

Модульное строительство. Перспективы развития технологии модульного домостроения в России

В.В. Сомов, А.В. Глухова

Санкт-Петербургский государственный архитектурный университет

Аннотация: Статья посвящена вопросам развития модульного строительства в России и связанных с ним проблем. В условиях продолжающегося дефицита жилых площадей и необходимости модернизации жилищного фонда, модульное строительство является перспективным решением для быстрого возведения доступного жилья. Несмотря на преимущества, такие как скорость строительства, гибкость и мобильность, в России технология сталкивается с серьезными проблемами. Отсутствие единой нормативно-правовой базы и сертификации приносит дополнительные трудности с финансированием и недостатком инфраструктуры, что значительно ограничивает массовое использование модульных конструкций. Эти факторы замедляют процесс интеграции модульного строительства в отечественную строительную практику. В статье также анализируются перспективы внедрения технологии модульных систем в инфраструктуру России, а также рассматриваются успешные зарубежные примеры.

Ключевые слова: модульное строительство, энергоэффективность, быстровозводимые здания, нормативно-техническая документация, блок-модули, модульные системы, каркасные здания, модульные здания, технология модульного строительства.

Модульное строительство – это передовой метод возведения зданий, который предполагает использование модулей (блоков), изготавливаемых на производстве. Например, перекрытия, стены, прокладку инженерных систем, отделку, установку мебели и интерьера можно произвести на заводе. Готовые компоненты перевозятся на место работ для установки и сборки конструкций [1]. Несмотря на сборку из блоков, в модульном строительстве также требуется заливка фундамента. Используемые блоки бывают цельными и разборными. Цельные производятся в готовом виде, поэтому транспортируются и монтируются без дальнейших модификаций. Разборные состоят из некоторого количества фрагментов, что может обеспечить большую доступность перевозки. Время сборки подобного сооружения варьируется от нескольких часов до полноценной недели в зависимости от масштаба работ.

Основные типы модульных домов: на основе деревянного каркаса, на основе стального каркаса и на основе контейнеров. Каждый вариант

отличается своими характеристиками, а также ценой. К примеру, конструкция на основе стального каркаса наиболее устойчивый и долговечный вариант, но он также самый дорогостоящий.

Технология модульного строительства уже давно осваивается зарубежными странами и продолжает своё развитие. Для России это новый опыт возведения зданий, который определённо имеет множество преимуществ над традиционным методом. Тем не менее присутствуют значительные трудности, сдерживающие развитие и распространение технологии на территории страны.

Наиболее приоритетной проблемой на данный момент является отсутствие полностью разработанных и единых стандартов для модульных домов.

В СП (своде правил) 501.1325800.2021 «Здания из крупногабаритных модулей. Правила проектирования и строительства» заключают в себе только использование бетона и железобетона, при этом нет данных о применении иных материалов и изделий, таких как древесина, сталь, композиты [2]. В качестве обязательной документации используются паспорт качества по ГОСТ 23118 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия», технические документы производителя модульных конструкций, монтажные схемы и спецификации. Однако в стандарте отсутствуют запросы к качеству модульных конструкций из древесины, железобетона и композитных материалов, что ограничивает возможности использования этих материалов в модульном строительстве.

В «Правилах проектирования» не представлено определение термина «модульные быстровозводимые конструкции», при этом в СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» и СП 501.1325800.2021 «Здания из крупногабаритных модулей. Правила проектирования и строительства» также не учитывается весь спектр быстровозводимых строений [2].

Существующие нормы, регулирующие модульные системы, распределены по различным актам без четкой систематизации. В СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» имеется раздел 7.8 «Модульные конструкции», однако он не полностью охватывает все аспекты проектирования и возведения модульных и быстровозводимых комплексов. Не учитываются важные требования к качеству изготовленных модулей, а также к допускам и параметрам элементов конструкции [2].

Действующий ГОСТ Р 58760-2019 «Мобильные здания (инвентарные). Общие технические условия», регулирующий стандарты для модульных блок-контейнеров, не охватывает объекты, превышающие три этажа [3]. Это ограничивает возможности свободного внедрения многоэтажного модульного строительства. Компании, работающим в сфере модульного строительства, приходится подтверждать прочностные характеристики каркасных конструкций для каждого индивидуального проекта, отличающегося от стандартных требований.

