

АНОТАЦІЯ

Войтович В. А. **«Інтегроване організаційно-технологічне моделювання та оптимізація програми діяльності будівельної організації».** - *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, 2025.

Дисертація присвячена удосконаленню та обґрунтуванню комплексного підходу до організаційно-технологічного моделювання та оптимізації програми будівельних робіт, що включає адаптивні методи планування, новітні критерії ефективності та інноваційні технології для підвищення продуктивності, скорочення витрат і мінімізації ризиків у реалізації будівельних проєктів.

Нагальність проведення дослідження обумовлена наступними передумовами: зростаючою складністю будівельних проєктів, необхідністю підвищення ефективності їх планування та реалізації через впровадження адаптивних методів і сучасних технологій, потребою в оптимізації ресурсів для зниження витрат і термінів виконання робіт, впливом динамічних змін у зовнішньому середовищі, а також вимогами до конкурентоспроможності будівельних організацій в умовах ринкової економіки.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячений аналізу існуючих підходів до планування та оптимізації виробничих програм у будівельній галузі, визначенню основних проблем і формуванню теоретичних основ для подальшого дослідження. У ньому розглянуто актуальність та мету дослідження, обґрунтовано необхідність ефективного управління ресурсами та адаптивного планування в умовах динамічного ринку. Розкрито значення виробничої програми як ключового інструменту управління будівельними процесами, що забезпечує контроль, оптимізацію строків виконання робіт і збалансований розподіл ресурсів. Проаналізовано чинники, що впливають на виконання будівельного плану, зокрема важливість рівномірного

завантаження підрозділів і застосування гнучких методів управління. Визначено основні проблеми сучасного планування, серед яких недостатня інтеграція ринкових змін, відсутність комплексного моніторингу та обмеженість адаптивних механізмів у разі непередбачуваних ситуацій. На основі проведеного аналізу сформульовано необхідність удосконалення підходів до оптимізації виробничих програм, що дозволить підвищити ефективність будівельних організацій та їх конкурентоспроможність.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячений комплексному аналізу чинників, що визначають ефективність діяльності будівельних організацій, із фокусом на виробничу програму, організаційні аспекти, управління ресурсами та впровадження інновацій. Розглянуто роль планово-організаційної підготовки, системи матеріально-технічного забезпечення, кваліфікації персоналу та сучасних технологій, таких як BIM, 3D-друк і робототехніка, ІІІ у підвищенні продуктивності будівельних процесів. Досліджено вплив зовнішніх факторів, зокрема кліматичних, регуляторних та соціально-політичних, на тривалість і собівартість будівництва, а також визначено необхідність гнучкого планування та адаптації проєктної документації до змін. Особливу увагу приділено методам критеріального аналізу та моделювання для оцінки ефективності управлінських рішень, зокрема застосуванню коефіцієнта конкордації Кендалла для валідації експертних оцінок. На основі отриманих висновків сформульовано рекомендації щодо вдосконалення процесів управління та планування, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності будівельних організацій у сучасному ринковому середовищі.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячений розробці концептуальних засад модернізації планування будівельної програми, враховуючи багатфакторний вплив на ефективність реалізації проєктів. У ньому представлено комплексний підхід до впровадження інноваційних рішень, зокрема організаційно-економічних механізмів, що забезпечують гнучкість управління, зниження ризиків та підвищення якості будівельних

робіт. Розроблено узагальнену концептуальну модель ефективного планування, що інтегрує результати попередніх розділів і передбачає системний моніторинг, аналіз і адаптацію до змінних ринкових умов. Запропоновані механізми реалізації включають створення інституційних структур, цифровізацію процесів та стимулювання інновацій. Практичні рекомендації щодо створення експертних рад, системи раннього попередження ризиків та підвищення привабливості галузі для кваліфікованого персоналу сприяють підвищенню стійкості будівельних підприємств. Запроваджена система оцінки ефективності на основі фінансово-економічних, організаційних, соціальних та інноваційних показників дозволяє оперативно коригувати управлінські рішення та забезпечує довготривалий розвиток будівельної галузі.

