

УДК 69.033.8

DOI: 10.22213/2618-9763-2021-4-12-18

Н. А. Алексеева, доктор экономических наук, профессор

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия

Ю. А. Толкачев, магистрант

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

АНАЛИЗ ОГРАНИЧЕНИЙ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИХ РАЗВИТИЮ МНОГОЭТАЖНОГО МОДУЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Сборка быстровозводимых зданий из модульных блоков, полностью готовых к монтажу, все чаще используется благодаря очевидным преимуществам данного метода: например, совершенствованию контроля качества производства выполненных работ, снижению уровня требуемой квалификации рабочей силы на строительной площадке, уменьшению сроков строительства, снижению материальных потерь при производстве, применению наиболее экологичных материалов и безопасной рабочей среде. Модульные здания, собираемые на заводах, используются для жилых зданий, студенческого жилья, гостиничных зданий, школ, больниц и других объектов социальной инфраструктуры. В настоящее время из-за наличия существенных ограничений процесс внедрения модульных зданий для строительства крупных объектов протекает достаточно медленно. Для выявления факторов, препятствующих развитию высотных модульных зданий в России, проведено обзор литературы, а также проведено исследование посредством опроса фокус-группы. Для количественной оценки выявленных сдерживающих факторов проведен анкетный опрос экспертов в строительной области, непосредственно связанных с модульным строительством. Этот документ показал, что «ограничения в нормативно-правовых документах», «отсутствие опыта и знаний» и «отсутствие строительных норм и стандартов» являются главными барьерами, сдерживающими внедрение модульных зданий. Полученные результаты должны послужить ценным материалом для заинтересованных сторон, применяющих модульные здания, одновременно снижая риски применения модульного строительства. Ожидается, что в будущем будут использоваться информационное моделирование зданий для производства и сборки модульных зданий, чтобы свести к минимуму существующие ограничения и повысить производительность модульного строительства.

Ключевые слова: модуль; модульное строительство; быстровозводимые дома; экономичность и экологичность.

Введение

Сокращая разрыв между низким уровнем предложения и высоким уровнем спроса на рынке недвижимости, связанным с быстрой урбанизацией, строительная отрасль находится в постоянном поиске инновационных материалов и технологий, которые смогут обеспечить наиболее качественное жилье при снижении сроков и цены строительства. Во всем мире приходит понимание, что строительство из модульных блоков, собираемых за пределами объекта, играет ключевую роль в обеспечении потребителей жильем повышенного качества, увеличению производительности, эффективности и безопасности объектов.

Достигая наивысшего уровня заводской готовности, модульные здания позиционируются как современное решение, способное изменить и дать новый толчок строительной отрасли. Производители модульных зданий стремятся создавать на заводах-изготовителях модули, максимально готовые к монтажу, сводя к минимуму строительные и монтажные работы на

строительной площадке. Готовые модульные блоки изготавливаются с уже готовой внутренней и внешней отделкой, установленным оборудованием, мебелью, а также устройством систем вентиляции, отопления, водоснабжения и электричества. После чего модульные блок-контейнеры транспортируются с заводов-изготовителей на строительные площадки посредством низкорамных тралов, где модули собираются и формируют полноценное здание.

За последние десятилетия модульные здания постепенно внедрились в государственный и частный секторы строительной отрасли, при этом обеспечивая оптимальные решения для зданий, состоящих из повторяющихся модулей, например, жилых зданий, гостиниц, студенческих общежитий и больничных палат [1, 2].

Учитывая большой потенциал модульных зданий, представители строительной и промышленной областей стремятся предложить наиболее современные решения для модульного строительства, включающие информационное моделирование зданий (BIM) и методы управ-

ления процессом технической подготовки производства (DfMA), облегчающие разработку и применение модульных зданий [3]. Однако по сравнению с привычным нам классическим видом строительства применение модульных зданий все еще относительно невелико, особенно это заметно на примере высотных зданий.

Цель исследования – выявление ограничений (сдерживающих факторов), мешающих развитию многоэтажных модульных зданий. Сначала был проведен всесторонний обзор литературы, чтобы выделить предварительные ограничения. После этого проводился опрос фокус-группы с целью извлечения ключевых факторов, препятствующих развитию многоэтажного модульного строительства. Это исследование будет способствовать получению полной картины развития модульного строительства и поможет в поиске решения ключевых вопросов.