Отсутствует официально утверждённая, в том числе Министерством по чрезвычайным ситуациям России, методика инженерных расчётов пределов огнестойкости для железобетонных конструкций стен, плит перекрытий, соединений модулей и других конструкций. Стоимость сертификации продукции, включая расходы на проведение натурных испытаний для определения пределов огнестойкости, значительно высока.

Анализ показал, что в отечественной нормативно-технической документации имеется нехватка четко сформулированных терминов, касающихся модульных быстровозводимых зданий, а также заводских конструкций [2,4]. Также требуется доработка и систематизация норм, регулирующих модульное строительство.

Отсутствие полноценной нормативной базы осложняет развитие блочного строительства и вызывает следующие трудности:

- Тяготы с регистрацией и оформлением прав;
- Сложности с финансированием и кредитованием;
- Высокая стоимость сертификации и испытаний;
- Недостаток инфраструктуры;
- Ограниченная адаптация под климатические условия;
- Низкая осведомленность потребителей;
- Нехватка квалифицированных рабочих.

Несмотря на наличие множества нерешённых вопросов и сложностей, связанных с внедрением и развитием модульного строительства в России, технология имеют множество перспектив.

Одним из наиболее очевидных плюсов модульного строительства является уменьшение сроков реализации, гибкость и масштабируемость проектов [5]. Сборка таких зданий занимает гораздо меньше времени, чем в традиционном строительстве, поскольку основные элементы производятся на заводе в контролируемых условиях, а на строительном участке они только собираются [6]. Важным фактором является легкая адаптация модульных зданий под различные нужды и условия. Их можно использовать как для строительства жилых домов, так и для офисных или коммерческих объектов. Это особенно важно в условиях, когда требуется быстрое решение жилищных проблем (например, в регионах, пострадавших от природных катастроф).

В добавок к предшествовавшему, достоинство модульных зданий – это мобильность и возможность оперативного демонтажа. Этот аспект особенно важен для гостиничного бизнеса, который характеризуется сезонными колебаниями спроса [7]. Например, при росте потребности в туристических услугах и необходимости расширения гостиницы, можно легко увеличить ее площадь, установив нужное количество дополнительных модулей. В случае

закрытия предприятия, здание гостиницы можно разобрать и переместить в другое место.

Модульное строительство способствует повышению качества объектов благодаря стандартизации процессов, использованию и внедрению современных технологий в строительную отрасль, таких как 3D-печать зданий, использование современных экологичных материалов и умных систем управления [5,6,8]. Это может привести к дальнейшему улучшению качества жизни и повышению уровня комфорта в таких домах. Помимо прочего, заводские условия исключают влияние внешних факторов, которые могут замедлить производство [4,5].

Модульное строительство может быть дешевле традиционного согласно исследованиям [4]. Производство модульных систем на заводах более автоматизировано, и количество рабочих на строительной площадке минимизируется, сокращаются расходы на транспортировку материалов. В целом, стоимость строительства таких объектов часто оказывается ниже за счет упрощения процесса и меньшего количества необходимых материалов.

Строительство традиционным способом часто связано с большими объемами строительных отходов и долгими процессами на строительных площадках. В случае модульного строительства большинство операций выполняется в заводских условиях, что уменьшает негативное воздействие на окружающую среду, включая загрязнение воздуха, воды и почвы.

Модульная технология способна снизить объем отходов на свалках минимум на 70 %, уменьшить количество рейсов транспортных средств для доставки на 70 %, сократить уровень шума и нарушений в процессе работы на 30-50 %, а также снизить число зарегистрированных происшествий более чем на 80 % по сравнению с традиционным строительством на стройплощадке [1,6].

Существует множество успешных реализаций технологии модульного строительства в различных странах [9].

«Habitat 67» - жилой комплекс в Монреале (Канада), в настоящее время является архитектурным памятником. Будучи уникальным проектом, который реализовался в 1967 году как пример модульного жилья, состоящего из одинаковых железобетонных блоков, он остается футуристичным и по сей день, демонстрируя, что архитектура «модульных конструкций» не ограничена только прямоугольной формой здания.

