

Научная статья

УДК 69.03

EDN ZOMQPF

DOI 10.17150/2411-6262.2024.15(3).1034-1045

Д.Г. Фрик, С.А. Астафьев 

Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: С.А. Астафьев, astafievsa@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МНОГОЭТАЖНОГО И МАЛОЭТАЖНОГО ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ ИЗ CLT-ПАНЕЛЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АННОТАЦИЯ. Реальность настоящего времени такова, что Россия является государством, против которого применено максимальное количество санкций за всю современную историю. Недружественные к нам государства отказываются от прочных, надежных отношений с Российскими производителями. Причем легкость отказа временами поражает. Если взять лесопромышленный комплекс Российской Федерации, то, например, в странах Скандинавии под российское сырье были построены огромные деревообрабатывающие заводы. Иностранные компании инвестировали огромные средства в производство на территории России. Но иностранные политики поступают вопреки многолетним договоренностям и вынуждают бизнес отказываться от сотрудничества с Россией. Это объясняет актуальность данного исследования.

На наш взгляд лесопромышленный комплекс России одна из наиболее пострадавших от санкций отрасль производства. Не стоит отрицать очевидное, что высокотехнологичное оборудование — это оборудование иностранного производства. Технологии скандинавской заготовки древесины лесозаготовительными комплексами отлично адаптировались под российские условия и позволили нам более рационально использовать наши лесные ресурсы. Современные технологии деревообработки мы тоже используем европейские. Одна из наиболее перспективных на сегодняшний день технологий — это CLT-панели, автором которой стали в 1990-х гг. Австрийские ученые из ассоциации деревянной промышленности. *Цель нашего* исследования состоит в анализе иностранного и отечественного малоэтажного и многоэтажного деревянного домостроения, и оценки перспективы применения деревянных материалов при многоэтажном строительстве в Российской Федерации. *Методология исследования* основана на теоретическом анализе научных публикаций, направленных на решения жилищной проблемы. *Информационной и эмпирической базой* исследования послужили нормативная документация, научные статьи, публикации в профессиональных журналах, сайты производителей. *Объектом наблюдения* выступают строительные организации применяющие деревянное домостроение и производители домокомплектов высокой степени готовности из лесоматериалов. *Научная новизна* заключается в формировании авторского подхода к проблеме расселения признанным аварийным жилого фонда.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Лесопромышленный комплекс, строительство, CLT-панели, малоэтажное деревянное домостроение, многоэтажное деревянное домостроение, домокомплекты из CLT-панели.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ. Дата поступления 1 апреля 2024 г.; дата принятия к печати 26 августа 2024 г.; дата онлайн-размещения 31 августа 2024 г.

Original article

D.G. Frik, S.A. Astafiev✉

Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation

Corresponding author: S.A. Astafiev, astafievsa@mail.ru

**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MULTI-STOREY
AND LOW-RISE WOODEN HOUSING CONSTRUCTION
FROM CLT PANELS IN THE RUSSIAN FEDERATION**

ABSTRACT. The reality of the present time is that Russia is the state against which the maximum number of sanctions have been applied in all modern history. States that are unfriendly to us refuse strong, reliable relations with Russian manufacturers. Moreover, the ease of refusal is sometimes amazing. If we take the timber industry complex of the Russian Federation, then, for example, in the Scandinavian countries huge wood processing plants were built to use Russian raw materials. Foreign companies have invested huge amounts of money in production in Russia. However, foreign politicians act contrary to common sense and force businesses to refuse cooperation with Russia. This explains the relevance of the study.

In our opinion, the Russian timber industry is one of the industries most affected by sanctions. There is no need to deny the obvious that high-tech equipment is foreign-made equipment. The technologies of Scandinavian timber harvesting by logging complexes have been perfectly adapted to Russian conditions and have allowed us to use our forest resources more rationally. We also use modern woodworking technologies from Europe. One of the most promising technologies today is CLT panels, which were developed by Austrian scientists from the Wood Industry Association in the 1990s. The purpose of our research is to analyze foreign and domestic low-rise and high-rise wooden housing construction, and to assess the prospects for the use of wooden materials in high-rise construction in the Russian Federation. The research methodology is based on a theoretical analysis of scientific publications aimed at solving the housing problem. The information and empirical basis for the study included regulatory documentation, scientific articles, publications in professional journals, and manufacturers' websites. The objects of observation are construction organizations using wooden housing construction and manufacturers of high-quality house kits made from timber. The scientific novelty lies in the formation of the author's approach to the problem of resettlement of the recognized emergency housing stock.

