

## ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО

УДК 69:658.5

Є. Е. АРУТЮНЯН<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Міське будівництво і архітектура», Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (066) 283 01 76, ел. пошта arutyunyan@yandex.com, ORCID 0000-0002-0502-6651

### Інноваційний інструментарій удосконалення процесів організації будівництва в умовах ущільненої міської забудови

**Мета.** Основна мета статті – на основі аналізу сучасних інноваційних підходів та інструментів удосконалення процесів організації будівництва в умовах ущільненої міської забудови створити науковий інструментарій із використанням логістики, яка має сучасні концепції поліпшення відповідних процесів. **Методика.** Проведено системний аналіз наукових праць у розрізі проблем організації будівельних процесів в умовах щільної забудови, який слугує платформою впровадження інноваційного інструментарію на базі такої галузі знань, як логістика. **Результати.** Обґрунтовано доцільність використання логістичних підходів та концепцій із врахуванням зовнішніх факторів та обмежень, зумовлених оточенням і конфігурацією ділянки, що спричиняють труднощі для внутрішньої організації будівництва. Логістичний інструментарій (підхід) дозволяє більш ефективно використовувати науково-практичний потенціал у розвитку та розробці методів удосконалення організаційно-технологічних рішень будівельного виробництва в умовах функціонально-планувальної інфраструктури міст. Принципи логістики дозволяють збалансувати будівельне виробництво в умовах щільної забудови, використовувати гнучкий інструментарій як можливість унесення змін у графік закупівлі, терміни постачання будівельних матеріалів, конструкцій, деталей, а також мінімізувати об'єми запасів будівельних матеріалів. **Наукова новизна.** У ході досліджень представлена модель оптимізації організаційних процесів будівництва, що враховує умови ущільненої міської забудови та функціонально-планувальну інфраструктуру міст. Створено якісно – нову спеціалізовану науково-практичну підгалузь знань – будівельну логістику – для складних умов міської забудови та виконання організаційно-технологічних процесів нового будівництва. **Практична значимість.** Застосування логістичних підходів дозволить удосконалити та оптимізувати процеси організації будівництва з урахуванням суттєвих чинників функціонально-планувальної інфраструктури міста, в умовах яких необхідно приймати раціональні управлінські рішення. Гнучкість, альтернативність виробничо-господарських ситуацій і транспортних мереж під час виконання складних організаційно-технологічних процесів будівництва дає можливість скоротити собівартість будівельно-монтажних робіт та сприятиме зменшенню тривалості будівництва.

**Ключові слова:** організація будівництва; міська забудова; будівельно-монтажні роботи (БМР); логістика; концепція логістики; оптимізація організаційних процесів

#### Вступ

Будівництво в Україні є однією з фундаментальних галузей промисловості та найбільш високорозвинутою галуззю, що забезпечує створення нових, розширення та реконструкцію наявних основних фондів.

Зовнішні фактори й обмеження, зумовлені оточенням і конфігурацією ділянки, створюють

значні труднощі в організації будівельних процесів [1, 6].

У наш час умови будівництва у великих містах склалися таким чином, що найбільш інтенсивно будівельні роботи ведуться в їх центральній частині. Особливістю сучасного міського будівництва є прагнення до освоєння простору. Це пов'язано, з одного боку, із привабливістю

## ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО

для інвесторів розміщення об'єктів у районах з уже розвинутою інженерною інфраструктурою та найбільшою концентрацією населення, а з іншого – з історичною психологією престижності об'єктів нерухомості в центральних районах міст [1, 6]. При цьому необхідно враховувати найбільш привабливі території та ділянки, де наявні комунікації та розвинена інфраструктура, а також брати до уваги економічне районування.

Але є істотні труднощі: привабливі ділянки які потрапляють під пляму забудови чи межують із житловими, громадськими або виробничими будівлями, дорогами, які не можуть бути переміщені, інженерними мережами та зеленими насадженнями. Переважно в центральних районах розташовані малоповерхові житлові будинки старої забудови, у тому числі пам'ятки історії та архітектури [1, 6].

Тому і постає проблема: як уже наявне врахувати та вписати в нове будівництво або проведення реконструкції, ремонту, 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 проєкту.