Еще одним ярким примером модульного строительства с использованием объемных блоков является «Naikagin Capsule Tower» в Токио, построенная в 1972 году по проекту архитектора Кисе Курокавы. Блок-модули (капсулы) размером 2,5×4×2,5 м из металла, предназначенные для одной жилой ячейки, прикреплены к жесткому железобетонному стволу с помощью высокопрочных болтов. Согласно концепции автора, капсулы могут быть объединены или заменены по мере необходимости.

Технология также успешно используется в современности [10-12].

«The InTrance» (Сингапур) – Современный высококачественный жилой комплекс, построенный с применением модульных технологий [10]. Расположение блок-домов с чередующимися углами поворота, образующих просветы разнообразной формы, существенно отличается от традиционных архитектурных решений. Вдобавок к необычному восприятию внешних форм, проект умело создает разнообразие изменяющихся пространств жилого объекта, гармонично вписанных в окружение пышной тропической растительности. Высокая прочность конструктивных элементов позволяет безопасно соединять шестиэтажные блоки, предоставляя жилые площади и открытые пространства для создания зон отдыха на разных уровнях среди зелени.

Ярким примером использования модульных систем в строительстве является пятизвездочный отель «Т30», расположенный в китайской провинции Хунань, на берегу озера Дунтин [11]. Общая площадь здания составляет 17 тысяч квадратных метров при высоте в 30 этажей. Строительство комплекса заняло 15 дней. Для возведения объекта была задействована небольшая команда из двухсот человек, и использовался только один башенный кран. Основная доля работ по установке инженерных коммуникаций была выполнена на заводе. Для упрощения процесса сборки детали были заранее подготовлены с точными штифтами и канавками. В ходе строительства строителям оставалось только соединить предварительно изготовленные и идеально подогнанные части, установить напольную плитку, возвести стены, подключить электросети и другие коммуникации. Процесс отделки внешних стен был значительно упрощен. Использовалась сборная конструкция, где на опорных колоннах были размещены элементы крепления для утепления, обогрева и других систем. В проекте отеля модульные блоки - это готовые элементы каркаса, которые изготавливаются на заводе и напрямую устанавливаются на стройплощадке.

«R128» - модульный дом, созданный архитектором Вернером Зобеком из Германии [12]. Важной особенностью здания является то, что оно построено исключительно из переработанных материалов. Электричество в нем генерируется с помощью солнечных панелей, а сам проект не выделяет вредных выбросов в атмосферу. Отличительной чертой здания являются стеклянные панорамные стены, выполненные из изолированного стекла, которое покрывает все фасады дома.

Эти здания иллюстрируют различные подходы к использованию модульного строительства в самых разных секторах — от жилых и коммерческих комплексов до экологии и устойчивого строительства.

В стратегии развития строительной отрасли России, одобренной Правительством Российской Федерации до 2030 года, одним из значимых направлений является использование технологий модульного в строительстве. Тем не менее развитие отрасли сдерживается высокой процентной ставкой Банка России, дефицитом необходимой нормативной документации и сертификации, а также недостатком квалифицированных специалистов и отечественного оборудования [13].

По информации исследовательского агентства «Discovery Research Group», ежегодно в России изготавливают несколько тысяч модульных конструкций – каркасных домов для круглогодичного проживания [13]. Гендиректор Ассоциации развития модульного строительства Екатерина Домингес подчеркнула, что в центральных регионах страны на технологии модульного домостроения приходится 24% от общего объема строительства.

В 2024 году цены на модульные здания увеличились на 20% и рост продолжается в связи с удорожанием строительных материалов и повышением расходов на энергоресурсы. Реализацию ряда проектов тормозят высокие ставки по кредитам.

Замдиректора научно-исследовательского института (НИИ) экспериментальной механики Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ) Олег Корнев отметил, что сектор модульного домостроения наименее уязвимым к западным санкциям, так как большинство элементов (бетонные блоки, цемент и сталь) производятся в России [13]. Основные проблемы возникали с поставками инженерных систем, вентиляционного оборудования, лифтов и других технических устройств. По словам эксперта, эти трудности на 80-90% были преодолены.

По мнению специалистов, технологии модульного строительства могут стать популярными в городах страны, где строительство многоэтажных

домов экономически нецелесообразно. Модульные системы также могут применяться для возведения социального жилья, больниц, военных объектов и студенческих кампусов.