KEYWORDS. Timber industry complex, construction, CLT panels, low-rise wooden housing construction, multi-storey wooden housing construction, house kits made from CLT panels.

ARTICLE INFO. Received April 01, 2024; accepted August 26, 2024; available online August 31, 2024.

Согласно Глобальной оценке лесных ресурсов 2020 г. Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО)¹ общая площадь лесов в мире составляет 4,06 млрд гектаров (га), или 31 % от общей площади суши. Однако леса неравномерно распределены между народами и регионами мира.

Лидеры стран по запасу древесины указаны на рис. 1.

В Российской Федерации запасы древесины представлены преимущественно таежными лесами, которые занимают около 65 процентов площади лесов. Площадь лесов составляет 795 млн. гектаров (46,4 % площади России). При этом на долю земель лесного фонда приходится 96 % покрытых лесом площадей (766,6 млн га)

¹ Продовольственная сельскохозяйственная организация объединенных наций. Глобальная оценка лесных ресурсов 2020 года. URL: <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/ru>.

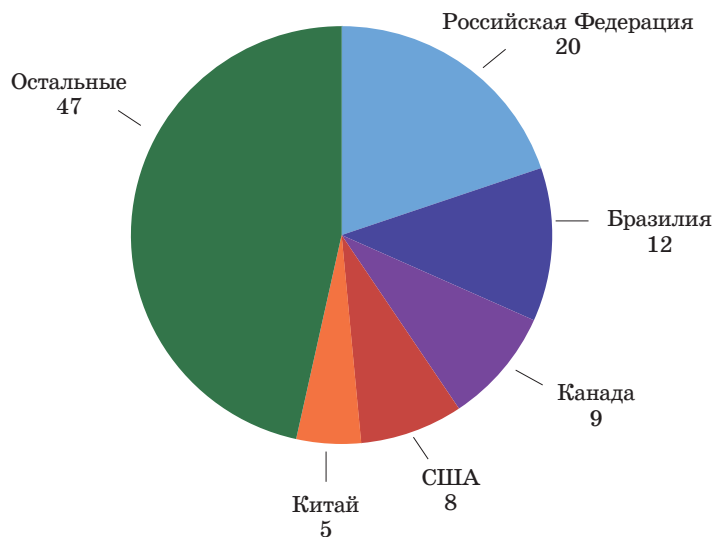


Рис. 1. Мировые лидеры по запасам древесины

Среди занятых основными лесообразующими породами земель лесного фонда преобладают хвойные насаждения (преимущественно лиственницы, сосны и ели), занимающие 76 процентов площади. Мягколиственные насаждения (преимущественно березы и осины) занимают 22 % площади, остальная территория приходится на насаждения твердолиственных пород, прочих пород и кустарников. При этом необходимо отметить высокую долю лиственницы в составе лесов, которая имеет ограниченное использование в лесной промышленности.

Лесная промышленность является совокупностью отраслей промышленности, заготавливающих и обрабатывающих древесину, производящих из древесных ресурсов посредством химической и механической обработки готовую продукцию различной степени технологической сложности. К отраслям лесной промышленности относятся лесозаготовка, целлюлозно-бумажная промышленность, производство пиломатериалов, древесных плит, фанеры, мебели, биотоплива, деревянное домостроение и лесная химия (производство канифоли, таллового масла и др.). Лесная промышленность производит такие виды продукции, как мебель, бумага, картон и строительные материалы. Однако, доля лесной промышленности в ВВП страны составляет в разные годы 1–1,5 % [1, с. 83].

Иркутская область относится к числу наиболее многолесных регионов России, где произрастает около 12% запасов древесины спелых лесов страны, а доля особоценных хвойных пород, таких как сосна и кедр, значительна даже в масштабах планеты. Покрытые лесной растительностью земли составляют 63 млн га, лесистость — 80,4 %. Общий запас древесины на корню — 8,79 млрд куб. м². Распределение запасов древесины по породам указано в табл.

