

УДК 69.05.9.7

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.241225.120.1215

ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНТАЖУ КОНСТРУКЦІЙ ОДНОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ВИРОБНИЦТВА

МАРТИШ О. П.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

МАРТИШ О. О.², канд. техн. наук, доц.,

ГОРІН Р. О.³, магістр-науковець,

ТИМОШЕНКО О. А.⁴, канд. техн. наук, доц.,

НАГОРНИЙ Д. В.⁵, канд. техн. наук, доц.

^{1*} Кафедра технології будівельного виробництва, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (097) 410-42-20, e-mail: martysh.oleksandra@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-6126-1920

² Кафедра організації і управління будівництвом, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (093) 713-23-77, e-mail: martysh.oleksandr@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

³ Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 175-84-37, e-mail: ruslanhorin96@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-5303-7370

⁴ Кафедра охорони праці, цивільної та екологічної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 452-43-63, e-mail: mitomdnipro1997@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3114-9820

⁵ Кафедра будівельної і теоретичної механіки та опору матеріалів, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 566-88-85, e-mail: d.nagorny@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5961-8580

Анотація. Постановка проблеми. Будівництво є однією з найважливіших галузей національної економіки, що забезпечує створення і реконструкцію будівель і споруд та об'єктів інфраструктури. В сучасному будівництві відбуваються постійні зміни щодо будівельних конструкцій із різних матеріалів; об'ємно-планувальних та конструктивних рішень промислових будівель; раціонального проектування і умов експлуатації будівельних конструкцій та будівель і споруд; вдосконалення технології та організації будівельних процесів, пов'язаних із зведенням і реконструкцією будівель та споруд і їх комплексів, зокрема в особливих умовах; проектування технологічних процесів і організації будівельного виробництва з використанням сучасного інформаційного забезпечення й обчислювальної техніки; комплексної механізації та автоматизації будівельних процесів. Також відбуваються зміни щодо планування і організації будівельних робіт, обумовлені впровадженням технологій будівельного інформаційного моделювання у поєднанні зі штучним інтелектом та Інтернетом речей. Монтажні роботи являють собою провідний комплексний процес у спорудженні будівель, від характеристик виконання якого залежатиме якість і довговічність експлуатації будівлі. В зв'язку з цим дослідження присвячені питанням варіантного проектування організації монтажу конструкцій одноповерхових будівель промислових підприємств в залежності від умов виробництва є актуальною та своєчасною. **Мета роботи:** розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо системи факторів, які визначають специфіку технології та організації монтажу конструкцій при реконструкції промислових одноповерхових будівель. Сформульована мета зумовила необхідність **вирішення** таких **завдань**: аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду, законодавчих актів, нормативних документів щодо виконання робіт із монтажу конструкцій промислових будівель при реконструкції діючих промислових підприємств; аналіз особливостей архітектурних, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень промислових будівель та умов виробництва робіт при реконструкції промислових будівель; обґрунтувати систему факторів, які здійснюють визначальний вплив на тривалість, вартість і трудомісткість реконструкції промислових одноповерхових будівель. **Об'єкт дослідження:** процес монтажу конструкцій одноповерхових промислових будівель при реконструкції діючих підприємств. **Предмет дослідження:** архітектурні, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення промислових одноповерхових будівель; організаційно-технологічні рішення виробництва монтажних робіт при реконструкції діючих підприємств. **Методи дослідження:** аналіз і узагальнення; теорія систем і системний аналіз; моделювання виробничих процесів, методи організаційно-технологічного моделювання. **Наукова новизна отриманих результатів:** обґрунтовано систему факторів, які відображають особливості архітектурних, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень промислових одноповерхових будівель та специфіку умов виробництва робіт при реконструкції промислових будівель та здійснюють визначальний вплив