Проекты блочного строительства являются быстро возводимыми: блоки строятся за короткие сроки и имеют все необходимые коммуникации и мебель [1,5]. Однако процесс сертификации и экспертизы таких объектов занимает больше времени по сравнению с традиционным строительством в связи с отсутствием нормативной документации.

Несмотря на обилие сложностей, проекты, использующие технологию блочного строительства, продолжают активно развиваться и разрабатываться на территории страны. Правительство и различные организации начали прорабатывать новые стандарты, а также рассматриваются возможности для упрощения процесса регистрации и сертификации таких объектов.

Примером успешного использования технологии модульного строительства в России служит дипломный проект Юлии Горбачевой, выполненный в 2018 году по направлению «Проектирование зданий» на кафедре архитектуры института строительства и архитектуры Уральского федерального университета (УрФУ) [9]. Тема работы: «Реновация жилых комплексов Фондом поддержки многоэтажного строительства (ФПМС) в Екатеринбурге». В проекте предложено использовать блок-модули на деревянном каркасе для расширения и надстройки жилых зданий крупноблочной конструкции, построенных по первым массовым серийным проектам начальной стадии индустриального строительства. Важным аспектом работы стало соблюдение российских стандартов, касающихся габаритов транспортировки этих блок-модулей.

Технология обрела своё применение в 2024 году на востоке Москвы, на территории бывшего Черкизовского рынка, где было возведено экспериментальное здание детского сада с использованием крупных

модульных конструкций [14]. Благодаря инновационным технологиям, строительство завершилось за три месяца. Объект включает два блока, а его общая площадь составляет 4,5 тысяч квадратных метров.

В 2024 руководитель Департамента строительства, входящего в Комплекс градостроительной политики и строительства Москвы, Рафик Загрутдинов отметил результативное применение блочных конструкций и объявил о разработке нового проекта жилого дома с применением быстровозводимых модульных систем в районе Северный, на улице 9-я Северная Линия, владение 3 [14].

Успешное внедрение инновационных блочных систем позволяет предположить дальнейшее распространение использования модульных конструкций в строительстве на территории страны, что может стать важным инструментом в решении жилищных проблем в России.

Литература

1. Wahid Ferdous, Yu Bai, Tuan Duc Ngo, Allan Manalo, Priyan Mendis, New advancements, challenges and opportunities of multi-storey modular buildings – A state-of-the-art review, *Engineering, Structures*, Volume 183, 2019, Pages 883-893, ISSN 0141-0296, URL: doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.01.061.

2. Дементьев Н.М., Волкодав В.А., Волкодав И.А., Титова И.Д. Перспективы развития и нормирования модульного строительства в России с учетом зарубежного опыта // *Инженерный вестник Дона*. 2023. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2023/8321.

3. Алексеева Н. А., Толкачев Ю. А. Анализ ограничений, препятствующих развитию многоэтажного модульного строительства // *Социально-экономическое управление: теория и практика*. 2021. Т. 17. № 4. С. 12–18. DOI: 10.22213/2618-9763.2021.4.12.18.

4. Ворачева А.С. Модульное строительство в России: перспективы и вызовы//XVI Всероссийская научно-практическая конференция молодых



ученых «Россия молодая», 2024. URL: science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2024/RM24/pages/sections.htm. (дата обращения: 07.02.2025).

5. Ким Д.А., Погосова Е.Б., Зуева М.К. Возможности модульной технологии домостроения // Инженерный вестник Дона. 2023. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2023/8264.

6. Thai H.-T., Ngo T., Uy B. Structures. 2020. V. 28. pp. 1265-1290.

7. Орлова А. М. Smart-технологии строительства в гостиничном бизнесе: модульное строительство // Новый университет. Серия «Экономика и право». 2016. №1 (59), С. 59–61.

8. Мырадов Р., Рамазанов И., Керимова О. Модульное и стандартное строительство: влияние на сроки реализации проектов строительства // Вестник науки. 2024. №12 (81), С. 1881–1884.

9. Сауков Д. А., Гинзберг Л. А. Современное модульное строительство// IV Международная конференция "Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур" Safety2018, 2018. С. 69-82.

