

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (ПЕТРГУ)»**

ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ СЕВЕРА: ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ

**Сборник статей по материалам
всероссийской научно-практической конференции
(14-15 февраля 2023 г.)**

**Петрозаводск
2023**

УДК 338.45
ББК 65.31
Д 361

Ответственные за выпуск:

Никонова Ю. В., Девятникова Л. А., Кузьменков А. А.

Д 361 **Деревянное домостроение Севера: традиции и инновации: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции (14-15 февраля 2023 г.) / ПетрГУ. – Петрозаводск: Изд-во Петропресс, 2023. – 95 с.**

ISBN 978-5-8430-0267-1

В сборнике представлены результаты практической и исследовательской работы участников конференции – специалистов, исследователей, студентов, аспирантов и преподавателей, активно использующих новые технологии в деревянном домостроении, занимающихся вопросами поддержки лесной отрасли, сохранением рынков сбыта и рабочих мест на северных и арктических территориях, а также проблемами анализа, обследования и сохранения памятников деревянного зодчества. Материалы отражают связь учебной, научной и производственной деятельности, имеют существенную инновационную составляющую и перспективу развития.

Сборник адресован студентам, аспирантам, преподавателям и специалистам, деятельность которых связана с вопросами изучения опыта и тенденций развития деревянного домостроения и глубокой переработки древесины, изучением деревянного зодчества.

УДК 338.45
ББК 65.31
Д 361

ISBN 978-5-8430-0267-1

© Петрозаводский государственный
университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

© <i>И. Р. Михайлов, Н. А. Абрамов, И. М. Долматов С. Н.</i> ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ЛЕСНЫХ ДОРОГАХ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА.....	5
© <i>А. А. Алексеева, Ю. В. Суханов</i> К ВОПРОСУ РАСШИРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	8
© <i>Н. Л. Беляев, О. А. Куницкая</i> БЕСКОНТАКТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЁТЕ ДРЕВЕСИНЫ.....	12
© <i>Т. А. Гаврилов, Е. И. Ратькова, Д. А. Кувшинов</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ ГНИЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА.....	15
© <i>А. С. Дмитриев, И. В. Григорьев</i> ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОЛЕСНО-ГУСЕНИЧНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН НА ПОЧВОГРУНТЫ ЛЕСОСЕК.....	19
© <i>И. С. Должиков, И. В. Григорьев</i> МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МАШИН В МАЛООБЪЕМНОМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	22
© <i>М. А. Елхова</i> РЕЖИМ ЛЕСОЗАГОТОВОК КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ.....	25
© <i>М. В. Зорин, О. А. Куницкая</i> ТИПЫ СОВРЕМЕННЫХ ПЛАСТИКОВЫХ ПЛИТ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВРЕМЕННЫХ ЛЕСНЫХ ДОРОГ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОРИДОРОВ.....	28
© <i>Е. А. Окулова, Ю. В. Никонова</i> СТРОИТЕЛЬСТВО КУПОЛЬНОГО ГЛЭМПИНГА В СЕЛЕ ТЕРИБЕРКА КАК ОТПРАВНАЯ ТОЧКА К ВОЗРОЖДЕНИЮ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА.....	31
© <i>В. А. Каляшов, И. В. Григорьев</i> ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КОЛЕСНЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН НА СКЛОНАХ.....	36
© <i>М. В. Карпов, А. А. Кузьменков</i> ТЕХНОЛОГИИ ДЕРЕВЯННОГО ПАНЕЛЬНО-КАРКАСНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ И ИХ АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ СЕВЕРА.....	39
© <i>П. П. Медведев, Л. А. Девятникова</i> К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ НАРОДНОГО ЗОДЧЕСТВА МУРМАНСКОГО ПОМОРЬЯ.....	43
© <i>Ю. А. Инькова</i> ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТОГО ДЕРЕВЯННОГО ЭЛЕМЕНТА.....	47

© Я. А. Пахомов, А. А. Кузьменков РАЗВИТИЕ МОДУЛЬНОГО ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СТЕН С ДЕРЕВЯННЫМ КАРКАСОМ.....	51
© А. Н. Петров, С. Н. Карпенко, В. А. Ерышев ВЛИЯНИЕ ПРОЛЕТА СРЕЗА НА МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	55
© В. В. Саханов, А. А. Фитчин ЛЕСОЗАГОТОВКИ – РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ.....	58
© С. А. Серяков, О. А. Куницкая ПЕРСПЕКТИВЫ ИМПУЛЬСНЫХ ПРОЦЕССОРНЫХ ГОЛОВОК НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ.....	62
© В. В. Швецова ПРИКЛАДНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ ДОМОВ.....	65
© М. А. Подовинников, Л. Ф. Селютина КОНСТРУКЦИИ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ ЗДАНИЯ БОЛЬНИЦЫ В КАРЕЛИИ.....	68
© Д. А. Столыпин, Е. В. Попов, Б. В. Лабудин ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ КАРКАСНЫХ И ОБЪЕМНО МОДУЛЬНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ДЕРЕВОКОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ.....	72
© А. А. Тамби, В. Л. Швец КАЧЕСТВО ПИЛОМАТЕРИАЛОВ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ.....	76
© В. Н. Яковлев, Н. А. Яковлева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ QGIS ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....	80
© П. П. Медведев, Ю. В. Никонова АРХИТЕКТУРА РОССИЙСКОГО СЕВЕРА. ПРОДОЛЖЕНИЕ ПОВЕСТИ О ЛИМСКОЙ ВОЛОСТКЕ.....	82
© Д. П. Назарьев К ВОПРОСУ О РОЛИ МАЛОЭТАЖНОГО ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В РАЗВИТИИ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ.....	92

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ЛЕСНЫХ ДОРОГАХ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

И. Р. Михайлов,
Н. А. Абрамов,
И. М. Долматов С. Н.

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева,
Красноярск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается вопрос улучшения качества дорог в зимний период времени, благодаря применению снегозадерживающих конструкций, изготовленных из лесосечных отходов с формированием древесных модулей (пакетов), а также снижение аварийной ситуации на дорогах.

Ключевые слова: пакеты, отходы, дороги, безопасность, конструкция.

IMPROVING TRAFFIC SAFETY ON FOREST ROADS BASED, ON A LOGISTICS APPROACH

I. R. Mikhailov,
N. A. Abramov,
I. M. Dolmatov S. N.

Siberian State University of Science and Technology
named after Academician M. F. Reshetnev,
Krasnoyarsk, Russia

Abstract. The article discusses the issue of improving the quality of roads in winter, thanks to the use of snow-retaining structures made from logging waste with the formation of wood modules (packages), as well as reducing the emergency situation on the roads.

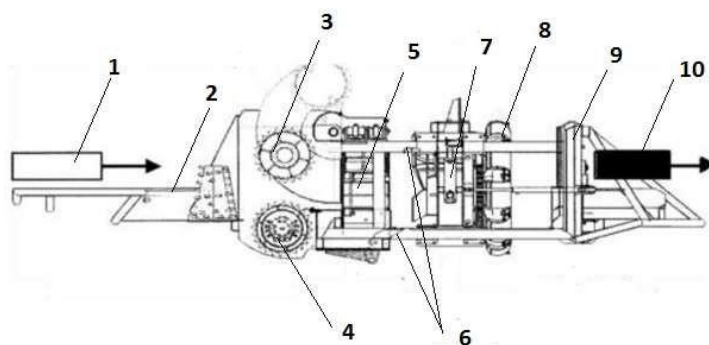
Keywords: packages, waste, roads, safety, construction.

На дорогах общего пользования, а также лесных дорогах в зимний период резко ухудшается качество дорожного покрытия. Причиной этому являются метели, снег и отрицательная температура. В это время на дорогах образуется гололед, снежные заносы, перемены, колея и т.д. Поэтому дорожное движение особенно в зимний период на лесных дорогах отличается повышенной опасностью, в связи с этим остается открытым вопрос о повышении безопасности движения. Данный вопрос может быть решен посредством логистического подхода.

Согласно научной литературе [1] логистическим подходом в решении инженерных задач является способ организационно-аналитической оптимизации потоковых процессов с использованием логистики в целях минимизации затрат или максимизации эффекта от внедрения инноваций.

Следовательно, в аспекте повышения безопасности дорожного движения инструментом логистики будет являться внедрение в данную сферу авторской технологии формирования снегозадержателей на основе пакетов из лесосечных отходов. Внедрение авторской разработки позволит добиться сокращения расходов на конструкцию снегозадержателей и будет способствовать безопасности дорожного движения.

И так рассмотрим на рисунке 1 пакетирующую установку более подробно.



1 отходы; 2 приемный стол; 3 верхний ролик; 4 нижний ролик; 5 камера прессования; 6 продольные штанги; 7 протаскивающее устройство; 8 обвязочный магазин; 9 камера раскряжевки; 10 упакованные в пакет (тюк) отходы

Рисунок 1. Конструкция пакетирующей установки John Deere 1190E.

Существует специализированная техника, которая способна автоматизировать процесс сборки и формирование конечного продукта в виде прессованного пакета лесосечных отходов. Подборщик пакетирущик John Deere 1490D обладает производительностью около 20 - 30 пакетов в час. Конечный продукт в виде пакетов лесосечных отходов имеет диаметр 0,7 - 0,8 м, длину 3,1 - 3,2 м. Масса такого пакета варьируется в пределах 400 – 600 кг. Объем пакета составляет около 0,7 м³ и зависит от характеристик лесосечных отходов. Готовый пакет имеет коэффициент полндревесности Кпд 0,4. Пакет из лесосечных отходов представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Пакет лесосечных отходов.

Согласно литературному источнику [2], снегозадержание — это такой процесс по созданию системы устройств, которые способны задерживать снег на открытой местности. Целью снегозадержания является повышение объема снега на открытых участках местности. Это выполняется для предотвращения одновременного таяния снега в весенний период. Если это не сделать произойдет быстрое таяние снега и испарение его в атмосферу, что негативно влияет на дальнейший урожай сельскохозяйственных культур на полях.

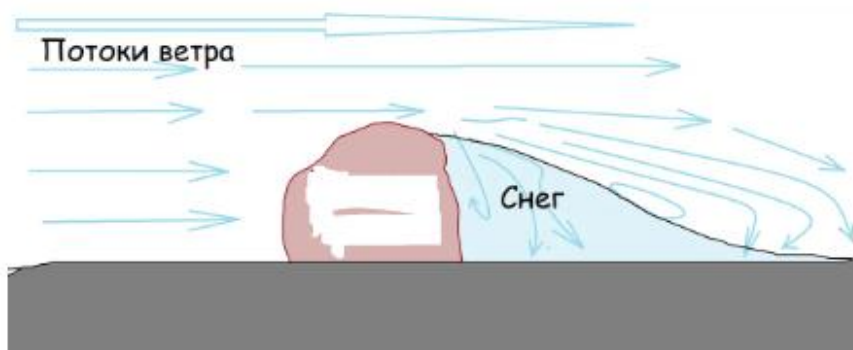


Рисунок 3. Пример снегозадержателя.

К недостаткам такой технологии можно отнести то, что на каждое поле необходимо доставлять тот материал, из которого будут сооружаться снегозадерживающие конструкции, а это деревянные щиты, различные блоки и т.д. все эти материалы необходимо транспортировать в межсезонье, а так же конструировать их в различных цехах производства, что экономически невыгодно.

В целях обоснования эффективности использования инженерного решения представлена описательная часть по режиму работы авторской технологии.

Предлагаемая нами технология с использованием пакетов из лесосечных отходов в качестве снегозадерживающей конструкции, позволит целесообразно применить отходы, а также уменьшить затраты на возведение снегозадерживающих конструкций. После того как пакеты будут изготовлены их транспортируют на поля и складывают в любом удобном месте. Далее как понадобится возвести снегозадерживающую конструкцию, прибывает манипулятор и загружает их с того поля, на котором они были складированы, и, проезжая по лесополосе, или полю расставляет их в необходимом, согласно требованию [3] порядке. Весной, когда необходимость в этих снегозадерживающих системах отпадет, манипулятор производит сбор и складывает их обратно в то место, в котором они должны храниться. Это позволит снизить транспортные расходы на доставку и транспортировку снегозадерживающих щитов. А также такие пакеты лесосечных отходов не имеют никакой экономической ценности в случае кражи их с места хранения. Что нельзя сказать про снегозадерживающие щиты, которые имеют более высокую стоимость в сравнении с пакетами лесосечных отходов.

Долговечность такого пакета будет составлять 4 - 5 лет. После истечения такого времени пакет будет экологически безопасен, поскольку древесина хорошо перегнивает и это можно использовать в качестве удобрения на полях сельскохозяйственного назначения

Вывод.

Проанализированы существующие снегозадерживающие конструкции и выявлен ряд существенных недостатков, таких как низкая прочность, высокая стоимость производства, трудоемкость при конструировании.

Предлагаемая авторами технология с использованием лесосечных пакетов в качестве снегозадерживающих конструкций способна целесообразно использовать лесосечные отходы, а также снизить затраты на конструирование.

