

УДК 69:658

Ю. О. Білов,

аспірант, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2374-2632>

Кафедра промислового та цивільного будівництва,

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226,

Запоріжжя, Україна, 69606

*автор-кореспондент, e-mail: susannapastukhova@gmail.com

Аналітико-теоретичні засади оптимізації організаційних будівельних процесів

Цитувати як:

Білов Ю. О. (2025). Дослідження аналітико-теоретичних аспектів оптимізації організаційних будівельних процесів. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 23, 39-47. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13\(23\)-04](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13(23)-04)

© 2025, Білов Ю. О.

Анотація. У сучасних умовах розвитку будівельної галузі спостерігається посилення потреби в комплексній трансформації організаційних процесів, що обумовлено зростанням складності інфраструктурних проектів, нерівномірністю розподілу ресурсів, динамікою ринку та підвищенням вимог до якості й термінів виконання робіт. Результати аналізу розвитку будівельного ринку України за 2017–2022 роки засвідчили наявність низки структурних диспропорцій, зокрема між плановими обсягами будівельно-монтажних робіт і фактичною реалізацією, а також виявили регіональну асиметрію попиту, що обумовлена соціально-економічними факторами.

В умовах такої нестабільності, ефективне управління будівельною діяльністю потребує використання математичних методів, здатних враховувати багатофакторну природу процесів. Одним із перспективних напрямів удосконалення планування та координації в будівництві є застосування математичного моделювання, зокрема, алгоритмічно-критеріального підходу до параметричної оптимізації. Такий підхід дозволяє формалізовано аналізувати залежності між основними показниками реалізації проекту: часовими характеристиками, логістикою постачання матеріалів, запасами з фіксованими інтервалами, вартістю робіт, транспортними витратами та обсягами будівельно-монтажних робіт. При цьому, математичне моделювання сприяє не лише підвищенню точності розрахунків, а й дає змогу визначити оптимальні рішення в умовах обмежених ресурсів і змінного зовнішнього середовища. Завдяки системному підходу до аналізу та планування стає можливим ефективніше керувати взаємодією між підрядними структурами, прогнозувати результати реалізації проєктів та знижувати ризики їх зриву.

Таким чином, актуальність дослідження полягає в необхідності розробки ефективного математичного інструментарію для оптимізації організаційно-

технологічних процесів у будівництві, що базується на поєднанні методів прикладної математики, системного аналізу та критеріального підходу до управління будівельним виробництвом.

Ключові слова: організаційні процеси, будівництво, організація будівельного виробництва, модель оптимізації, моделювання організаційних процесів

Вступ

Актуальність і новизна. У сучасних умовах трансформації будівельної галузі, посилення конкуренції на ринку та зростання вимог до якості, строків і вартості реалізації проєктів, особливої актуальності набуває впровадження моделей оптимізації в організаційні процеси будівництва. Це дозволяє досягти підвищення ефективності управління, забезпечити прозорість на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, зменшити вплив людського фактору, оптимізувати використання ресурсів та скоротити строки реалізації проєктів. З огляду на складність координації процесів матеріально-технічного забезпечення, логістики та ресурсного планування в умовах динамічного ринку, впровадження організаційних моделей стає не просто інструментом модернізації, а критичною умовою забезпечення конкурентоспроможності будівельних підприємств. Таким чином, дослідження методів оптимізації будівельної галузі та їх впливу на організаційну ефективність є вкрай актуальним як у теоретичному, так і в прикладному аспекті.

Аналіз літературних джерел та постановка проблеми. У контексті оптимізації організаційних будівельних процесів, значна увага у сучасній науковій літературі приділяється впровадженню інформаційних технологій в організаційно-технологічні процеси та математичному моделюванню для підвищення ефективності управління будівництвом.

