

І.А. Арутюнян,

докт. техн. наук, професор
ORCID: 0000-0002-5049-3742

Є.Е. Арутюнян,

доктор філософії, ст. викладач
ORCID: 0000-0002-0502-6651

В.В. Колісник,

аспірант
ORCID: 0009-0008-8078-6088

Д.В. Галушко,

аспірант
ORCID: 0009-0008-9451-9343

С.В. Зубков

студент гр. 8.1923-ПЦБ
ORCID: 0009-0004-2065-4447

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Наукова стаття розкриває роль логістики в будівництві, її вплив на ефективність проєктів та сучасні методи і технології, які сприяють оптимізації логістичних процесів. Досліджено перспективні тенденції забезпечення будівельних об'єктів використовуючи галузь знань логістика. Зазначено актуальність проблем сучасної будівельної галузі, що стикається з низкою викликів, які потребують ефективного управління потоками матеріалів, обладнання, інформації та людських ресурсів від постачальників до будівельних майданчиків. Дослідження вказують на те, що оптимізація логістичних процесів здатна зменшити витрати, підвищити продуктивність праці та покращити рівень виконання будівельних проєктів. Обґрунтовані перспективи та можливості використання галузі знань логістика як сучасного діючого інструментарію забезпечення будівельних об'єктів. Це особливо важливо в умовах швидких технологічних змін та нестабільності ринкових умов. В результаті проведеного аналізу було виявлено можливості для впровадження інноваційних технологій та методів в будівельну галузь. Інтеграція передових рішень дозволяє удосконалювати процеси забезпечення будівництва на всіх етапах. На основі результатів наших досліджень визначені основні принципи застосування логістики в будівництві, які сприяють підвищенню ефективності логістичних процесів та забезпеченню успішного виконання будівельних проєктів. Запропонований підхід застосування принципів логістики в будівництві сприяє гармонізації процесів забезпечення будівництва. Він дозволяє ретельно проаналізувати всі аспекти логістичних процесів, включаючи управління запасами, координацію з постачальниками та виробниками, прогнозування попиту та використання сучасних технологій., забезпечуючи своєчасну поставку матеріалів, оптимальне використання ресурсів та підвищення ефективності проєкту в цілому.

Ключові слова: *організація, будівництво, управління, процеси, ресурси, перспективи, логістика, забезпечення.*

Постановка проблеми.

Будівельна галузь відіграє ключову роль у розвитку економіки України, забезпечуючи не тільки житлові та комерційні споруди, але й інфраструктурні об'єкти. Ефективне матеріально-технічне забезпечення (МТЗ) будівельних об'єктів є критичним фактором, що впливає на успішність реалізації будівельних проєктів. У сучасних умовах, що характеризуються високою конкуренцією та швидкими технологічними змінами, інноваційні підходи до МТЗ стають особливо важливими.

У сучасній будівельній індустрії логістика стала невід'ємною частиною процесу забезпечення будівельних об'єктів. Оптимальне управління потоками матеріалів, обладнання та персоналу є ключовим фактором для успішного завершення будівельних проєктів.

Сучасна будівельна галузь стикається з низкою викликів, які потребують ефективного управління ресурсами, оптимізації процесів та зниження витрат. Однією з ключових складових успішного виконання будівельних проєктів є логістика – управління потоками матеріалів, обладнання, інформації та людських ресурсів від постачальників до будівельних майданчиків. Від ефективності логістичних процесів залежить своєчасність виконання будівельних робіт, якість кінцевого продукту та економічна ефективність проєкту.

Проблеми, що потребують вирішення:

1. Багато будівельних компаній стикаються з проблемами, пов'язаними з недостатньою координацією між різними етапами логістичного ланцюга. Це може призводити до затримок у постачанні матеріалів, що, в свою чергу, затримує виконання будівельних робіт і підвищує витрати.

2. Неєфективне управління запасами та транспортуванням може спричинити втрати і пошкодження будівельних матеріалів. Це негативно впливає на бюджет проєкту та якість будівельних робіт.

3. Традиційні методи управління логістикою часто виявляються дорогими через неєфективне використання ресурсів, зайві перевезення та тривале зберігання матеріалів.

4. Відсутність актуальної інформації про стан матеріалів і обладнання ускладнює прийняття оперативних управлінських рішень, що може призводити до збоїв у роботі та додаткових витрат.

