

УДК 69

ПРОБЛЕМЫ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ РФ В СРАВНЕНИИ С ЗАРУБЕЖНЫМИ СТРАНАМИ

Бусаргин Дмитрий Александрович

магистрант 2 курса, кафедра “Строительные конструкции”, Институт архитектуры и строительства ФГБОУ ВО “НИ МГУ им. Н. П. Огарева”, г. Саранск
E-mail: busargin20@mail.ru

Лазарев Александр Львович

доцент кафедры “Строительные конструкции”, к.т.н., Институт архитектуры и строительства ФГБОУ ВО “НИ МГУ им. Н. П. Огарева”, г. Саранск

Осина Полина Николаевна

магистрант 1 курса, кафедра “Строительные конструкции”, Институт архитектуры и строительства ФГБОУ ВО “НИ МГУ им. Н. П. Огарева”, г. Саранск

Качурин Вадим Алексеевич

студент 3 курса, кафедра “Строительные материалы и технологии”, Институт архитектуры и строительства ФГБОУ ВО “НИ МГУ им. Н. П. Огарева”, г. Саранск

Аннотация

Численность населения с каждым годом постоянно растет, и жилищная проблема становится очень острой. Для решения данной проблемы необходимо внедрение новых инновационных материалов и расширения области применения природного возобновляемого сырья. Здания и сооружения в таком случае должны отвечать требованиям экологичности, долговечности, высоким прочностным и эксплуатационным характеристикам. В большей степени всем этим требованиям отвечает древесина, но на данном этапе в РФ есть определенные ограничения для развития деревянного домостроения. Были проанализированы текущие проблемы и вызовы, с которыми сталкивается деревянное домостроение в Российской Федерации в сравнении со странами мира, в которых значительно более развита данная отрасль. Также исследованы различные аспекты, такие как технологии строительства, качество материалов, доступность и стимулирование этого вида домостроения в РФ и за рубежом. На основе проведенного анализа формируется вывод о необходимости реформирования отрасли деревянного домостроения в России, включая упрощение процедур получения разрешений, развитие системы финансирования, повышение качества проектирования и строительного контроля. Предлагаются конкретные рекомендации и меры для проведения этих реформ.

Ключевые слова: высотное деревянное домостроение, строительство, материалы, CLT-панели, LVL-брус, МНМ, Унипанель.

PROBLEMS OF WOODEN HOUSE-BUILDING OF THE RUSSIAN FEDERATION IN COMPARISON WITH FOREIGN COUNTRIES

Dmitry A. Busargin

2 st year master's student, Department of " Building Constructions", Institute of Architecture and Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research of Mordovia State University. N. P. Ogarev", Saransk
E-mail: busargin20@mail.ru

Alexander L. Lazarev

Associate professor of the department of " Building Constructions", Candi-date of Technical Sciences, Institute of Architecture and Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research of Mordovia State University. N. P. Ogarev", Saransk

Polina N. Osina

1 st year master's student, Department of " Building Constructions", Institute of Architecture and Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research of Mordovia State University. N. P. Ogarev", Saransk

Vadim A. Kachurin

3rd year student, Department of " Building Materials and Technologies", Institute of Architecture and Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research of Mordovia State University. N. P. Ogarev", Saransk

ABSTRACT

The population is constantly growing every year, and the housing problem is becoming very acute. To solve this problem, it is necessary to introduce new innovative materials and expand the scope of natural renewable raw materials. Buildings and structures in this case must meet the requirements of environmental friendliness, durability, high strength and performance characteristics. To a greater extent, wood meets all these requirements, but at this stage in the Russian Federation there are certain restrictions for the development of wooden housing construction. The current problems and challenges faced by wooden housing construction in the Russian Federation were analyzed in comparison with countries of the world in which this industry is much more developed. Various aspects have also been studied, such as construction technology, quality of materials, availability and promotion of this type of housing construction in the Russian Federation and abroad. Based on the analysis, a conclusion is drawn about the need to reform the timber housing industry in Russia, including simplifying the procedures for obtaining permits, developing a financing system, and improving the quality of design and construction control. Concrete recommendations and measures are offered to carry out these reforms.

Keywords: high-rise wooden housing construction, construction, materials, CLT-panels, LVL-timber, MHM, Unipanel.

Введение. Деревянное домостроение в РФ является не только исторической традицией, но и в данный момент одним из перспективных направлений в строительной отрасли. Так как долгие годы древесина применялась в качестве материала для конструкций малоэтажного строительства, то сейчас с развивающимся высотным деревянным домостроением, это направление сталкивается с определенными проблемами, которые не позволяют выйти, развиваться и конкурировать на международном рынке.

Деревянное высотное домостроение уже можно отнести к мировым тенденциям в строительной отрасли. В России это направление на данный момент находится в стадии переосмысления, до недавнего времени ограничения были связаны с отсутствием нормативно-правовой базы, которая бы регулировала данную отрасль. Ранее существовало ограничение по этажности зданий из деревянных конструкций – не более трех этажей, но с появлением в 2019 году СП 452.1325800.2019 «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования» стало возможным возводить здания высотой до 28 метров [1–5].