У роботах вітчизняних науковців, зокрема В. С. Мосейчука, С. В. Дзвінчука, Л. О. Білоконя акцентується увага на важливості застосування інструментів математичного моделювання для удосконалення процесів прийняття рішень у сфері проєктного управління. Їх роботи обґрунтовують доцільність використання алгоритмічних методів для аналізу взаємозалежних техніко-економічних показників, таких як тривалість робіт, витрати на логістику, обсяги будівельно-монтажних робіт (далі БМР).

Особливе місце в сучасних дослідженнях займають питання алгоритмічно-критеріального підходу до оптимізації, що базуються на системному аналізі багатопараметричних залежностей. У дослідженнях Ю. В. Зайцева, О. М. Ігнатенка та А. П. Левченка представлено концепції багатокритеріального вибору з використанням нечітких множин, еволюційних алгоритмів та методів машинного навчання для автоматизованого формування цільових функцій і варіативного моделювання сценаріїв.

Щодо світового досвіду, то в працях міжнародних дослідників А. Hammad, Н. Zhang, М. Bortolini чітко простежується важливість інтеграції ERP та SCM-систем у будівельне середовище, що дозволяє забезпечити повноцінну автоматизацію управління ресурсами, оптимізацію логістики та покращення координації між учасниками будівельного процесу.

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить про наявність сталої тенденції щодо поглиблення досліджень у сфері цифрових рішень, математичного моделювання та алгоритмічної оптимізації в будівництві. Однак, попри значний обсяг робіт, недостатньо розробленими залишаються інтегровані підходи, що поєднують прикладну математику, інформаційні технології та практичну логістику в формалізовану модель, придатну для широкого впровадження в умовах українського ринку, що й визначає наукову новизну та практичну значущість цього дослідження.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є розробка та вдосконалення математичного інструментарію алгоритмічно-критеріального моделювання параметричної оптимізації організаційно-технологічних процесів у будівництві шляхом інтеграції інформаційних технологій для аналізу взаємозв'язків між критичними параметрами: тривалістю виконання робіт, логістикою матеріальних потоків, обсягами та вартістю будівельно-монтажних робіт, а також транспортними витратами.

Матеріали та методи

Для досягнення поставленої мети у дослідженні були застосовані такі методи: метод системного аналізу, математичне моделювання, метод оптимізації, інформаційно-аналітичні методи.

Аналізуючи динаміку розвитку будівельного сектору виявлено низку системних та якісних структурних недоліків, які істотно впливають на функціонування галузі в умовах соціально-економічної трансформації.

Передусім, серед основних проблем було виявлено диспропорцію між запланованими обсягами будівельно-монтажних робіт та фактичним зростанням фізичних обсягів реалізованих об'єктів. Це свідчить про відставання темпів реалізації проєктів від стратегічних цілей розвитку інфраструктури та житлового сектору. Подібне протиріччя зумовлене як внутрішніми організаційними чинниками, наприклад, неузгодженістю у плануванні, дефіцитом кваліфікованої робочої сили, обмеженістю матеріально-технічних ресурсів, так і зовнішніми факторами – коливанням інвестиційної активності, змінами в державному регулюванні та геополітичними ризиками.

Одним із ключових аспектів, що характеризують якісну деформацію ринку, є дисбаланс у структурі споживчого попиту на житло. Даний дисбаланс виникає переважно внаслідок регіональної та субрегіональної диференціації доходів населення. У більш забезпечених регіонах спостерігається перевищення попиту над пропозицією, тоді як у менш

розвинених областях попит на житло має обмежений характер, що не дозволяє досягти ефективного розподілу інвестиційних ресурсів та призводить до формування локальних диспропорцій на ринку.

У цьому контексті було обґрунтовано доцільність структуризації регіональних будівельних ринків за критерієм функціонування конкурентоспроможних підрядних підприємств. Ці підприємства відіграють роль ключових учасників системи централізованого управління будівельним комплексом, яка реалізується через механізм укладання підрядних та субпідрядних договорів. Така система дозволяє забезпечити багаторівневу інтеграцію суб'єктів будівельної діяльності, посилює взаємозв'язок між основними й допоміжними виконавцями робіт, а також створює передумови для реалізації ефективної моделі проєктного менеджменту в будівництві.