Вищесказане доводить необхідність оптимізації (удосконалення) організації будівельних процесів у складних умовах міської забудови та функціонально-планувальної інфраструктури великих міст.

### Мета

Основна мета дослідження полягає в розробці дієвого інструментарію на платформі логістики, що дозволить удосконалити організаційні процеси будівництва з урахуванням суттєвих чинників зовнішніх факторів та обмежень функціонально-планувальної інфраструктури міста, зумовлених оточенням і конфігурацією ділянки, в умовах яких необхідно приймати раціональні управлінські рішення. Це дасть можливість скоротити собівартість будівельно-монтажних робіт і сприятиме зменшенню тривалості будівництва.

### Методика

Проведено системний аналіз наукових праць в розрізі проблем щільної забудови (М. С. Авдєєва, Л. В. Тустановська [1], спеціалісти різних інститутів типового й експериментального проєктування житла рр. ХХ ст. 80-х Б. Бранденбург, З. Петрова, О. Василенко, В. Пересветов, Ю. Рєпін та ін. [6]). Для вирішення проблем будівництва житлово-цивільних будівель ми ознайомилися з науковими працями вчених Б. А. Анікіна, А. М. Гаджінського, В. М. Кірнос, І. Д. Павлова, В. О. Поколенка, А. В. Радкевича, О. М. Трідіда, О. А. Тугая, В. Н. Стаханова, що надало можливість проаналізувати питання, пов'язані з організацією будівельного виробництва в контексті реалізації методологічних підходів на базі логістичних засад.

Дослідивши низьку наукових робіт [4, 5, 7, 9, 14], ми ще раз переконуємося в доцільності логістики в будівництві.

Але необхідно враховувати, що будівельне виробництво – це складний комплекс взаємопов'язаних трудових процесів і виробничих відносин будівельного та монтажного напрямів, спрямованих на створення будівельної продукції (складова частина капітального будівництва, у процесі якого зводять нові будівлі та споруди, здійснюють розширення, реконструкцію, технічне переоснащення, капітальний і поточний ремонт наявних підприємств, будівель і споруд) [2–5, 7–9].

Тому для раціонального виконання будівельних процесів у місцях щільної забудови та наявних інфраструктури необхідно оптимізувати організацію будівельного виробництва, враховуючи суттєві чинники функціонально-планувальної інфраструктури міст України.

Аналіз наукових праць вітчизняних та іноземних фахівців-учених, таких як В. М. Кірнос, В. Р. Млодецький, І. Д. Павлов, В. О. Поколенко, А. В. Радкевич, В. Н. Стаханов, В. І. Торкатюк, О. А. Тугай, Р. Б. Тянь та ін., які віддзеркалюють спектр наявних проблем у розрізі практики організації будівельного виробництва, засвідчує необхідність розробки та впровадження відповідного інструментарію [3–5, 7, 9–10].

Платформа аналізу підштовхує до застосування логістики, яка активізує наявні методи організації будівництва.

## ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО

Для розв'язання складних організаційно-виробничих питань у будівництві застосовуємо логістичні підходи (концепції), враховуючи специфічні умови будгенплану, які полягають у необхідності раціонального розташування відповідних складських приміщень, тимчасових

будівель, майстерень, будівельних машин і техніки.

Тимчасові будівлі, складські приміщення, відповідно до правил організації будівництва ДБН А.3.1–5–2016 [2], потрібно розташовувати в межах будівельного майданчика (рис. 1).