Древесина признана недолговечным материалом, так как подвергается горению, гниению, растрескиванию и т. д., но также имеет множество преимуществ – экологичность, относительно высокую прочность, хорошие теплоизоляционные показатели, способность гасить вибрации, небольшой удельный вес, легкость в обработке и формообразовании и т. п. Хотя в противоположность утверждению о недолговечности древесины можно сказать, что действительный срок службы данного материала при правильном проектировании может достигать сотни лет, подтверждением этому являются различные памятники архитектуры.

Дефектность древесины – это причина, по которой необходимо принимать меры по ее усилению. Из-за пороков в строительных конструкциях используется лишь 10–15 % древесины, так как перед использованием она проходит жесткий отбор. Решение данной проблемы усилением элементов деревянных конструкций армированием повысит несущую способность и долговечность, а также даст толчок развитию высотного деревянного домостроения, что в свою очередь позволит обеспечить население комфортным жильем [6, 7].

Материалы и методы. Для написания научной статьи был проведен обзор научно-технической литературы, в которых описываются существующие проблемы высотного деревянного домостроения РФ в сравнении с зарубежными странами. Также был проведен сравнительный анализ принципов и методов развития данной отрасли в России и зарубежом. По итогам проведенного исследования были выявлены основные проблемы и ограничения, с которыми сталкивается РФ в отношении деревянного домостроения – низкое качество материалов, отсутствие современных технологии и нормативно-правовой базы и т. д.

Материалы и методы, применяемые в статье, дают надежную базу для проведения анализов и сравнений проблем деревянных домов в России и зарубежных странах, а также формулирования предложений и рекомендации для их решения [7].

Основная часть. В первобытном обществе по всему миру древесина, как строительный материал, была очень распространена и широко применялась для построек различного назначения первобытными людьми. Конечно, это было обоснованно большой концентрацией лесного массива на всех территориях, а также преимуществами данного материала – относительно небольшой вес при высокой прочности, а еще легкостью в обработке и формообразовании.

В каменном веке (свыше 10 тыс. лет назад) этот материал имел обширное применение в постройках разных типов и форм. Каменные орудия были несовершенны, от этого ограничивалась возможность обработки древесины. Конструкция зданий и сооружений

соответствовала развитию производственных сил того времени. Предполагают, что первым сооружением первобытного общества был ствол дерева, который повалили поперек ущелья реки, для обеспечения облегченной переправы с одного берега на другой. Этот простейший пример в качестве балочной конструкции моста позволил перекрыть пролеты около 12 м, с учетом небольших нагрузок.

В эпоху бронзы и неолита, т.е. 3 тыс. лет до н.э., древесина стала использоваться как сваи, которые возводились на водоемах, чтобы не допустить подтопления. Также дома первобытного человека строились из вертикально поставленных в плотную к друг другу бревен. Этот принцип постройки получил наиболее распространения для защиты, оборонительной ограды – частокола. Когда уже появились железные орудия, предназначенные для обработки древесины, то значительно легче стал процесс корчевки леса, формообразования дерева и тогда появились первые суда из досок и бревен. В это время появляется еще одна конструктивная форма – горизонтальное расположение бревен, которую сейчас принято называть «сруб». Данная форма требовала большое количество врубок в теле бревен, от этого появилось и название данного соединения.

В скором времени были придуманы такие орудия труда, которые позволяли различными способами проделывать отверстия в элементах деревянных конструкций и затем забивать в них гвозди, штыри и т. д. Данный тип соединений стал носить название – нагельный. Благодаря появлению этого вида соединений стало возможным расширение конструктивных форм и различных конструктивных схем деревянных конструкций. В подобных системах сжато-изгибаемые элементы работают словно ствол живого дерева, где предположительно каждая клетка каждого слоя имеет свои прочностные характеристики. При таких простейших соединениях материала обеспечивается высокая жесткость и надежность конструкции, а также рационально используются механические свойства материала.

В Римской империи были разработаны довольно простые сквозные конструктивные системы, напоминающие висячие треугольные стропила. Также строителями были построены наиболее рациональные балочные мосты малых пролетов, примером такой конструкции является мосте через Рейн, построенный войсками Цезаря.

В России, богатой лесными массивами стране, во времена феодального строя древесина становится практически основным конструкционным материалом. В большей степени применяются конструктивные схемы в виде сруба. Из дерева возводились стены, башни, шатровые храмы (Преображенская церковь и т. п.) и т. д.

В зарубежных странах, не столь богатых лесом, в основном преобладала каркасная система с фахверками, пустоты между ними заполнялись кирпичом. Уже в конце 17 начале 18 века процесс обработки леса становится более механизированным, появляются множество конструкций из бруса и преобладают стержневые системы. Появляются большепролетные фермы и арки, которые были созданы за счет соединений на врубках (Например: здание Московского манежа, торговые павильоны и т. д.).

Революция в сфере пиломатериалов приходит с появлением и развитием клеенных деревянных конструкций, которые могут быть практически любых форм и очертаний, так как их можно склеивать по длине и ширине. Конечно, многие свойства таких конструкций зависят не только от древесины, но и от свойств синтетического клея [8–12].