У сучасних умовах трансформації економіки та зростаючих вимог до ефективності будівельної діяльності впровадження новітніх інформаційних технологій в організаційні процеси будівництва є ключовим чинником підвищення конкурентоспроможності підприємств галузі. Цифровізація виступає не лише інструментом автоматизації й оптимізації процесів, але й чинником стратегічного управління, який забезпечує інтеграцію всіх етапів життєвого циклу будівельного проєкту в єдиний інформаційний простір. Завдяки цьому досягається суттєве підвищення продуктивності, зниження загальних витрат, покращення якості проєктного та виконавчого контролю, а також значне скорочення строків реалізації будівельних проєктів.

Цифрові технології створюють умови для гнучкого реагування на змінні зовнішні умови, дозволяють оперативнo коригувати планування й зменшують імовірність виникнення ризиків на різних етапах виконання будівельних робіт. Прозорість і простежуваність кожної операції в межах реалізації проєкту формують підґрунтя для формування ефективної системи корпоративного управління та посилення довіри з боку інвесторів і замовників.

Організація матеріально-технічного забезпечення будівельних об'єктів є однією з найважливіших складових управління будівельним виробництвом. Вона охоплює процеси стратегічного планування постачань, оперативного управління закупівлями, організації транспортування та зберігання матеріалів й обладнання. Забезпечення безперебійного постачання ресурсів до будівельного майданчика вимагає високого рівня координації між усіма залученими сторонами – постачальниками, логістичними компаніями, технічними службами, підрядниками та субпідрядниками.

Використання систем управління ланцюгами постачання (SCM – Supply Chain Management) дозволяє досягти високого рівня оптимізації цих процесів, зменшити логістичні втрати, підвищити точність виконання графіків постачання, а також забезпечити прозорість й аналітичну

підтримку прийняття рішень. Впровадження SCM-технологій сприяє формуванню адаптивної системи логістики, здатної швидко реагувати на зміни в умовах реалізації проєкту та мінімізувати ризики порушення термінів.

Результати та обговорення

У процесі розробки математичного інструментарію для алгоритмічно-критеріального моделювання параметричної оптимізації в будівельному виробництві особлива увага була приділена використанню сучасних інформаційних технологій. Такий підхід дозволяє ефективно аналізувати взаємозалежності між ключовими параметрами, що безпосередньо впливають на ефективність організації та реалізації будівельно-монтажних робіт (БМР). До таких параметрів належать: календарний час реалізації проєкту, особливості розподілу матеріальних потоків, формування та утримання запасів матеріалів за умови фіксованої періодичності поставок, вартість виконання БМР, транспортні витрати, а також обсяги будівельно-монтажних робіт у динаміці (Рис.1).



Рис.1. Процес дослідження розробки математичного інструменту алгоритмічно-критеріальної оптимізації

Запропонована концепція алгоритмічно-критеріального моделювання базується на системному підході до опису й оптимізації

багатофакторних процесів будівництва. Використання інформаційних технологій у поєднанні з методами прикладної математики дозволяє створити адаптивну модель, яка не лише відображає реальні умови функціонування об'єкта, але й забезпечує можливість варіативного моделювання сценаріїв з урахуванням зміни вхідних параметрів. Особливе значення у цьому контексті має вибір форми цільової функції, що задає критерії оптимальності та орієнтує процес пошуку найкращих управлінських рішень у межах заданих ресурсних обмежень.