на тривалість, вартість і трудомісткість реконструкції промислових одноповерхових будівель. **Практичне значення отриманих результатів:** результати виконаної роботи можуть бути використані при створенні моделей прогнозування значень техніко-економічних показників (тривалості, вартості, трудомісткості) проєктів реконструкції промислових одноповерхових будівель. **Основна частина.** Обґрунтування системи факторів, які відображають особливості архітектурних, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень промислових будівель та специфіку умов виробництва робіт при реконструкції промислових одноповерхових будівель та здійснюють визначальний вплив на тривалість, вартість і трудомісткість реконструкції промислових одноповерхових будівель. **Висновки.** Визначено, що реконструкцію промислових будівель характеризують певні особливості, не властиві новому будівництву. Для порівняння альтернативних варіантів організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових одноповерхових будівель і вибору раціонального з них використовують різні техніко-економічні показники ефективності будівельних робіт. Для прогнозування значень техніко-економічних показників в межах наявних ресурсних та часових обмежень сформовано сукупність факторів, які здійснюють вплив на тривалість, вартість і трудомісткість реконструкції промислових одноповерхових будівель. Врахування комплексного впливу факторів, що відображають особливості будівельного генерального плану, об'ємно-планувальних рішень, конструктивних рішень, виконання монтажних та демонтажних робіт, дозволить приймати обґрунтовані рішення щодо реконструкції промислових одноповерхових будівель. Для цього було застосовано методи експертних оцінок. Із залученням експертів було визначено 10 із 20 факторів, які відображають специфіку реконструкції промислових одноповерхових будівель та визначають показники ефективності організаційно-технологічних рішень (тривалість, вартість, трудомісткість). Для створення моделей прогнозування значень техніко-економічних показників (тривалості, вартості, трудомісткості) проєктів реконструкції промислових одноповерхових будівель отримано кількісні значення факторів, які здійснюють найбільший вплив на техніко-економічні показники.

Ключові слова: технологія виробництва робіт; монтаж конструкцій; організація виробництва; промислова будівля; умови виробництва робіт

DEVELOPMENT OF CONSTRUCTIVE DESIGN OF PICKLING UNITS FOR OPERATION IN HIGHLY AGGRESSIVE HOT SULPHURIC ACID SOLUTIONS

MARTYSH O.P.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
MARTYSH O.O.², *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
HORIN R.O.³, *Master of science*,
TYMOSHENKO O.A.⁴, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
NAGORNYI D.V.⁵, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

^{1*} Department of Construction Production Technology, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (097) 410-42-20, e-mail: martysh.oleksandra@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-6126-1920

² Department of Organisation and Management in Construction, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (093) 713-23-77, e-mail: martysh.oleksandr@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

³ Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (095) 175-84-37, e-mail: ruslanhorin96@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-5303-7370

⁴ Department of Labor Protection, Civil and Environmental Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (050) 452-43-63, e-mail: mitomdnipro1997@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3114-9820

⁵ Department of Structural and Theoretical Mechanics and Strength of Materials, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (067) 566-88-85, e-mail: d.nagorny@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-5961-8580

Abstract. Problem statement. Construction is one of the most important sectors of the national economy, ensuring the creation and reconstruction of buildings and structures and infrastructure facilities. In modern construction, there are constant changes in building structures made of various materials; spatial planning and design solutions for industrial buildings; rational design and operating conditions of building structures and buildings and structures; improvement of technology and organization of construction processes related to the construction and reconstruction of buildings and structures and their complexes, in particular in special conditions; design of technological processes and organization of construction production using modern information support and computer technology; comprehensive

mechanization and automation of construction processes. There are also changes in the planning and organization of construction work, due to the introduction of building information modeling technologies in combination with artificial intelligence and the Internet of Things. Installation work is a leading complex process in the construction of buildings, the quality and durability of the building's operation will depend on the characteristics of its execution. In this regard, research devoted to the issues of variant design of the organization of installation of structures of single-story buildings of industrial enterprises depending on production conditions is relevant and timely. **The purpose of the work:** development of scientifically based recommendations regarding the system of factors that determine the specifics of the technology and organization of installation of structures during the reconstruction of industrial one-story buildings. The formulated goal necessitated **the solution** of the following **tasks:** analysis of foreign and domestic experience, legislative acts, regulatory documents on the performance of works on the installation of industrial building structures during the reconstruction of existing industrial enterprises; analysis of the features of architectural, spatial planning and constructive solutions of industrial buildings and the conditions of production of works during the reconstruction of industrial buildings; to substantiate the system of factors that have a decisive influence on the duration, cost and labor intensity of the reconstruction of industrial single-story buildings. **The object of research:** the process of installing structures of single-story industrial buildings during the reconstruction of existing enterprises. **The subject of the research:** architectural, spatial planning and structural solutions of industrial one-story buildings; organizational and technological solutions for the production of installation works during the reconstruction of existing enterprises. **Research methods:** analysis and generalization; systems theory and systems analysis; modeling of production processes, methods of organizational and technological modeling. **Practical significance of the results obtained:** the results of the work performed can be used in creating models for predicting the values of technical and economic indicators (duration, cost, labor intensity) of projects for the reconstruction of industrial one-story buildings. **Main part.** Substantiation of the system of factors that reflect the features of architectural, spatial planning and constructive solutions of industrial buildings and the specifics of the conditions for the production of works during the reconstruction of industrial one-story buildings and have a decisive influence on the duration, cost and labor intensity of the reconstruction of industrial one-story buildings to compare alternative organizational and technological solutions for the reconstruction of industrial buildings and choose the most rational one, various technical and economic indicators of the efficiency of construction work are used. **Conclusions.** To predict the values of technical and economic indicators within the existing resource and time constraints, a set of factors has been formed that influence the duration, cost and labor intensity of the reconstruction of industrial single-story buildings. Taking into account the complex influence of factors that reflect the features of the construction master plan, spatial planning decisions, design decisions, and the performance of installation and dismantling works will allow making informed decisions regarding the reconstruction of industrial one-story buildings. With the involvement of experts, 10 out of 20 factors were identified that reflect the specifics of the reconstruction of industrial one-story buildings and determine the effectiveness of organizational and technological solutions (duration, cost, labor intensity). To create models for predicting the values of technical and economic indicators of projects for the reconstruction of industrial one-story buildings, quantitative values of factors that have the greatest impact on technical and economic indicators were obtained.

