

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

АРУТЮНЯН ЄВГЕН ЕДУАРДОВИЧ

УДК 69:[711.4+658.5

ДИСЕРТАЦІЯ

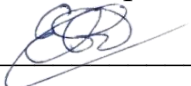
**ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ
РІШЕНЬ ІНФРАСТРУКТУРНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В
УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ ЗАБУДОВИ**

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  Є.Е. Арутюнян

Науковий керівник - Банах Андрій Вікторович, кандидат технічних наук,
доцент

Запоріжжя - 2023

АНОТАЦІЯ

Арутюнян Є.Е. Оптимізація організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови. – *Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.*

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво і цивільна інженерія». – Запоріжжя, Запорізький національний університет, 2023.

Дисертаційна робота віддзеркалює вирішення актуального науково-прикладного завдання з оптимізації функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст в розрізі організації будівельних процесів в умовах щільної міської забудови шляхом створення сучасного економіко-математичного інструментарію формування механізму оцінки та вибору раціональних організаційних та управлінських рішень, спрямованих на впровадження розроблених, обґрунтованих та продуманих міжсистемних зв'язків між організаційно-технологічно-технічними та логістичними заходами, що призводить до зниження собівартості будівельно-монтажних робіт, скорочення трудовитрат, використовуючи платформу галузі знань логістика та методи логістизації, що з точки зору новітній теоретичній та концептуальній основі вирішує низку організаційних, виробничих та економічних завдань.

Результати дисертаційної роботи підтверджують прийняту гіпотезу щодо можливості покращення організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови з метою оптимізації функціонально-планувальної інфраструктури міст в розрізі майбутньої відбудови.

Згідно проведеного анали негативного стану України, що склався, виявлена необхідність у використанні програм відбудови інфраструктури міст нашої країни за рахунок впровадження широкого комплексу заходів щодо вдосконалення організації будівельного виробництва, підвищенню обґрунтованості та поліпшенню розробки планів організаційно-технологічно-технічних заходів, їх збалансованості з потоками матеріальних ресурсів та потужностями будівельно-монтажних організацій використовуючи аспекти

науки логістика. Логістика є одним з сучасних напрямів поліпшення методів організації і управління програмами відбудови міст країни, її потенційні можливості можуть бути перетворені в реальні логістичні системи, що дає значний економічний і соціальний ефекти.

Тому підхід здійснюється шляхом розв'язання екстремального завдання вибору обсягів організаційно-технологічно-технічних заходів з урахуванням логістичних підходів. Існуючі методи та моделі лінійного програмування не дозволяють вирішити проблему та пов'язані з труднощами приведення завдання до канонічного виду. Для цього використаємо комплексний підхід, який базується як на теорії графів (АВД) так і теорії оптимальності, що надає переваги в реалізації математичного та економічного аспектів. Таким чином, завдання з оптимізації функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст в розрізі організації будівельних процесів в умовах щільної міської забудови розглядається як складова загальної системи організаційно-технологічної підготовки будівництва і її реалізація здійсниться на базі сучасних економіко-математичних методів і моделей.

У зв'язку з цим практика організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови має потребу не тільки в адекватному інноваційному інструментарії, що дозволяє більш ефективно використати науковий потенціал, задля подальшої розробці інструментів моделювання оптимального впровадження ОТТтаЛЗ та отримання економічного ефекту. Оцінка стану питання та традиційних моделей розробки ОТТтаЛЗ здобуває особливу актуальність.

В рамках покращення організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови розроблено та обґрунтовано організаційно-технологічно-технічний інструментарій, що включає в себе наступні елементи:

- модель отримання оптимальних об'ємів впровадження логістичних заходів при організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови;

- модель отримання оптимальних об'ємів впровадження організаційно-технологічно-технічних заходів ОТТЗ при організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови;
- модель виробничих міжсистемних зав'язків ОТТЗ та ЛЗ при організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови з оптимізацією функціонально-планувальної інфраструктури міст.

Ці моделі є діючим комплексним інструментом принципу оптимум в умовах прийняття управлінських рішень з поліпшення методів організації інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови як однієї з низькі складних завдань. При зведенні будівель і споруд в умовах щільної міської забудови існує ціла низька проблем, без рішення яких, неможливо забезпечити якість і довговічність об'єктів, що зводяться, а також безпеку навколишніх будівель і споруд та навколишнього середовища. Щільна міська забудова припускає наявність просторових перешкод на будівельному майданчику і розташованій поряд з нею території, протяжності, обмеження по ширині, висоті і глибині розмірів робочої зони і підземного простору, місць розміщення транспортних засобів, підвищений рівень будівельного, екологічного, матеріального ризику.

Застосування запропонованого інноваційного інструментарію дозволяє вирішувати проблему оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови, забезпечує об'єднання різних питань і процесів у будівництві і слугує запорукою успішного рішення будівельних завдань.

Наукова новизна одержаних результатів підходів в розрізі організації інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови за допомогою реалізації методів управління та впровадження оптимального варіанта як організаційно-технологічно-технічних заходів (ОТТЗ) так і логістичних заходів, що мають вплив на впровадження ОТТЗ, що в сукупності породжують міжсистемні зв'язки результатом чого є отримання ефективного

рішення реалізації будівельних об'єктів (проектів) що зводиться в умовах ущільненої міської забудови до такого:

вперше:

- обґрунтовано та доведено, можливість використання теоретично-методологічну платформу галузі знань логістика задля оптимізації організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови, використовуючи організаційно-технологічно-технічні заходи (ОТТЗ) так їх зв'язок з логістичними підходами, як інноваційний інструментарій, що дозволяє покращити функціонально-планувальну інфраструктуру міст враховуючи умови щільної забудови;

- запропоновано з позиції загальної теорії логістики концепцію покращення організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови з оптимізацією функціонально-планувальної інфраструктури міст, що на відміну від існуючих дозволяє дослідити зв'язки організаційно-технологічно-технічних заходів (ОТТЗ) з логістичними підходами, що мають вплив на впровадження ОТТЗ, що в сукупності дають результат ефективного рішення реалізації будівельних об'єктів враховуючи умови щільної міської забудови;

- розроблено модель впровадження оптимальних об'ємів ОТТЗ та ЛЗ, що відрізняється від існуючих тим, що враховують ключові складові економічного ефекту;

- розроблено науково-методологічний інструментарій на базі математичного метода Монте-Карло, що дозволяє віддзеркалити зв'язок між ОТТЗ та логістичними заходами, отримати економічний ефект від їх впровадження в організацію будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст.

Отримали подальший розвиток:

- виокремлено наукову проблематику дослідження та сформульовано робочу гіпотезу дослідження, визначено основні методи дослідження, виокремлено наукову новизну дисертаційного дослідження та практичну значимість одержаних результатів.

- положення, які конкретизують процеси управління і моделювання ОТТЗ та ЛЗ із застосуванням теорії графів, що знайшло своє відображення в програмі «ПОТОК»;

- методика, у якій сформульовано алгоритмічний механізм пошуку міжсистемних зв'язків ОТТЗ та логістичних заходів економічний ефект від їх впровадження в організацію будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст за рахунок створення програми «Оптимізація»;

удосконалено:

- взаємоузгоджені механізми управління ОТТЗ та ЛЗ в організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблена методика визначення оптимальних обсягів ОТТтаЛЗ в організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст на основі імітаційного моделювання дозволяє досягти скорочення собівартості інфраструктурних будівельних процесів та мінімізувати витрати праці на їх виконання.

Отримані результати підтверджено актами впровадження на підприємствах: ПП «АЛСТЕП» (м. Запоріжжя); ТОВ «АНСТРОЙ», (м. Запоріжжя).

Крім того, розроблена методика визначення оптимальних обсягів ОТТтаЛЗ в організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст знайшла застосування в навчальному процесі при проведенні лекцій і практичних занять з студентами Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету (Довідка про впровадження результатів дослідження).

Особистий внесок здобувача. Основні ідеї та результати досліджень дисертаційної роботи, особливо ті, що характеризують наукову новизну та

практичне значення, отримані автором особисто. Особистий внесок автора в публікації з співавторами наведений у списку опублікованих робіт.

Результати з належною повнотою відображені у 15 друкованих працях, 1 з яких у іноземних виданнях, 7 праць опубліковано у виданнях, що включені до переліку фахових видань МОН України категорії «Б» та у 1 колективній монографії.

Ключові слова: організація будівництва, логістика, організаційно-технологічно-технічні заходи, логістичні заходи, економіко-математичне моделювання, сітьове моделювання, собівартість будівельно-монтажних робіт, трудовитрати будівельно-монтажних робіт, капітальні вкладення, ущільнена міська забудова, функціонально-планувальна інфраструктура крупних міст.

ANNOTATION

Arutiunian Y. Optimization of Functional-Planning Decisions in Infrastructure Construction Processes in the Conditions of Dense Urban Development. – *Qualification Scientific Work as a Manuscript.*

Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy in the field of 192 "Construction and Civil Engineering". – Zaporizhzhia, Zaporizhzhia National University, 2023.

The dissertation work reflects the solution to the relevant scientific and practical task of optimizing the functional-planning infrastructure of large cities in terms of organizing construction processes in the conditions of dense urban development by creating a modern economic-mathematical toolkit for forming a mechanism for assessing and choosing rational organizational and managerial decisions. These decisions aim to implement developed, justified, and well-thought-out inter-system connections between organizational, technological, technical, and logistical measures. This leads to a reduction in the cost of construction and installation works and a decrease in labor costs, utilizing the knowledge domain of logistics and logistics methods, which, from a state-of-the-art theoretical and conceptual basis, solve a range of organizational, production, and economic tasks.

The results of the dissertation work confirm the adopted hypothesis regarding the possibility of improving the organization of construction processes in the conditions of dense urban development with the aim of optimizing the functional-planning infrastructure of cities in terms of future reconstruction. According to the analysis of Ukraine's current negative state, there is a need for the use of urban infrastructure reconstruction programs in our country by implementing a wide range of measures to improve the organization of construction production, increase the substantiation and improvement of the development of plans for organizational, technological, and technical measures, their balance with material resource flows, and the capacities of construction and installation organizations, utilizing aspects of the science of logistics. Logistics is one of the modern directions for improving the

methods of organizing and managing urban reconstruction programs. Its potential capabilities can be transformed into real logistical systems, resulting in significant economic and social benefits.

The approach is implemented by solving an extremal problem of choosing the volumes of organizational-technological-technical measures, taking into account logistic approaches. Existing methods and linear programming models do not allow solving the problem and are associated with difficulties in converting the task into canonical form. To address this, a comprehensive approach is used, which is based on both graph theory (AED) and optimality theory, providing advantages in implementation, accessibility, mathematical, economic, and physical interpretation. Thus, the task of optimizing the functional-planning infrastructure of large cities in terms of organizing construction processes in the conditions of dense urban development is considered as a component of the overall system of organizational-technological preparation of construction. Its implementation will be based on modern economic-mathematical methods and models.

In this regard, the practice of organizing construction processes in conditions of dense urban development requires not only an adequate innovative toolkit that allows for a more efficient use of scientific potential but also for the further development of tools for modeling the optimal implementation of OTTM&LM and obtaining economic benefits. The assessment of the current state of the issue and traditional models of OTTM&LM development becomes especially relevant.

As part of improving the organization of construction processes in conditions of dense urban development, an organizational-technological-technical toolkit has been developed and substantiated, which includes the following elements:

- A model for obtaining optimal volumes of logistics measures implementation when organizing construction processes in conditions of dense urban development.
- A model for obtaining optimal volumes of organizational-technological-technical measures (OTTM) implementation when organizing construction processes in conditions of dense urban development.

- A model of production inter-system connections between OTTM and logistics (LM) when organizing construction processes in conditions of dense urban development with the optimization of the functional-planning infrastructure of cities.

These models are an active comprehensive tool for the principle of optimum under the conditions of making managerial decisions to improve construction process organization methods in densely populated areas as one of the low-complexity tasks.

When erecting buildings and structures in densely populated areas, there are several significant issues that must be resolved without which it is impossible to ensure the quality and durability of the constructed objects, as well as the safety of the surrounding buildings, structures, and the environment. Dense urban development implies the presence of spatial obstacles on the construction site and adjacent areas, length, width, height, and depth restrictions of the working area and underground space, locations for transportation means, an elevated level of construction, environmental, and material risks.

The application of this toolkit allows for representing the unity of the entire inter-system cycle and links all processes in their systemic sequence, enabling the resolution of the issue within a unified system, encompassing the most critical connections of all its participants. It ensures the integration of various issues and processes in construction, separated by specialization and departmental subordination, and serves as a guarantee for the successful resolution of construction tasks.

The scientific novelty of the obtained results lies in the improvement of the mechanism for effectively using innovative approaches in terms of organizing construction processes in densely populated areas through the implementation of management methods and the introduction of an optimal variant for both organizational-technological-technical measures (OTTM) and logistical measures that have an impact on the implementation of OTTM. Collectively, these generate inter-system connections, resulting in the achievement of an efficient solution for implementing construction objects (projects) in densely populated areas as follows:

For the first time:

- The possibility of using the theoretical and methodological platform of logistics to optimize the organization of construction processes in densely populated urban areas has been substantiated and proven, utilizing organizational-technological-technical measures (OTTM) and their connection with logistic approaches, serving as an innovative toolkit to improve the functional and planning infrastructure of cities considering dense urban development.
- A concept for improving the organization of construction processes in densely populated urban areas with the optimization of urban infrastructure has been proposed from the perspective of general logistics theory. Unlike existing concepts, it allows for an examination of the relationships between organizational-technological-technical measures (OTTM) and logistic approaches, which collectively result in an effective solution for implementing construction projects considering the conditions of dense urban development.
- A model for implementing optimal volumes of OTTM and logistics measures has been developed, distinguishing itself from existing models by considering key components of economic impact.
- A scientific and methodological toolkit based on the Monte Carlo mathematical method has been developed, which reflects the connection between OTTM and logistic measures, and calculates the economic benefits of their implementation in the organization of construction processes in densely populated urban areas, taking into account the functional and planning infrastructure of cities.

Further developments include:

- The identification of research issues and the formulation of a research hypothesis, the determination of primary research methods, the identification of the scientific novelty of the dissertation research, and the practical significance of the obtained results.
- The establishment of principles that specify the processes of management and modeling of OTTM and logistics measures using graph theory, which has been implemented in the "FLOW" program.

- A methodology that formulates an algorithmic mechanism for exploring inter-system connections between OTTM and logistic measures and the economic benefits of their implementation in the organization of construction processes in densely populated urban areas, considering the functional and planning infrastructure of cities, achieved through the creation of the "Optimization" program.

Improved:

- Coordinated mechanisms for managing OTTM and LM in the organization of construction processes in densely populated urban areas, taking into account the functional-planning infrastructure of cities, have been enhanced.

The practical significance of the obtained results lies in the fact that the developed methodology for determining optimal volumes of OTTM and LM in the organization of construction processes in densely populated urban areas, considering the functional-planning infrastructure of cities based on simulation modeling, enables achieving *increased labor productivity (with minimal labor costs) and reduced cost of measures* while maximizing profit.

The obtained results have been confirmed by implementation reports in the following companies: "ALSTEP" LLC (Zaporizhia); "ANSTROY" LLC (Zaporizhia).

Furthermore, the methodology for determining optimal volumes of OTTM and LM in the organization of construction processes in densely populated urban areas, considering the functional-planning infrastructure of cities, has found application in the educational process during lectures and practical sessions with students at the Engineering Educational and Scientific Institute named after Y. Potyebnya at Zaporizhzhia National University (Confirmation of the implementation of research results).

The personal contribution of the researcher is evident. The main ideas and research results of the dissertation work, especially those characterizing scientific novelty and practical significance, have been personally obtained by the author. The author's individual contribution to publications with co-authors is listed in the list of published works.

The results are fully documented in 15 printed works, including one in foreign publications, seven in publications categorized as "B" by the Ministry of Education and Science of Ukraine, and one in a collective monograph.

Keywords: construction organization, logistics, organizational-technological-technical measures, logistic measures, economic-mathematical modeling, network modeling, cost of construction and installation works, labor costs of construction and installation works, capital investments, densely populated urban development, functional-planning infrastructure of major cities.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія:

1. Арутюнян Е. Є., Арутюнян І. А. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТАНУ УЩІЛЬНЕНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ. Монографія: Європейський вектор модернізації економіки в умовах сталого розвитку промислового регіону / За загальною редакцією Метеленко Н. Київ: Інтерсервіс. 2021 С. 124-149. *(Особистий внесок автора: проведено аналіз сучасного стану ущільненої міської забудови для виявлення наявності просторових перешкод на будівельному майданчику і розташованій поряд з нею території, протяжності, обмеження по ширині, висоті і глибині розмірів робочої зони і підземного простору, підвищений рівень будівельного, екологічного, матеріального ризику. Для рішення виробничих задач надається інструментарій основою якого слугує галузі знань логістика.)*

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав із напрямку, з якого підготовлено дисертацію

2. Arutiunian Y. ., Arutiunian I. ., AZHAZHA M. ., Mikhailutsa O. ., Pozhuyev A. . Modeling Of Management Decisions Of Organization Of Production Systems. *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE AND NETWORK SECURITY*. 2021. T. Volume: 21 . № Issue: 7. С. 87-92. URL: [http://cel.webofknowledge.com/InboundService.do?app=wos&product=CEL∓Func=Frame&SrcApp=Publons&SrcAuth=Publons_CEL&locale=ru-](http://cel.webofknowledge.com/InboundService.do?app=wos&product=CEL∓Func=Frame&SrcApp=Publons&SrcAuth=Publons_CEL&locale=ru-RU&SID=E3xrjwTKFLjGniE2D86&customersID=Publons_CEL&smartRedirect=yes&mode=FullRecord&IsProductCode=Yes&Init=Yes&action=retrieve&UT=)
[RU&SID=E3xrjwTKFLjGniE2D86&customersID=Publons_CEL&smartRedirect=yes&mode=FullRecord&IsProductCode=Yes&Init=Yes&action=retrieve&UT=](http://cel.webofknowledge.com/InboundService.do?app=wos&product=CEL∓Func=Frame&SrcApp=Publons&SrcAuth=Publons_CEL&locale=ru-RU&SID=E3xrjwTKFLjGniE2D86&customersID=Publons_CEL&smartRedirect=yes&mode=FullRecord&IsProductCode=Yes&Init=Yes&action=retrieve&UT=). **(Web of Science)**. *(Особистий внесок автора:*

пропонується модель оптимізації організаційних процесів використовуючи логістичні підходи).

***Статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б», які
включено до міжнародних наукових баз***

3. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Оптимізація організаційних схем функціонально-планувальної інфраструктури міст за рахунок дорожнього будівництва та ремонту дорожнього полотна. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика.* 2019. № 16. С. 14-19. (Особистий внесок автора: проведення дослідження теоретико-методологічних основ та інноваційних заходів з організації покращення функціонально-планувальної інфраструктури міст України)

4. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Методологія оптимізації будівельного виробництва в умовах щільної забудови. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика..* 2020. № 17. С. 6-12. (Особистий внесок автора: проведено аналіз сучасного стану організації будівництва в умовах щільної міської забудови, враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст України, який чітко дає зрозуміти про необхідність застосування інструментарію заснованого на підґрунті знань «логістики» та «системотехніки», та відповідних концепції логістики, що дозволить сформувати систему поглядів на вдосконалення процесів організації будівельного виробництва, в умовах щільної міської забудови)

5. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Сучасні тенденції організації будівельного виробництва в умовах щільної міської забудови. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин.* 2020. № 43. С. 51-58. (Особистий внесок автора: обґрунтування підходів логістики, як сучасного діючого механізму оновлення методів організації будівельних процесів та його здатності до успішного розв'язання найбільш суттєві виробничих проблем за рахунок надійного управління потоками в межах матеріальних та виробничих сторін діяльності будівельних організацій).

6. Арутюнян І. А., Арутюнян Є. Е. Оптимізація будівельного виробництва за рахунок систематехнічних та логістичних підходів. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2021. № 19. С. 12-18. (Index Copernicus, GeoRef, ISSN1814-1161). (Особистий внесок автора: формування механізму вибору раціональних управлінських підходів, спрямованих на вирішення організаційно-технологічних завдань будівельного виробництва враховуючи трансформацію ринкових умов.)

7. Арутюнян Є. Е. Інноваційний інструментарій удосконалення процесів організації будівництва в умовах ущільненої міської забудови. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2021. № 4(94). С. 43-50.

8. Арутюнян Є. Е. Оптимізаційна модель організації будівництва в умовах функціонально-планувальної інфраструктури міст. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2022. № 21. С. 5-12.

9. Арутюнян Є.Е., Арутюнян І.А., Міхайлуца О.М, Пожуєв А.В. MATHEMATICAL TOOLS FOR SOLVING PRACTICAL PROBLEMS OF CONSTRUCTION USING CONSTRUCTION LOGISTICS APPROACHES. *Математичне моделювання*. Випуск 2(47). 2022. С. 82-89. (Особистий внесок автора: вирішення задачі планування виробничих систем з урахуванням міжсистемних зв'язків використовуючи укрупнений алгоритм, в якому задається набір умов прийняття рішень: принцип моделювання (особливі стани системи); інтенсивність виконання роботи (постійна та безперервна); серйозні обмеження ресурсів.)

Праці апробаційного характеру:

10. Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Процеси будівництва та реконструкції будівель і споруд у складних умовах щільної забудови. XVI міжнародній "SCIENCE AND SOCIETY" Гамільтон: Accent Graphics Communications & , 2019. № 16 С. 74-82. URL: <https://www.pdaa.edu.ua/content/zaproshennya-do-uchasti-v-konkursah-ta-konferenciyah-inshyh-vnz>. (Особистий внесок автора:

Обґрунтовані критерії вибору методів ефективності процесів будівництва та реконструкції, одержані закономірності впливу процесів будівництва та реконструкції будівель і споруд в складних умовах міської забудови.)

11. Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Законодавчі й нормативні перешкоди проведення обстежень технічного стану будівель і споруд. *Будівельне право: проблеми теорії та практики*. Київ: КНУБА, 2019. С. 71-79. *(Особистий внесок автора: надані організаційно-технологічні заходи обстежень технічного стану будівель і споруд.)*

12. Банах А. В., Арутюнян Е. Э. Схеми організації ремонту дорожнього полотна. Збірник наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука 2020» Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2020. Т. 5 С. 172-174. *(Особистий внесок автора: розглянуто процеси маршрутизації та вплив стану доріг на шляхи оптимізації та своєчасної організації будівництва).*

13. Арутюнян І. А., Арутюнян Е. Є. Інноваційні рішення з удосконалення організаційно-технологічних процесів будівництва. Міжнародної науково-практичної конференції «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону» (INTERNET-ФОРМАТ) Запоріжжя: ЗНУ, 2020. С. 329-331. URL: http://sites.znu.edu.ua/cms/index.php?action=news/view&site_id=19&lang=ukr&category_id=&day=&month=&year=2020&start=∓keywords=&tags=&. *(Особистий внесок автора: запропоновано в якості інноваційного інструментарію галузь знань логістика, що забезпечує оптимізацію організації будівельних процесів в умовах функціонально-планувальної інфраструктури міст).*

14. Арутюнян І. А., Арутюнян Є. Е. Аналіз складних умов міської забудови для виконання організаційно-технологічних процесів нового будівництва. Міжнародної науково-практичної конференції «Європейський вектор модернізації інженерної та економіко-управлінської освіти в умовах сталого розвитку промислового регіону» 27-28 травня 2021 року Запоріжжя:

ЗНУ, 2021. С. 152-155. *(Особистий внесок автора: детально обґрунтовано застосування інструментарію логістика задля оптимізації організаційних процесів будівництва враховуючи складні умови міської забудови та функціонально-планувальну інфраструктуру крупних міст).*

15. Арутюнян І. А., Арутюнян Е. Є. Методологія удосконалення організаційних процесів будівництва в умовах ущільненої міської забудови. Міжнародний науково-технічний форум Архітектура та будівництво: нові тенденції і технології. Теорія та практика Київ: КНУБА, 2021. С. 323-324. *(Особистий внесок автора: визначено підходи удосконалення організаційних процесів будівництва в умовах ущільненої міської забудови).*

ЗМІСТ

	стр.
Вступ.....	21
Розділ 1 ТЕОРЕТИКО-КОНЦЕПТУАЛЬНА ПЛАТФОРМА ЕВОЛЮЦІЇ СТАНУ УЩІЛЬНЕНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ В КОНТЕКСТІ ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	31
1.1 Теоретичні аспекти сучасного стану та особливості ущільненої міської забудови.....	31
1.2 Аналіз складних умов міської забудови для виконання організаційно-технологічно-технічних процесів нового будівництва	36
1.3 Тенденції застосування концепцій логістики, як еволюція в галузі міського будівництва	40
Висновок до розділу.....	48
Розділ 2 АНАЛІТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ	49
2.1 Дослідження проблем будівництва в умовах щільної міської забудови	49
2.2 Аналіз чинників організації будівництва в умовах міської забудови	61
2.3 Аналітичний модуль оптимізаційних методів організації будівельних процесів в умовах міської забудови	66
2.4 Розрахунок оптимальних об'ємів ОТТЗ використовуючи платформу сітьового моделювання та алгоритм виключення дефекту.....	77
2.5 Розрахунок впровадження фрагмента ЛЗ при організації будівництва в умовах щільної міської забудови.....	107
Висновок до розділу.....	128

Розділ 3	ОПТИМІЗАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ІНФРАСТРУКТУРНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ ЗАБУДОВИ	130
3.1	Методика віддзеркалення впливу логістики на оптимізацію організаційно-технологічно-технічних заходів	130
3.2	Розробка економіко-математичної моделі організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови	132
	Висновок до розділу.....	153
Розділ 4	ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНО- ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ІНФРАСТРУКТУРНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ ЗАБУДОВИ	154
4.1	Впровадження ОТТЗтаЛЗ на будівельному об'єкті враховуючи міську ущільнену забудову.....	154
4.2	Ефективність застосування розробленої моделі	161
	Висновок до розділу.....	167
	ВИСНОВКИ.....	168
	Список використаних джерел.....	171
	Акти впровадження.....	181

ВСТУП

Актуальність теми В умовах сьогодення стан економіки країни впритул підійшла до межі, що потребує діючого реагування держави на страшні наслідки війни, враховуючи проблеми будівництва будівель і споруд в умовах щільної міської забудови. При цьому необхідною умовою є розгляд програм відбудови інфраструктури міст країни, використовуючи оптимальні підходи до планування та керування (принципу оптимальності) в розрізі гнучкості, альтернативності виробничо-господарських ситуацій, в реальних умовах прийняття планово-управлінські рішень. При зведенні будівель і споруд в умовах щільної міської забудови існує цілий ряд проблем, без рішення яких, неможливо забезпечити якість і довговічність об'єктів, що зводяться, а також безпеку навколишніх будівель і споруд. Щільна міська забудова припускає наявність просторових перешкод на будівельному майданчику і розташованій поряд з нею території, протяжності, обмеження по ширині, висоті і глибині розмірів робочої зони і підземного простору, місць розміщення транспортних засобів, підвищений рівень будівельного, екологічного, матеріального ризику.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального науково-прикладного завдання з оптимізації функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст в розрізі організації будівельних процесів в умовах щільної міської забудови шляхом створення сучасного економіко-математичного інструментарію формування механізму оцінки та вибору раціональних організаційних та управлінських рішень, спрямованих на впровадження розроблених, обґрунтованих та продуманих міжсистемних зв'язків між організаційно-технологічно-технічними та логістичними заходами, що призводить до зниження собівартості будівельно-монтажних робіт, скорочення трудовитрат, використовуючи платформу галузі знань логістика та методи логістизації, що з точки зору новітній теоретичній та концептуальній основі вирішує низку організаційних, виробничих та економічних завдань. Логістика є одним із сучасних напрямів поліпшення методів організації і

управління програмами відбудови міст країни, її потенційні можливості можуть бути перетворені в реальний інструментарій, результат застосування дає значний економічний і соціальний ефекти..

Таким чином, завдання оптимізації функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст в розрізі організації будівельних процесів в умовах щільної міської забудови представлено як важливу складову загальної системи організаційно-технологічно-технічної підготовки будівництва і її реалізація здійсниться на базі сучасних економіко-математичних методів і моделей, яка має моделюючу інформаційну підготовку.

У цьому контексті практика оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови потребує не лише наявності відповідного економічного інструментарію, який сприяє більш ефективному використанню наукового потенціалу, але і необхідності подальшого розвитку та удосконалення інструментів аналізу методів та моделей формування взаємозв'язків між ОТТЗ та логістичними засобами. Оцінка стану питання та традиційних моделей розробки зв'язку ОТТЗ та ЛЗ для оптимізації організації будівельних процесів в умовах щільної міської забудови здобуває особливу актуальність.

Тому підхід втілюється через розв'язання задачі екстремуму для визначення обсягів організаційно-технологічно-технічних заходів, враховуючи логістичні аспекти та взаємозв'язок між ними. Існуючі методи та моделі лінійного програмування не відповідають вимогам для вирішення даної проблеми, оскільки важко перетворити завдання до стандартно-канонічного формату. Для цього, ми застосовуємо комплексний підхід, що базується на використанні теорії графів (сітьового моделювання) та теорії оптимальності (квазіоптимум), що надає переваги в аспекті реалізації, доступності та математично-економічного тлумачення.

Теоретичну і практичну розробку питань, пов'язаних з організацією будівельних процесів, відображено в роботах багатьох науковців: Білоконя А. І., Бушуєва С. Д., Вечерова В. Т., Гладишев Г. М., Галінський О.М., Григоровський

П.Є., Дадиверина Л.Н., Денисенка М. П., Кірноса В. М., Кравчуновської Т.С., Ковальський Л.М., Кузьміна Г.В., Ковальська Г.Л., Мурасьова О.В., Менейлюка О. І., Млодецького В. Р., Осипов О.Ф., Павлова І. Д., Поколенка В. О., Пшінька О. М., Петренко Ю. В., Радкевича А. В., Рача В. А., Тяна Р. Б., Трідіда О. М., Тугая О.А., Ушацького С. А., Єсипенко А. Д. Незважаючи на високий рівень професіоналізму цих авторів, ще існують різноманітні складні завдання, що пов'язані із організацією функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обраний напрямок наукових досліджень реалізовано згідно з планами наукових досліджень кафедри промислового і цивільного будівництва Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, відповідно до плану держбюджетних науково-дослідних робіт на 2021-2025 роки за темою «Систематологія селективної концепції активізації та адаптації організаційно-технологічних рішень будівництва, реконструкції та експлуатації до сучасних умов інтегрованого розвитку» Державний реєстраційний номер: 0121U108178, 2021 -2025 р.р..

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає в оптимізації функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст в розрізі організації будівельних процесів в умовах щільної міської забудови як складової загальної системи організаційно-технологічної підготовки будівництва і її реалізації на базі сучасних економіко-математичних методів і моделей.

Досягнення поставленої мети обумовило необхідність вирішення таких завдань:

- аналіз сучасного стану організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови та тенденції застосування концепцій логістики в розрізі оптимізації функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст ;
- удосконалення концепції оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови на засадах галузі знань логістика;

- обґрунтування теоретичних положень ефективності впровадження організаційно-технологічно-технічних та логістичних заходів, як інноваційного інструментарію оптимізація організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови, на основі сітьового моделювання;
- розробка методики керування впровадження організаційно-технологічно-технічних та логістичних заходів з урахуванням ступеня впливу економічних показників;
- розробка теоретичних основ побудови економіко-математичної моделі впровадження організаційно-технологічно-технічних та логістичних заходів на основі сітьового моделювання;
- розробка оптимізаційної модель організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови використовуючи математичний інструментарій квазіоптimumа;
- експериментальна перевірка та впровадження отриманих результатів у практику підготовки та реалізацію будівельних організацій.

Об'єкт дослідження – є процес моделювання організаційно-технологічно-технічних та логістичних заходів (ОТТтаЛЗ) в умовах щільної міської забудови.

Предметом дослідження – методологія організації будівельних процесів в умовах щільної міської забудови та інструментарій науки логістика.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети в даному дослідженні були використані сучасні комп'ютерні технології, а також теоретичні підходи і методи, такі як теорія та методи прийняття рішень, теорія графів, теорія ймовірностей, сітьове моделювання, потоки у мережах з обмеженою пропускнуою здатністю (потокове програмування), імітаційне моделювання, теорія організаційно-технологічної надійності. Всі ці методи використовувалися для вирішення завдання оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в

умовах ущільненої міської забудови використовуючи ОТТтаЛЗ. При аналізі проблеми і вивченні існуючих підходів до її розв'язання були враховані закони України, наукова, економічна та довідкова література, періодичні наукові видання України, а також наукові роботи провідних вітчизняних і закордонних фахівців-науковців.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в удосконаленні механізму ефективного використання інноваційних підходів в розрізі організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови за допомогою реалізації методів управління та впровадження оптимального варіанта як організаційно-технологічно-технічних заходів (ОТТЗ) так і логістичних заходів, що мають вплив на впровадження ОТТЗ, що в сукупності породжують міжсистемні зв'язки результатом чого є отримання ефективного рішення реалізації будівельних об'єктів (проектів) що зводяться в умовах ущільненої міської забудови до такого:

вперше:

- обґрунтовано та доведено, можливість використання теоретично-методологічну платформу галузі знань логістика задля оптимізації організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови, використовуючи організаційно-технологічно-технічні заходи (ОТТЗ) так їх зв'язок з логістичними підходами, як інноваційний інструментарій, що дозволяє покращити функціонально-планувальну інфраструктуру міст враховуючи умови щільної забудови;

- запропоновано з позиції загальної теорії логістики концепцію покращення організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови з оптимізацією функціонально-планувальної інфраструктури міст, що на відміну від існуючих дозволяє дослідити зв'язки організаційно-технологічно-технічних заходів (ОТТЗ) з логістичними підходами, що мають вплив на впровадження ОТТЗ, що в сукупності дають результат ефективного рішення реалізації будівельних об'єктів враховуючи умови щільної міської забудови;

- розроблено модель впровадження оптимальних об'ємів ОТТЗ та ЛЗ, що відрізняється від існуючих тим, що враховують ключові складові економічного ефекту;

- розроблено науково-методологічний інструментарій на базі математичного метода Монте-Карло, що дозволяє віддзеркалити зв'язок між ОТТЗ та логістичними заходами, отримати економічний ефект від їх впровадження в організацію будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст.

Отримали подальший розвиток:

- виокремлено наукову проблематику дослідження та сформульовано робочу гіпотезу дослідження, визначено основні методи дослідження, виокремлено наукову новизну дисертаційного дослідження та практичну значимість одержаних результатів.

- положення, які конкретизують процеси управління і моделювання ОТТЗ та ЛЗ із застосуванням теорії графів, що знайшло своє відображення в програмі «ПОТОК»;

- методика, у якій сформульовано алгоритмічний механізм пошуку міжсистемних зв'язків ОТТЗ та логістичних заходів економічний ефект від їх впровадження в організацію будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст за рахунок створення програми «Оптимізація заходів»;

удосконалено:

- взаємоузгоджені механізми управління ОТТЗ та ЛЗ в організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблена методика визначення оптимальних обсягів ОТТЗ та ЛЗ в організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст на основі імітаційного моделювання дозволяє досягти підвищення ефективності праці (з

використанням мінімальних трудових витрат) і зниження витрат на проведення заходів ОТТтаЛЗ, що призводить до отримання максимального економічного результату.

Отримані результати підтверджено актами впровадження на підприємствах: ПП «АЛСТЕП» (м. Запоріжжя); ТОВ «АНСТРОЙ», (м. Запоріжжя).

Крім того, розроблена методика визначення оптимальних обсягів ОТТтаЛЗ в організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст знайшла застосування в навчальному процесі при проведенні лекцій і практичних занять з студентами Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету (Довідка про впровадження результатів дослідження).

Особистий внесок здобувача. Основні ідеї та результати досліджень дисертаційної роботи, особливо ті, що характеризують наукову новизну та практичне значення, отримані автором особисто. Особистий внесок автора в публікації з співавторами наведений у списку опублікованих робіт.

Особистий внесок здобувача визначено наступними публікаціями:

1. Арутюнян Е. Є., Арутюнян І. А. Теоретико-методологічні аспекти стану ущільненої міської забудови. Монографія: Європейський вектор модернізації економіки в умовах сталого розвитку промислового регіону / За загальною редакцією Метеленко Н. Київ: Інтерсервіс. 2021 С. 124-149. Особистий внесок автора:
2. Arutiunian Y. ., Arutiunian I. ., AZHAZHA M. ., Mikhailutsa O. ., Pozhuyev A. . Modeling Of Management Decisions Of Organization Of Production Systems. *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE AND NETWORK SECURITY*. 2021. T. Volume: 21 . № Issue: 7. С. 87-92. URL: http://cel.webofknowledge.com/InboundService.do?app=wos&product=CEL&Func=Frame&SrcApp=Publons&SrcAuth=Publons_CEL&locale=ru-

RU&SID=E3xrjwTKFLjGniE2D86&customersID=Publons_CEL&smartRedirect=yes&mode=FullRecord&IsProductCode=Yes&In it=Yes&action=retrieve&UT=. (**Web of Science**). Особистий внесок автора:

3. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Оптимізація організаційних схем функціонально-планувальної інфраструктури міст за рахунок дорожнього будівництва та ремонту дорожнього полотна. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2019. № 16. С. 14-19. Особистий внесок автора:
4. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Методологія оптимізації будівельного виробництва в умовах щільної забудови. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика..* 2020. № 17. С. 6-12. Особистий внесок автора:
5. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Сучасні тенденції організації будівельного виробництва в умовах щільної міської забудови. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2020. № 43. С. 51-58.
6. Арутюнян І. А., Арутюнян Є. Е. Оптимізація будівельного виробництва за рахунок систематехнічних та логістичних підходів. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2021. № 19. С. 12-18. (Index Copernicus, GeoRef, ISSN1814-1161). Особистий внесок автора:
7. Арутюнян Є. Е. Інноваційний інструментарій удосконалення процесів організації будівництва в умовах ущільненої міської забудови. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2021. № 4(94). С. 43-50.
8. Арутюнян Є. Е. Оптимізаційна модель організації будівництва в умовах функціонально-планувальної інфраструктури міст. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2022. № 21. С. 5-12.
9. Арутюнян Є.Е., Арутюнян І.А., Михайлуца О.М, Пожуєв А.В. MATHEMATICAL TOOLS FOR SOLVING PRACTICAL PROBLEMS OF CONSTRUCTION USING CONSTRUCTION LOGISTICS APPROACHES.

Математичне моделювання. Випуск 2(47). 2022. С. 82-89. (Особистий внесок автора: вирішення задачі планування виробничих систем з урахуванням міжсистемних зв'язків використовуючи укрупнений алгоритм, в якому задається набір умов прийняття рішень: принцип моделювання (особливі стани системи); інтенсивність виконання роботи (постійна та безперервна); серйозні обмеження ресурсів.)

Винесені на захист нові наукові результати належать особисто здобувачеві. Вони опубліковані в співавторстві з науковим керівником і провідними фахівцями в даній області.

Дисертаційне дослідження є самостійно підготовленою науковою працею і являє собою особистий внесок здобувача в розвиток прикладної науки - технології та організації промислового та цивільного будівництва, зокрема з оптимізації організація будівельних процесів в умовах ущільненої забудови використовуючи галузь знань логістика.

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи доповідалися в 2019-2023р. на наукових конференціях: XVI міжнародній "SCIENCE AND SOCIETY" Гамільтон: Accent Graphics Communications (Гамільтон, 2019 р.); Міжнародна конференція «Законодавчі й нормативні перешкоди проведення обстежень технічного стану будівель і споруд» (Київ, 2019); III Міжнародна науково-технічна конференція «Ефективні технології в будівництві» (Київ, 2019); Міжнародна науково-технічна конференція «Молода наука 2020» (Запоріжжя, 2020); Міжнародної науково-практичної конференції «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону» (internet-формат) (Запоріжжя, 2020); Міжнародна науково-практичної конференції «Європейський вектор модернізації інженерної та економіко-управлінської освіти в умовах сталого розвитку промислового регіону» (Запоріжжя, 2021); Міжнародний науково-технічний форум «Архітектура та будівництво: нові тенденції і технології» (Київ, 2021); а також

на кафедральних науково-методичних семінарах у Запорізькому національному університеті.

Основні результати дисертації опубліковано в 15-ті наукових працях, у т.ч. 1 стаття внесена до міжнародних наукометричних баз, 7 статей опубліковано у виданнях, що включені до переліку фахових видань МОН України категорії «Б», участі у колективній монографії; опубліковано 6 матеріалів і тез доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Структура дисертаційної роботи підпорядкована змісту, меті та порядку вирішення завдань дослідження. Дисертація містить: анотації українською та англійською мовами, список праць за темою дисертації, вступ, основну частину в складі чотирьох розділів та висновків, список використаної літератури з 94 джерел. Обсяг основного тексту дисертації складає 148 сторінки друкованого тексту, у тому числі 37 таблиць та 44 рисунки.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-КОНЦЕПТУАЛЬНА ПЛАТФОРМА ЕВОЛЮЦІЇ СТАНУ УЩІЛЬНЕНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ В КОНТЕКСТІ ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Теоретичні аспекти сучасного стану та особливості ущільненої міської забудови

Сучасна архітектурно-містобудівна діяльність в Україні характеризується формуванням багатофункціональних житлово-громадських комплексів, створенням нових типів об'єктів обслуговування, реконструкцією та модернізацією житлових кварталів і впровадженням нових будівельних технологій у спорудженні многоквартирних будинків. Усе це призводить до збільшення щільності існуючої забудови, зокрема, збільшення кількості поверхів у житлових та громадських будівлях та забудови вільних ділянок, що прилягають до існуючих споруд [3,5,18,59,67,76,95].