² Об утверждении лесного плана Иркутской области на 2019–2028 годы : Указ Губернатора Иркутской области от 29 мая 2019 г. № 112-уг // СПС КонсультантПлюс.

Запас древесины Иркутской области по древесным породам, тыс. га

Мяголиственные, всего	12127,9
береза	9276,7
осина	2831
остальные	20,2
Хвойные, всего	45450,4
сосна	15250,7
лиственница	18391,4
ель	3208,8
пихта	1722
кедр	6877,5

Из этих данных мы видим, что запасы Иркутской области очень высоки и значимы для региона и страны в целом. Иркутская область занимает первое место по лесозаготовке и второе — по запасам, немного уступая Красноярскому краю. В регионе сосредоточено приблизительно 1 400 предприятий лесной отрасли, на которых трудится около 33 тыс. специалистов.

Объем потребления лесной продукции на территории самой Иркутской области имеет низкие показатели по сравнению с объемами экспорта, причем по некоторым видам продукции (пиломатериалы, фанера и др.) потребление значительно ниже, чем в среднем в других регионах.

К 2028 г. планируется увеличение объемов производства всех основных видов лесной продукции. Однако, в условиях санкций экспорт лесопродукции оказался невозможен, что приведет к затовариванию внутреннего рынка как круглой, так и готовой лесопродукцией. При этом удельный вес экспорта круглых лесоматериалов планируется сократить на 100% к 2028 году для более полного удовлетворения нужд региональных потребителей в лесной продукции за счет местных производств.

Анализируя вышеуказанную информацию, мы делаем вывод, что при прекращении экспорта круглых лесоматериалов (КЛМ) на внутреннем рынке останется огромное количество сырья, которое будет необходимо перерабатывать и реализовывать у себя в стране.

На совещании по развитию лесного комплекса, которое провел Президент РФ В.В. Путин 10.02.2023 г. в г. Архангельске, были обозначены важные моменты и пути развития лесного комплекса РФ³.

Так, предлагается:

- частное жилье комплектовать российским котельным оборудованием, работающим на отходах лесопиления.
- обеспечить законное право граждан на заготовку древесины для собственных нужд путем выдачи сертификатов на получение отечественных деревянных домокомплектов высокой степени готовности заводского изготовления.
- применение технологии деревянного домостроения при возведении социальных зданий: — ФАПов, детских садов, школ, многофункциональных объектов, отделений почты РФ.

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что после окончательного запрета вывоза КЛМ на экспорт, на внутреннем рынке останется огромное количество сырья. Переработать такое количество, конечно, реально, но возникает вопрос с экспортом готовой лесопродукции, опять же из-за

³ Перечень поручений по итогам совещания по вопросам развития лесопромышленного комплекса : (утв. Президентом РФ 22 марта 2023 г. № Пр-562) // СПС КонсультантПлюс.

санкций. Необходимо развивать потребление готовой лесопроductии на внутреннем рынке. Очень перспективным направлением является мало и многоэтажное деревянное домостроение. На сегодняшний день ни одного завода по производству готовых деревянных домокомплектов на территории Иркутской области нет.

Одним из современных материалов для деревянного домостроения являются CLT-панели (от английского Cross Laminated Timber — перекрестно склеенная древесина) изготавливаются из пиломатериала хвойных и лиственных пород. Многие современные ученые изучают применение и свойства данного материала. И.В. Храмов рассматривает технологию производства и звукоизоляции CLT-панелей [2]. Высушенная в камерах до влажности 12 % древесина укладывается слоями под 90 градусов относительно друг друга и под давлением склеивается в единый массив [3]. Причем во внутреннем слое панелей возможно использование мягколиственной древесины, которая из-за своих невысоких технических характеристик не нашла широкого применения в лесной промышленности. Также инженер-исследователь Вологодского научного центра Российской академии наук И.Р. Чеплинские в своих исследованиях предлагает использовать для расселения аварийного жилищного фонда быстро возводимые дома из CLT-панелей [4]. Развитие отечественной нормативно-технической документации рассматривают С.А. Агафонов, В.А. Волкодав, И.А. Волкодав, И.Д. Титова из которой следует, что на сегодняшний день разрешено строить деревянные дома высотой 28 м [5]. Исследования Т.В. Потаповой проводятся и в укреплении CLT-панелей композитными материалами [6]. Прочностные характеристики и анализ энергоэффективности CLT-панелей рассматривают А.С. Гребенев и Д.И. Арзиманов [7; 8].