Все же несмотря на все положительные свойства конструкций из древесины, дефектность материала – главная проблема для рационального использования лесного массива в строительстве, поэтому вопрос об усилении остается весьма актуальным. Существуют два варианта усиления деревянных конструкций – модификация древесины и армирование. Причины армирования ДК:

1. Повышение несущей способности и устойчивости к деформациям (прогибы, перекосы и т. д.) за счет введения армированных элементов из высокомодульных материалов.
2. Повышение устойчивости к воздействию внешних факторов (биологическая коррозия, химическая коррозия, пожар и т. д.).
3. Повышение трещиностойкости и защита материала от расколов.
4. Повышение параметра долговечности [13–17].

Помимо традиционного применения деревянных конструкций (досок, бруса, цельных бревён) появилось множество современных технологий деревянного домостроения:

- технология Cross Laminated Timber (CLT);
- технология Laminated Veneer Lumber (LVL);
- технология Massiv-Holz-Mauer (МНМ);
- технология Унипанель и т. д.

CLT-панель – многослойная массивная конструкция, в которой ламели уложены послойно и склеены между собой во взаимно перпендикулярном направлении, так как древесина анизотропный материал, то перекрестная склейка позволяет получить строительный материал с относительно небольшим удельным весом, высокими прочностными характеристиками, процесс транспортировки и эксплуатации становится более стабильным, а так же снижается трудоемкость и увеличиваются сроки возведения.

LVL-брус – строительный материал, который изготавливается из хвойных пород путем лущения исходного сырья с последующей склейкой полученного шпона под внешним механическим давлением. Преимущества такой технологии – небольшой удельный вес, легкость монтажа, низкая себестоимость возведения объектов из таких конструкций, низкая горючесть из-за отсутствия пор.

Технология МНМ – это панели, которые состоят из множества слоев сухих 20–23 мм досок произвольной ширины, соединенных друг с другом крестообразно ершенными штифтами с определенной накаткой. Каждая доска такой панели по боковым краям имеют выборку четверти (фальца) для стыковки со смежными досками, так же на не лицевой пласти расположены продольные пазы 2x3 мм, которые способствуют улучшению теплопроводности и воздухопроницаемости стеновой панели. Преимущества такой панели – высокие изоляционные характеристики, сейсмостойчивость, огнестойкость, высокая несущая способность, жесткость и технологичность.

Для создания Унипанели используются доски с глубокими продольными пропилами на обеих сторонах, что приводит к формированию профиля в виде повторяющейся буквы S. Такой дизайн дает доске возможность похожей на гармошку растягиваться или сжиматься при воздействии внешних нагрузок без опасности появления трещин. Пропилы позволяют избавиться от любых внутренних напряжений, возникающих как в отдельной доске (например, от сучков), так и в панели, склеенной из таких досок [18–22].

Во многих зарубежных странах существуют программы и меры поддержки деревянного домостроения, которые стимулируют его развитие. Это может быть в форме субсидий, налоговых льгот, бытовых компенсаций или других мер, поощряющих использование дерева в строительстве. В РФ до сих пор отсутствуют эффективные механизмы поддержки и стимулирования, что создает дополнительные преграды для развития деревянного домостроения.

На Западе высотное домостроение из древесины ушло далеко вперед, тому есть достаточное множество удачных примеров, которые обладают высокой

энергоэффективностью – общежитие Brock Commons высотой 53 м из CLT-панелей (рисунок 1), 8-этажный деревянный жилой дом (рисунок 2), десятиэтажное здание Forté (рисунок 3) и т. д. [3, 7]. В Европе в настоящее время реализуется проект под названием "Деревянная Европа", который направлен на увеличение использования инновационных деревянных конструкций в жилых домах до 80%. Финансирование данной программы осуществляется государствами Европейского союза. Доля домов, построенных из дерева, в странах, таких как Финляндия, Австрия и Германия, уже составляет соответственно 40%, 30% и 20%, и эта цифра постепенно увеличивается. Причина, по которой на Западе началось массово началось строительство из деревянных конструкций – неблагоприятная экологическая ситуация в развитых странах, особенно в их промышленных центрах. Учитывая пересмотр нормативных требований на Западе для высотного деревянного домостроения, реализация таких проектов стала возможной [23–27].



Рисунок 1 – Общежитие Brock Commons, построенное из CLT-панелей. Ванкувер, Канада [3]



Рисунок 2 – Восьмиэтажный деревянный жилой дом. Бад-Айблинг, Германия [3]



Рисунок 3 – Десятиэтажное здание Forté. Мельбурн, Австралия [1,3]

По общему показателю использования древесины в строительстве жилых домов (в м³ деловой древесины на душу населения в год) Россия занимает одно из последних мест, хотя доля леса в РФ составляет $\frac{1}{4}$ от всех мировых запасов [2, 4]. До недавнего времени ограничения по деревянному высотному домостроению в России были связаны с отсутствием нормативной базы, которая бы регулировала данное направление, но теперь стало возможным строительство зданий высотой до 28 метров. Также предприятия по выпуску CLT-панелей и LVL-бруса в основном поставляют продукцию в страны Европы в связи с низким спросом в РФ. Благодаря современным технологиям, описанным выше, сейчас можно построить такой энергоэффективный деревянный дом, который обойдется в разы дешевле кирпичного или блочного и потребует меньше ресурсов для обеспечения здания теплом. Армирование деревянных конструкций позволяет минимизировать недостатки из-за дефектности древесины, повышается изгибная прочность и жесткость, за счет увеличения модуля упругости, для армирования применяются высокомодульные материалы – стальная арматура, углепластиковые холсты, композитная арматура. Наравне с минимизацией дефектов повышается долговечность и несущая способность [28–32].