Сучасні архітектори та містобудівники, спільно з соціологами, аргументують потребу в ущільненні міської забудови з рядом фундаментальних обґрунтувань. Демографи пов'язують це явище з глобальним перенаселенням планети та різким зростанням приросту населення. Наприклад, у 1900 році населення Землі складало трохи більше 1 мільярда осіб, у 2006 році ця цифра збільшилася майже до 6,5 мільярда, і передбачається, що до 2050 року населення може зрости до 12 мільярдів осіб [5,6,17,24,59,95].

Сучасні інвестори в галузі цивільного будівництва в Україні розглядають можливість збільшення кількості поверхів у будівлях головним чином для досягнення раціонального використання цінних міських територій і зекономлення ресурсів при будівництві інженерних та транспортних мереж, при цьому не враховуючи ряду проблем, що можуть виникнути при цьому [5,27,28,59,95].

Протягом років розвитку високощільної забудови у всьому світі було розроблено різні рішення і розроблено архітектурно-проектні підходи, які викликають значний інтерес серед архітекторів. Важливо вивчити особливості проектування житлових будівель і виявити міськобудівельні, архітектурно-планувальні та конструктивні проблеми, що виникають в умовах високої щільності забудови в сучасних міських структурах.

В Україні на сьогоднішній день спостерігається тенденція до зростання обсягів будівництва та реконструкції в умовах щільної міської забудови, до освоєння територій із складними інженерно-геологічними умовами, до зниження рівнів підвалів існуючих будівель та освоєння підземного простору на глибину від -6 до -12 м і більше, а також до зростання потужності будівельної техніки, що виливається в збільшення навантажень на основи будівель під час будівництва та експлуатації споруди. [5,50,57,59,95].

Крім того, в багатьох великих містах виникла проблема використання ділянок, що знаходяться в історичному середовищі. Ця проблема полягає в недостатній розробці та нескоординованості методів, які використовуються сьогодні для проектування об'єктів, розташованих в історично сформованому міському середовищі. Це призводить до порушення цілісності історичних архітектурних ансамблів і втрати ними художнього та семантичного значення. Ця ситуація, в свою чергу, сприяє втраті архітектурної традиції міст та руйнує еволюційний процес їх формування [5, 50,57,95].

Проблемами, пов'язаними із щільною забудовою, також займалися сучасні дослідники, такі як Авдєєва М. С. та Тустановська Л. В. [3], а також фахівці з різних інститутів типового і експериментального проектування житла у 80-х роках ХХ століття, такі як Бранденбург Б., Петрова З., Василенко О., Пересветов В., Рєпін Ю. та інші [3, 5,59,95].

Розташування новобудов на ділянках, які перебувають у системі існуючої забудови чи в історичному середовищі міста, часто пов'язане з низкою функціонально-просторових проблем [5, 50,57,59,95]:

- обмеженими розмірами ділянки проектування в навіколишній забудові,

- складною геометрією меж ділянки,
- недостатнім простором для реалізації функціональних потреб будівлі (під'їхати машині швидкої допомоги, підвезти меблі чи побутову техніку, матеріали для капітального ремонту, просто припаркуватися).

Зовнішні фактори і обмеження, що виникають внаслідок оточення та конфігурації території, створюють труднощі при внутрішній організації будівельних споруд. Це виявляється у складній геометрії приміщень, неефективному використанні площ, порушенні норм природного освітлення та вентиляції, втраті естетичного вигляду та ускладненні функціональних схем будівель.

Проте при розумному аналізі зовнішніх факторів і обмежень, їх можна враховувати при формуванні споруди. Але для цього необхідно мати можливість адаптувати функціональні компоненти та техніко-економічні показники до реальних можливостей місцевості [3,5,6,24,26-28,59,95].

На жаль, навіть при проведенні такого аналізу забудовники рідко приймають рішення на користь зменшення техніко-економічних показників та менш комерційно вигідних функцій. Практика показує, що забудовники частіше обирають менш збалансований варіант споруди, але з більшими (не завжди більш раціональними) показниками [5,7,11,17,52,56,58,66,95].

У процесі проектування будівель у центральних зонах великих міст часто вибирають місця з найвищою концентрацією функціональних та транспортних потоків. Однак реальна пропускна здатність транспортної інфраструктури на вибраних ділянках майже не враховується, не говорячи вже про додаткові навантаження на дороги, що виникають через нові будівництво. Це призводить до проблем з регулюванням руху на місцях приєднання будівель до міської транспортної мережі. Зміни в смугах руху транспортних засобів та зниження їх швидкості негативно впливають на пропускну здатність вулиць та доріг [5,7,17,52,56,58,66,95].

Зручний доступ до об'єкта, такий як близькість до станцій метро, зупинок громадського транспорту або наявність потужних транспортних магістралей з

високою пропускнуою здатністю, позитивно впливає на ринкову вартість квадратного метра будівель.

Це змушує нас до аналізу можливості забудови таких територій. У цьому контексті важливо впроваджувати обґрунтовані об'ємно-просторові та функціонально-планувальні моделі, щоб мінімізувати негативні наслідки [5,10,24,26-28]..

У нових державних будівельних нормах щодо містобудування [41] (ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій»), які вступили в дію з 1 вересня 2018 року, введені граничні показники щільності населення мікрорайону 150-450 осіб/га, які допускається перевищувати в крупних та найкрупніших містах максимально на 20% (рис. 1.1) [18, 41,59,67,76,95].

При будівництві в умовах щільної міської забудови виникає ряд технологічних чинників, які потребують врахування для забезпечення якості та довговічності не тільки будинків, що будуються, але й оточуючих споруд та будівель [5, 7, 8, 9, 17, 24, 26-28, 41,59,95]:

1. Забезпечення експлуатаційних властивостей будинків, розташованих у безпосередній близькості до будівництва.

2. Обмеженість простору на будівельному майданчику, що не дозволяє розмістити необхідну кількість побутових, інженерних споруд, обладнання та механізмів.

3. Розробка спеціальних конструктивних і технологічних рішень для оптимізації будівельних процесів.

4. Розробка технічних та технологічних заходів з метою захисту навколишнього середовища та існуючої забудови об'єкту будівництва.

До того ж, будівництво в умовах щільної міської забудови передбачає розміщення поза межами будівельного майданчика таких об'єктів як адміністративно-побутові приміщення, їдальні, санітарні приміщення, арматурні, столярні та слюсарні майстерні, відкриті та закриті склади, крани, бетононасоси та інші будівельні машини і механізми. Всі ці споруди та

обладнання повинні бути розташовані поруч з будівельним майданчиком і, за потреби, підключені до міських інженерних мереж [18,59,67,76,95].

Отримані результати дослідження в галузі будівництва в умовах щільної міської забудови вказують на необхідність подальшого розвитку цього напрямку, з урахуванням інноваційних технологій та міжнародного досвіду будівельних організацій, що спеціалізуються на цьому виді будівництва.

Здобуті дослідження можуть бути корисними для процесів будівництва та реконструкції будівель і споруд в умовах складної міської забудови [5,16,41,59,95].

Поверховість забудови	Щільність житлового фонду м ² загальної площі на 1 га території мікрорайону (брутто)	Щільність населення на 1 га території мікрорайону (брутто)	Максимально допустима щільність житлового фонду м ² загальної площі на 1 га ділянки прибудинкової території (нетто)	Щільність населення на 1 га території площі земельної ділянки прибудинкової території (нетто)
Малоповерхова забудова до 3 поверхів (без урахування мансардного поверху)				
1-3	4000	130	9900	330
	5400	180	12870	460
Середньоповерхова забудова (від 4 до 5 поверхів включно)				
4	6700	220	14850	550
5	7900	260	17640	575
Багатоповерхова забудова (від 6 до 9 поверхів включно)				
6	8900	300	19590	615
7	9700	320	19930	680
8	10500	350	21000	720
9	11100	370	22800	740
Забудова підвищеної поверховості (від 10 до 16 поверхів включно)				
10	11600	390	24600	750
12	12300	410	24650	805
14	12800	430	24750	845
16	13100	440	24850	860
Висотна забудова (вище 16 поверхів)				
17 і вище	13500	450	27450	950
Примітка 1. Щільність житлового фонду брутто розраховується для території мікрорайону з повним комплексом об'єктів повсякденного обслуговування. Примітка 2. Щільність житлового фонду нетто розраховується для земельної ділянки окремого житлового будинку або житлової групи з прибудинковими територіями без урахування площі території для постійного зберігання автомобілів, майданчика для виходу домашніх тварин.				

Рисунок 1.1 - Залежність щільності забудови та населення від поверховості забудови [41,59,95]

Сучасні соціально-економічні зміни в Україні, привели до розгляду можливості розміщення нових житлових будівель на земельних ділянках вже

існуючих мікрорайонах, при розрахунках граничної щільності населення, враховуючи населення, яке проживає в наявних житлових будівлях та в новобудовах, а також рівень їхнього забезпечення об'єктами благоустрою відповідно до норм, наявність об'єктів повсякденного обслуговування в межах відповідного мікрорайону, і розмір земельних ділянок, призначених під нове будівництво, повинен забезпечувати виконання міського планування, санітарних норм і вимог щодо протипожежної безпеки [5, 7, 8, 9, 17, 24, 26-28, 41,59,95].

Теоретичну й методологічну основу досліджень склали наукові праці вітчизняних і закордонних авторів в галузі будівництва та реконструкції в умовах ущільненої забудови.

1.2 Аналіз складних умов міської забудови для виконання організаційно-технологічно-технічних процесів нового будівництва

Будівництво це один з важливих процесів розвитку країн і міст. Краса країни і її міст розкривається об'єктами архітектури, будівель та споруд, інфраструктурою як самої країни так і її міст, сполучення, тощо.

На сьогодні розглядаючи програми будівництва нашої країни та її міст постають складні питання де?, як?, чому?, навіщо? Відповідь полягає в тому, що сучасне будівництво потребує нових майданчиків для зведення багатоповерхових і висотних житлових будинків, соціальних, громадських будівель (лікарень, шкіл, дитячих садків, супермаркетів, кінотеатри, тощо), але не треба забувати і промисловість міст бо це робочі місця, розширення потужності, модернізація. При цьому необхідно враховувати і найбільш привабливі території та ділянки, які розташовані в центральних районах міст, де вже існують наявні комунікації та розвинена інфраструктура, а також необхідно враховувати і економічне районування [5, 7, 8, 9, 17, 24, 26-28, 41,59,95].

Але привабливі ділянки межують з вже існуючими житловими, громадськими чи виробничими будівлями, дорогами, які не можуть бути переміщені, інженерними мережами та зеленими насадженнями. Переважно в центральних районах розташовані малоповерхові житлові будинки старої забудови, в тому числі пам'ятки історії й архітектури [1,2,5,59,95].

Згідно до терміну «капітальне будівництво» в чинному українському законодавстві міститься в п. 2 Порядку державного фінансування капітального будівництва, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2001 р. № 1764: «капітальне будівництво – це процес створення нових, а також розширення, реконструкція, технічне переоснащення діючих підприємств, об'єктів виробничого і невиробничого призначення ...» [3,5,50,51,96].

Розглядаючи поняття «будівництво», треба зазначити, що воно розуміється в декількох виразах [3,5,8,9,11,26-28,56,95]:

- 1) як процес спорудження будівель;
- 2) як галузь – створення нових підприємств, розширення, реконструкція і технічне переобладнання діючих підприємств та інших об'єктів виробничої сфери, а також об'єктів невиробничої сфери. До продукції будівництва належить і капітальний ремонт будівельних об'єктів.

Тому і постає проблема як вже існуюче врахувати та вписати в нове будівництво (а також розширення, реконструкція, технічне переоснащення діючих підприємств, об'єктів виробничого і невиробничого призначення), обґрунтувати доцільність зведення нових будівель та споруд (а можливо реконструкцію) в умовах ущільненої забудови, передбачити можливість використання міської території та її благоустрій, паралельно довести економічну ефективність майбутнього проекту [4,5, 11,26-28,56,59,95,96].

Не слід забувати і про чисельність населення міст. Для унеможливлення хаотичної забудови в містах та гармонійного розвитку населених пунктів з 1 вересня 2018 року в дію вступили нові державні будівельні норми щодо містобудування, які вперше ввели граничні показники щільності населення мікрорайону. Це 150–450 осіб на гектар, які допускається перевищувати лише в

крупних та найкрупніших українських містах максимально на 20%, тобто, до 540 осіб на гектар.

Вище сказане приводить до необхідності оптимізації (удосконалення) організації будівельних процесів в складних умовах міської забудови та функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст [5, 7, 8, 9, 17, 24, 26-28, 41,59,95].

Будівництво як система має як на вході, так і на виході величезну кількість зовнішніх зв'язків і постійно нарощує нові.

В сучасних умовах в Україні існують ключові пріоритети для нового будівництва в щільно забудованих місцевостях [3, 5, 26-28,56,95]:

1. Ефективне використання міської території та її інтенсивна забудова з метою раціонального використання землі.
2. Зменшення споживання енергоресурсів та скорочення довжини інженерних мереж і дорожньо-транспортних комунікацій відповідно до цього.
3. Забезпечення великим обсягом житлового будівництва для відповіді на рост населення та попит на житло.
4. Розробка архітектурно-планувальних рішень для будівель, що забезпечують високий рівень комфорту для мешканців.
5. Включення в міські райони із підвищеною щільністю населення великих об'єктів та мережі невеликих за розмірами установ і підприємств обслуговування, які можуть бути розташовані окремо або вбудовані в перші поверхи житлових будинків.
6. Збереження естетики територій та зелених насаджень.
7. Створення рекреаційних зон на покрівлях та інших використовуваних поверхнях, а також облаштування господарських приміщень для спільного користування мешканців будинків і проектування вбудованих паркінгів.

Ці цілі визначають важливі пріоритети для розвитку і будівництва в міських умовах, де щільна забудова стає дедалі актуальнішою.

Аналіз технічних та наукових джерел, вивчення досвіду будівельних організацій свідчить про те, що зведення нових будинків, прокладання інженерних мереж, розширення доріг, влаштування підземних паркінгів та переходів потребує застосування сучасних інноваційних оптимізаційних організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови [3,5,11,26-28,56,58].

Наведене об'єктивно вказує на нагальну необхідність поглибленого дослідження використання теоретичних, методологічних і практичних здобутків, які б враховували умови міської забудови для виконання організаційно-технологічно-технічних процесів нового будівництва, що в цілому дозволить наростити потенціал будівельних організацій та бути конкурентоспроможними [5].

Організація будівельного виробництва — взаємопов'язана система підготовки до виконання окремих видів робіт, встановлення та забезпечення загального порядку, черговості і термінів виконання, постачання всіх видів ресурсів для забезпечення ефективності і якості виконання окремих видів робіт і будівництва об'єктів [5,8,52,53,54,56].

На сьогодні існують безліч оптимізаційних моделей організації будівельних процесів [5-10].

Отже, враховуючи науково-прикладну необхідність проведення досліджень в розрізі організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови важливо розглядати будівельний сектор (з усіма його продуктами, послугами та організаціями-учасниками) як складну організаційно-технологічно-економічну систему.

А саме, створення сучасного оптимізаційного науково-методичного інструментарію, що заснований на використанні галузі знань «логістики», який дасть можливість формування механізму оцінки та вибору раціональних організаційних та управлінських рішень, спрямованих на виконання

організаційно-технологічно-технічних процесів будівництва враховуючи складні умови міської забудови [3,4,5-10].

Таким чином, актуальним є наукове обґрунтування і вирішення науково-прикладного завдання з оптимізації функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст в розрізі організації будівельних процесів в умовах щільної міської забудови шляхом створення сучасного економіко-математичного інструментарію формування механізму оцінки та вибору раціональних організаційних та управлінських рішень, спрямованих на впровадження розроблених, обґрунтованих та продуманих міжсистемних зв'язків між організаційно-технологічно-технічними та логістичними заходами, що призводить до зниження собівартості будівельно-монтажних робіт, скорочення трудовитрат, використовуючи платформу галузі знань логістика та методи логістизації, що з точки зору новітній теоретичній та концептуальній основі вирішує низку організаційних, виробничих та економічних завдань.

1.3 Тенденції застосування концепцій логістики, як еволюція в галузі міського будівництва

Сучасна будівельна індустрія України є однією з ключових і найбільше розвинутих галузей промисловості, яка відіграє важливу роль у створенні нових об'єктів, розширенні та реконструкції наявних капітальних активів. Проте, зовнішні чинники та обмеження, визначені характеристиками ділянки та природним середовищем, створюють значні виклики у впорядкуванні будівельних процесів [5,7].

У контексті системного аналізу наукових робіт і методологічних підходів в розрізі проблем щільної забудови [5-11,24,25,26,28-29,57,59,60,76,81,82,90] дозволяє розглядати питання організації будівельного виробництва в контексті застосування логістичних принципів.

Дослідивши низьку наукових робіт [4,20,21,30,31,32,56,61,66,87], ми ще раз переконуємося в доцільності логістики в будівництві.

Але необхідно враховувати, що будівельне виробництво це складний взаємопов'язаний комплекс трудових процесів і виробничих стосунків будівельного і монтажного напрямів спрямованих на створення будівельної продукції (складова частина капітального будівництва, в процесі якого здійснюється зведення нових будівель і споруд, розширення, реконструкція, технічне переозброєння, капітальний і поточний ремонт діючих підприємств, будівель і споруд) [4, 5-7, 11,15,16,18,22,23,24,54].

Тому для раціонального виконання будівельних процесів у містах щільної забудови та існуючої інфраструктури необхідно розглянути та застосувати раціональні процеси організації будівельного виробництва, та враховувати суттєві чинники функціонально-планувальної інфраструктури міст України, що є гнучкість, альтернативність виробничо-господарських ситуацій та транспортних мереж, в умовах яких необхідно приймати раціональні управлінські рішення [5-7].

У зв'язку з вищевказаним, використання логістики у практиці організації будівельного виробництва стає насущною потребою. Логістика дозволяє більш ефективно використовувати науковий потенціал та сприяє подальшому розвитку та створенню інструментів для аналізу методів і моделей, що стосуються організаційно-технологічних рішень у будівельному виробництві, з особливим акцентом на оптимізація організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови.

Оцінка сучасного стану питання щодо традиційних моделей управління та організації будівельного виробництва набуває особливої актуальності. Вирішенню складних організаційно-технологічно-технічних завдань будівельного виробництва, враховуючи умови щільної міської забудови та суттєві чинники функціонально-планувальної інфраструктури міст України сприяє системотехнічні та логістичний підходи [3, 5-10, 12, 52,53,54,56].

У забезпеченні своєчасного та якісного виконання організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови важну роль відіграють комерційні служби, що відповідають за постачання матеріально-технічних ресурсів для будівельних об'єктів, з урахуванням функціонально-планувальної інфраструктури та автомобільних доріг. Наявність недоліків у забезпеченні матеріально-технічними ресурсами може призвести до низки негативних наслідків, таких як порушення графіку будівництва, втрати робочого часу робітників, перебої у роботі будівельної техніки, збільшення вартості будівництва, невиконання умов договорів та падіння репутації фірми [5-10, 20,30,31,55].

Дослідивши визначення терміну «логістика» вітчизняними і зарубіжними вченими-фахівцями у багатьох наукових працях [5-10, 20,30,31,55,], ми прийшли до висновку, що більш за все будівельній галузі, в розрізі управління та організації будівельними процесами в умовах ущільненої забудови, гармонує термін «логістика» – наука про організацію, планування, управління і контроль за рухом матеріальних і супроводжуючих їх інформаційних, фінансових потоків на основі системного підходу в будь-яких логістичних системах [4,5,64 70-72,73, 77,78]

Організація будівельного виробництва забезпечує цілеспрямованість та взаємозв'язок усіх організаційних, технічних та технологічних рішень для досягнення кінцевого результату – введення об'єкта в експлуатацію з необхідною якістю та в назначений термін [5,7, 10,53,54,64,73,89].

Організація будівельного виробництва – взаємопов'язана система підготовки до виконання окремих видів робіт, встановлення і забезпечення загального порядку, черговості і термінів виконання робіт, постачання усіма видами ресурсів для забезпечення ефективності і якості виконання окремих видів робіт або будівництва об'єкту [5,64,70-72, 73,77,78,89].

Раціональна організація будівництва є складним інженерним процесом і впливає на загальний термін будівництва. Тому майбутні фахівці в галузі будівництва повинні мати професійні знання у галузі технології, організації та

планування міст.

При організації будівельного виробництва забезпечуються [4,8, 10,53,54,64,73,89]:

- погоджена робота усіх учасників будівництва об'єкту з координацією їх діяльності генеральним підрядником, рішення якого з питань, пов'язаних з виконанням затверджених планів і графіків робіт, є обов'язковими для усіх учасників незалежно від відомчої підлеглості;

- комплектне постачання матеріальних ресурсів з розрахунку на будівлю, споруду, вузол, ділянку, секцію, поверх, ярус, приміщення в терміни, передбачені календарними планами та графіками робіт;

- виконання будівельних, монтажних і спеціальних будівельних робіт з дотриманням технологічної послідовності технічно обґрунтованого поєднання;

- дотримання вимог по охороні природного довкілля і правил техніки безпеки.

Організація будівельного виробництва має забезпечувати цілеспрямованість усіх організаційних, технічних, проектно-конструкторських і технологічних рішень на досягнення кінцевого результату – введення в експлуатацію об'єкту у встановлені терміни з необхідною якістю при забезпеченні економії матеріальних і енергетичних ресурсів [5,7,9, 54,64,73,89].

Згідно ДБН В.1.2-12-2008 «Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки» необхідно враховувати характер і зону взаємного впливу об'єкта, що будується, та існуючих прилеглих об'єктів, має бути долучено [41]:

- обстеження прилеглих об'єктів існуючої забудови;

- розроблення проектно-конструкторських і організаційно-технологічних рішень із захисту об'єктів прилеглої забудови від техногенного впливу будівництва та забезпечення умов їх нормальної експлуатації, захисту навколишнього середовища, забезпечення безпечності виробничого процесу будівельно-монтажних робіт;

- заходи із захисту об'єктів прилеглої забудови від техногенного впливу будівництва та забезпечення умов їх нормальної експлуатації;

- погоджені заходи щодо об'єктів прилеглої забудови та благоустрою: ремонт, реконструкція, зміна функціонального призначення, знесення;
- заходи із забезпечення безпеки осіб, що перебувають на об'єктах прилеглої забудови та знаходяться поблизу будівельного майданчика;
- заходи із забезпечення дорожнього руху на прилеглих до будови ділянках вулично-дорожньої мережі, погоджені в установленому законодавством порядку з Державтоінспекцією МВС України;
- науково-технічний супровід будівництва відповідно до ДБН В.1.2-5, моніторинг прилеглої забудови, території та об'єкта, що будується.

Виходячи з вищерозглянутого, виникає необхідність виділити головні цілі і завдання організації будівництва, враховуючи умови щільної забудови. Вихід із цього становища при вирішенні багатьох проблем організації будівельних процесів полягає в застосуванні нових підходів. Одним з таких є застосування нового інструментарію логістики [5-10,6,12].

Дослідивши існуючі методи організації будівельного виробництва ми ще раз переконалися в тому, що необхідно впроваджувати інструментарій логістики та системотехніки, враховуючи умови щільної міської забудови, суттєві чинники функціонально-планувальної інфраструктури міст України та стан мереж автомобільних доріг; це дозволить вирішувати складні організаційно-технологічні завдання (рис. 1.2) [5-10].

Принципи логістики можуть бути використані для наступних цілей:

1. Забезпечення саморегуляції та збалансованості процесів будівельного виробництва.
2. Забезпечення гнучкості, що дозволяє вносити зміни в графік закупівлі матеріалів, а також змінювати терміни постачання будівельних матеріалів, конструкцій та деталей.
3. Мінімізація обсягів запасів будівельних матеріалів, конструкцій та деталей.
4. Моделювання руху матеріальних потоків будівельних ресурсів, конструкцій та деталей.

5. Здійснення ефективного управління матеріальними потоками будівельних матеріалів, конструкцій та деталей.
6. Забезпечення надійності постачання будівельних матеріалів, конструкцій та деталей.
7. Досягнення економічності через скорочення рівня запасів будівельних ресурсів та врахування дефіциту ресурсів.
8. Розрахунок раціональних маршрутів доставки, спрямований на мінімізацію транспортних витрат і своєчасну поставку будівельних ресурсів на будівельні майданчики.
9. Раціональний вибір постачальників, при цьому враховуючи якість ресурсів, цінову політику та доброчесність постачальників.

Застосувавши принципи та відповідні концепції логістики ми можемо сформулювати систему поглядів на вдосконалення процесів організації будівельного виробництва, враховуючи умови щільної міської забудови, суттєві чинники функціонально-планувальної інфраструктури міст України [5-10].

Розглядаючи можливу концепцію "Just-In-Time" (JIT), яка є однією з найбільш поширених, варто зазначити, що графік постачань за цією схемою сприяє концентрації основних постачальників будівельних ресурсів. Для успішної реалізації цієї концепції важливо мати обмежену кількість постачальників з високим рівнем надійності, оскільки постачальники фактично стають партнерами будівельних організацій. Застосування концепції JIT в будівництві має потенціал поліпшити організацію будівельного виробництва в умовах щільної забудови, знизити собівартість будівельного виробництва, скоротити страхові запаси, підвищити оборотність оборотного капіталу будівельних фірм, зменшити потребу в складських приміщеннях та скоротити тривалість будівництва[5, 29, 30, 31, 55, 84, 86].

Lean Construction (Легке будівництво) - це методологія управління будівельними проектами, яка базується на принципах Lean Management та спрямована на зниження витрат, мінімізацію втрат, підвищення продуктивності та

якості у будівельній галузі. Ця концепція ставить перед собою завдання зробити будівництво більш, оптимізації процесів та покращення співпраці між учасниками будівельного проєкту. Lean Construction відзначається своєю спрямованістю на результат, підвищенням ефективності та мінімізацією втрат в будівельній галузі. Вона активно використовує інструменти та методики Lean Management для забезпечення успішності будівельних проєктів.

Концепція OPT (Optimized Production Technology), або оптимізовані виробничі технології, дозволяє уникати реактивного реагування на виникнення «вузьких місць» у ланцюгу постачання, виробництва і збуту. Під час формування оптимального графіка проведення будівельно-монтажних робіт (БМР) використовують критерій забезпеченості постачань будівельних матеріалів, конструкцій, виробів, ефективність використання будівельних ресурсів, мінімум запасів і гнучкість виробництва відповідно до етапів будівництва [5-10,55, 84,86].

Застосування логістичної концепції "Urban Logistics" або "Міська логістика" відіграє важливу роль у вирішенні логістичних викликів, які виникають у міських середовищах, де є щільна міська забудова та обмежена доступність простору. Застосування концепції Urban Logistics допомагає знизити витрати, покращити ефективність та сприяє створенню більш життєспроможних та екологічно чистих міських середовищ. Вона є ключовою для вирішення транспортних проблем у містах та забезпечення ефективної логістики у щільно заселених міських районах.

Розглянуті концепції дозволять вирішити складні організаційно-технологічно-технічні завдання, враховуючи умови щільної міської забудови та суттєві чинники функціонально-планувальної інфраструктури міст України (рис.1.2).

Логістика є сучасним механізмом, який визначає шляхи оновлення методів оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови.



Рисунок 1.2 – Оптимізація організації будівельного виробництва в умовах щільної міської забудови з використанням концепції логістики [9,10]

Висновок до 1 розділу

Проаналізовано сучасний стан організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови, що потребує науково-прикладну необхідність проведення досліджень в розрізі організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови важливо розглядати будівельний сектор (з усіма його продуктами, послугами та організаціями-учасниками) як складну організаційно-технологічно-економічну систему.

Сформовано теоретико-методологічні напрямки на базі застосування сучасного науково-методичного інструментарію, заснованого на використанні галузі знань «логістика». Цей інструментарій дозволяє сформулювати механізм для обрання оптимальних управлінських рішень, спрямованих на вирішення складних організаційно-технологічно-технічних завдань у будівельному виробництві, з урахуванням умов щільної міської забудови, значущих факторів та особливостей функціонально-планувальної інфраструктури міст України.

Удосконалено концепцію оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови на засадах галузі знань логістика.

Нова концептуальна платформа оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови дає кардинальне переосмислення теорії і практики будівельного виробництва у разі розміщення нових житлових будинків на земельних ділянках в існуючих мікрорайонах при проведенні розрахунків граничної щільності населення, об'єктів благоустрою, наявності об'єктів повсякденного обслуговування в межах відповідного мікрорайону, а також розмір земельних ділянок, визначених під нове будівництво, забезпечуючи при цьому дотримання містобудівних, санітарних норм та протипожежних вимог.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

2.1 Дослідження проблем будівництва в умовах щільної міської забудови

Сьогодні, в сучасних умовах центр кожного великого міста на території України – це непросте поєднання історичної забудови, малоповерхових непорядкованих житлових будинків, велика частина яких знаходиться в критичному стані, кварталів «хрущовок», житлових масивів періоду численних забудов 80-х років і сучасних будівель, укрупнених у міське середовище.

На сьогодні існує одне найважливіших із складних виробничих завдань галузі будівництва це перехід від стандартних будівель на вільній місцевості до перебудови і нового будівництва в непростих умовах щільної міської забудови

На даний момент в сучасних ринково-економічних умовах та геоінформаційних завдань зведення об'єктів капітального будівництва у великих містах Київ, Одеса, Харків, Дніпро, Львів, Івано-Франківськ, більш масштабно будівельно-монтажні роботи ведуться саме в центральній частині населених місць. Характерною особливістю сучасного міського будівництва є необхідність вивчення простору. Це пов'язано, з одного боку, з привабливістю для інвесторів розміщення об'єктів в районах із вже повністю розвиненою інфраструктурою і великою чисельністю населення, а з іншого боку, з престижністю об'єктів нерухомості, що історично склалася, в центральних районах міст [5].

Але в сучасному світі через обмеженість придатної для будівництва земельних територій, а також стрімке розширення міст, будівництво в умовах щільної міської забудови ставати усе поширеним явищем на даний момент. Так

само, будівництво будівель і споруд в щільному і розвиненому міському середовищі є найпривабливішим для інвестицій грошових коштів, оскільки дозволяє викреслити з кошторису прокладення інженерних мереж такі як: електрифікація, каналізація і інші необхідні інженерні мережі. Крім того, при будівництві в умовах щільної міської забудови можна заощадити на будівництві і організації суспільно значимих об'єктів, такі як дошкільні і шкільні установи, лікарні, магазини, банки, лікарні і багато інші значимі об'єктів. До того ж, в міському середовищі розвинено транспортна інфраструктура, що так само дозволяє економити на будівництві будівель і споруд, оскільки проблеми з доставкою техніки, матеріалів, конструкцій зникають.

Так само, будівництво за межами населеного пункту часто є економічно не вигідним для інвестицій, з самих різних причин, а в міських межах вільної землі для забудови зовсім небагато. Тому у результаті доводиться будувати на будь-якій вільній ділянці землі, дозволеній під забудову, але таке рішення зв'язане з багатьма проблемами, мають свої особливості і що вимагають особливих заходів і технологій. 1. Організація будівництва будівель і споруд в умовах щільної міської забудови. Щільність забудови - це показник, який визначає, наскільки компактно розміщені будинки та інші будівлі на певній території або в певному районі. Цей показник вимірюється, як правило, у відсотках або кількісно, і відображає відношення об'єму забудови (або займаної площі) до загальної площі землі чи району [5-10,43].

Існує чотири моделі ущільнення міст: азіатська, американська, європейська і російська. Для європейської моделі характерний принцип будівництва міст, що історично склався, з переважаючою низькою і середньою поверховістю, з мінімальними відстанями між будинками, вузькими вуличками. Для азіатської моделі характерний принцип будівництва міст з підвищеною поверховістю, вузькими вулицями і багаторівневими транспортними і пішохідними розв'язками зважаючи на необхідність максимального використання обмеженої території, на якій проживає велика кількість людей. Для американської моделі характерний принцип максимального ущільнення

громадських і ділових центрів за рахунок росту будівель вгору, а ущільнення житлових районів за рахунок введення блокованого житла [5-10,12,18,25,28,57,76].

Останніми роками ведеться активне ущільнення міст за рахунок росту поверховості, як в азіатській моделі, але справа далека не в обмеженій площі території країни, а в політиці забудовників. Умови будівництва будівель і споруд в умовах щільної міської забудови мають цілий ряд труднощів і особливостей для будівництва пов'язаних з обмеженою площею будівельного майданчика. Накопичений за багато років досвід будівництва в умовах щільної міської забудови показує, що недотримання правил і безпеки при будівництві, а також неправильна організація будівництва може привести до несприятливої дії на будівлі і споруди, поблизу яких проходить будівництво, з'являться такі дефекти як: тріщини, деформація фундаменту і конструкцій будівлі, перекоси, що приведе до порушення експлуатації будівлі або споруди, або навіть до повного дозволу [5-10].

Будівництво будівель і споруд в умовах щільної міської забудови повинне забезпечувати не лише якість і довговічність будівель, що зводяться, і споруд, але також зобов'язує виконувати цілий ряд умов по забезпеченню збереження експлуатаційних властивостей довколишніх будівель і споруд, а також збереження зручності проживання для жителів існуючих будівель і споруд.

При проектуванні будівель і інженерних споруд, а також при виконанні робіт початкового етапу, як проектувальникам, так і підрядним організаціям необхідно вирішувати важкі геотехнічні проблеми, пов'язані з обмеженими умовами міської забудови. Зневага поставлених питань може привести в найкращому випадку до порушення умов нормальної експлуатації існуючих інженерних споруд і подальшої експлуатації об'єктів, що будуються, а в гіршому - до надзвичайних і аварійних ситуацій, загрозливих не лише здоров'ю, але і життю людей.

Щільна міська забудова припускає наявність просторових перешкод на будівельному майданчику і розташованій поряд з нею території, протяжності,

обмеження по ширині, висоті і глибині розмірів робочої зони і підземного простору, місць розміщення транспортних засобів, підвищений рівень будівельного, екологічного, матеріального ризику [17,24,56,58,66,75,82].

Проблеми будівництва будівель і споруд в умовах щільної міської забудови. При зведенні будівель і споруд в умовах щільної міської забудови існує цілий ряд проблем, без рішення яких, неможливо забезпечити якість і довговічність об'єктів, що зводяться, а також безпеку навколишніх будівель і споруд.

Але основною проблемою, з якою доводиться зустрічатися будівельникам при вивченні геотехнічного простору в умовах щільної забудови, вважається організація території будівництва, що відповідає актуальним вимоги. На території будівельного майданчика повинні розміщуватися майданчики для складування матеріалів, тимчасові споруди, приміщення побутового призначення. Майданчик має бути забезпечений під'їзними шляхами, електроенергією, водою.

Іншою істотною проблемою є вибір типу і конструкції фундаменту майбутньої споруди [3,66-68]. При виборі фундаментів в обмежених умовах будівництва необхідно враховувати стан ґрунтового масиву, що напружено-деформується, який виникає із-за взаємного впливу існуючих будівель, що зводяться. В цьому випадку епюри напруги в ґрунтовому масиві накладатимуться один на одного, що може спричинити перенапруження вже навантаженого ґрунтового стану [3]. Зазвичай наслідком цього є розвиток додаткових деформацій існуючих будівель, що приводить їх спершу до аварійного стану, а потім і до остаточного руйнування.

Третя серйозна та важлива проблема - собівартість облаштування фундаментів. На сьогодні вартість виконання геотехнічних робіт складає приблизно від 10 до 40% загальної кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт по зведенню будівель, залежно від складності геологічних умов і рівня відповідальності будівлі [3,5,17,24,56,58, 66-68,75,82].

Враховуючи виконання усіх вище перелічених вимог, стає зрозуміло, що виробництво робіт початкового циклу в умовах щільної міської забудови зажадає від забудовника великих вкладень, ніж при зведенні аналогічних об'єктів на вільних територіях. В цьому випадку, для того, щоб зберегти привабливість для інвестора такого проекту з точки зору швидкої окупності капітальних вкладень, необхідно розробити інструментарій, який мав би можливість врахувати існуючі проблеми та знайти оптимальні організаційно-технологічні рішення нових будівельних проектів в умовах щільної міської забудови.

Також важливою проблемою є здійснення будівельно-монтажних робіт нульового циклу, враховуючи виробничі процеси облаштування фундаментів майбутньої споруди.

Будівництво будівель на досить близькій відстані від існуючих будов є складнішим завданням, ніж будівництво будинку, що окремо стоїть. Особливо складними роботами вважається розробка котлованів поблизу існуючих будівель [5].

Не поступається за значимістю і проблема розміщення безпосередньо на майданчику великогабаритних будівельних машин і кранів. Крани і бетононасоси повинні знаходитися на будівельному майданчику або невеликій відстані від неї. Проте у ряді випадків навколо будівельного майданчика знаходяться раніше побудовані будівлі і споруди і розміщення поряд з ними великих кранів веж, монтаж підкранових шляхів неможливі [5,14,21,23,24,26-28,52,54,56,58,63,64, 66-68,74,75,80,82,91].

Особливість перелічених вище проблем полягає в тому, що для багатьох з них, на сьогодні, відсутня нормативна база, що комплексно розглядає їх в процесі зведення будівель.

Тому будівництво поблизу існуючих будівель, викликає великі проблеми, які не розглядають на початковому етапі проектування. Проблеми, що виникають в перші місяці будівництва, пов'язані з утворенням тріщин, деформації фундаменту і інших негативних дій у вже існуючих будівель і споруд

і можуть спричинити фінансові втрати, а також привести до закриття будівництва.



Рисунок 2.1 – Приклади будівництва в умовах щільної міської забудови

Для вирішення цих проблем, потрібно розробку інноваційного інструментарію на підгалузі знань - логістика, що дозволять використовувати оптимізаційні організаційні процеси для здійснення якісного зведення будівлі.

Чим активніше забудовується простір в місті, тим менше залишається вільної землі для будівництва нових будівель і споруд. У зв'язку з цим, проблема зведення будівель і споруд в умовах щільної міської забудови є особливо актуальною на сьогодні і вимагає розробки цілого комплексу заходів і появи нових технологій для забезпечення підвищення ефективності та економічно вигідного подальшого будівництва в цих умовах.

Починаючи планувати будівництво в умовах щільної міської забудови треба розуміти усі проблеми і особливості, з якими можна зіткнутися при будівництві, а також якомога раніше зуміти передбачати їх і вжити заходи, які під час будівництва допоможуть заощадити час, гроші.

При будівництві і експлуатації сучасних будівель, будов і споруд в обмежених умовах міської забудови повинні ставитися завдання по поліпшенню міської інфраструктури, вирішувані при виконанні наступних етапів [5,14,21,23,24,26-28,52,54,56,58,63,64, 66-68,74,75,80,82,91]:

1. Оцінка геотехнічної ситуації будівництва.
2. Розміщення на будівельному майданчику комплексу титульних тимчасових будівель та споруд.
3. Переміщення існуючих комунікацій з урахуванням нового будівництва.
4. Розробка заходів по запобіганню можливим руйнуванням будівель, розташованих у безпосередній близькості від об'єктів, що будуються.
5. Дотримання певних технологічних норм.
6. Розробка технічних і технологічних заходів, спрямованих на захист екологічного середовища об'єкту і існуючої забудови і так далі

В процесі реалізації поставлених завдань і усунення важливих містобудівних проблем при зведенні споруд в умовах щільної міської забудови,

що сформувалася, можна забезпечити якість, довговічність не лише об'єктів, що безпосередньо зводяться, але і існуючої прилеглої забудови.

З усіх особливостей будівництва в умовах щільної міської забудови, виокремлюються суттєві заходи організації з урахуванням усіх ризиків, таких як: в умовах щільної міської забудови часто на будівельному майданчику немає місця для зборки деяких елементів конструкції, то такі конструкції треба збирати на іншій території і привозити у вже зібраному виді або вручну і зібрати вже на місці; використати малогабаритні крани або пересувні крани; використання шумозахисних екранів, для захисту населення від шумового забруднення при будівництві; дотримуватися усіх норм законодавства, пов'язаних з утилізацією відходів будівництва, використанням нетоксичних матеріалів при очищенні майданчика і так далі [5].

Але на сьогодні є глобальна проблема – це наслідки війни. Відбудова зруйнованої цивільної інфраструктури є складним і важливим процесом, що потребує організації будівельних процесів на високому рівні. Це питання стає дуже актуальним у зв'язку зі збільшенням кількості обстрілів та природних катастроф, що призводять до руйнування інфраструктури. Розглянуто основні аспекти організації будівельних процесів з відбудови зруйнованої цивільної інфраструктури.