Проведені математичні розрахунки підтвердили високу ефективність обраної методології як у контексті оптимізації техніко-економічних показників реалізації проєкту, так і в аспекті покращення логістичної та часової координації будівельних процесів. Концепція продемонструвала надійність у відображенні складних залежностей між параметрами системи та гнучкість у пристосуванні до різних масштабів проєктів. Таким чином, модель може бути використана як основа для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у процесі планування, організації та моніторингу будівельної діяльності.

Висновки

Оптимізація організаційних процесів у будівельному виробництві базується на системному підході та враховує ключові критерії ефективного управління підприємством. Щоб прийняти обґрунтоване рішення щодо вибору теоретичних і методологічних основ оптимізації, необхідно враховувати зовнішні чинники, які впливають на діяльність підприємства на ринку будівництва.

Запропонований підхід, що базується на логістиці централізованій координації, передбачає модифікацію принципів розподілу матеріально-технічних ресурсів з урахуванням актуального попиту та реальних потреб регіонів. Це, у свою чергу, дозволяє підвищити результативність планування, забезпечити стабільну логістику постачання ресурсів, зменшити витрати на реалізацію об'єктів і вивести будівельну діяльність на якісно новий рівень координації.

У підсумку, формування ефективного механізму управління регіональними ринками підприємств та ресурсами сприятиме адаптації будівельного комплексу до викликів часу, підвищить конкурентоспроможність підприємств і забезпечить стабільний розвиток будівельної галузі в Україні в середньо- та довгостроковій перспективі.

Конфлікти інтересів

Автор заявляє, що у нього немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

Фінансування

Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Доступність даних

Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

Використання штучного інтелекту

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

References

1. Simak S. V. Theoretical and methodological foundations of the study of investment and construction complex management. *Scientific notes of the Tavria National University named after V. I. Vernadsky. Ser. State Administration*. 2021. No. 4, vol. 32(71). pp. 17–22.
2. Scientific and theoretical platform for activating and developing construction in Ukraine: monograph / I. A. Harutyunyan et al.; ed. I A. Harutyunyan. Zaporizhzhia: ZNU, 2020. 211 p.
3. Komelina O. V., Kharchenko Yu A., Lysenko M. V. Approaches to modeling the development of the construction industry in the context of increasing global challenges. *Building innovations: collection of scientific papers based on materials of the III International Azerbaijani-Ukrainian Scientific and Practical Conference, June 1–2. 2020 – Poltava: Yuriy Kondratyuk National University*, 2020. P. 452–455.
4. Dankevych N. O. Increasing the effectiveness of organizational decisions as part of a construction organization project. *Bridges and tunnels: theory, research, practice*. 2019. Issue 16. P. 38–43.
5. Innovative technology for assessing the quality of management of construction contracting enterprises / V. O. Pokolenko et al. *Management of complex systems development*. 2017. Issue 32. P. 146–152.
6. DBN A.3.1-5-2016 Organization of construction production [Actual from 01.01.2016]. Kyiv: Minregionalbud of Ukraine, 2016. 49 p.
7. Mishra S., Soumya Sahoo S., Das M.. Genetic algorithm: an efficient tool for global optimization. *Advances in Computational Sciences and Technology*. 2017. Vol. 10, No. 8. P. 2201–2211.
8. Database optimization using genetic algorithms for distributed / Aponsoa G. C. A. L. and others. *Databases International Journal of Computer*. 2017. Vol. 24, No. 1. P. 23–27.
9. Saieg P., Sotelino E. D., Nascimento D., Caiado R. G. G. Interactions of building information modeling, lean and sustainability on the architectural, engineering and construction industry: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 174. P. 788–806.