Список литературы:

1. Шумаев, В. А. Основы логистики : учеб. пособие / В. А. Шумаев. — М. : Юридический институт МИИТ, 2016.
2. Электронный ресурс « Глобальная оценка лесных ресурсов 2020 основные выводы» [Эл. ист] URL: <http://usfeu.ru/sveden/Documents/Metod/.pdf>
3. Электронный ресурс использование лесосечных отходов [Эл. ист] URL: https://bstudy.net/882705/agro/ispolzovanie_drevesnyh_othodov
4. Yun Zhou Geosynthetic Engineering: Geotextile Filters, Federal Highway Administration, Washington D.C., April 1998, 73 p.
5. П. К. Никольцев, М. А. Войтов, Современные методы строительства автомобильных дорог в болотистой местности «Инженерный вестник Дона», №1 (2020).
6. Мухамеджанов Г., Пудов Ю. Выбор геотекстиля. Рекомендации проектировщикам. Технический текстиль. 2002. № 3. — с. 9.
7. Машенко А. В., Пономарев А. Б. Планирование экспериментов по улучшению пучинистых свойств сезоннопромерзающих грунтов с помощью геосинтетических материалов. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2013, №2. [Эл. ист] URL: vestnik.pstu.ru/get/_res/fs/file.pdf/2782

К ВОПРОСУ РАСШИРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А. А. Алексеева,
Ю. В. Суханов

Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия

Аннотация. В работе приводится краткий обзор публикаций касающихся вопроса расширения использования в строительстве древесины березы. В настоящее время актуальность исследований в данном направлении возросла из-за больших объемов не востребовавшей балансовой березовой древесины, образовавшихся из-за санкций и контр санкций.

Ключевые слова: древесина березы, деревянное домостроение, современные исследования.

ON THE ISSUE OF EXPANDING THE BIRCH WOOD USING IN CONSTRUCTION

A. A. Alekseeva,
Y. V. Sukhanov

Petrozavodsk State University,
Petrozavodsk, Russia

Abstract. The paper provides a short overview of publications related to the issue of expanding the birch wood using in construction. Currently, the relevance of research in this area has increased due to large volumes of unclaimed pulpwood birch formed due to sanctions and counter-sanctions.

Keywords: birch wood, wooden housing construction, literature review.

В рамках контр санкций Постановлением Правительства РФ № 313 от 09.03.2022 был введен временный запрет на вывоз за пределы России во враждебные страны, включая США и Евросоюз, ряда товаров лесопромышленного комплекса, куда вошли и березовые балансы [1]. Кроме того, международный орган добровольной сертификации лесной продукции FSC приостановил действие сертификатов для российских компаний [2], что сделало отечественную лесную продукцию не сертифицированной и осложнило доступ продукции лесопромышленного комплекса России на европейские рынки. Некоторые скандинавские компании, использующие ранее березовые балансы из России, также в марте 2022 года заявили, что останавливают сотрудничество с Россией [3], [4]. Согласно отчету Института природных ресурсов Финляндии (Luke) [5], в 2021 году объем балансовой древесины, поставленной из России, составлял около 5 млн. м³. Данная ситуация негативно сказалась на лесопромышленном комплексе Северо-Запада России, так как большие объемы березовых балансов, ранее экспортируемых за границу, оказались не востребованы на внутреннем рынке, что привело к перенасыщению рынка сырья [6]. Целью работы является изучение существующих и новых путей использования древесины березы в деревянном домостроении.

Традиционно в деревянном домостроении, в богатых хвойным лесом регионах России, древесину березы использовали только для изготовления рукояток для инструмента, а также находила применение береста как гидроизоляционный материал для защиты сруба и при строительстве кровли [7]. Аналогично при строительстве кровли бересту ранее применяли и в странах Скандинавии [8]. Также можно упомянуть березовые нагели, которые часто применяют при строительстве домов из бруса. Однако, в тех регионах, где был недостаток

хвойного леса, древесину березы пытались применять и при строительстве, зная, что конструкции могут быть менее долговечными.

Достаточно редкое использование древесины березы для строительства зданий и сооружений объясняется тем, что береза отличается низкой стойкостью к гниению. Так, согласно ГОСТ 20022.2-2018 «Защита древесины. Классификация», заболонная часть древесины березы относится к малостойкому классу, а ядровая – к нестойкому, в тоже время по пропитываемости защитными средствами ядровая часть относится к труднопропитываемой группе. Осложняют применение березы в строительстве пороки древесины, в том числе, пороки формы ствола и строения. Кроме того, древесину березы заметно сложнее сушить, так как она относится к сильноусыхающим породам, а также подвержена повышенному короблению и трещинообразованию при сушке. Еще одной проблемой является трудность обработки древесины березы пилением по сравнению с хвойной древесиной.

С другой стороны, древесина березы достаточно прочная и твердая, однородная, мелкопористая, поэтому древесина хорошо поддается обработке инструментом, шлифуется, склеивается и позволяет сделать рельефную резьбу. В древесине нет смол и большого количества дубильных веществ. Древесина березы белого цвета с легким желтоватым или красноватым оттенком имеет неярко выраженную текстуру. Это позволяет упростить подготовку к отделке и успешно использовать древесину березы для изделий с непрозрачной отделкой при небольшом расходе лакокрасочных материалов. А при правильном выборе протравы и морилки можно проявлять текстуру и получать имитацию под ценные породы древесины.

Таким образом, при нахождении путей использования древесины березы для деревянного домостроения необходимо использовать положительные стороны материала и применять древесину для задач, где недостатки материала не будут играть существенную роль. Более полное вовлечение в хозяйственный оборот древесины лиственных пород, включая древесину березы, в том числе и в деревянном домостроении, позволит получить значительный технико-экономический эффект, создать дополнительные рабочие места, улучшить использование древесного сырья [9].

В настоящее время на рынке представлены различные материалы из массива древесины березы, которые могут применяться для строительства: цельный и клееный брус, клееный профилированный брус с использованием внешних ламелей из облагороженной древесины березы, доски, клееный цельноламельный и сращенный столярный щит. Кроме того, из массива березы продается паркетная доска, планкен и вагонка, элементы деревянных лестниц, межкомнатные двери, столярные перегородки и панели, а также другие столярно-строительные изделия.

Однако, с учетом больших объемов невостребованной березовой балансовой древесины, значительную актуальность получают исследования, направленные на увеличение объемов древесины березы, используемых при строительстве, а также работы позволяющие улучшить эксплуатационные характеристики березы как конструкционного материала.

Например, для снижения подверженности древесины березы гниению и уменьшение горючести, в работе [10] предложена технология импульсной объёмной пропитки древесины и проведено исследование режимных параметров обработки водорастворимыми красителями и антипиренами. В статье [11] приводятся результаты эксперимента пропитки древесины березы методом горяче-холодных ванн для повышения биостойкости.

Для улучшения эстетических показателей щитового паркета из березы в работе [12] предлагается использовать лицевое покрытие из планок древесины светлого и темного света с возможностью автоматизации процесса сборки ковра, причем в качестве светлых планок может быть использована не окрашенная древесина березы, а для темных – глубокоокрашенная древесина березы.

В работах [13] и [14] рассматриваются проблемы использования древесины березы

в строительстве, и предлагается использовать древесину березы для производства цельномассивной доски пола из березы, а также предложена технологическая схема производства изделий и комплект технологического оборудования. А в статье [15] рассмотрены возможности комплексной переработки древесного сырья, включая березовую древесину, которая рассматривается, в том числе и как сырье для профильных столярно-строительных деталей, а также для столярного щита.

Проводят исследования, связанные с модификацией древесины березы физическими и химическими методами. В статьях [16] и [17] приведены результаты исследования возможности использования древесины березы для создания напольных покрытий после обработки модифицирующими составами, создающими износостойкий слой. А в работах [18] и [19] предложены технологические режимы термомеханического модифицирования древесины березы для изготовления многослойных паркетных изделий. В статье [20] рассматривается технология модифицированной древесины химико-механическим способом, позволяющая повысить выход получаемого материала, а также приведены свойства модифицированной древесины березы имеющей повышенную огне- и биостойкость. В исследованиях [21] обработки древесины березы воском установлено, что улучшаются физико-механические свойства древесины и снижается водопоглощение.

Для производства клееного бруса или столярного щита необходимо качественно высушить древесину. В статье [22] приводятся результаты экспериментов по высушиванию березовых брусков с помощью вакуумной сушки, позволяющей снизить потери сырья по причине растрескивания.

Краткий обзор научных публикаций позволил выявить направления исследований, касающихся возможности увеличения применения древесины березы в строительстве. Данные исследования имеют повышенную актуальность из-за санкций и контр санкций на фоне крайне неспокойной внешнеполитической обстановки, оказывающих негативное влияние на лесопромышленный комплекс России.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 09.03.2022 N 313 // Консультант Плюс [Эл. ист] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_411230/
2. FSC Russia and FSC International end their partnership // Forest Stewardship Council International [Эл. ист] URL: <https://fsc.org/en/newscentre/fsc-russia-and-fsc-international-end-their-partnership>
3. Stora Enso stops all production and sales in Russia // STORA ENSO OYJ INVESTOR NEWS [Эл. ист] URL: <https://www.storaenso.com/en/newsroom/regulatory-and-investor-releases/2022/3/stora-enso-stops-all-production-and-sales-in-russia>
4. UPM останавливает поставки в Россию // UPM Russia [Эл. ист] URL: <https://www.upm.com/ru/russia/newsroom/2022/upm--cease-deliveries-rus/>
5. В 2021 году Финляндия на 17% увеличила экспорт леса и лесопродукции // ЛесПромИнформ [Эл. ист] URL: <https://lesprominform.ru/news.html?id=18889>
6. Экспорт лесных грузов в прошлом году упал практически вдвое // Журнал «РЖД-Партнер» [Эл. ист] URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/reviews/eksport-lesnykh-gruzov-v-proshlom-godu-upal-prakticheski-vdvoe/>
7. Бодэ А. Б., Зинина О. А., Косенков А. Ю., Попов В. А. Традиционное строительство из дерева и плотницкое мастерство. – М.: Институт Наследия, 2019. – 316 с.
8. Building a Traditional Norwegian Storage Building: Birch Bark and Sod Roof // North House Folk School [Эл. ист] URL: <https://northhouse.org/courses/building-a-traditional-norwegian-storage-building-birch-bark-and-sod-roof>
9. Кондратюк В. А., Косарев В. А. О задачах и путях развития деревянного домостроения в России // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2012. №8 (91). С. 79-84.

10. Секисов Ф. Г., Смердов О. В., Казарин А. Н., Ли Хунда, Веснин В. С., Горешнев М. А. Исследования импульсной объёмной пропитки древесины берёзы // Вестник ТГАСУ. 2010. №1. С. 158-164.
11. Снегирева С. Н., Платонов А. Д., Паринов Д. А., Медведев И. Н., Киселева А. В. Повышение качества пропитки древесины берёзы различными способами // Лесотехнический журнал. 2019. №4 (36). С. 126-133.
12. Бирман А. Р. Технология поточного производства щитового паркета с декоративным лицевым покрытием // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2003. №1. С. 139-142.
13. Кравцов Е. В., Крапухин Г. А. Особенности технологических решений в организации производства элементов деревянного домостроения из низкосортной древесины // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2011. №5. 93-96.
14. Кравцов Е. В. Технология производства цельномассивной доски пола из низкосортной древесины // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2012. №8 (91). С. 94-95.
15. Кошелева Н. А., Чернышев О. Н., Новоселов А.В. Комплексная переработка древесного сырья // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2014. №2 (166). 231-234.
16. Кошелева Н. А., Шейкман Д.В. Улучшение эксплуатационных свойств древесины лиственных пород с целью расширения области ее применения // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2014. №2 (166). 235-237.
17. Кошелева Н.А., Шейкман Д.В. Исследование процесса пропитки полимерами при модификации малоценных пород древесины // Вестник Казанского технологического университета. 2015. №14. С. 126-130.
18. Утгоф С. С., Игнатович Л. В. Оптимизация технологических режимов термомеханического модифицирования древесины ольхи и берёзы для изготовления лицевого слоя многослойных паркетных изделий // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2015. №2 (175). С. 130-136.
19. Игнатович Л. В. Конструктивные и технологические особенности изготовления многослойных паркетных изделий из шпона // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2015. №2 (175). С. 125-129.
20. Шамаев В. А. Получение модифицированной древесины химико-механическим способом и исследование ее свойств // Лесотехнический журнал. 2015. №4 (20). С. 177-187.
21. Карасова Т.И. Исследование влияния обработки воском на качество древесины сосны и берёзы // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. №38. С. 223-226.
22. Данилов Ю.П., Бушуев М.С., Курчиков А.В. Закономерности вакуумной сушки берёзовых и сосновых брусьев // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2007. №20. С. 95-96.

БЕСКОНТАКТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЁТЕ ДРЕВЕСИНЫ

Н. Л. Беляев,
О. А. Куницкая

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Якутск, Россия

Аннотация. Наиболее остро в лесной отрасли стоит задача по повышению точности определения объёмов как в пределах одного метода измерений, так и между измерениями, произведёнными различными методами, а кроме того, и в сопоставлении учётных данных, полученных путём применения различных методов измерений. Составной частью этой задачи является снижение погрешностей между более точными, но и более затратными, чаще всего поштучными методами измерений, и их более экономичными аналогами в групповом измерительном исполнении. В пределах допустимой точности измерений представляется возможным в разы сократить затраты на учёт лесоматериалов наряду с повышением эффективности учёта вследствие повышения контроля за целевым использованием древесины на всех участках производственного цикла работ с круглыми лесоматериалами.

Ключевые слова: учет заготовленной древесины, круглые лесоматериалы, групповой учет.

CONTACTLESS TECHNOLOGIES IN WOOD ACCOUNTING

N. L. Belyaev,
O. A. Kunitskaya

Federal State Educational Institution of Higher Education «Arctic State Agrotechnological
University»
Yakutsk, Russia

Abstract. The most urgent task in the forestry industry is to improve the accuracy of determining volumes both within one measurement method and between measurements made by different methods, and in addition, in comparing accounting data obtained by using different measurement methods. An integral part of this task is to reduce the errors between more accurate, but also more expensive, most often piece-by-piece measurement methods, and their more economical analogues in the group measurement version. Within the limits of the permissible measurement accuracy, it is possible to significantly reduce the cost of accounting for timber, along with increasing the efficiency of accounting due to increased control over the targeted use of wood in all sections of the production cycle of work with round timber.

Key words: accounting of harvested timber, round timber, group accounting.

Оптические системы начинают всё шире использоваться в учёте лесоматериалов. Оптические системы можно условно разделить по видам «носителей» и устройств (средств базирования), на которые они установлены. В настоящий момент применение находят оптические системы на базе: измерительных рамок – сканеров, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), передвижного измерительного комплекса на базе автомобиля, стационарных камер слежения, тахеографов и т. п. геодезических инструментов, смартфонов или планшетов (Терминалов сбора данных, ТСД).

Оптические технологии видимого диапазона применительно к измерениям КЛМ успешно соседствуют с другими технологиями дистанционного зондирования ближнего радиуса действия как активными, так и пассивными, и часто взаимодополняют друг друга.

Примерами служат лидарная и инфракрасная съёмка. В списке носителей оптических технологий учёта наибольший интерес представляют три из них: рамки, дроны и персональные смарт-устройства, поэтому остановимся на каждом из них подробнее.

Измерительные рамки – сканеры. На рынке представлены различные варианты отечественных и зарубежных изготовителей, различающихся как по набору и технологиям используемого оборудования, так и по стоимости. Встречаются как полуавтоматические, так и полностью автоматизированные решения на базе рамок, с использованием фото и видео изображений для построения 2D и 3D моделей, с возможным использованием вспомогательных датчиков для определения расстояний и масштаба изображения. Полностью «беспилотные» решения ещё только «пробивают» дорогу на производство и представлены исключительно зарубежными производителями. Количество инсталляций сканеров промышленного производства – несколько десятков штук по стране. По назначению сканеры используются как для измерения индивидуальных брёвен, так и для штабелей круглых лесоматериалов (КЛИ) на транспортных средствах.

БПЛА, используемые для измерения КЛМ, используют в основном стандартные алгоритмы для обработки изображений для получения облака точек и 3D моделей штабелей, но встречаются и варианты, измеряющие продольный вертикальный профиль штабеля с использованием лазерного сканирования поверхностей. Чаще для измерения КЛМ используются БПЛА вертолётного типа, а привязка к данным о местоположении осуществляется с помощью дополнительных наземных станций систем глобального позиционирования для достижения сантиметровой точности привязки к местности. Используются для измерения штабелей на земле и проявляют свои преимущества при съёмке на больших местах складирования. Как и при других видах съёмки, наиважнейшим «недоработанным» по степени автоматизации признаком является коэффициент полндревесности (КПД).

ТСД промышленного назначения, или бытовые смартфоны и планшеты – наиболее бюджетный вариант для внедрения технологий оптического учёта в производство, они находят всё более широкое применение на всех этапах цепочки поставок КЛМ от делянки до переработки. Различаются как сами устройства, так и ПО, предназначенное для измерения и учёта. На российском рынке представлены устройства отечественного и зарубежного производства, разработчики и производители ПО также представляют как РФ, так и зарубежные страны. Мобильность и доступность решений обуславливают некоторые ограничения по функционалу в пользу меньшей требовательности как к наличию и скорости связи с сервером, так и к скорости обработки данных. 3D и видеосъёмка уступают место 2D и ограниченному числу кадров изображений. На базе мобильных устройств нет полностью автоматизированных учётно-измерительных решений, они требуют участия человека для введения и обработки данных, что не позволяет полностью избавиться от «человеческого фактора», но обеспечивает большую гибкость использования и постепенность перехода к цифровизации производства. Могут использоваться как для съёмки КЛМ на транспортных средствах и на земле, так и для определения КПД в связке с другими измерительными методами.

Чаще всего, при помощи оптики измеряют складочный объём, который затем переводят в плотную меру при помощи коэффициента полндревесности. Если в случае со сканером индивидуальных брёвен в качестве КПД для получения плотного объёма будет выступать коэффициент на основе процентного содержания древесины без учёта коры, то в случае группового измерения предварительно оценить КПД можно по торцевой вертикальной поверхности штабеля по соотношению площадей торцов и общей площади, на которой происходит определение площадей торцов. Если речь идёт об объёмах КЛМ больше нескольких десятков кубических метров, то чаще всего ни глаз, ни оптические устройства не могут получить изображение для поштучного перечёта ввиду разнонаправленности сортиментов в штабеле или препятствий для производства фотографической съёмки, будь то рельеф местности, другие штабеля, строения, или снег. В этом случае КПД может быть

определён по выборке из нескольких доступных к обработке изображений с последующим распространением на всю совокупность, т.е. на весь штабель, для метода площадей торцов, в ручном, или в автоматизированном режиме, где за распознавание и вычисление площадей торцов и отношение их суммы к общей пробной площади отвечает компьютерная программа, работающая на базе полученной в результате съёмки 2D модели. Если за пробную площадь принять всю вертикальную торцевую поверхность штабеля и определить площади всех торцов брёвен в контуре этой поверхности, а для большей точности повторить эту операцию и на противоположной поверхности штабеля, усреднив полученную в результате суммарную площадь, при перемножении на длину сортимента получим объём штабеля, приближенный к таковому, определённому по формуле концевых сечений. Очевидно, в штабеле отсутствует возможность корректировки объёма сортиментов с учётом закомелистости, поэтому при раскатке штабеля и определении объёма по тому методу концевых сечений в поштучном режиме, фактический объём будет отличаться в меньшую сторону, основной причиной чего как раз и будет служить компенсация закомелистости.

В качестве иллюстрации о совмещении понятий о групповом и поштучном учёте можно привести следующий: если для фотографирования доступна вся вертикальная торцевая поверхность штабеля, то при хорошей укладке возможно измерить как общую площадь всей торцевой поверхности, с получением объёма, путём перемножения этой площади на КПД и длину сортимента, так и индивидуальные площади каждого торца штабеля, в том числе и их (торцов) общее количество, что позволяет говорить о поштучном учёте (объёма) каждого бревна.

Перечислим примеры других атрибутов учитываемого штабеля, кроме объёма, используемых в учёте круглых лесоматериалов: Идентификационный номер измерения или карточки – уникальный номер, позволяющий однозначно идентифицировать измерение или штабель в системе учёта; Геометка, также называемая «геотэг», показывает месторасположение штабеля или его границ, с точностью, зависящей от параметров и сети(ей) устройства глобального позиционирования, а также от наличия или отсутствия наземных ретрансляторов сети позиционирования; Место хранения или склад хранения – учётная единица принадлежности штабеля в системе учёта; Временная метка – время съёмки или временной диапазон измерения или учёта; Номер транспортного средства, прицепа и т.п.; Ответственное лицо, оформляющее сопроводительные документы, перевозчик, водитель, учётчик, или иное уполномоченное лицо; Продавец/покупатель/подрядчик и другие атрибуты принадлежности, необходимые для целей управленческого или бухгалтерского учёта; Длина сортимента, чаще всего номинальная, установленная в сортиментном плане предприятия или договора, но может быть и фактическая, например, с припуском, средняя длина по штабелю в случае наличия в нём смеси сортиментов разных длин; Назначение сортимента (пиловочник, баланс, фанерное сырьё и т.п.) или сортиментов, если речь идёт об их смеси; Порода или породы древесины, если штабель представляет смесь пород, например, хвойных, в соответствии с сортиментным планом

Количество брёвен – важный показатель учёта, иногда только одной этой цифры бывает достаточно для основного или контрольного измерения, например, в случае, когда по предыдущим производственным этапам или звеньям цепи поставки достоверно известен средний объём сортимента, или в случае со штучными изделиями, такими, как столбы.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ ГНИЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

Т. А. Гаврилов,
Е. И. Ратькова,
Д. А. Кувшинов

Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия

Аннотация. Доклад посвящен актуальной проблеме защиты и сохранения памятников деревянного зодчества. Представлены результаты исследования по разработке методики раннего выявления гниения древесины памятников деревянного зодчества. Разработанная методика предполагает установку на деревянные конструкции памятников деревянного зодчества многосенсорной системы автоматизированного дистанционного мониторинга, непрерывное измерение данной системой критериев процесса гниения древесины и их оценку по выявленным закономерностям. Методика обеспечивает раннее дистанционное выявление участков гниения древесины, высокую точность выявления участков гниения, низкие трудозатраты на выявление участков гниения, малое разрушающее воздействие на целостность памятника деревянного зодчества, а также возможность использования любым учреждением эксплуатирующим памятники деревянного зодчества без привлечения узких специалистов в области древесиноведения и реставрации.

Ключевые слова: гниение, древесина, памятники деревянного зодчества, дереворазрушающие грибы, влажность древесины, концентрация углекислого газа.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR EARLY DETECTION OF WOODEN ARCHITECTURE MONUMENTS TIMBER DECAY

T. A. Gavrilov,
E. I. Ratkova,
D. A. Kuvshinov

Petrozavodsk State University,
Petrozavodsk, Russia

Abstract. The report is devoted to the topical problem of protection and preservation of wooden architecture monuments. The results of the research on the development of methods of early detection of wooden architecture monuments timber decay are presented. The developed methodology involves the installation of multi-sensor system of automated remote monitoring on the timber structures of wooden architecture monuments, continuous measurement of the criteria of the timber decay process by this system and their evaluation according to the identified patterns. The methodology provides early remote detection of timber decay areas, high precision detection of decay areas, low labor costs to identify decay areas, low destructive impact on the integrity of the wooden architecture monument, as well as the possibility of using any institution operating wooden architecture monuments without attracting narrow specialists in the field of wood science and restoration.

Key words: decay, timber, monuments of wooden architecture, wood destroying fungi, timber moisture, carbon dioxide concentration.

В ходе эксплуатации памятников деревянного зодчества их конструктивные элементы, в том числе несущие конструкции, подвергаются гниению [1], ведущему к полному или частичному разрушению памятников. Причиной гниения является жизнедеятельность

дереворазрушающих грибов [2]. Под действием ферментов, вырабатываемых дереворазрушающими грибами, основной компонент древесины – целлюлоза разлагается на углекислый газ и воду [3].

Для выявления гниения памятников деревянного зодчества применяются различные методики. Например, такие как, методика регулярного инспектирования технического состояния памятников архитектуры, в ходе которого осуществляется визуальный осмотр внутренних помещений (пораженные участки определяются по изменению цвета, запаха и структуры древесины) [4]. Методика микологического обследования памятников архитектуры, включающая отбор проб древесины с различных участков деревянных конструкций и их последующее исследование методом прямого микроскопирования с применением специфических красителей или методом проращивания во влажных камерах (пораженные участки определяются наличием в пробах дереворазрушающих грибов) [5]. Методика определения вероятности развития дереворазрушающих грибов, включающая измерение влажности древесины памятников архитектуры в зонах со следами активности грибов и зонах повышенной влажности древесины, деления зон на категории, в зонах возможного развития грибов высверливание возрастным буравом каналов, и установку в них небольших кусочков древесины, выдержку этих кусочков в течение теплого периода, их извлечение и взвешивание [4].

Существующие методики выявления гниения памятников деревянного зодчества имеют ряд критических недостатков, к которым относятся: позднее выявление участков гниения древесины, высокие трудозатраты на выявление этих участков, большое разрушающее воздействие на целостность памятников и др., что является актуальной проблемой, требующей решения.

В связи с чем, целью исследования является разработка новой методики выявления гниения древесины памятников деревянного зодчества, позволяющей выявлять участки гниения древесины на ранней стадии при низких трудозатратах и разрушающем воздействии на целостность памятника.