Общие понятия

Модульные здания – это сборные здания, которые могут состоять из нескольких блок-секций (модулей), расположенных в один ряд, бок о бок или уложенных друг на друга, что является важным моментом для применения в многоэтажном строительстве. Отдельные секции производятся на заводах, после чего транспортируются до пункта строительства цельного модульного здания. Изготовление модулей на заводах позволяет добиться максимально возможной готовности, с учетом устройства внешней и внутренней отделки, заранее выбранной заказчиком. Это значительно сокращает сроки строительства и сдачи объекта в эксплуатацию. Многократная транспортировка, монтаж на месте и последующий демонтаж для возможной транспортировки в иное место строительства никак не влияют на его конструкцию и эксплуатационные характеристики.

Широкое применение в строительной отрасли России получили облегченные блок-модули. Легкие блок-модули применяются с середины нулевых годов по настоящее время в частном строительстве и возведении временных сооружений. Однако в Европе строительство из легких блок-модулей развивалось намного быстрее и уже дошло до полноценных строительных объемов. Сейчас они активно применяются во многих видах строительства (жилье, офисы, школы). Ярким примером применения легких блок-модулей является многоэтажный модульный жилой дом в Нью-Йорке. К сожалению, в России многоэтажное модульное строительство тесно связано с железобетонными блок-модулями, которые в советское время уже показали

себя не с лучшей стороны из-за сложности транспортировки и монтажа. Современные модульные блок-контейнеры из черного металла значительно повышают уровень заводской готовности, а также снижают сложность монтажа модульного здания.

Легкие блочно-модульные конструкции почти полностью вытеснили из массового строительства тяжелые железобетонные блочные модули. Конструкция модульных блок-контейнеров представляет из себя пространственный металлический каркас из сложно гнутых профилей, с устройством фасадной облицовки, потолочного и напольного покрытия, а также с учетом заполнения оконных и дверных проемов. Стоит отметить, что сборка таких блок-модулей позволяет наладить производство практически в любом производственном помещении, в отличие от производства железобетонных модулей, которые требуют сложного и дорогостоящего оборудования.

Преимущества и недостатки модульного строительства

Для формирования предварительного списка ограничений проведен систематический обзор литературы. Имеющиеся наработки других авторов извлечены с использованием поиска по ключевым словам. Предварительные результаты исследования отфильтрованы в два этапа. Фильтрация первого этапа проводилась на основании названия и ключевых слов найденных статей. На основе результатов фильтрации проведен второй этап отбора – путем прочтения всей статьи с целью выявления отмеченных авторами ограничений, препятствующих развитию модульных зданий.

Согласно изученным работам, применение модульных зданий в строительной отрасли все еще относительно невелико. Модульное строительство не полностью положительно оценивается со стороны экономистов и экспертов, указывающих на недостигнутый желаемый объем экономичности и конструктивных ограничений данной строительной системы. Но, как известно, каждая строительная система имеет свои достоинства и недостатки, а повышение экономичности требует некоторых преобразований строительной отрасли [4].

Инвесторы по-прежнему неохотно увеличивают свои инвестиции в модульные здания из-за недостатка опыта и знаний в данном направлении строительства. Кроме того, экономические показатели являются важным ориентиром при оценке модульных зданий с точки зрения потребителя, мнение которого является решаю-

щим при определении метода строительства. Ограничения в нормативно-правовых документах, а также отсутствие стимулов от государства сдерживает распространение модульного строительства. Модульные блок-контейнеры позволяют возводить здания более 5 этажей, без дополнительного усиления металлического каркаса. Однако существующий ГОСТ Р 58760–2019 «Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия», стандартизирующий модульные блок-контейнеры, не распространяется на здания более трех этажей, что сдерживает отрасль от свободного применения многоэтажного модульного строительства. Компании, развивающие рынок модульного строительства, вынуждены доказывать несущую способность каркаса модуля для каждого конкретного случая, отступающего от стандарта.

Что касается проектирования высотных модульных зданий, то нехватка соответствующих руководств и стандартов является жизненно важным препятствием на пути к широкому использованию. Хотя в последнее время было разработано достаточно учебных пособий и технических решений, связанных с модульным строительством [5].