Вначале необходимо рассказать о преимуществах CLT-панелей, в первую очередь это, конечно, экологичность материала. Панели изготавливают из натурального материала с использованием клея без формальдегида [9]. При использовании CLT-панели доступны практически любые архитектурные решения [10]. Панели возможно изготавливать любой ширины и длины, что позволяет возводить уникальные здания [11], ограничиваются размеры только возможностями транспорта. Также очень важным моментом является высокая несущая способность CLT-панелей. В связи с тем, что панели имеют разнонаправленность слоев и изготавливаются из ламелей 12 % влажности, этот материал не дает никакой усадки и производить отделку можно сразу после сборки домокомплектов. Материал имеет высокую огнестойкость, при проведении испытаний скорость горения панели (клееной древесины) в течение 90 мин. составила всего 0,8 мм/мин. Когда во время испытания температура в очаге возгорания достигла 1 200 °С, другая сторона панели нагрелась лишь до +35 °С. Любое воспламенение мгновенно затухает благодаря формированию углеродного слоя. А присущие системе герметичность, разнонаправленность ламелей препятствуют распространению пламени по зданию. Высотные дома из CLT-панелей обладают сейсмостойкостью 9 баллов по шкале Рихтера. 100 % -ная паро- и влагонепроницаемость. Каждый последующий слой перпендикулярен предыдущему, что ослабляет и останавливает звук, обеспечивая высокую звукоизоляцию. Не пропускает холод, не промерзает, не продувается. Рекомендуемая производителем мощность отопления закладывается в диапазоне 0,5–0,075 кВт на 10 м².

Если рассматривать мировой опыт деревянного домостроения, то мы видим очень четкую тенденцию развития многоэтажного домостроения. Ниже мы приводим некоторые примеры жилых и коммерческих домов: [12].

В Германии в г. Берлине в 2008 году построили 7 этажное жилое здание.



Рис. 2. Жилое здание, г. Берлин

Здесь применили комбинированную технологию, деревянные конструкции совмещали с железобетонными перекрытиями, фасад утеплен минеральной ватой. На все этапы строительства потребовался один год.

Жилой дом Stadthaus в г. Лондоне, Великобритания. Построен в 2009 г., 9 этажей.



Рис. 3. Жилое здание, г. Лондон

Сооружение собрано из CLT-панелей высокой степени готовности. Все проемы и технологические отверстия, каналы для электропроводки и сантехники были выпилены в заводских условиях. Утепление фасада было сделано фиброцемент-

ными плитами. Данная технология позволила практически вдвое сократить срок возведения здания.

Жилое здание Forte Living в г. Мельбурне, Австралия, 2012 г. постройки, 10 этажей.



Рис. 4. Жилой комплекс, г. Мельбурн

Это деревянное многоэтажное здание высотой 32,2 м. Все конструкции — деревянные, в том числе лестничные пролеты и шахты лифтов. На возведение этого дома потратили 38 дней.

Здание Wood Innovation and Design Centre в г. Принс-Джордж, Канада, 2013 г. постройки, 8 этажей

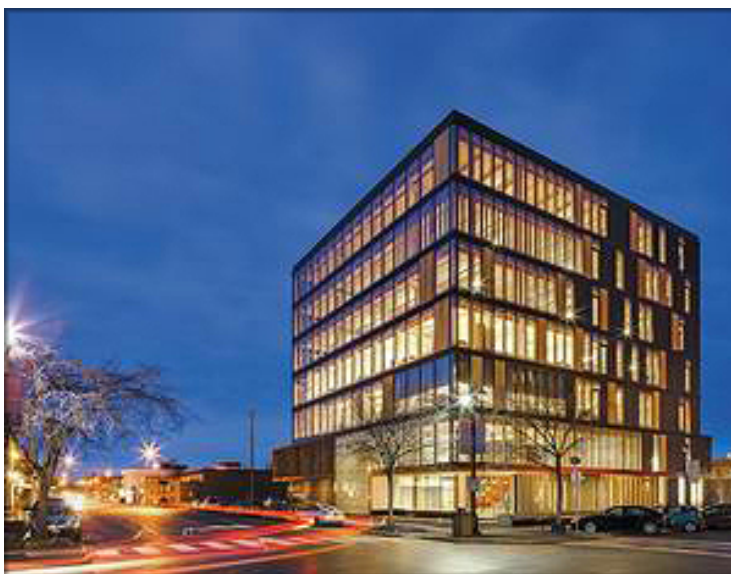


Рис. 5. Жилое здание, Канада

При строительстве этого здания была применена комбинированная технология CLT-панелей и железобетона.