Как было отмечено ранее, целлюлоза древесины под действием ферментов, вырабатываемых дереворазрушающими грибами, разлагается на углекислый газ и воду. В связи с чем, очевидно, что в процессе гниения концентрация углекислого газа у поверхности древесины и ее влажность увеличиваются по некоторым закономерностям. Следовательно, выявить процесс гниения древесины на самой ранней стадии можно непрерывно измеряя критерии процесса гниения – концентрацию углекислого газа у поверхности древесины, концентрацию углекислого газа в помещении и влажность древесины.

Для непрерывного измерения перечисленных критериев авторами разработана и изготовлена многосенсорная система автоматизированного дистанционного мониторинга состоящая из модулей измерения и передачи данных (модулей Slave) и модуля управления, сбора и хранения данных (модуль Master). Каждый из модулей Slave включает в себя датчик измерения концентрации углекислого газа у поверхности древесины, датчик измерения концентрации углекислого газа в помещении памятника, датчик измерения абсолютной влажности древесины, контроллер с интегрированным модулем Wi-Fi, блок питания (или аккумуляторные батареи) и ряд вспомогательных элементов; а модуль Master включает в себя контроллер с интегрированным модулем Wi-Fi, мобильный широкополосный модем, блок питания (или аккумуляторные батареи) и ряд вспомогательных элементов. Модули Slave непрерывно измеряют значения концентрации углекислого газа у поверхности древесины и в помещении памятника, и абсолютной влажности древесины, и по локальной сети Wi-Fi через определенный интервал времени передают измеренные данные на модуль Master, который сохраняет полученные данные и через определенный интервал времени по сотовой сети 3G (или 4G) или локальной сети Wi-Fi передает их на компьютер (или мобильное устройство) подключенные к сети Интернет. Кроме того, модуль Master по сети Интернет получает данные о времени и дате, и синхронизирует время и дату всех модулей Slave.

С использованием разработанной многосенсорной системы автоматизированного дистанционного мониторинга, авторами, в ходе экспериментального исследования, описанного в работах [6, 7], было выявлено, что процесс гниения древесины начинается при превышении концентрации углекислого газа у поверхности древесины более чем на 26 % концентрации углекислого газа в помещении, и превышению абсолютной влажности древесины более 22 %.

На основании этих данных, авторами разработана следующая методика раннего выявления гниения древесины памятников деревянного зодчества, включающая в себя:

1. Установку на деревянные конструкции памятника модулей Slave и Master (модули устанавливаются в следующих зонах: 1) в зонах повышенной влажности древесины – подклеты, чердаки, участки возможных протечек атмосферной влаги; 2) в зонах со следами активности дереворазрушающих грибов; 3) на остальных поверхностях случайным образом). Количество модулей Slave и Master должно быть не менее – 5–6 модулей на кровлю, 2–4 модулей на каждый этаж здания, и обязательно хотя бы 1–2 модуля на каждой группе конструктивных элементов);

2. Дистанционное определение концентрации углекислого газа у поверхности древесины и в помещении памятника, и абсолютной влажности древесины, на основе сигнала от модулей Slave и Master, размещенных на деревянных конструкциях памятника;

3. Оценку наличия гниения древесины по превышению концентрации углекислого газа у поверхности древесины более чем на 26 % концентрации углекислого газа в воздухе, и превышению величины абсолютной влажности древесины более 22 %.

Предлагаемая методика раннего выявления гниения древесины памятников деревянного зодчества позволяет:

1. Обеспечить раннее выявление участков гниения древесины;
2. Повысить точность выявления участков гниения древесины;
3. Получать данные о концентрации углекислого газа у поверхности древесины и в помещении памятника, и абсолютной влажности древесины в реальном времени;
4. Снизить трудозатрат на выявление участков гниения древесины;
5. Снизить разрушающее воздействие на целостность памятников;
6. Унифицировать выявление участков гниения древесины, т. е. может быть использован любым учреждением эксплуатирующим памятники деревянного зодчества с наличием возможности проведения дистанционного измерения концентрации углекислого газа у поверхности древесины и в помещении памятника, и абсолютной влажности древесины, и не требует привлечения узких специалистов в области древесиноведения или реставрации.

Список литературы:

1. Kozlov V. Biodeterioration of Historic Timber Structures: a Comparative Analysis / V. Kozlov, M. Kisternaya // Wood Material Science and Engineering. – 2014. – № 3. – V. 9. – P. 156–161. DOI: 10.1080/17480272.2014.894573.
2. Gavrilov T. A. The Influence of Natural and Climatic Factors on the Wood Biodestruction Process / T. A. Gavrilov, T. B. Stankevich // Journal of Agriculture and Environment. – 2022. – № 5 (25). DOI: 10.23649/jae.2022.5.25.01.
3. Zabel R. Wood Microbiology. Decay and Its Prevention / R. Zabel, J. Morrell. – Academic Press, 2020. – 576 p.
4. Кистерная М. В. Система комплексного профилактического обслуживания памятников деревянного зодчества / М. В. Кистерная, А. Ю. Любимцев. – Петрозаводск: Издательский центр музея-заповедника «Киж», 2016. – 70 с.
5. Богомолова Е. В. Микологические методы в обследовании объектов культурного наследия / Е. В. Богомолова // Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения: Материалы VII международной научно-практической конференции. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – С. 30–37.

6. Гаврилов Т. А. Изменение содержания углекислого газа в воздухе при разложении древесины памятников архитектуры / Т. А. Гаврилов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. – № 11. – С. 59–64. DOI: 10.17513/mjpf.13468.
7. Gavrilov T. A. Study of Patterns of Timber Moisture Changes in the Process of its Decay / T. A. Gavrilov // Journal of Agriculture and Environment. – 2022. – № 8 (28). DOI: 10.23649/jae.2022.28.8.007.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОЛЕСНО-ГУСЕНИЧНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН НА ПОЧВОГРУНТЫ ЛЕСОСЕК

А. С. Дмитриев,
И. В. Григорьев

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»,
Якутск, Россия

Аннотация: Проблема повышения эффективности отечественного лесного машиностроения стоит в России достаточно остро. Одним из вариантов решения этой проблемы является использование машин с полугусеничным двигателем, которые имеют как определенные достоинства, так и определенные недостатки, причем не только в области эксплуатационной эффективности, но и вне менее важной экологической эффективности. Последняя напрямую зависит от степени воздействия двигателя лесной машины на опорную поверхность – почвогрунт. Представлен краткий анализ особенностей воздействия лесных машин с полугусеничным двигателем на почвогрунты лесосек. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-26-00009, <https://rscf.ru/project/22-26-00009/>.

Ключевые слова: лесные машины, лесное машиностроение, полугусеничный двигатель, лесозаготовки, лесное хозяйство.

FEATURES OF THE IMPACT OF WHEELED-TRACKED PROPELLERS OF FOREST MACHINES ON THE SOILS OF CUTTING AREAS

A. S. Dmitriev,
I. V. Grigorev

Federal State Educational Institution of Higher Education
" Arctic State Agrotechnological University ",
Yakutsk, Russia

Annotation: The problem of increasing the efficiency of domestic forestry engineering is quite acute in Russia. One of the solutions to this problem is the use of semi-tracked propulsion machines, which have both certain advantages and certain disadvantages, and not only in the field of operational efficiency, but also outside the less important environmental efficiency. The latter directly depends on the degree of impact of the forest machine mover on the supporting surface – the soil. A brief analysis of the features of the impact of forest machines with a half-track mover on the soils of cutting areas is presented. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University. The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 22-26-00009, <https://rscf.ru/project/22-26-00009/>.

Keywords: forestry machines, forestry engineering, semi-tracked propulsion, logging, forestry.

Варианты машин различного назначения на полугусеничном ходу (колесно-гусеничном ходу) известны достаточно давно. Такие варианты двигателей применялись на тракторах, транспортерах, даже мотоциклах. Их преимуществом, по сравнению с чисто колесным вариантом, является увеличение проходимости и силы тяги, а к общим недостаткам можно отнести худшую управляемость и меньшую среднюю скорость движения. С точки зрения

лесных машин, высокая проходимость и сила тяги значительно важнее высоких эксплуатационных скоростей.

В связи с тем, что в лесозаготовительном производстве Российской Федерации, по количеству, преобладают юридические лица, относимые по принятой классификации к мелким и малообъемным, в лесах России часто можно встретить сельскохозяйственные тракторы, приспособленные под нужды лесозаготовителей.

Наиболее распространенным у владельцев небольших фермерских хозяйств, лесозаготовителей с малыми объемами заготовки, являются тракторы МТЗ, как одни из самых оптимальных по соотношению цена/качество.

Именно на Минском тракторном заводе, на котором с 60-х годов прошлого века разрабатывалась машина на полугусеничном ходу (МТЗ-50). На этот трактор устанавливались резино-металлические гусеницы. Производственные испытания, проведенные в разных регионах СССР, доказали эффективность такого конструктивного решения. Такой вариант трактора изготавливался на машиностроительном заводе в г. Бобруйске. Но эти тракторы не были предназначены для выполнения тяжелых работ. Отечественная группа компаний «Тракторные системы» представила современную разработку трактора МТЗ на полугусеничном ходу. Качество представленной машины подтверждено сертификатом соответствия «О безопасности сельскохозяйственных и лесозаготовительных тракторов и прицепов к ним». Благодаря установке колесно-гусеничного хода на трактор МТЗ-80, сила его тяги при мощности двигателя 60,3 кВт, как показали производственные испытания, сравнялась с силой тяги колесного трактора, с мощностью двигателя 103 кВт. И показывает экономию топлива до 30%, по сравнению с трактором более высокого тягового класса.

Вместе с тем, для понимания целесообразности использования такого технического решения в условиях лесозаготовительного производства, или для выполнения лесохозяйственных работ, необходимо, помимо эксплуатационной, оценивать также и экологическую эффективность работы тракторов на полугусеничном ходу в лесу. Последний показатель, прежде всего, оценивается степенью воздействия движителя машины на почвогрунт лесосеки, и его последствиями, выражающимися в степени уплотнения почвогрунта, снижения пористости и аэрации, интенсивности образования колеи [1-3].

Из теории воздействия лесных машин на почвогрунты лесосек известно, что при воздействии движителя трактора на почвогрунт он подвергается смятию, сдвигу в различных направлениях, в нем возникают нормальные и касательные напряжения, которые распространяются в глубину и в стороны от трелевочного волока, или технологического коридора. От способности почвогрунта сопротивляться этим нагрузкам зависит результат воздействия на него движителя трактора [1, 4].

Основными факторами, определяющими степень воздействия движителя на почвогрунт, являются его изначальная плотность и твердость. Степень воздействия зависит от числа проходов по волоку, параметров движителя, веса трактора, и скорости его движения.

Процесс колееобразования последовательно проходит три фазы: во-первых, уплотнение почвогрунта под движителем, которое, по очевидным причинам, при прочих равных условиях, у колесного трактора больше, чем у гусеничного; во-вторых, в колее волока начинает формироваться уплотненное ядро, в котором не наблюдается смещение частичек почвогрунта относительно друг друга, и это ядро, как клин, начинает погружаться в почвогрунт, при этом не только уплотняет нижележащие слои, но и раздвигает их в стороны, что ведет к повышению интенсивности колееобразования; в-третьих, частицы почвогрунта смещаются в стороны менее нагруженных областей, и происходит так называемое боковое выдавливание (выпирание), повышающее кромки боковых кромок колеи [4].

Динамика колееобразования может быть разной. На прочных почвогрунтах за первые проходы движитель проминает верхний слой почвогрунта, после чего колея практически не увеличивается, динамика похожа на логарифмический закон. Во втором варианте закон

изменения динамики колеи, в принципе, тот же, только глубина проминаемого верхнего слоя почвогрунта больше. На слабых почвогрунтах процесс колееобразования не стабилизируется, глубина колеи постоянно растет, пока ездая возможность волока не будет исчерпана, т. е. глубина колеи сравняется клиренсом лесной машины. Интенсивность такого процесса может быть разной. При многократных проходах и большом давлении на почвогрунт несущая способность прочного подстилающего слоя почвогрунта, в определенный момент, оказывается исчерпанной, после чего идет резкий рост глубины колеи, и машина может начать «тонуть». Буксование движителя приводит к росту интенсивности образования колеи из-за дополнительного сдвига почвогрунта в горизонтальном направлении, обратном направлению движения трактора.

С точки зрения работы в лесу, у трактора на полугусеничном ходу значительно снижается давление на опорную поверхность. Согласно данным производственных испытаний, представленных разработчиками машины, тяговое усилие переоборудованного на колесно-гусеничный ход трактора МТЗ-80.1, по сравнению с базовым колесным вариантом, возрастает на 50 %. Существенно возрастает проходимость трактора, при этом нагрузки в трансмиссии благодаря тому, что ведущая звездочка гусеницы меньше по диаметру, чем штатное заднее колесо, не превышают номинальные значения для базового трактора, и даже снижаются. Пятно контакта движителя с поверхностью движения увеличивается почти в 7 раз, сцепной вес трактора увеличивается, примерно на 2 т., и используется значительно эффективнее. Существенно увеличивается коэффициент сцепления, и трактор работает практически без пробуксовок. Повышение тягового КПД, снижение затрат мощности на преодоление сопротивления движения по целине и пробуксовку позволяет поднять производительность на транспортных операциях и снизить расход топлива.

