

DOI 10.15826/rjct.2023.2.005

УДК 69.057

Н. С. Давыдов¹, В. И. Ямов²

^{1,2} Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия

e-mail: ¹ nikitadavydov14@gmail.com, ² v.i.iamov@urfu.ru

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0009-0005-2566-2566>

ОБЗОР МОДУЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ: ТЕНДЕНЦИИ, ЗАДАЧИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация: Строительство во всем мире является одним из важнейших секторов экономики. Интерес государства к технологии модульного строительства постоянно растет. В данной работе рассмотрены вопросы использования модульных изделий в современном домостроении, такие как формы использования частей заводской готовности и проблемы их применения в современном домостроении, тенденции строительного рынка. Также автором сформулированы возможные перспективы данной технологии в России. Предметом исследования являются модульные решения и тенденции их развития в строительстве. Проведено исследование нормативной базы, в результате которого обнаружено, что она не покрывает всю область правового и технического регулирования вопросов, связанных с объектами модульного строительства, часть нормативных документов находится на этапе согласования и утверждения. Автором работы проведен обзор использования модульной технологии в строительстве, выявлены направления развития и задачи указанной отрасли строительства. Предложены пути развития популярности модульного строительства в нашей стране.

Ключевые слова: строительство, модульное строительство, модуль, каркас, префабрикация.

Для цитирования: Давыдов Н. С., Ямов В. И. Обзор модульного строительства в России: тенденции, задачи, перспективы // Russian Journal of Construction Science and Technology. – 2023. – Т. 9. – № 2. – 0902004. – DOI 10.15826/rjct.2023.2.005.

N. S. Davydov¹, V. I. Yamov²

^{1,2} Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

e-mail: ¹ nikitadavydov14@gmail.com, ² v.i.iamov@urfu.ru

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0009-0005-2566-2566>

REVIEW OF MODULAR CONSTRUCTION IN RUSSIA: TRENDS, TASKS, PROSPECTS

Abstract: Construction throughout the world is one of the most important sectors of the economy. The state's interest in modular construction technology is constantly growing. This paper examines the issues of using modular products in modern housing construction, such as forms of using prefabricated parts and the problems of their use in modern housing construction, and trends in the construction market. The author also formulated possible prospects for this technology in Russia. The subject of the study is modular solutions and their trends in construction. A study was carried out of the regulatory framework, which is not ready for the use of such technology – regulatory documents in the field of modular construction have not been approved. The author of the work reviewed the use of modular technology

in construction, identified the directions of development and tasks of this construction industry. Ways of development and improvement are proposed to increase the popularity of the use of modular construction in our country.

Key words: construction, modular construction, module, frame, prefabrication.

For citation: Davydov N. S., Yamov V. I. (2023) Review of modular construction in Russia: trends, tasks, prospects. *Russian Journal of Construction Science and Technology*. 9(2). 0902004. (In Russ.) DOI 10.15826/rjct.2023.2.005

1. Введение

Стремительный рост объемов строительства, повышение требований к качеству готового продукта и необходимость ускорения процесса, при сохранении архитектурной эстетичности стимулирует разработку инновационных решений. Использование системы модульного строительства уже давно стало популярно по всему миру [1]. Такая технология имеет достаточно преимуществ по сравнению с традиционными технологиями, основная из которых – ускорение строительства за счет переноса основного объема проводимых работ в заводские условия [2].

Модульное строительство подразумевает возведение здания или его частей из предварительно изготовленных вне строительной площадки крупных компонентов – модулей. Такими компонентами могут быть достаточно крупные трехмерные блоки, которые соединяются между собой, образуя здание. Также модулями могут являться стеновые панели, перекрытия, секции фасадов, фермы и др. При строительстве модульного здания должны быть учтены условия логистики и сложность конструктивных решений, и только в случае нецелесообразности по этим причинам часть компонентов конструкции здания может быть построена непосредственно на строительной площадке [3].

2. Исследование

Согласно исследованию прогнозируемого развития рынка модульного строительства, на 2022–2027 годы, про-

веденному маркетинговой компанией: «Mordor Intelligence Private Limited», модульное строительство будет преобладать в Азиатско-Тихоокеанском регионе, преимущественно в Китае, Японии, Южной Кореи, менее – в США. Россия, согласно вышеуказанному исследованию, имеет более низкий объем рынка модульного строительства, как и страны Южной Америки [4].