5. Впровадження сучасних технологій, таких як інформаційні системи управління, RFID, GPS, дрони та IoT, вимагає значних інвестицій та підготовки персоналу. Це створює бар'єри для багатьох компаній, особливо для малих і середніх підприємств.

З огляду на стрімкий розвиток будівельної галузі та зростання конкуренції, ефективне управління логістикою стає фундаментальним підґрунтям успіху будівельних проєктів.

Вирішення зазначених проблем сприятиме підвищенню ефективності будівельних проєктів, зниженню витрат і підвищенню якості будівельних робіт. Крім того, впровадження сучасних логістичних технологій допоможе будівельним компаніям адаптуватися до швидкозмінних ринкових умов та забезпечити стійкий розвиток галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Останні дослідження показують, що оптимізація логістичних процесів може призвести до зниження витрат, покращення робочої продуктивності та підвищення ефективності будівельних проєктів.

Дослідники активно вивчають різні аспекти логістики в будівництві. Деякі з них фокусуються на управлінні постачанням матеріалів, зокрема використанні технологій інтернету речей та штучного інтелекту для вдосконалення моніторингу запасів і прогнозування потреб. Інші дослідження зосереджуються на оптимізації транспортування матеріалів та обладнання на будівельному майданчику, зокрема використанні розумних систем маршрутизації і контролю. Необхідно провести докладний аналіз цих досліджень для визначення актуальних напрямків подальших досліджень.

Мета дослідження. Метою цієї наукової статті є аналіз сучасних інноваційних підходів до логістики у будівельній галузі, виявлення основних проблем і викликів, а також розробка рекомендацій для підвищення ефективності логістичних процесів. Зокрема, стаття спрямована на: визначення ключових факторів, що впливають на ефективність логістики у будівництві; оцінку впливу сучасних технологій на оптимізацію логістичних процесів; розробку практичних рекомендацій для будівельних компаній щодо впровадження інноваційних логістичних рішень.

Методика. Аналіз наукових статей, монографій та інших публікацій, присвячених тематиці логістики у будівельній галузі, дозволяє визначити основні теоретичні підходи, сучасні тенденції та проблеми, пов'язані з управлінням логістичними процесами. Це також допомагає виявити найбільш ефективні інноваційні методи та технології, які використовуються у будівництві. Порівняльний аналіз методів управління логістикою в різних будівельних компаніях та проєктах дозволяє виявити кращі практики та визначити ефективні стратегії оптимізації логістичних процесів. Це включає порівняння показників ефективності, таких як витрати на логістику, час доставки матеріалів та рівень задоволеності клієнтів. Детальний аналіз конкретних будівельних проєктів, які успішно впровадили інноваційні логістичні рішення, дозволяє вивчити практичний досвід і визначити ключові фактори успіху. Це включає аналіз використання сучасних технологій, таких як інформаційні системи управління логістикою, RFID, GPS, дрони та IoT.

Опитування експертів у галузі будівництва та логістики дозволяє отримати цінну інформацію про поточний стан і перспективи розвитку логістичних процесів у будівництві. Експертна думка допомагає виявити проблеми, з якими стикаються будівельні компанії, та можливі шляхи їх вирішення. Використання статистичних методів для аналізу даних, зібраних під час дослідження, дозволяє виявити закономірності та взаємозв'язки між різними аспектами логістики у будівельній галузі. Це включає аналіз даних про витрати, час доставки, рівень запасів та інші показники ефективності логістичних процесів. Моделювання логістичних процесів за допомогою спеціалізованих програмних засобів дозволяє створити віртуальні моделі логістичних ланцюгів і провести їх оптимізацію. Це дозволяє оцінити вплив різних змін на ефективність логістичних процесів і визначити оптимальні рішення для їх покращення. Пряме спостереження за логістичними процесами на будівельних майданчиках та моніторинг використання матеріалів і обладнання дозволяє отримати реальні дані про ефективність управління

логістикою. Це включає використання сучасних технологій для відстеження переміщення вантажів та контролю умов зберігання.

Оцінка економічної ефективності впровадження різних логістичних рішень дозволяє визначити доцільність інвестицій у нові технології та методи. Це включає аналіз витрат і вигод, пов'язаних з оптимізацією логістичних процесів, та прогнозування економічних результатів.