Внаслідок бойових дій, які відбуваються в нашій країні, тисячі будинків та інфраструктурних об'єктів руйнуються, залишаючи за собою руйнування та хаос. Однак, попри це, відбудова зруйнованих будівель та інфраструктури є необхідністю для підтримки інфраструктури та економіки країни. Цей процес включає в себе велику кількість етапів, від пошуку фінансування до відновлення інфраструктури, а також організації будівельних процесів та взаємодії з місцевими жителями.

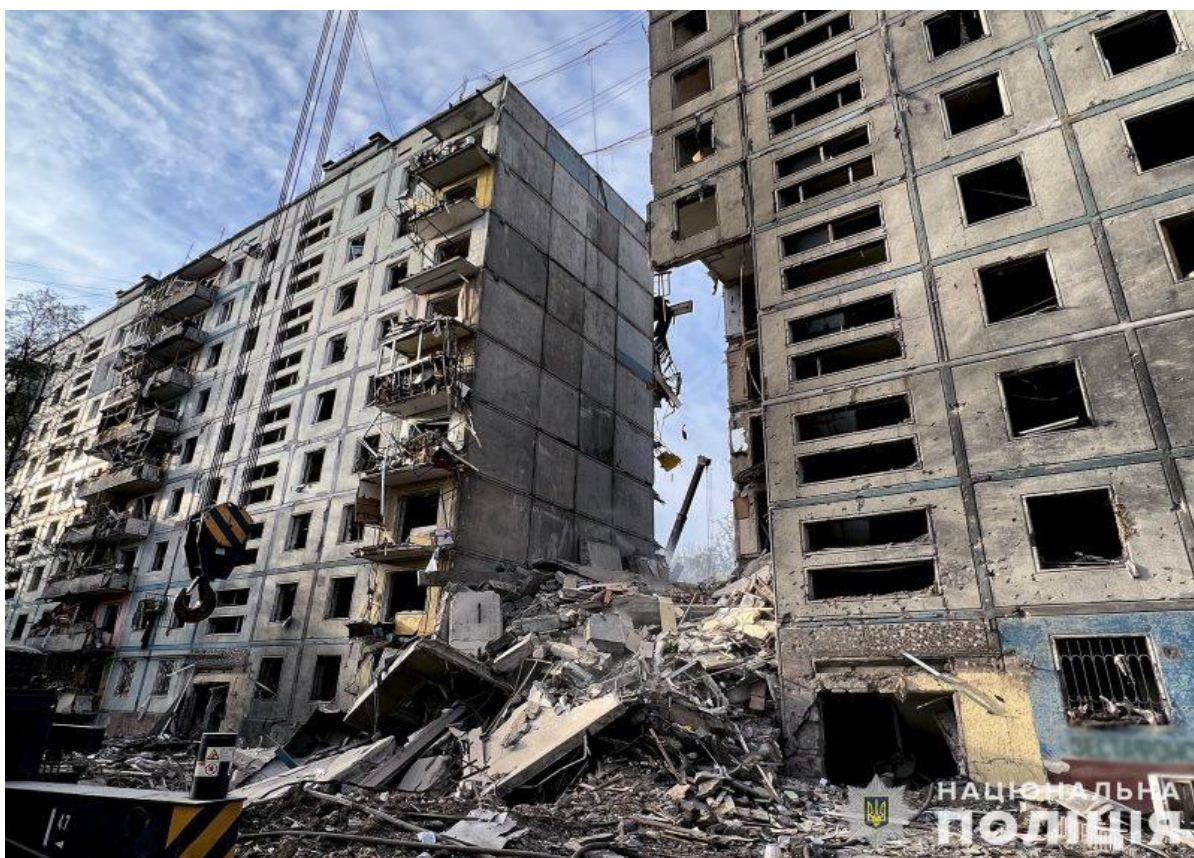


Рисунок 2.2 – Зруйнований житловий будинок м. Запоріжжя вул. Зестафонська



Рисунок 2.3 – Зруйнований житловий будинок м. Запоріжжя пр. Соборний 151

Першим кроком у відбудові зруйнованої цивільної інфраструктури є оцінка пошкоджень. Це важливо для того, щоб з'ясувати, які саме об'єкти потребують ремонту або повного відновлення. Для цього можуть використовуватися різні методи оцінки, включаючи огляд зруйнованих об'єктів, визначення зон пошкоджень та оцінку вартості відновлення. Вона має бути проведена якісно та повною мірою, щоб визначити розмір збитків та з'ясувати, які саме будівлі можна відновити, а які потрібно знести. Для цього використовуються різні методи, включаючи візуальні огляди, металодетектори

та дрони. Ця оцінка допомагає визначити обсяги робіт, потрібних для відновлення будівель, та скласти план відновлювальних робіт.

Після оцінки пошкоджень необхідно розробити план відновлення інфраструктури. Він повинен включати в себе приблизний час відновлення, розподіл ресурсів та фінансів, а також приблизну послідовність робіт. Для розробки плану можуть використовуватися різні методи, включаючи розуміння потреб інфраструктури в різних сферах та використання даних про попередні відновлювальні проекти.

Після розробки плану відновлення інфраструктури необхідно забезпечити фінансування проекту. Це може бути складним процесом, особливо у випадку масштабних руйнувань, які потребують значних інвестицій. Фінансування може бути отримане від держави, міжнародних організацій або приватних інвесторів. Організація зустрічей з потенційними фінансовими донорами та розробка привабливих пропозицій можуть допомогти в забезпеченні необхідних фінансів для відновлення інфраструктури.

Пошук фінансування - перший крок в відбудові зруйнованих будівель. У більшості випадків відновлення будівель покладається на уряд та місцеві органи влади, але можуть бути причетні інші фінансові установи, такі як неприбуткові організації та приватні інвестори. У цьому контексті важливо мати чіткий план фінансування, який враховує витрати на будівництво, ремонт та управління майном після відновлення. Наприклад, відновлення будівель може включати в себе ремонт електромереж, водопроводів, каналізації та інших інженерних мереж, що потребують значних витрат.

Після того, як фінансування знайдено, наступним кроком є організація будівельних процесів. Це може включати в себе планування, проектування, закупівлю та будівництво. При цьому важливо враховувати не лише вартість будівництва, але й якість матеріалів, терміни виконання робіт і технічні вимоги до будівельних процесів.

Один з ключових аспектів організації будівельних процесів - це відбір підрядників та постачальників. Важливо вибирати досвідчених та надійних

підрядників, які мають достатні ресурси та знання для виконання проекту. Крім того, потрібно враховувати вимоги до якості та безпеки будівництва, а також дотримуватися законодавства та нормативних вимог.

Після відбору підрядників, проектування та планування будівельних робіт, необхідно розпочати будівельні роботи. У процесі будівництва важливо дотримуватися технічних вимог, контролювати якість матеріалів та виконання робіт. Крім того, важливо дотримуватися графіку будівництва та визначати пріоритети робіт з урахуванням важливості об'єктів.

Після завершення будівництва, наступним етапом є відновлення інфраструктури та повернення до нормального життя. Це може включати відновлення електромереж, водопроводів, каналізації, доріг, мостів та інших інфраструктурних об'єктів. Важливо забезпечити дотримання стандартів безпеки та якості при відновленні інфраструктури.

Після забезпечення необхідного фінансування можна розпочати будівельні роботи. Організація будівельних процесів має бути проведена з урахуванням термінів та бюджету, визначеного в плані відновлення інфраструктури. Керування будівельними процесами може здійснюватися за допомогою різних методів, включаючи методології проектного управління та методи Lean Construction.

Підсумовуючи, організація будівельних процесів для відновлення зруйнованої цивільної інфраструктури є складним та багатоетапним процесом. Вона має бути проведена з урахуванням багатьох факторів, таких як фінансування, терміни, вибір підрядників та постачальників матеріалів, безпека робочих та дотримання законодавства з охорони праці. Однак, з допомогою досвідчених спеціалістів та застосування сучасних методологій будівельного управління, можна успішно відновити зруйновану інфраструктуру та забезпечити безпеку та зручність для її користувачів.

Однак, організація будівельних процесів не обмежується тільки фінансуванням, плануванням та будівництвом. Важливо також взаємодіяти з місцевими жителями та враховувати їхні потреби та побажання. Наприклад,

можна проводити консультації з місцевими жителями та щодо відновлення пам'яток культурної спадщини та історичних будівель, які були зруйновані в результаті бойових дій. Важливо враховувати, що реконструкція пам'яток культурної спадщини потребує використання традиційних технологій та матеріалів, а також певного рівня експертизи. Одним з ключових аспектів організації будівельних процесів є визначення мети та обсягу робіт. Для цього потрібно провести детальний аналіз пошкоджень та визначити, які будівлі та інфраструктура можуть бути відновлені, а які - потребують повної заміни. Також необхідно визначити, які матеріали та технології можуть бути використані для відновлення, враховуючи культурну спадщину та екологічні аспекти.

Загалом, відновлення зруйнованих будівель внаслідок бойових дій є важливим завданням для забезпечення безпеки та благополуччя населення, відновлення інфраструктури та зміцнення економіки регіону. Цей процес потребує комплексного та інтегрованого підходу, що враховує потреби та інтереси населення, екологічні та культурні особливості місцевості, а також забезпечує ефективне використання ресурсів та забезпечує стале розвиток регіону.

2.2 Аналіз чинників організації будівництва в умовах міської забудови

При будівництві в умовах щільної міської забудови виникає ряд чинників, дотримання яких забезпечує якість і довговічність не лише об'єктів, що безпосередньо зводяться, але і споруд, що оточують їх.

До цих чинників відноситься [5,14,21,23,24,26-28,52,54,56,58,63,64, 66-68,74,75,80,82,91]:

- необхідність експлуатації об'єктів, розташованих у безпосередній близькості від забудови;

- неможливість розташування на будівельному майданчику усього комплексу будівельної інфраструктури, передбаченої технологією виробництва робіт (побутові і інженерні споруди, машини і механізми);

- необхідність розробки технічних і технологічних заходів, спрямованих на захист екологічного середовища об'єкту і існуючої забудови.

Обмеженість або недостатність земельних ділянок, відведених під будівництво, ускладнює організацію будівельного майданчика. Водночас є цілий комплекс суттєвих заходів, виконання яких є необхідним для забезпечення неперервності будівництва та уникнення його призупинення через контролюючі органи.

У випадках обмеженої площі території, яка призначена для будівництва і розташована за межами основного будівельного майданчика, можуть бути розміщені наступні види приміщень і споруд: адміністративно-побутові будівлі, столові і санітарні блоки, цехи і майстерні для арматурних, столярних і слюсарних робіт, а також відкриті і закриті складські споруди.

При організації будгенплану доцільно передбачати для цих цілей території-реститути, за узгодженням з їх власниками. Для обмеження площ складських приміщень можна вживати такі заходи: використовувати монтаж будівельних конструкцій використовуючи логістичну концепцію «Just-In-Time» (JIT), впроваджувати передові будівельні технології, які вже були успішно випробувані в подібних умовах. Використання складських приміщень відкритого або закритого типу потребують чіткого розрахунку з врахуванням кількості та відповідності будівельних матеріалів, конструкцій та виробів, що безпосередньо пов'язано з виконанням графіків постачань та виробничо-технологічних процесів, використовуючи логістичні концепції Materials Requirements Planning / Manufacturing Resource Planning: система планування потреб в матеріалах / Виробниче планування потреб у ресурсах [1,2,5,20].

Адміністративно-побутові приміщення, що виносяться за межі будівельного майданчика, можуть розташовуватися в існуючих будівлях або в містах, що знов зводяться, максимально наближених до будмайданчика.

У ситуаціях зі щільної міською забудовою виникає значуща проблема, пов'язана з розташуванням великогабаритної будівельної техніки та кранів безпосередньо на будівельному майданчику. Крани і бетононасоси повинні знаходитися на будівельному майданчику або у безпосередній близькості від неї. В цьому випадку використовують легкомонтовані крани стаціонарного типу (самопід'ємні) на порівняно невеликий фундамент або (для бетонних робіт) застосовують бетоноукладочні комплекси, пов'язані з вертикальним поданням бетонної суміші усередині будівлі і подальший її розподіл на яруси маніпуляторами різних типів.

При проведенні технологічного проектування необхідно націлюватися на найширше можливе використання накопиченого досвіду будівництва в аналогічних умовах і застосування сучасних механізмів і механізації.

В умовах щільної міської забудови будівництво будівель і споруд ускладнюється обмеженістю площ, виділених під будівельний майданчик. При цьому необхідно організувати евакуаційні виїзди по будівельному майданчику, пожежні гідранти, готові до використання, обгороджування навколо котловану і обмежувальною обноси, засобів екстреного гасіння пожежі, навісів над пішохідними зонами уздовж будівельного майданчика, покажчиків зон проведення робіт. У випадках обмеженого будівельного майданчика тимчасові, побутові будівлі можуть бути винесені за межі ділянки забудови. До таких будівель відносяться: столові, санітарні приміщення, адміністративно-побутові приміщення, майстерні і цехи арматурних, слюсарних, столярних робіт, закриті складські приміщення, бетононасоси, крани і інші будівельні машини.

В складі будгенплану на монтаж багатоповерхової будівлі повинні бути (див.2.2): 1 - прорабська; 2 - інвентарні побутові приміщення для робітників; 3 - душова, приміщення для сушіння одягу; 4 - туалет; 5 - матеріальний склад; 6 - склад ліфтового обладнання; 7 - склад сантехнічного обладнання; 8 - майданчик для вантажозахоплювальних пристроїв і тари; 9 - майданчик для прийому розчину і бетону; 10 - майданчики для розвантаження автотранспорту; 11 - протипожежний водопровід з гідрантами; 12 - баштовий кран; 13 - підкранові

шляхи - рейковий шлях крана з огорожами; 14 - майданчик складування конструкцій; 15 - стоянки будівельних машин і механізмів; 16 - тимчасові автомобільні дороги; 17 - тимчасовий паркан з двома воротами і прохідними; 18 - споруджуваний будинок; 19 - тимчасова трансформаторна підстанція; 20 - вводи та мережі постійних і тимчасових комунікацій; 21 - освітлювальні щогли; 22 - знаки закріплення основних осей будівлі.

Основні правила організація будівельного виробництва згідно ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва» [32]:

«Організація будівельного виробництва полягає у спрямуванні організаційних, технічних, технологічних рішень та інших заходів на реалізацію проектних рішень щодо будівництва об'єкта з дотриманням вимог законодавства та нормативних документів.

При організації будівельного виробництва мають бути враховані індивідуальні властивості об'єкта будівництва (архітектурно-планувальні та конструктивні рішення, категорія складності, заглибленість, висотність тощо), терміни будівництва, а також умови будівництва (геологія та гідрогеологія, навколишнє середовище, особливості будівельного майданчика тощо).

У разі виконання робіт в умовах ущільненої забудови враховуються матеріали технічного обстеження прилеглих об'єктів, а також вимоги до виконання робіт в таких умовах.

Відповідно до Порядку виконання підготовчих та будівельних робіт:

- а) роботи з підготовки земельної ділянки;
- б) влаштування огорожі будівельного майданчика;
- в) порушення елементів благоустрою в межах відведеної земельної ділянки;
- г) вишукувальні роботи;
- д) роботи із спорудження тимчасових виробничих та побутових споруд, необхідних для організації і обслуговування будівництва;
- е) улаштування під'їзних шляхів;
- ж) складування будівельних матеріалів;

- з) підведення тимчасових інженерних мереж;
- к) винесення інженерних мереж;
- л) облаштування будівельного майданчика засобами освітлення, протипожежного водопостачання, пожежогасіння, сигналізації та зв'язку;
- м) улаштування доріг, під'їздів, переходів, місць розвороту, розвантаження і завантаження транспортних засобів з облаштуванням, за необхідності, інженерної інфраструктури;
- н) улаштування майданчиків для складування матеріалів, конструкцій, деталей з облаштуванням (за необхідності) засобами малої механізації, устаткуванням, оснасткою, інвентарем, пристроями та інструментом» [32].

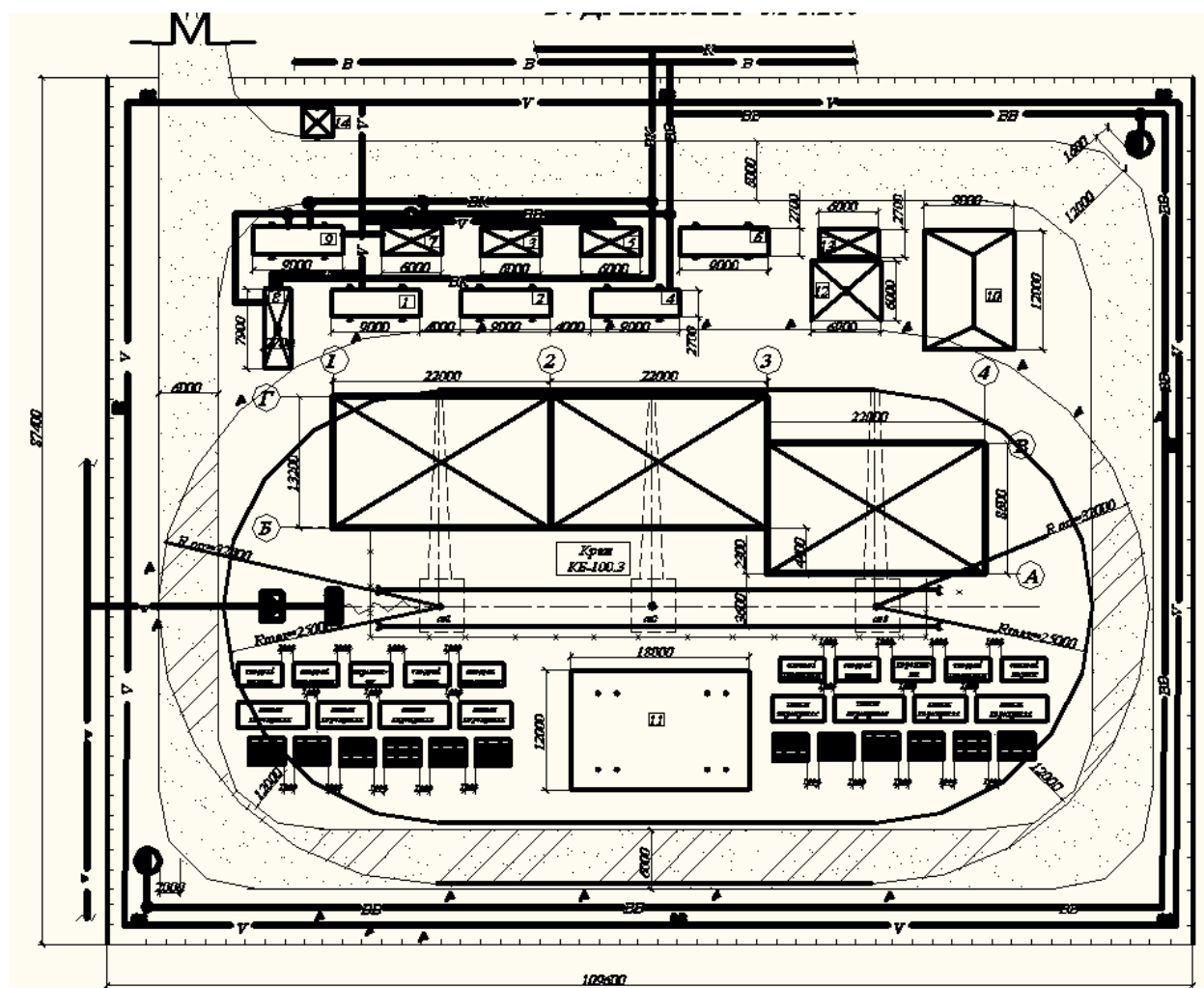


Рисунок 2.4 - Приклад будгенплану будівництва житлової трьох секційної багатоповерхової будівлі

2.3 Аналітичний модуль оптимізаційних методів організації будівельних процесів в умовах міської забудови

При виконанні будівельних процесів важливими умовами є своєчасна поставка матеріальних ресурсів (конструкцій, деталей), відповідної якості та згідно технології зведення об'єктів, враховуючи умови щільної міської забудови [5].

За останній час наша країна потребує діючих реформ стосовно програм активізації та розвитку будівельної галузі. Це стосується і змін організації будівництва в умовах щільної міської забудови [5].

Розвинуті країни використовують нову парадигму платформи підгалузі знань логістика, що має значну міру підвищення ефективності процесів організації, управління, планування будівельного виробництва.

Як і будь-яка виробнича галузь, будівництво на сучасному активному етапі розвитку стикається з низкою різних проблем. До основних способів їх подолання, на думку широкого кола наукових дослідників, відносяться оптимізація організації виробничого процесу, поліпшення логістичної та управлінської складових, широке впровадження інформаційних технологій та інші [5-10]. Не дивно, що у цьому контексті вивчення логістичних систем та методів їх оптимізації знайшло широке поширення у багатьох роботах сучасних учених. У ході аналізу наукових праць, пов'язаних з методологією управління та організації будівництва на основі логістики, розглянуто комплексні варіанти завдань та задач маршрутизації транспортних засобів, враховуючи умови щільної міської забудови [1,2,5,6,7]. Розроблені евристики оцінюються з використанням еталонних та похідних наборів даних. Представлено широкий та актуальний огляд концепцій, що лежать в основі удосконаленої системи планування APS. Особлива увага приділяється моделюванню ланцюжків поставок та успішному впровадженню APS у будівництво.

Об'єм робіт на будівельних майданчиках безперервно зростає, скорочуються терміни будівництва, ускладнюються технологічні процеси. До будівництва об'єктів притягується велика кількість субпідрядних організацій (учасників проєкта), робота яких вимагає чіткої координації в організації матеріальних і супроводжуючих їх інформаційних потоків. Галузь будівництва вимагає рішучих раціональних дій для активізації і ефективного розвитку при цьому еталоном виступають програми розвитку зарубіжних будівельних компаній. Прикладом можна назвати застосування BIM - моделювання.

Інформаційне моделювання в будівництві (BIM - Building Information Modeling) представляє собою цифрове відображення фізичних і функціональних характеристик будівельного об'єкта. Цей процес сприяє створенню спільно використовуваного інформаційного ресурсу для даного об'єкта та надає надійну базу для прийняття рішень протягом усього життєвого циклу об'єкта. BIM є одним із найбільш перспективних підходів, який дозволяє створювати точні віртуальні моделі будівель, які існують у цифровому форматі. Ці моделі використовуються для підтримки процесів проектування, будівництва, виробництва та закупівель, спрощуючи процес будівництва і підвищуючи ефективність. [74].

Про аналізуючи теоретичну платформу BIM, можна зробити висновки які віддзеркалюють сутність цього моделювання, яке полягає в більш інформаційному моделюванні і послуговує в нашому дослідженні як один з організаційно-технологічно-технічного заходу, що покращує процеси організації будівництва в умовах ущільненої забудови з оптимізацією функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст.

Але варто розглянути і інші методи і моделі.

Тому слід розглянути аспекти підвищення ефективності програм організаційно-технологічно-технічного розвитку будівельної галузі (ОТР) використовуючи сучасні методи оптимізації.

Для виконання будівельного процесу варто розглянути можливості організаційно-технологічно-технічних заходів ОТТЗ, що дають можливість

оптимізувати як організаційний так і технологічний процеси, при цьому їх платформою можуть служити інструменти сучасних моделей, таких як BIM - моделювання, так і мережеве моделювання, при цьому однією з умов їх впровадження вимагається розгляд в комплексі можливості зниження виробничої собівартості БМР, скорочення трудовитрат і можливе залучення додаткових інвестицій.

У цих умовах особливе значення має сітьове моделювання.

Основне призначення системи сітьового моделювання полягає в підвищенні якості ОТТР (скорочення трудомісткості, зниження вартості робіт і т. п.) і ефективності контролю і регулювання в процесі реалізації планів ОТТЗ. Це досягається в результаті застосування моделей, що дозволяють формалізувати і істотно поліпшити як планування будівництва, так і хід виконання БМР, при розгляді і впровадження необхідних заходів по регулюванню у разі виникнення неприпустимих відхилень від розроблених планів при цьому можна повною мірою використати галузь знань Логістика.

В якості моделі, що відбиває технологічні, технічні і організаційні взаємозв'язки процесу виробництва будівельно-монтажних робіт в системах сітьового планування і управління, використовується сітьова модель. Сітьові моделі дозволяють з достатньою повнотою відобразити суть будівельного процесу, здійснити науково обґрунтоване планування ОТТЗ, визначати і вирішувати багато проблемних ситуацій, що виникають в процесі виробництва.

Залежно від характеру комплексу робіт, цілей і ряду інших показників існують різні види сітьових моделей. Вживані у будівництві сітьові моделі класифікуються за наступними основними ознаками [14,28,64,71,72,75,77,78].

За характером тимчасових оцінок розрізняють сітьові моделі з детермінованими, імовірнісними і зі змішаною тривалістю робіт [14,28,64,75,78].

Детермінованими мережі визначаються як мережі, де лімітовані оцінки виконання робіт мають абсолютно конкретне значення, що ґрунтується на жорстко встановленій нормативній основі. У детермінованих мережах, які складаються для комплексу робіт, що базуються на нормативах, відсутність

неоднозначності в оцінці часу повністю виключена. Початкові параметри для їх розрахунку, такі як наявність ресурсів, проектна документація, розробка нових технологій для створюваних виробництв тощо, мають високий ступінь визначеності. При цьому час виконання робіт визначається виключно їх складністю (трудомісткістю) та кількістю виконавців [64].

Імовірнісні (стохастичні) - мережі охарактеризовані тим, що точне визначення тривалості виконання робіт неможливе через відсутність стійкої нормативної бази. Це може мати місце, коли роботи проводяться вперше або в ході експерименту з використанням нових будівельних матеріалів, конструкцій, механізмів, інструментів та пристосувань. У стохастичних мережах імовірнісна оцінка часу приймається на основі експертних оцінок фахівців, що мають достатній досвід виконання відповідних робіт. При цьому на кожній цій операції як початкові приймаються наступні три оцінки: оптимістична (мінімально можлива тривалість), найбільш вірогідна, тобто така, яка була б дана, якби була потрібна тільки одна оцінка, і песимістична, т. е. максимально можлива тривалість виконання роботи [64].

Змішаними є такі мережі, в яких детерміновані оцінки тривалості робіт поєднуються з імовірнісними [64].

Залежно від кількості незалежних цілей моделі, що описують їх, можуть бути *одноцільовими*, наприклад, модель на будівництво одного об'єкту, і *багатоцільовими*, коли мережева модель розроблена на будівництво комплексу об'єктів з виділенням пускових комплексів, черг і термінів введення окремих об'єктів [14,28,64,75,78].

По мірі охоплення програми мережі підрозділяються на локальні (первинні), приватні, комплексні, комплексні укрупнені і звідні.

Локальні мережеві моделі розробляють на окремі види робіт, що виконуються різними виконавцями, кінцева мета яких - створення конструктивного елементу будівель і споруд або виконання етапів робіт. Такі мережі є одноцільовими. З локальних мереж складають приватні мережі [14,28,64,71,72,75,77,78].

Приватні мережі відбивають роботи окремих самостійних частин проекту, після закінчення яких може бути отримана готова продукція у вигляді окремих будівель або споруд [64].

Комплексні сітьові моделі складаються на окремі об'єкти і їх комплекси, вони входять до складу ППР. Їх розробка здійснюється на основі рішень, прийнятих в ПОС [14,28,64,71,72,75,77,78].

Такі сітьові моделі охоплюють усі процеси, що виконуються різними організаціями, які беруть участь у будівництві і його забезпеченні (проектні, будівельні генпідрядні і спеціалізовані, постачальницькі і інші організації). Якщо вирішується задача, де одна мета розв'язання виробничого завдання, то модель є одноцільовою, а на будівництво комплексу об'єктів з різною складністю виробничих завдань - багатоцільовий [14,28,64,75,78].

Комплексні мережеві моделі розробляють по наступних етапах [71,72,75,77,78].

1. Збір початкових даних у вигляді вибірки з проекту. Запис роблять з найбільшою деталізацією робіт. Трудомісткість визначають по виробничих нормах, а вартість - по кошторисах, розроблених на підставі робочої документації.

2. Розробка початкової сітьової моделі. У початковій моделі показують проектні, підготовчі, основні, пуско-налагоджувальні роботи і постачання устаткування по кожному з об'єктів з розбиттям по основних етапах.

3. Збір початкових даних у вигляді вибірки з проекту. Запис роблять з найбільшою деталізацією робіт. Трудомісткість визначають по виробничих нормах, а вартість - по кошторисах, розроблених на підставі робочої документації.

4. Розробка початкової мережевої моделі. У початковій моделі показують проектні, підготовчі, основні, пуско-налагоджувальні роботи і постачання устаткування по кожному з об'єктів з розбиттям по основних етапах.

5. Розробка локальних моделей на основі початкових мереж з більшою деталізацією. Надалі їх застосовують для складання комплексних укрупнених мережових моделей.

6. Зшивання локальних мереж в загальну мережу і здійснення її розрахунку і аналізу.

7. Коригування моделі є завершальним етапом, після чого мережа набирає остаточного вигляду; у нижній її частині показують освоєння капітальних вкладень, об'ємів будівельно-монтажних робіт, рух робочої сили та ін.

Для унікальних і складних об'єктів будівництва, в яких застосовано складне технологічне устаткування або принципово нову технологію виробництва з переважанням нових матеріалів і конструкцій, тривалість будівництва визначається на основі *комплексної укрупненої* сітьової моделі, що відбиває взаємозв'язок між учасниками будівництва. Така мережева модель охоплює проектування і зведення будівель і споруд, включаючи роботи основного і підготовчого періодів.

Вона встановлює етапи і терміни видачі робочих креслень, які ув'язуються з початком будівельно-монтажних робіт, етапи матеріально-технічного забезпечення, погоджені з графіком будівельних робіт, терміни монтажних і пуско-налагоджувальних робіт, що виконуються спеціалізованими організаціями і т. п. Комплексні укрупнені сітьові моделі складаються на окремі великі об'єкти і їх комплекси, вони входять до складу ПОС. Вони можуть бути як одноцільовими, так і багатоцільовими [14,28,64,75,78].

Послідовність розробки комплексних укрупнених сітьових моделей та ж, що і для комплексних мереж. Таблицю початкових даних заповнюють укрупнено, масштаб узагальнення залежить від об'єму і складності проєктованого об'єкту, трудомісткість визначають по виробленню або укрупненим нормативам, а вартість - по кошторисах.

Звідні сітьові моделі, як правило, розробляються будівельними організаціями для програми робіт, яка визначається на період, який зазвичай

охоплює один рік або включає в себе спорудження кількох однорідних великих комплексів. Ці моделі можуть бути представлені як директивні мережеві моделі, що об'єднують в єдину мережу програму по введенню об'єктів, і вони мають багатоцільовий характер. По складу параметрів контролю розрізняють мережеві моделі тимчасові, вартісні і ресурсні [14,28,64,75,78].

З урахуванням вартості (об'єкт контролю - вартість робіт) сітьові моделі підрозділяють на лінійні і нелінійні, а з урахуванням ресурсів на моделі потреб в ресурсах і моделі з розподілом ресурсів.

Використання у будівництві системи сітьових моделей, які дозволяють аналізувати будівельний процес, виявляти резерви часу і ресурсів, застосовувати програмні технології, сприяє рішенню завдань перспективного, оперативного планування і управління будівельним виробництвом. Застосування сітьових моделей забезпечує продуману детальну організацію робіт на будівельному майданчику, створює умови для ефективного керівництва процесом виробництва будівельно-монтажних робіт [14,28,64,75,78].

Вище проведений аналіз дає можливість використати змішані сітьові моделі.

Які логістичні концепції можна застосувати в процесі забезпечення організації будівництва в умовах ущільненої забудови?

Логістичні концепції відіграють важливу роль у процесі забезпечення організації будівництва, допомагаючи ефективно координувати різноманітні етапи та ресурси будівельних проєктів. Наведу декілька ключових логістичних концепцій, які можна застосовувати в процесі будівництва.

1. Інтегрована логістика: Ця концепція передбачає максимальне поєднання всіх елементів логістичного ланцюжка, починаючи від постачання матеріалів і закінчуючи збіркою та установкою. Забезпечується постійний обмін інформації між всіма зацікавленими сторонами, що дозволяє виявляти та усувати можливі проблеми у реальному часі.

2. JIT (Just-in-Time): Ця концепція передбачає отримання необхідних ресурсів, таких як будівельні матеріали та обладнання, саме в той момент, коли

вони стають потрібними на будівельному майданчику. Це допомагає уникнути надмірного накопичення запасів і зменшити витрати на їх зберігання.

3. BIM (Building Information Modeling): BIM не є виключно логістичною концепцією, але вона дуже важлива для управління будівельним проектом. BIM - це цифрова платформа, яка дозволяє створювати та управляти інформацією про будівлю в усьому її життєвому циклі. Завдяки BIM усі учасники будівельного процесу можуть спілкуватися та співпрацювати ефективніше, що забезпечує оптимальне використання ресурсів.

4. Lean-логістика: Ця концепція базується на принципах Lean-менеджменту та орієнтована на максимальне зниження витрат та збільшення ефективності виробничих процесів. У будівництві це означає мінімізацію зайвих операцій, запобігання витратам часу та ресурсів, а також постійне вдосконалення процесів.

5. Контроль якості: Логістична концепція контролю якості відіграє важливу роль у будівельних проєктах. Це включає у себе не тільки перевірку якості матеріалів, але й відповідність виконаних робіт проектним специфікаціям, правильність технологічних процесів, що допомагає уникнути затримок та реконструкції.

Застосування цих логістичних концепцій у процесі будівництва допоможе забезпечити ефективне управління ресурсами, знизити затрати, збільшити продуктивність та забезпечити успішне завершення будівельних проєктів в строк та з високою якістю. Координація всіх аспектів будівельного процесу через застосування цих логістичних концепцій стає ключовим фактором успіху в будівельній галузі.

Варто відзначити деякі додаткові аспекти та переваги цих підходів.

6. Управління ризиками: Логістичні концепції допомагають управляти ризиками, пов'язаними з постачанням матеріалів та обладнання, затримками у доставці, погодними умовами та іншими факторами, що можуть вплинути на виконання будівельних проєктів. Інтегрована логістика та BIM дозволяють

прогнозувати можливі проблеми та швидко реагувати на них, що знижує витрати та забезпечує більш ефективне управління ризиками.

7. Екологічна логістика: Однією з актуальних тенденцій у будівельній галузі є зосередження на сталому розвитку та екологічному будівництві. Екологічна логістика допомагає оптимізувати маршрути доставки матеріалів, використовувати більш енергоефективні транспортні засоби, знижувати кількість відходів та сприяти утилізації будівельних матеріалів.

8. Використання технологій IoT та дронів: У будівельній галузі все більше починають застосовувати технології Інтернету речей (IoT) та дронів. IoT-сенсори дозволяють в режимі реального часу відстежувати рух матеріалів та контролювати роботу обладнання, що полегшує управління і збільшує точність процесів. Дрони можуть використовуватися для моніторингу будівельних ділянок, інспекції важкодоступних місць, а також для забезпечення безпеки на майданчику.

9. Виробництво на місці будівництва (on-site manufacturing): Один із способів оптимізації логістики в будівництві - виробництво деяких компонентів безпосередньо на майданчику. Це дозволяє знизити вартість, час доставки та ризики, пов'язані з транспортуванням готових матеріалів.

10. Модульне будівництво: Модульний підхід до будівництва передбачає використання стандартизованих блоків та компонентів, які заздалегідь виготовляються у контрольованих умовах заводу. Це дозволяє зменшити складність логістики, прискорити процес будівництва та підвищити якість готового об'єкта.

Узагальнюючи, ефективне застосування логістичних концепцій в процесі будівництва сприяє підвищенню продуктивності, зниженню витрат, покращенню якості та збільшенню сталості в галузі. Забезпечення оптимального логістичного ланцюжка допомагає досягти успіху в будівництві проектів будь-якої масштабності - від дрібних будівельних робіт до великих інфраструктурних об'єктів.

Логістичну концепцію точно-вчасно (Just-in-Time) є дуже корисною для організації будівельних процесів, особливо в умовах ущільненої забудови, де обмежений простір і доступні ресурси можуть ускладнювати процес будівництва.

Основні аспекти застосування логістичної концепції точно-вчасно в організації будівельних процесів:

1. Мінімізація запасів: Застосування логістичної концепції точно-вчасно передбачає зниження запасів та матеріалів, які зберігаються на будівельному майданчику. Замість того, щоб матеріали знаходилися на місці будівництва заздалегідь, вони доставляються на майданчик у момент їх фактичної потреби. Це допомагає зберігати простір, зменшує вартість зберігання, а також ризик пошкодження або застаріння матеріалів.

2. Оптимізація поставок: Застосування концепції точно-вчасно вимагає добре продуманої організації ланцюжка поставок. Це означає точне планування часу поставки матеріалів, щоб вони були доступні відразу після їх використання на будівельному майданчику. Використання точних прогнозів та співпраця з надійними постачальниками стають ключовими чинниками успішної реалізації цієї концепції.

3. Ефективне планування робіт: Логістична концепція точно-вчасно також передбачає детальне планування будівельних робіт. Це включає оптимізацію послідовності робіт, щоб матеріали та обладнання були доступні вчасно, коли вони будуть необхідні на майданчику. Планування робіт повинне уникати надмірного чекання або затримки робітників та обладнання через нестачу матеріалів.

4. Співпраця між підрядниками: Ущільнена забудова може означати обмежений доступ до будівельного майданчика та обмежений простір для зберігання матеріалів. Саме тут співпраця між різними підрядниками є критично важливою. Підрядники повинні скоординувати свої дії, щоб матеріали та обладнання доставлялися вчасно і відповідно до потреб різних етапів будівництва.

5. Ефективне використання технологій: Використання сучасних технологій, таких як BIM, IoT, дрони, дозволяє збільшити ефективність організації будівельних процесів. BIM дозволяє спрогнозувати матеріальні потреби та оптимізувати розміщення матеріалів на майданчику. IoT-сенсори можуть відстежувати запаси матеріалів та моніторити роботу обладнання в режимі реального часу, що сприяє точному плануванню поставок.

Застосування логістичної концепції точно-вчасно у будівельних процесах у умовах ущільненої забудови допомагає зберігати ресурси, знижувати витрати, збільшувати продуктивність та підвищувати якість будівництва. Правильна організація логістичних процесів може стати ключовим фактором успіху будь-якого будівельного проекту в таких умовах.

2.4 Розрахунок оптимальних об'ємів ОТТЗ використовуючи платформу сітьового моделювання та алгоритм виключення дефекту

Організаційно-технологічно-технічні заходи ОТТЗ будівництва - це систематичні дії, спрямовані на оптимізацію та покращення процесів будівельної діяльності, що включають організаційні аспекти управління, планування та координацію робіт, а також впровадження сучасних технологій та методів.

Поняття «організаційно-технологічно-технічні заходів будівництва» відноситься до комплексу стратегічних та технічних дій, спрямованих на підвищення ефективності, якості та безпеки будівельних процесів, включаючи оптимізацію ресурсів, управління ризиками та впровадження інновацій.

Організаційно-технологічно-технічні заходи в будівництві - це комплекс заходів, що вживаються для організації та виконання будівельних робіт з метою оптимізації процесів, забезпечення високої якості робіт, ефективного використання ресурсів, безпеки праці та дотримання вимог нормативних документів:

1. Технологічні рішення та організаційні процедури в будівництві, спрямовані на раціональне використання ресурсів та досягнення високої продуктивності.

2. Сукупність заходів та практичних дій, що стосуються планування, організації, керування та контролю будівельних робіт з метою ефективного використання технологій та ресурсів.

3. Методи та прийоми, які застосовуються на будівельному об'єкті для забезпечення оптимального розподілу робочого часу, матеріалів, машин і обладнання з метою досягнення максимальної продуктивності і якості виконання робіт.

4. Організаційні та технічні заходи, які допомагають уникнути затримок, недоліків та конфліктів під час будівництва, забезпечуючи виконання проектів у встановлені терміни та за визначені норми якості.

5. Комплексний підхід до організації та управління будівельним процесом, включаючи планування, координацію, контроль, забезпечення безпеки, здійснення технологічних рішень та раціональне використання ресурсів.

ОТТЗ заходи в будівництві - це різні заходи, що спрямовані на організацію робіт, впровадження нових технологій, контроль якості та безпеки, раціоналізацію використання ресурсів, забезпечення гарантій та виконання проектів у заздалегідь визначені терміни.

ОТТЗ в будівництві включають планування та розподіл робіт, координацію дій між різними підрядними організаціями, забезпечення належного контролю якості будівельних матеріалів, організацію раціональної та безпечної техніки виконання робіт.

ОТТЗ в будівництві є ключовим елементом процесу будівельних робіт і включають у себе планування, організацію ресурсів, розподіл робіт між робітниками, контроль за дотриманням технологічних процесів, використання сучасних технологій та впровадження інноваційних рішень.

ОТТЗ в будівництві мають на меті забезпечити ефективне виконання будівельних проектів, уникнення затримок, зниження вартості будівництва, підвищення якості споруд та забезпечення безпеки праці на будівельному майданчику.

ОТТЗ в будівництві передбачають оптимізацію графіків будівельних робіт, впровадження сучасних будівельних технологій, надання необхідних ресурсів (робоча сила, матеріали, техніка), контроль якості виконання робіт та дотримання нормативів та стандартів.