Інноваційною сутністю представленого дослідження, що вирізняє його *значення для науки*, є розробка та обґрунтування комплексного підходу до організаційно-технологічного моделювання та оптимізації програми будівельних робіт, який інтегрує новітні підходи й науково-прикладні інструменти для підвищення ефективності планування та реалізації проєктів. Запропонована наукова модель оптимізації будівельних проєктів базується на сучасних технологіях та адаптивному плануванні, що дозволяє динамічно реагувати на зміни у проєктних вимогах і зовнішніх факторах, мінімізуючи витрати часу, ресурсів та фінансових затрат. Удосконалені критерії ефективності та адаптивності виробничих програм будівельних організацій сприяють оптимізації розподілу трудових, матеріальних і фінансових ресурсів, що забезпечує скорочення строків виконання проєктів без втрати якості. На відміну від традиційних підходів, розроблені механізми дозволяють будівельним організаціям швидше адаптуватися до змін ринкового середовища, знижувати ризики та підвищувати конкурентоспроможність. Запропоновані у дисертації рішення є важливим внеском у розвиток науки про управління будівельними процесами, оскільки створюють передумови для формування ефективної, гнучкої та стійкої будівельної програми, що

відповідає сучасним викликам галузі.

Наукова новизна роботи визначається тим що у даному дослідженні удосконалено та обґрунтовано комплексний підхід до інтегрованого організаційно-технологічного моделювання (ІОТМ) та оптимізації програми діяльності будівельної організації (ПДБО), що включає новітні методи й науково-прикладні інструменти для підвищення ефективності планування та реалізації проєктів. На підставі отриманих у дисертації результатів:

Удосконалено:

- комплексну наукову модель оптимізації будівельних проєктів, яка базується на новітніх технологіях та методиках адаптивного планування. Запропонована модель сприяє зниженню витрат, часу та ресурсів шляхом ефективного використання часових, трудових та матеріально-технічних ресурсів. Основна перевага моделі полягає в її здатності мінімізувати витрати шляхом оптимального розподілу та використання трудових, матеріальних і технічних ресурсів. На відміну від попередніх досліджень, де такі підходи не застосовувались, запропонована модель враховує динамічні умови будівництва, дозволяючи оперативно адаптуватися до змін у проєктних вимогах або зовнішніх факторів. Це забезпечує не лише економію коштів, але й скорочення часу реалізації проєктів, підвищення якості виконаних робіт та зниження ризиків, пов'язаних із непередбачуваними обставинами. Таким чином, модель стає важливим інструментом для сучасного будівництва, що відповідає вимогам ефективності та конкурентоспроможності в умовах ринкової економіки.

- критерії ефективності та адаптивності виробничих програм діяльності будівельних організацій, що дозволяють оптимізувати розподіл ресурсів та строки реалізації проєктів. Ці критерії дозволяють більш точно оцінювати та оптимізувати розподіл ресурсів, включаючи трудові, матеріальні та фінансові, що в свою чергу сприяє скороченню строків реалізації проєктів без втрати якості виконаних робіт. Вдосконалення критеріїв було здійснено з урахуванням сучасних вимог до управління

будівельними процесами, таких як необхідність гнучкості, швидкої адаптації до змін у зовнішніх умовах, а також використання інноваційних технологій. Це дозволяє будівельним організаціям ефективніше реагувати на виклики, пов'язані з нестабільністю ринку, змінами у законодавстві або іншими факторами, що впливають на хід будівництва. В результаті, впровадження удосконалених критеріїв забезпечує не лише економію ресурсів, але й підвищує конкурентоспроможність організацій, дозволяючи їм успішно реалізовувати складні проєкти в умовах обмежених термінів та бюджетів.

Одержав подальший розвиток:

- *комплексний оптимізаційний інструментарій, який призначений для раціонального формування планів робіт у рамках виробничої програми організації.* Цей інструментарій є важливим кроком у напрямку вдосконалення процесів планування та управління ресурсами, оскільки він інтегрує сучасні методики аналізу, прогнозування та оптимізації. Завдяки його використанню значно покращується якість планування, що дозволяє більш точно визначати обсяги робіт, оптимально розподіляти ресурси (трудові, матеріальні, фінансові) та встановлювати реальні строки виконання проєктів. Інструментарій враховує різноманітні фактори, такі як динаміка ринкових умов, доступність ресурсів, технологічні обмеження та ризики, що дозволяє адаптувати плани до змін у реальному часі. Це забезпечує підвищення ефективності управління виробничими процесами, знижує ймовірність виникнення простоїв або перевитрат, а також сприяє досягненню стратегічних цілей організації. Таким чином, розвиток цього інструментарію стає ключовим елементом у забезпеченні конкурентоспроможності та успішної реалізації складних проєктів у сучасних умовах господарювання.