Keywords: *technology of work production; installation of structures; production organisation; industrial building; conditions of work production*

Постановка проблеми. Будівництво є однією з найважливіших галузей національної економіки, що забезпечує створення і реконструкцію будівель і споруд та об'єктів інфраструктури. Виконання монтажних робіт належить до витратних і трудомістких процесів, які потребують ретельної підготовки монтажного майданчика, будівельних конструкцій, монтажних кранів та обладнання. Монтажні підприємств в залежності від умов виробництва є актуальною та своєчасною.

Аналіз сучасних літературних джерел показує, що в сучасному будівництві відбуваються постійні зміни щодо будівельних конструкцій із різних матеріалів; об'ємно-планувальних та

конструктивних рішень промислових будівель; раціонального проектування і умов експлуатації будівельних конструкцій та будівель і споруд; вдосконалення технології та організації будівельних процесів, пов'язаних із зведенням і реконструкцією будівель та споруд і їх комплексів, зокрема в особливих умовах; проектування технологічних процесів і організації будівельного виробництва з використанням сучасного інформаційного забезпечення й обчислювальної техніки; комплексної механізації та автоматизації будівельних процесів.

Також відбуваються зміни щодо планування і організації будівельних робіт, обумовлені впровадженням технологій

будівельного інформаційного моделювання у поєднанні зі штучним інтелектом та Інтернетом речей.

Мета роботи. Розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо системи факторів, які визначають специфіку технології та організації монтажу конструкцій при реконструкції промислових одноповерхових будівель.

Сформульована мета зумовила необхідність вирішення таких **завдань**:

- аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду, законодавчих актів, нормативних документів щодо виконання робіт із монтажу конструкцій промислових будівель при реконструкції діючих промислових підприємств;

- аналіз особливостей архітектурних, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень промислових будівель та умов виробництва робіт при реконструкції промислових будівель;

- обґрунтувати систему факторів, які здійснюють визначальний вплив на тривалість, вартість і трудомісткість реконструкції промислових одноповерхових будівель.

Об'єкт дослідження. Процес монтажу конструкцій одноповерхових промислових будівель при реконструкції діючих підприємств.

Предмет дослідження. Архітектурні, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення промислових одноповерхових будівель; організаційно-технологічні рішення виробництва монтажних робіт при реконструкції діючих підприємств.

Методи дослідження. Аналіз і узагальнення; теорія систем і системний аналіз; моделювання виробничих процесів, методи організаційно-технологічного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів. Обґрунтовано систему факторів, які відображають особливості архітектурних, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень промислових одноповерхових будівель та специфіку умов виробництва робіт при реконструкції промислових будівель та здійснюють визначальний вплив на тривалість, вартість і трудомісткість реконструкції промислових одноповерхових будівель.

Практичне значення отриманих результатів. Результати виконаної роботи можуть бути використані при створенні моделей прогнозування значень техніко-економічних показників (тривалості, вартості, трудомісткості) проєктів реконструкції промислових одноповерхових будівель.

Виклад результатів досліджень. До повномасштабного вторгнення будівельна галузь демонструвала активні позитивні тенденції до зростання та розвитку завдяки залученню інвестицій, які дозволяли розширювати виробничі потужності та поліпшувати якість будівельної продукції.

Проте повномасштабне вторгнення Російської Федерації в Україну 24 лютого 2022 року суттєво вплинуло на будівельну галузь, спричинивши:

- падіння обсягів виробництва;
- нестачу сировини;
- порушення логістичних ланцюжків;
- пошкодження та руйнування виробничих потужностей;
- втрату висококваліфікованих кадрів;
- нестачу робочої сили в цілому;
- скорочення обсягів інвестицій [4].

За даними Державної служби статистики України [2], розподіл обсягів виробленої будівельної продукції за характером будівництва у 2013–2024 роках представлений на рисунку 1.