Анализ использования модульного строительства в Европе позволяет сделать выводы о положительных и отрицательных сторонах использования такой технологии [5]. К положительным моментам можно отнести разнообразную архитектуру, которая отвечает современным требованиям потребителей (рис. 1). К проблемам, стоящим перед европейскими девелоперами, необходимо отнести низкую степень стандартизации при строительстве, и, как следствие, можно выделить высокую себестоимость, трудоемкость и высокую материалоемкость при возведении зданий.

Международные темпы и масштабы технологического прогресса в отрасли зависят от степени и скорости перехода на автоматизированные методы строительства и массового внедрения робототехники и технологий с минимальным вмешательством людей [6].

Модульное строительство применимо в различных конструктивных системах с использованием различных строительных материалов [7]. Модульное строительство отличается гораздо более быстрым производством работ на строительной площадке и сокращением времени и затрат, предлагая

при этом более безопасные и экологически чистые условия строительства. К недостаткам относятся низкая производительность труда на фабриках ввиду утраты культуры производства большинством фабрик, отсутствие должного уровня стандартизации, унификации и указаний по проектированию, а также транспортно-логистические ограничения, и, как следствие, относительно небольшие конструктивные пролеты.

При анализе опыта строительства СССР, необходимо отметить отличия от Европейского опыта [8]. Главным недостатком использования технологии модульного строительства в СССР являлся низкий уровень архитектурного разнообразия (рис. 2). При этом, как положительный момент, необходимо отметить высокие показатели экономии материалов и стандартизации процессов строительства [9].

Согласно данным Минстроя России по состоянию на 01 сентября 2023 года ввод нового жилья на территории Российской Федерации составил 70,2 млн. м², что на 0,7 % выше показателя за аналогичный период 2022 года, из них МКД – 28,2 млн. м², что на 8,3 % выше показателя за аналогичный период 2022 года, ИЖС – 42,0 млн. м², что на 3,8 % ниже показателя за аналогичный период 2022 года [10].

В связи со всё возрастающими объемами строительства в Российской Федерации, и заинтересованностью государства в этом, необходимо совершенствование технологий ускоренного строительства при одновременном увеличении качества возводимого жилья.

Модульное строительство позволяет возводить от небольших мобильных сооружений, бытовых городков, вахтовых поселков и домов ИЖС, до крупных социальных объектов и высотных сооружений [11]. Например, федеральные центры высоких медицинских технологий (г. Калининград, г. Астрахань, г. Челябинск, г. Тюмень), гостиница

«Holidayinn» (г. Воронеж), а также детские сады и общественные здания.

В России на сегодняшний день ограниченное число производителей крупных модульных объектов (например, SPmodul, завод «ВЫБОР – ОБД»), однако много вариантов производства различных стеновых панелей (knauf) и домокомплектов для ИЖС (Woodcastor, Дом Технониколь и другие). Модульные конструкции подлежат сертификации с учетом текущих обязательных требований: санитарной, пожарной, строительной, экологической и других норм безопасности.

Разрешение на строительство по модульной технологии не отличается от документации для возведения домов по стандартным технологиям – необходимо соблюсти градостроительные правила и нормы, чтобы обеспечить законность строительства [12].

Технологии модульного строительства имеют большое количество преимуществ, например, перенос основного объема работ в заводские условия позволяет не зависеть от текущих климатических условий, таких как осадки, скорость ветра и температура окружающей среды (рис. 3). Это особенно важно для России – северной страны, когда все «мокрые» процессы (бетонирование, торкретирование и т.п.) осуществляются в заводских условиях с соблюдением всех нормативов (рис. 4). Это касается, также изготовления особо ответственных монолитных конструкций [13]. За счет точных инструментов и возможности автоматизации достигается лучший контроль процесса [14]. Также появляется возможность устанавливать датчики высокоточных систем умного дома в заводских условиях. Уменьшается количество продуваемых мест за счет увеличения герметичности фасадных решений здания. Перед транспортировкой модулей здания есть возможность сборки в заводских условиях [15]. Такая сборка может быть необходима

для проверки точности соединения подобранных модулей. Это позволяет оперативно проводить все пусконаладочные работы, что дает возможность исключить задержку монтажа объекта на строительной площадке. Также в условиях недостатка рабочей силы в месте строительства, модули могут быть транспортированы и установлены в короткие сроки (рис. 5).

