національний університет, 2026. С. 250–251. URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/18508/3/EPUSV_2026_438.pdf.

ДОДАТОК В

Текст програми SmartLoad-DSS

Програмний продукт SmartLoad-DSS реалізовано мовою JavaScript у вигляді односторінкового вебзастосунку, що не потребує встановлення та функціонує в будь-якому сучасному браузері. Застосунок містить три модулі: DecisionFlow (розрахунок інтегрованого індексу якості рішень за формулами (3.8)–(3.14)), «Сценарії та чутливість» (розрахунок очікуваного значення індексу за сценаріями та аналіз чутливості до параметрів) і SmartLoad-Prioritizer (пріоритезація управлінських сигналів за правилом (3.17)). Вхідні дані, з якими виконано розрахунки розділу 4, наведено в табл. В.1, параметри класів управлінських сигналів — у табл. В.2; нижче наведено повний текст програми.

Таблиця В.1

Вхідні дані програми SmartLoad-DSS для розрахунків розділу 4

№	Вхідний параметр	Позначення в програмі	Значення	Джерело
1	Тривалість погодження управлінських рішень, індекс	T	0,857	табл. Г.1
2	Кількість критичних відхилень, індекс	K	0,839	табл. Г.1
3	Продуктивність управлінських процесів, індекс	P	1,124	табл. Г.1
4	Рентабельність виконання БМР, індекс	Rb	1,087	табл. Г.1
5	Логістичні витрати, індекс	L	0,904	табл. Г.1
6	Інтегральний цифровий індекс IDDI	I	1,000	ідентифікується в міру накопичення даних цифрового контуру
7	Лінійна оцінка $\sum W_i \cdot \tilde{I}_i$	W	1,128	табл. 2.3
8	Коефіцієнт чутливості до перевантаження ρ	rho	0,6	підрозділ 3.1
9	Коефіцієнт деструкції η	eta	0,5	підрозділ 3.1
10	Вагові коефіцієнти α (Ψ; Q; IDDI)	al	0,333; 0,500; 0,167	правило Фішберна (2.6), табл. 4.5
11	Вагові коефіцієнти μ (St; Inv; Op)	mu	0,167; 0,333; 0,500	правило Фішберна (2.6), табл. 4.5

№	Вхідний параметр	Позначення в програмі	Значення	Джерело
12	Ймовірності сценаріїв (базовий; песимістичний; оптимістичний)	p1; p2; p3	0,5; 0,3; 0,2	підрозділ 4.2
13	Коефіцієнт реалізації змін за сценаріями (базовий; песимістичний; оптимістичний)	k	1,0; 0,5; 1,5	підрозділ 4.2
14	Вагові коефіцієнти правила пріоритезації сигналів (B; E; U)	—	0,5; 0,3; 0,2	правило (3.17)

(складено автором)

Таблиця В.2

Параметри класів управлінських сигналів у модулі SmartLoad-Prioritizer

№	Клас управлінського сигналу	B	E	U
1	Відхилення графіка робіт на критичному шляху	1,0	0,7	0,9
2	Затримка поставки конструкцій і матеріалів	0,8	0,6	0,7
3	Запит на зміну проєктного рішення (BIM)	0,6	0,5	0,5
4	Перевищення кошторисної статті	0,5	0,6	0,4
5	Інформаційний запит субпідрядника	0,3	0,3	0,5
6	Плановий звіт ERP	0,1	0,1	0,2