- *методи інтегрованого організаційно-технологічного моделювання, які дозволяють тестувати різні сценарії розвитку подій і визначати оптимальні варіанти реалізації виробничих програм будівельної організації.* Вони дозволяють відтворювати виробничі процеси у віртуальному середовищі, аналізувати логістичні потоки, оцінювати вплив випадкових

факторів, прогнозувати продуктивність систем, оптимізувати розподіл ресурсів і підтримувати ухвалення управлінських рішень. Завдяки інтегрованому організаційно-технологічному моделюванню підприємства можуть заздалегідь оцінювати наслідки управлінських дій, мінімізувати ризики та підвищувати стійкість виробничих програм до змін зовнішнього середовища, що сприяє їх ефективному плануванню та реалізації.

- *цифрові інструменти для моніторингу виконання планів і аналізу відхилень, що сприяють підвищенню оперативності та точності прийняття управлінських рішень.* Вони включають автоматизовані системи збору та обробки даних у реальному часі, аналітичні панелі, що надають візуалізацію ключових показників ефективності, а також алгоритми машинного навчання для прогнозування можливих відхилень та їхніх причин. Завдяки цим інструментам керівники можуть своєчасно виявляти диспропорції між плановими та фактичними показниками, швидко реагувати на зміну умов, оптимізувати використання ресурсів та запобігати потенційним кризовим ситуаціям. Інтеграція цифрових рішень у виробниче планування дозволяє значно знизити рівень невизначеності, підвищити ефективність координації між підрозділами та сприяти більш гнучкому і адаптивному управлінню в умовах мінливої ринкової кон'юнктури.

Результати наукового дослідження знайшли своє застосування в діяльності будівельних, девелоперських та інвестиційних компаній: ТОВ «Експертиза-С», ТОВ «МАСТРОН ГРУП» та ТОВ Будівельна фірма «Альфа-Сервіс», які реалізують будівельні проекти на основі програмної оптимізації. Результати, представлені в роботі, були отримані під час наукового дослідження, проведеного в Київському національному університеті будівництва та архітектури: № 0124U005196 «Розробка науково-технічного інструментарію для формування та реалізації внутрішньовиробничих планів будівельних організацій», де автором розроблено методологічну основу організаційно-технологічного моделювання та оптимізації моделей будівельної організації.

Ключові слова: інтегроване організаційно-технологічне моделювання (ІОТМ), оптимізація програми діяльності будівельних організацій (ПДБО), адаптивне планування, організація будівництва, стратегічне управління, ефективність планування, інноваційні технології, критерії ефективності, оптимізація ресурсів, моделювання, цифрові інструменти, моніторинг виконання планів, прогнозування, ризики будівельних проектів, виробничі програми, управління будівництвом, гнучкість у будівництві, автоматизація управління, аналітичні панелі, прогнозування відхилень, BIM (інформаційне моделювання будівель), ERP-системи, ІІІ, управління ризиками, інвестиційно-будівельний проєкт, будівельна логістика, ресурсозабезпечення.

ABSTRACT

Voitovych V. A. **"Integrated Organizational and Technological Modeling and Optimization of the Activity Program of a Construction Organization"**. - *Qualification Scientific Work in the form of a manuscript*. - Dissertation for obtaining the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 19 "Architecture and Construction" in the specialty 192 "Construction and Civil Engineering". - Kyiv National University of Construction and Architecture. – Kyiv, 2025.

The dissertation is dedicated to the improvement and justification of a comprehensive approach to organizational and technological modeling and optimization of construction work programs, which includes adaptive planning methods, modern efficiency criteria, and innovative technologies to increase productivity, reduce costs, and minimize risks in the implementation of construction projects.