Башня Мьеса на сегодняшний день самое высокое деревянное здание в мире. В 2019 г. в Норвегии, г.Брумунддале на берегу озера Мьеса было построено полностью деревянное 18-ти этажное здание высотой 85,4 м. При строительстве использовались CLT-панели, клееный брус, и несущие конструкции из клееного шпона. В здании разместили гостиницу и жилые квартиры [13].



Рис. 6. Деревянное здание, Норвегия

Если говорить об отечественных производителях CLT-панелей, то первыми, кто начал их производить — это ООО «Промстройлес» г. Санкт-Петербург. Производство плит CLT налажено на предприятии в 2012 г.



Рис. 7. Типовой проект дома из CLT-панели ООО «Промстройлес»

Производство оснащено современным немецким порталом ЧПУ мостом «Hundegger», прессом и порталом клеенамаза итальянской фирмы. Предприятие предлагает полный цикл производства от лесозаготовки до производства деревян-

ных домокомплектов высокой степени готовности из CLT-панелей, каркасных домов, домов из клееного бруса и фахверковые дома. Также на предприятии производят столярные изделия высокого качества. Технологический процесс построен таким образом, что лесозаготовка и распиловка древесины происходит в Ленинградской области, а сушка и производство конечной продукции в г. Санкт-Петербурге. Такое распределение производств позволяет не занимать дорогие городские площади под складирование сырья, уменьшает транспортные расходы⁴.

ООО «СОКОЛ СИЭЛТИ» г. Сокол Вологодской области входит в холдинг ПАО «Сегежа Групп» Segezha Group PJSC. Деревообрабатывающий завод работает полностью на собственном сырье и производит CLT-панели различных типоразмеров, максимальные размеры которых достигают 3500 мм, ширины, 16 000 мм длины и 400 мм толщины⁵.



Данное предприятие впервые в России использовало технологию CLT и построили в г. Сокол, Вологодской области жилой комплекс «Соколики», который был сдан в декабре 2022 г. На сегодняшний день это единственное многоэтажное строение в России из CLT-панелей. Общая жилая площадь комплекса — 6 026 м² [14].

Еще один крупный производитель CLT-панелей для деревянного домостроения Ладожский ДСК. Весной 2021 г. запустили завод, проектная мощность которого составляет 500 тыс. м² CLT-панелей в год, в перспективе объемы производства планировали удвоить. Однако предприятие оказалось на грани банкротства из-за сложной экономической ситуации и блокировки экспортных поставок.

Все производители на сегодняшний день оказались в непростой ситуации. Закрытие внешних рынков сбыта своей готовой продукции, прекращение поставок комплектующих и запасных частей к оборудованию [15]. Ведь практически на 100 % высокотехнологичное производство комплектуется импортным оборудованием. И, конечно, выходом из этой сложной ситуации может оказаться расширение внутреннего рынка.

Мощный толчок развития лесопромышленный комплекс России получил как раз после проведения Президентом РФ совещания в Архангельске в феврале 2023 г. Большая часть поручений Президента РФ касается, как раз мало и многоэтажного деревянного домостроения. Интересное и перспективное направление — это, конечно, деревянные домокомплекты заводского качества высокой степени готовности. И в этом сегменте лидер ООО «Промстройлес» который предлагает дома из CLT-панели с финишной отделкой и ценой в теплом контуре ориентиро-

⁴ О компании // ООО Промстройлес. URL: <https://www.pslcomp.ru/o-kompanii>.

⁵ ПАО «Сегежа Групп» Segezha Group PJSC. URL: <https://segezha-group.com/product/clt-panel/>.

вочно 65–70 тыс. р./м², с отделкой «под ключ» 85–90 тыс. р./м², цена домокомплекта на заводе стоит ориентировочно 23–25 тыс. р./м².