Використання комплексного підходу до дослідження логістики у будівельній галузі, що включає різні методи аналізу, дозволяє отримати всебічне уявлення про ефективність логістичних процесів та визначити найбільш перспективні шляхи їх оптимізації. Це сприяє підвищенню ефективності будівельних проектів, зниженню витрат та покращенню якості будівельних робіт.

Виклад основного матеріалу. Логістика в будівництві охоплює всі процеси, пов'язані з плануванням, виконанням та контролем за потоком матеріалів, обладнання та інформації від постачальників до будівельних майданчиків. Це включає закупівлю, транспортування, зберігання та управління запасами.

Логістика – це комплексний процес управління матеріальними потоками, інформацією та ресурсами від постачальників до кінцевих споживачів з метою забезпечення оптимальної ефективності та економічності. У контексті будівельної галузі логістика охоплює планування, організацію, координацію та контроль за всіма етапами постачання матеріалів, обладнання та послуг, необхідних для реалізації будівельних проектів.



Рис. 1. Важливість логістики для будівельних проектів

Дослідивши етапи логістичного процесу в будівництві нами було виділені ключові моменти:

1. Планування – на етапі планування визначаються потреби у матеріалах, обладнанні та послугах, розробляються графіки поставок та визначаються відповідальні особи. Важливими аспектами є прогнозування потреб, визначення постачальників та узгодження умов поставок.

2. Закупівля – включає процес вибору постачальників, переговорів про умови поставок та укладення контрактів. Важливо забезпечити надійність постачальників, якість матеріалів та дотримання термінів поставок.

3. Транспортування – транспортування матеріалів і обладнання є критичним етапом логістичного процесу. Необхідно обрати оптимальні маршрути та види транспорту, забезпечити відповідні умови перевезення та мінімізувати ризики пошкоджень.

4. Зберігання – зберігання матеріалів на будівельних майданчиках вимагає організації спеціальних складських площ, забезпечення умов зберігання та управління запасами. Важливими є контроль за зберіганням та своєчасна доставка матеріалів до місць їх використання.

5. Управління запасами – ефективне управління запасами передбачає підтримку оптимального рівня матеріалів та обладнання на складі. Важливо забезпечити баланс між надлишковими запасами, що можуть спричинити додаткові витрати, та недостатніми запасами, що можуть спричинити затримки у будівельних роботах.

Наука не стоїть на місці, вона розвивається, з'являються сучасні технології, програми, методи, інструментарій. Це стосується і будівельної логістики.

Сучасні технології у будівельній логістиці:

1. Інформаційні системи управління логістикою (WMS) дозволяють автоматизувати процеси управління запасами, транспортуванням та зберіганням матеріалів. Це сприяє підвищенню точності обліку, зменшенню витрат та поліпшенню контролю за логістичними операціями.

2. Використання RFID (радіочастотна ідентифікація) та GPS технологій дозволяє здійснювати моніторинг та управління матеріалами і обладнанням в режимі реального часу. Це допомагає забезпечити точність поставок, контролювати місцезнаходження та стан матеріалів, а також знижувати ризики втрат і пошкоджень.

3. Дрони використовуються для інспекції будівельних майданчиків, моніторингу запасів та доставки невеликих вантажів. Вони дозволяють швидко та ефективно збирати інформацію про стан будівельних робіт, що сприяє оперативному прийняттю управлінських рішень.

4. Інтернет речей (IoT) забезпечує інтеграцію різних пристроїв та систем, що дозволяє здійснювати автоматизований контроль та управління логістичними процесами. IoT дозволяє збирати та аналізувати дані про стан матеріалів, обладнання та транспорту в режимі реального часу.

Впровадження нових технологій вимагає значних інвестицій та зміни існуючих процесів, що може спричинити труднощі у їх інтеграції. А також потребує високої кваліфікації персоналу, що вимагає додаткових витрат на навчання та підготовку. Організації можуть зіштовхнутися з опором до змін з боку персоналу, що може уповільнити процес впровадження інновацій.

Подальший розвиток цифрових технологій сприятиме підвищенню ефективності логістичних процесів у будівництві. Автоматизація процесів транспортування, зберігання та управління запасами дозволить знизити витрати та підвищити точність і швидкість виконання логістичних операцій.