В России были построены два первых многоэтажных дома из CLT-панелей (Cross Laminated Timber) в городе Сокол Вологодской области (рисунок 4), всего в двух домах 64 квартиры, которые используются как служебное, так и личное жилье. Это только начало высотного деревянного домостроения в РФ, которое будет только расширяться [33–37].



Рисунок 4 – Визуализация многоэтажных домов из CLT в Соколе Вологодской области

[Режим доступа: <https://mastercub.ru/minstroj-uzakonit-derevyannye-mnogoetazhnye-doma/>]

Деревянные дома имеют ряд преимуществ по сравнению с каменными. Например:

- Деревянные дома гораздо легче, что позволяет сэкономить на фундаменте.
- Стоимость строительства деревянных домов ниже, особенно для каркасных и панельных вариантов.
- Деревянные дома требуют меньше или даже отсутствия затрат на отделку.
- Они обладают высокой теплоизоляцией и низкой теплопроводностью, а также способностью стен "дышать", что позволяет избежать установки систем вентиляции.
- Возведение деревянных домов происходит быстро.
- Деревянные дома экологически чисты, за исключением применения определенных защитных покрытий, которые могут нарушить данное свойство.

Однако у деревянных домов есть и некоторые недостатки:

- Из-за свойств древесины их срок эксплуатации может быть недолгим. Однако, с правильным уходом это время может превышать 100 лет.
- Деревянные дома являются горючими и обладают повышенной пожароопасностью, что может снизить стоимость коммерческой недвижимости.
- Требуется постоянный уход за деревянным домом, включая его периодическую обработку, которую рекомендуется проводить раз в 5 лет.

Основным направлением дальнейшего совершенствования деревянного домостроения являются разработка и внедрение защитных средств на основе минеральных нейтральных экологически чистых материалов [38–40].

Определенные исследования позволяют утверждать, что деревянное многоэтажное домостроение в России имеет большой потенциал развития и обладает эксплуатационными характеристиками, безопасностью и энергоэффективностью, не уступающими железобетону и другим материалам. Однако, для того чтобы успешно развивать эту отрасль жилищного строительства и преодолеть возможные препятствия, необходимо разработать

всеобъемлющую программу, которая будет включать определение ассортиментов и систем расчетов для таких деревянных зданий. Только при наличии такого подхода возможно достичь стабильного и устойчивого развития деревянного многоэтажного домостроения, а также постепенно создать рынок доступного, экологически чистого и комфортного жилья.

Выводы. Проблемы деревянного домостроения в РФ в сравнении с зарубежными странами включают устаревшие технологии строительства, низкое качество материалов, отсутствие стимулирования и правовой базы. Решение этих проблем требует внесения изменений в подходы к строительству, контролю качества материалов и созданию эффективных механизмов поддержки в деревянном домостроении в РФ, основанных на мировом опыте и лучших практиках. Развитие деревянного домостроения может принести множество преимуществ в экологическом, экономическом и социальном плане, а также способствовать сохранению национальных традиций и культуры.

Список литературы:

1. Андреев К. Е., Копылов К. Е. Многоэтажное деревянное домостроение // Избранные доклады 64-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Томский государственный архитектурно-строительный университет. 2018. С. 421–425.
2. Бочаров А.А. Деревянное домостроение в России: состояние, проблемы и перспективы развития // Образование, наука, производство: VIII Международный молодежный форум. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. 2016. С. 944–948.
3. Есауленко И. В. Перспективы развития высотного деревянного домостроения в России на примере зарубежного опыта // Архитектура, строительство, транспорт. 2021. № 4. С. 17–25. DOI 10.31660/2782-232X-2021-4-17-25.
4. Карпов В. Н. Опыт отечественного и зарубежного деревянного домостроения // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2019. № 2(21). С. 210–215.
5. Овсянников, С.И. Деревянное домостроение за рубежом и в России // Наука и инновации в строительстве: (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов международной научно-практической конференции: в 2 т. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. 2017. С. 309–315.
6. Решетников А.В., Макаридзе Г.Д. Современные технологии деревянного домостроения. Массивные деревянные панели // Colloquium-Journal. 2019. № 13–2(37). С. 187–188. DOI 10.24411/2520-6990-2019-10371.
7. Чемоданов А.Н., Паргунькин И.Н. Перспективы деревянного домостроения // Альманах мировой науки. 2018. № 5(25). С. 52–55.
8. Косилова, Е.В. Армированные деревянные конструкции // Дни студенческой науки: Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры НИУ МГСУ, Москва. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. 2021. С. 1004–1006.