Поворот не приводит к нарушению почвенного горизонта, и не снижает тягового усилия. Гусеницы при повороте работают вместе. Управление трактором на полугусеничном ходу осуществляется при помощи штатных передних, управляемых колес. При использовании тормозной системы радиус поворота составляет 6 м, без использования тормозной системы – 11 м.

Список литературы:

1. Бурмистрова О. Н., Просужих А. А., Хитров Е. Г., Куницкая О. А., Лунева Е. Н. Теоретические исследования производительности форвардеров при ограничениях воздействия на почвогрунты // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021 № 3 (381). С. 101-116
2. Никифорова А.И., Григорьева О.И. Моделирование воздействия движителей лесных машин на почвы лесосек // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 5-4 (16-4). С. 320-323.
3. Калистратов А.В., Григорьева О.И., Григорьев Г.В., Дмитриева И.Н. О важности исследований экологической эффективности процесса трелевки // Наука, образование, инновации в приграничном регионе. Материалы республиканской научно-практической конференции. Петрозаводский государственный университет. 2015. С. 7-9.
4. Гуськов В.В., Велев Н.Н., Атаманов Ю.Е., и др. Тракторы: Теория: учебник для вузов – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.

МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МАШИН В МАЛООБЪЕМНОМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

И. С. Должиков¹,
И. В. Григорьев²

¹Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия

²Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»,
Якутск, Россия

Аннотация. В настоящее время Российская Федерация столкнулась с острой необходимостью ускоренного импортозамещения в области производства лесных машин. При этом большинство лесозаготовительных предприятий России, по объему заготавливаемой древесины, относятся к мелким, и большинство из них осуществляют малообъемные лесозаготовки, при которых не требуются мощные, дорогие, высокопроизводительные лесные машины. Рассмотрены перспективы создания систем машин для малообъемных лесозаготовок и лесохозяйственных работ на базе отечественных средств малой механизации. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-26-00009, <https://rscf.ru/project/22-26-00009/>.

Ключевые слова: малообъемные лесозаготовки, средства малой механизации, лесохозяйственные работы, импортозамещение, лесное машиностроение.

MODULAR MACHINE SYSTEMS IN LOW-VOLUME LOGGING PRODUCTION

I. S. Dolzhenkov¹,
I. V. Grigorev²

¹Federal State Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering»,
Saint-Petersburg, Russia

²Federal State Educational Institution of Higher Education
«Arctic State Agrotechnological University»,
Yakutsk, Russia

Abstract. Currently, the Russian Federation is faced with an urgent need for accelerated import substitution in the production of forest machinery. At the same time, the majority of logging enterprises in Russia, in terms of the volume of harvested wood, are small, and most of them carry out low-volume logging, which does not require powerful, expensive, high-performance forestry machines. Prospects of creation of systems of machines for low-volume logging and forestry work on the basis of domestic means of small mechanization are considered. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University. The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 22-26-00009, <https://rscf.ru/project/22-26-00009/>.

Keywords: low-volume logging, small-scale mechanisation, forestry operations, import substitution, forestry machinery.

Последние лет 30, точки зрения развития лесного машиностроения, в РФ просто потеряны. В настоящее время появилась настоятельная необходимость внимательно посмотреть на отечественные разработки 70-х – 80-х годов прошлого столетия [1 - 5]. В Сибири и на Дальнем Востоке РФ подавляющее большинство лесопользователей осуществляет малообъемные заготовки древесины, во многом для собственных нужд, и нужд местного населения. Положенная жителям сельской местности древесина для отопления, для строительства и ремонта домов и хозяйственных построек, заготавливается собственными силами, или силами местных подрядчиков. При этом приобретение специальных лесных машин для лесопользователей не имеет экономического смысла, в связи с непостоянством их использования. В основном, используется техника сельскохозяйственная, часто мало приспособленная, по проходимости, и по техническим мерам обеспечения безопасности. Такие хозяйствующие субъекты ведут многоцелевое хозяйство – занимаются сельскохозяйственным производством, лесными работами по подрядам. Для таких условий требуются универсальные системы машин, способные эффективно и безопасно работать, как в поле (на ферме), так и в лесу.

В настоящее время РФ наращивает выпуск различных типов тракторов, включая тракторы малого класса тяги – мини-тракторы, как колесных, так и гусеничных. Они могут вполне успешно играть роль энергетических модулей при выполнении самых разных работ – сельскохозяйственных, лесозаготовительных, лесохозяйственных. Такая техника является наиболее оптимальной для малых, многоцелевых хозяйств, поскольку она не дорого стоит, достаточно проста в обслуживании, имеет малую стоимость владения [6]. Принципиальным и достаточно актуальным является вопрос подбора оптимальной мощности, вида движителя для конкретных природно-производственных условий эксплуатации. А также перечня технологических модулей, расширяющих гамму работ, которые возможно выполнять с их помощью. Не вдаваясь, на настоящем этапе, в особенности использования таких технологических модулей на сельскохозяйственных работах, остановимся на перечне возможных работ при использовании мини-тракторов на лесозаготовках, побочном лесопользовании, и на лесохозяйственных работах. Для обоснования перечня и параметров таких технологических модулей, прежде всего, необходимо учесть периоды выполнения различных работ, параметры предмета труда.

При малообъемных лесозаготовках операции валки деревьев, обрезки сучьев и раскряжевки выполняются при помощи бензиномоторных пил. На средства малой механизации ложится основная задача – трелевки заготовленных сортиментов. В условиях лесосеки для этого, в большей части случаев, будет предпочтителен мини-трактор на гусеничном ходу, с тележкой для сортиментов, а также средством погрузки, в качестве которого наиболее предпочтительным вариантом будет лебедка с ручным приводом, или с приводом от вала отбора мощности трактора. Из отечественной техники, например, это тракторы компании BAUMECH (г. Новосибирск). С другой стороны, при небольших объемах заготовленной древесины, и небольших расстояниях вывозки, для этой операции также возможно использовать мини-трактор, только с колесным движителем. Такие тракторы производятся достаточно большим количеством российских компаний. Для оперативной транспортировки на переработку лесных грибов и ягод, а также лекарственных растений идеально подходит колесное транспортное средство небольшой грузоподъемности, с хорошей проходимостью, на роль которого также вполне может претендовать колесный мини-трактор [7-9]. Лесохозяйственные работы можно подразделить на транспортные, технологические, и транспортно-технологические, по принципу деления технологических операций на рабочие (обрабатывающие), транспортные, и смешанные.

К транспортным можно отнести, например, доставку посадочного материала, инструментов, воды, удобрений, и т. д. К технологическим – подготовка дискретных посадочных мест, измельчение тонкомера от рубок ухода, и т. д. К транспортно-технологическим – прокладка противопожарных борозд, химический уход, и т. д.

Для ряда транспортных и транспортно-технологических операций лучше всего подойдут тракторы на колесном ходу, а, например, для прокладки противопожарных полос – на гусеничном. Очевидно, что для различных операций потребуется различная мощность привода. При выборе энергетического модуля необходимо обратить внимание на наличие или возможность обустройства кабины, что значительно расширяет временные рамки использования лесной техники.

Список литературы:

1. Мохирев А.П., Куницкая О.А., Калита Г.А., Вернер Н.Н., Швецова В.В. Оценка надежности лесозаготовительного харвестера // Лесной вестник. Forestry Bulletin. - 2022. - Т. 26, № 5. - С. 93-101.
2. Маганов И.А., Тихонов Е.А., Сюнёв В.С., Куницкая О.А., Швецова В.В. Возможности применения двигателя внешнего сгорания как привода технологического оборудования лесопромышленного комплекса // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2022. - № 3. - С. 38-48.
3. Куницкая О.А., Давтян А.Б., Помигуев А.В. Транспортно-технологические комплексы для производства топливной щепы // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. - Тюмень, 2021. - С. 141-144.
4. Григорьева О.И., Давтян А.Б., Гринько О.И. Перспективы импортозамещения в производстве лесохозяйственных и лесопожарных машин в России // В сб.: Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2020. С. 66-69.
5. Григорьева О.И., Гринько О.И., Николаева Ф.В. Лесопожарные транспортно-технологические комплексы на базе колесных форвардеров // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. Тюмень, 2021. С. 55-58.
6. Михайлова Л.М., Куницкая О.А., Мотовилов А.И. Перспективы систем машин на базе средств малой механизации для малообъемных лесозаготовок и лесохозяйственных работ // Стратегия и перспективы развития агротехнологий и лесного комплекса Якутии до 2050 года. Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию образования Якутской АССР и 85-летию Первого президента РС(Я) М. Е. Николаева (Николаевские чтения). 2022. С. 735-742.
7. Чемшикова Ю.М., Давтян А.Б., Григорьева О.И. Транспортно-технологические системы для лесоразведения на базе гусеничных вездеходов // В сб.: Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. 2020. С. 400-403.
8. Тетеревлева Е.В., Гринько О.И., Григорьева О.И. Транспортно-технологические машины для тушения лесных пожаров на базе колесных вездеходов // В сб.: Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. 2020. С. 374-377.
9. Григорьева О.И., Давтян А.Б., Гринько О.И., Войнаш С.А. Концепция универсальной машины для выполнения лесохозяйственных работ и тушения лесных пожаров // В сб.: Машиностроение: новые концепции и технологии. Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 2020. С. 45-49.

РЕЖИМ ЛЕСОЗАГОТОВОК КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

М. А. Елхова

Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия

Аннотация. В работе рассматриваются выборочные рубки главного пользования с точки зрения минимализации экологического ущерба. Данный вид рубок является более щадящим к окружающей среде, чем сплошные рубки. Показаны возможности варьирования параметров выборочных рубок за оборот: их количества, интервала между ними и объема вырубленной древесины. А также рассматривается актуальность проведения расчетов возможности достижения углеродного баланса при проведении выборочных рубок главного пользования на основе уже разработанных методик.

Ключевые слова: ресурсосбережение, лесозаготовки, декарбонизация, моделирование процессов.

HARVESTING REGIME AS A WAY TO MANAGE CARBON EFFICIENCY

M. A. Elkhova

Petrozavodsk State University,
Petrozavodsk, Russia

Abstract. The paper considers selective fellings from the point of view of minimizing environmental damage. This type of felling is more environmentally friendly than clear felling. The possibilities of varying the parameters of selective fellings are shown: their number, the interval between them and the sizes of cut wood. It also considers the relevance of carrying out calculations of the possibility of achieving a carbon balance during selective fellings on the basis of developed methods.

Key words: Resource conservation, logging, decarbonization, process modeling.

Содержание углекислого газа в атмосфере Земли с 1950-х годов демонстрирует уверенный рост, который коррелирует с увеличивающимися темпами сжигания топлива и обезлесения. Леса являются главными поглотителями углекислого газа. Но, к сожалению, различные природные нарушения оказывают серьезное влияние на динамику лесов. Основные повреждения в лесах вызваны рубками, пожарами, вспышками массового размножения насекомых-вредителей, аномальными климатическими воздействиями и другими факторами. В контексте данной работы рассматриваются негативные воздействия, которые являются последствиями от рубок леса. Наиболее популярной является классификация, согласно которой все рубки подразделяются на 4 категории: рубки главного пользования, ухода, санитарные и комплексные. В свою очередь, рубки главного пользования могут быть сплошными, т.е. за 1 прием участок подвергается полной вырубке, а могут являться выборочными: вырубка происходит в несколько приемов за оборот рубки. Для данной работы представляют интерес именно последний тип рубок: выборочные рубки главного пользования, так как в этом случае есть возможность управлять параметрами рубки, такими как: количество выборочных рубок за оборот, а также варьировать объемы произведенных работ. Целью является рассмотрение различных сценариев проведения рубок для выявления наиболее экологичной и щадящей технологии добычи древесины.

Для анализа требуется проведение расчетов, которые учитывают выделение и запас углерода после проведения рубки. На текущий момент разработаны методики расчета углеродного бюджета, как российские, так и зарубежные модели. Наиболее известными являются: модель CBM-CFS3 (Лесная служба, Канада), ИЗИС ПАСА (Австрия), EFIMOD+ПОМУЛ (Россия), FORCARB2 (Лесная служба США), РОБУЛ (Россия),

информационная система определения и картирования депонирования лесами углерода (Россия, УГЛТУ). Были проведены сравнительные исследования на одном из российских регионов двумя моделями: российской РОБУЛ и зарубежной CBM-CFS3. Данные углеродного бюджета, рассчитанные разными методами, оказались близки (с допустимой погрешностью). Поэтому для проведения расчетов углеродного бюджета выборочных рубок главного пользования за основу предполагается модель РОБУЛ (Система региональной оценки бюджета углерода лесов), которая уже продемонстрировала свою эффективность. Методика оценивает углеродный бюджет лесов по балансу потоков – по разности увеличения углеродных пулов в растущих лесных насаждениях и потерь при нарушениях (рубках, пожарах и прочих случаях гибели леса). Расчеты ведутся для основных 4-х пулов углерода лесов: фитомасса, мертвая древесина, подстилка и органические вещества почвы в слое 0 – 30 см. Совокупность алгоритмов РОБУЛ включает в себя: табличные параметры и уравнения запаса и поглощения углерода. Табличные параметры модели РОБУЛ характеризуются географической принадлежностью исследуемого района к одному из 12 зонально-региональных полигонов, образованных пересечением границ широтных полос и макрорегионов. Уравнения запаса и поглощения углерода дают возможность рассчитать запасы и поглощение углерода для 4-х пулов углерода в дифференциации по возрастным группам преобладающих пород оцениваемого региона. Суммирование найденных величин дает оценки для всех насаждений данной преобладающей породы, групп преобладающих пород и так далее вплоть до всех покрытых лесом земель региона.