На предприятии проще наладить очередность выполнения работ в соответствии со всеми технологическими требованиями, четко рассчитать сроки изготовления, применить более качественные материалы – особенно касается изделий из дерева и утеплителей, которые быстро приходят в негодность в уличных условиях [16].

На сегодняшний день единая система нормативных документов в области модульного строительства отсутствует, но ФАУ «ФЦС» ведется разработка национального стандарта – ГОСТ Р «Модульные здания и конструкции. Термины и определения. Классификация», который определяет виды и раз-

новидности (номенклатуру) модульных зданий. Так же, в настоящий момент, АО «ЦНИИПромзданий» по заказу Ассоциации развития стального строительства ведется разработка СП «Здания жилые многоквартирные с применением стального каркаса. Правила проектирования» [17].

На сегодняшний день действует «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 года, №207–р, которая одной из приоритетных целей ставит ускоренное развитие городских агломераций [18]. Такой приоритет развития в связке с утвержденной действующей семейной и льготной ипотекой дает толчок к развитию жилищного строительства и, как следствие, необходимостью обеспечения социальной инфраструктурой, при строительстве которой эффективно и целесообразно использовать технологии модульных конструкций [19].



Рис. 1. Примеры использования модульного строительства в Европе (фото Давыдова Н.С.)



Рис. 2. Примеры использования элементов модульного строительства в Советском союзе (слева направо): первое поколение – 1-464 (1958–1964); второе поколение – 1-464Д (1974); третье поколение – серия 90 (1971–1991).

Источник: <https://photobuildings.com/>



Рис. 3. Префабрицированные балконы и лестницы, изготовленные в заводских условиях (фото Давыдова Н.С.)



Рис. 4. Инженерные сети, собранные в условиях цеха (фото Давыдова Н.С.)



Рис. 5. Современный опыт модульного строительства (фото Давыдова Н.С.)

3. Выводы

Основным интересантом использования технологий модульного строительства является государство, так как поставленная на поток технологическая цепочка производства и монтажа модульных сооружений позволяет в короткие сроки возводить множество объектов социальной инфраструктуры. Эксплуатация таких сооружений, как медицинской, так и образовательной сферы, при условии налаженного процесса, также становится дешевле за счет унификации модулей – их можно заменить, переоборудовать. Выгодна такая технология строительным компаниям, которые могут значительно увеличить скорость окупаемости проектов, а также металлургическим и другим производственным компаниям, реализующим свою продукцию для составных элементов модульных конструкций. Необходимо также усиление и совершенствование индустриальной базы заводов по изготовлению модульной продукции на всех уровнях производства, от начала сборки до полной выходной готовности.

Список используемых источников

1. V. Tavares, N. Soares, N. Raposo, P. Marques, F. Freire Prefabricated versus conventional construction: Comparing life-cycle impacts of alternative structural materials. *Journal of Building Engineering*, 2021, Volume 41, September 2021, 102705
2. Захарова М.В., Пономарев А.Б. Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии. *Construction and Geotechnics*. 2017. – Т. 8, № 1. – С. 148-155.

При этом, в обязательном порядке необходимо включить подготовку профильных специалистов.

За счет разработки и внедрения государственных программ поддержки модульного строительства можно выработать комплексный подход, который обеспечит заинтересованность всех сторон процесса, включая конечного пользователя. А именно, предлагается, внедрить льготное кредитование или субсидирование частных инвесторов строительных компаний в собственные технологические линии в логистической близости от мест строительства. При этом, необходимо создание систематизированной базы национальных стандартов и сводов правил в области модульного строительства, а также расширение использования информационного моделирования зданий (BIM–моделирование) для проектирования модульных зданий.

В вышесказанное, в комплексе, приведет к открытию новых возможностей и росту рынка недвижимости.