Модульное проектирование зданий, не столь зрелое, как традиционное проектирование, поэтому и имеет трудности из-за нехватки проектировщиков с достаточным опытом и знаниями. Чтобы гарантировать безошибочность чертежей, проектировщикам приходится уделять чрезмерное время модульному проектированию, что приводит к увеличению срока ввода в эксплуатацию модульных зданий [6]. Кроме того, мощности поставщиков и производителей не успевают за постепенно растущим спросом на модульное строительство, что негативно отражается на восприятии продукции потребителем [7]. Модульные здания, несмотря на высокий уровень модульности и стандартизации, оспариваются из-за недостаточно развитой гибкости при проектировании. Разработчики и проектировщики неохотно принимают модульные здания из-за некомпетентности поставщиков и производителей. Это означает, что невозможность грамотно и адекватно передать возможности модульного домостроения останавливает и без того медленное развитие данного направления.

Независимо от сокращения рабочей силы непосредственно на строительной площадке модульное строительство требует огромного коли-

чества квалифицированной рабочей силы для изготовления сборных модулей [8]. Важной составляющей модульного строительства является доставка модулей с заводов-изготовителей на строительные площадки, что составляет примерно 10 % от общих затрат. Стоит учесть, что транспортные расходы могут увеличиться до 18 % от общей стоимости с учетом перевозок на большие расстояния. Кроме того, вес и габариты модулей являются еще одним важным фактором, который не только ограничивает маршрут транспортировки, но и увеличивает расходы, обусловленные специфическими потребностями в транспортных средствах. Независимо от того, какие виды транспорта используются – грузовые, железнодорожные или автомобильные, нельзя пренебрегать повреждением модулей во время транзита [9, 10]. Подрядчики должны подобрать наиболее подходящие краны в зависимости от грузоподъемности крана по радиусу, нагрузке и высоте. Более того, многочисленные сложные соединения модульных зданий являются критической проблемой при монтаже модулей. Из-за недостаточности соответствующих критериев контроля подрядчикам приходится тратить большое количество времени на установку соединений [11].

С учетом проведенного анализа имеющейся литературы представлен предварительный перечень ограничений, препятствующих развитию модульных зданий: нехватка опыта и знаний, нехватка квалифицированной рабочей силы, ограничения в нормативно-правовых документах, отсутствие строительных норм и стандартов, слабое признание среди специалистов и общественности, дополнительные транспортные расходы, недостаточно развитая гибкость при проектировании, сложность обеспечения конструкции требуемой огнестойкостью, некомпетентность поставщиков и производителей, ограничение веса и габаритов модуля, ограничение транспортных маршрутов, отсутствие стандарта контроля качества.

Анализ результатов и обсуждение

Следующим этапом был опрос фокус-группы, в котором приняли участие 10 экспертов, в том числе четыре проектировщика, два представителя производства, один дизайнер, один подрядчик и один менеджер по продажам (табл. 1). Все опрошенные имели практический опыт и на данный момент непосредственно связаны с модульным строительством.

Таблица 1. Информация об экспертах фокус-группы

Должность	Опыт работы, лет
Инженер-проектировщик 2-го разряда	3
ГИП* по модульным зданиям	5
Руководитель проектного отдела	6
Архитектор	3
Дизайнер	2
Начальник ОТК**	4
Монтажник стальных конструкций 2-го разряда	3
Менеджер по продажам	4

* ГИП – главный инженер проекта.

** ОТК – отдел технического контроля.

Были рассмотрены и обсуждены 12 ограничений 10 респондентами, которые подтвердили, что все представленные ограничения в определенной степени отражают общие проблемы модульного строительства. Основываясь на практическом опыте, эксперты дополнили два фактора, а именно, погодные сбои и отсутствие соответствующего программного обеспечения для разработки модульных конструкций.