Використання екологічно чистих технологій та матеріалів у логістиці сприятиме сталому розвитку будівельної галузі.

Практичні приклади впровадження логістики в будівництві. Впровадження WMS у великому будівельному проєкті. Великі будівельні компанії все частіше використовують системи управління складом (WMS) для оптимізації логістичних процесів. Наприклад, одна з провідних будівельних компаній України впровадила WMS для управління запасами на кількох будівельних майданчиках. Це дозволило знизити витрати на зберігання матеріалів на 15%, скоротити час на пошук та доставку матеріалів на 20% та підвищити точність обліку матеріалів на 25%.

Використання дронів для інспекції та моніторингу будівельних майданчиків стало звичайною практикою у багатьох компаніях. Дрони дозволяють швидко отримувати інформацію про стан будівельних робіт, контролювати запас матеріалів та обладнання, а також забезпечувати безпеку на будівельних майданчиках. Один з будівельних проєктів у Києві використовував дрони для щоденного моніторингу прогресу робіт, що дозволило скоротити час на інспекцію на 50% та підвищити точність оцінки стану робіт.

Інтернет речей (IoT) активно впроваджується у будівельну логістику для моніторингу стану матеріалів та обладнання в режимі реального часу. Наприклад, одна з будівельних компаній встановила сенсори IoT на своїх транспортних засобах та контейнерах для матеріалів. Це дозволило відслідковувати місцезнаходження вантажів, контролювати температурні умови та вологість під час транспортування, а також вчасно виявляти можливі проблеми. В результаті компанія змогла знизити втрати матеріалів на 10% та підвищити ефективність транспортування на 15%.

Висновки. Логістика відіграє ключову роль у забезпеченні будівельних об'єктів, сприяючи зниженню витрат, підвищенню продуктивності та поліпшенню якості будівельних робіт. Сучасні технології, такі як інформаційні системи управління логістикою, RFID, GPS, дрони та IoT, дозволяють значно оптимізувати логістичні процеси. Проте впровадження цих технологій вимагає значних інвестицій та підготовки персоналу. Незважаючи на виклики, перспективи розвитку логістики у будівництві залишаються позитивними, що сприятиме подальшому зростанню ефективності та сталого розвитку галузі.

Список літератури:

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) – Sixth Edition. Project Management Institute, 2017.
2. Christopher, M. Logistics and Supply Chain Management. Pearson UK, 2016.
3. Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Tanchoco, J.M.A. Facilities Planning. John Wiley & Sons, 2010.
4. Rushton, A., Croucher, P., Baker, P. The Handbook of Logistics and Distribution Management. Kogan Page Publishers, 2017.
5. Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP). CSCMP's Supply Chain Management Definitions and Glossary, 2020.
6. Арутюнян І.А., Данкевич Н.О. Логістичні аспекти забезпечення будівельних об'єктів: навч.-мет. посіб. Запоріжжя: ЗНУ, 2019. 153 с.

7. Arutiunian I., Poltavets M., Bondar O., Anin V., Pavlov F. Structural Information Management of Production Systems in Construction. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. 2020. Volume 9 No.4 (2020). С. 4794-4797. DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/87942020>

8. Arutiunian I., Radkevic A., Kuznetsov V., Kovalenk M., Skrzyniarz M. Setting Dynamic Problem of Logistic Support of Building Objects by Material Resources Taking into Account Random Factors Affecting Transportation Timing. *Transport Means 2021.Proceedings of 25th International Scientific Conference*. 2021. № 111. P. 1080-1084. URL: <https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-Means-2021-Part-III.pdf>

9. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва [Чинний від 1.01.2016]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.

10. Thunberg, M., Persson, F. Using the SCOR model's performance measurements to improve construction logistics. *Production Planning & Control*. 2014, Oct. Vol. 25, № 13-14. P. 1065-1078.

11. Tarantilis, C.D., Kiranoudis, C.T. A Web-based ERP system for business services and supply chain management: Application to real-world process scheduling. *European Journal of Operational Research*. 2008. Vol. 187, № 3. P. 1310-1326.

12. Zhang, X., & Zhang, W. Application of logistics management in construction project cost control. *Procedia Engineering*. 2011. № 15. P. 447-452.