10. Аппаева А. А., Ашарина М. М. Особенности развития градостроительства Сингапура на примере сопоставления двух флагманских проектов жилой застройки разных эпох // Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2021. №1. URL: cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-razvitiya-gradostroitelstva-singapura-na-primere-sopostavleniya-dvuh-flagmanskikh-proektov-zhiloy-zastroyki-raznyh-epoch (дата обращения: 07.02.2025).

11. Крыжановский В. В. Модульные здания в современном строительстве // Инженерные исследования. 2023. №1(11).С. 31-37.

12. Долотказина Наиля Саимовна, Поташова Мария Дмитриевна Экологичная архитектура. Региональные природные материалы в "зеленом"

строительстве // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2017. №1 (19). С. 18-24.

13. Эксперт НИУ МГСУ: проблемы модульного строительства // Московский государственный строительный университет URL: mgsu.ru/news/Universitet/EkspertNIUMGSUproblemymodulnogostroitelstva/?ysclid=m6jler1659b409526610 (дата обращения: 30.01.2025).

14. Загруддинов: Экспериментальный детсад из крупноразмерных модулей построили на месте бывшего Черкизовского рынка за три месяца // Комсомольская правда URL: msk.kp.ru/online/news/5946618/?ysclid=m2i1eqtlmh69944648 (дата обращения: 30.01.2025).

References

1. Wahid Ferdous, Yu Bai, Tuan Duc Ngo, Allan Manalo, Priyan Mendis, New advancements, challenges and opportunities of multi-storey modular buildings – A state-of-the-art review, Engineering, Structures, Volume 183, 2019, Pages 883-893, ISSN 0141-0296, URL: doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.01.061.

2. Dementev N.M., Volkodav V.A., Volkodav I.A., Titova I.D Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2023/8321.

3. Alekseeva N. A., Tolkachev Yu. A. Socialno-ekonomicheskoe upravlenie: teoriya i praktika. 2021. T. 17. № 4. pp. 12–18. DOI: 10.22213/2618-9763.2021.4.12.18.

4. Voracheva A.S. XVI Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya molodyh uchenyh «Rossiya molodaya», 2024. URL: science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2024/RM24/pages/sections.htm. (date assessed: 07.02.2025).

5. Kim D.A., Pogosova E.B., Zueva M.K. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2023/8264.

6. Thai H.-T., Ngo T., Uy B. Structures. 2020. V. 28. pp. 1265-1290.



7. Orlova A. M. Novyj universitet. Seriya «Ekonomika i pravo». 2016. №1 (59), pp. 59-61.
8. Myradov R., Ramazanov I., Kerimova O. Vestnik nauki. 2024. №12 (81). pp. 1881–1884.
9. Saukov D. A., Ginzberg L. A. IV Mezhdunarodnaya konferenciya "Problemy bezopasnosti stroitelnyh kritichnyh infrastruktur" Safety 2018. pp. 69-82.
10. Appaeva A. A., Asharina M M. Nauka, obrazovanie i eksperimentalnoe proektirovanie. 2021. №1. URL: cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-razvitiya-gradostroitelstva-singapura-na-primere-sopostavleniya-dvuh-flagmanskikh-proektov-zhiloy-zastroyki-raznyh-epoch (date assessed: 07.02.2025).
11. Kryzhanovskij V.V. Inzhenernye issledovaniya. 2023. №1(11). pp. 31-37.
12. Dolotkazina Nailya Saimovna, Potashova Mariya Dmitrievna Inzhenerno-stroitelnyj vestnik Prikaspiya. 2017. №1 (19). pp. 18-24.
13. Ekspert NIU MGSU: problemy modulnogo stroitelstva [NRU MGSU expert: problems of modular construction] Moskovskij gosudarstvennyj stroitelnyj universitet. URL: mgsu.ru/news/Universitet/EkspertNIUMGSUproblemymodulnogostroitelstva/?ysclid=m6jerl659b409526610 (date assessed: 30.01.2025).
14. Zagrutdinov: Eksperimentalnyj detsad iz krupnorazmernyh modulej postroili na meste byvshego Cherkizovskogo rynka za tri mesyaca [An experimental kindergarten of large-sized modules was built on the site of the former Cherkizovsky market in three months]. Komsomolskaya pravda. URL: msk.kp.ru/online/news/5946618/?ysclid=m2i1eqtlmh69944648 (date assessed: 30.01.2025).

Дата поступления: 2.01.2025 Дата публикации: 25.02.2025