В этих условиях был обобщен окончательный перечень ограничений, препятствующих развитию модульных зданий, который и стал основным содержанием последующего анкетирования:

- нехватка опыта и знаний,
- нехватка квалифицированной рабочей силы,
- ограничения в нормативно-правовых документах,
- отсутствие строительных норм и стандартов,
- слабое признание среди специалистов и общественности,
- дополнительные транспортные расходы,

- недостаточно развитая гибкость при проектировании,
- сложность обеспечения конструкции требуемой огнестойкостью,
- некомпетентность поставщиков и производителей,
- ограничение веса и габаритов модуля,
- ограничение транспортных маршрутов,
- отсутствие стандарта контроля качества,
- погодные катаклизмы,
- плохое внедрение BIM при проектировании модульных зданий.

На этапе анкетирования респондентам предлагалось использовать пятибалльную шкалу Лайкерта от пяти («полностью согласен») до одного («полностью не согласен») балла для оценки каждого отдельного фактора. Анализ значимости фактора проведен посредством экспертного метода ранжирования. В результате для каждого фактора получены коэффициенты весомости, после сопоставления которых была составлена итоговая таблица ограничений, препятствующих развитию модульного строительства (табл. 2).

Таблица 2. Список ограничивающих факторов в соответствии со значимостью ограничения

№ п/п	Ограничения	Средний показатель значимости	Рейтинг
1	Нехватка опыта и знаний	4,3	1
3	Ограничения в нормативно-правовых документах	4,2	2
4	Отсутствие строительных норм и стандартов	4,2	3
6	Дополнительные транспортные расходы	4,1	4
2	Нехватка квалифицированной рабочей силы	3,9	5
9	Некомпетентность поставщиков и производителей	3,9	6
5	Слабое признание среди специалистов и общественности	3,8	7
11	Ограничение транспортных маршрутов	3,7	8
14	Плохое внедрение BIM при проектировании модульных зданий	3,6	9
7	Недостаточно развитая гибкость при проектировании	3,5	10
8	Сложность обеспечения конструкции требуемой огнестойкостью	3,5	11
10	Ограничение веса и габаритов модуля	3,3	12
12	Отсутствие стандарта контроля качества	3,1	13
13	Погодные катаклизмы	2,8	14

Недостаток опыта и знаний остается важной проблемой на протяжении всего жизненного

цикла модульного строительства, особенно для многоэтажных модульных зданий. Для дости-

жения технической революции строительной отрасли внедрение модульных зданий не может быть оторвано от специалистов и квалифицированной рабочей силы с богатым опытом и знаниями модульного строительства. Однако, как и другие современные технологии, до завершения строительства модульных зданий и обеспечения всесторонней подготовки рабочей силы неразвитый метод строительства не может полностью реализовать свой потенциал с точки зрения повышения качества, сокращения сроков строительства и сокращения материальных отходов [12]. В современных условиях ограниченность специалистов и квалифицированной рабочей силы негативно сказывается на развитии модульного строительства.

Строительные нормы и стандарты являются наиважнейшими элементами, которые определяют соответствующие требования, касающиеся структуры, архитектуры, услуг, долговечности, безопасности и устойчивости, для проектирования и строительства обычных, а также модульных зданий. Следует учитывать отличительную структуру и процесс монтажа модульных зданий. Большинство традиционных строительных норм и стандартов не имеют отношения к модульному строительству. Между тем, создание стандартов для инновационного метода строительства требует накопления испытаний и практики. Проектировщикам и подрядчикам приходится тратить огромное количество времени на проектирование и инспекцию модульных зданий, что препятствует контролю качества и увеличивает общее время и стоимость модульного строительства.

Помимо ограничений, прописанных в ГОСТ Р 58760–2019, применение многоэтажного модульного строительства сдерживается существующими нормами по пожарной безопасности. Добавляются сложности при расчете времени эвакуации, расчете индивидуального пожарного риска и степени огнестойкости.

Выводы

Данная статья представляет собой описание современных условий модульного строительства с особым акцентом на высотные модульные здания. В общей сложности 14 ограничений на протяжении всего жизненного цикла модульной конструкции определены в результате анализа имеющейся литературы и фокус-группы экспертов.

Результаты анкетирования и тематического исследования продемонстрировали основные ограничения, препятствующие применению вы-

сотных модульных зданий. В ходе опроса респондентов, занимающих различные должности в сфере модульного строительства, мы обнаружили, что ограничения на каждом этапе строительства взаимосвязаны и интерактивны. Многие опрошенные отмечали, что основные проблемы проектирования прямо или косвенно провоцируют вредное влияние последующих процессов, связанных с производством, транспортировкой и сборкой. Респонденты также представили конкретные меры по улучшению производства, такие как использование технологии BIM для более детальной и качественной разработки разнообразных модульных конструкций и облегчения сложных работ по подключению.