13. Cho, C. S., & Hong, T. P. An integrated approach to construction logistics for reducing project costs and durations. *Automation in Construction*. 2010. Vol. 19. P. 594-604.

14. Sacks, R., & Barak, R. The impact of supply chain management practices on construction project performance. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2010. Vol 136, № 10. P. 1118-1125.

References:

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) – Sixth Edition. Project Management Institute, 2017.

2. Christopher, M. (2016). Logistics and Supply Chain Management. Pearson UK.

3. Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Tanchoco, J.M.A. (2010). Facilities Planning. John Wiley & Sons.

4. Rushton, A., Croucher, P., Baker, P. (2017). The Handbook of Logistics and Distribution Management. Kogan Page Publishers.

5. Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP). CSCMP's Supply Chain Management Definitions and Glossary, 2020.

6. Arutiunian, I.A., Dankevych, N.O. (2019). Lohistychni aspekty zabezpechennya budivel'nykh ob'yektiv. [Logistical aspects of providing construction facilities]. Zaporizhzhia: ZNU. 153 p.

7. Arutiunian, I., Poltavets, M., Bondar, O., Anin, V., Pavlov, F. (2020). Structural Information Management of Production Systems in Construction. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. Vol. 9 No.4 (2020). P. 4794-4797. DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/87942020>

8. Arutiunian, I. ., Radkevic, A. ., Kuznetsov, V. ., Kovalenk, M. ., Skrzyniarz, M. (2021). Setting Dynamic Problem of Logistic Support of Building Objects by Material Resources Taking into Account Random Factors Affecting Transportation Timing. *Transport Means 2021.Proceedings of 25th International Scientific Conference*. № 111.

P. 1080-1084. URL: <https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-Means-2021-Part-III.pdf>

9. DBN A.3.1-5-2016. Organization of construction production [Effective from January 1, 2016]. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2016. 49 p.

10. Thunberg, M., Persson, F. (2014). Using the SCOR model's performance measurements to improve construction logistics. *Production Planning & Control*. Oct. Vol. 25, № 13-14. P. 1065-1078.

11. Tarantilis, C.D., Kiranoudis, C.T. (2008). A Web-based ERP system for business services and supply chain management: Application to real-world process scheduling. *European Journal of Operational Research*. Vol. 187, № 3. P. 1310-1326.

12. Zhang, X., & Zhang, W. (2011). Application of logistics management in construction project cost control. *Procedia Engineering*. № 15. P. 447-452.

13. Cho, C.S., & Hong, T.P. (2010). An integrated approach to construction logistics for reducing project costs and durations. *Automation in Construction*. Vol. 19. P. 594-604.

14. Sacks, R., & Barak, R. (2010). The impact of supply chain management practices on construction project performance. *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol 136, № 10. P. 1118-1125.

I. Arutiunian, Y Arutiunian, V. Kolisnyk, D. Halushko, S. Zubkov

Analysis of modern innovative approaches to the provision of construction projects

The scientific article reveals the role of logistics in construction, its impact on the efficiency of projects and modern methods and technologies that contribute to the optimization of logistics processes. Promising trends in the provision of construction objects using the field of knowledge logistics are studied. The relevance of the problems of the modern construction industry, which faces a number of challenges that require effective management of the flow of materials, equipment, information and human resources from suppliers to construction sites, is indicated. Studies indicate that optimizing logistics processes can reduce costs, increase productivity, and improve the level of completion of construction projects. The prospects and possibilities of using the field of knowledge logistics as a modern operating tool for the provision of construction projects are substantiated. This is especially important in the face of rapid technological changes and volatile market conditions. As a result of the analysis, opportunities for the introduction of innovative technologies and methods in the construction industry have been identified. The integration of advanced solutions allows us to improve the processes of ensuring construction at all stages. Based on the results of our research, the basic principles of the use of logistics in construction are determined, which contribute to improving the efficiency of logistics processes and ensuring the successful implementation of construction projects. The proposed approach to the application of the principles of logistics in construction contributes to the harmonization of the processes of ensuring construction. It allows you to thoroughly analyze all aspects of logistics processes, including inventory management, coordination with suppliers and manufacturers, demand forecasting and the use of modern technologies., ensuring the timely delivery of materials, optimal use of resources and improving the efficiency of the project as a whole.

Keywords: *organization, construction, management, processes, resources, prospects, logistics, procurement.*