The relevance of the research is determined by the following prerequisites: the increasing complexity of construction projects, the need to improve their planning and implementation through the introduction of adaptive methods and modern technologies, the necessity of resource optimization to reduce costs and timeframes for work completion, the influence of dynamic changes in the external environment, and the requirements for the competitiveness of construction organizations in a market economy.

The first chapter of the dissertation is devoted to analyzing existing approaches to planning and optimizing production programs in the construction industry, identifying key problems, and forming the theoretical foundation for further research. It discusses the relevance and goals of the study, justifies the need for effective resource management and adaptive planning in the context of a dynamic market. The role of the production program as a key tool in managing construction processes is revealed, ensuring control, optimization of work completion timelines, and a balanced allocation of resources. Factors influencing the implementation of the construction plan are analyzed, including the importance of evenly distributing

the load on divisions and applying flexible management methods. The main problems of modern planning are identified, including insufficient integration of market changes, lack of comprehensive monitoring, and limited adaptive mechanisms in the case of unforeseen situations. Based on the conducted analysis, the necessity of developing new methodological approaches to optimize production programs is formulated, which will enhance the effectiveness and competitiveness of construction organizations.

The second chapter of the dissertation is dedicated to a comprehensive analysis of the factors that determine the effectiveness of construction organizations, with a focus on the production program, organizational aspects, resource management, and the implementation of innovations. It discusses the role of planning and organizational preparation, material and technical support systems, personnel qualifications, and modern technologies such as BIM, 3D printing, AI and robotics in improving the productivity of construction processes. The influence of external factors, including climatic, regulatory, and socio-political conditions, on the duration and cost of construction is explored, and the need for flexible planning and adaptation of project documentation to changes is highlighted. Special attention is given to methods of criterion analysis and modeling for evaluating the effectiveness of management decisions, particularly the application of Kendall's concordance coefficient to validate expert assessments. Based on the conclusions drawn, recommendations are formulated to improve management and planning processes, which will contribute to increasing the competitiveness of construction organizations in the current market environment.

The third chapter of the dissertation is dedicated to developing the conceptual foundations for modernizing the planning of construction programs, taking into account the multifactorial influence on project implementation effectiveness. It presents a comprehensive approach to implementing innovative solutions, including organizational and economic mechanisms that ensure management flexibility, risk reduction, and improved quality of construction work. A generalized conceptual model for effective planning is developed, integrating the results of the previous

chapters and envisioning systemic monitoring, analysis, and adaptation to changing market conditions. The proposed implementation mechanisms include the creation of institutional structures, digitalization of processes, and stimulation of innovation. Practical recommendations for the establishment of expert councils, risk early warning systems, and enhancing the attractiveness of the industry for qualified personnel contribute to improving the resilience of construction companies. The introduced system for assessing effectiveness, based on financial-economic, organizational, social, and innovation indicators, allows for prompt adjustment of management decisions and ensures the long-term development of the construction industry.

The innovative essence of the presented research, which distinguishes its *significance for science*, lies in the development and justification of a comprehensive approach to organizational and technological modeling and optimization of the construction work program. This approach integrates the latest methodological principles and applied scientific tools to enhance the efficiency of project planning and implementation. The proposed scientific model for optimizing construction projects is based on modern technologies and adaptive planning, which allows for dynamic responses to changes in project requirements and external factors, minimizing time, resources, and financial costs. Improved efficiency and adaptability criteria for the production programs of construction organizations contribute to the optimization of the allocation of labor, material, and financial resources, ensuring the reduction of project timelines without compromising quality. Unlike traditional approaches, the developed mechanisms enable construction organizations to adapt more quickly to changes in the market environment, reduce risks, and increase competitiveness. The solutions proposed in the dissertation make a significant contribution to the development of the science of construction process management, as they create the preconditions for the formation of an effective, flexible, and resilient construction program that meets the current challenges of the industry.