(складено автором; B — вплив на критичний шлях, E — вартісний ефект, U — терміновість)

```
<!doctype html>
<html lang="uk">
<head>
<meta charset="utf-8">
<title>SmartLoad-DSS</title>
<style>
body{font-family:"Liberation Sans",Arial,sans-serif;margin:0;background:#eef1f5;color:#1d2733;font-size:13px}
header{background:#1f3b57;color:#fff;padding:10px 18px;display:flex;justify-content:space-between;align-items:center}
header b{font-size:16px}
nav{display:flex;gap:4px;padding:8px 18px 0;background:#dfe5ec}
nav button{border:1px solid #b9c4d0;border-bottom:none;background:#f4f6f9;padding:7px 14px;font-size:13px;cursor:pointer}
nav button.on{background:#fff;font-weight:bold}
section{display:none;padding:14px 18px}
section.on{display:block}
.grid{display:grid;grid-template-columns:330px 1fr;gap:14px}
.card{background:#fff;border:1px solid #c9d2dc;padding:10px 12px}
.card h3{margin:0 0 8px;font-size:13px;color:#1f3b57;text-transform:uppercase}
table{border-collapse:collapse;width:100%}
td,th{border:1px solid #d3dae2;padding:3px 6px;text-align:center}
th{background:#f0f3f7}
td.l{text-align:left}
input{width:62px;font-size:12px}
.kpi{display:grid;grid-template-columns:repeat(4,1fr);gap:8px;margin-bottom:10px}
.kpi div{background:#fff;border:1px solid #c9d2dc;padding:8px;text-align:center}
.kpi span{display:block;font-size:20px;font-weight:bold;color:#1f3b57}
.bar{height:14px;background:#4f7aa6}
.hi{background:#c0392b;color:#fff}.mid{background:#e6a23c}.lo{background:#7fb37f}
small{color:#5b6875}
</style>
</head>
<body>
<header><b>SmartLoad-DSS · система підтримки

організаційно-управлінських рішень</b><span>Об’єкт:

ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»», житловий комплекс, вул.

Івана Пулюя / вул. Федора Ернста, м.

Київ</span></header>

<nav><button class="on"
onclick="tab(0)">DecisionFlow: розрахунок
D</button><button onclick="tab(1)">Сценарії та
чутливість</button><button
onclick="tab(2)">SmartLoad-Prioritizer</button></nav>


<section class="on" id="t0">
<div class="grid">
<div class="card"><h3>Вихідні дані (індекси, базовий
період = 1)</h3>
<table>
<tr><th>Показник</th><th>База</th><th>2024-
2025</th></tr>
<tr><td class="l">Тривалість погодження
рішень</td><td>1,000</td><td><input id="T"
value="0.857"></td></tr>
<tr><td class="l">Критичні
відхилення</td><td>1,000</td><td><input id="K"
value="0.839"></td></tr>
<tr><td class="l">Продуктивність управл.
процесів</td><td>1,000</td><td><input id="P"
value="1.124"></td></tr>
<tr><td class="l">Рентабельність
БМР</td><td>1,000</td><td><input id="Rb"
value="1.087"></td></tr>
<tr><td class="l">Логістичні
витрати</td><td>1,000</td><td><input id="L"
value="0.904"></td></tr>
<tr><td class="l">Інтегральний цифровий індекс IDDI
(ідентифікується в міру накопичення даних цифрового
контуру)</td><td>1,000</td><td><input id="I"
value="1.000"></td></tr>
<tr><td class="l">Лінійна оцінка ∑Wᵢ·Ĩᵢ (табл.
2.3)</td><td>1,000</td><td><input id="W"
value="1.128"></td></tr>
</table>
<h3 style="margin-top:10px">Параметри моделі</h3>
<table>
<tr><td class="l">ρ — чутливість до
перевантаження</td><td><input id="rho"
value="0.6"></td></tr>
<tr><td class="l">η — коефіцієнт
деструкції</td><td><input id="eta"
value="0.5"></td></tr>
<tr><td class="l">α (Ψ; Q; IDDI) — правило
Фішберна</td><td>0,333; 0,5; 0,167</td></tr>
<tr><td class="l">μ (St; Inv; Op) — правило
Фішберна</td><td>0,167; 0,333; 0,5</td></tr>
</table>
<p><button onclick="calc()">Розрахувати</button></p>
</div>
<div>
<div class="kpi"><div>A_t <span
id="oA"></span></div><div>Індекс Ψ (Ψ₁/Ψ₀)<span
```

```
id="oPsi"></span></div><div>Індекс Y<span
id="oU"></span></div><div>Індекс D<span
id="oD"></span></div></div>
<div class="card"><h3>Складові інтегрованого
рішення</h3><table id="comp"></table></div>
<div class="card" style="margin-
top:10px"><h3>Порівняння з базовою лінією</h3><table
id="base"></table></div>
</div></div>
</section>


<section id="t1">
<div class="grid">
<div class="card"><h3>Сценарії 2026 р.</h3>
<table><tr><th>Сценарій</th><th>k</th><th>pₛ</th></tr
>
<tr><td class="l">Базовий</td><td>1,0</td><td><input
id="p1" value="0.5"></td></tr>
<tr><td
class="l">Песимістичний</td><td>0,5</td><td><input
id="p2" value="0.3"></td></tr>
<tr><td
class="l">Оптимістичний</td><td>1,5</td><td><input
id="p3" value="0.2"></td></tr></table>
<p><small>k — частка досягнутого ефекту, що
зберігається у сценарії</small></p>
<p><button
onclick="calc()">Перерахувати</button></p></div>
<div><div class="card"><h3>Результати сценарного
розрахунку</h3><table id="sc"></table></div>
<div class="card" style="margin-top:10px"><h3>Аналіз