9. Мурадова Ф. О. Деревянная балка, усиленная стеклопластиковыми стержнями // Студенческий форум. 2020. № 24-1(117). С. 86–91.
10. Максименко А. Т., Мурсалова Д. Р. Клеенные армированные деревянные конструкции в строительстве // Актуальные проблемы инженерных наук: Материалы VII-й (64) ежегодной научно-практической конференции преподавателей, студентов и молодых ученых Северо-Кавказского федерального университета «Университетская наука-региону». Ставрополь: Издательский дом "Тэсэра", 2019. С. 218–219.
11. Кавелин А.С., Тютин А.Д., Нуриев В. Э., Колтакова В.А. Армирование деревянных конструкций // Инженерный вестник Дона. 2019. № 8(59). С. 44–50.
12. Рощина С. И. Армирование – эффективное средство повышения надежности и долговечности деревянных конструкций // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2008. № 2. С. 71–74.
13. Рощина С. И. Армированные деревянные конструкции // Архитектура и строительство России. 2008. № 3. С. 32–37.
14. Рощина С. И., Репин В. А., Лукин М.В. Повышение надёжности несущих армированных деревянных конструкций // Деревообрабатывающая промышленность. 2008. № 2. С. 11–13.
15. Коротин А.И., Лазарев А. Л., Лазарев Г. А., Бусаргин Д.А., Тарасов С. М., Колесников Д. В. Проблемы реализации технологий высотного домостроения с применением современных деревянных конструкций // Огарёв-Online. 2021. № 6(159). С. 1–7.
16. Александрова Н. И. Высотное деревянное домостроение // Школа молодых ученых: материалы областного профильного семинара по проблемам технических наук. Липецкий государственный технический университет. 2017. С. 12–14.
17. Бобров В.А., Гребенников И. О., Аршанин Н.Е. Деревянные высотки в России – инновационный взгляд на современное строительство // Девелопмент и инновации в строительстве: сборник статей Международного научно-практического конгресса. Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС". 2018. С. 22–26.
18. Михалева С. А. Деревянные высотки в России - инновационный взгляд на современное строительство // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 4-7(46). С. 19–21. DOI 10.18454/IRJ.2016.46.174.
19. Старова О. В., Москвина С.Н., Перевалова А.А., Черкасова Д.Е. Экономическая выгода многоэтажного строительства из дерева в России // Научный электронный журнал Меридиан. 2019. № 14(32). С. 363–365.
20. Казаков Д. А., Бердникова В.К., Козобродова Н.А. Технология строительства деревянных зданий из CLT-панелей // Строительство и недвижимость. 2021. № 2(9). С. 28–33.
21. Хлопенков И.В. Многоэтажное деревянное строительство // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, посвященной 20-летию создания кафедры электроэнергетики: в 2-х томах. Тюменский индустриальный университет. 2019. С. 225–227.

22. Бардин И. Н., Карельский А.В., Лабудин Б.В. Особенности строительства высотных деревянных зданий // Инновации в деревянном строительстве: Материалы 9-й Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. 2018. С. 18–25.
23. Чернова Е. В., Авдюкова К.И. К вопросу о многоэтажном деревянном строительстве // Наука – образование – производство: опыт и перспективы развития: материалы XIV Международной научно-технической конференции: в 2 т. Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. 2018. С. 272–276.
24. Гасанов Т. А., Пошев А.У.Б., Казиханов О.А., Парчиев С.А., Татриев С. Перспективы и актуальные тенденции использования деревянных конструкций в устойчивом развитии // Отходы и ресурсы. 2022. Т. 9, № 4. С. 1–9. DOI 10.15862/25ECOR422.
25. Суханова В. В., Сеньшаков А.С. Перспективы высотного деревянного строительства в России // Приоритетные направления развития науки и образования: сборник статей XI Международной научно-практической конференции. Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г. Ю.). 2020. С. 151–154.
26. Коклюгина Л.А., Коклюгин А.В., Гимранов Л.Р., Никифоров Г. А. Современные технологии возведения многоэтажных деревянных домов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. № 1(47). С. 231–238.
27. Ермолаева М. Л. Деревянные высотки // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов международной научно-практической конференции, профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, Том 2. Московский архитектурный институт (государственная академия). 2017. С. 232–235.
28. Козлова Е. С. Многоэтажное деревянное строительство: анализ современного состояния и перспектива развития в России // Конкурс перспективных исследовательских проектов: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна). 2021. С. 145–150.
29. Шегай Л.А., Байдаков Л.В., Тарасова О. А. Проблемные аспекты и будущее многоэтажного деревянного строительства // Наукосфера. 2020. № 12–2. С. 162–166.
30. Новикова, А. А. Особенности технологии возведения высотных зданий с применением деревянных конструкций // VII Международный студенческий строительный форум: Сборник докладов VII Международного студенческого строительного форума. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. 2022. С. 250–253.
31. Будрите А.А. Зарубежный опыт деревянного многоэтажного строительства // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство: сборник научных статей по итогам четвертой международной научной конференции, Том Часть 1. Казань: ООО «Конверт». 2019. С. 44–47.