3. M. Arashpoura, V. Kamat, Y. Baia, R. Wakefieldc, B. Abbasid Optimization modeling of multi-skilled resources in prefabrication: Theorizing cost analysis of process integration in off-site construction. *Automation in Construction* 2018, Volume 95, November 2018
4. Объем рынка модульного строительства М., 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/modular-construction-market> (дата обращения: 05.11.2023).
5. *Гаранин А. В.* Мировой опыт строительства модульных зданий в современных условиях / *А. В. Гаранин* // *Строительство и реконструкция : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров*, Курск, 28 мая 2019 года / Юго-Западный государственный университет; Московский государственный машиностроительный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 25-28
6. *Андрихов М. И.* Внедрение инновационных технологий в сферу строительства в Российской Федерации (на примере модульного строительства) / *М. И. Андрихов* // *Актуальные проблемы экономики и управления в строительстве : Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции*, Санкт-Петербург, 06–07 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 3-10.
7. A. William Lacey, W. Chen, H. Hao, Kaiming Bi Structural response of modular buildings – An overview. *Journal of Building Engineering*. Volume 16, March 2018, Pages 45-56
8. *Розанов Н. П.*, Крупнопанельное домостроение, Москва, Стройиздат, 1982, 224 стр. с илл.
9. *Шпаков И. В.* История советской серии типовых проектов малоэтажных жилых домов 1940-1950 гг. архитектора С. А. Маслиха // *Известия Юго-Западного государственного университета*. Серия: История и право. – 2016. – № 4 (21).
10. Мониторинг объемов жилищного строительства М., 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/zhilishnaya-politika/8/> (дата обращения: 21.11.2023).
11. *Помыканова А. А.* Малоэтажное модульное строительство / *А. А. Помыканова, А. В. Кирина* // *ТЕХНИЧЕСКИЕ науки на СЛУЖБЕ СОЗДАНИЯ и ПРОГРЕССА : сборник статей Международной научно-практической конференции*, Самара, 01 декабря 2017 года. – Самара: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2017. – С. 127-129.
12. *Уилсон Дж.* Проектирование модульных конструкций: учеб. пособие / Дж. Уилсон. - APCC, 2019. - 42 с.
13. H. Tran, T. Ngoc Nguyen, P.Christopher, D. Bui, K. Khoshelham, T.Duc Ngo A digital twin approach for geometric quality assessment of as-built prefabricated fasades. *Journal of Building Engineering*. Volume 41, September 2021, 102377
14. D. Antunes, R.Martins, R. Carmo, H. Costa, E. Júlio A solution with low-cement-lightweight concrete and high durability for applications in prefabrication. *Construction and Building Materials*, 2021, Volume 275, 15 March 2021, 122153
15. E. Gasparri, M. Aitchison Unitised timber envelopes. A novel approach to the design of prefabricated mass timber envelopes for multi-storey buildings *Journal of Building Engineering* Volume 26, November 2019, 100898
16. *Шеломенцев А. С.* Модульное строительство как новый толчок развития бережного строительства / *А. С. Шеломенцев, И. Ю. Полякова* // *Актуальные вопросы строительства на Дальнем Востоке России : материалы научно-практической конференции*, Южно-Сахалинск, 05 марта 2023 года / Дальневосточный государственный университет путей сообщения. – Хабаровск: Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 76.
17. Перспективы модульного строительства в России М., 2023. [Электронный ресурс]. URL:<https://steel-development.ru/ru/news/arss-press-releases/1988perspektivy-modulnogo-stroitelstva-v-rossii> (дата обращения: 17.10.2023).
18. «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 г., № 207-р
19. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 апреля 2020 г. № 566 «Об утверждении Правил возмещения кредитным и иным организациям недополученных доходов по жилищным (ипотечным) кредитам (займам), выданным гражданам Российской Федерации в 2020 году».