Сегодня много говорится о развитии экономики, бизнеса, необходимости повышать уровень инвестиций и увеличивать инвестиционную привлекательность в целом в государстве и на местах, в регионах. Но, к сожалению, реальность не всегда совпадает с желаемым результатом.

В статье мы рассматриваем перспективы развития деревянного домостроения из самого современного на сегодняшний день материала и древесины — CLT-панелей. Безусловно материал современный, экологически безопасный, очень прочный, огне и сейсмостойкий, а при совмещении с другими технологиями, например, железобетоном, может решать любые строительные задачи, даже возведение многоэтажного строительства. К данной технологии увеличивается интерес ведущих строителей и проектировщиков всего мира. Российская Федерация не может развиваться в вакууме, нам необходимо идти в ногу с современным миром, причем, у нас огромное количество сырья — возобновляемых лесных ресурсов.

Иркутская область, как регион, который больше всего заготавливает древесины в РФ обязан иметь эту технологию. Власти даже анонсировали постройку многоэтажных деревянных домов в г. Байкальске. Но дальше устных предложений дело не продвинулось. На это есть объективная причина — это цена. По данным Минстроя Иркутской области себестоимость жилья смонтированного деревянного дома в г. Байкальске обошлась бы в 140 тыс./м² при том, что на 1 квартал 2024 г. стоимость строительства для расселения аварийного жилья в Иркутской области Министерством строительства РФ установлена в районе 101 тыс. р. м². Развивая технологию деревянного домостроения, мы можем говорить о развитии лесного комплекса, что позволит добиться эффективной реализации такие социально значимых программ, как «Расселение ветхого и аварийного жилья», строительство социальных объектов и многие другие. Все это тщательно без реального производства CLT-панелей на месте.

В дальнейших исследованиях планируется уделить внимание научно обоснованным выводам о выборе места расположения производственных мощностей по производству CLT панелей — рядом с конечным потребителем или вблизи с лесосырьевой базой. Для Иркутской области это направление исследования является крайне актуальным, поскольку это может позволить сократить себестоимость строительства жилья при помощи применения современных технологий.

Список использованной литературы

1. Медведев С.О. О роли лесной отрасли в экономике России / С.О. Медведев, М.А. Зырянов. — DOI 10.24412/2411-0450-2022-10-2-82-85. — EDN ИТОЕКА // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2022. — № 10-2(92). — С. 82–85.
2. Храмов И.В. Технологический процесс производства звукоизоляционных древесных плит / И.В. Храмов, А.П. Мохирев. — EDN HLPTIA // Наука и бизнес: пути развития. — 2023. — № 6(144). — С. 106–108.
3. Акимова В.М. Применение CLT-панелей в общественных зданиях / В.М. Акимова. — EDN KPJVAC // E-Scio. — 2023. — № 5(80). — С. 357–362.
4. Чеплинските И.Р. Инвестиционные ограничения лесопромышленного комплекса Вологодской области и направления их устранения / И.Р. Чеплинските. — DOI 10.15838/tdi.2023.1.63.6. — EDN JFALFZ // Вопросы территориального развития. — 2023. — Т. 11, № 1. — С. 6.
5. Актуальные направления развития отечественной нормативно-технической документации в области строительства из древесины с учетом зарубежного опыта / С.А. Агафонов, В.А. Волкодав, И.А. Волкодав, И.Д. Титова. — DOI 10.22227/1997-0935.2023.7.1055-1077. — EDN ZFJQPU // Вестник МГСУ. — 2023. — Т. 18, № 7. — С. 1055–1077.
6. Потапова Т.В. Усиление CLT-панелей композитными материалами / Т.В. Потапова. — EDN SELLMR // Инженерный вестник Дона. — 2023. — № 7(103). — С. 54–60.

7. Гребенев А.С. Перспективы развития деревянного многоквартирного домостроения в России / А.С. Гребенев. — EDN ZBPBFU // Научный журнал молодых ученых. — 2023. — № 3(33). — С. 26–30.

8. Арзиманов Д.И. Сравнительный анализ энергоэффективности CLT-панелей для жилой многоэтажной застройки Санкт-Петербурга / Д.И. Арзиманов, З.А. Гаевская. — EDN HGAQIZ // Инженерные исследования. — 2023. — № 2(12). — С. 11–18.