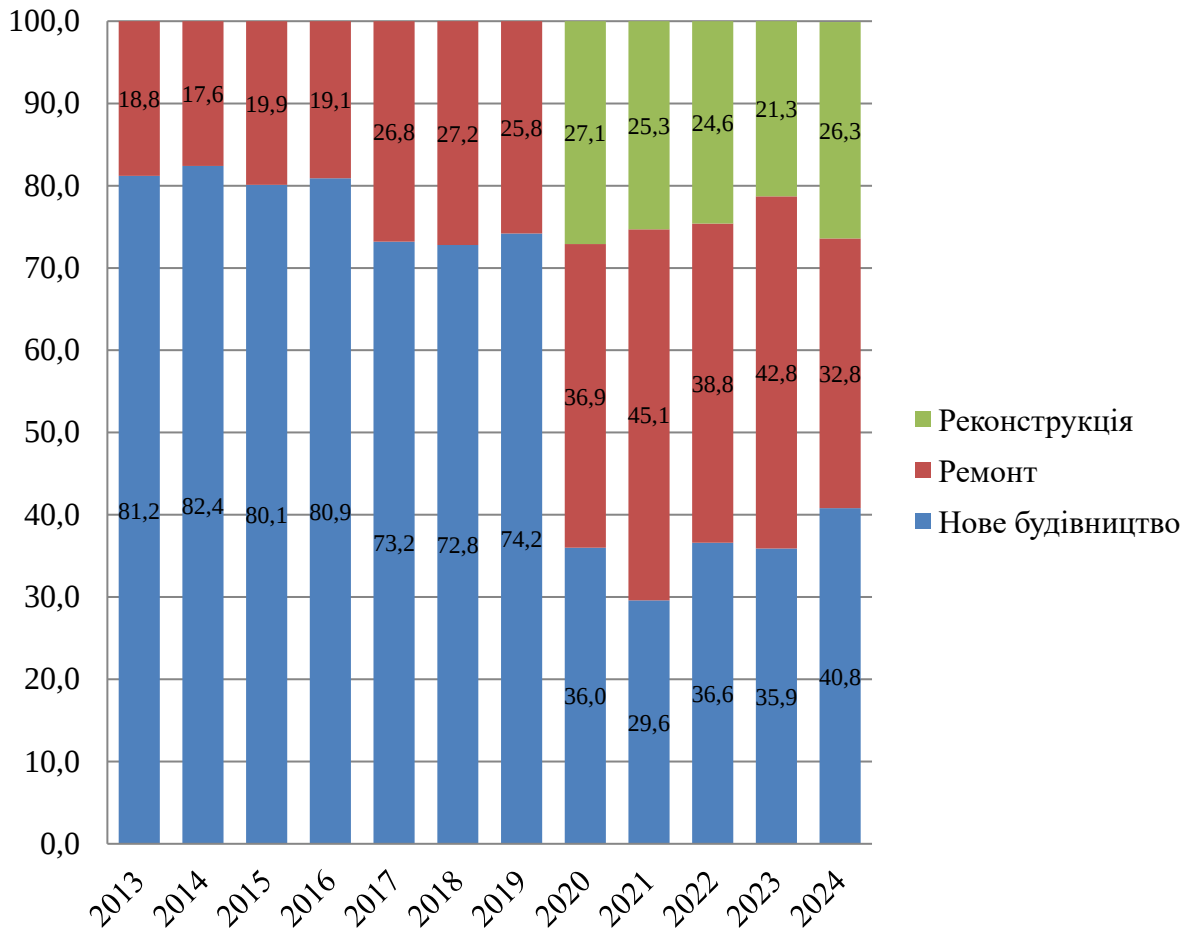


Рис. 1. Розподіл обсягів виробленої будівельної продукції за характером будівництва у 2013–2024 роках (%)

Як свідчать дані, представлені на рисунку 1, протягом 2020–2024 років структура розподілу обсягів виробленої будівельної продукції за характером будівництва суттєво змінилась:

- обсяги нового будівництва зменшилися майже вдвічі, до 30–40 %;
- обсяги робіт із капітального та поточного ремонтів збільшилися більш ніж удвічі, до 33–45 %;
- додалися роботи з реконструкції, які становлять 20–25 %.

Як свідчать дані про обсяг вироблених нежитлових будівель за видами у 2018–2024 роках у вартісному вираженні (млн грн) демонструє такі тенденції [2]:

- у 2022 році спостерігався спад, вочевидь обумовлений початком широкомасштабного вторгнення Російської Федерації в Україну, але будівельна галузь адаптувалась до цих нових викликів і почала демонструвати зростання у 2023–2024

роках, майже досягнувши довоєнного рівня 2021 року;

- частка в обсязі виробленої будівельної продукції, яка припадає на промислові та складські будівлі, поступово зростає.