Література

1. Сімак С. В. Теоретико-методологічні основи дослідження управління інвестиційно-будівельним комплексом. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Сер. Держ. управління*. 2021. № 4, т. 32(71). С. 17–22.
2. Науково-теоретична платформа активізації та розвитку будівництва України : монографія / І. А. Арутюнян та ін. ; за ред. І. А. Арутюнян. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 211 с.
3. Комеліна О. В., Харченко Ю. А., Лисенко М. В. Підходи до моделювання розвитку будівельної галузі в умовах посилення глобальних викликів. *Building innovations*: зб. наук. пр. за матеріалами III Міжнар. азерб.-укр. наук.-практ. конф., 1–2 черв. 2020 р. – Полтава : Національний університет ім. Юрія Кондратюка, 2020. С. 452–455.
4. Данкевич Н. О. Підвищення ефективності організаційних рішень у складі проекту організації будівництва. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2019. Вип. 16. С. 38–43.
5. Інноваційна технологія оцінки якості менеджменту будівельних підприємств / В. О. Поколенко та ін. *Управління розвитком складних систем*. 2017. Вип. 32. С. 146–152.
6. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва [Чинний від 1.01.2016]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.
7. Mishra S., Soumya Sahoo S., Das M.. Genetic algorithm: an efficient tool for global optimization. *Advances in Computational Sciences and Technology*. 2017. Vol. 10, № 8. P. 2201–2211.
8. Database optimization using genetic algorithms for distributed / Aponsoa G. C. A. L. and others. *Databases International Journal of Computer*. 2017. Vol. 24, № 1. P. 23–27.
9. Saieg P., Sotelino E. D., Nascimento D., Caiado R. G. G. Interactions of building information modeling, lean and sustainability on the architectural, engineering and construction industry: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 174. P. 788–806.

Відомості про статтю:	Article information:
Отримано 22.04.2025	Received 22.04.2025
Отримано у доопрацьованому вигляді 23.05.2025	Received in revised form 23.05.2025
Прийнято 01.06.2025	Accepted 01.06.2025
Опубліковано 25.06.2025	Published 25.06.2025

Yu. O. Bilov,

postgraduate student, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2374-2632>

Department of Industrial and Civil Engineering,

Y. M. Potebna Engineering Educational and Scientific Institute, Zaporizhia National University,
Sobornyi Ave., 226,
Zaporizhia, Ukraine, 69606

*corresponding author, e-mail: susannapastukhova@gmail.com

Analytical and theoretical principles of optimizing organizational construction processes

How to Cite:

Bilov Yu. O. (2025). Research into analytical and theoretical aspects of optimizing organizational construction processes. *Modern technologies and methods of calculations in construction*, 23, 39-47. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13\(23\)-04](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13(23)-04)

Abstract. In the current conditions of the construction industry, there is an increasing need for a comprehensive transformation of organizational processes, which is due to the increasing complexity of infrastructure projects, uneven distribution of resources, market dynamics, and increased requirements for the quality and timing of work. The results of the analysis of the development of the construction market of Ukraine for 2017–2022 showed the presence of several structural imbalances, in particular between the planned volumes of construction and installation works and actual implementation, and also revealed regional asymmetry of demand, which is due to socio-economic factors.

In conditions of such instability, effective management of construction activities requires the use of mathematical methods that can take into account the multifactorial nature of processes. One of the promising areas for improving planning and coordination in construction is the use of mathematical modeling, in particular, the algorithmic-criteria approach to parametric optimization. This approach allows for a formal analysis of the dependencies between the main indicators of project implementation: time characteristics, logistics of material supply, fixed-interval inventories, cost of work, transportation costs, and volumes of construction and installation works. At the same time, mathematical modeling contributes not only to increasing the accuracy of calculations but also makes it possible to determine optimal solutions in conditions of limited resources and a changing external environment. Thanks to a systematic approach to analysis and planning, it becomes possible to more effectively manage the interaction between contracting structures, predict the results of project implementation, and reduce the risks of their failure.

Thus, the study's relevance lies in the need to develop effective mathematical tools for optimizing organizational and technological processes in construction, based on a combination of methods of applied mathematics, systems analysis, and a criteria-based approach to construction production management.

Keywords: organizational processes, construction, organization of construction production, optimization model, modeling of organizational processes