Это позволит значительно снизить влияние неподготовленности специалистов. На данный момент некоторые компании, которые находятся на рынке модульного строительства, уже набрали достаточно опыта для реализации многоэтажных модульных зданий. Качественная реализация нескольких объектов многоэтажного модульного строительства даст импульс для массового развития этого направления. Стоит отметить, что постепенное развитие отрасли в направлении многоэтажного модульного строительства также даст толчок для увеличения квалифицированных рабочих кадров, повышения компетентности поставщиков и, что самое главное, повысит уровень заинтересованности специалистов и инвесторов. Однако, как отмечают респонденты, без содействия государства практически невозможно развить данную технологию.

Пересмотр межгосударственных стандартов не просто снимет ограничения, заложенные в ГОСТ Р 58760–2019, а позволит компаниям этого рынка свободно развивать направления многоэтажного строительства из блочно-модульных зданий. Сейчас вступает в силу СП 501.1325800.2021 «Здания из крупногабаритных модулей», которое способствует применению многоэтажного модульного строительства из железобетонных блок-модулей. Однако государству следует обратить внимание на более перспективное направление модульного строительства – легкие металлические блок-модули, которые значительно превосходят железобетонные аналоги по степени заводской готовности.

Согласно выводам обследования и тематического исследования, совершенствование модульного BIM-проектирования является ключом к развитию многоэтажных модульных зданий.

Библиографические ссылки

1. Зуева А. В. Быстровозводимые здания и модульное строительство // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 100–103.

2. Хубаев А. О., Саакян С. С., Макаев Н. В. Мирровая практика в области модульного строительства // Construction and Geotechnics. 2020. Т. 11, № 2. С. 99–108.

3. Сычев С. А. Прогнозирование инновационных решений и технологий полносборного строительства // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 1 (54). С. 97–102.

4. Сауков Д. А., Гинзберг Л. А. Современное модульное строительство // Безопасность критических инфраструктур и территорий. Проблемы безопасности строительных критических инфраструктур SAFETY2018 : материалы междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2018. С. 69–82.

5. Дмитриева Н. О., Рукосуева Е. А. Модульное строительство как современное направление возведения малоэтажного жилья // Молодой ученый. 2017. № 15 (149). С. 366–370.

6. Луков А. В. Использование модульных зданий в строительстве // Инновации и инвестиции. 2017. № 7. С. 100–118.

7. Захарова М. В., Пономарев А. Б. Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии // Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Строительство и архитектура. 2017. Т. 8, № 1. С. 148–155.

8. Генералова Е. М., Генералов В. П. Перспективы внедрения модульных конструкций в строительство высотных зданий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн : сб. статей / под ред. М. И. Бальзанникова, К. С. Галицкова, Е. А. Ахмедовой. Самара, 2016. С. 54–59.

9. Захарова М. В., Пономарев А. Б. Указ. соч.

10. Жукова Л. Г. Модульные здания // Инновационная наука. 2017. № 12. С. 211–215.

11. Уварова О. В. Тенденции развития модульного строительства // Теория и практика приоритетных научных исследований : сб. науч. тр. по материалам VII Междунар. науч.-практ. конф. Вологда, 2019. С. 98–100.

12. Алексеева А. С., Ирманова Е. В. Инновационные технологии в проектировании и строительстве модульных жилых зданий // Актуальные проблемы науки и техники. 2019. С. 147–148.

3. Sychev S. A. [Forecasting of Innovative Solutions and Technologies for Full-Assembly Construction]. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*, 2016, no. 1 (54), pp. 97-102. (in Russ.).

4. Saukov D. A., Ginsberg L. A. *Sovremennoe modul'noe stroitel'stvo. Bezopasnost' kriticheskikh infrastruktur i territorij. Problemy bezopasnosti stroitel'nykh kriticheskikh infrastruktur SAFETY2018, materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Modern modular construction. Security of critical infrastructures and territories. Safety problems of building critical infrastructures SAFETY2018, materials of the international scientific and practical conference]. Ekaterinburg, 2018, pp. 69-82. (in Russ.).