За даними Київської школи економіки [3], станом на листопад 2024 року прямі збитки, завдані об'єктам нерухомості, інфраструктурі, транспортним засобам та запасам оцінюються в 169,8 млрд USD, і майже третина завданих збитків припадає на сектор промисловості та енергетики.

Все вищевикладене обумовлює об'єктивну потребу у відновленні пошкоджених промислових будівель та будівництві нових виробничих потужностей.

Серед промислових будівель значна частка припадає саме на одноповерхові промислові будівлі площею 3000–20000 м².

Промислові одноповерхові будівлі є найпопулярнішими та найпоширенішими серед об'єктів промислової нерухомості, в яких можна достатньо просто і при цьому ефективно розташувати технологічне обладнання і налагодити виробничий процес.

Величина прогонів найчастіше 6 м, 12 м, 18 м, 24 м, 30 м. Висота одноповерхових промислових будівель від 8,4 м до 18 м. Маса конструкцій від 2,5 т до 33 т.

Промислові одноповерхові будівлі мають однотипові відсіки, конструкції та великі розміри в плані.

До основних чинників, які визначають об'ємно-планувальні рішення промислових одноповерхових будівель, можна віднести такі: забезпечення логічності та послідовності технологічних операцій та потоків; мінімізація відстаней переміщення та пересування; необхідний захист від забруднень; зведення до мінімуму дій із матеріалами; забезпечення необхідної організації виробництва та необхідного доступу.

Вищезазначені особливості архітектурних, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень промислових одноповерхових будівель визначають специфіку виконання робіт із монтажу конструкцій.

Частка робіт із монтажу конструкцій при будівництві промислових будівель і споруд постійно збільшується. При будівництві промислових будівель частка монтажних робіт в середньому становить 35 %, а на деяких об'єктах навіть досягає 50–60 % від загального обсягу виконуваних робіт.

Специфіка монтажу конструкцій промислових одноповерхових будівель обумовлена: розмірами промислової будівлі в плані; необхідністю монтажу ряду конструкцій через їх вагу та висоту окремими частинами або двома кранами; потребою сумістити монтаж конструкцій із монтажем технологічного обладнання в будівлі у тому випадку, якщо є вимога щодо прискореної здачі об'єкта в експлуатацію.

Вибір методів та організації монтажу конструкцій промислових будівель доцільно здійснювати за такими критеріями: обсяг робіт із монтажу конструкцій; об'ємно-планувальні і конструктивні рішення будівлі; визначені терміни монтажу конструкцій та спорудження будівлі в цілому; наявний парк монтажних механізмів.

Незважаючи на широке коло виконаних наукових досліджень у галузі технології та організації виробництва будівельних і демонтажних робіт, виконуваних при зведенні та реконструкції промислових будівель і споруд, сьогодні відсутнє вичерпне наукове обґрунтування організаційно-технологічних рішень, що враховувало б керовані динамічні трансформації технологічних, технічних і організаційних складових будівельного процесу.

Тому подальші дослідження, спрямовані на вдосконалення системи обґрунтування та вибору ефективних організаційно-технологічних рішень зведення, реконструкції та відновлення промислових одноповерхових будівель, які забезпечують високоефективне та стале виконання нестационарних будівельних процесів в складних, мінливих умовах зовнішнього середовища, при дотриманні вимог щодо енергоощадності та ресурсозбереження, є актуальними та своєчасними.

Питанням підвищення рівня технологічності проєктних рішень та надійності організаційно-технологічних рішень із будівництва і реконструкції промислових будівель та споруд, заснованих на принципах типізації та уніфікації, наукової організації праці, індустріалізації будівництва, комплексної механізації та автоматизації будівельних процесів, присвячені наукові праці багатьох учених.

Отже, здійснювати розвиток вітчизняних промислових підприємств потрібно з максимальним використанням існуючих виробничих будівель та споруд, що обумовлено як об'єктивними, так і суб'єктивними чинниками.

Об'єктивні чинники, що обумовлюють потребу в реконструкції промислових будівель, пов'язані з їх фізичним і моральним зносом.

Суб'єктивні чинники пов'язані зараз насамперед із наслідками воєнних дій, через які багато промислових підприємств зазнають пошкоджень та руйнувань.

Реконструкцію промислових будівель характеризують певні особливості, не властиві новому будівництву.

Для порівняння альтернативних варіантів організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових одноповерхових будівель і вибору раціонального з них використовують різні техніко-економічні показники ефективності будівельних робіт. Основними техніко-економічними показниками є: собівартість; трудомісткість; тривалість.

Особливістю реконструкції промислових підприємств є велика стисненість будівельних майданчиків, необхідність виконання робіт без шкоди для діючого виробництва, застосування нетрадиційних методів виробництва робіт, наприклад з використанням гвинтокрилів.