32. Коновалов М. А. Тенденция строительства многоэтажных зданий. Проблемы строительства и производства в России // Современные тенденции развития науки и производства: сборник материалов Международной научно-практической конференции, Том 1. Кемерово: Общество с ограниченной ответственностью "Западно-Сибирский научный центр". 2019. С. 10–13.
33. Швецова, А. А. Многоэтажное деревянное домостроение. Особенности и тенденции // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: Сборник трудов научно-практической и учебной конференции, Том Ч. 1. Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". 2019. С. 230–233.
34. Полховская Т.В., Мартысюк Н.А. Многоэтажное деревянное строительство // Традиции, современные проблемы и перспективы развития строительства: Сборник научных статей. Гродненский государственный университет имени Янки Купалы. 2019. С. 205–206.
35. Каташин Ю. А. Многоэтажное деревянное домостроение // Сборник трудов аспирантов, магистрантов и соискателей. Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. 2017. С. 181–186.
36. Коновалов Д.Ю. Преимущества высотного деревянного строительства // Форум молодых ученых. 2018. № 2(18). С. 319–322.
37. Мелехина М.В. Востребование в экологически чистом жилье, как современная необходимость // Университетская наука. 2020. № 2(10). С. 103–106.
38. Склифос В.О., Чернеев А.М., Шевцова М. А. Новые технологии строительства многоэтажных зданий и сооружений из древесины // Перспективы науки. 2019. № 11(122). С. 19–21.
39. Шамсутдинова Р. Б., Краснова Т.В. Современное многоэтажное деревянное строительство // Современные проблемы науки и образования: материалы X Международной студенческой научной конференции, Москва, Том 8. Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Евроазиатская научно-промышленная палата". 2018. С. 9–11.
40. Васькина Н. А., Милютин И.А. Деревянные высотки // Новые технологии в учебном процессе и производстве: Материалы XV межвузовской научно-технической конференции, Том I. Рязань: ООО «Рязаньпроект». 2017. С. 133–137.

References:

1. Andreev K.E., Kopylov K.E. Multi-storey wooden housing construction [Mногоэтажное деревянное домостроение]. Izbrannye doklady 64-j universitetskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii studentov i molodyh uchenyh. Tomskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet. 2018. Pp. 421–425. (rus)
2. Bocharov A.A. Wooden housing construction in Russia: state, problems and development prospects [Derevyannoe domostroenie v Rossii: sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya]. Obrazovanie, nauka, proizvodstvo: VIII Mezhdunarodnyj molodezhnyj forum.

- Belgorodskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova. 2016. Pp. 944–948. (rus)
3. Esaulenko I.V. Prospects for the development of high-rise wooden housing construction in Russia on the example of foreign experience [Perspektivy razvitiya vysotnogo derevyannogo domostroeniya v Rossii na primere zarubezhnogo opyta]. Architecture, construction, transport. 2021. No. 4. Pp. 17–25. DOI 10.31660/2782-232X-2021-4-17-25. (rus)
 4. Karpov V.N. Experience of domestic and foreign wooden housing construction [Opyt otechestvennogo i zarubezhnogo derevyannogo domostroeniya]. Education and science in the modern world. Innovation. 2019. No. 2(21). Pp. 210–215. (rus)
 5. Ovsyannikov S.I. Wooden housing construction abroad and in Russia [Derevyannoe domostroenie za rubezhom i v Rossii]. Nauka i innovacii v stroitel'stve: (k 45-letiyu kafedry stroitel'stva i gorodskogo hozyajstva): sbornik dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2 t. Belgorodskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova. 2017. Pp. 309–315. (rus)
 6. Reshetnikov A.V. Makaridze G.D. Modern technologies of wooden housing construction. Massive wooden panels [Sovremennye tekhnologii derevyannogo domostroeniya. Massivnye derevyannye paneli]. Colloquium–Journal. 2019. No. 13–2(37). Pp. 187–188. DOI 10.24411/2520–6990–2019–10371. (rus)
 7. Chemodanov A.N., Pargunkin I.N. Prospects for wooden housing construction [Perspektivy derevyannogo domostroeniya]. Almanac of world science. 2018. No. 5(25). Pp. 52–55. (rus)
 8. Kosilova E.V. Reinforced wooden structures [Armirovannye derevyannye konstrukcii]. Dni studencheskoj nauki: Sbornik dokladov nauchno-tekhnicheskoy konferencii po itogam nauchno-issledovatel'skih rabot studentov instituta stroitel'stva i arhitektury NIU MGSU, Moskva. Nacional'nyj issledovatel'skij Moskovskij gosudarstvennyj stroitel'nyj universitet. 2021. Pp. 1004–1006. (rus)
 9. Muradova F.O. Wooden beam reinforced with fiberglass rods [Derevyannaya balka, usilennaya stekloplastikovymi sterzhnyami]. Student Forum. 2020. No. 24–1(117). Pp. 86–91. (rus)
 10. Maksimenko A.T., Mursalova D.R. Glued reinforced wooden structures in construction [Kleennye armirovannye derevyannye konstrukcii v stroitel'stve]. Aktual'nye problemy inzhenernyh nauk: Materialy VII-j (64) ezhegodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii преподаvatelej, studentov i molodyh uchenyh Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta «Universitetskaya nauka-regionu». Stavropol': Izdatel'skij dom "Tesera". 2019. Pp. 218–219. (rus)
 11. Kavelin A.S., Tyutina A.D., Nuriev V.E., Koltakova V.A. Reinforcement of wooden structures [Armirovanie derevyannyh konstrukcij]. Engineering Bulletin of the Don. 2019. No. 8(59). Pp. 44–50. (rus)
 12. Roshina S.I. Reinforcement - an effective means of improving the reliability and durability of wooden structures [Armirovanie - effektivnoe sredstvo povysheniya nadezhnosti i dolgovechnosti derevyannyh konstrukcij]. Russian Forestry Journal. 2008. No. 2. Pp. 71–74. (rus)