ОТТЗ важливі для успішного завершення будівельних проектів, забезпечення високої якості будівництва та зниження ризиків. Вони включають в себе різноманітні організаційні, планувальні, координаційні та технічні аспекти, які допомагають досягти поставлених цілей у будівельній сфері.

ОТТЗ в будівництві визначаються як система заходів та методів, спрямованих на покращення управління проектами, зниження вартості та термінів будівництва, вдосконалення технологічних процесів та забезпечення якості робіт.

Їх мета полягає в оптимізації виробничих процесів будівельно-монтажних робіт враховуючи умови щільної міської забудови, зниженні витрат, підвищенні продуктивності та якості робіт, забезпеченні безпеки на будівельному майданчику і дотриманні вимог стандартів та нормативів. Але для виконання цих умов потрібно долучати і додаткові капвкладення.

Їх суть полягає в упорядкуванні і оптимізації усіх етапів будівництва в умовах щільної міської забудови, починаючи від проектування і підготовки майданчика, аж до завершення та експлуатації будівлі або споруди.

Значення організаційно-технологічно-технічних заходів полягає в наступному:

1. Підвищення продуктивності: Ефективне планування та керування ресурсами дозволяє знизити затрати часу та зусиль на виконання робіт, що забезпечує підвищення продуктивності робочої сили і машин.

2. Оптимізація вартості: Організаційні заходи допомагають виокремити найбільш ефективні методи виконання робіт та раціонально розподілити ресурси, що дозволяє знизити загальну вартість будівництва.

3. Підвищення якості: Контроль якості на всіх етапах будівництва та застосування передових технологій сприяють підвищенню якості виконаних робіт та зниженню кількості дефектів.

4. Забезпечення безпеки: Впровадження заходів безпеки на будівельному майданчику допомагає знизити кількість нещасних випадків та травм, що забезпечує більш безпечні умови праці для працівників.

5. Швидше виконання проекту: Досягнення оптимальної координації робіт, зниження затримок та ефективне управління забезпечують швидше завершення будівельних проектів.

6. Використання інновацій: Застосування новітніх технологій та методів дозволяє забезпечити передовість у будівельній галузі та покращити конкурентоспроможність компаній.

7. Стале будівництво: Звернення уваги на екологічний аспект та використання сталих матеріалів та технологій допомагає зменшити негативний вплив будівництва на навколишнє середовище.

ОТТЗ допомагають компаніям в будівельній галузі ефективно впоратися з викликами та завданнями, забезпечуючи успішне виконання проектів і задоволення потреб замовників. Постійний розвиток і впровадження новітніх рішень є ключовим чинником для стабільного росту і розвитку будівельної галузі в цілому.

ОТТЗ також відіграють важливу роль у забезпеченні стійкості та сталого розвитку будівельної галузі:

1. Забезпечення конкурентоспроможності: Впровадження сучасних технологій та ефективного управління дозволяє будівельним компаніям бути більш конкурентоспроможними на ринку. Це допомагає залучати нових клієнтів і зберігати довіру діючих замовників.

2. Управління ризиками: ОТТЗ допомагають ідентифікувати потенційні ризики на ранніх стадіях проекту та розробити стратегії їх уникнення або зменшення. Це дозволяє забезпечити більшу стійкість до непередбачених обставин та зберегти вартість проекту.

3. Залучення інвестицій: Застосування ефективних організаційно-технологічних заходів може зробити будівельні проекти більш привабливими для інвесторів, що сприяє залученню додаткового фінансування та розвитку нових інфраструктурних об'єктів.

4. Посилення іміджу компанії: Впровадження новітніх технологій та практик свідчить про професіоналізм та інноваційний підхід компанії. Це може позитивно вплинути на її імідж у галузі та серед клієнтів.

5. Відповідність стандартам та нормативам: Застосування організаційно-технологічних заходів допомагає відповідати сучасним стандартам якості, безпеки, екологічних вимог та будівельних нормативів.

6. Зниження негативного впливу на довкілля: Впровадження екологічно чистих технологій та методів сприяє зменшенню негативного впливу будівництва на навколишнє середовище, зберігання природних ресурсів та зниженню енерговитрат.

Загалом, ОТТЗ є невід'ємною частиною успішного виконання будь-якого будівельного проекту. Вони спрямовані на оптимізацію усіх аспектів будівництва враховуючи умови щільної міської забудови, забезпечуючи високу якість робіт, ефективність виконання, безпеку праці та дотримання вимог клієнтів та стандартів. Завдяки організаційно-технологічним заходам будівельна галузь стає більш стійкою, інноваційною та спроможною відповідати на сучасні виклики.

Детальніше розглянемо деякі ОТТЗ, які використовуються для покращення процесів будівництва в умовах щільної міської забудови:

1. Інженерно-геологічні дослідження: Проведення детальних досліджень місця будівництва для збору інформації про ґрунтові умови, властивості ґрунту, гідрологічні умови та інші геологічні параметри. Це дозволяє

спланувати будівництво з урахуванням особливостей ґрунтових умов і зменшити ризик негативних наслідків.

2. Застосування інформаційних технологій: Використання спеціалізованого програмного забезпечення для моделювання будівельних процесів, планування ресурсів, контролю якості, відстеження прогресу робіт і комунікації між учасниками будівельного проекту. Це допомагає зменшити помилки, оптимізувати час і витрати, а також забезпечити кращий управлінський контроль.

3. Застосування принципів Lean Construction: Lean Construction (також відомий як "легка будівництво") - це філософія та методологія, спрямована на мінімізацію витрат, зниження зайвих операцій, оптимізацію процесів та підвищення ефективності. Це досягається шляхом співпраці всіх сторін будівельного проекту, забезпечення взаємодії та зниження зайвих запасів матеріалів.

4. Модульне будівництво: Застосування модульних технологій, де елементи будівлі виготовляються на заводах у контрольованих умовах, а потім збираються на майданчику. Це збільшує швидкість будівництва, зменшує кількість робочих годин на майданчику і покращує якість виконання.

5. Використання екологічно чистих матеріалів: Застосування стали, бетону, скла та інших матеріалів, які мають низький вплив на навколишнє середовище, включаючи використання вторинних матеріалів та переробку відходів будівництва.

6. Запровадження принципів безпеки праці: Впровадження строгих правил безпеки на будівельному майданчику, надання необхідного захисного спорядження, проведення навчання працівників з питань безпеки і нагляд за дотриманням правил.

7. Управління ризиками: Ретельний аналіз потенційних ризиків будівельного проекту та розробка планів їх уникнення чи зменшення. Виявлення можливих загроз для проекту допомагає забезпечити більш ефективне управління процесами будівництва.

8. Використання методів управління проектами: Застосування сучасних методів управління проектами, таких як методологія Project Management Institute (PMI) або Agile, дозволяє ефективно планувати, виконувати та контролювати роботи на будівельному проекті. За допомогою таких методів можна легше керувати ресурсами, змінами у проекті та забезпечити вчасне виконання завдань.

9. Промисловий аутсорсинг: Для підвищення ефективності та зниження витрат, деякі будівельні компанії можуть використовувати послуги спеціалізованих підрядників або компаній, які спеціалізуються у виготовленні певних компонентів будівель або виконанні певних етапів робіт.

10. Навчання та розвиток персоналу: Інвестування в навчання працівників, а також постійний розвиток їхніх навичок та знань в сфері будівництва, може значно покращити продуктивність і якість робіт. Кваліфікований персонал забезпечує виконання завдань більш ефективно та професійно.

11. Використання екологічності та сталого будівництва: Зростає увага до екологічних аспектів будівництва та використання сталого будівництва. Застосування енергоефективних технологій, використання природних матеріалів, а також застосування альтернативних джерел енергії можуть позитивно вплинути на екологічний слід будівництва.

12. Постійна інноваційність: Залучення нових технологій та інновацій у будівельну галузь може покращити якість та ефективність робіт. Розробка нових будівельних матеріалів, використання дронів для моніторингу, автоматизація будівельних процесів - це лише декілька прикладів інновацій, які можуть допомогти змінити галузь будівництва.

13. Застосування цих організаційно-технологічних заходів взаємодіє та доповнює одне одного, сприяючи ефективному та успішному виконанню будівельних проектів. Будівельна галузь постійно розвивається, і впровадження нових технологій та підходів є важливим чинником для забезпечення стійкого росту та досягнення успіху в цій сфері.

Аналіз статистичних показників, існуючих підприємств і економіки виробництва дозволили виявити наступні чинники, сприяючі зниженню собівартості і трудовитрат ОТТЗ [9-10,64,65].

1. Найголовніший чинник - економічний стимул. Скорочення собівартості ОТТР дає підприємству подвійну вигоду: по-перше, знижується собівартість продукції за рахунок впровадження оптимальних об'ємів ОТТЗ і економії загальновиробничих витрат. Це основне джерело додаткового прибутку понад ту, яка закладена в ціні продукції.

2. Хороша організація робіт, застосування мережевого планування і автоматизованих систем контролю трудомісткості і вартості проекту [9-10].

Реалізація виконання комплексу взаємозв'язаних ОТТЗ, які характеризуються трудовитратами і вартістю їх виконання. Як відзначалося, в роботі актуальним на сьогодні являється питання виявлення оптимальних об'ємів ОТТЗ. Таким чином, завдання полягає в тому, щоб знайти такий об'єм виконання робіт при якому витрати будуть мінімальними при виконанні усіх заходів. Тобто необхідно визначити які роботи слід виконати з високою інтенсивністю (відповідно з максимальною вартістю), а які з нормальною, для того, щоб отримати максимальний економічний ефект від впровадження об'ємів ОТТЗ.

Ми сформулювали це завдання як завдання про оптимізацію вартості заходів і запропонував її рішення універсальним методом на графах і мережах «Алгоритм виключення дефекту».

З урахуванням чинників, був розроблений відповідний алгоритм планування заходів за критерієм собівартості заходів і з урахуванням обмежень в трудовитратах. Для дослідження автор розробив технологію "ПОТІК" рис.2.5, яка є методикою, реалізованою в середовищі DELPHI 6.0.

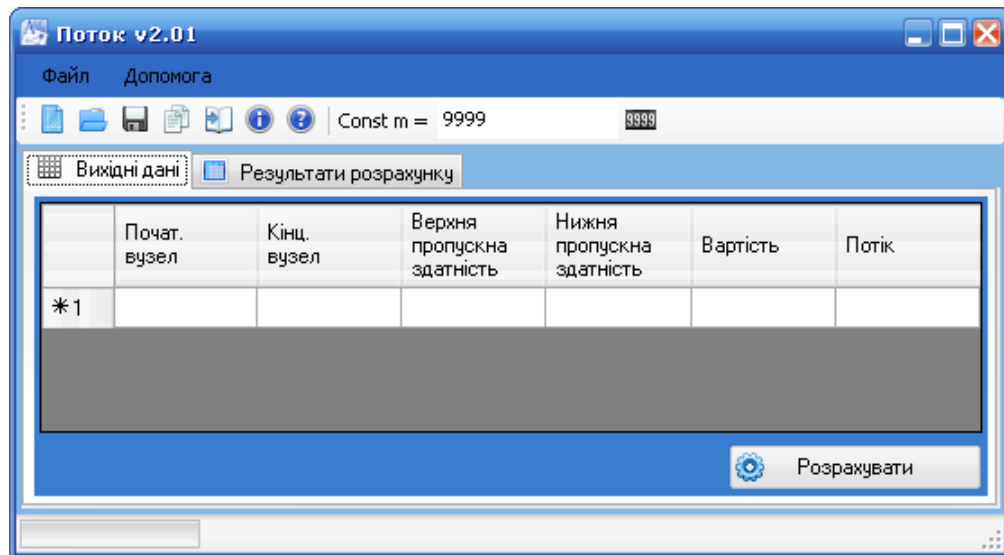


Рисунок 2.5 - Інтерфейс програми «ПОТІК»

АВД є прямо-подвійним алгоритмом, тому задане початкове рішення може не задовольняти умовам ні прямої, ні подвійної завдань. Інші алгоритми не мають такої гнучкості.

Блок 1: Початковими даними для вирішення завдань визначення оптимального об'єму заходів і вартості виконання окремих робіт проекту являються:

- кількість робіт і вузлів мережевого графіку будівництва об'єкту;
- шифри початку і закінчення робіт;
- прямі витрати на кожну роботу, норми загальновиробничих витрат, що враховують, рівень умовно-постійної їх частини, рівень заготівельно-складських витрат, витрат на експлуатацію машин ;
- верхня (U) і нижня (L) пропускна спроможність робіт, тобто об'єми заходів при мінімальній і максимальній інтенсивності;

Усі потоки і подвійні змінні прирівнюються «0».

Блок 2: Визначення дуги з дефектом.

При роботі алгоритму дефекту визначаються значення q_i (подвійні змінні) і f_{ij} , (потік) для яких виконані умови оптимальності. Для роботи АВД необхідно дугам присвоїти виробничі потоки, що задовольняють умові збереження, а узлам, - довільні величини π_i . При роботі алгоритму кожна дуга може знаходитися

в одному з дев'яти станів, що взаємно виключають, пов'язаних з умовами оптимальності

Блок 3: Процедура розставляння позначок.

Блок 4: Нагадаємо, що стан дуги однозначно визначається величиною $\hat{c}_{ij} = c_{ij} + \pi_i - \pi_j$ і тому воно може змінитися в результаті зміни значень π . За визначенням подвійного завдання, яке було дано вище, кожному вузлу ставиться у відповідність деяка змінна π . Тому для потокового завдання з p вузлами існує рівно p подвійних змінних. При виникненні непрорива слід визначити значення яких змінних (слід змінити, щоб побудувати шлях з вузла j у вузол i (або з i в j , якщо потік зменшується). При виникненні непроиыва існують дві безлічі вузлів, що не перетинається: помічені і непомічені вузли. Очевидно розгляду підлягають ті числа (π), які відповідають дугам, що сполучають помічені вузли з непоміченими. Позначимо безліч усіх помічених вузлів через A , а безліч усіх непомечених вузлів - через $\bar{A}$. Тут використовується поняття прямих і зворотних дуг. У першому випадку потік може перетікати з A в $\bar{A}$, в другому - з $\bar{A}$ в A .

Позначимо безліч усіх дуг, які виходять їх вузлів, що належать A , входять у вузли з $\bar{A}$ і для яких $\hat{c} > 0$, а потік не перевершує верхньої межі через B . А безліч усіх дуг, які виходять з вузлів, належних $\bar{A}$, входять у вузли з A і для яких $\hat{c} < 0$, а потік не менше нижньої межі позначимо через $_$. Оскільки значення z можна вчислити для будь-якої дуги з безлічі B і $_$, то процес треба продовжити таким чином:

1. Випадок I : $\hat{c} > 0$.

Визначити $\xi_1 = \min[c_{ij}]$, если $B = \emptyset$, и $\xi_1 = \infty$ інакше.

2. Випадок II : $\hat{c} < 0$.

Визначити $\xi_2 = \min[-c_{ij}]$, если $B = \emptyset$, и $\xi_2 = \infty$ інакше.

3. Нехай $\xi = \min[\xi_1, \xi_2]$,

4. Для кожного вузла $k \in \bar{A}$ змінити те, що відповідає вузлові число (k), додаючи до нього величину ξ .

5. Зберегти усі попередні позначки.

Потім, повертаючись до процедури розставляння позначок, продовжуємо виконання процесу.

Блок 5: Видача отриманих результатів.

В результаті рішення задачі на ЕОМ на друк видається:

- рухи ресурсів;
- таблиця розрахунку даних, в якій наводяться номери (по порядку) усіх робіт, ресурси, що вимагаються, фактичні об'єми впровадження заходів.

Значення цільової функції показує приведені витрати будівельної організації необхідні для впровадження оптимальних об'ємів ОТТЗ.

Розглянемо як приклад фрагмент впроваджуваних ОТТЗ при будівництві житлового будинку у м. Запоріжжя. .

Таблиця 2.1 - Організаційно-технічно-технологічні заходи ОТТЗ, враховуючи умови щільної міської забудови

Найменування заходів	Одиниця виміру	Зниження собівартості будівельно-монтажних робіт на одиницю виміру, грн.	Додаткові питомі капітальні вкладення, грн.	Річний економічний ефект на одиницю виміру, грн.	Зниження трудомісткості на одиницю виміру, чел-дн.	Максимально можливі об'єми цього виду робіт у будівельній програмі (у відповідних одиницях виміру) Z_i	Ефективність заходів на максимально можливий об'єм робіт		Додаткові капітальні вкладення
							Зниження собівартості будівельно- монтажних робіт	Економія витрат праці	
1. Здійснення технічного і технологічного процесу земляних робіт використовуючи високопродуктивні будівельні машини (застосування підкрилок) з урахуванням умов щільної міської забудови	тис м	185	1120	62	50	80	14800	4000	89 600
2 Удосконалення методів і способів виробництва залізобетонних робіт нульового циклу (фундаменти, стін підвалу) враховуючи існуючі будови, застосовуючи високоякісний бетон з врахуванням необхідних міцностей та властивостей	тис м ³	166	800	2	175	26	4316	4550	46800
3. Підвищення ефективності технічного і технологічного потенціалу виробництва надземних робіт (здійснення безперервного технологічного процесу з укладання плит перекриття), враховуючи розробку детальних монтажних схем та процедур ЗБК, при умові щільній міській забудові	шт	255	700	43	135	16	4080	2160	27200

4. Реалізація своєчасного та інтегрованого процесу підготовки виробництва робіт з монтажу монолітного каркасу будівлі, з урахуванням контексту щільної міської забудови, використовуючи сучасні технології, такі як роботизовані системи та 3D-друк, для точного виробництва будівельних елементів та скорочення строків будівництва.	тис м ³	240	1260	31	125	36	8640	4500	45360
5. Раціоналізація технологічного процесу монтажу залізобетонних конструкцій (сходових маршів та площадок) при з'єднанні залізобетонних конструкцій, з урахуванням правильного вирівнювання та фіксації ЗБК	шт	130	1150	39,5	150	120	15600	18000	138000
6. Бетонування монолітних конструкцій в незнімній опалубці, застосовуючи сучасні технології для монолітного відливу стін і стель, включаючи вібраційні системи для позбавлення бетону від повітряних пузирів і забезпечення однорідності	тис м ³	125	1230	22,5	101	120	15000	12120	147600
Разом							62436	45330	494560

Приведені витрати:

$$E^{ef} = (\Delta C_1 - E_n \Delta K_1) \quad (2.1)$$

Цільова функція завдання, згідно (2.1) має вигляд

$$\sum_{i=1}^l (\Delta C_i - E_n \Delta K_i) O_i Z_i \rightarrow \max \quad (2.2)$$

де ΔC_i - економія від зниження собівартості на одиницю виміру в результаті впровадження i -го заходу;

ΔK_i - капітальні вкладення на одиницю виміру при впровадженні i -го заходу (додаткового вкладення);

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

O_i - максимально можливий об'єм цього виду робіт (на якому пропонується використати i -і заходи);

Z_i - об'єм впровадження i -го заходу;

$$E_1^{ef} \cdot O_1 Z_1 + E_2^{ef} \cdot O_2 Z_2 + E_3^{ef} \cdot O_3 Z_3 + E_4^{ef} \cdot O_4 Z_4 + E_5^{ef} \cdot O_5 Z_5 + E_6^{ef} \cdot O_6 Z_6 \rightarrow \max$$

$Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6$ позначені рівень використання об'єми ОТТЗ, що забезпечують задану ефективність виробництва.

Формуємо матрицю обмежень:

$$U = \begin{bmatrix} k_1 \cdot O_1 Z_1 & k_2 \cdot O_2 Z_2 & k_3 \cdot O_3 Z_3 & k_4 \cdot O_4 Z_4 & k_5 \cdot O_5 Z_5 & k_6 \cdot O_6 Z_6 \\ q_1 \cdot O_1 Z_1 & q_2 \cdot O_2 Z_2 & q_3 \cdot O_3 Z_3 & q_4 \cdot O_4 Z_4 & q_5 \cdot O_5 Z_5 & q_6 \cdot O_6 Z_6 \\ c_1 \cdot O_1 Z_1 & c_2 \cdot O_2 Z_2 & c_3 \cdot O_3 Z_3 & c_4 \cdot O_4 Z_4 & c_5 \cdot O_5 Z_5 & c_6 \cdot O_6 Z_6 \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} K_{\text{зар}} \\ Q_{\text{зар}} \\ C_{\text{зар}} \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Для розглянутого прикладу розроблена мережева модель на використання одночасно собівартості, трудовитрат і капвкладень, оскільки модель має бути однопродуктовою, а в нашому випадку вона є багатопродуктовою, введемо вагові коефіцієнти.

Введення вагових коефіцієнтів дозволяє, з одного боку - звести багатопродуктове завдання до однопродуктової і застосувати для вирішення мережеві методи, з іншої - ставить проблему обґрунтування вибору цих коефіцієнтів.

Облік вагових коефіцієнтів розширює можливість застосування завдання і не вимагає нового приведення її до канонічного виду.

Показник варіації визначається та використовується для визначення вагових коефіцієнтів згідно з таким методом: набір вагових коефіцієнтів, позначений як $i = 1, \dots, m$, інтерпретується як вектор у m -вимірному евклідовому просторі. Суть даного методу полягає у відтворенні невизначеності вибору конкретного вектора вагових коефіцієнтів зі множини $W(I)$, яка включає всі можливі допустимі вагові коефіцієнти $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$, враховуючі експертні оцінки:

$$W_i = \frac{V_i}{W(I)} = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^m V_i}$$

Введемо вагові коефіцієнти W_α , W_β , W_γ , які характеризують ступінь важливості показників (капітальні вкладення, трудовитрати, собівартість) в матрицю обмежень (2.3) отримаємо наступне:

$$L(z) = \begin{bmatrix} -W_\alpha \frac{k_1}{C_{\text{заг}}} O_1 z_1 & -W_\alpha \frac{k_2}{C_{\text{заг}}} O_2 z_2 & -W_\alpha \frac{k_3}{C_{\text{заг}}} O_3 z_3 & -W_\alpha \frac{k_4}{C_{\text{заг}}} O_4 z_4 & -W_\alpha \frac{k_5}{C_{\text{заг}}} O_5 z_5 & -W_\alpha \frac{k_6}{C_{\text{заг}}} O_6 z_6 \\ W_\beta \frac{q_1}{Q_{\text{заг}}} O_1 z_1 & W_\beta \frac{q_2}{Q_{\text{заг}}} O_2 z_2 & W_\beta \frac{q_3}{Q_{\text{заг}}} O_3 z_3 & W_\beta \frac{q_4}{Q_{\text{заг}}} O_4 z_4 & W_\beta \frac{q_5}{Q_{\text{заг}}} O_5 z_5 & W_\beta \frac{q_6}{Q_{\text{заг}}} O_6 z_6 \\ W_\gamma \frac{c_1}{C_{\text{заг}}} O_1 z_1 & W_\gamma \frac{c_2}{C_{\text{заг}}} O_2 z_2 & W_\gamma \frac{c_3}{C_{\text{заг}}} O_3 z_3 & W_\gamma \frac{c_4}{C_{\text{заг}}} O_4 z_4 & W_\gamma \frac{c_5}{C_{\text{заг}}} O_5 z_5 & W_\gamma \frac{c_6}{C_{\text{заг}}} O_6 z_6 \end{bmatrix} \rightarrow \max$$

З вище приведеного наша цільова функція (2.2) трансформується та прийме наступний вигляд

$$L(z) = \sum_{i=1}^n (W_\alpha \cdot \left(-\frac{K_i}{K_{\text{заг}}}\right) + W_\beta \cdot \frac{Q_i}{Q_{\text{заг}}} + W_\gamma \cdot \frac{C_i}{C_{\text{заг}}}) \cdot O_i z_i \rightarrow \max \quad (2.4)$$

$$L(z) = \sum_{i=1}^n U_i \rightarrow \max, \quad U_i = (-W_\alpha \cdot k_i) O_i z_i + (W_\beta \cdot q_i) O_i z_i + (W_\gamma \cdot c_i) O_i z_i \quad (2.5)$$

де W_α , W_β , W_γ - вагові коефіцієнти, що характеризують ступінь важливості показників;

$k_i = -\frac{K_i}{K_{\text{заг}}}$ - показник залучених капітальних вкладень для виконання i -го впровадженого ОТТЗ;

$q_i = \frac{Q_i}{Q_{\text{заг}}}$ - показник витрат праці для виконання i -го впровадженого ОТТЗ;

$c_i = \frac{C_i}{C_{\text{заг}}}$ - показник виробничої собівартості виконання i -го впровадженого ОТТЗ,

z_i - об'єми ОТТЗ, що забезпечують організацію будівельних процесів в умовах ущільненої забудови.

Розіб'ємо на частини формулу (2.5) для того, щоб виділити вартість і верхню пропускну спроможність для розрахунку на мережі за допомогою математичного алгоритму виключення дефекту, що є платформою програми ПОТІК :

Вартість:

$$\text{Вартість} = \begin{bmatrix} -W_{\alpha} \cdot k_1 & W_{\beta} \cdot q_1 & W_{\gamma} \cdot c_1 \\ -W_{\alpha} \cdot k_2 & W_{\beta} \cdot q_2 & W_{\gamma} \cdot c_2 \\ -W_{\alpha} \cdot k_3 & W_{\beta} \cdot q_3 & W_{\gamma} \cdot c_3 \\ -W_{\alpha} \cdot k_4 & W_{\beta} \cdot q_4 & W_{\gamma} \cdot c_4 \\ -W_{\alpha} \cdot k_4 & W_{\beta} \cdot q_4 & W_{\gamma} \cdot c_4 \\ -W_{\alpha} \cdot k_4 & W_{\beta} \cdot q_4 & W_{\gamma} \cdot c_4 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Матриця верхня пропускну спроможність:

$$\text{Пропускна спроможність} = \begin{bmatrix} -W_{\alpha} \cdot a_1 & W_{\beta} \cdot b_1 & W_{\gamma} \cdot c_1 \\ -W_{\alpha} \cdot a_2 & W_{\beta} \cdot b_2 & W_{\gamma} \cdot c_2 \\ -W_{\alpha} \cdot a_3 & W_{\beta} \cdot b_3 & W_{\gamma} \cdot c_3 \\ -W_{\alpha} \cdot a_4 & W_{\beta} \cdot b_4 & W_{\gamma} \cdot c_4 \\ -W_{\alpha} \cdot a_4 & W_{\beta} \cdot b_4 & W_{\gamma} \cdot c_4 \\ -W_{\alpha} \cdot a_4 & W_{\beta} \cdot b_{44} & W_{\gamma} \cdot c_{44} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} O_1 \\ O_2 \\ O_3 \\ O_4 \\ O_5 \\ O_6 \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Розглянемо ситуацію, в якій перевага віддається собівартості.

Вагові коефіцієнти розраховуються в програмі Microsoft Excel, що входить до пакету MICROSOFT OFFICE з використанням функції «Макрос функцій Excel VBA» (див. табл. 2.2 та рис.2.8-2.11)

Таблиця 2.2 – Розрахунок вагових коефіцієнтів за допомогою створеної функції «Макрос функцій Excel VBA»

$W_i = \frac{V_i}{W(I)}$	Початкові дані		Вагові коефіцієнти (розрахункові)					Коеф.
			W_α (alfa)	W_β (beta)	W_γ (gama)	W_μ (nu)	W_φ (fi)	
$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^m V_i}$	α (alfa)	0,055	0,05					
	β (beta)	0,05		0,05				
	γ (gama)	0,9			0,90			
	μ (nu)	0				0,00		
	φ (fi)	0					0,00	
	коеф							1,00

```

весовые коэф.xls - Module2 (Code)
(General) (Declarations)

Public Function fin_alfa(alfa, beta, gama, nu, fi)
fin_alfa = alfa / (alfa + beta + gama + nu + fi)
End Function

Public Function fin_beta(alfa, beta, gama, nu, fi)
fin_beta = beta / (alfa + beta + gama + nu + fi)
End Function

Public Function fin_gama(alfa, beta, gama, nu, fi)
fin_gama = gama / (alfa + beta + gama + nu + fi)
End Function

Public Function fin_nu(alfa, beta, gama, nu, fi)
fin_nu = nu / (alfa + beta + gama + nu + fi)
End Function

Public Function fin_fi(alfa, beta, gama, nu, fi)
fin_fi = fi / (alfa + beta + gama + nu + fi)
End Function

Public Function fin_koef(alfa, beta, gama, nu, fi)
fin_koef = alfa + beta + gama + nu + fi
End Function

```

Рисунок 2.6 – Визначення вагових коефіцієнтів з використанням функції «Макрос функцій Excel VBA»

Проведемо розрахунки вагових коефіцієнтів за допомогою створених макроса функцій Excel VBA:

1) Розрахунок вагового коефіцієнта по капвкладеннях (alfa)

Аргументы функции

fin_alfa

Alfa	C3	= 0,055
Beta	C4	= 0,05
Gama	C5	= 0,9
Nu	C6	= 0
Fi	C7	= 0

Справка недоступна.

Alfa

Значение: 0,05

OK Отмена

Рисунок 2.7 - Розрахунок вагового коефіцієнта по капвкладеннях (alfa)

Ваговий коефіцієнт по капіталовкладеннях:

2) Розрахунок вагового коефіцієнта по трудовитратах (beta)

Аргументы функции

fin_beta

Alfa	C3	= 0,055
Beta	C4	= 0,05
Gama	C5	= 0,9
Nu	C6	= 0
Fi	C7	= 0

Справка недоступна.

Alfa

Значение: 0,05

OK Отмена

Рисунок 2.8 - Розрахунок вагового коефіцієнта по трудовитратах (beta)

Ваговий коефіцієнт по трудовитратах:

3) Розрахунок вагового коефіцієнта за собівартістю (з урахуванням логістичних витрат) (gamma)

Аргументы функции

fin_gamma

Alfa	C3	= 0,055
Beta	C4	= 0,05
Gama	C5	= 0,9
Nu	C6	= 0
Fi	C7	= 0

Справка недоступна.

Alfa

Значение: 0,90

[Справка по этой функции](#)

Рисунок 2.9 - Розрахунок вагового коефіцієнта за собівартістю (з урахуванням логістичних витрат) (gamma)

Для знаходження вартості нами було створено функцію «Макрос функцій «varta» Excel VBA», що дозволяє вести розрахунок Вартості для введення даних в програму «Поток».

Аргументы функции

Varta

Alfa	B2	= 0,05
Beta	C2	= 0,05
Gama	D2	= 0,9
Ki	E2	= 1120
K	F2	= 550000

Справка недоступна.

Alfa

Значение: 0,00250972

[Справка по этой функции](#)

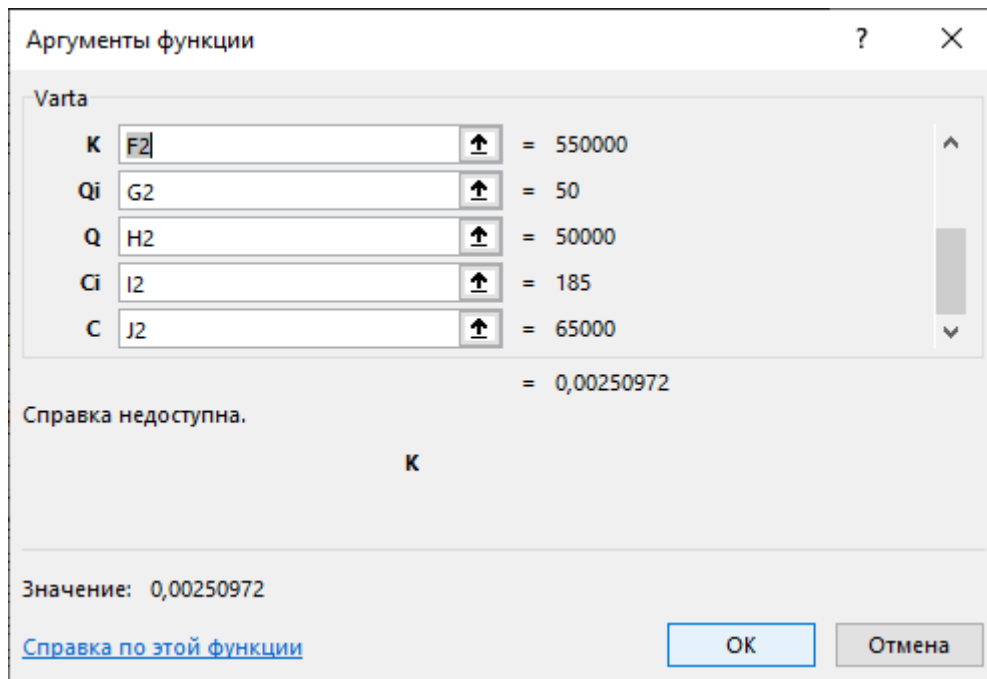


Рисунок 2.10 - Функція Excel VBA «varta» для розрахунку вартості програми «Поток»

Таблиця 2.3 – Розрахунок «Вартість Cost» програми «Поток»

Заходи	alf	beta	gama	ki	K	qi	Q	ci	C	Вартість
z1	0,05	0,05	0,9	1120	550000	50	50000	185	65000	0,00251
z2	0,05	0,05	0,9	1180	550000	175	50000	166	65000	0,00237
z3	0,05	0,05	0,9	1700	550000	135	50000	255	65000	0,00351
z4	0,05	0,05	0,9	1260	550000	125	50000	240	65000	0,00333
z5	0,05	0,05	0,9	1150	550000	150	50000	130	65000	0,00185
z6	0,05	0,05	0,9	1230	550000	101	50000	125	65000	0,00172

Для знаходження верхньої пропускної спроможності також було створено функцію «Макрос функцій «Capacity» Excel VBA», що дозволяє вести розрахунок Верхньої пропускної спроможності для введення даних в програму «Поток».

Аргументы функции

Capacity

Alfa	\$B\$2	↑	= 0,05
Beta	\$C\$2	↑	= 0,05
Gama	\$D\$2	↑	= 0,9
Ki	E11	↑	= 1120
K	\$F\$2	↑	= 550000

= 0,200777622

Справка недоступна.

Alfa

Значение: 0,200777622

[Справка по этой функции](#)

OK Отмена

Аргументы функции

Capacity

Qi	G11	↑	= 50
Q	\$H\$2	↑	= 50000
Ci	I11	↑	= 185
C	\$J\$2	↑	= 65000
Oi	K11	↑	= 80

= 0,200777622

Справка недоступна.

Qi

Значение: 0,200777622

[Справка по этой функции](#)

OK Отмена

Рисунок 2.11 - Функция Excel VBA «Capacity» для розрахунку верхньої пропускної спроможності програми «Поток»

Таблиця 2.4 – Розрахунок «Верхньої пропускної спроможності програми «Поток»»

Заходи	alf	beta	gamma	ki	K	qi	Q	ci	C	Oi	Пропускна Здатність
z1	0,05	0,05	0,9	1120	550000	50	50000	185	65000	80	0,200778
z2	0,05	0,05	0,9	1180	550000	175	50000	166	65000	26	0,061521
z3	0,05	0,05	0,9	1700	550000	135	50000	255	65000	16	0,05618
z4	0,05	0,05	0,9	1260	550000	125	50000	240	65000	36	0,120007
z5	0,05	0,05	0,9	1150	550000	150	50000	130	65000	120	0,221455
z6	0,05	0,05	0,9	1230	550000	101	50000	125	65000	120	0,206394

Оскільки програмне забезпечення ПОТІК вимагає введення даних (пропускна спроможність НІ, нижня пропускна спроможність LO, вартість Cost) в цілочисельному форматі, тому множимо значення на 10000.

Отримаємо наступні числові значення за вартістю:

25,10 23,66 35,11 33,33 18,45 17,20

по верхній пропускній спроможності:

2007 615 561 1200 2214 2063,9

Введення початкових даних представлено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Початкові дані (кількість вузлів = 14, кількість дуг = 49)

№ роботи	Вартість Cost	Нач. вузол	Конечн. вузол	Верхн. ін. здатність НІ	Нижн. ін. здатність LO	Потік
1	0	1	2	2007	0	0
2	0	1	3	615	0	0
3	0	1	4	561	0	0
4	0	1	5	1200	0	0
5	0	1	6	2214	0	0
6	0	1	7	2063	0	0
7	25	2	8	M = 9999	0	0
8	23	2	9	M	0	0
9	36	2	10	M	0	0
10	33	2	11	M	0	0
11	18	2	12	M	0	0
12	17	2	13	M	0	0
13	25	3	8	M	0	0
14	23	3	9	M	0	0
15	36	3	10	M	0	0

16	33	3	11	M	0	0
17	18	3	12	M	0	0
18	17	3	13	M	0	0
19	25	4	8	M	0	0
20	23	4	9	M	0	0
21	36	4	10	M	0	0
22	33	4	11	M	0	0
23	18	4	12	M	0	0
24	17	4	13	M	0	0
25	25	5	8	M	0	0
26	23	5	9	M	0	0
27	36	5	10	M	0	0
28	33	5	11	M	0	0
29	18	5	12	M	0	0
30	17	5	13	M	0	0
31	25	6	8	M	0	0
32	23	6	9	M	0	0
33	36	6	10	M	0	0
34	33	6	11	M	0	0
35	18	6	12	M	0	0
36	17	6	13	M	0	0
37	25	7	8	M	0	0
38	23	7	9	M	0	0
39	36	7	10	M	0	0
40	33	7	11	M	0	0
41	18	7	12	M	0	0
42	17	7	13	M	0	0
43	0	8	14	M	2007	0
44	0	9	14	M	0	0
45	0	10	14	M	561	0
46	0	11	14	M	1200	0
47	0	12	14	M	2214	0
48	0	13	14	M	2063	0
49	0	14	1	10000	10000	0

На рис. 2.13 показаний метод знаходження оптимального рішення в програмі «ПОТІК».

Поток v2.01

Файл Допомога

Const m = 9999

Вихідні дані Результати розрахунку

	Почат. вузел	Кінц. вузел	Верхня пропускна здатність	Нижня пропускна здатність	Вартість	Потік
► 01	1	2	2007	0	0	0
02	1	3	615	0	0	0
03	1	4	561	0	0	0
04	1	5	1200	0	0	0
05	1	6	2214	0	0	0
06	1	7	2063	0	0	0
07	2	8	9999	0	25	0
08	2	9	9999	0	23	0
09	2	10	9999	0	36	0
10	2	11	9999	0	33	0
11	2	12	9999	0	18	0
12	2	13	9999	0	17	0
13	3	8	9999	0	25	0
14	3	9	9999	0	23	0
15	3	10	9999	0	36	0
16	3	11	9999	0	33	0
17	3	12	9999	0	18	0
18	3	13	9999	0	17	0
19	4	8	9999	0	25	0
20	4	9	9999	0	23	0
21	4	10	9999	0	36	0
22	4	11	9999	0	33	0
23	4	12	9999	0	18	0
24	4	13	9999	0	17	0
25	5	8	9999	0	25	0
26	5	9	9999	0	23	0
27	5	10	9999	0	36	0
28	5	11	9999	0	33	0
29	5	12	9999	0	18	0
30	5	13	9999	0	17	0
31	6	8	9999	0	25	0
32	6	9	9999	0	23	0
33	6	10	9999	0	36	0
34	6	11	9999	0	33	0
35	6	12	9999	0	18	0

Розрахувати

Рисунок 2.12 - Вирішення завдання знаходження оптимальних об'ємів впровадження ОТТЗ

Після проведення розрахунків на програмі ПОТІК отримані результати, які представлені в таблиці.2.6 і таблиця 2.7.

Таблиця 2.6 - Аналіз результатів за програмою Потік

№ роботи	Вартість Cost	Нач. вузол	Конечн. вузол	Верхн. ін. здатність НІ	Нижн. ін. здатність LO	Потік
1	0	1	2	2007	0	2007
2	0	1	3	615	0	615
3	0	1	4	561	0	561
4	0	1	5	1200	0	1200
5	0	1	6	2214	0	2214
6	0	1	7	2063	0	1830
7	0	2	8	M = 9999	0	2007
8	0	2	9	M	0	0
9	0	2	10	M	0	0
10	0	2	11	M	0	0
11	0	2	12	M	0	0
12	0	2	13	M	0	0
13	0	3	8	M	0	0
14	0	3	9	M	0	0
15	0	3	10	M	0	615
16	0	3	11	M	0	0
17	0	3	12	M	0	0
18	0	3	13	M	0	0
19	0	4	8	M	0	0
20	0	4	9	M	0	0
21	0	4	10	M	0	1486
22	0	4	11	M	0	615
23	0	4	12	M	0	0
24	0	4	13	M	0	0
25	0	5	8	M	0	0
26	0	5	9	M	0	0
27	0	5	10	M	0	0
28	0	5	11	M	0	924
29	0	5	12	M	0	615
30	0	5	13	M	0	0
31	0	6	8	M	0	0
32	0	6	9	M	0	0
33	0	6	10	M	0	0
34	0	6	11	M	0	0
35	0	6	12	M	0	1370
36	0	6	13	M	0	1100

37	0	7	8	M	0	0
38	0	7	9	M	0	0
39	0	7	10	M	0	0
40	0	7	11	M	0	0
41	0	7	12	M	0	0
42	0	7	13	M	0	0
43	25	8	14	M	2007	2007
44	23	9	14	M	615	0
45	36	10	14	M	561	561
46	33	11	14	M	1200	1200
47	18	12	14	M	2214	2214
48	17	13	14	M	2063	2063
49	0	14	1	10000	10000	0

Таблиця 2.7 Значення P_i (вузлові числа) :

№ вузла	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P_i	0	0	0	0	0	0	0	25	23	36	33	18	17	0

Цільова функція: 184894.