Так же данные по сплошным разработкам делянок на сортименты в течение 35 лет были изучены профессором Николаем Васильевичем Третьяковым и выявлены различные закономерности строения элементов леса. Например, были выявлены закономерности строения нормальных насаждений, такие как: закономерность распределения числа деревьев по ступеням толщины, ряд распределения числа деревьев по разрядам высот и другие. Изучение товарной структуры леса позволило выявить закономерности: по количеству сортиментов, по качеству сортиментов.

Таким образом, использование закономерности связей одних таксационных показателей по определенным формулам с другими позволило составить таблицы хода роста. Таблицы роста в свою очередь позволяют изучать динамику запасов древесины, выхода сортиментов, прирост древостоя и другие таксационные показатели. Эти данные также необходимо учитывать при проведении анализа углеродного бюджета при проведении выборочных рубок.

Следовательно, на основании данных таблиц роста древостоя и методик расчета углеродного бюджета можно произвести расчеты с целью выявления оптимальных параметров проведения выборочных рубок главного пользования. Таким образом, необходимо определить: число входов (выборочных рубок) за оборот рубки, временной интервал между входами, процентный объем рекомендуемых лесозаготовок за вход от общего запаса древесины на участке. При заданном режиме рубки обязательным требованием является обеспечение минимизации экологического ущерба (желательно достижение углеродного баланса). Предполагаемые результаты данного режима рубки являются более экологичными на этапе добычи материалов для строительства (в частности, для деревянного домостроения), чем проводимые в настоящее время; позволяют улучшить товарные характеристики сортиментов для строительства и повысить объемы древесины для строительства (так как за счет уменьшения при предполагаемом режиме рубок мертвой древесины и дров можно получить более рациональное использование ресурса).

Выводы: несмотря на то что, лес является возобновляемым ресурсом, требуется изменение стратегий использования, ибо и текущее положение дел в лесном комплексе, и прогнозы на будущее неблагоприятны. Необходимо рациональное и целостное управление лесными ресурсами, в том числе и на этапе добычи ресурсов. В качестве одного из аспектов управления лесными ресурсами, является разработка более щадящих режимов рубок, чем применяются сейчас, т. е. необходимы режимы, учитывающие экологические и экономические аспекты, а также обоснование оптимальности их параметров.

Список литературы:

1. Лескинен П., Линднер М., Веркерк П. Й., Набуурс Г. Я., Ван Брусселен Й., Куликова Е., Хассегава М. и Леринк Б. (ред.) 2020. Леса России и изменение климата. Что нам может сказать наука 11. Европейский институт леса.
2. Шварц Е. А., Ярошенко А. Ю., Замолотчиков Д. Г., Шматков Н. М. О новой стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года // Устойчивое лесопользование. 2021. № 1 (65). С. 2-7
3. Замолотчиков Д. Г., Грабовский В. И., Краев Г. Н. Динамика бюджета углерода лесов России за два последних года
4. Замолотчиков Д. Г., Грабовский В. И., Курц В. Управление балансом углерода лесов России: прошлое, настоящее и будущее
5. Замолотчиков Д. Г., Коровин Г. Н., Уткин А. И., Честных О. В., Сонген Б. Углерод в лесном фонде и сельскохозяйственных угодьях России. М.: КМК, 2005. 200 с.
6. Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора. Таблицы для таксации леса. М.: Лесная промышленность, 1965. 460 с.

ТИПЫ СОВРЕМЕННЫХ ПЛАСТИКОВЫХ ПЛИТ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВРЕМЕННЫХ ЛЕСНЫХ ДОРОГ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОРИДОРОВ

М. В. Зорин¹,
О. А. Куницкая²

¹ Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова»
Воронеж, Россия

² Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Якутск, Россия

Аннотация: Проблема повышения эффективности строительства временных лесных дорог и технологических коридоров стоит в России достаточно остро. Одним из вариантов решения этой проблемы является использование сборно-разборных дорожных покрытий. В статье представлены типы современных пластиковых дорожных плит, которые возможно использовать для быстрого монтажа временных дорожных покрытий при строительстве лесовозных дорог и технологических коридоров. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-26-00009, <https://rscf.ru/project/22-26-00009/>.

Ключевые слова: лесные дороги, сборно-разборные дорожные покрытия, пластиковые плиты, сухопутный транспорт леса.

TYPES OF MODERN PLASTIC SLABS FOR THE CONSTRUCTION OF TEMPORARY FOREST ROADS AND TECHNOLOGICAL CORRIDORS

M. V. Zorin¹,
O. A. Kunitskaya²

¹ Federal State Educational Institution of Higher Education
«Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov»
Voronezh, Russia

² Federal State Educational Institution of Higher Education
«Arctic State Agrotechnological University»
Yakutsk, Russia

Abstract: The problem of increasing the efficiency of the construction of temporary forest roads and technological corridors is quite acute in Russia. One of the solutions to this problem is the use of collapsible road surfaces. The article presents the types of modern plastic road slabs that can be used for the rapid installation of temporary road surfaces during the construction of logging roads and technological corridors. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University. The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 22-26-00009, [https://rscf.ru/project/22-26-00009 /](https://rscf.ru/project/22-26-00009/).

Keywords: forest roads, prefabricated road surfaces, plastic boards, overland transport of forests.

Одной из основных проблем современного лесного комплекса Российской Федерации является дорожная. Недостаточная развитость дорожной сети на землях лесного фонда резко снижает эффективность лесохозяйственных мероприятий, повышает трудоемкость

предупреждения и тушения лесных пожаров, удорожает продукцию отрасли [1-4]. Спецификой лесной дорожной сети является то, что большая часть дорог и технологических коридоров нужна на относительно небольшой срок, что позволяет делать их временными, по упрощенной технологии. Для такого варианта хорошо подходят сборно-разборные дорожные покрытия. В том или ином виде эксперименты с мобильными дорожными покрытиями из традиционных материалов проводились на протяжении всего периода после второй мировой войны. Алюминиевые дорожные плиты в Англии, резиновые дорожные плиты в США, стальные и деревянные дорожные плиты в СССР. С появлением новых высокопрочных полимеров вопрос их применения в мобильных дорожных покрытиях был вопросом времени.

Основной упор в исследовании делался на сравнении плит из полимеров, алюминия и стеклопластика. По итогам был сделан вывод о том, что дорожные плиты из полимеров обладают наилучшими потребительскими свойствами (соотношение цена - характеристики). Плюсами таких плит являются: во-первых, они не требуют подготовки основания; во-вторых, они легкие, (вес от 12,5 кг/м²) и прочные (расчетная нагрузка до 415 т/м²); в-третьих, они монтируются любыми доступными грузоподъемными механизмами (лесовоз с гидроманипулятором, форвардер, погрузчик, и т. д.); кроме этого, они могут использоваться на основаниях со значительной колеиностью, при этом обеспечивая очень быстрый монтаж.

Плиты из полимеров не имеют запаха, не выделяют вредные вещества. При разворачивании на открытом почвогрунте даже в условиях сильных осадков защищают положенную на них древесину от загрязнений.

Дорожные пластиковые плиты имеют модульную конструкцию, поэтому легко масштабируются или перекладываются, там, где существует для этого необходимость.

В Российской Федерации уже есть успешный опыт производства и использования полимерных дорожных плит. Одной из ведущих компаний-производителей такой продукции является компания Изокон (г. Тольятти) Отметим, что именно для Российской Федерации очень актуально развивать технологии производства полимерных дорожных щитов. Стоимость основного сырья для производства полимеров – нефти и газа - в нашей стране очень и очень конкурентная, стоимость энергии для производства – тоже. Потребность в такой продукции колоссальная.

В Российской Федерации успешно используют временные дороги и площадки на основаниях со слабой несущей способностью, в т. ч. болот 1, 2 и 3 типа. Площадки для ремонта техники и хранения материальных ценностей. Эвакуационные пути и стоянки для транспортных воздушных средств. Ледовые переправы. Стабилизаторы грунта и откосов на сыпучих основаниях, подъемные дороги. Организация массовых мероприятий, палаточных городков, полевых лагерей. Ремонт дорожных покрытий мостовых переходов. Организация переездов через магистральные трубопроводы и железнодорожные пути.

Компания «Изокон» производит три основных типа полимерных дорожных плит:

Эксплуатационные характеристики плиты ТИП 2:

Время монтажа — около 1 шт /3 мин, масса плиты 272 кг, требуется погрузочная техника (для плиты 2060 x 4120).

Время разворачивания 1 км дороги при ширине 4 м, около 25 часов силами одного звена. Состав звена: оператор грузоподъемной машины, две штатные единицы на укладке, старший звена. Грунты - песчано-пылеватые, глина, суглинок, дерн, порубочные остатки, слабые грунты с высоким коэффициентом пористости. Подготовка основания не требуется.

Два типа замков: винтового и пальцевого типа. В определенных условиях замок пальцевого типа дает дополнительное преимущество по скорости сборки и при укладке на обводненный суглинистые и глинистые основания.

Два типа протектора: уплотненный, оптимизированный для движения пешеходов, организации площадок; развитый, для движения колесной и гусеничной техники.

Используемые материалы: основа плиты - высокопрочный листовой полимер, замки - сталь 09Г2С, с цинковым антикоррозионным покрытием.

Среднее время монтажа/демонтажа, мин.: песчано-пылеватый грунт 3/2; болото I типа 5/3; болото II типа 7/5.

Максимальная, высота естественных неровностей, при которых возможен монтаж/демонтаж, мм: 500. Минимальные требования к грузоподъемной технике при монтаже/демонтаже 1 ед. покрытия, т: 0,5. Демонтаж и перемещение покрытий отдельными плетями, скрепленными между собой: до 5 шт. Плиты экологически безопасны, обеспечена возможность вторичной переработки. Возможно повторное применение (оборачиваемость) плит, количество раз не менее 50. Ограничения по маневру техники отсутствуют. Время восстановления работоспособного состояния дороги 0,2 ч. Назначенный срок службы, 15 лет. Рабочий диапазон температур при эксплуатации, от -60 до +70°C:

Эксплуатационные характеристики плиты ТИП 3:

Время монтажа — около 1 шт /мин, силами 2 человек. Грунты - песчано-пылеватые, глина, суглинок, дерн. Подготовка основания не требуется. Замок: подкладочная каретка четырехпозиционная. Два типа протектора: уплощенный, оптимизированный для движения пешеходов, организации площадок; развитый, для движения колесной и гусеничной техники.

Эксплуатационные характеристики плиты ИЗОТРАК ТИП 1:

Время монтажа — около 1 шт / 3 мин, масса плиты 360 кг, требуется погрузочная техника. Время разворачивания 1 км. дорог при ширине 4 м, около 25 часов. Грунты - любые, в т. ч. болота любого типа. Подготовка основания не требуется. Замок поворотно-запирающий. Плиты обладают положительной плавучестью, (внутренний объем плиты 0,698 м³, вес 360 кг, несущая возможность одной плиты на открытой воде 338 кг). Плита имеет двусторонний протектор, две рабочих стороны.

Внутренняя ячеистая структура плиты заполнена вспененным полиэтиленом, что гарантирует сохранение плавучести даже при разрушении плиты.

Список литературы:

1. Григорьева О. И. Эффективность транспортно-технологических систем для лесного хозяйства // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. ред. Н. С. Захаров. 2018. С. 79-83.
2. Григорьева О. И. Новая машина для проведения рубок ухода за лесом // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2-2 (13-2). С. 116-119.
3. Григорьева О. И. Повышение эффективности проведения рубок ухода за лесом // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 65-летию высшего лесного образования в Республике Карелия. 2016. С. 70-73.
4. Григорьева О. И., Давтян А. Б., Гринько О. И. Перспективы импортозамещения в производстве лесохозяйственных и лесопожарных машин в России // лесозаготовка и комплексное использование древесины. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2020. С. 66-69.