13. Roshchina S.I. Reinforced wooden structures [Armirovannyye derevyannyye konstrukcii]. Architecture and construction of Russia. 2008. No. 3. Pp. 32–37. (rus)
14. Roshchina S.I., Repin V.A., Lukin M.V. Improving the reliability of load-bearing reinforced wooden structures [Povyshenie nadyozhnosti nesushchih armirovannykh derevyannykh konstrukcij]. Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'. 2008. No. 2. Pp. 11–13. (rus)
15. Korotin A.I., Lazarev A.L., Lazarev G.A., Busargin D.A., Tarasov S.M., Kolesnikov D.V. Problems of implementation of high-rise housing construction technologies using modern wooden structures [Problemy realizacii tekhnologij vysotnogo domostroeniya s primeneniem sovremennykh derevyannykh konstrukcij]. Ogaryov-Online. 2021. No. 6(159). Pp. 1–7. (rus)
16. Aleksandrova N.I. High-rise wooden housing construction [Vysotnoe derevyannoe domostroenie]. SHkola molodyh uchenyh: materialy oblastnogo profil'nogo seminara po problemam tekhnicheskikh nauk. Lipeckij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet. 2017. Pp. 12–14. (rus)
17. Bobrov V.A., Grebennikov I.O., Arshanin N.E. Wooden skyscrapers in Russia - an innovative view of modern construction [Derevyannyye vysotki v Rossii - innovacionnyj vzglyad na sovremennoe stroitel'stvo]. Development i innovacii v stroitel'stve: sbornik statej Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo kon-gressa. Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "OMEGA SAJNS". 2018. Pp. 22–26. (rus)
18. Mikhaleva S. A. Wooden skyscrapers in Russia - an innovative view of modern construction [Derevyannyye vysotki v Rossii - innovacionnyj vzglyad na sovremennoe stroitel'stvo]. International Research Journal. 2016. No. 4-7(46). Pp. 19–21. DOI 10.18454/IRJ.2016.46.174. (rus)
19. Starova O.V., Moskvina S.N., Perevalova A.A., Cherkasova D.E. Economic benefits of multi-storey wooden construction in Russia [Ekonomicheskaya vygoda mnogoetazhnogo stroitel'stva iz dereva v Rossii]. Scientific journal Meridian. 2019. No. 14(32). Pp. 363–365. (rus)
20. Kazakov D.A., Berdnikova V.K., Kozobrodova N.A. Construction technology of wooden buildings from CLT-panels [Tekhnologiya stroitel'stva derevyannykh zdaniy iz CLT-panelej]. Stroitel'stvo i nedvizhimost'. 2021. No. 2(9). Pp. 28–33. (rus)
21. Khlopenkov I.V. Multi-storey wooden construction [Mногоetazhnoe derevyannoe stroitel'stvo]. Energoberezhenie i innovacionnyye tekhnologii v toplivno-energeticheskom komplekse: Materialy Natsional'noj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov, uchenyh i specialistov, posvyashchennoj 20-letiyu sozdaniya kafedry elektroenergetiki: v 2-h tomah. Tyumenskij industrial'nyj universitet. 2019. Pp. 225–227. (rus)
22. Bardin I.N., Karelsky A.V., Labudin B.V. Features of the construction of high-rise wooden buildings [Osobennosti stroitel'stva vysotnykh derevyannykh zdaniy]. Innovacii v derevyannom stroitel'stve: Materialy 9-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Sankt-Peterburg. Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet. 2018. Pp. 18–25. (rus)
23. Chernova E.V., Avdyukova K.I. On the issue of multi-storey wooden construction [K voprosu o mnogoetazhnom derevyannom stroitel'stve]. Nauka –obrazovanie –