Для кількісної оцінки впливу цих чинників на будівельне виробництво використовується система показників: рівень суміщення будівельних робіт із технологічними процесами виробництва реконструйованого промислового підприємства; рівень стисненості будівельного майданчика та робочих зон.

Основними принципами організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових підприємств є: максимальне суміщення будівельних робіт із виробничими процесами промислового підприємства, яке підлягає реконструкції; забезпечення реконструкції промислових будівель і споруд із мінімальною перервою в їх експлуатації; забезпечення виконання будівельних робіт індустріальними методами.

На основі аналізу зведено відомості про особливості реконструкції промислових одноповерхових будівель та обмеження щодо організаційно-технологічних рішень.

Вивчивши наукову та нормативну літературу з питань технології та організації робіт із монтажу конструкцій при реконструкції промислових одноповерхових будівель із урахуванням умов виробництва, сформовано такі групи факторів, які відображають специфіку реконструктивних робіт та в тій чи іншій мірі здійснюють вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень: особливості будівельного генерального плану; особливості об'ємно-планувальних рішень; особливості конструктивних рішень; особливості монтажних робіт; особливості виконання демонтажних робіт.

Фактори групи особливостей будівельного генерального плану: наявність діючих виробництв; наявність діючих систем інженерного забезпечення; наявність діючих автомобільних доріг або залізниць; наявність природних перешкод (яри, схили); щільність забудови.

Фактори групи особливостей об'ємно-планувальних рішень: велика частка прогонів малої ширини; індивідуальність конструктивних рішень; примикання реконструйованих будівель до існуючих будівель.

Фактори групи особливостей конструктивних рішень: різноманітність та дрібносерійність конструкцій; необхідність забезпечення стійкості прогонів, що зберігаються; різнозначність конструкцій.

Фактори групи особливостей монтажних робіт: підвищена концентрація монтажних кранів; погіршення використання кранів за вантажопідйомністю; обмежена доступність монтажної зони; виконання робіт, не властивих для монтажних процесів; необхідність влаштування технологічних перерв; обмеженість висотного габариту робочої зони крана.

Фактори групи особливостей виконання демонтажних робіт: вплив пори року на виконання демонтажних робіт; обмеженість у часі виконання демонтажних робіт; розосередженість ділянок об'єкта, на яких виконуватимуться демонтажні роботи.

Формування моделей для прогнозування значень техніко-економічних показників (тривалості, вартості, трудомісткості) проєктів реконструкції промислових одноповерхових будівель потребує накопичення достатньо великого масиву статистичних даних. Адже постійні зміни в зовнішньому та внутрішньому середовищі урізноманітнюють альтернативні варіанти рішень, а це потребує ухвалення оперативних рішень та постійного їх коригування з метою адаптації до змін, що відбуваються. Тому, зважаючи на обмежені можливості отримання великих масивів статистичної інформації щодо реконструкції промислових одноповерхових будівель, вважаємо доцільним застосування теорії експертних оцінок. Наразі експертні оцінки із залученням експертів є найбільш розповсюдженим способом швидкого отримання якісної інформації [1].

Мета проведення опитування: оцінити важливість впливу факторів на показники ефективності (тривалість, вартість, трудомісткість) організаційно-технологічних рішень реконструкції та відновлення промислових одноповерхових будівель.

Для проведення експертного опитування виконано формування сукупності факторів, які здійснюють визначальний вплив на тривалість, вартість і трудомісткість реконструкції промислових одноповерхових будівель.

В дослідженні брали участь 12 експертів, при відборі яких враховувалися фах експерта; досвід практичної роботи; вміння вирішувати творчі завдання; наукова інтуїція тощо.

Опитування експертів виконувалося заочно, в один тур. Для проведення опитування експертам була запропонована анкета, фактори в якій розміщені в довільному порядку.

За результатами опитувань експертів визначено значення коефіцієнта конкордації думок експертів, який дорівнює $W = 0,99$, що свідчить про високу узгодженість думок експертів.

Для оцінювання значущості коефіцієнту конкордації думок експертів розраховано значення критерію Пірсона (χ^2 -критерій), яке дорівнює $\chi^2 = 225,72$.

Було визначено табличне значення χ^2 -критерію для $P(\chi^2) = 0,05$ та числа ступенів свободи $d.f. = 20 - 1 = 19$ дорівнює $\chi^2_{\text{табл}} = 30,14$.