СТРОИТЕЛЬСТВО КУПОЛЬНОГО ГЛЭМПИНГА В СЕЛЕ ТЕРИБЕРКА КАК ОТПРАВНАЯ ТОЧКА К ВОЗРОЖДЕНИЮ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Е. А. Окулова,
Ю. В. Никонова

Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия

Аннотация: Сегодня остро стоит вопрос о социально-экономической проблеме – вымирании сёл и деревень. В то же время, процент сельского населения в России был и остается сравнительно высоким. Одним из эффективных путей решения проблемы является развитие туризма в сельских местностях. Особенно актуален этот способ для деревень, хранящих богатую историю, или находящихся в каком-либо привлекательном, с точки зрения экологического туризма, месте. Строительство туристических комплексов обеспечивает работой местных жителей, привлекает посетителей, поддерживает интерес к тому или иному месту. Купольный глэмпинг – молодое, перспективное направление в туристической отрасли России. При правильном планировании, стратегии развития он может помочь улучшить социально-экономическое положение Териберки, которая крайне нуждается в сохранении.

Ключевые слова: купольное домостроение, глэмпинг, купольный глэмпинг, Териберка.

THE CONSTRUCTION OF A DOME GLAMPING IN THE VILLAGE OF TERIBERKA AS A STARTING POINT FOR THE REVIVAL OF THE SETTLEMENT

E. A. Okylova,
Yu. V. Nikonova

Petrozavodsk State University,
Petrozavodsk, Russia

Abstract: Today there is an acute issue of the socio-economic problem – the extinction of villages and villages. At the same time, the percentage of the rural population in Russia has been and remains relatively high. One of the effective ways to solve the problem is the development of tourism in rural areas. This method is especially relevant for villages that have a rich history, or are located in some attractive place from the point of view of ecological tourism. The construction of tourist complexes provides work for local residents, attracts visitors, maintains interest in a particular place. Dome glamping is a young, promising direction in the tourism industry of Russia. With proper planning, development strategies, it can help improve the socio-economic situation of the Teriberka, which is in dire need of preservation.

Keywords: domed house building, glamping, dome glamping, Teriberka.

В современной России существует острая социально-экономическая проблема – вымирание сёл и деревень. Причин для этого явления много: отсутствие рабочих мест, из-за чего происходит миграция трудоспособного сельского населения в города; «старение» деревень из-за отсутствия перспектив для молодёжи; недостаточное внимание к социальной и жилищно-коммунальной инфраструктуре сёл со стороны государства; неэффективная аграрная политика.

В то же время, процент сельского населения в России был и остается сравнительно высоким – даже сейчас в селах проживает более 25 % населения страны. Можно не вдаваться в то, какие огромные перспективы есть у направления развития сельских местностей в контексте экономических выгод, но необходимо признать, что деревня для России – своего

рода «колыбель» её истории и культуры. Русские сёла хранят огромный пласт нашей памяти, и это одна из важнейших мотиваций к их возрождению.

Одним из эффективных путей решения проблемы является, при правильном подходе, развитие туризма в сельских местностях. Особенно актуален этот способ для деревень, хранящих богатую историю, или находящихся в каком-либо привлекательном, с точки зрения экологического туризма, месте.

Строительство туристических комплексов обеспечивает работой местных жителей, привлекает посетителей, поддерживает интерес к тому или иному месту. При грамотном планировании, наличие туристического комплекса способно дать толчок к развитию основной необходимой инфраструктуры в селе, обратить внимание на проблемы жителей и ускорить их решение.

Глэмпинг – сравнительно новое слово в туризме. Это своего рода кемпинг, но предоставляющий гостям комфорт на уровне гостиничных номеров, не умаляя при этом ощущения отдыха на природе. Само понятие образовано от словосочетания «glamorous camping». Популярность в мире данный вид туристических комплексов стал набирать только в последние годы, в России первый глэмпинг был построен лишь в 2016 году.

Глэмпинг представляет собой небольшое скопление легких домиков (шатров, полусфер или традиционной формы построек), которые имеют в себе все стандартные, «гостиничные» условия комфорта и обслуживания, но при этом находится на удалении от больших городов.

Одним из важнейших отличий глэмпинга является его интегрированность в среду – как правило, комплексы смотрятся гармонично и не портят окружающий пейзаж. Кроме того, формат глэмпинга подразумевает быстрое возведение, множество готовых решений для обустройства, широкие возможности организации активного досуга для туристов. Для строительства глэмпинга требуется меньше капиталовложений, чем для полноценных туристических баз или гостиниц, а сам проект является легко масштабируемым – при необходимости количество домиков может варьироваться. В контексте России организация глэмпингов очень перспективна по нескольким причинам:

1. наметившийся курс на развитие внутреннего туризма;
2. подъем интереса к труднодоступным, отдаленным, нетронутым уголкам природы, коими Россия чрезвычайно богата;
3. ниша глэмпингов в нашей стране практически не занята, но при этом уже имеет некоторый накопленный опыт, что облегчает её освоение и делает привлекательной для предпринимателей и инвесторов;
4. в январе 2021 года в России был запущен нацпроект «Туризм и индустрия гостеприимства», в рамках которого существует грантовая программа для предпринимателей, которые готовы строить и развивать глэмпинги.

Териберка – село, стоящее на Мурманском берегу Кольского полуострова в устье одноимённой реки, при впадении её в губу Териберскую Баренцева моря.

Териберка – это старинный поселок, первые упоминания о котором относятся к XVI веку. Основным промыслом жителей с самого основания была рыбная ловля. Два раза за свою историю, в 1623 и в 1809 годах, селение было полностью уничтожено – сначала датчанами, затем англичанами. Однако в 1823 году переселенцы отстроили становище заново, и с того времени Териберка считалась одним из лучших поселений на Мурмане.

С начала XIX века и до самого конца XX Териберка была процветающим селом. Первые постоянные жители – поморы – занимались рыболовством, китобойным промыслом, животноводством. Постепенно, с развитием морского транспорта в России, село стало появляться на пути многих линий северных пароходных сообщений. К началу XX века Териберка имела собственную школу, два храма, гидрометеостанцию, маяк, фельдшерский пункт. Был развит тресковый промысел. С приходом к власти коммунистов, в Териберке был основан колхоз, который, помимо рыболовной деятельности, занимался молочной продукцией и имел крупное оленье поголовье. В послевоенное время село достигло кульминационного развития – были отстроены судоремонтные мастерские, активно

строились культурно-социальные учреждения, были поликлиника и больница, две школы, отстраивалось новое жильё.

Ещё в середине XX века в Териберке проживало около 5 тысяч жителей. В конце XX века, после приватизации колхозных предприятий, значительная часть жителей лишилась рабочих мест, усилился отток населения из поселка. В 1997 году Териберка из поселка городского типа была преобразована в село, уровень безработицы рос. В 2006 году была закрыта школа. На момент 2010 года село оставалось в плачевном состоянии, несмотря на имеющиеся у правительства планы развития. Население составляло около 1000 жителей, и на сегодня эта цифра продолжает падать.

Но Териберка – уникальна как по хранящейся в ней истории, так и по своему географическому положению. Она является чрезвычайно перспективным местом для развития туризма по следующим весомым причинам:

1. в европейской части России Териберка является единственным местом, куда можно добраться по автомобильной дороге, чтобы увидеть открытое Баренцево море и Северный Ледовитый океан;
2. поселение расположено в Арктической зоне, которая богата на красивейшие пейзажи – суровая тундра, сопки и ущелья привлекают туристов со всей России;
3. постоянные сильные ветра делают Териберку отличным местом для занятий кайтсерфингом (включен в официальный реестр Росспорта), в том числе зимним – под влиянием Гольфстрима Баренцево море всегда открыто и не замерзает даже зимой;
4. с середины весны по середину июля Териберка является отличным местом для наблюдения за китами – в этот период к берегам подходят такие представители китовых, как синий кит, гренландский кит, высоколобый бутылконос, горбатый кит и нарвал;
5. в период полярной ночи Териберка идеально подходит для охоты за северным сиянием – ни поселок, ни его окрестности не дают сильного отсвета, благодаря чему можно наблюдать это явление во всей его полноте;
6. поселок может стать местом для развития рыболовного туризма;
7. Баренцево море – перспективно для развития дайвинга;
8. Териберка хранит важную память о Великой Отечественной Войне, что тоже может стать мотивацией к её посещению (несмотря на удаленность от непосредственной линии фронта, она не раз подвергалась немецким налётам, но вылов рыбы и сбор посылок для фронта не прекращался даже в таких условиях);
9. история образования и развития самой Териберки, за счет старинности села, не менее важна и интересна с краеведческой точки зрения;
10. удалённость Териберки от Мурманска – всего 120 километров по асфальтовой дороге, что делает её сравнительно легкодоступной и не требует сложных логистических решений по трансферу туристов или обеспечению глэмпинга, а также обеспечивает наличие мобильной связи;
11. и, наконец, в год Териберку посещает в среднем 30-40 тысяч туристов, а имеющаяся туристическая инфраструктура не является системной и не способна обслужить весь объём, и может предложить только гостиничные услуги.

Строительство глэмпинга и развитие туристических услуг могут дать людям рабочие места, решив частично проблему безработицы, которая на данный момент является острой в поселке. В ближайшей перспективе это может приостановить отток населения. В долгосрочной, при правильной стратегии развития - остановить его совсем.

Купольное домостроение имеет множество преимуществ перед традиционными прямоугольными постройками. Более того, многие из достоинств строений такого типа являются спецификой исключительно купольных конструкций, поэтому их невозможно достичь в прямоугольных сооружениях.

К основным достоинствам относятся:

1. Купольные конструкции отличаются высокой прочностью, не сильно зависящей от выбора строительных материалов. При этом, чем больше диаметр сферы – тем выше её несущая способность. Купольная постройка отлично воспринимает снеговые и ветровые нагрузки, что особенно важно в выбранном мною месте строительства. Это свойство особенно ярко выражено в домах, построенных на основе треугольного каркаса, из-за сбалансированного размещения рёбер жёсткости и точек опоры.
2. Сама купольная конструкция сравнительно лёгкая, что позволяет использовать свайный фундамент. Легкость обусловлена формой – сфера имеет наибольший объем при наименьшей площади поверхности.
3. Площадь поверхности сферы меньше, чем площадь поверхности прямоугольной постройки с такой же полезной площадью, что позволяет существенно сэкономить на материалах для строительства.
4. Купольное строение гораздо энергоэффективнее прямоугольной альтернативы. Сферическая форма помещения способствует поддержанию постоянной естественной циркуляции воздуха - значит, тёплый воздух не будет скапливаться вверху помещения или задерживаться по углам, что актуально в суровых климатических условиях.
5. Правильная форма купола не дает осадкам оставаться на крыше, дождь или снег просто стекают на землю, не оказывая на поверхность сферы сильного воздействия.
6. Сборка купольной конструкции, особенно геодезического типа, занимает минимальное количество времени – по сути, она собирается подобно конструктору, и, более того, в большинстве случаев не требует возведения дополнительных несущих конструкций, что также снижает трудозатраты и время возведения. Это особенно актуально для короткого северного лета.
7. Благодаря округлой форме, в купольном строении легче устраивать системы вентиляции и кондиционирования – воздух перемешивается естественным образом, не задерживаясь по углам.
8. Вопрос использования солнечной энергии в условиях Крайнего Севера пока остается открытым, но в мире уже существуют удачные примеры её внедрения в северных регионах (офисное здание Powerhouse Telemark в Порсгрунне, Норвегия; аэропорт Свальбард, архипелаг Шпицберген), что дает надежду на развитие этой идеи. А сферическая форма купола позволяет максимально эффективно располагать солнечные панели.
9. Интересная форма домиков, как правило, привлекает туристов больше, чем традиционная. Кроме того, купол позволяет устраивать большие светопрозрачные конструкции, максимально открывать живописные виды.

Приведенный список преимуществ купольных построек далеко не полный. Но даже рассмотренные плюсы делают купольную конструкцию конкурентоспособной альтернативой.

Однако у любой конструкции помимо достоинств есть недостатки. К недостаткам, в данном случае, можно отнести:

1. Сложность расчетов при проектировании подразумевает дополнительные расходы, так как необходима помощь профессионалов – самостоятельно рассчитать подобную конструкцию невозможно.

2. Снижение стоимости материалов за счет меньшей площади поверхности – относительное достоинство, так как современный рынок строительных материалов заточен исключительно под прямоугольное строительство. Это приводит к значительно большему количеству строительных отходов.
3. При выборе любого типа купольной конструкции встает вопрос об изготовлении каркаса. Геодезический купол подразумевает очень точное изготовление элементов («треугольников»), из которого собирается сфера, и качественное изготовление креплений. Стратокупол требует индивидуального изготовления меридианных ребёр.

Несмотря на короткий список недостатков, ими нельзя пренебрегать, и нужно учитывать при выборе в пользу купольной конструкции.

Купольный глэмпинг – молодое, перспективное направление в туристической отрасли России. При правильном планировании, стратегии развития он может помочь улучшить социально-экономическое положение Териберки, которая крайне нуждается в сохранении.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КОЛЕСНЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН НА СКЛОНАХ

В. А. Каляшов¹,
И. В. Григорьев²

¹ Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
Санкт-Петербург, Россия

² Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Якутск, Россия

Аннотация. В Российской Федерации, в настоящее время, значительный объем спелых и перестойных эксплуатационных лесов находится на территориях неудобных для проведения лесозаготовок. Значительная часть таких лесов находится на склонах гор и сопок. Для заготовки древесины в условиях склонов, например, на Дальнем Востоке используются колесные машинные комплексы, включающие харвестер и форвардер, часто оснащенные специальными лебедками. Рассмотрены особенности работы лесных машин на склонах, включая их воздействие на почвогрунты лесосек. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-26-00009, <https://rscf.ru/project/22-26-00009/>.