- производство: опыт и перспективы развития: материалы HIV Mezhhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii: v 2 t. Ural'skij federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. El'cina. 2018. Pp. 272–276. (rus)
24. Gasanov T.A., Poshev A.U.B., Kazikhanov O.A., Parchiev S.A., Tatriev S. Prospects and current trends in the use of wooden structures in sustainable development [Perspektivy i aktual'nye tendencii ispol'zovaniya derevyannyh konstrukcij v ustojchivom razvitii]. Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling. 2022. Vol. 9, No. 4. Pp. 1–9. DOI 10.15862/25ECOR422. (rus)
 25. Sukhanova V.V., Sen'shakov A.S. Prospects for high-rise wooden construction in Russia [Perspektivy vysoznogo derevyannogo stroitel'stva v Rossii]. Prioritetnye napravleniya razvitiya nauki i obrazovaniya: sbornik statej XI Mezhhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Penza: "Nauka i Prosveshchenie" (IP Gulyaev G.YU.). 2020. Pp. 151–154. (rus)
 26. Koklyugina L.A., Koklyugin A.V., Gimranov L.R., Nikiforov G.A. Modern technologies for the construction of multi-storey wooden houses [Sovremennye tekhnologii vozvedeniya mnogoetaznyh derevyannyh domov]. News KSUAE. 2019. No. 1(47). Pp. 231–238. (rus)
 27. Ermolaeva M.L. Wooden skyscrapers [Derevyannye vysotki]. Nauka, obrazovanie i eksperimental'noe proektirovanie: tezisy dokladov mezhhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, professorsko-prepodavatel'skogo sostava, molodyh uchenyh i studentov, Tom 2. Moskovskij arhitekturnyj institut (gosudarstvennaya akademiya). 2017. Pp. 232–235. (rus)
 28. Kozlova E.S. Multi-storey wooden construction: analysis of the current state and prospects for development in Russia [Mногоetazhnoe derevyannoe stroitel'stvo: analiz sovremennogo sostoyaniya i perspektiva razvitiya v Rossii]. Konkurs perspektivnyh issledovatel'skih proektov: sbornik statej Mezhhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa. Petrozavodsk: Mezhhdunarodnyj centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» (IP Ivanovskaya Irina Igorevna). 2021. Pp. 145–150. (rus)
 29. Shegai L.A., Baidakov L.V., Tarasova O.A. Problematic aspects and the future of multi-storey wooden construction [Problemnye aspekty i budushchee mnogoetazhnogo derevyannogo stroitel'stva]. Naukosfera. 2020. No. 12–2. Pp. 162–166. (rus)
 30. Novikova A. A. Features of the technology of erection of high-rise buildings using wooden structures [Osobennosti tekhnologii vozvedeniya vysoznyh zdaniy s primeneniem derevyannyh konstrukcij]. VII Mezhhdunarodnyj studencheskij stroitel'nyj forum: Sbornik dokladov VII Mezhhdunarodnogo studencheskogo stroitel'nogo foruma. Belgorodskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova. 2022. Pp. 250–253. (rus)
 31. Budrite A.A. Foreign experience of wooden high-rise construction [Zarubezhnyj opyt derevyannogo mnogoetazhnogo stroitel'stva]. Peredovye innovacionnye razrabotki. Perspektivy i opyt ispol'zovaniya, problemy vnedreniya v proizvodstvo: sbornik nauchnyh statej po itogam chetvertoj mezhhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Tom CHast' 1. Kazan': OOO «Konvert». 2019. Pp. 44–47. (rus)
 32. Konovalov M.A. The trend of building multi-storey buildings. Problems of construction and production in Russia [Tendenciya stroitel'stva mnogoetaznyh zdaniy. Problemy stroitel'stva i proizvodstva v Rossii]. Sovremennye tendencii razvitiya nauki i proizvodstva: sbornik materialov Mezhhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Tom 1.

- Kemerovo: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Zapadno-Sibirskij nauchnyj centr". 2019. Pp. 10–13. (rus)
33. Shvetsova A. A. Multi-storey wooden housing construction. Features and trends [Mногоetazhnoe derevyannoe domostroenie. Osobennosti i tendencii]. Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v oblasti upravleniya, ekonomiki i trgovli: Sbornik trudov nauchno-prakticheskoy i uchebnoj konferencii, Tom CH. 1. Sankt-Peterburg: Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij politekhnicheskij universitet Petra Velikogo". 2019. Pp. 230–233. (rus)
 34. Polkhovskaya T.V., Martysyuk N.A. Multi-storey wooden construction [Mногоetazhnoe derevyannoe stroitel'stvo]. Tradicii, sovremennye problemy i perspektivy razvitiya stroitel'stva: Sbornik nauchnyh statej. Grodnenskiy gosudarstvennyj universitet imeni YAnki Kupaly. 2019. Pp. 205–206. (rus)
 35. Katashin Y. A. Multi-storey wooden housing construction [Mногоetazhnoe derevyannoe domostroenie]. Sbornik trudov aspirantov, magistrantov i soiskatelej. Nizhegorodskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet. 2017. Pp. 181–186. (rus)
 36. Konovalov D.Yu. Advantages of high-rise wooden construction [Preimushchestva vysotnogo derevyannogo stroitel'stva]. Forum molodyh uchenyh. 2018. No. 2(18). Pp. 319–322. (rus)
 37. Melekhina M.V. Demand for environmentally friendly housing as a modern necessity [Vostrebovanie v ekologicheski chistom zhil'e, kak sovremennaya neobhodimost']. University Science. 2020. No. 2(10). Pp. 103–106. (rus)
 38. Sklifos V.O., Cherneev A.M., Shevtsova M.A. New technologies for the construction of multi-storey buildings and structures made of wood [Novye tekhnologii stroitel'stva mnogoetazhnyh zdaniy i sooruzhenij iz drevesiny]. Science Prospects. 2019. No. 11(122). Pp. 19–21. (rus)
 39. Shamsutdinova R.B., Krasnova T.V. Modern multi-storey wooden construction [Sovremennoe mnogoetazhnoe derevyannoe stroitel'stvo]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya: materialy X Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii, Moskva, Tom 8. Moskva: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Evroaziatskaya nauchno-promyshlennaya palata". 2018. Pp. 9–11. (rus)
 40. Vaskina N.A., Milyutina I.A. Wooden skyscrapers [Derevyannye vysotki]. Novye tekhnologii v uchebnom processe i proizvodstve: Materialy XV mezhvuzovskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, Tom I. Ryazan': OOO «Ryazan'proekt». 2017. Pp. 133–137. (rus)