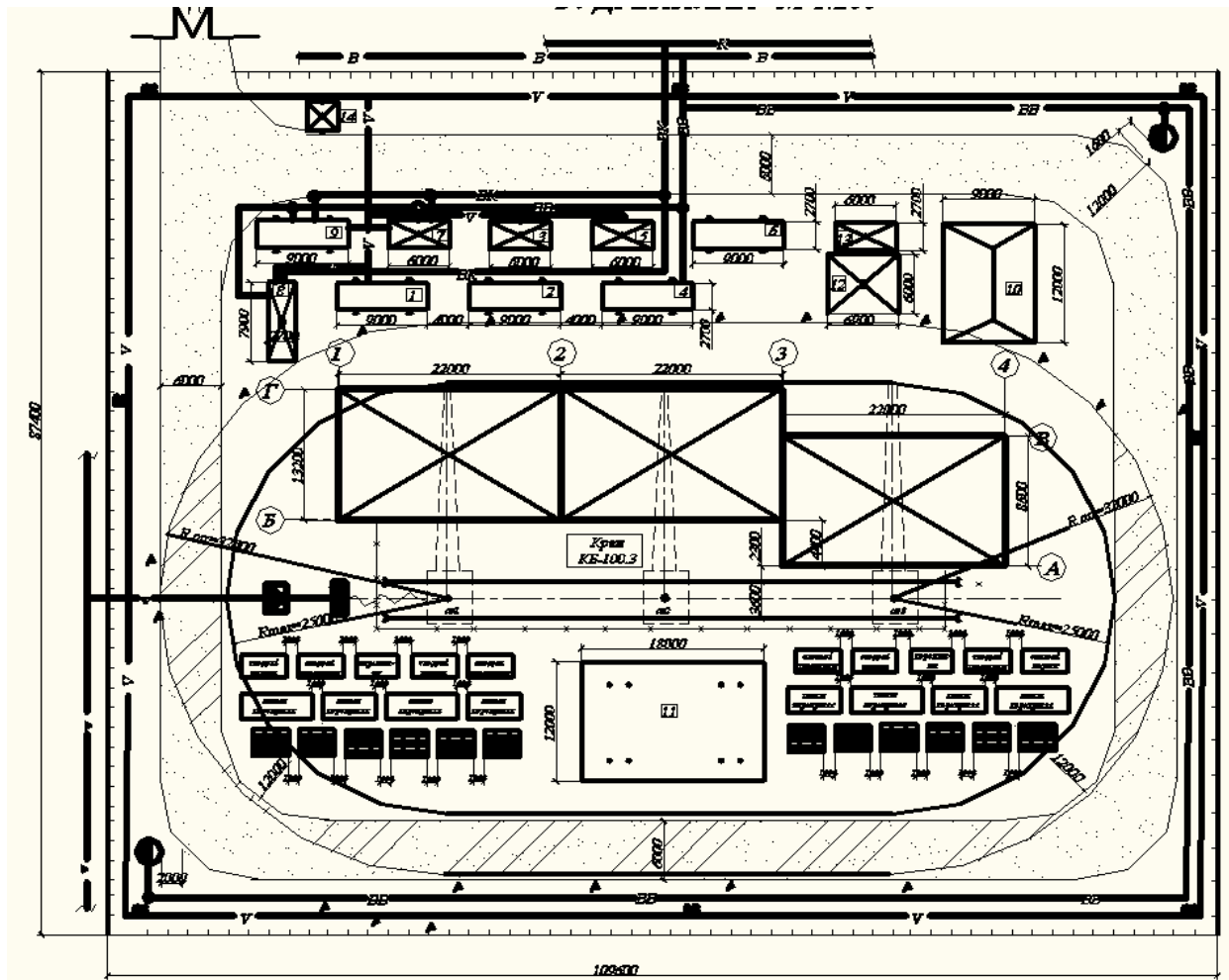


Рис. 1. Приклад будгенплану житлової трисекційної багатоповерхової будівлі

Fig. 1. Example of construction layout plan of a residential three-section multi-storey building

### Результат

Поняття «будівництво» розуміють у кількох значеннях [2–5, 8]:

- 1) як процес спорудження будівель;
- 2) як галузь, що забезпечує створення нових підприємств, розширення, реконструкцію й технічне переобладнання підприємств та інших об'єктів виробничої сфери, а також об'єктів не-

виробничої сфери. До продукції будівництва належить і капітальний ремонт будівельних об'єктів.

Визначена у статті проблематика дає поштовх до необхідності створення дієвого інструментарію – будівельної логістики, що враховує складні умови міської забудови для виконання організаційно-технологічних процесів нового будівництва.

## ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО

Принципи логістики дозволять збалансувати будівельне виробництво в умовах щільної забудови; використовувати гнучкий інструментарій як можливість внесення змін у графік закупівлі матеріалів, змін у термінах постачання будівельних матеріалів, конструкцій, деталей; мінімізувати об'єми запасів будівельних матеріалів, конструкцій, деталей за рахунок раціональних підходів та розрахунків, а в деяких випадках повністю або частково відмовитися від складування, використовуючи концепцію «точно – вчасно»; змоделювати рух потоків будівельних матеріалів, конструкцій, деталей; раціонально управляти матеріальними потоками будівельних ресурсів; гарантувати надійність у забезпеченні будівельними матеріалоресурсами; підвищити економічність за рахунок скорочення рівня запасів будівельних ресурсів, а також враховувати дефіцит ресурсів; розробити раціональний план маршрутизації за рахунок оптимальної дорожньої карти та мінімізації транспортних витрат, своєчасної доставки матеріально-технічних ресурсів на будівельні майданчики; виконати раціональний вибір постачальника, враховуючи якість ресурсів, цінову політику, добросовісність, виробничу потужність.

Можемо зробити висновок, що логістика організації будівництва передбачає управління матеріальними потоками, своєчасне забезпечення будівельними матеріалами, конструкціями, деталями.

Управління матеріальними потоками включає операції вантаження, розвантаження, транспортування, комплектації та інші, а відповідний матеріальному інформаційний потік характеризується операціями збору, обробки й передачі інформації.

Дослідження ряду логістичних концепцій дає змогу зробити висновок: для вдосконалення (поліпшення) організації виконання будівельно-монтажних робіт в умовах щільної міської забудови доречно використовувати можливості таких концепцій:

– концепція JIT «точно – вчасно» [4, 9, 11, 12, 14] удосконалення графіка постачань; схема «точно – вчасно» разом із тим сприяє концентрації основних постачальників будівельних ресурсів, які стають, по суті, партнерами будівельних організацій [4, 7, 9, 12];

– концепція RP у виробництві та постачанні, що містить системи MRP I і MRP II – Materials Requirements Planning / Manufacturing Resource Planning (система планування потреб у матеріалах / виробниче планування потреб у ресурсах), а в розподілі DRP I і DRP II – Distribution Requirements Planning / Distribution Resource Planning (системи планування розподілу продукції й розподілу ресурсів відповідно) [6]. Система MRP – це визначення терміну будівництва, ритмічності постачань будівельних ресурсів та їх кількості відповідно до проектно-кошторисної документації, яка враховує специфіку будівлі;

– концепція OPT – Optimized Production Technology (оптимізовані виробничі технології), яка дозволяє не реагувати на появу «вузьких» місць у ланцюгу міжсистемних зв'язків «постачання – виробництво – збут» [9, 12, 13].

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.

Ефект системи OPT – зниження виробничих і транспортних витрат; зменшення обсягів незавершеного виробництва; скорочення виробничого циклу; зниження потреби в складських і виробничих площах; підвищення ритмічності відвантаження виготовленої продукції замовнику [4, 7, 9, 13].

Виходячи з вищезазначеного, можемо стверджувати: логістика є сучасним механізмом, який визначає шляхи оновлення методів організації будівельних процесів і здатний успішно вирішувати найбільш суттєві проблеми за рахунок надійного управління потоками в межах виробничої діяльності будівельних організацій. Ключовим аспектом логістики є організація, управління матеріальними та нематеріальними потоками.

Для досягнення головної мети запропоновано оптимізувати організаційні процеси з урахуванням концепції логістики, при цьому взято до уваги відповідні заходи як для будівництва, ремонту або реконструкції, так і умови щільної міської забудови (рис. 2).

## ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО

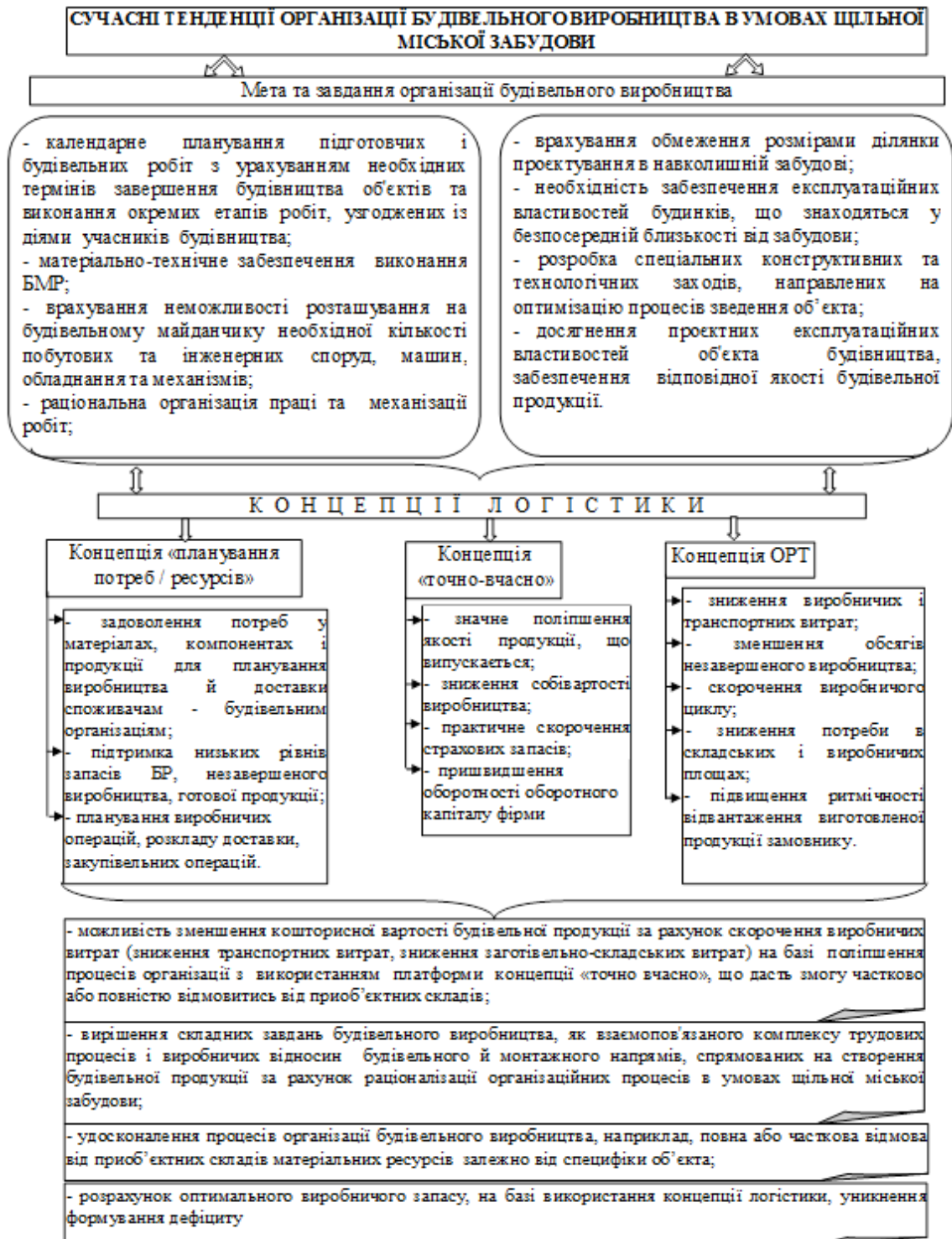


Рис. 2. Оптимізація організації будівельного виробництва в умовах щільної міської забудови з використанням концепції логістики

Fig. 2. Optimization of the organization of construction production in the conditions of dense city development using the concepts of logistics

### Наукова новизна та практична значимість

На основі наукових досліджень отримана модель оптимізації організаційних процесів будівництва з урахуванням умов ущільненої міської забудови та функціонально-планувальної інфраструктури міст.

Зважаючи на труднощі зовнішніх факторів та обмежень функціонально-планувальної інфраструктури міст знайдено оптимальне розв'язання складних організаційних задач, що дає можливість скоротити собівартість будівельно-монтажних робіт і сприятиме зменшенню тривалості будівництва.