Цільова функція прямого завдання

$$L(x) = 25 \cdot 2007 + 23 \cdot 0 + 36 \cdot 561 + 33 \cdot 1200 + 18 \cdot 2214 + 17 \cdot 2063 = 184894 \text{ грн.}$$

Цільова функція подвійного завдання $Z(f) = \sum F_{ij} \alpha_{ij} - \sum L_{ij} \delta_{ij}$.

$$Z(f) = -184894.$$

де F_{ij} - верхня пропускна спроможність дуги (i, j);

L_{ij} - нижня пропускна спроможність дуги (i, j);

α_{ij} - подвійна змінна, відповідна F_{ij} в прямій завдання;

δ_{ij} - подвійна змінна, відповідна L_{ij} в прямій завдання.

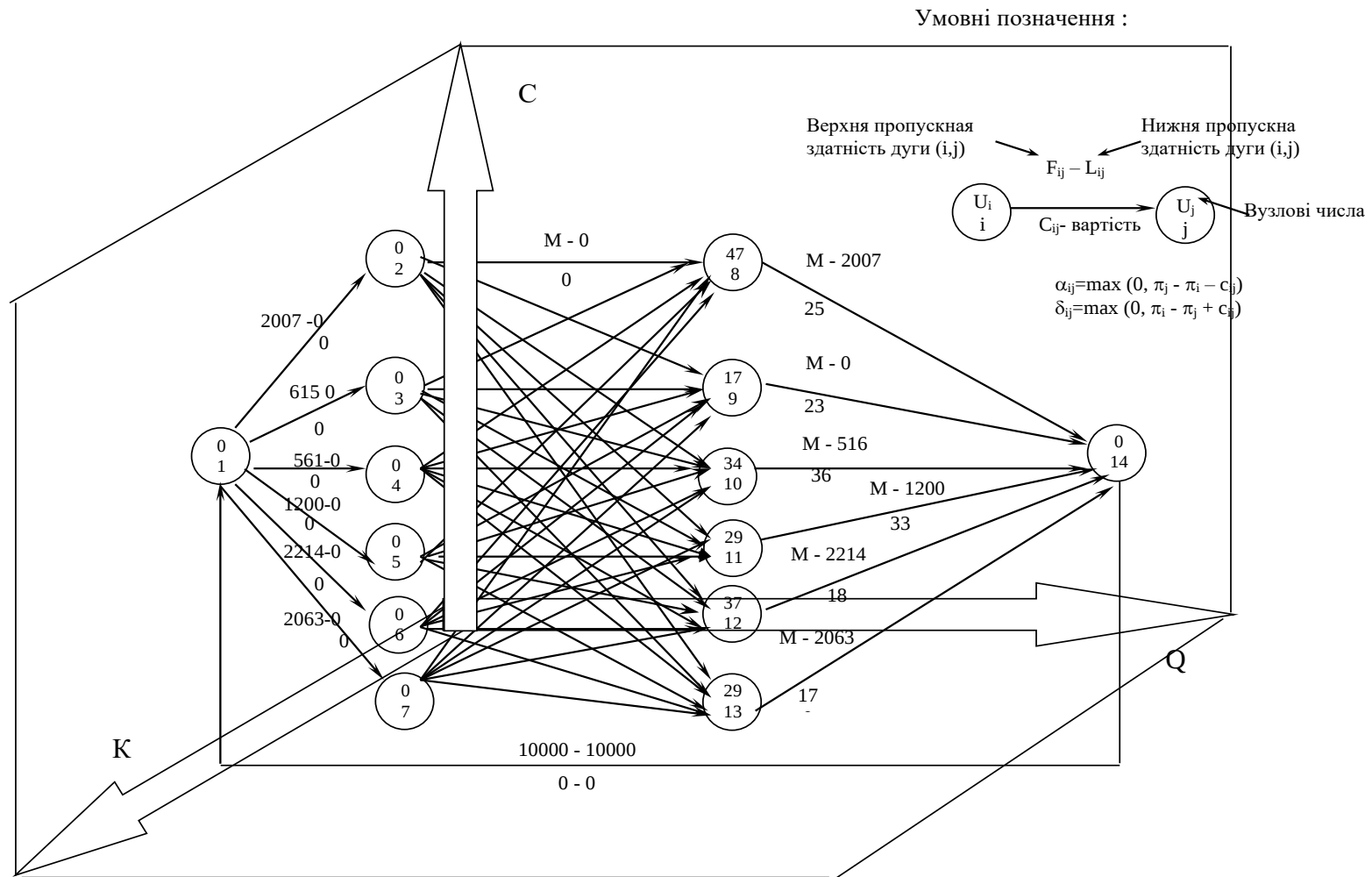


Рисунок 2.13 - Оптимальне рішення на графічній мережі (відповідає таблиць 2.5 та 2.6)

Проведемо інтерпретацію виразів:

Розрахунок з економії від зниження собівартості виконується за допомогою розробленої функції «Reduction», яка створена нами за допомогою макроса Excel VBA.

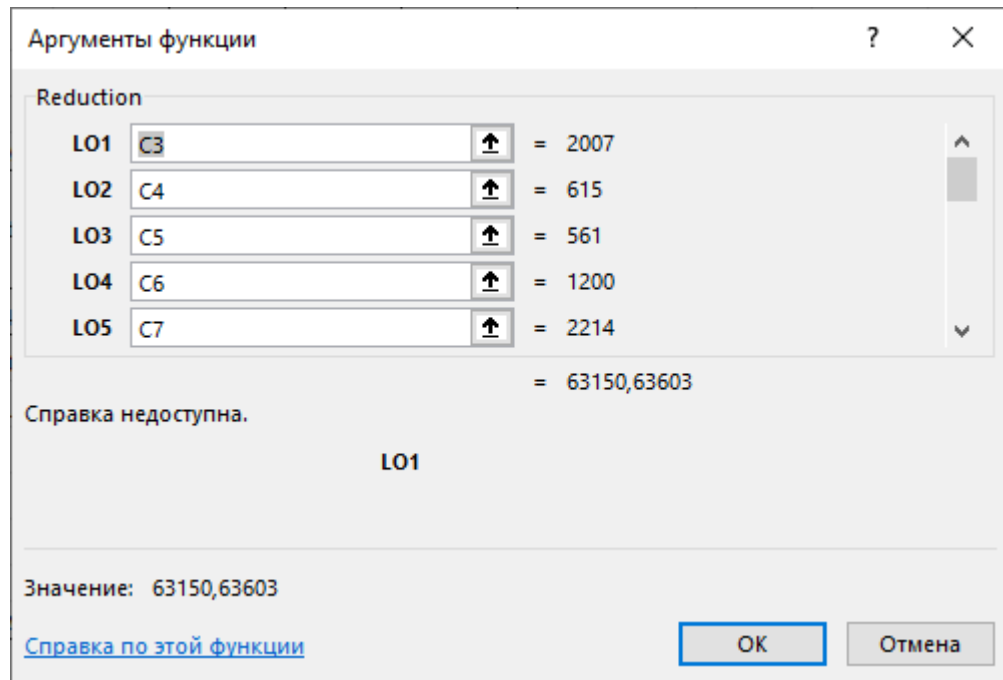


Рисунок 2.14 – Функція Excel VBA «Reduction»

Таблица 2.8 - Економію від зниження собівартості

№ Zi	поточний вузол (Pi)	Вартість LO	Del_Ci	Reduction
1	25	2007	185	63150,64
2	23	615	166	<=65000 тис.грн
3	36	561	255	
4	33	1200	240	
5	18	2214	130	
6	17	2063	125	

Таблиця 2.9 - Економію від зниження трудовитрат розраховується аналогічно

№ Zi	поточний вузол (Pi)	Вартість LO	Del_Qi	Reduction
1	25	2007	50	46049,2
2	23	615	175	<=50000 тис.чол- год
3	36	561	135	
4	33	1200	125	
5	18	2214	150	
6	17	2063	101	

Таблиця 2.10 - Економію по капітальних вкладеннях розраховується аналогічно

N Zi	поточний вузол (Pi)	LO	Del_Ki	Reduction
1	25	2007	1120	458745,5
2	23	615	800	<=550000 тис.грн
3	36	561	700	
4	33	1200	1260	
5	18	2214	1150	
6	17	2063	1230	

Розрахунок ефективності при підстановці в систему рівнянь (2.3).

$$Z_1 = 1 \quad Z_2 = 0 \quad Z_3 = 1 \quad Z_4 = 1 \quad Z_5 = 0,81 \quad Z_6 = 1$$

де $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6$ - рівень використання об'ємів ОТТЗ, що забезпечують задану ефективність виробництва.

Загальний економічний ефект складає:

$$L(x) = 25 \cdot 2007 + 23 \cdot 0 + 36 \cdot 561 + 33 \cdot 1200 + 18 \cdot 2214 + 17 \cdot 2063 = 184894 \text{ грн.}$$

Собівартість:

$$\Delta C_1 \cdot O_1 Z_1 + \Delta C_2 \cdot O_2 Z_2 + \Delta C_3 \cdot O_3 Z_3 + \Delta C_4 \cdot O_4 Z_4 + \Delta C_5 \cdot O_5 Z_5 + \Delta C_6 \cdot O_6 Z_6 \leq C_{\text{заг}}$$

Таблиця 2.11 - Економію від зниження собівартості

Zi	Del_Ci (ΔC_i)	Oi	Reduction_1
1	185	80	63150,64
0	166	26	<=65000 тис.грн
1	255	16	
1	240	36	
0,81	130	120	
1	125	120	

Трудовитрати:

$$\Delta Q_1 \cdot O_1 Z_1 + \Delta Q_2 \cdot O_2 Z_2 + \Delta Q_3 \cdot O_3 Z_3 + \Delta Q_4 \cdot O_4 Z_4 + \Delta Q_5 \cdot O_5 Z_5 + \Delta Q_6 \cdot O_6 Z_6 \leq Q_{\text{заг}}$$

Таблиця 2.12 - Економію від зниження трудовитрат розраховується аналогічно

Zi	Del_Qi (ΔQ_i)	Oi	Reduction_1
1	50	80	46049,2
0	175	26	<=50000 тис.чол-год
1	135	16	
1	125	36	
0,81	150	120	
1	101	120	

Капітальне вкладення:

$$\Delta K_1 \cdot O_1 Z_1 + \Delta K_2 \cdot O_2 Z_2 + \Delta K_3 \cdot O_3 Z_3 + \Delta K_4 \cdot O_4 Z_4 + \Delta K_5 \cdot O_5 Z_5 + \Delta K_6 \cdot O_6 Z_6 \leq K_{\text{заг}}$$

Таблиця 2.13 - Економію по капітальних вкладеннях розраховується аналогічно

Zi	Del_Ki (ΔK_i)	Oi	Reduction_1
1	1120	80	458745,5371
0	800	26	<=550000 тис.грн
1	700	16	
1	1260	36	
0,81	1150	120	
1	1230	120	

При знаходженні оптимальних об'ємів ОТТЗ зробимо завершальну оцінку. Перший захід використовується на 100%, тобто. Здійснення технічного і технологічного виробництва земляних робіт (застосування підкрилок) з урахуванням умов щільної міської забудови; друге - на 0% тобто підвищення Удосконалення методів і способів виробництва залізобетонних робіт нульового циклу (фундаменти, стін підвалу) враховуючи існуючі будови, неефективно, третє - на 100%, тобто підвищення ефективності технічного і технологічного потенціалу виробництва надземних робіт (здійснення безперервного технологічного процесу з укладання плит перекриття), враховуючи щільну міську забудову; четверте - на 100%, тобто реалізація своєчасного та інтегрованого процесу підготовки виробництва робіт з монтажу монолітного каркасу будівлі, з урахуванням контексту щільної міської забудови; п'ятий захід - на 81,2% 43320 шт. резервування найбільш необхідних матеріальних ресурсів (маршів та площадок) для здійснення безперервного технологічного процесу, а інші 16680 - традиційним методом, шостий захід - на 100%/, Бетонування монолітних конструкцій в незнімній опалубці з комплексною механізацією роботи (постачання, подачі, укладання бетону), враховуючи умови щільної міської забудови.

Об'єми впровадження організаційно-технічних заходів графічно показані на рис. 2.15.

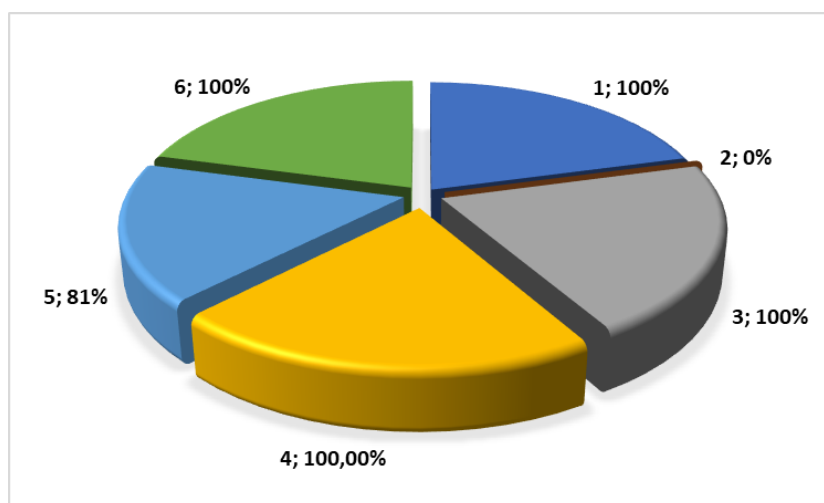


Рисунок 2.15 - Графічна діаграма об'ємів впроваджених організаційно-технічних заходів

2.5 Розрахунок впровадження фрагмента ЛЗ при організації будівництва в умовах щільної міської забудови

Умови щільної міської забудови ставлять перед логістикою ряд особливих викликів, які потребують відповідних заходів. Логістика в міському середовищі зазвичай спрямована на ефективне управління матеріальними, інформаційними та людськими потоками з метою забезпечення ефективності і сталості міських послуг і інфраструктури [5-10].

При організації будівництва в умовах щільної міської забудови, логістика відіграє важливу роль у забезпеченні ефективності проекту, мінімізації впливу на навколишнє середовище та забезпеченні безпеки для мешканців. Ось деякі логістичні заходи, які варто враховувати при будівництві в міському середовищі:

1. **Планування маршрутів транспорту:** Розроблення оптимальних маршрутів для транспортування будівельних матеріалів та обладнання з урахуванням найкоротших шляхів, уникнення заторів і мінімізації перешкод для руху.

2. **Координація графіків доставок:** Синхронізація графіків доставок для різних постачальників з метою зниження кількості транспортних засобів на дорогах та зменшення заторів.

3. **Використання мультимодального транспорту:** Розгляд можливості використання різних видів транспорту (наприклад, вантажні велосипеди, електричні вантажівки) для забезпечення більш ефективної та екологічно чистої доставки будівельних матеріалів.

4. **Впровадження систем Just-In-Time:** Використання систем Just-In-Time для постачання матеріалів на будівництво з мінімальними запасами, що дозволить знизити потребу в просторі для зберігання та уникнути зайвих витрат.

5. **Розумні складські системи:** Використання технологій автоматизації для оптимізації роботи складів та зберігання будівельних матеріалів.

6. Залучення інформаційних технологій: Впровадження інформаційних технологій для моніторингу та управління будівельними процесами з метою забезпечення ефективності та точності.

7. Управління відходами: Розроблення ефективних планів управління відходами на будівельному майданчику для зменшення впливу будівельних дій на довкілля та місцеве населення.

8. Використання модульних технологій: Використання модульних технологій та передбаченням виготовлення будівельних елементів на заводах, що дозволить зменшити кількість руху транспорту та шуму на майданчику.

9. Планування робіт у часі: Використання методів планування робіт у часі (Time-Space Planning) для забезпечення оптимального використання обмежених ресурсів в умовах обмеженого простору.

10. Безпека на будівельних майданчиках: Забезпечення безпеки на будівельних майданчиках для мінімізації ризиків для робітників та мешканців навколишніх будівель.

11. Співпраця з міськими органами: Взаємодія з міськими органами та зіставлення будівельного проекту з міськими планами для забезпечення відповідності стандартам міського планування.

12. Міська логістична інфраструктура: Забезпечення належної інфраструктури для обслуговування логістичних потреб міста, таких як вантажні термінали, логістичні центри, склади, стоянки та інше.

13. Використання технологій "розумних міст": Впровадження концепції "розумних міст", яка включає в себе використання сучасних технологій Інтернету речей (IoT), аналітики даних, штучного інтелекту для ефективного управління різними аспектами логістики та міського життя.

14. Місця зберігання та останній кілометр: Розробка інфраструктури для зберігання вантажів та останнього кілометра доставки, щоб забезпечити ефективну організацію логістики на місцевому рівні.

Ці логістичні заходи допоможуть покращити ефективність будівництва, зменшити негативний вплив на міське середовище та підвищити якість життя мешканців міста під час будівельних робіт.

Але якщо ми задіємо підходи логістики, то перед нами постає ще одне завдання це детально дослідити логістичні витрати, які вплинуть на виробничий процес і які ввійдуть до складу виробничої собівартості БМР в умовах щільної міської забудови.

«Логістичні витрати» - це сукупні витрати, пов'язані з управлінням рухом товарів або послуг від постачальників до кінцевих споживачів. Це поняття включає всі витрати, що виникають під час здійснення різних логістичних операцій, таких як транспортування, зберігання, обробка, управління запасами та інші процеси, що сприяють ефективному руху матеріальних потоків через логістичний ланцюжок.

Логістичні витрати можуть бути дуже різноманітними і залежать від типу бізнесу, галузі, масштабу операцій та інших факторів. Основна мета управління логістичними витратами - досягнення максимальної ефективності та оптимізація вартості всіх логістичних процесів, забезпечуючи при цьому високу якість обслуговування клієнтів.

Для досягнення цієї мети, компанії розробляють та впроваджують різні стратегії, методи та підходи, спрямовані на ефективне управління витратами під час логістичних операцій. Однією з ключових цілей є забезпечення балансу між якістю обслуговування та вартістю, що дозволяє компаніям залишатися конкурентоспроможними на ринку. В нашому випадку пропонуємо будівельним компаніям застосовувати стратегію у вигляді ефективних програм організаційно-технічного розвитку впроваджуючи оптимальні об'єми організаційно-технологічно-технічних заходів з урахуванням логістичних концепцій у вигляді відповідних логістичних систем, які відповідають етапам організації будівельного виробництва.

Розглянемо логістичні витрати, що забезпечують оптимальну величину логістичних заходів ЛЗ в умовах впровадження ОТТЗ виробничого будівельного

процесу. Проведення досліджень з даного напрямку надає змогу розглянути процес управління логістичними витратами як комплекс аналітичних процедур, спрямованих на визначення оптимальної величини витрат, на основі передбачення і прогнозування.

В переважній більшості наукових джерел [1,2,5,29,30,31,55,61,79,84,86,90,93], логістичні витрати розглядаються як частина загальної системи витрат (в нашому випадку це приведені витрати). Але слід зазначити, що під логістичними витратами вважають витрати, пов'язані з управлінням та організацією товарно-матеріальних цінностей від первинного джерела до кінцевого споживача [1,2,5,29,30,31,55,61,79,84,86,90,93].

Дослідивши думки та висловлення фахівців-логістів праці (Воркут Т.А, Волкова В.П., Дадиверина Л.Н., Денисенко М.П., Левковець П.Р., Михайлова Л.І., Новопісна Є.В., Рета М.В., Смиричинського А., Тридіда О.М. та ін.) виділимо декілька визначень логістичних витрат, які можна зіставити з організацією будівельних виробничих процесів:

- логістичні витрати – це грошове вираження сукупності витрачених матеріальних, трудових, фінансових, інформаційних ресурсів підприємства, які пов'язані із забезпеченням бізнес-процесів та операцій з переміщення матеріальних потоків у межах логістичної системи, автор Рета М.В., [79, с. 156].
- логістичні витрати - це сукупні витрати, пов'язані з управлінням рухом товарів або послуг від постачальників до кінцевих споживачів, включаючи транспортування, зберігання, обробку, управління запасами тощо.
- логістичні витрати є складовою частиною загальних витрат підприємства, що є витратами, які супроводжують рух матеріального потоку, тобто формуються паралельно з ним, для виконання головної задачі функціонування логістичної системи – доставки товару в потрібне місце, в потрібній кількості, за певний термін і при заданому рівні витрат. Автор Новопісна Є.В. [61, с. 124].

- логістичні витрати – це витрати, пов’язані з виконанням логістичних операцій. Автор Тридід О. М. [90].

Точна термінологія може змінюватися з часом та в залежності від конкретного дослідження. Кожен автор висловлює своє бачення своєю думку. Відповідно до нашого наукового завдання висловлювання таких авторів Тридід О.М., Рета М.В, Новопісна Є.В. більш прийнятне та відповідає умовам поставленої задачі наукового дослідження.

Також потрібно приділити уваги процесам управління логістичними витратами. Тому нами було детально проаналізовано низьку понять та термінів «управління логістичними витратами»..

Експертний аналіз літературних джерел дозволяє виявити (навіть при певному ступені суб'єктивності) найінформативніші визначення концепту «Управління логістичними витратами» (рис .2.18):

1. Тому нами було детально проаналізовано низьку понять та термінів «управління логістичними витратами». Це привело до загального висновку:
2. Управління логістичними витратами - комплексний процес планування, організації та контролю над витратами під час здійснення логістичних операцій.
3. Оптимізація логістичних витрат - визначення оптимальних рішень та стратегій для зниження витрат при виконанні логістичних функцій.
4. Аналіз вартості логістичних операцій - дослідження витрат, пов'язаних з різними логістичними процесами, з метою виявлення можливостей для ефективного управління витратами.
5. Вартісний аналіз - оцінка вартості логістичних процесів з урахуванням усіх складових, таких як транспортування, зберігання, обробка та інші.

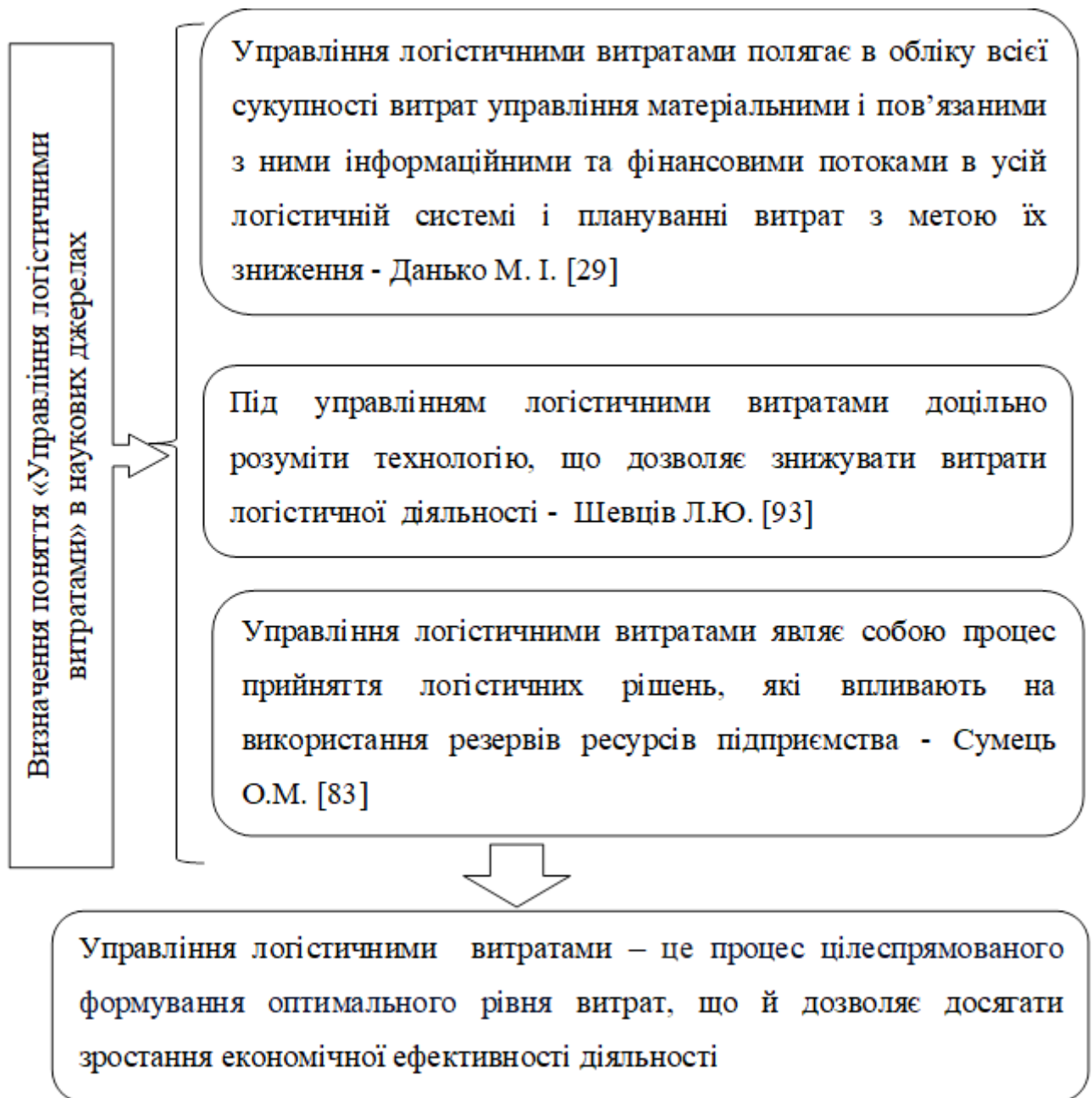


Рисунок 2.16 - Змістовні визначення поняття «Управління логістичними витратами»

6. Системи управління витратами - програми, методики та підходи, призначені для планування, вимірювання та контролю над логістичними витратами.

7. Логістична аналітика витрат - використання аналітичних методів для вивчення, виявлення та аналізу логістичних витрат з метою прийняття обґрунтованих рішень.

8. Ефективність витрат - вимірювання співвідношення між результатами логістичних операцій та витратами, спрямоване на досягнення максимальної вартості для організації.

9. Витрати на логістичне обслуговування - витрати, пов'язані з обслуговуванням клієнтів, управління замовленнями та іншими аспектами логістичного процесу.

10. Стратегії зниження витрат - розробка та впровадження планів, спрямованих на зменшення логістичних витрат, включаючи оптимізацію запасів, маршрутів, технологій тощо.

11. Співпраця з постачальниками - взаємодія з постачальниками для досягнення взаємовигідних умов та зниження логістичних витрат.

Базуючись на вже існуючих визначеннях поняття «Управління логістичними витратами» пропонуємо більш конкретизоване тлумачення сутності даного поняття але в розрізі нашого предмету наукового дослідження, тому «Управління логістичними витратами» - являє собою процес прийняття управлінських рішень на основі детального аналізу всієї сукупності витрат на управління та організацію матеріальними, і супроводжуючих їх інформаційними, трудовими та фінансовими потоками, що задіяні в оптимізації організаційно-технологічно-технічних заходів (ОТТЗ) для поліпшення методів організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови як однієї з низькі складних завдань, що й дозволяє досягати зростання економічного ефекту.

При цьому управління логістичними витратами дозволяє оптимізувати організаційно-технологічно-технічні заходи (ОТТЗ) для поліпшення методів організації будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови та досягати зростання економічного ефекту від впровадження обсягів ОТТЗ та ЛЗ.

Розглянемо як приклад фрагмент впроваджуваних логістичних заходів на виробничі будівельні процеси з урахуванням організації будівництва в умовах щільної міської забудови.

Умова: з перерахованих в таблиці. 2.14 логістичних заходів, дає можливості будівельній організації скоротити виробничу собівартість БМР, трудовитрати з долученням додаткових капвкладень (інвестицій).

Приведені витрати:

$$E^{e\phi} = (\Delta C_i - E_n \Delta K_i),$$

де ΔC_i – має частку логістичних витрат,

тому C_i^l – логістичні витрати, що включені до складу загальних виробничих витрат C_i .

Згідно цільова функція завдання матиме вигляд:

$$\sum_{i=1}^l (\Delta C_i^l - E_n \Delta K_i^l) O_i L_i \rightarrow \max$$

де ΔC_i^l – економія від зниження собівартості на одиницю виміру в результаті впровадження ЛЗ L_i -го заходу;

ΔK_i^l – капітальні вкладення на одиницю виміру при впровадженні ЛЗ L_i -го заходу (додаткового вкладення);

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

O_i – максимально можливий об'єм цього виду робіт (на якому пропонується використати ЛЗ L_i -го заходи);

L_i – можливий об'єм впровадження логістичного заходу.

Таблиця 2.14 - Фрагмент ЛЗ при організації будівництва в умовах щільної міської забудови

Найменування заходів	Одиниця виміру	Зниження собівартості заходу на одиницю виміру, грн.	Додаткові питомі капітальні вкладення, грн.	Річний економічний ефект на одиницю виміру, грн.	Зниження трудомісткості на одиницю виміру, чол-дн.	Максимально можливі об'єми цього виду робіт у будівельній програмі (у відповідних одиницях виміру)	Ефективність заходів на максимально можливий об'єм робіт		
							Зниження собівартості будівельно-монтажних робіт	Економія витрат праці	Додаткові капітальні вкладення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.Удосконалення інформаційної логістики - створення інформаційної бази на основі застосування новітніх інформаційних систем і технологій (BIM- моделювання будівельних організацій - дозволяє вести фінансово-господарську діяльність і складання проектно-кошторисної документації, що спрощує роботу кошторисникам і бухгалтерам; вдосконалені бази даних на прикладі Баз даних Access).	тис грн.	80	120	62	5	80	6 400	400	9 600

2. Координація графіків доставок: Синхронізація графіків доставок для різних постачальників з метою зниження кількості транспортних засобів на дорогах та зменшення заторів. Розробка оптимальної маршрутизації	тис. грн.	26	160	2	18	20	520	360	3 200
3. Планування робіт у часі: Використання методів планування робіт у часі (Time-Space Planning) для забезпечення оптимального використання обмежених ресурсів в умовах обмеженого простору	тис. грн.	55	80	43	12	50	2 750	600	4 000
4. Впровадження систем Just-In-Time: Використання систем Just-In-Time для постачання матеріалів на будівництво з мінімальними запасами, що дозволить знизити потребу в просторі для зберігання та уникнути зайвих витрат.	тис. грн.	40	60	31	15	40	1 600	600	2 400
Разом							11 270	1 960	19 200

Розглянемо наступною ситуацію, при аналізі експертних оцінок визначення ступеня важливості показників, експерти відають перевагу виробничої собівартості. Розрахунок вагових коефіцієнтів наведено у табл. 2.16.

Таблиця 2.15– Розрахунок вагових коефіцієнтів

Початкові вагові коефіцієнти	Початкові дані		Вагові коефіцієнти (розрахункові)					Коеф.
			W_{α} (alfa)	W_{β} (beta)	W_{γ} (gama)	W_{μ} (nu)	W_{φ} (fi)	
	α (alfa)	0,055	0,05					
	β (beta)	0,05		0,05				
	γ (gama)	0,9			0,90			
	μ (nu)	0				0,00		
	φ (fi)	0					0,00	
	коеф							1,00

Проведемо розрахунки вагових коефіцієнтів за допомогою створених функцій:

1) Розрахунок вагового коефіцієнта по капвкладеннях (alfa)

Аргументы функции

fin_alfa

Alfa C3 = 0,055

Beta C4 = 0,05

Gama C5 = 0,9

Nu C6 = 0

Fi C7 = 0

= 0,054726368

Справка недоступна.

Alfa

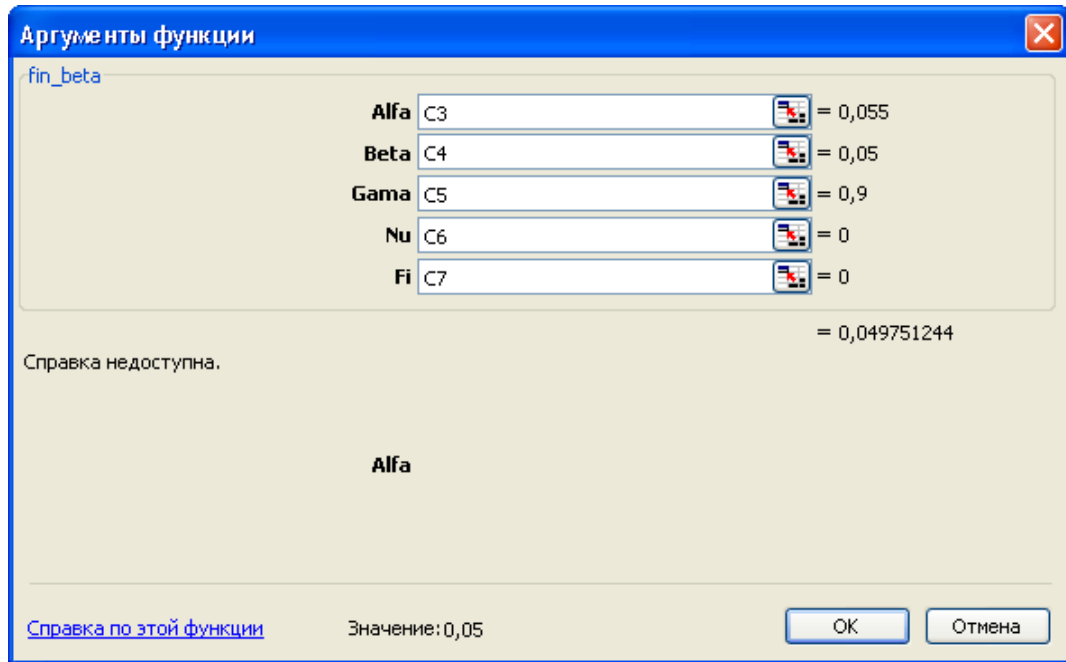
[Справка по этой функции](#) Значение: 0,05

OK Отмена

Рисунок 2.17 - Розрахунок вагового коефіцієнта по капвкладеннях (alfa)

Ваговий коефіцієнт по капіталовкладеннях:

2) Розрахунок вагового коефіцієнта по трудовитратах (beta)



Аргументы функции

fin_beta

Alfa	C3	= 0,055
Beta	C4	= 0,05
Gama	C5	= 0,9
Nu	C6	= 0
Fi	C7	= 0

= 0,049751244

Справка недоступна.

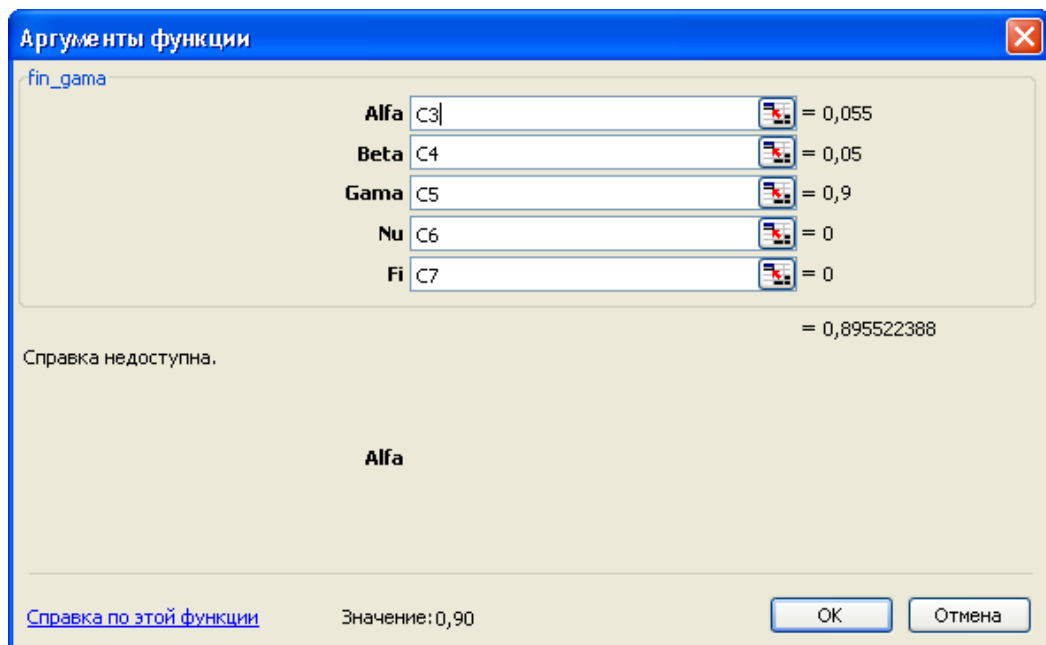
Alfa

[Справка по этой функции](#) Значение: 0,05 **OK** **Отмена**

Рисунок 2.18 - Розрахунок вагового коефіцієнта по трудовитратах (beta)

Ваговий коефіцієнт по трудовитратах:

3) Розрахунок вагового коефіцієнта за собівартістю (з урахуванням логістичних витрат) (gama)



Аргументы функции

fin_gama

Alfa	C3	= 0,055
Beta	C4	= 0,05
Gama	C5	= 0,9
Nu	C6	= 0
Fi	C7	= 0

= 0,895522388

Справка недоступна.

Alfa

[Справка по этой функции](#) Значение: 0,90 **OK** **Отмена**

Рисунок 2.19 - Розрахунок вагового коефіцієнта за собівартістю (з урахуванням логістичних витрат) (gama)

Для знаходження вартості використовуємо створену функцію «Макрос функцій «varta» Excel VBA», що дозволяє вести розрахунок Вартості для введення даних в програму «Поток».

Аргументы функции

Varta

Alfa	\$B\$2	= 0,05
Beta	\$C\$2	= 0,05
Gama	\$D\$2	= 0,9
Ki	E2	= 120
K	\$F\$2	= 15000

= 0,006966667

Справка недоступна.

К

Значение: 0,006966667

[Справка по этой функции](#)

OK Отмена

Аргументы функции

Varta

K	\$F\$2	= 15000
Qi	G2	= 5
Q	\$H\$2	= 1500
Ci	I2	= 80
C	\$J\$2	= 10000

= 0,006966667

Справка недоступна.

С

Значение: 0,006966667

[Справка по этой функции](#)

OK Отмена

Рисунок 2.20 - Функція Excel VBA «varta» для розрахунку вартості програми «Поток»

Таблиця 2.16 – Розрахунок «Вартість Cost» програми «Поток»

Заходи	alf	beta	gama	ki	K	qi	Q	c_i^l	C	Вартість
L1	0,05	0,05	0,9	120	15000	5	1500	80	10000	0,006967
L2	0,05	0,05	0,9	160	15000	18	1500	26	10000	0,002407
L3	0,05	0,05	0,9	80	15000	12	1500	55	10000	0,005083
L4	0,05	0,05	0,9	60	25000	15	1500	40	10000	0,00398

Вартість: 0,006892; 0,002339; 0,005032; 0,003861.

Для знаходження верхньої пропускної спроможності використовуємо створену функцію «Макрос функцій «Capacity» Excel VBA», що дозволяє вести розрахунок Верхньої пропускної спроможності для введення даних в програму «Поток».

Аргументы функции

Capacity

Alfa = 0,05

Beta = 0,05

Gama = 0,9

Ki = 120

K = 15000

= 0,557333333

Справка недоступна.

Alfa

Значение: 0,557333333

[Справка по этой функции](#)

OK Отмена

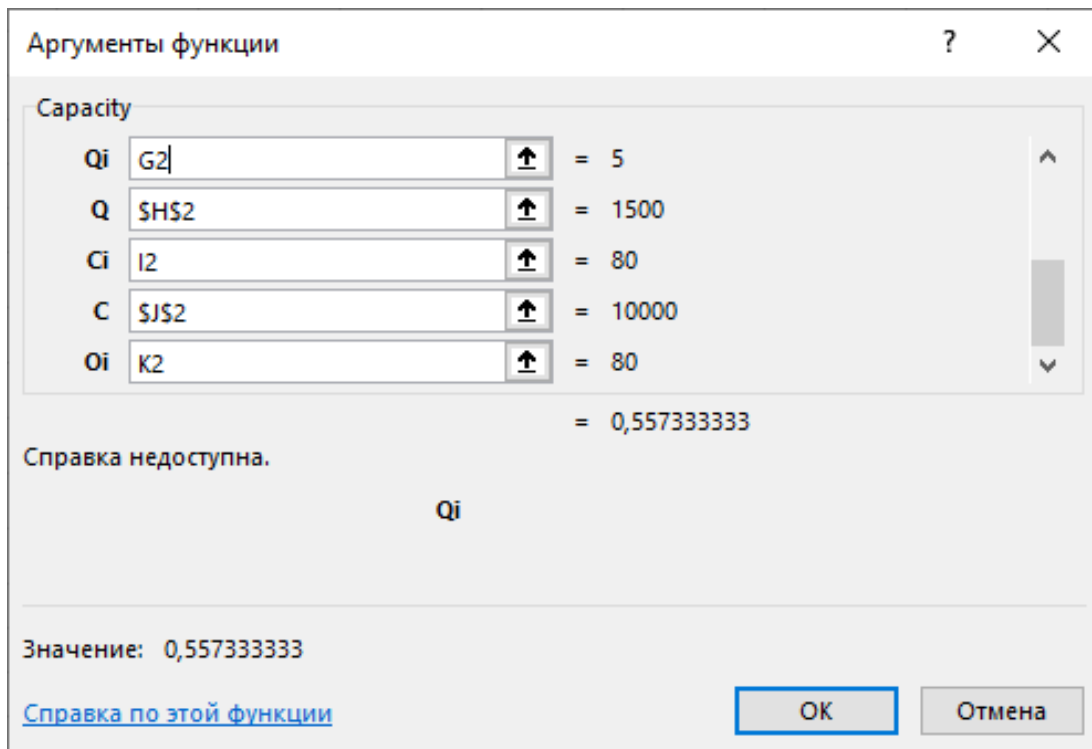


Рисунок 2.21 - Функція Excel VBA «Capacity» для розрахунку верхньої пропускної спроможності програми «Поток»

Таблиця 2.17 – Розрахунок «Верхньої пропускної спроможності програми «Поток»»

Заходи	alf	beta	gama	ki	K	qi	Q	c_i^l	C	Oi	Пропускна Здатність
L1	0,05	0,05	0,9	120	15000	5	1500	80	10000	80	0,557376
L2	0,05	0,05	0,9	160	15000	18	1500	26	10000	20	0,048133
L3	0,05	0,05	0,9	80	15000	12	1500	55	10000	50	0,254167
L4	0,05	0,05	0,9	60	25000	15	1500	40	10000	40	0,156428

Верхня пропускна спроможність: 0,557376; 0,04813; 0,2541675; 0,156428.