9. Обзор технологий деревянного домостроения / И.С. Инжутов, К.А. Рудяк, Н.И. Лях [и др.]. — DOI 10.25686/2542-114X.2021.1.47. — EDN KFWOWIE // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Материалы. Конструкции. Технологии. — 2021. — № 1(17). — С. 47–61.

10. Афонин В.С. Перспективы строительства и развития архитектуры многоэтажных деревянных гражданских зданий / В.С. Афонин. — DOI 10.22337/2077-9038-2023-4-51-57. — EDN WTLKYT // Academia. Архитектура и строительство. — 2023. — № 4. — С. 51–57.

11. Запруднов В.И. Перспективы строительства уникальных зданий и сооружений из древесины / В.И. Запруднов, Н.Г. Серегин, Н.И. Потехин. — DOI 10.18698/2542-1468-2023-4-128-136. — EDN OAYORW // Лесной вестник. — 2023. — Т. 27, № 4. — С. 128–136.

12. Проблемы деревянного домостроения РФ в сравнении с зарубежными странами / Д.А. Бусаргин, А.Л. Лазарев, П.Н. Осина, В.А. Качурин. — EDN KIFDGY // Оригинальные исследования. — 2023. — Т. 13, № 7. — С. 60–75.

13. Абрахамсен Р. Башня Мьеса — самое высокое деревянное здание в мире / Р. Абрахамсен, О. Элгсаас. — EDN NCJRTU // Устойчивое лесопользование. — 2020. — № 3(62). — С. 43–44.

14. Обзор технологий деревянного домостроения / И.С. Инжутов, К.А. Рудяк, Н.И. Лях [и др.]. — DOI 10.25686/2542-114X.2021.1.47. — EDN KFWOWIE // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Материалы. Конструкции. Технологии. — 2021. — № 1(17). — С. 47–61.

15. Астафьева-Румянцева И.Е. Современное состояние рынка деревянного домостроения и перспективы его развития / И.Е. Астафьева-Румянцева, В.Н. Николаев. — EDN JIAPSU // Социогуманитарные коммуникации. — 2023. — № 2(4). — С. 13–18.

References

1. Medvedev S.O., Zyryanov M.A. On the Role of the Forest Industry in the Russian Economy. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika = Economics and Business: Theory and Practice*, 2022, no. 10-2, pp. 82–85. (In Russian). DOI: 10.24412/2411-0450-2022-10-2-82-85. EDN: ITOEKA.

2. Khramov I.V., Mokhirev A.P. Technological Process of Production of Soundproof Wood-Based Panels. *Nauka i biznes: puti razvitiya = Science and Business: Ways of Development*, 2023, no. 6, pp. 106–108. (In Russian). EDN: HLPRIA.

3. Akimova V.M. Application of CLT-Panels in Public Buildings. *E-Scio*, 2023, no. 5, pp. 357–362. (In Russian). EDN: KPJVAC.

4. Cheplinskite I.R. Investment Restrictions in the Vologda Oblast's Forest Timber Industry Complex and Ways to Eliminate Them. *Voprosy territorial'nogo razvitiya = Territorial development issues*, 2023, vol. 11, no. 1, pp. 6. (In Russian). DOI: 10.15838/tdi.2023.1.63.6. EDN: JFALFZ.

5. Agafonov S.A., Volkodav V.A., Volkodav I.A., Titova I.D. Current Directions of Trends Development of Domestic Regulatory and Technical Documentation in the Field of Timber Construction Considering Foreign Experience. *Vestnik MGSU = Scientific and Engineering Journal for Construction and Architecture*, 2023, vol. 18, no. 7, pp. 1055–1077. (In Russian). DOI: 10.22227/1997-0935.2023.7.1055-1077. EDN: ZFJQPU.

6. Potapova T.V. Strengthening of CLT Panels With Fiber Reinforced Polimers. *Inzhenernyy vestnik Dona = Engineering journal of Don*, 2023, no. 7, pp. 54–60. (In Russian). EDN: SELLMR.

7. Grebenев A.S. Prospects for the Development of Wooden Multi-Apartment Building in Russia. *Nauchnyi zhurnal molodykh uchenykh = Scientific Journal of Young Scientists*, 2023, no. 3, pp. 26–30. (In Russian). EDN: ZBPBFU.