5. Dmitrieva N. O., Rukosuева E. A. [Modular construction as a modern direction for the construction of low-rise housing]. *Molodoj uchenyj*, 2017, no. 15 (149), pp. 366-370. (in Russ.).

6. Lukov A. V. [The use of modular buildings in construction], *Innovacii i investicii*, 2017, no. 7, pp. 100-118. (in Russ.).

7. Zakhарова M. V., Ponomarev A. B. [Experience in the construction of buildings and structures using modular technology] *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura*, 2017, vol. 8, no. 1, pp. 148-155. (in Russ.). DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.13

8. Generalova E. M., Generalov V. P. *Perspektivy vnedreniya modul'nykh konstrukcij v stroitel'stvo vysotnykh zdaniy. Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Arhitektura i dizajn : sbornik statej* [Prospects for the introduction of modular structures in the construction of high-rise buildings. Tradition and innovation in construction and architecture. Architecture and design: collection of articles]. *Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and design. Samara State University of Architecture and Construction. Samara*, 2016, pp. 54-59. (in Russ.).

9. Zakhарова M. V., Ponomarev A. B. [Experience in the construction of buildings and structures using modular technology] *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura*, 2017, vol. 8, no. 1, pp. 148-155. (in Russ.). DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.13

10. Zhukova L. G. [Modular buildings]. *Innovacionnaja nauka*, 2017, no. 12, pp. 211-215. (in Russ.).

11. Uvarova O. V. *Tendencii razvitija modul'nogo stroitel'stva. Teorija i praktika prioritetnykh nauchnykh issledovanij : sbornik nauchnykh trudov po materialam VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Trends in the development of modular construction. Theory and practice of priority scientific research: collection of scientific papers based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference]. Vologda, 2019, pp. 98-100. (in Russ.).

12. Alekseeva A. S., Irmanova E. V. [Innovative technologies in the design and construction of modular residential buildings]. *Aktual'nye problemy nauki i tehniki*, 2019, pp. 147-148. (in Russ.).

References

1. Zueva A.V. [Quick-built buildings and modular construction]. *Molodoj uchenyj*, 2016, no. 3 (107), pp. 100-103. (in Russ.).

2. Khubayev A. O., Sahakyan S. S., Makayev N. V. [World practice in the field of modular construction]. *Construction and Geotechnics*, 2020, vol. 11, no. 2, pp. 99-108. (in Russ.).

N. A. Alekseeva, Doctor of Economics, Professor
Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia
Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia
Y. A. Tolkachev, Master's Degree Student
Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

ANALYSIS OF THE CONSTRAINTS HINDERING THE DEVELOPMENT OF HIGH-RISE MODULAR BUILDINGS

The assembly of a building from modular blocks that are completely Modular buildings assembled at factories are used for residential buildings, student housing, hotel buildings, schools, hospitals and other social infrastructure facilities. However, due to the existing restrictions, the process of introducing modular buildings into the construction of large facilities is still quite slow. To identify the factors hindering the development of high-rise modular buildings in Russia, a literature review was conducted, as well as a study was conducted through a focus group survey. To quantify the identified constraints, a questionnaire survey of experts in the construction field directly related to modular construction was conducted. This document showed that “Regulatory Limitations”, “Lack of experience and knowledge” and “Lack of building codes and standards” are the main barriers hindering the introduction of modular buildings. The results obtained should serve as a valuable guide for stakeholders using modular buildings, while reducing the risks of modular construction. Future research is expected to use building information modeling and design for manufacturing and assembly to minimize existing constraints and improve the performance of modular construction.

Keywords: module; modular construction; prefabricated houses; economy and environmental friendliness.

Получено: 21.10.2021

Образец цитирования

Алексева 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.

For Citation

Alekseeva N. A., Tolkachev Y. A. Analysis of the Constraints Hindering the Development of High-Rise Modular Buildings. *Social'no-jekonomicheskoe upravlenie: teorija i praktika*, 2021, vol. 17, no. 4, pp. 12-18 (in Russ.). DOI: 10.22213/2618-9763-2021-4-12-18.