Оскільки програмне забезпечення АВД вимагає введення даних (пропускна спроможність НІ, нижня пропускна спроможність LO, вартість Cost) в цілочисельному форматі, то множимо отримані значення на 10000 таблиць. 2.18.

Таблиця 2.18 - Початкові дані

Вихідні дані: Кількість робіт: 25;

кількість вузлів: 10

№ роботи	Поч. вузол	Кінц. вузол	Верх.пр. здатність	Ниж.пр. здатність	Вартість	Потік
1	0	1	2	5574	0	0
2	0	1	3	481	0	0
3	0	1	4	2541	0	0
4	0	1	5	1564	0	0
5	69	2	6	M = 9999	0	0
6	23	2	7	M	0	0
7	50	2	8	M	0	0
8	39	2	9	M	0	0
9	69	3	6	M	0	0
10	23	3	7	M	0	0
11	50	3	8	M	0	0
12	39	3	9	M	0	0
13	69	4	6	M	0	0
14	23	4	7	M	0	0
15	50	4	8	M	0	0
16	39	4	9	M	0	0
17	69	5	6	M	0	0
18	23	5	7	M	0	0
19	50	5	8	M	0	0
20	39	5	9	M	0	0
21	0	6	10	M	5574	0
22	0	7	10	M	0	0
23	0	8	10	M	2541	0
24	0	9	10	M	1970	0
25	0	10	1	10000	10000	0

Результати, отримані на програмі АВД представлені в таблиці. 2.19 і таблиця. 2.20.

Таблиця 2.19 - Значення P_i :

№ вузла	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_i	0	0	0	0	0	69	23	50	39	0

Цільова функція: 583096

Таблиця 2.20 – Аналіз результатів за програмою ПОТІК (АВД)

№ роботи	Поч. Вузол	Кінц. Вузол	Верх.пр. здатність	Ниж.пр. здатність	Вартість	Потік
1	0	1	2	5574	0	5574
2	0	1	3	481	0	481
3	0	1	4	2541	0	2541
4	0	1	5	1564	0	1502
5	0	2	6	9999	0	5544
6	0	2	7	9999	0	0
7	0	2	8	М	0	0
8	0	2	9	М	0	0
9	0	3	6	М	0	0
10	0	3	7	М	0	0
11	0	3	8	М	0	481
12	0	3	9	М	0	0
13	0	4	6	М	0	0
14	0	4	7	М	0	0
15	0	4	8	М	0	2048
16	0	4	9	М	0	468
17	0	5	6	М	0	0
18	0	5	7	М	0	0
19	0	5	8	М	0	0
20	0	5	9	М	0	1502
21	69	6	10	М	5514	5544
22	23	7	10	М	0	0
23	50	8	10	М	2541	2541
24	39	9	10	М	1970	1970
25	0	10	1	10000	10000	10000

Цільова функція прямого завдання:

$$L(x) = 69 \cdot 5544 + 23 \cdot 0 + 50 \cdot 2516 + 39 \cdot 1970 = 583096 \text{ грн.}$$

$$\text{Цільова функція подвійного завдання } Z(f) = \sum F_{ij} \alpha_{ij} - \sum L_{ij} \delta_{ij}$$

$$Z(f) = -583096 \text{ грн.}$$

де F_{ij} – верхня пропускна спроможність дуги (i, j) ;

L_{ij} – нижня пропускна спроможність дуги (i, j) ;

α_{ij} – подвійна змінна, відповідна F_{ij} в прямій завдання;

δ_{ij} – подвійна змінна, відповідна L_{ij} в прямій завдання.

При інтерпретації вираження отримаємо:

Економія від зниження собівартості

Розрахунок з економії від зниження собівартості виконується за допомогою розробленої функції «Reduction», яка створена нами за допомогою макроса Excel VBA

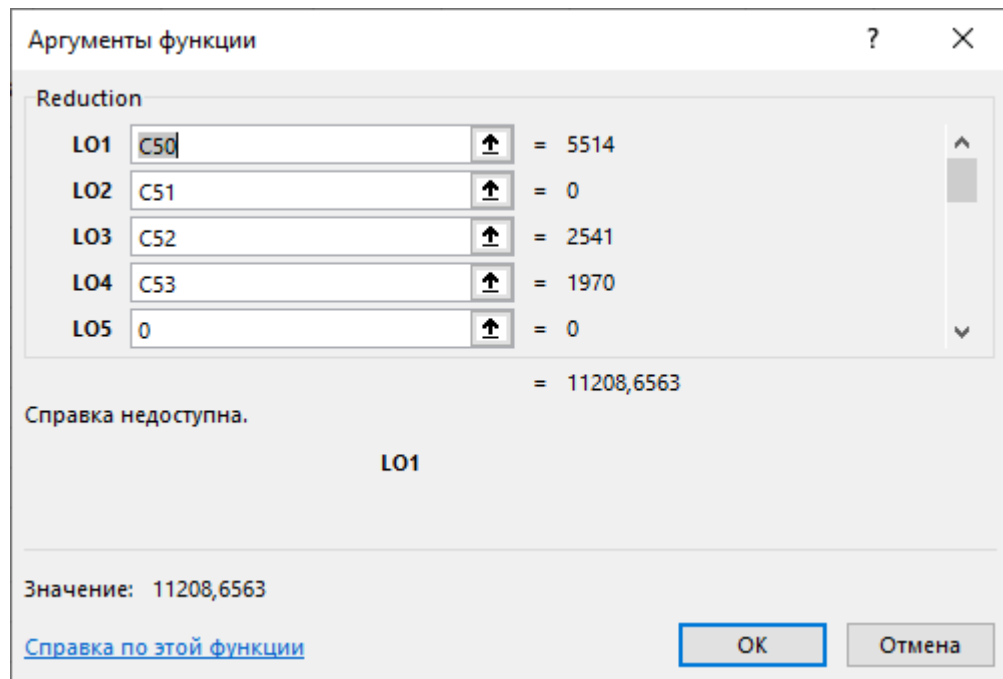


Рисунок 2.22 – Функція Excel VBA «Reduction»

Таблица 2.21 - Економія від зниження собівартості

№ Li	поточний вузол (Pi)	Вартість LO	Del_Ci	Reduction
1	69	5514	80	11208,66
2	23	0	26	>=10000
3	50	2541	55	тис.грн
4	39	1970	40	

Таблица 2.22 - Розрахунок економія від зниження трудовитрат виконується аналогічно

№ Li	поточний вузол (Pi)	Вартість LO	Del_Qi	Reduction
1	69	5514	5	1767,098
2	23	0	18	>=1500
3	50	2541	12	тис.чол-дн
4	39	1970	15	

Таблиця 2.23 - Розрахунок по капітальним вкладенням виконується аналогічно

№ Li	поточний вузол (Pi)	Вартість LO	Del_Ki	Reduction
1	69	5514	120	14685,93
2	23	0	160	<15000
3	50	2541	80	тис.грн
4	39	1970	60	

Визначення ефективності від впровадження оптимальних об'ємів ЛЗ за формулою:

$$\sum_{i=1}^I (\Delta C_i^l - E_n \Delta K_i^l) O_i L_i \rightarrow \max$$

L_i - можливий об'єм впровадження логістичного заходу.

$$L_1 = 1 \quad L_2 = 0 \quad L_3 = 1 \quad L_4 = 1,27$$

$$62 \cdot 80L_1 + 2 \cdot 20L_2 + 43 \cdot 50L_3 + 31 \cdot 40L_4 \rightarrow \max$$

$$4960 \cdot 1 + 40 \cdot 0 + 2150 \cdot 1 + 1240 \cdot 1,27 = 8684,8 \text{ грн.}$$

Собівартість:

$$\Delta C_1 \cdot O_1 Z_1 + \Delta C_2 \cdot O_2 Z_2 + \Delta C_3 \cdot O_3 Z_3 + \Delta C_4 \cdot O_4 Z_4 \leq C_{\text{заг}}$$

Таблиця 2.24 - Економія від зниження собівартості

Li	Del_Ci (ΔC_i)	Oi	Reduction_1
1	80	80	11208
0	26	20	>=10000
1	55	50	тис.грн
1,27	40	40	

Трудовитрати:

$$\Delta Q_1 \cdot O_1 Z_1 + \Delta Q_2 \cdot O_2 Z_2 + \Delta Q_3 \cdot O_3 Z_3 + \Delta Q_4 \cdot O_4 Z_4 \leq Q_{\text{заг}}$$

Таблиця 2.25 - Розрахунок економія від зниження трудовитрат виконується аналогічно

Li	Del_Qi (ΔQ_i)	Oi	Reduction_1
1	5	80	1767
0	18	20	≥ 1500
1	12	50	тис.чол-год
1,27	15	40	

Капітальне вкладення:

$$\Delta K_1 \cdot O_1 Z_1 + \Delta K_2 \cdot O_2 Z_2 + \Delta K_3 \cdot O_3 Z_3 + \Delta K_4 \cdot O_4 Z_4 \leq K_{\text{заг}}$$

Таблиця 2.26 - Розрахунок по капітальним вкладенням виконується аналогічно

Li	Del_Ki (ΔK_i)	Oi	Reduction_1
1	120	80	14648
0	160	20	≤ 15000
1	80	50	тис.грн
1,27	60	40	

Об'єми впровадження логістичних заходів графічно показані на рис. 2.25.

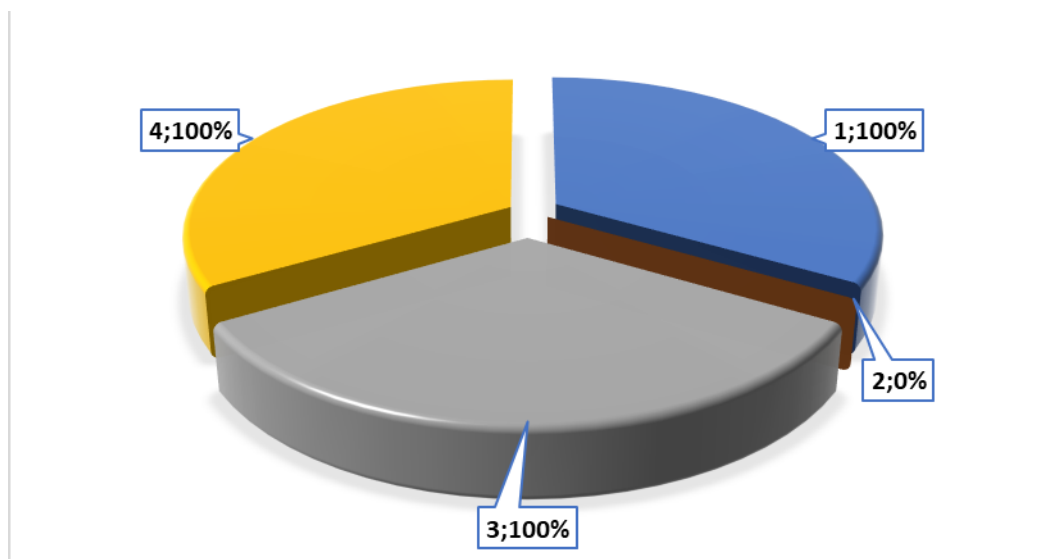


Рисунок 2.23 - Графічна діаграма об'ємів впроваджених логістичних заходів

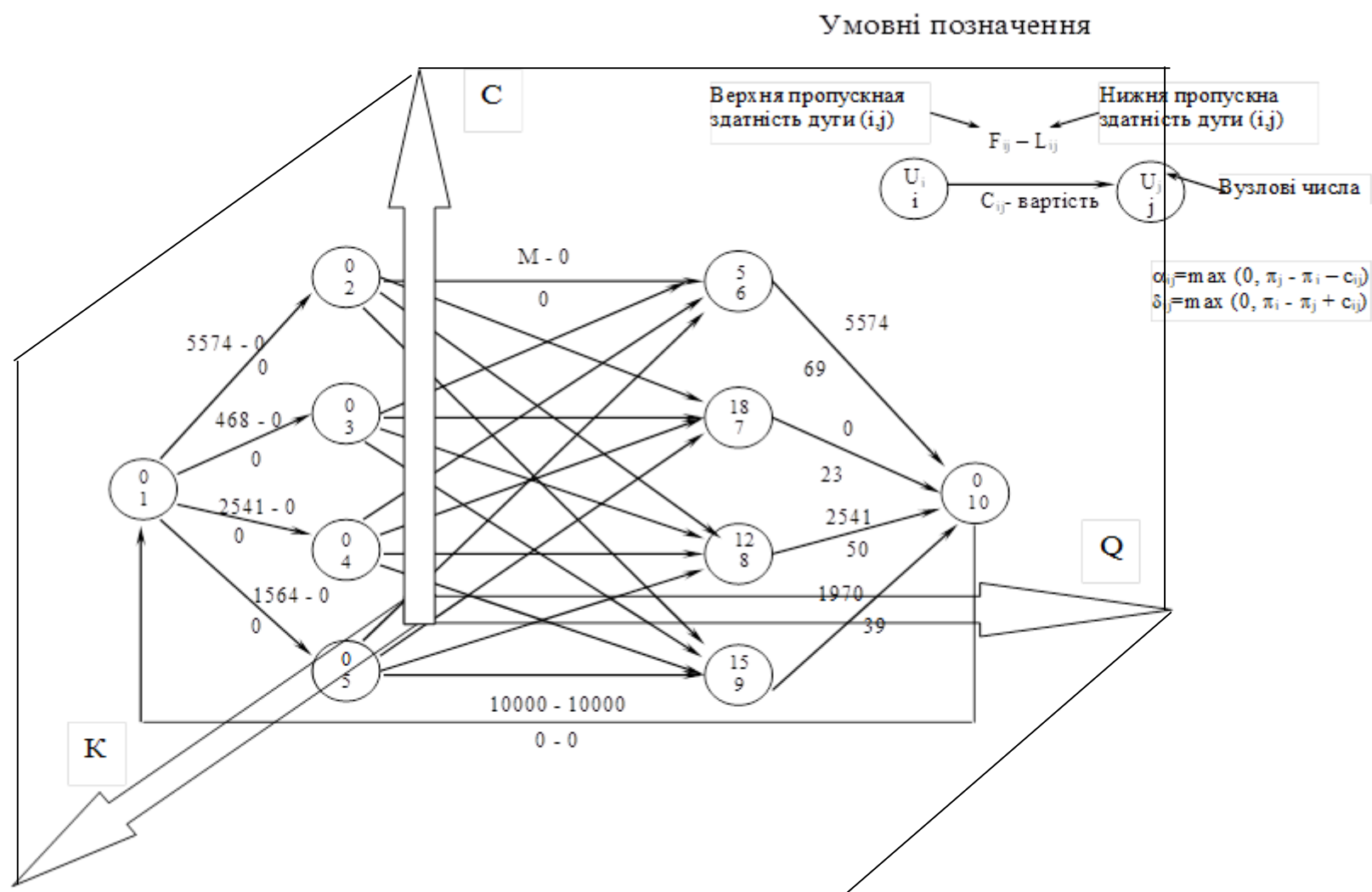


Рисунок 2.24 - Оптимальне рішення на графічній мережі впроваджуваних логістичних заходів

ВИСНОВКИ ДО 2 РОЗДІЛУ

- 1) У науковому контексті було вирішено завдання підвищення ефективності організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови застосовуючи організаційно-технологічно-технічні заходи на рівні виробництва БМР та логістичного управління шляхом впровадження оптимальних об'ємів заходів. Для досягнення цієї мети було встановлено, що необхідно розглядати основні показники, такі як собівартість, трудові витрати і додаткові капітальні вкладення, при оцінці впроваджуваних оптимальних об'ємів організаційно-технологічно-технічних заходів та заходів на підставі логістичних підходів.
- 2) Зазначено необхідність розробки нового методу планування, організації та управління оптимальними об'ємами організаційно-технологічно-технічними та логістичних заходів. Виконання цієї програми пов'язане з досягненням зростання продуктивності праці та зниженням собівартості організаційно-технологічно-технічних та логістичних заходів для отримання ефекти від їх впровадження. При цьому на збільшення виробництва впливає зменшення трудомісткості заходів, що потребують додаткових капітальних вкладень, які завжди обмежені.
- 3) Аналіз проведених досліджень підкреслює, що управління організаційно-технологічно-технічними та логістичними заходами може бути ефективним за використання методів мережевого моделювання. Сітьове моделювання дозволяє оптимізувати організацію будівельних процесів в умовах щільної міської забудови, аналізуючи різні варіанти організаційно-технологічно-технічних та логістичних заходів та надаючи можливість вибору найбільш ефективного варіанту відповідно до встановлених критеріїв. Особливість сітьового моделювання полягає в тому, що воно використовується не тільки під час розробки планів, але і під час їх виконання. Під час обчислень аналіз мережевого графіку надає оперативну інформацію про стан виконання заходів.
- 4) Розроблений підхід і постановка завдання оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в

умовах ущільненої забудови в мережевій структурі спрямовані на мінімізацію зусиль для впровадження заходів при заданих капітальних вкладеннях і обсягах зниження собівартості і трудових витрат.

- 5) В результаті впровадження методики з підвищення ефективності організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови за рахунок впровадження оптимальних об'ємів організаційно-технологічно-технічних заходів було отримано економічний ефект у розмірі 184894 грн, а впровадження логістичних заходів призвело до ефекту у розмірі 8684,8 грн.

РОЗДІЛ 3

ОПТИМІЗАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ІНФРАСТРУКТУРНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ ЗАБУДОВИ

3.1 Методика віддзеркалення впливу логістики на оптимізацію організаційно-технологічно-технічних заходів

У сьогоднішній складний час в Україні виникає нагальна потреба у відновленні та реконструкції інфраструктури міст, багато з яких зазнали руйнування, що вимагає реалізації нових будівельних проєктів. У цьому контексті розглядається можливість покращення організації будівельних процесів, пов'язаних із будівництвом та реконструкцією об'єктів функціонально-планувальної інфраструктури міст України з використанням іноземних методів, моделей та знань з логістики.

Центральним аспектом в оптимізація організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови є вивчення та застосування сучасних вітчизняних та іноземних технологій у розробці будівельних проєктів для відновлення та будівництва об'єктів міст України. Будівельній галузі потрібно вирішувати актуальні та складні завдання, що сприятимуть задоволенню соціально-економічних потреб країни та підтримці тих, хто постраждав внаслідок агресії Російської Федерації. Розроблення та впровадження плану організаційно-технологічно-технічних та логістичних заходів відновлення та будівництво функціонально-планувальної інфраструктури міст України, враховуючи сучасні іноземні технології та інструментарій вирішення складних виробничих завдань на підґрунті концепцій логістики та математичного інструментарію, дає можливість скоротити собівартість та трудовитрати будівельно-монтажних

робіт. Застосування при новому будівництві та реконструкції об'єктів в умовах щільної міської забудови функціонально-планувальної інфраструктури міст України ОТТЗ та логістичних підходів, розглядається як важлива складова загальної системи організаційно-технологічної підготовки будівництва [9,10].

Будівництво є складним та високовитратним процесом, який постійно вимагає удосконалення існуючих технологій та впровадження нових для зниження ресурсо-витрат, особливо в умовах ущільненої міської забудови. Таким чином, пропозиція оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів для скорочення виробничої собівартості будівельно-монтажних робіт через впровадження організаційно-технологічно-технічних та логістичних заходів є надзвичайно актуальним питанням [5-10].

Тому в розвинутих країнах розглядаються реалістичні інструментарії, методи та моделі організації будівельних процесів, які спроможні врахувати обмежені умови при будівництві або реконструкції в умовах міської забудови. [3, 5, 6, 7, 9,10,14,24,26-28,54,59,66,75,80,82,91].

Згідно віддзеркаленої проблеми витікає необхідність детального дослідження програм раціональних організаційно-технологічно-технічних заходів та логістичних підходів для створення оптимізаційної моделі удосконалення організаційних процесів при будівництві або реконструкції в умовах міської забудови, що є суттєвим чинником покращення функціонально-планувальної інфраструктури міст України.

До завдань організації будівництва при відновленні інфраструктури міст України віднесемо: - дотримання термінів будівництва; - виключення простоїв техніки та робочої сили, забезпечуючи цим безперервність виробничих процесів на об'єктах будівництва; - своєчасне матеріально-технічне забезпечення об'єктів; - мінімізація транспортних витрат при доставці будівельних матеріалів та конструкцій на склади та в зону монтажу; - мінімізація витрат на створення тимчасової інфраструктури будівельного майданчика (тимчасові дороги, тимчасові огорожі, тимчасове енерго- та водопостачання) шляхом раціональної

організації будівельного майданчика; - створення оптимального запасу будівельних матеріалів та конструкцій [10,11, 53,54,64,70-72,77-78]. Досягнення цих завдань та їх раціоналізація здійснена за допомогою впровадження інноваційно-оптимізаційних ОТТЗ на підґрунті концепцій логістики.

3.2 Розробка економіко-математичної моделі організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови

У наукових дослідженнях вченими як вітчизняними, так і зарубіжними, було досліджено та обґрунтовано використання численних критеріїв для оцінки прийнятих рішень в сфері планування та управління організаційно-технологічно-технічними заходами в умовах щільної міської забудови [4]. Поряд з такими критеріями, як собівартість продукції, рівень механізації робіт, трудомісткість робіт, продуктивність праці, збалансованість потреби і наявності ресурсів, мінімізація потреби в ресурсах лімітованих і капітальних вкладень.

Значну частину процесів, які відбуваються в організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови, можна віднести і до економічних процесів. При створенні економіко-математичної моделі важливо дотримуватися таких загальних вимог:

1. Моделі повинні базуватися на економічній теорії та відображати об'єктивні закономірності процесів.
2. Вона має коректно відображати функціонально-структурні характеристики організації, особливо функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови.
3. Модель повинна задовольняти математичні умови, такі як можливість розв'язання, погодженість, розмірність і т. д.

Наявність єдиного критерію оптимізації є умовою застосування моделей оптимального програмування. Однак, через багатоцільовий характер виробничих систем організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови використання економіко-математичних моделей з єдиним критерієм призводить до спрощення розглянутих проблем. Незважаючи на це, цей підхід дозволяє отримувати практично застосовні рішення з оптимізації.

Подальший розвиток оптимізаційного підходу в моделюванні виробничих систем функціонально-планувальних рішень організації інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови передбачає використання багатоцільової (векторної) оптимізації, яка ґрунтується на вивченні простору локальних критеріїв з урахуванням їх важливості (пріоритету).

Якщо звернути увагу на три моменти: собівартість, капіталовкладення і продуктивність праці у проєкті організації інфраструктурних будівельних процесів, то не важко помітити, що вони є основними обмеженнями, що накладаються на проєкт впровадження ОТТЗ та ЛЗ. Вважається, що ефективне управління організаційно-технологічно-технічними заходами є ключем до успіху по всіх трьох показниках. Вартісні обмеження проєкту часто є найбільш критичними. В попередньому розділі було детально представлено впровадження організаційно-технологічно-технічних заходів на рівні проєкту організації інфраструктурних будівельних процесів та розв'язання завдання з урахуванням впровадження логістичних заходів відокремлене і не враховуючи міжсистемний зв'язок між ОТТЗ та ЛЗ. Завдання були розглянуті окремо одне від одного і отримані ефекти на відповідних етапах дослідження. Але в сучасних умовах виробничої діяльності будівельних організацій необхідно згенерувати ці два завдання в одне завдання. Тому нами, на основі системного моделювання та галузі знань логістика, було розроблено математичну модель організації будівництва в умовах функціонально-планувальної інфраструктури міст з урахуванням міжсистемних зв'язків враховуючи логістичні засади. Спеціальне значення приділяється методам системного дослідження, зокрема аналізу та

синтезу систем [64]. Аналіз дозволяє виявити компоненти, зв'язки і структуру системи, що досліджується. Синтез забезпечує об'єднання цих компонентів у єдину функціонуючу систему. Для аналізу та синтезу виробничих систем застосовуються економіко-математичні моделі. У загальному вигляді принципова схема системного підходу представлена на рисунку 3.1 [64]. На цьому рисунку показана процедура системного дослідження об'єктів, яка включає в себе наступні етапи: визначення цілей і завдань, вивчення зв'язків з оточуючим середовищем та обмежень; аналіз або синтез функцій і структури; опис компонентів системи; опис функціонування системи; оцінку ефективності і інтерпретацію отриманих результатів..

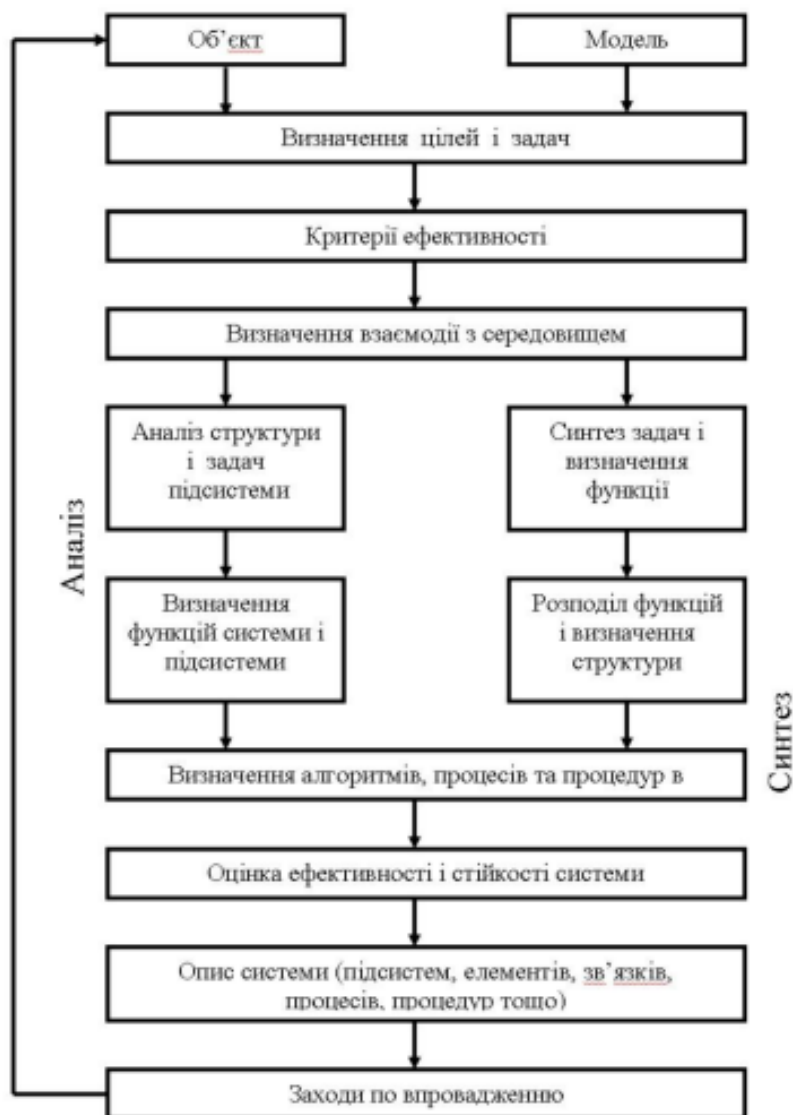


Рисунок 3.1 - Принципова схема системного моделювання [64]

В даний час на різних стадіях планування та підготовки будівельного виробництва існує можливість вибору раціонального плану організаційно-технологічно-технічних заходів з великого числа можливих варіантів. Вибір найбільш раціонального вирішення потребує виконання варіантного проектування. Однак сучасна практика проектування і підготовки будівельного виробництва утруднює такий вибір внаслідок необхідних додаткових витрат праці фахівців. Тому, як правило, приймаються далеко не раціональні єдині рішення, засновані на інтуїції фахівця, що приймає рішення. Варіантне проектування без значного збільшення кількості фахівців може здійснюватися лише на якісному новому рівні шляхом розробки та впровадження нових методів автоматизованого проектування організаційно-технологічно-технічних заходів на основі створення і застосування спеціальних методів вибору раціональних варіантів.

Розробці методів оцінки ОТТЗ в будівництві приділяється значне місце як у

Розглянемо проєкт ОТТЗ для оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови (табл. 3.1). А також задля оптимізації інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови і впливу на ОТТЗ запровадим логістичні системи – концепції у вигляді ЛЗ (табл. 3.2).

Таблиця 3.1 - Проєкт ОТТЗ оптимізації організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови

и х	Z_i	Найменування організаційно-технологічно-технічних заходів ОТТЗ
	1	2
н а у к	Z1	1. Здійснення технічного і технологічного виробництва земляних робіт (застосування підкрилок) з урахуванням умов щільної міської забудови, тис. м
	Z2	2 Удосконалення методів і способів виробництва залізобетонних робіт нульового циклу (фундаменти, стін підвалу) враховуючи існуючі будови, тис. м ³

о

в

и

х

Z3	3. Підвищення ефективності технічного і технологічного потенціалу виробництва надземних робіт (здійснення безперервного технологічного процесу з укладання плит перекриття), враховуючи щільну міську забудову, шт
Z4	4. Реалізація своєчасного та інтегрованого процесу підготовки виробництва робіт з монтажу монолітного каркасу будівлі, з урахуванням контексту щільної міської забудови, використовуючи сучасні технології, такі як роботизовані системи та 3D-друк, для точного виробництва будівельних елементів та скорочення строків будівництва, тис м ³
Z5	5. Раціоналізація організації технологічного процесу по монтажу залізобетонних конструкцій (сходових маршів та площадок) враховуючи умови щільної міської забудови, шт
Z6	6. Бетонування монолітних конструкцій в незнімній опалубці з комплексною механізацією роботи (постачання, подачі, укладання бетону), враховуючи умови щільної міської забудови, тис. м ³

Таблиця 3.2 – Вихідні дані ОТТЗ

Z _i	Δ C _i скорочен ня собівар- тість БМР на од. вим. грн.	Δ K _i питомі кап. вкладен ня грн.	Δ Q _i Скороче ння витрат праці на од. вим. чол-дн.	Об'єми даного виду ОТТЗ	ефективність заходів на макс.обсяг ОТТЗ		
					Δ C _i Скорочен ня собіварто сті БМР	Δ Q _i Економі я витрати праці	Δ K _i Додатк ові кап. вкладе ння
1	3	4	5	2	7	8	9
Z1	c1	k1	q1	O1	C1	Q1	K1
Z2	c2	k2	q2	O2	C2	Q2	K2
Z3	c3	k3	q3	O3	C3	Q3	K3
Z4	c4	k4	q4	O4	C4	Q4	K4
Z5	c5	k5	q5	O5	C5	Q5	K5
Z6	c6	k6	q6	O6	C6	Q6	K6
					ΣC _i	ΣQ _i	ΣK _i

Таблиця 3.3 – Перелік логістичних систем– концепцій у вигляді ЛЗ для покращення ОТТЗ інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови

L _{ji}	Найменування логістичних систем – концепції ЛЗ для покращення ОТТЗ інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови
1	2
L ₁₁	Використання методів планування робіт у часі (Time-Space Planning) для забезпечення оптимального використання технічних ресурсів в умовах обмеженого простору
L ₁₂	Синхронізація графіків кількості транспортних засобів на дорогах та зменшення заторів
L ₂₁	Впровадження систем Just-In-Time: JIT підход передбачає доставку матеріалів, обладнання та робочої сили саме в той момент, коли вони необхідні на будівництві. Це допомагає уникнути надмірної інвентаризації та зменшити витрати на зберігання матеріалів. Такий підхід може бути корисним для оптимізації процесів будівництва та зменшення витрат.
L ₂₂	Використання методів планування часу та простору (Time-Space Planning) це методологія організації та управління процесами та ресурсами, яка спрямована на оптимізацію використання часу та простору в рамках певного проекту або операції.
L ₃₁	Застосування логістичної концепції "Urban Logistics"- Lean-принципів та методології для оптимізації внутрішніх робочих процесів на будівельному майданчику, включаючи укладання плит перекриття.
L ₃₂	Використання сучасних технологій, таких як системи GPS, IoT-рішення та платформи для контролю доставок, щоб забезпечити точну та ефективну доставку ресурсів
L ₄₁	Total Productive Maintenance, TPM: TPM спрямований на забезпечення оптимального стану обладнання для мінімізації перебоїв і покращення ефективності виробництва
L ₄₂	Construction Digital Logistics дозволяє забезпечити ефективне виробництво та монтаж будівельних елементів, точну координацію всіх процесів і ресурсів, а також скоротити строки будівництва. Вона використовує передові технології та інтегровані підходи для досягнення цих цілей, особливо в умовах міської забудови та обмеженого простору.
L ₅₁	Координація графіків доставок: Синхронізація графіків доставок для різних постачальників з метою зниження кількості транспортних засобів на дорогах та зменшення заторів

L ₅₂	Впровадження систем Just-In-Time: JIT підход передбачає доставку матеріалів, обладнання та робочої сили саме в той момент, коли вони необхідні на будівництві. Це допомагає уникнути надмірної інвентаризації та зменшити витрати на зберігання матеріалів. Такий підхід може бути корисним для оптимізації процесів будівництва та зменшення витрат.
L ₆₁	Construction Digital Logistics дозволяє забезпечити ефективне виробництво та монтаж будівельних елементів, точну координацію всіх процесів і ресурсів, а також скоротити строки будівництва. Вона використовує передові технології та інтегровані підходи для досягнення цих цілей, особливо в умовах міської забудови та обмеженого простору.
L ₆₂	Використання методів планування часу та простору (Time-Space Planning) це методологія організації та управління процесами та ресурсами, яка спрямована на оптимізацію використання часу та простору в рамках певного проекту або операції

Таблиця 3.4 – Зв'язок та вплив логістичних заходів на ОТТЗ

Логістичні заходи ЛЗ, L _{ij}	ОТТЗ, Z _i					
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
L ₁₁	+					
L ₁₂	+					
L ₂₁		+				
L ₂₂		+				
L ₃₁			+			
L ₃₂			+			
L ₄₁				+		
L ₄₂				+		
L ₅₁					+	
L ₅₂					+	
L ₆₁						+
L ₆₂						+

Таблиця 3.5 - Вихідні дані можливостей логістичних заходів ЛЗ

Логістичні заходи ЛЗ, L _j			ОТТЗ, Z _i					
			Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
L ₁₁	Використання методів планування робіт у часі (Time-Space Planning) для забезпечення оптимального використання технічних ресурсів в умовах обмеженого простору	Об'єм	V1					
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн	S11					
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..	T11					
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн	I11					
L ₁₂	Синхронізація графіків кількості транспортних засобів на дорогах та зменшення заторів	Об'єм	V2					
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн	S12					
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..	T12					
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн	I12					
L ₂₁	Впровадження систем Just-In-Time: JIT підход передбачає доставку матеріалів, обладнання та робочої сили саме в той момент, коли вони необхідні на будівництві. Це допомагає уникнути надмірної інвентаризації та зменшити витрати на зберігання матеріалів. Такий підхід може бути корисним для оптимізації процесів	Об'єм		V3				
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн		S21				
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..		T21				
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн		I21				

	будівництва та зменшення витрат.							
L ₂₂	Використання методів планування часу та простору (Time-Space Planning) це методологія організації та управління процесами та ресурсами, яка спрямована на оптимізацію використання часу та простору в рамках певного проекту або операції.	Об'єм		V4				
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн		S22				
		Скорочення трудоемкість на од. вим. чол-дн..		T22				
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн		I22				
L ₃₁	Застосування логістичної концепції "Urban Logistics"-Lean-принципів та методології для оптимізації внутрішніх робочих процесів на будівельному майданчику, включаючи укладання плит перекриття.	Об'єм			V5			
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн			S31			
		Зниження трудоемкість на од. вим. чол-дн..			T31			
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн			I31			
L ₃₂	Використання сучасних технологій, таких як системи GPS, IoT-рішення та платформи для контролю доставок, щоб забезпечити точну та ефективну доставку ресурсів	Об'єм			V6			
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн			S32			
		Скорочення трудоемкість на од. вим. чол-дн..			T32			
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн			I32			
L ₄₁	Total Productive Maintenance, TPM: TPM спрямований на забезпечення оптимального стану обладнання для мінімізації перебоїв і	Об'єм				V7		
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн				S41		
		Скорочення трудоемкість на од. вим. чол-дн..				T41		

	покращення ефективності виробництва	Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн				I41		
L ₄₂	Construction Digital Logistics дозволяє забезпечити ефективне виробництво та монтаж будівельних елементів, точну координацію всіх процесів і ресурсів, а також скоротити строки будівництва. Вона використовує передові технології та інтегровані підходи для досягнення цих цілей, особливо в умовах міської забудови та обмеженого простору	Об'єм				V8		
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн				S42		
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..				T42		
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн				I42		
L ₅₁	Координація графіків доставок: Синхронізація графіків доставок для різних постачальників з метою зниження кількості транспортних засобів на дорогах та зменшення заторів	Об'єм					V9	
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн					S51	
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..					T51	
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн					I51	
L ₅₂	Впровадження систем Just-In-Time: JIT підхід передбачає доставку матеріалів, обладнання та робочої сили саме в той момент, коли вони необхідні на будівництві. Це допомагає уникнути надмірної інвентаризації та зменшити витрати на зберігання матеріалів. Такий підхід може бути корисним	Об'єм					V10	
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн					S52	
		Зниження трудоемкості на од. вим. чол-дн..					T52	
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн					I52	

	для оптимізації процесів будівництва та зменшення витрат.							
L ₆₁	Construction Digital Logistics дозволяє забезпечити ефективне виробництво та монтаж будівельних елементів, точну координацію всіх процесів і ресурсів, а також скоротити строки будівництва. Вона використовує передові технології та інтегровані підходи для досягнення цих цілей, особливо в умовах міської забудови та обмеженого простору	Об'єм						V11
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн						S61
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..						T61
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн						I61
L ₆₂	Використання методів планування часу та простору (Time-Space Planning) це методологія організації та управління процесами та ресурсами, яка спрямована на оптимізацію використання часу та простору в рамках певного проекту або операції	Об'єм						V12
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн						S62
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..						T62
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн						I62

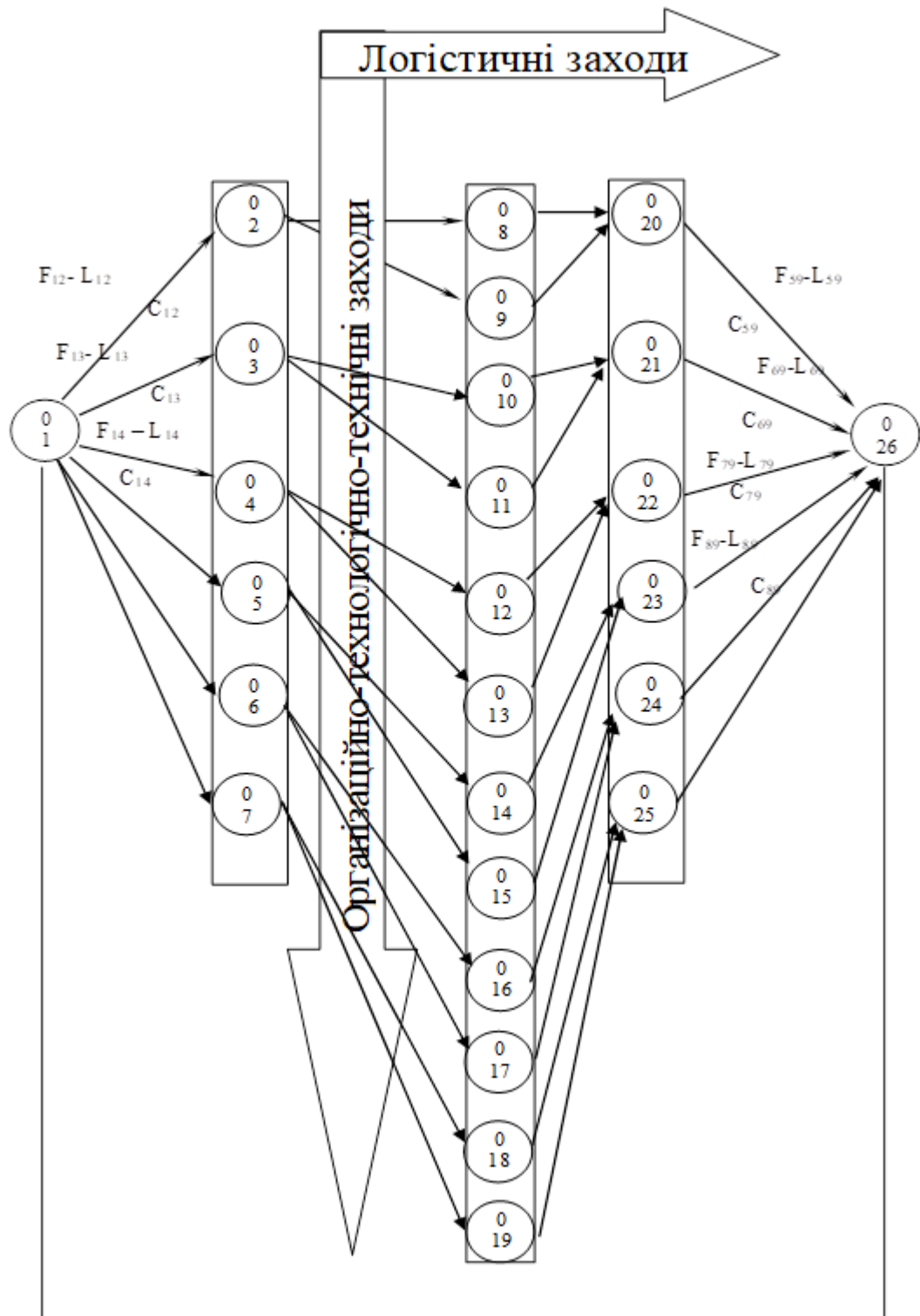


Рисунок 3.2- Графічно представлено оптимізаційну модель інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови враховуючи вплив організаційно-технологічно-технічного заходів ОТТЗ та логістичних підходів ЛЗ

Економічна користь при впровадженні кожного заходу буде збільшуватися на величину, що дорівнює різниці між зниженням собівартості певної частини додаткових питомих капітальних витрат для кожного ОТТЗ інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови, яка визначена в таблицях 3.2.