8. Arzimanov D.I., Gaevskaya Z.A. Comparative Energy Efficiency Analysis of CLT-panels for Residential High-Rise Buildings in St. Petersburg. *Inzhenernye issledovaniya = Engineering Research*, 2023, no. 2, pp. 11–18. (In Russian). EDN: HGAQIZ.

9. Inzhutov I.S., Rudyak K.A., Lyakh N.I., Deordiev S.V., Zhadanov V.I. Overview of Wooden Housing Technologies. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Materialy. Konstruktsii. Tekhnologii = Bulletin of Volga State University. Series: Materials. Designs. Technologies*, 2021, no. 1, pp. 47–61. (In Russian). EDN: KFWOWIE. DOI: 10.25686/2542-114X.2021.1.47.

10. Afonin V.S. Prospects for the Construction and Development of the Architecture of Multi-Storey Timber Buildings. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo = Architecture and Engineering*, 2023, no. 4, pp. 51–57. (In Russian). EDN: WTLKYT. DOI: 10.22337/2077-9038-2023-4-51-57.

11. Zaprudnov V.I., Seregin N.G., Potekhin N.I. Prospects for Unique Buildings Construction and Wood Structures. *Lesnoi vestnik = Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 4, pp. 128–136. (In Russian). EDN: OAYORW. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-4-128-136.

12. Busargin D.A., Lazarev A.L., Osina P.N., Kachurin V.A. Problems of Wooden House-Building of the Russian Federation in Comparison With Foreign Countries. *Original'nye issledovaniya = Original Research*, 2023, vol. 13, no. 7, pp. 60–75. (In Russian). EDN KIFDGY.


13. Abrakhamsen R., Ehlgasas O. Mjesa Tower — The Tallest Wooden Building in the World. *Ustoichivoe lesopol'zovanie = Forest Magazine*, 2020, no. 3, pp. 43–44. (In Russian). EDN: NCJRTU.

14. Inzhutov I.S., Rudyak K.A., Lyakh N.I., Deordiev S.V., Zhadanov V.I. Overview of Wood-en Housing Technologies. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Materialy. Konstruktsii. Tekhnologii = Bulletin of Volga State University. Series: Materials. Designs. Technologies*, 2021, no. 1, pp. 47–61. (In Russian). EDN: KFOWIE. DOI: 10.25686/2542-114X.2021.1.47.

15. Astaf'eva-Rumyantseva I.E., Nikolaev V.N. Current state of the Wooden House-Building Market and Prospects for its Development. *Sotsiogumanitarnye kommunikatsii = Socio-Human Communications*, 2023, no. 2, pp. 13–18. (In Russian). EDN: JIAPSU.


Авторы

Фрик Дмитрий Геннадьевич — преподаватель, Колледж Байкальского государственного университета, г. Иркутск, Российская Федерация, 010299@bgu.ru.

Астафьев Сергей Александрович — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики строительства и управления недвижимостью, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, astafievsa@mail.ru,  <https://orcid.org/0000-0001-7057-4841>, SPIN-код: 9165-2815, Scopus Author ID: 57203966671, ResearcherID: AAB-2864-2021.

Authors

Dmitry G. Frik — Lecturer, College of Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, 010299@bgu.ru

Sergey A. Astafyev — D.Sc. in Economics, Professor, Head of the Department of Construction Economics and Real Estate Management, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, astafievsa@mail.ru,  <https://orcid.org/0000-0001-7057-4841>, SPIN-Code: 9165-2815, Scopus Author ID: 57203966671, ResearcherID: AAB-2864-2021.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the Authors

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Для цитирования

Фрик Д.Г. Перспективы развития многоэтажного и малоэтажного деревянного домостроения из CLT-панелей в Российской Федерации / Д.Г. Фрик, С.А. Астафьев. — DOI 10.17150/2411-6262.2024.15(3).1034-1045. — EDN ZOMQPF // Baikal Research Journal. — 2024. — Т. 15, № 3. — С. 1034–1045.

For Citation

Frik D.G., Astafiev S.A. Prospects for the Development of Multi-Storey and Low-Rise Wooden Housing Construction from CLT Panels in the Russian Federation. *Baikal Research Journal*, 2024, vol. 15, no. 3, pp. 1034–1045. (In Russian). EDN: ZOMQPF. DOI: 10.17150/2411-6262.2024.15(3).1034-1045.