The scientific novelty of the work is determined by the fact that this research

improves and substantiates a comprehensive approach to integrated organizational-technological modeling and optimization of the activity program of a construction organization. This approach incorporates the latest methodological principles and applied scientific tools to enhance the efficiency of planning and implementing projects. Based on the results obtained in the dissertation:

Improved:

- *a comprehensive scientific model for optimizing construction projects, which is based on modern technologies and adaptive planning methods. The proposed model contributes to reducing costs, time, and resources through the effective use of time, labor, and material-technical resources.* The main advantage of the model lies in its ability to minimize costs through optimal distribution and utilization of labor, material, and technical resources. Unlike previous studies where such approaches were not applied, the proposed model takes into account the dynamic conditions of construction, allowing for quick adaptation to changes in project requirements or external factors. This ensures not only cost savings but also a reduction in project implementation time, improved work quality, and a reduction in risks associated with unforeseen circumstances. Thus, the model becomes an important tool for modern construction that meets the demands of efficiency and competitiveness in a market economy.

- *the criteria for the effectiveness and adaptability of production programs of construction organizations, which allow optimizing the allocation of resources and project timelines. These criteria enable a more accurate assessment and optimization of resource distribution, including labor, material, and financial resources, which, in turn, contributes to shortening project implementation times without compromising the quality of the work performed.* The improvement of these criteria was carried out taking into account modern requirements for managing construction processes, such as the need for flexibility, rapid adaptation to changes in external conditions, and the use of innovative technologies. This enables construction organizations to respond more effectively to challenges related to market instability, changes in legislation, or other factors that affect the course of

construction. As a result, the implementation of the improved criteria not only ensures resource savings but also enhances the competitiveness of organizations, enabling them to successfully implement complex projects within limited timelines and budgets.

The following have further developed:

- *A comprehensive optimization toolkit designed for the rational methodological formation of work plans within the framework of the organization's production program.* This toolkit represents an important step toward improving planning and resource management processes, as it integrates modern techniques for analysis, forecasting, and optimization. By using this toolkit, the quality of planning is significantly improved, enabling more accurate determination of work volumes, optimal allocation of resources (labor, materials, financial), and the establishment of realistic project timelines. The toolkit takes into account various factors such as market conditions dynamics, resource availability, technological constraints, and risks, allowing plans to be adapted in real-time. This ensures improved management of production processes, reduces the likelihood of downtime or overspending, and contributes to achieving the organization's strategic goals. Thus, the development of this toolkit becomes a key element in ensuring competitiveness and successful implementation of complex projects in modern business conditions.

- *Methods of integrated organizational and technological modeling enable testing of various development scenarios and identifying optimal options for implementing production programs of construction organizations.* They allow the simulation of production processes in a virtual environment, analysis of logistical flows, assessment of the impact of random factors, forecasting of system performance, optimization of resource allocation, and support of managerial decision-making. Through integrated organizational and technological modeling, enterprises can assess the consequences of management actions in advance, minimize risks, and enhance the resilience of production programs to changes in the external environment, which contributes to their effective planning and implementation.

- *Digital tools for monitoring the execution of plans and analyzing deviations, which help improve the speed and accuracy of decision-making.* These include automated systems for real-time data collection and processing, analytical dashboards that provide visualizations of key performance indicators, and machine learning algorithms for predicting potential deviations and their causes. With these tools, managers can promptly identify discrepancies between planned and actual indicators, quickly respond to changes in conditions, optimize resource usage, and prevent potential crisis situations. The integration of digital solutions into production planning significantly reduces uncertainty, enhances coordination efficiency between departments, and supports more flexible and adaptive management in the face of changing market conditions.

The results of the scientific research have found their application in the activities of construction, development, and investment companies: LLC "Expertiza-S," LLC "MASTRON GROUP," and LLC Construction Company "Alpha Service," which implement construction projects based on program optimization. The results presented in the work were obtained during scientific research conducted at the Kyiv National University of Construction and Architecture: № 0124U005196 "Development of Scientific and Technical Tools for the Formation and Implementation of Internal Production Plans of Construction Organizations," where the author developed the methodological framework for organizational and technological modeling and optimization of construction organization models.

Keywords: integrated organizational-technological modeling (IOTM), optimization of construction organizations' activity programs (COAP), adaptive planning, construction organization, strategic management, planning efficiency, innovative technologies, efficiency criteria, resource optimization, modeling, digital tools, monitoring of plan implementation, forecasting, construction project risks, production programs, construction management, flexibility in construction, management automation, analytical dashboards, forecasting deviations, BIM (building information modeling), ERP systems, AI, risk management, investment and construction project, construction logistics, resource provision.