### Висновок

У ході дослідження виявлено можливості вдосконалення процесів організації будівництва в умовах ущільненої міської забудови за рахунок застосування логістики зокрема основних

елементів її концепцій, що сприяє формуванню механізму оптимального розв'язання складних організаційно-технологічних задач будівельного виробництва: удосконалення графіка постачань за схемою «точно – вчасно»; планування потреб у будівельних ресурсах відповідно до специфіки об'єкта; визначення терміну будівництва, ритмічності постачань будівельних ресурсів та їх кількості відповідно до проектно-кошторисної документації.

Нова концептуальна основа оптимізації організаційних процесів будівельного виробництва в умовах щільної міської забудови за рахунок застосування логістичних концепцій «точно – вчасно», «планування потреб / ресурсів», ОРТ дозволяє кардинально переосмислити теорію і практику будівельного виробництва в разі розміщення нових житлових будинків на земельних ділянках у мікрорайонах під час проведення розрахунків граничної щільності населення, об'єктів благоустрою.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авдєєва М. С., Тустановська Л. В. Особливості проектування житлових будинків в умовах щільної забудови. *Проблеми розвитку міського середовища*. 2016. Вип. 2. С. 3–9.
2. ДБН А.3.1-5-2016 *Організація будівельного виробництва* [Чинний від 2016-01-01.]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.
3. Киринос В. М., Залуний В. Ф., Дадиверина Л. Н. *Організація строителства* : учебник. Днепропетровск : Пороги, 2005. 309 с.
4. *Наукові основи розвитку будівельної галузі України* : монографія / ред. І. А. Арутюнян. Запоріжжя : Запорізька державна інженерна академія, 2017. 460 с.
5. Павлов І. Д., Полтавець М. О., Павлов Ф. І. Системологічне управління виробничими системами в будівництві. *Наукові вісті Давіського університету : електронне наукове фахове видання*. 2018. № 17. С. 53–61. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2020/205011>
6. Петренко Ю. В. Особливості архітектурно-планувальних та містобудівельних рішень при проектуванні будівель в умовах щільної забудови. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2017. № 878. С. 141–148.
7. Радкевич А. В., Арутюнян І. А. Організація системи матеріального забезпечення будівництва. *Наука та прогрес транспорту*. 2014. № 3 (51). С. 146–159.
8. Трач Р. В. Сучасні концепції управління проектом у будівництві. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2018. № 2 (82). С. 232–239.
9. Arutiunian I., Dankevych N., Arutiunian Y., Saikov D., Poltavets M., Maranov A., Frolov D. Development of a mathematical model for selection and rationale for making optimal construction decisions. *Advances in Mathematics : Scientific Journal*. 2020. Vol. 9, №. 12. P. 10649–10659. DOI: <https://doi.org/10.37418/amsj.9.12.50>
10. Engström S., Stehn, L., Sardén Y. Competitive impact of industrialized building – in search for explanations to the current state. *Proceedings 25th Annual ARCOM Conference* (Nottingham, 7-9 September 2009). Nottingham, UK, 2009. P. 413–424.
11. Jonsons J. C., Wood D. F. *Contemporary Logistics*. New York : MacMillan, 2017. 325 p.

12. Moller C., Johansen J. *Paradigms in Logistics*. Department of Production. Denmark : University of Aalborg, 2005. 324 p.
13. Noel M. *Project engineer's manual for construction* : textbook. Michigan, 2015. 86 p.
14. Prakash K. *Elements of civil engineering* : textbook. Department of Civil Engineering Sri Jayachamarajendra College of Engineering, Mysore. 2015. 44 p.

Y. E. ARUTIUNIAN<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Dep. «Urban Construction and Architecture», Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhia National University, Sobornyi Av., 226, Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (066) 283 01 76, e-mail arutyanyanegen@gmail.com, ORCID 0000-0002-0502-6651