чутливості індексу D</h3><table
id="sens"></table></div></div>
</div>
</section>


<section id="t2">
<div class="card"><h3>Пріоритезація класів цифрових
сигналів: Pᵢ = 0,5·Bᵢ + 0,3·Eᵢ + 0,2·Uᵢ</h3>
<table id="sl"></table>
<p><small>B — вплив на роботи критичного шляху за

календарним планом; E — імовірність ескалації; U —

терміновість реакції. Пороги маршрутизації: P ≥ 0,7 —

керівник проєкту; 0,4 ≤ P &lt; 0,7 — начальник

ділянки; P &lt; 0,4 — автоматична обробка в

ERP.</small></p>

</div>
</section>


<script>
const f=(x,n=3)=>(Math.round((x+Math.sign(x)*1e-
9)*10**n)/10**n).toFixed(n).replace('.',',');
const
v=id=>parseFloat(document.getElementById(id).value);
const al=[2/6,3/6,1/6], mu=[1/6,2/6,3/6]; // ваги
Фішберна за рангами: α — Q (r=1), Ψ (r=2), IDDI
(r=3); μ — Op (r=1), Inv (r=2), St (r=3)
function model(k){
  const rho=v('rho'),eta=v('eta');
  const A=1-(1-v('T'))*k;
  const Psi=(1+rho)/(1+rho*A);
  const Q=1+(v('P')-1)*k, I=1+(v('I')-1)*k,
Inv=1+(v('Rb')-1)*k;
  const Kd=1-(1-v('K'))*k, Op=1/Kd, Res=1/(1-(1-
v('L'))*k);
  const pen=1-eta*Math.max(0,Kd-Res);
  const U=(mu[0]+mu[1]*Inv+mu[2]*Op)*pen;
  const D=(al[0]*Psi+al[1]*Q+al[2]*I)*U;
  return {A,Psi,Q,I,Inv,Op,U,D,pen};
}
function calc(){
  const m=model(1);

oA.textContent=f(m.A);oPsi.textContent=f(m.Psi);oU.te
xtContent=f(m.U);oD.textContent=f(m.D);
  let
r='<tr><th>Складова</th><th>Індекс</th><th>Вага</th><
th>Внесок</th><th></th></tr>';
  [['Когнітивна реакція, індекс
Ψ',m.Psi,al[0]],['Імовірність раціонального вибору,
індекс Q',m.Q,al[1]],['Інтегральний цифровий індекс
IDDI',m.I,al[2]]].forEach(c=>{
    r+=`<tr><td
class="l">${c[0]}</td><td>${f(c[1])}</td><td>${f(c[2]
)}</td><td>${f(c[1]*c[2])}</td><td
style="width:160px"><div class="bar"
style="width:${c[1]*c[2]*220}px"></div></td></tr>`});
  r+=`<tr><td class="l">Структурна синхронізація,
індекс Y (множник штрафу
${f(m.pen)})</td><td>${f(m.U)}</td><td>×</td><td></td
><td></td></tr>`;
  r+=`<tr><th class="l">Якість управлінського
рішення, індекс
D</th><th>${f(m.D)}</th><th></th><th></th><th>+${f((m
.D-1)*100,1)} %</th></tr>`;
  comp.innerHTML=r;
  base.innerHTML=`<tr><th>Модель</th><th>Індекс

ефекту</th><th>Приріст</th></tr><tr><td

class="l">Лінійна зважена сума індикаторів (табл.

2.3)</td><td>${f(v('W'))}</td><td>+${f((v('W')-

1)*100,1)} %</td></tr><tr><td

class="l">Багатофакторна модель

(3.14)</td><td>${f(m.D)}</td><td>+${f((m.D-1)*100,1)}

%</td></tr>`;

  const
S=[['Базовий',1,v('p1')],['Песимістичний',0.5,v('p2')
],['Оптимістичний',1.5,v('p3')]];
  let
s='<tr><th>Сценарій</th><th>Aₜ</th><th>Ψ</th><th>Q</t
h><th>IDDI</th><th>Y</th><th>D</th><th>pₛ</th></tr>',
E=0;
  S.forEach(x=>{const

q=model(x[1]);E+=x[2]*q.D;s+=`<tr><td

class="l">${x[0]}</td><td>${f(q.A)}</td><td>${f(q.Psi

)}</td><td>${f(q.Q)}</td><td>${f(q.I)}</td><td>${f(q.

U)}</td><td>${f(q.D)}</td><td>${f(x[2],1)}</td></tr>`

});

  s+=`<tr><th class="l" colspan="6">Очікуване
значення E[D] = Σ
pₛ·Dₛ</th><th>${f(E)}</th><th>1,0</th></tr>`;sc.inner
HTML=s;
  let t='<tr><th>Варіант параметрів</th><th>Індекс
D</th><th>Відхилення від базового
розрахунку</th></tr>';const d0=m.D;
  [['Базові параметри (ρ = 0,6; ваги
Фішберна)',null],['ρ = 0,4',0.4],['ρ =
0,8',0.8],['Рівні ваги α = 1/3',-1]].forEach(o=>{
    let d;if(o[1]===null)d=d0;else if(o[1]<0){const
q=model(1);d=(q.Psi+q.Q+q.I)/3*q.U}else{const
keep=rho.value;rho.value=o[1];d=model(1).D;rho.value=
keep}
    t+=`<tr><td
class="l">${o[0]}</td><td>${f(d)}</td><td>${f((d/d0-
1)*100,2)} %</td></tr>`});sens.innerHTML=t;
  const C=[['Відхилення графіка робіт на критичному

шляху',1.0,0.7,0.9],['Затримка поставки конструкцій і

матеріалів',0.8,0.6,0.7],['Запит на зміну проєктного

рішення (BIM)',0.6,0.5,0.5],['Перевищення кошторисної

статті',0.5,0.6,0.4],['Інформаційний запит

субпідрядника',0.3,0.3,0.5],['Плановий звіт

ERP',0.1,0.1,0.2]];

  let h='<tr><th>Клас
сигналу</th><th>B</th><th>E</th><th>U</th><th>P</th><
th>Рівень обробки</th></tr>';


C.map(c=>[...c,0.5*c[1]+0.3*c[2]+0.2*c[3]]).sort((a,b

)=>b[4]-a[4]).forEach(c=>{const

cls=c[4]>=0.7?'hi':c[4]>=0.4?'mid':'lo';const

lv=c[4]>=0.7?'Керівник проєкту':c[4]>=0.4?'Начальник

ділянки':'Автоматична обробка (ERP)';

    h+=`<tr><td
class="l">${c[0]}</td><td>${f(c[1],1)}</td><td>${f(c[
2],1)}</td><td>${f(c[3],1)}</td><td
class="${cls}">${f(c[4],2)}</td><td>${lv}</td></tr>`}
);sl.innerHTML=h;
}
function
tab(i){document.querySelectorAll('section').forEach((
s,k)=>s.classList.toggle('on',k==i));document.querySe
lectorAll('nav
button').forEach((b,k)=>b.classList.toggle('on',k==i)
);}
calc();
</script>
</body>
</html>
```