Таблиця 1

Анкета опитування експерта

Найменування факторів	Ранг
X1 – Наявність діючих виробництв	
X2 – Наявність діючих систем інженерного забезпечення	
X3 – Наявність діючих автомобільних доріг або залізниць	
X4 – Наявність природних перешкод (яри, схили)	
X5 – Щільність забудови	
X6 – Велика частка прогонів малої ширини	
X7 – Індивідуальність конструктивних рішень	
X8 – Примикання реконструйованих будівель до існуючих будівель	
X9 – Різноманітність та дрібносерійність конструкцій	
X10 – Необхідність забезпечення стійкості прогонів, що зберігаються	
X11 – Різноважність конструкцій	
X12 – Підвищена концентрація монтажних кранів	
X13 – Погіршення використання кранів за вантажопідйомністю	
X14 – Обмежена доступність монтажної зони	
X15 – Виконання робіт, не властивих для монтажних процесів	
X16 – Необхідність влаштування технологічних перерв	
X17 – Обмеженість висотного габариту робочої зони крана	
X18 – Вплив пори року на виконання демонтажних робіт	
X19 – Обмеженість у часі виконання демонтажних робіт	
X20 – Розосередженість ділянок об'єкта, на яких виконуватимуться демонтажні роботи	

Оскільки фактичне значення χ^2 суттєво перевищує табличне значення ($225,72 > 30,14$), то підтверджується

достатньо висока узгодженість думок експертів за всією сукупністю досліджуваних факторів.

За даними опрацювань результатів опитувань експертів побудовано діаграму сумарних рангів досліджуваних факторів (рис. 2).

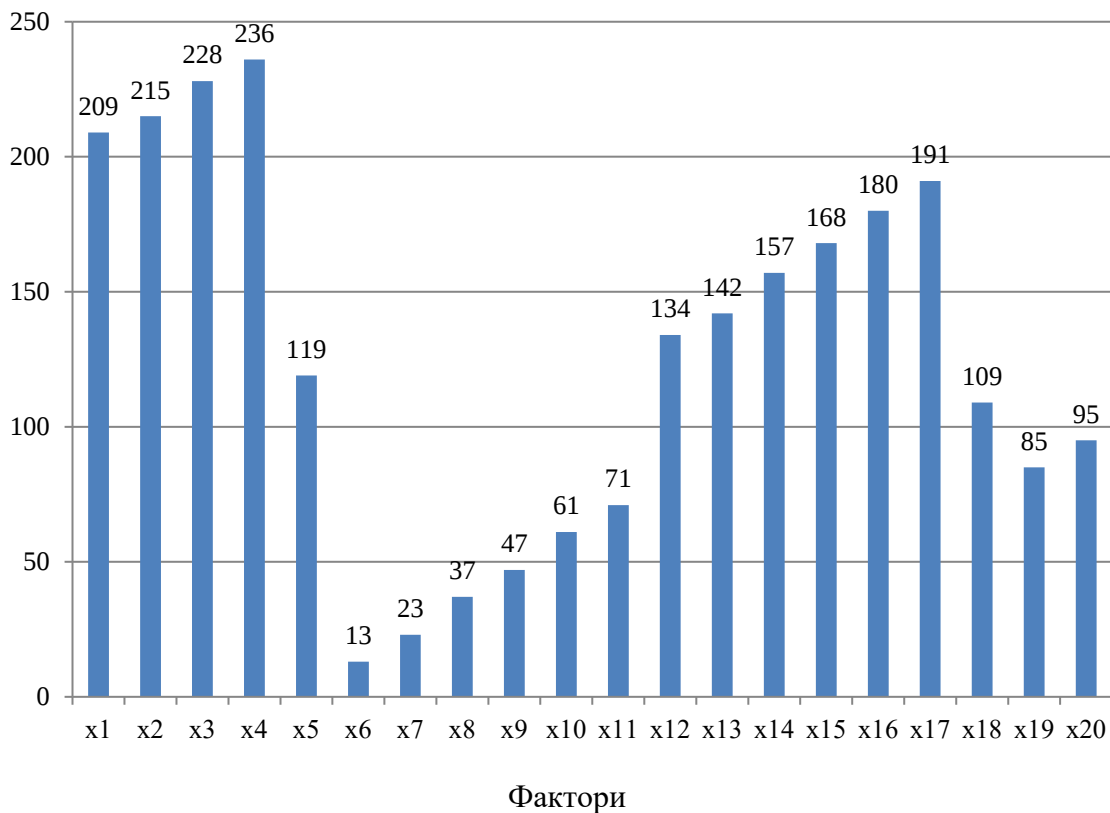


Рис. 2. Діаграма сумарних рангів досліджуваних факторів за результатами експертного оцінювання щодо їх впливу на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових одноповерхових будівель

За даними рисунку 2, враховуючи значення середнього рангу, яке дорівнює 126, можемо зробити висновок, що з досліджуваних 20 факторів визначальний (найбільший) вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових одноповерхових будівель здійснюють такі фактори: X6; X7; X8; X9; X10; X11; X19; X20; X18; X5.