Таблиця 3.4 – Загальне представлення параметрів впливу ЛЗ на ОТТЗ інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови

Параметри впливу ЛЗ на ОТТЗ для підвищення ефективності організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови	
ΔС грн ОТТЗ за рахунок ЛЗ	$c_i + S_{ij} \cdot L_{ij} + S_{ij} \cdot L_{ij}$
ΔQ чол-дн ОТТЗ за рахунок логістичних витрат	$q_i + T_{ij} \cdot L_{ij} + T_{ij} \cdot L_{ij}$
ΔK, грн.	$k_i + I_{ij} \cdot L_{ij} + I_{ij} \cdot L_{ij}$

Математичний модуль параметрів проекту плану ОТТЗ інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови з урахуванням впливу ЛЗ отримання економ. ефект на од. вим. грн.:

$$E^{\Phi} = \sum_{i=1}^m (c_i + S_{ij} \cdot L_{ij} + S_{ij} \cdot L_{ij}) - (k_i + I_{ij} \cdot L_{ij} + I_{ij} \cdot L_{ij}) \cdot E_n$$

Для реалізації оцінки впроваджуваних обсягів ОТТЗ інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови потрібний розгляд основних показників: собівартість, трудовитрати та капвкладення.

Результат варіювання:

- 1) Обмеження ОТТЗ: $Z_i \leq O_i$; $-Z_i \leq 0$
- 2) Обмеження з урахуванням ЛЗ: $L_{ij} \leq V_i$, $-L_{ij} \leq 0$
- 3) Обмеження, відповідно до вимог інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої забудови:

зниження собівартості ΔC_{ij} :

$$\Delta C_{ij} = \begin{bmatrix} - (c1 + S11 \cdot L11 + S12 \cdot L12) \cdot 01 \\ - (c2 + S21 \cdot L21 + S22 \cdot L22) \cdot 02 \\ - (c3 + S31 \cdot L31 + S32 \cdot L32) \cdot 03 \\ - (c4 + S41 \cdot L41 + S42 \cdot L42) \cdot 04 \\ - (c5 + S51 \cdot L41 + S52 \cdot L42) \cdot 05 \\ - (c6 + S61 \cdot L41 + S62 \cdot L42) \cdot 06 \end{bmatrix} \leq - C_{\text{заг}}$$

зниження витрат праці ΔQ_{ij} :

$$\Delta Q_{ij} = \begin{bmatrix} - (q1 + T11 \cdot L11 + T12 \cdot L12) \cdot 01 \\ - (q2 + T21 \cdot L21 + T22 \cdot L22) \cdot 02 \\ - (q3 + T31 \cdot L31 + T32 \cdot L32) \cdot 03 \\ - (q4 + T41 \cdot L41 + T42 \cdot L42) \cdot 04 \\ - (q5 + T51 \cdot L41 + T52 \cdot L42) \cdot 05 \\ - (q6 + T61 \cdot L41 + T62 \cdot L42) \cdot 06 \end{bmatrix} \leq - Q_{\text{заг}}$$

додаткові капітальні вкладення ΔK_{ij}

$$\Delta K_{ij} = \begin{bmatrix} (k1 + I11 \cdot L11 + I12 \cdot L12) \cdot 01 \\ (k2 + I21 \cdot L21 + I22 \cdot L22) \cdot 02 \\ (k3 + I31 \cdot L31 + I32 \cdot L32) \cdot 03 \\ (k4 + I41 \cdot L41 + I42 \cdot L42) \cdot 04 \\ (k5 + I51 \cdot L41 + I52 \cdot L42) \cdot 05 \\ (k6 + I61 \cdot L41 + I62 \cdot L42) \cdot 06 \end{bmatrix} \leq K_{\text{заг}}$$

4) Цільова функція:

$$U(z) = \begin{bmatrix} ((c1 + S11 \cdot L11 + S12 \cdot L12) - (k1 + I11 \cdot L11 + I12 \cdot L12)) \cdot E_n \cdot 01 \\ ((c2 + S21 \cdot L21 + S22 \cdot L22) - (k2 + I21 \cdot L21 + I22 \cdot L22)) \cdot E_n \cdot 02 \\ ((c3 + S31 \cdot L31 + S32 \cdot L32) - (k3 + I31 \cdot L31 + I32 \cdot L32)) \cdot E_n \cdot 03 \\ ((c4 + S41 \cdot L41 + S42 \cdot L42) - (k4 + I41 \cdot L41 + I42 \cdot L42)) \cdot E_n \cdot 04 \\ ((c5 + S51 \cdot L41 + S52 \cdot L42) - (k5 + I51 \cdot L41 + I52 \cdot L42)) \cdot E_n \cdot 05 \\ ((c6 + S61 \cdot L41 + S62 \cdot L42) - (k6 + I61 \cdot L41 + I62 \cdot L42)) \cdot E_n \cdot 06 \end{bmatrix} \rightarrow \max$$

Розглядаючи програми впровадження ОТТЗ за для досягнення мети скорочення собівартості, витрат праці і збільшення економічного ефекту здійснюється за рахунок впровадження та впливу n логістичних заходів на виконання ОТТЗ.

Кожен організаційно-технологічно-технічний захід забезпечує зниження собівартості робіт ΔC_{ij} грн., зниження трудовитрат при проведенні робіт на ΔQ_{ij}

чол.-дн., збільшення економічного ефекту на s_{ij} грн. і можливі k_{ij} грн. додаткові капітальні вкладення при впливі L_{ij} .

Впровадження:

- ОТТЗ відзначається: $Z_i (c_i, q_i, k_i, E_{ni} * k_i, m_i), \in 1 \leq i \leq n$.
- ЛЗ відзначається: $L_{ij} (s_{ij}, t_{ij}, I_{ij}, E_{ni} * d_{ij}, m_{ij}), \in 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq k_i$.

Кожний ОТТЗ (Z_i) модифікується за рахунок впровадження L_{ij} . Кожний логістичний захід L_{ij} ($L_{ij}, 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq k_i$) додатково забезпечує для Z_i ($Z_i, 1 \leq i \leq n$) ΔC_i робіт на s_{ij} грн., ΔQ_i на t_{ij} чол.-дн., збільшує E^Φ на s_{ij} грн. та вимагає I_{ij} грн. додаткових капітальних вкладень ΔK_{ij} .

$V_{\max} \rightarrow L_{ij}$ ($L_{ij}, 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq k_i$) складають m_{ij} одиниць.

Це представлення оптимізаційної економіко-математичної моделі призводить до того, що параметри виконання ОТТЗ ($Z_i (c_i, q_i, k_i, E_{ni} * k_i, m_i)$) стають функціонально залежними від параметрів ЛЗ ($L_{ij}, 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq k_i$) і втрачають свій характер сталих величин.

І тоді цільова функція, що визначає сумарно-скомпонований ефект, набуває вигляду:

$$\sum_{i=1}^n ((c_i - E_{ni} k_i) + \sum_{j=1}^{k_i} (s_{ij} - E_{ni} I_{ij}) V_{ij}) O_i \rightarrow \max \quad (3.1)$$

Низка обмежень:

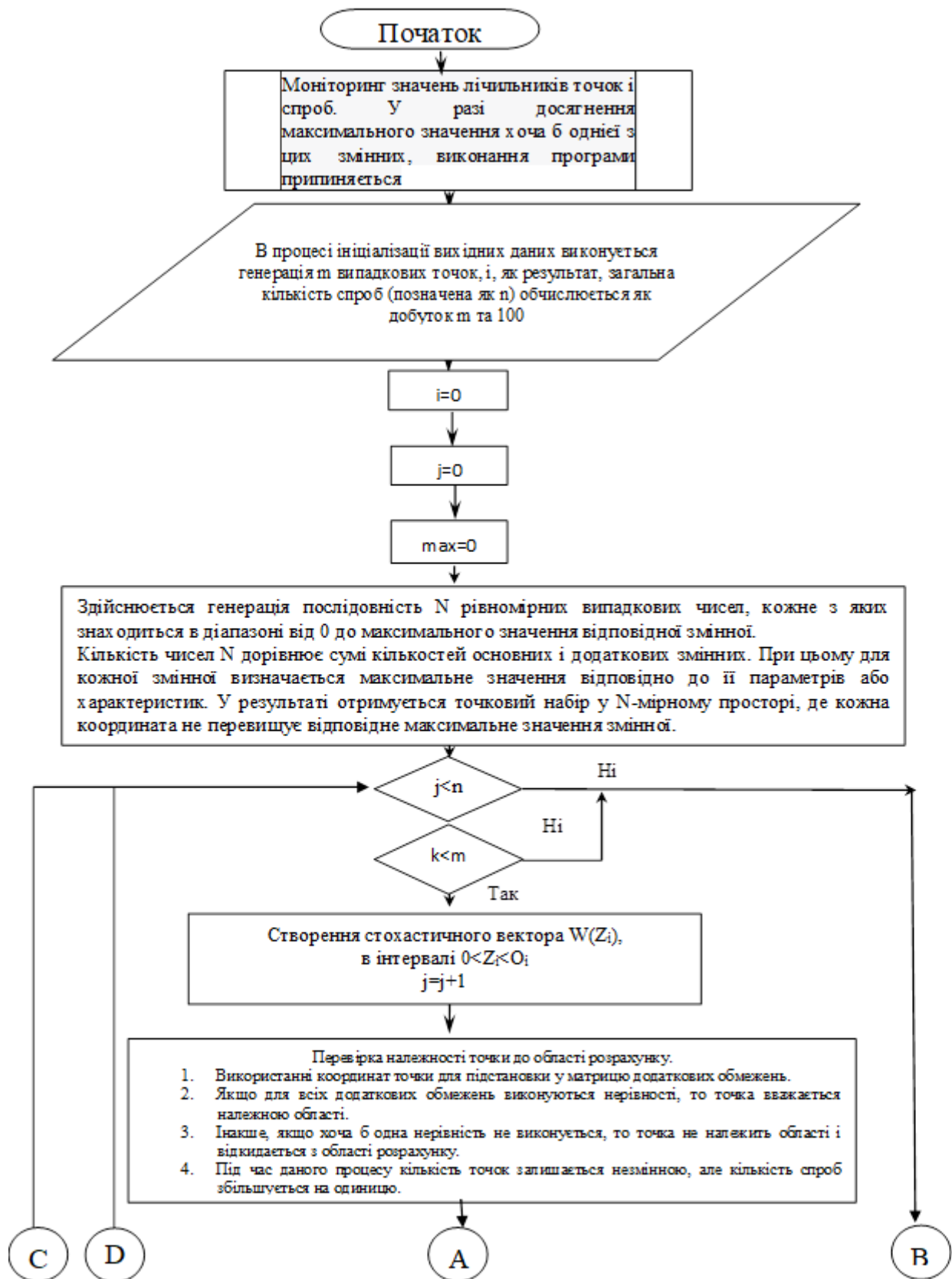
- 1) $O_{\max} \rightarrow OTT3 \in 0 \leq O_i \leq m_i, i$ із $1 \leq i \leq n$
- 2) $V_{\max} \rightarrow L_{ij} \rightarrow Z_i \in 0 \leq V_{ij} \leq m_{ij}, i$ із $1 \leq i \leq n$ та j з $1 \leq j \leq k_i$
- 3) Обмеження моделі, $L_{ij} \rightarrow Z_i$:

$$3.1 \Delta C_{ij} \rightarrow \sum_{i=1}^n (c_i + (\sum_{j=1}^{k_i} s_{ij} L_{ij}) V_{ij}) O_i \geq C_{\text{заг}} \quad (3.2)$$

$$3.2 \Delta Q_{ij} \rightarrow \sum_{i=1}^n (q_i + (\sum_{j=1}^{k_i} t_{ij} L_{ij}) V_{ij}) O_i \geq Q_{\text{заг}} \quad (3.3)$$

$$3.3 \Delta K_{ij} \rightarrow \sum_{i=1}^n (k_i + (\sum_{j=1}^{k_i} I_{ij} L_{ij}) V_{ij}) O_i \geq K_{\text{заг}} \quad (3.4)$$

Сукупний математичний модуль $L_{ij} \rightarrow Z_i$ показана на рисунку 3.3.



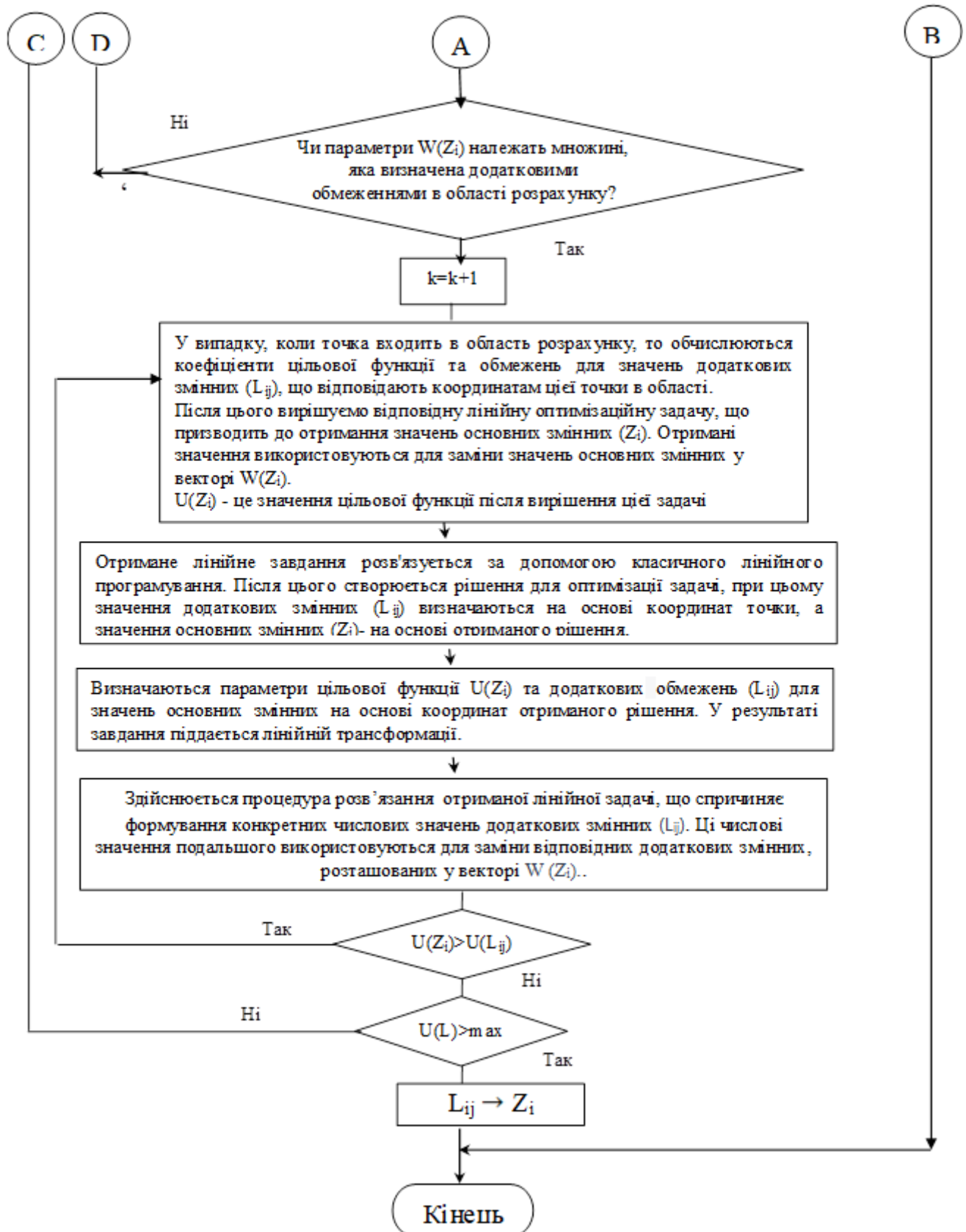


Рисунок 3.3 - Алгоритмізація загального формулювання математичного модуля $L_{ij} \rightarrow Z_i$ оптимізаційного завдання з обмеженнями

Інтерфейс вікна «Оптимізація заходів» (рис. 3.4) складається із п'яти покрокових етапів – це змінні і значення, обмеження, цільова функція, точка входу та результат. Детально наведемо кожну дію окремо.

The screenshot shows a window titled 'ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ' with a menu bar 'Файл Дія'. Below the menu is a tab bar with five tabs: 'Змінні і значення' (selected), 'Обмеження', 'Цільова функція', 'Точка входу', and 'Результат'. The main area is divided into two panels: 'Основні змінні' on the left and 'Допоміжні змінні' on the right. Each panel contains a large text area for input and two buttons at the bottom: 'Додати' (Add) and 'Видалити' (Delete). In the 'Основні змінні' panel, the first input field shows '0 ≤ Z1 ≤ 0.0'. In the 'Допоміжні змінні' panel, the first input field shows '0 ≤ L1 ≤ 0.0'.

Рисунок 3.4 – Вікно введення даних програми «Оптимізація заходів»

1. Введення початкових даних (див. рис. 3.5)

This screenshot shows the same window as Figure 3.4, but with multiple input fields populated. The 'Основні змінні' panel contains nine input fields, each showing a constraint like '0 ≤ Z1 ≤ 0.0', '0 ≤ Z2 ≤ 0.0', up to '0 ≤ Z9 ≤ 0.0'. The 'Допоміжні змінні' panel contains ten input fields, each showing a constraint like '0 ≤ L1 ≤ 0.0', '0 ≤ L2 ≤ 0.0', up to '0 ≤ L10 ≤ 0.0'. The 'Додати' and 'Видалити' buttons are still present at the bottom of each panel.

Рисунок 3.5 – Етап введення змінних

Етап «Введення змінних» дозволяє ввести кількість та значення основних організаційно-технологічно-технічних заходів, які розглядаються як покращення виконання БМР, а також введення кількості та значення додаткових значень тобто логістичних підходів, а в нашому випадку логістичних заходів, що впливають на ОТТЗ та їх впровадження, в цілому сутність цих заходів та їх міжсистемний зв'язок – це інноваційний інструментарій який дає можливість удосконалити або покращити організацію будівельних процесів в умовах щільної міської забудови. Кількість введення змінних не обмежується.

2. Введення обмежень трьох основних факторів (собівартість, витрати праці, капвкладення).

	L1	const
Z1	0.0	0.0
const	0.0	0.0

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	const
Z1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
const	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Рисунок 3.6 – Вікно «Обмеження»

Функція вікна «Обмеження» дозволяє ввести обмеження, кількість яких не обмежується. В якості обмежень в нашому випадку виступають основні показники організації виробничого процесу це собівартість, працевитрати та додаткові інвестиції або капвкладення, які призначенні для впровадження ОТТЗ та ЛЗ.

3. Розрахунок цільової функції

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ

Файл Дія

Змінні і значення Обмеження Цільова функція Точка входу Результат

L1 const

Z1 0.0 0.0

const 0.0 0.0

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ

Файл Дія

Змінні і значення Обмеження Цільова функція Точка входу Результат

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	const
Z1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Z9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
const	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Рисунок 3.8 – Вікно «Цільова функція»

На цьому етапі проводиться розрахунок цільової функції:

$$\sum_{i=1}^n ((c_i - E_{Hi} k_i) + \sum_{j=1}^{k_i} (s_{ij} - E_{Hi} I_{ij}) V_{ij}) O_i \rightarrow \max$$

4. Введення кількості точок для розрахунку:

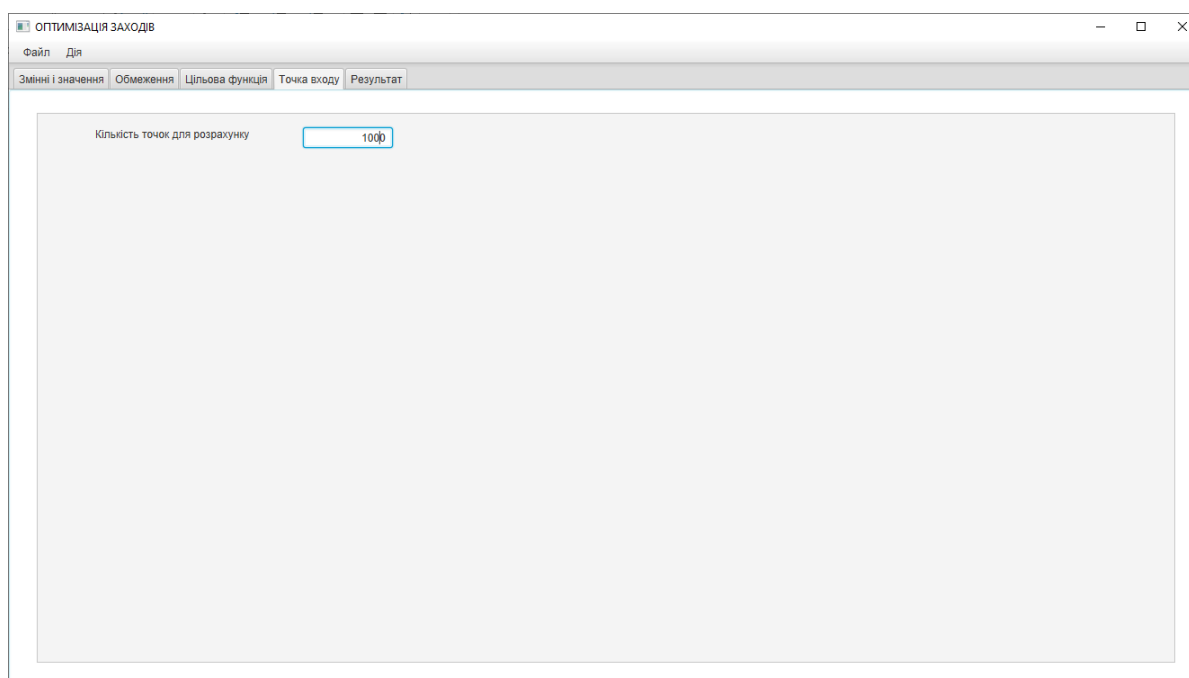


Рисунок 3.9 – Вікно «Кількість точок для розрахунку»

Сутність цієї процедури це перевіряється значення лічильників точок і спроб для розрахунку можливих оптимальних об'ємів ОТТЗ та ЛЗ.

5. Проводимо розрахунок



На останньому етапі проводиться функція розрахунку де буде отримано інформацію: по-перше які заходи можна запроваджувати, а які недоцільні; по-друге - оптимізацію і впровадження обсягів ОТТЗ з урахуванням впливу на них додаткових умов, тобто логістичних заходів ЛЗ.

Отримані результати сприятимуть підвищенню економічної ефективності раціонального впровадження логістичних заходів на ОТТЗ, а також вдосконаленню моделювання процесів управління обсягами ОТТЗ через розробку відповідної композиції моделювання.

ВИСНОВКИ ДО 3 РОЗДІЛУ

Доведена необхідність розробки нової методики планування, організації і управління оптимальними обсягами організаційно-технологічно-технічними заходами за рахунок логістичних підходів-концепцій, які дають реальні можливості скоротити основні показники собівартість та трудовитрати виконання будівельно-монтажних робіт. Це на сьогодні є одним з варіантів розв'язання виробничих задач будівельної галузі, як складової загальної економічної системи країни.

Логістика є спеціалізованим науково-прикладним модулем сучасного розвитку організації будівельних процесів як спеціалізованих функціонально-логістичних елементів в умовах ущільненої забудови з оптимізацією функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст, що на відміну від існуючих дозволяє:

- ✓ змінити уявлення щодо термінологічної сутності терміну «логістика» як наукової теорії, методології та практики у застосуванні до потреб будівельної галузі в умовах невизначеності та ущільненої міської забудови;
- ✓ розглядати «будівництво» як динамічну, модульну, мобільну складноструктуровану галузь народного господарства в умовах ущільненої міської забудови;
- ✓ моделювати організацію будівельних процесів як спеціалізованих функціонально-логістичних елементів в умовах ущільненої забудови з оптимізацією функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст;
- ✓ взаємопов'язувати сутність ОТТЗтаЛЗ, їх аналітичні можливості та математично-логістичні моделі в умовах ущільненої забудови.

РОЗДІЛ 4

ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ІНФРАСТРУКТУРНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ ЗАБУДОВИ

Впровадження ОТЗталІЗ на будівельному об'єкті враховуючи міську ущільнену забудову

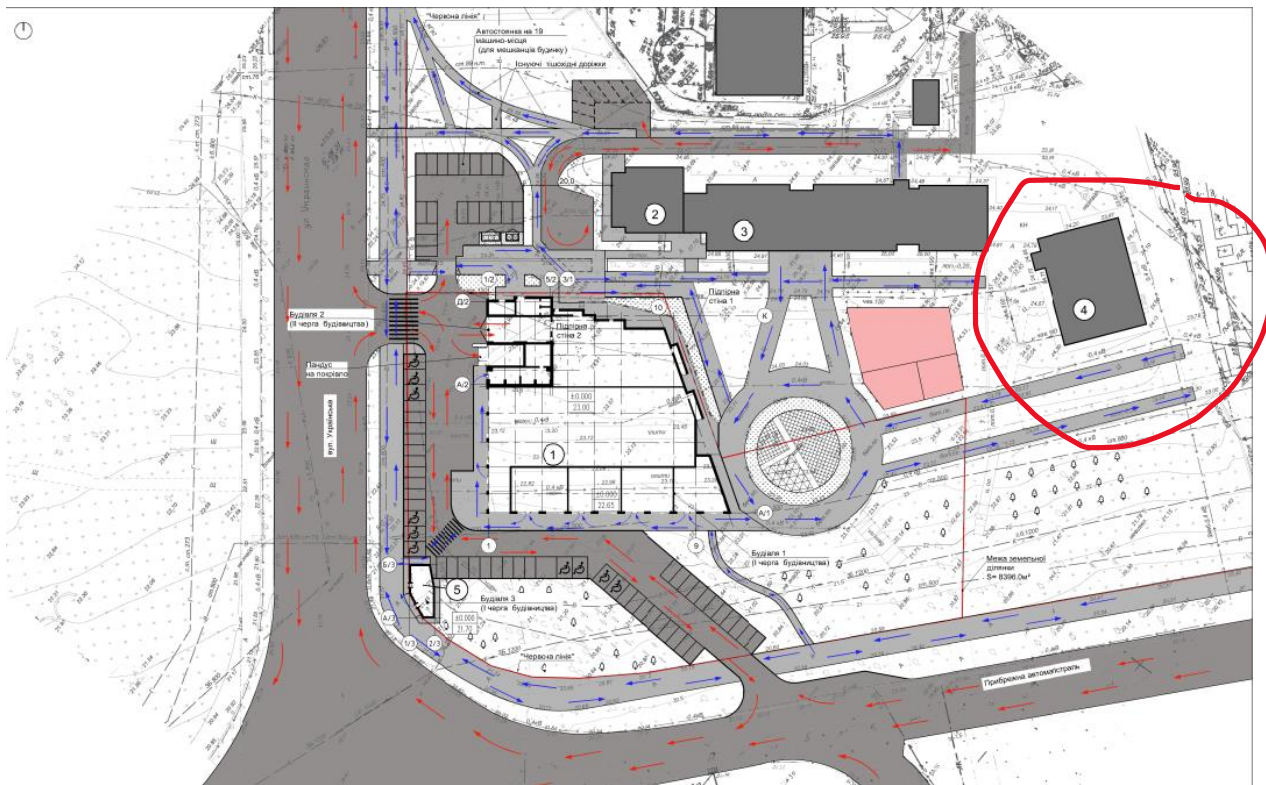


Рисунок 4.1 – Будгенплан існуючої багатоповерхової житлової будівлі в умовах щільної міської забудови. Будинок під номером 4, наш приклад

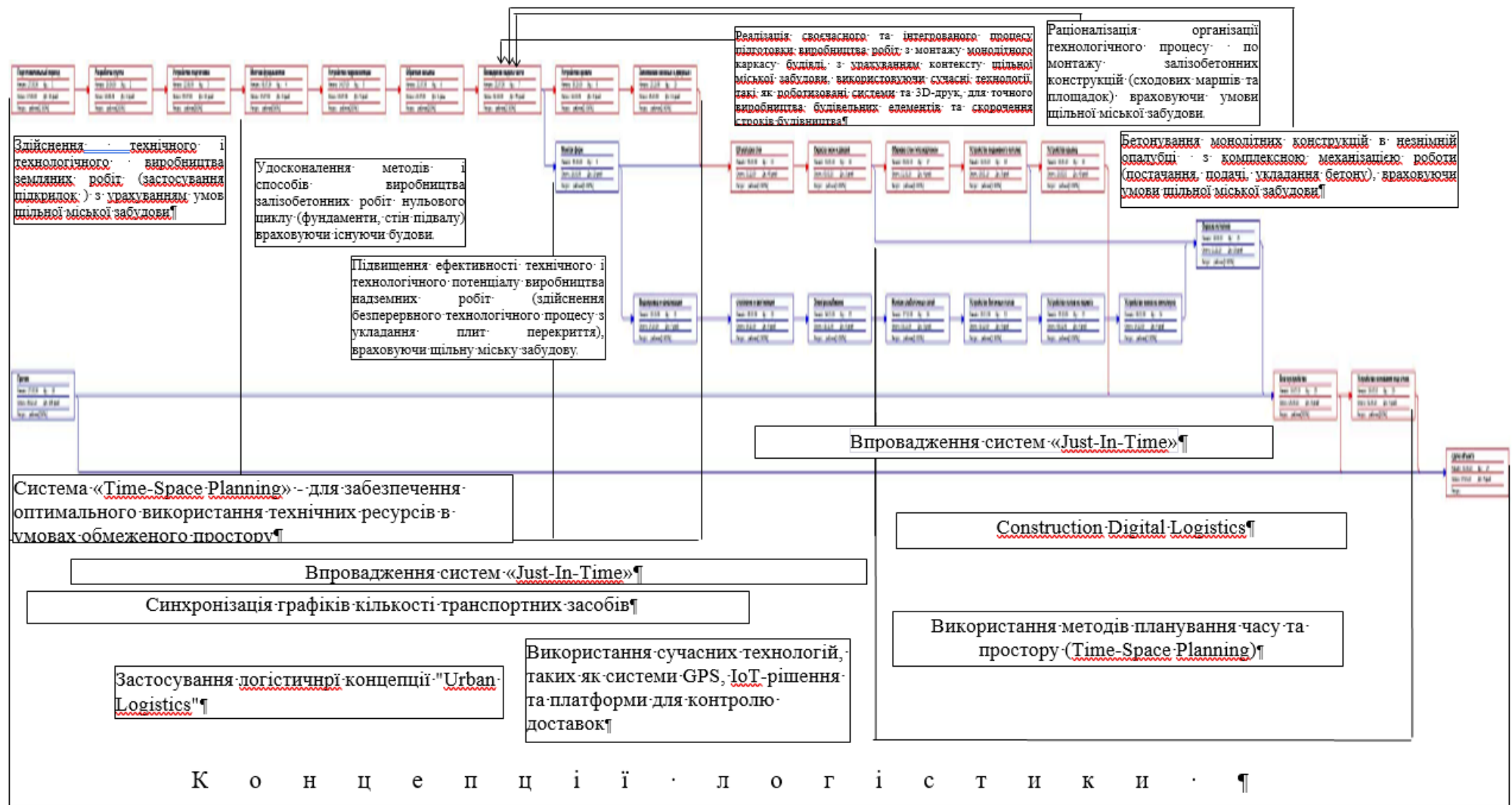


Рисунок 4.2.—Удосконалення організаційних процесів використовуючи концепції логістики

Таблиця 4.1 - Вихідні дані ОТТЗ

Z _i	Δ C _i скороче ння собівар -тість БМР на од. вим. грн.	Δ K _i питомі кап. вкладе ння грн.	Δ Q _i Скороче ння витрат праці на од. вим. чол-дн.	Об'єми даного виду ОТТЗ	ефективність заходів на макс.обсяг ОТТЗ		
					Δ C _i Скороче ння собіварт ості БМР	Δ Q _i Скороче ння витрат праці	Δ K _i кап. вкладення
1	2	3	4	5	6	7	8
Z1	417	580	98	38	15846	3724	22040
Z2	390	470	76	58	22620	4408	27260
Z3	38	42	17	18	684	306	756
Z4	38	42	17	17	646	289	714
Z5	467	520	15	88	41096	1320	45760
Z6	385	420	18	79	30415	1422	33180

Таблиця 4.2 - Перелік ОТТЗ для покращення будівельного процесу БМР

Z _i	Найменування організаційно-технологічно-технічних заходів ОТТЗ
Z1	Здійснення технічного і технологічного виробництва земляних робіт (застосування підкрилок) з урахуванням умов щільної міської забудови, тис. м
Z2	Удосконалення методів і способів виробництва залізобетонних робіт нульового циклу (фундаменти, стін підвалу) враховуючи існуючі будови, тис. м ³
Z3	Підвищення ефективності технічного і технологічного потенціалу виробництва надземних робіт (здійснення безперервного технологічного процесу з укладання плит перекриття), враховуючи щільну міську забудову, шт
Z4	Реалізація своєчасного та інтегрованого процесу підготовки виробництва робіт з монтажу монолітного каркасу будівлі, з урахуванням контексту щільної міської забудови, використовуючи сучасні технології, такі як роботизовані системи та 3D-друк, для точного виробництва будівельних елементів та скорочення строків будівництва, тис м ³
Z5	Рационалізація організації технологічного процесу по монтажу залізобетонних конструкцій (сходових маршів та площадок) враховуючи умови щільної міської забудови, шт
Z6	Бетонування монолітних конструкцій в незнімній опалубці з комплексною механізацією роботи (постачання, подачі, укладання бетону), враховуючи умови щільної міської забудови, тис. м ³

Таблиця 4.2 - Вихідні дані можливостей логістичних заходів ЛЗ

Логістичні заходи ЛЗ, L _j			ОТТЗ, Z _i					
			Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
L ₁₁	Використання методів планування робіт у часі (Time-Space Planning) для забезпечення оптимального використання технічних ресурсів в умовах обмеженого простору	Об'єм	20					
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн	55					
		Скорочення трудоемкість на од. вим. чол-дн..	0,2					
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн	75					
L ₁₂	Синхронізація графіків кількості транспортних засобів на дорогах та зменшення заторів	Об'єм	40					
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн	25					
		Скорочення трудоемкість на од. вим. чол-дн..	2					
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн	55					
L ₂₁	Впровадження систем Just-In-Time: JIT підход передбачає доставку матеріалів, обладнання та робочої сили саме в той момент, коли вони необхідні на будівництві. Це допомагає уникнути надмірної інвентаризації та зменшити витрати на зберігання матеріалів. Такий підхід може бути корисним	Об'єм		55				
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн		45				
		Скорочення трудоемкість на од. вим. чол-дн..		3				
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн		25				

L ₂₂	Використання методів планування часу та простору (Time-Space Planning) це методологія організації та управління процесами та ресурсами, яка спрямована на оптимізацію використання часу та простору в рамках певного проекту або операції	Об'єм		35				
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн		20				
		Скорочення трудоемкість на од. вим. чол-дн..		0,5				
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн		15				
L ₃₁	Застосування логістичної концепції "Urban Logistics"-Lean-принципів та методології для оптимізації внутрішніх робочих процесів на будівельному майданчику, включаючи укладання плит перекриття.	Об'єм			20			
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн			7			
		Зниження трудоемкість на од. вим. чол-дн..			3			
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн			15			
L ₃₂	Використання сучасних технологій, таких як системи GPS, IoT-рішення та платформи для контролю доставок, щоб забезпечити точну та ефективну доставку ресурсів	Об'єм			20			
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн			10			
		Скорочення трудоемкість на од. вим. чол-дн..			2			
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн			10			
L ₄₁	Total Productive Maintenance, TPM: TPM спрямований на забезпечення оптимального стану обладнання для мінімізації перебоїв і покращення ефективності виробництва	Об'єм				20		
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн				10		
		Скорочення трудоемкість на од. вим. чол-дн..				7		
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн				2		

L ₄₂	Construction Digital Logistics дозволяє забезпечити ефективне виробництво та монтаж будівельних елементів, точну координацію всіх процесів і ресурсів, а також скоротити строки будівництва. Вона використовує передові технології та інтегровані підходи для досягнення цих цілей, особливо в умовах міської забудови та обмеженого простору	Об'єм				20		
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн				10		
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..				1		
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн				25		
L ₅₁	Координація графіків доставок: Синхронізація графіків доставок для різних постачальників з метою зниження кількості транспортних засобів на дорогах	Об'єм					35	
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн					65	
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..					3	
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн					75	
L ₅₂	Впровадження систем Just-In-Time: JIT підход передбачає доставку матеріалів, обладнання та робочої сили саме в той момент, коли вони необхідні на будівництві. Це допомагає уникнути надмірної інвентаризації та зменшити витрати на зберігання матеріалів. Такий підхід може бути корисним для оптимізації процесів	Об'єм					35	
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн					45	
		Зниження трудоемкості на од. вим. чол-дн..					0,5	
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн					65	

	будівництва та зменшення витрат.							
L ₆₁	Construction Digital Logistics дозволяє забезпечити ефективне виробництво та монтаж будівельних елементів, точну координацію всіх процесів і ресурсів, а також скоротити строки будівництва. Вона використовує передові технології та інтегровані підходи для досягнення цих цілей, особливо в умовах міської забудови та обмеженого простору	Об'єм						27
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн						25
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..						0,5
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн						35
L ₆₂	Використання методів планування часу та простору (Time-Space Planning) це методологія організації та управління процесами та ресурсами, яка спрямована на оптимізацію використання часу та простору в рамках певного проекту або операції	Об'єм						14
		Скорочення логістичних витрат на од. вим. грн						35
		Скорочення трудоемкості на од. вим. чол-дн..						0,2
		Додат. питомі капітал. вкладення. на од. вим. грн						40

4.2. Ефективність застосування розробленої моделі

Проведемо розрахунок поставленого завдання, що детально описаний в п. 4.1. за допомогою розробленої композиції математичного моделювання у вигляді програми «Оптимізація заходів». Використовуємо дані з таблиць 4.1 - 4.3.

1. Введення початкових даних табл. 4.1 та 4.2.

The screenshot shows the 'ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ' application window. The 'Змінні і значення' tab is active. The 'Основні змінні' panel lists six variables with their values: 0≤Z1≤ 38.0, 0≤Z2≤ 58.0, 0≤Z3≤ 18.0, 0≤Z4≤ 17.0, 0≤Z5≤ 88.0, and 0≤Z6≤ 79.0. The 'Допоміжні змінні' panel lists twelve variables with their values: 0≤L1≤ 20.0, 0≤L2≤ 40.0, 0≤L3≤ 55.0, 0≤L4≤ 35.0, 0≤L5≤ 20.0, 0≤L6≤ 20.0, 0≤L7≤ 20.0, 0≤L8≤ 20.0, 0≤L9≤ 34.0, 0≤L10≤ 34.0, 0≤L11≤ 27.0, and 0≤L12≤ 13.0. Both panels have 'Додати' and 'Видалити' buttons at the bottom.