## Innovative Tools for Improvement of Construction Organization Processes in the Conditions of Dense Urban Development

**Purpose.** The article is aimed to create scientific tools based on the analysis of modern innovative approaches and tools to improve the processes of construction organization in the conditions of dense urban development using logistics, which has modern concepts of improving the corresponding processes. **Methodology.** A systematic analysis of scientific works in terms of problems of organization of construction processes taking into account the conditions of dense development, which serves as a platform for the introduction of innovative tools based on the field of logistics knowledge. **Findings.** The expediency of using logistical approaches and concepts is substantiated, taking into account external factors and limitations that are caused by the environment and configuration of the site, causing difficulties for the internal organization of construction. Logistics tools (approach) allow more efficient use of scientific and practical potential in the further development of methods for improving organizational and technological solutions of construction production under conditions of the functional and planning infrastructure of cities. Principles of logistics will allow to balance construction production in the conditions of dense building; to use flexible tools as an opportunity to make changes in the schedule of material purchase, changes in terms of delivery of building materials, designs, details; minimize stocks of building materials. **Originality.** Based on scientific research, a model of optimization of organizational construction processes is presented, taking into account the conditions of dense urban development and functional and planning infrastructure of cities. A qualitatively new specialized scientific and practical sub-branch of knowledge, construction logistics, was created for complex conditions of urban development to perform organizational and technological processes of new construction. **Practical value.** The use of logistics approaches will improve and optimize the processes of construction organization, taking into account the essential factors of functional and planning infrastructure of the city, in which it is necessary to make rational management decisions. Flexibility, alternativeness of production and economic situations and transport networks during the complex organizational and technological processes of construction make it possible to reduce the cost of construction and installation works and help reduce the duration of construction.

**Keywords:** construction organization; urban development; construction and installation works; logistics; logistic conception; optimization of organizational processes

### REFERENCES

1. Avdeeva, M., & Tustanovska, L. (2016). Osoblyvosti proektuvannja zhytlovykh budynkiv v umovakh shhilnoji zabudovy. *Problemy rozvytku misjkojho seredovyshha*, 2, 3-9. (in Ukrainian)
2. *Orghanizacija budiveljnogo vyrobnytva*, 49 DBN A.3.1-5-2016. (2016). (in Ukrainian)
3. Kirnos, V., Zalunin, V., & Dadiverina, L. (2005). *Organizatsiya stroitelstva: uchebnik*. Dnipropetrovsk: Porogi. (in Russian)
4. Arutiunian, I. (Ed.). (2017). *Naukovi osnovy rozvytku budiveljnoji ghaluzi Ukrajinny: monohrafiya*. Zaporizhzhia: ZSEA. (in Ukrainian)
5. Pavlov, I. D., Poltavets, M. O., & Pavlov, F. I. (2020). System management of organizational-technological reliability of production processes in building. *Bridges and Tunnels: Theory, Research, Practice*, 17, 53-61. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2020/205011> (in Ukrainian)

## ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО

6. Petrenko, Yu. (2017). Features of architectural planning and urban planning decisions of the design of buildings in a dense development. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»*, 878, 141-148. (in Ukrainian)
7. Radkevich, A., & Arutyunyan, I. (2014). System organization of material providing of building. *Science and Transport Progress*, 3(51), 146-159. (in Ukrainian)
8. Trach, R. V. (2018). Modern concepts of project management in construction. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannya. Bulletin of the National university of water and environmental engineering*, 2(82), 232-239. (in Ukrainian)
9. Arutiunian, I., Dankevych, N., Arutiunian, Y., Saikov, D., Poltavets, M., Maranov, A., & Frolov, D. (2020). Development of a mathematical model for selection and rationale for making optimal construction decisions. *Advances in Mathematics: Scientific Journal*, 9(12), 10649-10659. DOI: <https://doi.org/10.37418/amsj.9.12.50> (in English)
10. Engström, S., Stehn, L., & Sardén, Y. (2009). Competitive impact of industrialized building – in search for explanations to the current state. In *Proceedings 25th Annual ARCOM Conference* (pp. 413-424). Nottingham, UK, England. (in English)
11. Jonsons, J. C., & Wood, D. F. (2017). *Contemporary Logistics*. New York: MacMillan. (in English)
12. Moller, C., & Johansen, J. (2005). *Paradigms in Logistics*. Department of Production. Denmark: University of Aalborg. (in English)
13. Noel, M. (2015). *Project engineer's manual for construction: textbook*. Michigan. (in English)
14. Prakash, K. (2015). *Elements of civil engineering: textbook*. Department of Civil Engineering Sri Jayachamarajendra College of Engineering, Mysore. (in English)

Надійшла до редколегії: 31.03.2021

Прийнята до друку: 02.08.2021