Середній ступінь впливу на показники ефективності організаційно-технологічних рішень здійснюють такі фактори: X12; X13; X14; X15; X16; X17.

Низький ступінь впливу на показники ефективності організаційно-технологічних рішень здійснюють такі фактори: X1; X2; X3; X4.

Для створення моделей прогнозування значень техніко-економічних показників (тривалості, вартості, трудомісткості)

проектів реконструкції промислових одноповерхових будівель в подальшому потрібно отримати кількісні значення факторів, які здійснюють найбільший вплив на техніко-економічні показники, зокрема із застосуванням методів експертних оцінок, та моделюванням зв'язку між досліджуваними показниками та факторами.

Висновки

Встановлено, що, зважаючи на воєнні дії на території України, внаслідок яких зазнали пошкоджень та руйнувань багато промислових об'єктів, відбувається зростання попиту на промислові та складські об'єкти.

Встановлено, що існує об'єктивна потреба у обґрунтуванні ефективних організаційно-технологічних рішень зведення та реконструкції промислових будівель і споруд, заснованих на

застосуванні сучасних методів організації будівельних робіт, використанні новітньої техніки і засобів механізації та автоматизації будівельних процесів, а також прогресивній та безпечній організації праці.

Визначено, що потребу в реконструкції промислових будівель обумовлюють чинники об'єктивного характеру, пов'язані з їх фізичним і моральним зносом, а також чинники суб'єктивного характеру, пов'язані насамперед із наслідками воєнних дій.

Доведено, що формування множини варіантів організації монтажу конструкцій промислових одноповерхових будівель з урахуванням умов виробництва потребує врахування великої кількості факторів.

Для порівняння альтернативних варіантів організаційно-технологічних рішень реконструкції і вибору раціонального з них використовують різні техніко-економічні показники ефективності.

Для прогнозування значень техніко-економічних показників в межах наявних ресурсних та часових обмежень доцільно сформулювати сукупність факторів, які здійснюють вплив на тривалість, вартість і

трудомісткість реконструкції промислових одноповерхових будівель.

Врахування комплексного впливу факторів, що відображають особливості будівельного генерального плану, об'ємно-планувальних рішень, конструктивних рішень, виконання монтажних та демонтажних робіт, дозволить приймати обґрунтовані рішення щодо реконструкції промислових одноповерхових будівель.

Для цього було застосовано методи експертних оцінок. Із залученням експертів було визначено 10 із 20 факторів, які відображають специфіку реконструкції промислових одноповерхових будівель та визначають показники ефективності організаційно-технологічних рішень (тривалість, вартість, трудомісткість).

Для створення моделей прогнозування значень техніко-економічних показників проєктів реконструкції промислових одноповерхових будівель отримано кількісні значення факторів, які здійснюють найбільший вплив на техніко-економічні показники, та моделюванням зв'язку між досліджуваними показниками та факторами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок : теорія, методологія, напрямки використання : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2010. 171 с.
2. Державна служба статистики. Статистична інформація. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на листопад 2024 року. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/02/KSE_Damages_Report-November-2024-UA.pdf.
4. Структурні зміни та виклики в будівельній індустрії України: аналіз та прогнози. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/09/02_09_24_Zvit_Strukturni_zmini_ta_vikliki_v_budivel'niy-industrii--industrialnii.pdf.

REFERENCES

1. Grabovetsky B.E. *Metody ekspertnykh otsinok : teoriya, metodolohiya, napryamky vykorystannya : monohrafiya* [Methods of expert assessments : theory, methodology, direct research : monograph]. Vinnytsia: VNTU Publ., 2010, 171 p. (in Ukrainian).
2. *Derzhavna sluzhba statystyky. Statystychna informatsiya* [State Statistics Service. Statistical information]. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (in Ukrainian).
3. *Zvit pro pryami zbytky infrastruktury vid ruynuvan' vnaslidok viys'kovoyi ahresiyi Rosiyi proty Ukrayiny stanom na lystopad 2024 roku* [This is about the direct disruption of infrastructure due to the collapse as a result of the military aggression of Russia against Ukraine, which is expected to fall in the fall of 2024]. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/02/KSE_Damages_Report-November-2024-UA.pdf (in Ukrainian).
4. *Strukturni zminy ta vyklyky v budivel'niy industriyi Ukrayiny: analiz ta prohnozy* [Structural changes and changes in the construction industry of Ukraine: analysis and forecasts]. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/09/02_09_24_Zvit_Strukturni_zmini_ta_vikliki_v_budivel'niy-industrii--industrialnii.pdf (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 12.08.2025.