Рисунок 4.3 - Введення початкових даних

2. Введення обмежень:

2.1 Обмеження по собівартості

зниження собівартості

$$\begin{aligned}
 &-(417+55 \cdot L_{11}+25 \cdot L_{12}) \cdot Z_1 - (390+45 \cdot L_{21}+20 \cdot L_{22}) \cdot Z_2 - (38+7 \cdot L_{31}+10 \cdot L_{32}) \cdot Z_3 \\
 &-(38+7 \cdot L_{41}+10 \cdot L_{42}) \cdot Z_4 - (467+65 \cdot L_{51}+45 \cdot L_{52}) \cdot Z_5 - \\
 &-(385+25 \cdot L_{61}+35 \cdot L_{62}) \cdot Z_6 \leq -110000
 \end{aligned}$$

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	const
Z1	55	25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	417.0
Z2	0.0	0.0	45	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	390.0
Z3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.0
Z4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.0
Z5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.0	45.0	0.0	0.0	467.0
Z6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	35.0	385.0
const	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-110000.0

Рисунок 4.4 - Введення обмежень по собівартості

2.2 Обмеження по працевитратам

зниження витрат праці

$$\begin{aligned}
 &-(98+0,2 \cdot L_{11}+2 \cdot L_{12}) \cdot Z_1 - (76+3 \cdot L_{21}+0,5 \cdot L_{22}) \cdot Z_2 - (17+3 \cdot L_{31}+2 \cdot L_{32}) \cdot Z_3 - \\
 &(17+2 \cdot L_{41}+1 \cdot L_{42}) \cdot Z_4 - (15+2,5 \cdot L_{51}+0,5 \cdot L_{52}) \cdot Z_5 - \\
 &-(18+0,5 \cdot L_{61}+0,2 \cdot L_{62}) \cdot Z_6 \leq -13000
 \end{aligned}$$

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	const
Z1	0.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.0
Z2	0.0	0.0	3.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.0
Z3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0
Z4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0
Z5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.5	0.0	0.0	15.0
Z6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	18.0
const	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-13000.0

Рисунок 4.5 - Введення обмежень по витратам праці

2.3 Обмеження по капвкладенням

додаткові капітальні вкладення

$$(580+75 \cdot L_{11}+55 \cdot L_{12}) \cdot Z_1 + (470+25 \cdot L_{21}+15 \cdot L_{22}) \cdot Z_2 + (42+15 \cdot L_{31}+10 \cdot L_{32}) \cdot Z_3 + \\ + (42+10 \cdot L_{41}+25 \cdot L_{42}) \cdot Z_4 + (520+75 \cdot L_{51}+65 \cdot L_{52}) \cdot Z_5 + (420+35 \cdot L_{61} + 40 \cdot L_{62}) \cdot Z_6 \\ \leq 150000$$

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	const
Z1	-75.0	-55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-580.0
Z2	0.0	0.0	-25.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-470.0
Z3	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-42.0
Z4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-10.0	-25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-42.0
Z5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-75.0	-65.0	0.0	0.0	-520.0
Z6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.0	-40.0	-420.0
const	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	150000.0

Рисунок 4.6 - Введення обмежень по капвкладенням

3. Розрахунок цільової функції

Цільова функція, яка максимізує річний економічний ефект:

$$((417+55 \cdot L_{11}+25 \cdot L_{12}) - 0,15 \cdot (580+75 \cdot L_{11}+55 \cdot L_{12})) \cdot Z_1 + \\ + ((390+45 \cdot L_{21}+20 \cdot L_{22}) - 0,15 \cdot (470+25 \cdot L_{21}+15 \cdot L_{22})) \cdot Z_2 + \\ + ((38+7 \cdot L_{31}+10 \cdot L_{32}) - 0,15 \cdot (42+15 \cdot L_{31}+10 \cdot L_{32})) \cdot Z_3 + \\ + ((38+7 \cdot L_{41}+10 \cdot L_{42}) - 0,15 \cdot (42+10 \cdot L_{41}+25 \cdot L_{42})) \cdot Z_4 + \\ + ((467+65 \cdot L_{51}+45 \cdot L_{52}) - 0,15 \cdot (520+75 \cdot L_{51}+65 \cdot L_{52})) \cdot Z_5 + \\ + ((385+25 \cdot L_{61}+35 \cdot L_{62}) - 0,15 \cdot (420+35 \cdot L_{61}+40 \cdot L_{62})) \cdot Z_6 \rightarrow \max$$

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ													
Файл Дія													
Змінні і значенняОбмеженняЦільова функціяТочка входуРезультат													
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	const
Z1	43.75	16.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	330.0
Z2	0.0	0.0	41.25	17.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	319.5
Z3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.75	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7
Z4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	-1.25	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7
Z5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.25	39.75	0.0	0.0	389
Z6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19	35	322
const	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Рисунок 4.7 - Розрахунок цільової функції

4. Ввод точки введення

Квазілінійна оптимізація

ФайлДія

Змінні і значенняОбмеженняЦільова функціяТочка входуРезультат

Кількість точок для розрахунку

100

Рисунок 4.8 - Точки введення

5. Проводимо розрахунок

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ

ФайлДія

Змінні і значенняОбмеженняЦільова функціяТочка входуРезультат

Point: Z1 = 0.0, Z2 = 55.0, Z3 = 20.0, Z4 = 0.0, Z5 = 0.0, Z6 = 15.755319148936163, L1 = 0.42263469081620264, L2 = 0.0, L3 = 55.0, L4 = 35.0, L5 = 0.0, L6 = 20.0, L7 = 0.0, L8 = 0.0, L9 = 34.0, L10 = 34.0, L11 = 0.0, L12 = 13.0
Value: 192798.38297872338

Рисунок 4.9 - Розрахунок

Point: $Z_1 = 0.0$, $Z_2 = 55.0$, $Z_3 = 20.0$, $Z_4 = 0.0$, $Z_5 = 34.0$, $Z_6 = 15.755319148936163$,
 $L_1 = 0.42263469081620264$, $L_2 = 0.0$, $L_3 = 55.0$, $L_4 = 35.0$, $L_5 = 0.0$, $L_6 = 20.0$, L_7
 $= 0.0$, $L_8 = 0.0$, $L_9 = 34.0$, $L_{10} = 34.0$, $L_{11} = 0.0$, $L_{12} = 13.0$
 Value: 192798.38297872338

Таблиця 4.5 – Отримані оптимальні об'єми ОТТЗ з ЛЗ, та їх міжсистемні зв'язки

Z_i	L_i
$Z_1 = 0.0$, ←	$L_1 = 0.42$
	$L_2 = 0.0$,
$Z_2 = 55.0$, ←	$L_3 = 55.0$
	$L_4 = 35.0$,
$Z_3 = 20.0$ ←	$L_5 = 0.0$
	$L_6 = 20.0$,
$Z_4 = 0.0$ ←	$L_7 = 0.0$
	$L_8 = 0.0$,
$Z_5 = 34.0$ ←	$L_9 = 34.0$
	$L_{10} = 34.0$
$Z_6 = 16$ ←	$L_{11} = 0.0$
	$L_{12} = 13.0$
Цільова функція: Економічний ефект від впровадження ОТТЗ та ЛЗ	192798.383 грн

Останній розрахунок - це отримання інформації:

- по-перше які заходи можна запроваджувати, а які недоцільні, тому виконання БМР можна виконувати традиційним методами , тобто без залучення ОТТЗ та ЛЗ;
- по-друге - оптимізацію впровадження обсягів ОТТЗ з урахуванням впливу на них додаткових умов, тобто логістичних заходів ЛЗ;

- по-третє результат цільової функції – економічний ефект від впровадження обсягів ОТТЗ з урахуванням впливу на них додаткових умов, тобто логістичних заходів ЛЗ.

Отримані результати дозволяють підвищити економічний ефект на 17% (192798.42 грн) за рахунок раціонального впровадження логістичних заходів при реалізації ОТТЗ, удосконалити моделювання процесів управління обсягами ОТТЗ, у вигляді розробленої композиції моделювання.

ВИСНОВКИ ДО 4 РОЗДІЛУ

1. У результаті наукового дослідження з організації функціонально-планувальних рішень інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови було розв'язано завдання оптимізації організації з використанням розробленої економіко-математичної моделі впровадженні оптимальних обсягів ОТТЗ та впливу на них логістичних заходів.

2. Виявлено, що для визначення ефективності впроваджених обсягів ОТТЗ необхідно аналізувати можливості впливу логістичних підходів, у вигляді розробленого раціонального плану логістичних заходів, що дає можливість скоротити такі показники як собівартість і трудовитрати виконання будівельно-монтажних робіт в умовах ущільненої міської забудови. Доведено необхідність розробки нової парадигми організації та управління обсягами ОТТтаЛЗ в умовах ущільненої забудови.

3. Дослідження показали, що найбільш підходящим методом для управління ОТТтаЛЗ є використання методів математичного моделювання квазіоптимум, яке дозволяє ефективно визначати найбільш оптимальний варіант впровадження організаційно-технологічно-технічних та логістичних заходів, побачити їх міжсистемний зв'язок та вплив на основі встановлених обмежень.

4. Економічна ефективність цього дослідження виявляється у підвищенні ефективності організації інфраструктурних будівельних процесів в умовах ущільненої міської забудови за рахунок впровадження оптимальних обсягів ОТТЗ та ЛЗ.

5. Завдяки впровадженню раціональної програми ОТТЗ та впливу логістичних заходів на їх виробничий процес, отримано безумовний економічний ефект у розмірі 192798.42 грн.

6. Результати цього дослідження можуть бути корисними як для будівельних організацій, так і для промислових підприємств, які стикаються з аналогічними проблемами управління будівництвом в умовах ущільненої забудови.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі виконаних досліджень, викладених в дисертації, сформульовано та науково обґрунтовано пропозиції, сукупність яких можна кваліфікувати як теоретичні узагальнення і вирішення проблем з розвитку будівельної галузі за рахунок оптимізації організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови на основі теорії організації і логістики будівництва.

Відповідно до мети роботи вирішено поставлені завдання й отримано такі важливі наукові і практичні результати.

1. Сьогоднішній стан функціонування будівельної галузі України викликає необхідність проведення аналізу зарубіжних і вітчизняних наукових праць для оптимізації організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови. Виявлений шлях теоретично обґрунтований необхідністю істотного поліпшення методів організації та управління програм організаційно-технічного розвитку за рахунок оптимізації будівельних процесів використовуючи логістичні підходи у вигляді міжсистемних зв'язків складної виробничої системи, яка з високим ступенем надійності забезпечує оптимальні умови функціонування виробничих процесів, відповідно сучасним вимогам технології і організації будівельного процесу.
2. Сформульовано теоретико-методологічні та концептуальні основи управління програми організаційно-технічного розвитку в умовах ущільненої забудови в сучасних умовах, використовуючи галузь знань логістика, що передбачає комплексне вирішення завдання з оптимізації організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови, за рахунок організаційно-технічних та логістичних заходів, та міжсистемних зв'язків між ними. В рамках зазначеної концепції здійснено постановку задач з оптимізації організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови, які потребують подальшого наукового обґрунтування, і запропоновано теоретичні і методичні підходи до їх вирішення.

3. На основі системного підходу, обґрунтовано теоретичні положення ефективності використання ОТТЗ та ЛЗ на основі сітьового моделювання, основні положення віддзеркалені в аналітичному модулі оптимізаційних методів організації будівельних процесів в умовах міської забудови, в розрізі організаційно-технічно-технологічних заходів на мікрорівні та в проєкті впровадження фрагмента ОТТЗ та ЛЗ будівельної організації на рівні макрологістики, враховуючи показники собівартості, трудовитрат та капітальних вкладень.
4. Розроблена постановка задачі з управління програмами розвитку будівельного виробництва, як основної складової оптимізаційної моделі організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови, використовуючи платформу квазілінійного моделювання за умов зниження собівартості БМР і трудовитрат дозволяє аналізувати рішення у взаємозв'язку і динаміці на основі інформації різного ступеня визначеності і проводити обґрунтований вибір раціонального варіанту з урахуванням надійності його реалізації. Розроблена методологічна основа побудови квазілінійної моделі, яка розглядає системи розвитку будівництва та надає можливості ефективного управління ОТТЗ та ЛЗ з обліком міжсистемних зв'язків та досягненням ефективних результатів.
5. Розроблено модель ОТТЗ та ЛЗ, на основі квазілінійного моделювання за умов зниження собівартості БМР і трудовитрат, що дозволяє аналізувати вирішення у взаємозв'язку і динаміці на основі інформації різного ступеня визначеності і проводити обґрунтований вибір раціонального варіанту з урахуванням надійності його реалізації. Розроблено методичну основу побудови квазілінійної моделі, яка розглядає системи розвитку будівельного виробництва та надає можливості ефективного управління логістичною підсистемою будівельної організації з урахуванням впровадження логістичних заходів. Отримано результат підвищення економічного ефекту на 17% (192798.42 грн) за рахунок раціонального впровадження логістичних заходів при реалізації ОТТЗ.

6. Запропонована методика зручна і проста у використанні. Автоматизація обчислювальних процесів дозволяє в діалоговому режимі приймати рішення, дати їм оцінку і оперативно їх переглянути на основі сучасних інформаційних технологій.
7. Достовірність теоретичних результатів дисертаційного дослідження підтверджено їх ефективним застосуванням в рамках відповідних методик підприємствами різної галузевої належності (ПП «АЛСТЕП» (м. Запоріжжя); ТОВ «АНСТРОЙ», (м. Запоріжжя).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Jonsons, J. C., & Wood, D. F. (2007). *Contemporary Logistics*. New York: MacMillan.
2. Moller, C., & Johansen, J. (2005). *Paradigms in Logistics*. Department of Production. Denmark: University of Aalborg.
3. Авдєєва М. С., Тустановська, Л. В. Проблеми розвитку міського середовища. Вип. 2 (16) 2016. Особливості проектування житлових будинків в умовах щільної забудови. Київ, 2016.
4. Арутюнян, І. А. (Ред.). (2017). *Наукові основи розвитку будівельної галузі України*. Запоріжжя: Запорізька державна інженерна академія.
5. Арутюнян Е. Є., Арутюнян І. А. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТАНУ УЩІЛЬНЕНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ. Монографія: Європейський вектор модернізації економіки в умовах сталого розвитку промислового регіону / За загальною редакцією Метеленко Н. Київ: Інтерсервіс. 2021 С. 124-149.
6. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Методологія оптимізації будівельного виробництва в умовах щільної забудови. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2020. № 17. С. 6-12.
7. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Сучасні тенденції організації будівельного виробництва в умовах щільної міської забудови. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2020. № 43. С. 51-58.
8. Арутюнян І. А., Арутюнян Є. Е. Оптимізація будівельного виробництва за рахунок систематехнічних та логістичних підходів. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2021. № 19. С. 12-18. (Index Copernicus, GeoRef, ISSN1814-1161).
9. Арутюнян Є. Е. Інноваційний інструментарій удосконалення процесів організації будівництва в умовах ущільненої міської забудови. *Наука та прогрес*

транспорт. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2021. № 4(94). С. 43-50.

10. Арутюнян Є. Е. Оптимізаційна модель організації будівництва в умовах функціонально-планувальної інфраструктури міст. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2022. № 21. С. 5-12.

11. Арутюнян Є.Е, Арутюнян І.А, Михайлуца О.М, Пожуєв А.В. MATHEMATICAL TOOLS FOR SOLVING PRACTICAL PROBLEMS OF CONSTRUCTION USING CONSTRUCTION LOGISTICS APPROACHES. *Математичне моделювання*. Випуск 2(47). 2022. С. 82-89.

12. Бакулін Є. А. Визначення впливу нової забудови на фундаменти існуючих будівель. *Містобудування та територіальне планування*. С. 10–14.

13. Балджи М. Д., Карпов В. А., Ковальов А. І., Костусєв О. О., Котова І. М., Сментина Н. В. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків : навч. посіб. Одеса : ОНЕУ, 2013. 670 с.

14. Барабаш М. С., Київська К. І. Використання методів інтеграції для створення узагальненої інформаційної моделі будівельного об'єкта. *Управління розвитком складних систем*. 2016. № 25. С. 114–120.

15. Білоконь А. І. Організаційно-технологічні аспекти обґрунтування якісного і кількісного складу будівельних машин для реконструкції : автореф. дис. д-ра техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва». Харків : ХДТУБА, 1998. 35 с.

16. Билецкий О.Б, Михайлов В.С. Организационно-технологические основы АСУ в строительстве: учебник. Киев.: Будівельник 1983. 120 с.

17. Бліхарський З. Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд: навч. посібник. Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2008. 108 с.

18. Броневицький А. П. Особливості висотного будівництва в умовах ущільненої міської забудови в Україні. *Науковий вісник будівництва*, 2014. № 3. С. 45–48. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2014_3_12.

19. Бушуєв С.Д., Михайлов В.С., Лямка С.Д. Автоматизирование системы управления строительством: учебник. Киев: Будівельник, 1989. 254 с.

20. Воркут Т.А. Наукові основи управління логістичними системами в проектах розвитку ланцюгів постачань: дис. д-ра наук: 05.13.22. 2007. 473 с.

21. Волков В.П., Пшінько О.М., Павлов І.Д., & Арутюнян І.А. Управління логістичними системами. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2012. 259 с

22. Гавриляк А. І., Базарник І. Б., Кінаш Р. І. та ін. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель. Львів : Вид-во Нац. Ун-ту «Львівська політехніка», 2006. 537 с.

23. Галінський О.М., Садовський В.І., Пресич О.М., Мурасьова О.В. Вдосконалення нормативної бази з питань організації будівництва. Сучасні проблеми технічного регулювання у будівництві. Зб. праць, випуск 1. Київ : Міністерство освіти і науки України, КНУБіА. 2015. С 20-23.

24. Гавриляк А.І., Базарник І.Б., Кінаш Р.І. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель: навч. посібник для внз. Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2006. 539 с.

25. Гладишев Г. М., Гладишев Д. Г., Дац А. Я., Царьов Є. С. Аналіз послідовності будівництва в межах ділянки старої щільної забудови у м. Львові : Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва, 2015. № 823. С. 83–90. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPTPB_2015_823_16.

26. Гончаренко Д. Ф., Карпенко Ю. В., Меерсдорф Е. И. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий: Киев : А+С, 2013. 128 с.

27. Григоровський П. Є. Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд : дис. д-ра техн. наук: спец. 05.23.08. Харків : ХТУБА, 2018. 503 с.

28. Григоровський П.Є., Мурасьова О.В., Горда О.В. Інформаційне моделювання комплексного процесу інструментального моніторингу прилеглої ущільненої забудови. Нові технології в будівництві : наук.-техн. зб. Херсон : Видавничий дім «Гельветика». 2020. № 38. С. 9–15.

29. Григоровський П.Є., Мурасьова О.В. Класифікація будівель для проектування інструментального моніторингу ущільненої забудови, прилеглої до нового будівництва. Нові технології в будівництві : наук.-техн. зб. Київ : Вид-во «Ліра-К». 2018. № 35. С. 27–34.

30. Данько М. І. Транспортна логістика. Складові частини логістики: навч. посіб. Харків : УкрДАЗТ, 2004. 157 с.

31. Дадиверина Л.Н., Шостак Р.С. Основы логистики в организации производства: учебное пособие,. Днепропетровск: Пороги, 2012. 166с.

32. Денисенко М.П., Левковець П.Р., Михайлова Л.І. Організація та проектування логістичних систем: підручник. Київ: Цент учбової літератури, 2010. 336 с.

33. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017–01–01]. Київ : Мінрегіон України, 2016. 49 с. (Державні будівельні норми України).

34. . ДБН В.2.2-9-2009. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. (Державні будівельні норми України).

35. ДБН В.2.2-41:2019 Висотні будівлі. Основні положення.. [Чинний з 2020–01–01] / Франівський А., Максименко В., Григоровський П., Крошка Ю, Мурасьова О. та ін. Київ : Мінрегіон України. 2019. 53 с. (Державні будівельні норми України).

36. ДБН В.2.2-24:2009. Висотні будівлі. Основні положення. [Чинний з 2009-08-01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 105 с. (Державні будівельні норми України).

37. ДБН В.1.3-2:2010 Зміна № 1 Геодезичні роботи у будівництві. : [Чинний з 2018-06-01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 32 с. (Державні будівельні норми України).

38. ДСТУ А.3.1-22:2013 Визначення тривалості будівництва об'єктів. [Чинний з 2014-01-01]. К. : ДП «Укрархбудінформ», 2014. 30 с. (Національний стандарт України).

39. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 44 с. (Державні будівельні норми України). 179

40. ДСТУ-Н Б А.1.3-1:2016: Визначення параметрів будівель, споруд і території забудови. [Чинний з 2017-04-01]. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 57 с. (Національний стандарт України). 7

41. ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд. [Чинний з 2017-04-01]. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 67 с.

42. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення . [Чинний від 2019-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 34 с.

43. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від 2016-07-01] Вид. офіц.. Київ: Держбуд України, 2018. 20 с.

44. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення».[Чинні з 2019-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України.2019. 32 с.

45. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди.Громадські будинки та споруди. Основні положення. [Чинний від 2019-07-01]. Київ:Мінрегіонбуд України.2018. 40 с.

46. ДБН В.2.2-24–2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків.[Чинний від 2009-09-01] Вид. офіц.. Київ: Мінбуд України, 2009. 161 с.

47. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 230 с.

48. ДБН В.1.1.-46-2017. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів і обвалів. Основні положення. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 43 с.

49. ДСТУ 3090-95. Організація робіт з експлуатації міських вулиць та доріг. Загальні положення.

50. ДБН А.2.2-1-2003. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд

51. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності». URL : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3038-17> (20.01.18).

52. Закон України "Про основи містобудування", № 2780-XII, від 10.06.2017р.

53. Єсипенко А. Д. Наукові основи забезпечення надійності і безпечної експлуатації будівель та споруд: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук., спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва». Дніпропетровськ : ДВНЗ «ПДАБА», 2007. 40 с.

54. Корзаченко М. М., Павленко В. В.. Конструктивні особливості малоповерхової забудови українського Полісся : монографія. Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2020. 304 с.

55. Кравчуновська Т. С. Розвиток наукових основ організаційно-технологічного проектування комплексної реконструкції житлової забудови : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва». Дніпропетровськ : ДВНЗ ПГАСА, 2011. 33 с

56. Кальченко А. Г. Логістика : підручник. Київ : КНЕУ, 2003. 284 с.

57. Котеньова З. І., Мороз Н. В. Архітектура будівель і споруд : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2011. 143 с.

58. Крошка Ю.В., Максименко В.П., Мурасьова О.В. Оцінка впливу нового будівництва на навколишню забудову засобами ВІМ і результатами натурних спостережень. Будівельне виробництво : наук.-техн. зб. Київ : Вид-во «Ліра-К». 2019. № 67. С. 84–92.

59. Ковальський Л.М., Кузьміна Г.В., Ковальська Г.Л. Архітектурне проектування висотних будинків: навч. посіб.; заг. ред. Л.М. Ковальського. Київ : КНУБА, 2009. 121 с.

60. Надточій М. І., Дослідження впливу організаційно-технологічних чинників на нове будівництво надземної частини монолітнокаркасних багатоповерхових будівель в ущільнених умовах, дис. канд. техн. наук.: 05.23.08. Одеса, 2014. 139 с.

61. Николайчук В.Е. Кузнецов В.Г. Теория и практика управления материальными потоками (логистическая концепция). Донецк, 2009. 412с.

62. Новопісна Є.В. Фактори формування логістичних витрат підприємства. Управління проектами та Розвиток виробництва: зб. наук.пр. Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля. 2009. № 4 (32). С. 123-129.

63. Минко Л. М., Коротуха К. М. Методи управління логістичними витратами. *Ефективна економіка*. № 1. ДДБЕУ: ДК «Центр», 2016. С. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2016_1_41.

64. Моделирование производных процессов и систем: конспект лекций/ А.А. Майстренко, Л.М. Рижанкова. Київ: КНУБА, 2013. 56 с.

65. Організація будівництва: посібник. С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін. Київ: Кондор, 2007. 521 с.

66. Окландер М.А. Логістична система підприємства: монографія. М.А. Окландер. Одеса: Астропринт, 2004. 312с.

67. Осипов О. Ф., Гладун І. Т. Будівництво в умовах міської забудови. Досвід і перспективи. Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. зб. Київ : КНУБА, 2004. Вип. 17. С. 216–224.

68. Осипов О. Ф., Гладун І. Т., Акимов Ф. Н. Технологічні аспекти зведення конструкцій підземної частини з поруч розташованими будинками. Будівництво та техногенна безпека: зб. наук. праць. Сімферополь : Національна академія природоохоронного та курортного будівництва, 2007. Вип. 22. С. 70–75.

69. Осипов О. Ф. Систематизація факторів, що впливають на існуючі будинки при здійсненні нового будівництва в умовах щільної міської забудови. Містобудування та територіальне планування, 2009. Вип. 35. С. 324–339. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2009_35_49

70. Осипов О.Ф., Гладун І.Т. Технологічні аспекти зведення будинків в умовах комплексної реконструкції міських районів//Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. Вип. 18. Київ: КНУБА, 2004. С. 132-137.

71. Павлов, І.Д., & Радкевич А.В. (2003). Оптимальні моделі організації будівельного виробництва. Запоріжжя: ЗДІА.

72. Павлов, І. Д., Полтавець, М. О., & Павлов, Ф. І. (2018). Системологічне управління виробничими системами в будівництві. *Наукові вісті Давієвсь-кого університету* (електронне наукове фахове видання), Сєверодонецьк, 14. URL: https://nvdu.000webhostapp.com/arxiv/2018_14/pdf/12.pdf.

73. Павлов І.Д., Пшегорлінська О.А. Технологія, організація та планування будівництва: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання .Запоріж. держ. інж. акад. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. 186 с.

74. Пивоваров М. Г., Хижняк О. С. Організація капітального будівництва: недоліки і шляхи оптимізації витрат. *Держава та регіони. Серія «Економіка та підприємництво»*. Запоріжжя, 2014. № 5 (80). С. 94-97.

75. Поколенко В. О., Лагутін Г. В., Тугай О. А., Куліков П. М., Борисова Н. О., Приходько Д. О., Чуприна Ю. А., Скакун В. А. Новітні інформаційно-аналітичні моделі управління підготовкою будівництва на засадах девелопменту. *Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр./ Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури*. 2010. Вип. 1. С. 39-42

76. Петренко Ю. В. Особливості архітектурно планувальних та містобудівельних рішень при проектуванні будівель в умовах щільної забудови. *Архітектурні конструкції та архітектурна фізика*. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2017. С. 141-148.

77. Пшінько О. М., Зінкевич А. М., Савицький М. В. *Відновлення експлуатаційної придатності бетонних, залізобетонних и кам'яних конструкцій* : навч. посіб. Дніпро : Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2018. 224 с.

78. Радкевич А.В., Павлов І.Д. Багатоцільові моделі організації капітального відновлення об'єктів: монографія . Дніпропетровськ, 2003. 225 с.

79. Радкевич А. В. Системотехнічні аспекти організаційно-технологічних рішень відновлення об'єктів транспортного комплексу : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва». Дніпропетровськ : ДВНЗ ПГАСА, 2006. 35 с.

80. Рета М.В. Логістичні витрати: визначення, класифікація та облік. Бізнесінформ. 2012. № 8. С. 155-158.

81. Савйовський В. В. Методологічні принципи організаційно-технологічного проектування реконструкції цивільних будівель : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва». Харків : ХДТУБА, 2010. 44 с.

82. Савйовський В. В. Методологические принципы организационно-технологического проектирования реконструкции гражданских зданий : дис. д-ра. техн. наук: 05.23.08. Харків, 2010. 366 с.

83. Слепцов О. С. Реконструкція громадських будівель і комплексів: підручник для внз. Київ: А+С, 2018. 272 с.

84. Сумець О.М. Логістичні витрати підприємства: теоретичний аспект: монографія. Харків : Міська друкарня, 2013. 223 с.

85. Скоробогатова Т.Н. Логистика: учебник. Симферополь : ДиАПи, 2011. 116 с.

86. Современные технологии в строительстве: учебник для студ.высш.учеб.заведен. / под ред. А.И. Меньлюка. Киев: Освіта України, 2010, 549 с.

87. Смирчинський А. Смирчинський В., Мартинюк В. Логістичний менеджмент у будівництві: монографія. Тернопіль «ЗБРУЧ», 2006. 262с.

88. Технологія монтажу будівельних конструкцій: Навчальний посібник/В.К. Черненко, О.Ф. Осипов, Г.М. Тонкачєєв та інші; За ред.. В.К. Черненка. Київ: Горобець Г.С.,2010. 372 с.

89. Теренчук С. А. Дослідження невизначеності в нормативній базі у будівництві. ScienceRise. 2019. № 7. С. 35-39. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/text_2019_7_8.
90. Торкатюк В. И., Колосов А. И., Бабаев В. Н., Шутенко Л. Н., Стадник Г. В. Организационно-технологические, архитектурно-конструктивные и финансово-экономические предпосылки формирования продукции капитального строительства : монография / ред. В. И. Торкатюк. Харьков : ХНАГХ, 2012. 368 с.
91. Тридід О.М., Азаренкова Г.М., Мішина С.В., Борисенко І.І. Логістика: навч. посіб. Київ: Знання, 2008. 566с.
92. Чемакіна О. В., Бондар Ю. О. Шляхи підвищення ефективності використання міських територій. Сучасні проблеми архітектури та містобудування : наук.-техн. збірник. Київ : КНУБА, 2006. С. 230–237.
93. Шумаков И. В. Теоретико-методологические принципы формирования организационно-технологических решений возведения подземных частей гражданских зданий : дис. д-ра техн. наук : спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва». Харків : ХНУБА, 2015. 390 с.
94. Шевців Л.Ю. Логістичні витрати підприємства: формування та оцінювання: монографія. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2011. 244 с.
95. Feldkeller Andreas. Staedtebau: Vielfalt und integration. Muenchen, 2001.
96. Формування стратегії розвитку будівельного підприємства в умовах інвестиційної конкуренції : монографія / Л. Г. Ліпич, І. В. Чорнуха, І. О. Цимбалюк. Луцьк : Вежа-Друк, 2015. 211 с.

Акти впровадження



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, МСП-41, 69600, Україна
 тел.: (061) 764-45-46, факс: (061) 228-75-08, e-mail: znu@znu.edu.ua, Код ЄДРПОУ 02125243

12.09.2013 № 01/01-13/98 На № _____ від _____

Довідка

про впровадження результатів дисертаційної роботи аспіранта кафедри
 міського будівництва і архітектури
 Арутюняна Євгена Едуардовича

Результати досліджень, викладені в дисертаційній роботі Арутюнян Євгена Едуардовича на тему «Організація будівельних процесів в умовах ущільненої забудови з оптимізацією функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст» впроваджені в навчальний процес, при проведенні практичних занять в Запорізькому національному університеті Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні на кафедрі міського будівництва і архітектури для першого рівня вищої освіти (бакалавр) у дисциплінах «Організація будівництва», «Організація, планування та системи управління в містобудівництві» та на другому рівні вищої освіти (магістр) у дисципліні «Логістичні аспекти забезпечення будівельних об'єктів» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітніми програмами «Промислове і цивільне будівництво» та «Міське будівництво та господарство».

Проректор з наукової роботи,
 доктор історичних наук, професор



Геннадій ВАСИЛЬЧУК



ТОВ «АНСТРОЙ»

69032, м. Запоріжжя, вул. Південне шосе, 57, оф.3
ЄДРПОУ 40845172.

р/р UA313348510000000026001210989

в АТ «ПУМБ» МФО 313399

тел. +380939918208

E-mail: anstroy_zp@mail.com

ДОВІДКА

Компанією ТОВ «А Н С Т Р О Й» були використані результати дисертаційного дослідження на тему «Організація будівельних процесів в умовах ущільненої забудови з оптимізацією функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст» здобувача Арутюнян Є.Є. В рамках покращення організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови задіяно інструментарій моделі впровадження організаційно-технологічно-технічних та логістичних заходів, на основі квазілінійного моделювання, що дає можливості зниження собівартості БМР і трудовитрат, дозволяє аналізувати вирішення у взаємозв'язку і динаміці на основі інформації різного ступеня визначеності і проводити обґрунтований вибір раціонального варіанту з урахуванням надійності його реалізації.

Впровадження наукового інструментарію здобувача Арутюнян Є.Є. дозволяє значно підвищити економічний ефект на 17% (192807.420грн) за рахунок раціонального впровадження логістичних заходів при реалізації ОТТЗ.

Директор



Павло ЧОРНИЙ

**ПП
"АЛСТЕП"**

ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "АЛСТЕП"
Україна 69091, м.Запоріжжя, бул.Гвардійський,149/40
Тел.моб. +380676144771
E-mail: alstepcompany@ukr.net
Код ЄДРПОУ № 31831060

№ 115 від 28.08.23

На № _____

ДОВІДКА

Компанією ПП «АЛСТЕП» були використані результати дисертаційного дослідження на тему «Організація будівельних процесів в умовах ущільненої забудови з оптимізацією функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст» здобувача Арутюнян С.Е. В рамках покращення організації будівельних процесів в умовах ущільненої забудови задіяно комплексний підхід, який базується як на теорії графів (АВД) так і теорії оптимальності (Квазіоптимум), що дають переваги в реалізації. Таким чином, завдання з оптимізації функціонально-планувальної інфраструктури крупних міст в розрізі організації будівельних процесів в умовах щільної міської забудови розглядається як складова загальної системи організаційно-технологічної підготовки будівництва і її реалізація здійсниться на базі сучасних економіко-математичних методів і моделей, що дає можливість зниження собівартості БМР і трудовитрат, дозволяє аналізувати вирішення у взаємозв'язку і динаміці на основі інформації різного ступеня визначеності і проводити обґрунтований вибір раціонального варіанту з урахуванням надійності його реалізації.

Впровадження наукового інструментарію здобувача Арутюнян С.Е. дозволяє значно підвищити економічний ефект на 19% (251750 грн) за рахунок раціонального впровадження логістичних заходів при реалізації ОТТЗ.

Директор ПП «АЛСТЕП»



Олексій Степаніщев

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія:

1. Арутюнян Е. Є., Арутюнян І. А. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТАНУ УЩІЛЬНЕНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ. Монографія: Європейський вектор модернізації економіки в умовах сталого розвитку промислового регіону / За загальною редакцією Метеленко Н. Київ: Інтерсервіс. 2021 С. 124-149. *(Особистий внесок автора: проведено аналіз сучасного стану ущільненої міської забудови для виявлення наявності просторових перешкод на будівельному майданчику і розташованій поряд з нею території, протяжності, обмеження по ширині, висоті і глибині розмірів робочої зони і підземного простору, підвищений рівень будівельного, екологічного, матеріального ризику. Для рішення виробничих задач надається інструментарій основою якого слугує галузі знань логістика.)*

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав із напрямку, з якого підготовлено дисертацію

2. Arutiunian Y. ., Arutiunian I. ., AZHAZHA M. ., Mikhailutsa O. ., Pozhuyev A. . Modeling Of Management Decisions Of Organization Of Production Systems. *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE AND NETWORK SECURITY*. 2021. T. Volume: 21 . № Issue: 7. С. 87-92. URL: http://cel.webofknowledge.com/InboundService.do?app=wos&product=CEL&Func=Frame&SrcApp=Publons&SrcAuth=Publons_CEL&locale=ru-RU&SID=E3xrjwTKFLjGniE2D86&customersID=Publons_CEL&smartRedirect=yes&mode=FullRecord&IsProductCode=Yes&Init=Yes&action=retrieve&UT=. **(Web of Science)**. *(Особистий внесок автора:*

пропонується модель оптимізації організаційних процесів використовуючи логістичні підходи).

***Статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б», які
включено до міжнародних наукових баз***

3. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Оптимізація організаційних схем функціонально-планувальної інфраструктури міст за рахунок дорожнього будівництва та ремонту дорожнього полотна. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика.* 2019. № 16. С. 14-19. (Особистий внесок автора: проведення дослідження теоретико-методологічних основ та інноваційних заходів з організації покращення функціонально-планувальної інфраструктури міст України)

4. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Методологія оптимізації будівельного виробництва в умовах щільної забудови. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика..* 2020. № 17. С. 6-12. (Особистий внесок автора: проведено аналіз сучасного стану організації будівництва в умовах щільної міської забудови, враховуючи функціонально-планувальну інфраструктуру міст України, який чітко дає зрозуміти про необхідність застосування інструментарію заснованого на підґрунті знань «логістики» та «системотехніки», та відповідних концепції логістики, що дозволить сформувати систему поглядів на вдосконалення процесів організації будівельного виробництва, в умовах щільної міської забудови)

5. Арутюнян І. А., Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Сучасні тенденції організації будівельного виробництва в умовах щільної міської забудови. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин.* 2020. № 43. С. 51-58. (Особистий внесок автора: обґрунтування підходів логістики, як сучасного діючого механізму оновлення методів організації будівельних процесів та його здатності до успішного розв'язання найбільш

суттєві виробничих проблем за рахунок надійного управління потоками в межах матеріальних та виробничих сторін діяльності будівельних організацій).

6. Арутюнян І. А., Арутюнян Є. Е. Оптимізація будівельного виробництва за рахунок систематехнічних та логістичних підходів. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2021. № 19. С. 12-18. (Index Copernicus, GeoRef, ISSN1814-1161). (Особистий внесок автора: формування механізму вибору раціональних управлінських підходів, спрямованих на вирішення організаційно-технологічних завдань будівельного виробництва враховуючи трансформацію ринкових умов.)

7. Арутюнян Є. Е. Інноваційний інструментарій удосконалення процесів організації будівництва в умовах ущільненої міської забудови. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2021. № 4(94). С. 43-50.

8. Арутюнян Є. Е. Оптимізаційна модель організації будівництва в умовах функціонально-планувальної інфраструктури міст. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2022. № 21. С. 5-12.

9. Арутюнян Є.Е, Арутюнян І.А, Михайлуца О.М, Пожуєв А.В. MATHEMATICAL TOOLS FOR SOLVING PRACTICAL PROBLEMS OF CONSTRUCTION USING CONSTRUCTION LOGISTICS APPROACHES. *Математичне моделювання*. Випуск 2(47). 2022. С. 82-89. (Особистий внесок автора: вирішення задачі планування виробничих систем з урахуванням міжсистемних зв'язків використовуючи укрупнений алгоритм, в якому задається набір умов прийняття рішень: принцип моделювання (особливі стани системи); інтенсивність виконання роботи (постійна та безперервна); серйозні обмеження ресурсів.)

Праці апробаційного характеру:

10. Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Процеси будівництва та реконструкції будівель і споруд у складних умовах щільної забудови. XVI міжнародній "SCIENCE AND SOCIETY" Гамільтон: Accent Graphics Communications & ,

2019. № 16 С. 74-82. URL: <https://www.pdaa.edu.ua/content/zaproshennya-do-uchasti-v-konkursah-ta-konferenciayah-inshyh-vnz>. *(Особистий внесок автора: Обґрунтовані критерії вибору методів ефективності процесів будівництва та реконструкції, одержані закономірності впливу процесів будівництва та реконструкції будівель і споруд в складних умовах міської забудови.)*

11. Банах А. В., Арутюнян Є. Е. Законодавчі й нормативні перешкоди проведення обстежень технічного стану будівель і споруд. Будівельне право: проблеми теорії та практики. Київ: КНУБА, 2019. С. 71-79. *(Особистий внесок автора: надані організаційно-технологічні заходи обстежень технічного стану будівель і споруд.)*

12. Банах А. В., Арутюнян Е. Э. Схеми організації ремонту дорожнього полотна. Збірник наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука 2020» Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2020. Т. 5 С. 172-174. *(Особистий внесок автора: розглянуто процеси маршрутизації та вплив стану доріг на шляхи оптимізації та своєчасної організації будівництва).*

13. Арутюнян І. А., Арутюнян Е. Є. Інноваційні рішення з удосконалення організаційно-технологічних процесів будівництва. Міжнародної науково-практичної конференції «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону» (INTERNET-ФОРМАТ) Запоріжжя: ЗНУ, 2020. С. 329-331. URL: http://sites.znu.edu.ua/cms/index.php?action=news/view&site_id=19&lang=ukr&category_id=&day=&month=&year=2020&start=∓keywords=&tags=&. *(Особистий внесок автора: запропоновано в якості інноваційного інструментарію галузь знань логістика, що забезпечує оптимізацію організації будівельних процесів в умовах функціонально-планувальної інфраструктури міст).*

14. Арутюнян І. А., Арутюнян Є. Е. Аналіз складних умов міської забудови для виконання організаційно-технологічних процесів нового будівництва. Міжнародної науково-практичної конференції «Європейський

вектор модернізації інженерної та економіко-управлінської освіти в умовах сталого розвитку промислового регіону» 27-28 травня 2021 року Запоріжжя: ЗНУ, 2021. С. 152-155. *(Особистий внесок автора: детально обґрунтовано застосування інструментарію логістика задля оптимізації організаційних процесів будівництва враховуючи складні умови міської забудови та функціонально-планувальну інфраструктуру крупних міст).*

15. Арутюнян І. А., Арутюнян Е. Є. Методологія удосконалення організаційних процесів будівництва в умовах ущільненої міської забудови. Міжнародний науково-технічний форум Архітектура та будівництво: нові тенденції і технології. Теорія та практика Київ: КНУБА, 2021. С. 323-324. *(Особистий внесок автора: визначено підходи удосконалення організаційних процесів будівництва в умовах ущільненої міської забудови).*