References

1. V. Tavares, N. Soares, N. Raposo, P. Marques, F. Freire Prefabricated versus conventional construction: Comparing life-cycle impacts of alternative structural materials. *Journal of Building Engineering*, 2021, Volume 41, September 2021, 102705

2. Zakharova M.V., Ponomarev A.B. (2017). Experience in the construction of buildings and structures using modular technology. *Construction and Geotechnics*, 8(1), 148-155.
3. M. Arashpoura, V. Kamat, Y. Baia, R. Wakefieldc, B. Abbasid Optimization modeling of multi-skilled resources in prefabrication: Theorizing cost analysis of process integration in off-site construction. *Automation in Construction* 2018, Volume 95, November 2018
4. Volume of the modular construction market [Electronic resource]. M., 2023 <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/modular-construction-market> (date of access: 11/05/2023).
5. Garanin, A. V. World experience in the construction of modular buildings in modern conditions / A. V. Garanin // *Construction and reconstruction: collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists, graduate students, masters and bachelors, Kursk, May 28, 2019 of the year / Southwestern State University; Moscow State Mechanical Engineering University. – Kursk: Southwestern State University, 2019. – pp. 25-28*
6. Andrikhov, M. I. Introduction of innovative technologies into the construction sector in the Russian Federation (using the example of modular construction) / M. I. Andrikhov // *Current problems of economics and management in construction: Materials of the National (All-Russian) scientific and practical conference, St. - Petersburg, April 06–07, 2023. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2023. – P. 3-10.*
7. A. William Lacey, W. Chen, H. Hao, Kaiming Bi Structural response of modular buildings – An overview. *Journal of Building Engineering*. Volume 16, March 2018, Pages 45-56
8. Rozanov N.P., *Large-panel housing construction*, Moscow, Stroyizdat, 1982, 224 pp. with illustrations.
9. Shpakov I.V. History of the Soviet series of standard projects of low-rise residential buildings of 1940-1950. architect S. A. Maslikh // *News of the South-Western State University. Series: History and Law. - 2016. - No. 4 (21).*
10. Monitoring the volume of housing construction M., 2023. [Electronic resource]. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/zhilishnaya-politika/8/> (date of access: 11/21/2023).
11. Pomykanova, A. A. Low-rise modular construction / A. A. Pomykanova, A. V. Kirina // *TECHNICAL SCIENCES IN THE SERVICE OF CREATION and PROGRESS: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Samara, December 01, 2017. – Samara: Limited Liability Company “Aeterna”, 2017. – pp. 127-129.*
12. Wilson, J. *Design of modular structures: textbook. benefit / J. Wilson. - ARSS, 2019. - 42 p.*
13. H. Tran, T. Ngoc Nguyen, P.Christopher, D. Bui, K. Khoshelham, T.Duc Ngo A digital twin approach for geometric quality assessment of as-built prefabricated facades. *Journal of Building Engineering*. Volume 41, September 2021, 102377
14. D. Antunes, R. Martins, R. Carmo, H. Costa, E. Júlio A solution with low-cement-lightweight concrete and high durability for applications in prefabrication. *Construction and Building Materials*, 2021, Volume 275, 15 March 2021, 122153
15. E. Gasparri, M. Aitchison Unitized timber envelopes. A novel approach to the design of prefabricated mass timber envelopes for multi-storey buildings *Journal of Building Engineering* Volume 26, November 2019, 100898
16. Shelomentsev, A. S. Modular construction as a new impetus for the development of lean construction / A. S. Shelomentsev, I. Yu. Polyakova // *Current issues of construction in the Russian Far East: materials of a scientific and practical conference, Yuzhno-Sakhalinsk, March 05 2023 / Far Eastern State Transport University. – Khabarovsk: Far Eastern State Transport University, 2023. – P. 76.*
17. Prospects for modular construction in Russia [Electronic resource]. M., 2023. URL: <https://steel-development.ru/ru/news/arss-press-releases/1988perspektivy-modulnogo-stroitelstva-v-rossii> (date of access: 10/17/2023).
18. “Strategy for spatial development of the Russian Federation for the period until 2025”, approved by order of the Government of the Russian Federation dated February 13, 2019, No. 207-р
19. Decree of the Government of the Russian Federation of April 23, 2020 No. 566 “On approval of the Rules for compensation to credit and other organizations for lost income on housing (mortgage) loans (loans) issued to citizens of the Russian Federation in 2020.”

Получено: 14.12.23
Прошла рецензирование: 28.12.23
Принята к публикации: 29.12.23
Доступно он-лайн: 17.01.24

Received: 14.12.23
Revised: 28.12.23
Accepted: 29.12.23
Available on-line: 17.01.24