ДОДАТОК Г

Показники управлінського обліку ТОВ «БФ «Альфа-Сервіс»», використані для апробації моделі

Значення показників за базовий і звітний періоди подано в індексній формі (базовий період = 100,0) за даними управлінського обліку підприємства за проєктом будівництва житлового комплексу, підсумки якого підтверджено довідкою про впровадження (додаток А); зміну кожного показника визначено за формулою (4.5). Базовий період — 2022–2023 рр., що передували впровадженню моделі; звітний період — 2024–2025 рр.

Таблиця Г.1

Визначення, джерела та значення показників управлінського обліку

№	Показник	Визначення та одиниця виміру	Документ-джерело	Базовий період, індекс	2024–2025 рр., індекс	Зміна, %
1	Тривалість погодження управлінських рішень	середня кількість робочих днів від реєстрації сигналу (запиту) до ухвалення рішення, дн.	реєстр управлінських рішень (дати ініціювання та погодження)	100,0	85,7	−14,3
2	Адміністративні витрати	витрати на управління проєктом за період, тис. грн	ERP-система, управлінський облік витрат	100,0	88,2	−11,8
3	Логістичні витрати	витрати на транспортування, зберігання матеріалів і простої транспорту та техніки, тис. грн	ERP-система (модуль закупівель і логістики)	100,0	90,4	−9,6
4	Кількість критичних відхилень	відхилення від календарного плану та проєктних параметрів, що потребували рішення керівника проєкту, од.	журнал технологічних відхилень	100,0	83,9	−16,1
5	Рентабельність виконання БМР	відношення прибутку від БМР до їх собівартості, %	акти виконаних робіт, управлінський облік	100,0	108,7	+8,7
6	Продуктивність управлінських процесів	частка рішень, ухвалених у нормативний строк без повторного перегляду, %	реєстр управлінських рішень	100,0	112,4	+12,4