Ключевые слова: леса на склонах, лесозаготовка, лесные машины, трелевочные системы, уплотнение почвогрунта, деформация почвогрунта.

FEATURES OF THE WORK OF WHEELED FOREST MACHINES ON SLOPES

V. A. Kalyashov¹,
I. V. Grigorev²

¹ Federal State Educational Institution of Higher Education
«Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering»
Saint-Petersburg, Russia

² Federal State Educational Institution of Higher Education
«Arctic State Agrotechnological University»
Yakutsk, Russia

Abstract. In the Russian Federation, at present, a significant amount of ripe and over-mature operational forests is located in areas inconvenient for logging. A significant part of such forests is located on the slopes of mountains and hills. For harvesting wood in conditions of slopes, for example, in the Far East, wheeled machine complexes are used, including harvester and forwarder, often equipped with special winches. The features of the operation of forest machines on slopes, including their impact on the soils of cutting areas, are considered. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University. The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 22-26-00009, <https://rscf.ru/project/22-26-00009/>.

Keywords: forests on slopes, logging, forestry machines, skidding systems, soil compaction, soil deformation.

При производстве лесосечных работ на склонах, особенно крутых и протяженных, называемых по классификации длинными, наряду со склонами с гребнями и раздробленными, при углах наклона, превышающих $20-25^\circ$, возникают особые условия взаимодействия движителей лесозаготовительных машин и трелевочных систем с массивом почвогрунта [1].

Это приводит к искажению известных зависимостей для прогноза проходимости, уплотнения и колееобразования от воздействия движителей колесных лесных на почвогрунт лесосеки. В свою очередь, этот факт затрудняет принятие организационно-технологических решений по оптимизации параметров лесных машин и трелевочных систем на их базе, а также планированию показателей их работы в данных природно-производственных условиях. И также может негативно сказаться на экологических последствиях от проведения лесозаготовительных работ [2-4].

Прежде всего, следует учитывать, что при работе колеса на склоне различают стабилизированный и нестабилизированный режимы. При этом под стабилизацией колеса на склоне в теории трактора понимают перемещение его в поперечной плоскости до установки рамы трактора в вертикальном положении относительно горизонтали. При режиме нестабилизированного колеса его продольная ось располагается перпендикулярно к поверхности склона, под углом отличным от 90° к горизонтали [5].

При работе колесных лесных машин на склоне можно наблюдать оба рассмотренных режима. При работе даже тяжело нагруженных форвардеров на твердой поверхности – сухом почвогрунте, замёрзшем почвогрунте, наблюдается нестабилизированный режим, при работе с колееобразованием – мягкие почвогрунты, глубокий снежный покров – наблюдается стабилизированный режим работы колес.

В теории расчета уплотнения почвогрунта и колееобразования под воздействием гусеничных и колесных лесных машин принято использовать понятие (коэффициент) штампа, значение которого зависит от конструктивных особенностей движителей, т. е. от формы пятна контакта движителя с поверхностью движения. Но при работе нестабилизированного колеса на склоне под действием боковой составляющей нагрузки от веса пятно контакта шины с почвогрунтом принимает форму искривленного эллипса, а точка приложения равнодействующей реакции почвогрунта смещается на некоторое расстояние от продольной оси колеса. При этом наблюдается боковой увод шины, прямо пропорциональный смещению точки приложения равнодействующей реакции почвогрунта [5].

Также в классической теории воздействия колесных лесных машин на почвогрунты не учитывается следующий момент – при работе на склоне происходит перераспределение нормальной нагрузки от веса машины на нижележащие по склону колесные пары, т. е. на нижние по склону колеса действует большая нагрузка, чем на верхние, причем указанное перераспределение прямо пропорционально углу склона [5].

С точки зрения удельной энергоёмкости работы лесных машин следует учитывать тот факт, что при работе нестабилизированного колеса на склоне возникают достаточно значительные радиальные и тангенциальные деформации, что приводит к значительно большему расходу энергии, нежели при работе колесной лесной машины на равнине.

При работе стабилизированных колес на склоне пятно контакта шины с почвогрунтом не только приобретает искаженную форму, но и несколько уменьшается по ширине. Известен факт, что при крутизне склона более 20° в контакте с почвогрунтом остается менее половины ширина колеса [5]. Это приводит к существенному увеличению давления на почвогрунт, со всеми вытекающими из этого негативными последствиями, а также изменению профиля шины и тягово-сцепных характеристик колес, в сторону уменьшения (ухудшения). В свою очередь, искажение формы и размеров пятна контакта шины с почвогрунтом приводит смещению равнодействующей реакции вверх по склону, и возникает опрокидывающий момент, крайне негативно сказывающийся на безопасности работы лесных машин на склоне [6-11]. У стабилизированного колеса этот момент существенно меньше, нежели

у нестабилизированного. При увеличении угла склона сила сопротивления движению колеса возрастает, одновременно увеличивается глубина образуемой колесами колеи, которая для лесов на склоне особенно экологически опасна.

Данные рассуждения являются, в принципе, обоснованием дальнейшего направления теоретических и экспериментальных исследований эксплуатационной и экологической эффективности работы колесных лесных машин на склонах.

Список литературы:

1. До Т. А., Григорьев Г. В., Каляшов В. А., Гурьев А. Ю., Григорьева О. И., Хитров Е. Г. Теоретические исследования работы лесных машин с гусеничным двигателем на склонах // Resources and Technology. 2022. Т. 19. № 3. С. 1-29.
2. Бурмистрова О. Н., Просужих А. А., Хитров Е. Г., Куницкая О. А., Лунева Е. Н. Теоретические исследования производительности форвардеров при ограничениях воздействия на почвогрунты // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021 № 3 (381). С. 101-116
3. Никифорова А. И., Григорьева О. И. Моделирование воздействия двигателей лесных машин на почвы лесосек // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 5-4 (16-4). С. 320-323.
4. Калистратов А. В., Григорьева О. И., Григорьев Г. В., Дмитриева И. Н. О важности исследований экологической эффективности процесса трелевки // Наука, образование, инновации в приграничном регионе. Материалы республиканской научно-практической конференции. Петрозаводский государственный университет. 2015. С. 7-9.
5. Гуськов В. В., Велев Н. Н., Атаманов Ю. Е., и др. Тракторы: Теория: учебник для вузов – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
6. Скобцов И. Г., Куницкая О. А. Математическая модель оценки энергопоглощающих свойств устройства защиты оператора лесной машины // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. - 2022. - № 3. - С. 40-50.
7. Скобцов И. Г., Куницкая О. А. Исследование динамических нагрузок, действующих на кабину лесной машины при различных вариантах возникновения аварийных ситуаций // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. - 2022. - № 3. - С. 28-39.
8. Скобцов И. Г., Куницкая О. А. Обзор конструктивных решений защитных устройств кабин лесных машин // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. - 2022. - № 1. - С. 60-69.
9. Скобцов И. Г., Куницкая О. А. Требования стандартов по безопасности при работе на лесных машинах // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. - 2022. - № 1. - С. 51-56.
10. До Т. А., Злобина Н. И., Каляшов В. А., Гурьев А. Ю., Григорьева О. И., Хитров Е. Г. Теоретические исследования влияния угла склона на несущую способность почвогрунта при работе лесных машин // Деревообрабатывающая промышленность. 2022. № 2. С. 18-27.
11. Каляшов В. А., До Т. А., Григорьева О. И., Гурьев А. Ю., Новгородов Д. В. Современные технические решения для обеспечения безопасной работы лесных машин на горных склонах // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 2. С. 11-25.

ТЕХНОЛОГИИ ДЕРЕВЯННОГО ПАНЕЛЬНО-КАРКАСНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ И ИХ АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ СЕВЕРА

М. В. Карпов,
А. А. Кузьменков

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск, Россия

Аннотация. В статье выполнен анализ конструктивных решений стеновых деревянных панелей, применяемых организациями на территории Республики Карелия. Рассмотрены варианты конструктивных решений панельно-каркасных конструкций стен. Выполнено сравнение рассмотренных вариантов решений стеновых панелей и конструкций стен по конструктивным параметрам.

Ключевые слова: Деревянный каркас, технологии деревянного домостроения, панельно-каркасное домостроение, вариантное проектирование, технико-экономическое сравнение, теплофизические характеристики

TECHNOLOGIES OF WOODEN PANEL-FRAME HOUSING CONSTRUCTION AND THEIR ADAPTATION TO THE CONDITIONS OF THE NORTH

M. V. Karpov,
A. A. Kuzmenkov

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russia

Abstract. The article analyzes the design solutions of wall wooden panels used by organizations on the territory of the Republic of Karelia. Variants of constructive solutions of panel-frame wall structures are considered. The comparison of the considered solutions of wall panels and wall structures by structural parameters is carried out.

Keywords: Wooden frame, wooden house construction technologies, panel-frame housing construction, variant design, technical and economic comparison, thermophysical characteristics

Каркасно-панельное или каркасно-щитовое домостроение – технология строительства, при которой возведение здания или сооружения ведется из подготовленных в заводских условиях панелей.

Различают следующие виды каркасно-панельного строительства:

- 1) возведение зданий и сооружений из SIP панелей;
- 2) Возведение зданий и сооружений из панелей «классических» каркасных технологий – финской или канадской.

Стены панельной и каркасной технологии представляют собой многослойную конструкцию, состоящую из несущего каркаса и слоев облицовки. Между обшивкой укладывается теплоизоляционный материал, которым, как правило, служит минеральная вата, однако можно применять и другие утеплители, желательны негорючие, обеспечивающие высокий уровень сопротивления теплопередаче.

Панели могут выпускаться заводом-изготовителем различной заводской готовностью, а также быть вариативными в плане наполнения облицовки и светопрозрачных ограждающих конструкций.

Панельно-каркасная технология обладает следующими неоспоримыми преимуществами: сжатые сроки возведения здания за счет снижения трудоемкости работ,

круглогодичность строительства; экономия на логистике и строительстве – для доставки готовых домокомплектов с производства до строительной площадки требуется минимальное количество грузовых автомобилей, а возводить такие конструкции способна небольшая бригада рабочих (2-5 человек). Помимо вышеперечисленного, здания, построенные по такой технологии, отличаются экологичностью, сроком службы и, конечно, самым главным критерием – экономической выгодой при эксплуатации.

На территории Республики Карелия индустриальным производством панельно-каркасных домов занимаются следующие компании: ООО «Нова-ПРО», ООО «Уютный дом» (Карельский профиль), ООО «СК Дом», ООО «БиЭфПи» (Building for people).

Строительная компания «СК Дом» специализируется на строительстве каркасно-панельных зданий кранового монтажа. На производстве создаются панели по финской технологии каркасного домостроения. Каркас состоит из стоек и обвязок, выполненных из досок камерной сушки. Так как компания ориентирована на северо-запад России, то по теплотехническому расчету подобрана оптимальная толщина утеплителя под данный регион.

«СК Дом» производит панели полной заводской готовности. На заводе производится отделка внутренней части ограждающей конструкции двумя слоями гипсокартона и отделка наружной части на выбор заказчика. Также на заводе в панель монтируются окна. Габаритные размеры панелей составляют от 200 мм по толщине до 8 метров по длине. Толщина стены соответствует сумме толщин обвязки и ограждающих конструкций, фасадных и отделочных материалов.

Компания ООО «Уютный дом» (Торговая марка «Карельский профиль») производит панели ручного монтажа со следующими типоразмерами: от 600 мм до 2500 мм и толщиной 97 мм, 147 мм и 197 мм в четырех видах исполнения: «Оптима», «ЭкоЛогика», «Скандика» и «Сейсмика». Домокомплект представляет из себя панели и стропильные фермы заводского изготовления. Исполнение зависит от района возведения здания – варьируется слой теплоизоляционного материала и изменяется вид обшивки.

Комплектация панели зависит от требований заказчика. В основной домокомплект входит: панели наружных стен, стропильные фермы, обвязочные доски, панели несущих внутренних перегородок, столбы и балки несущих конструкций, верхние обвязочные доски, элементы каркаса фронтонов, льноджутовое волокно для уплотнения, комплект крепежа для сборки и ветро-влагозащитная мембрана.

Компания предоставляет возможность доукомплектования домокомплекта: утеплителем, пароизоляцией пиломатериалом для цокольного перекрытия, брусом для обвязки свай, пиломатериалом для отделки и обрешетки фасада, а также деревянных наличников окон и дверей и элементов внутренней отделки.

Компания ООО «Эко Тало» специализируется на выпуске панелей с несущим каркасом и утеплителем без внешней и внутренней отделок. Каркас выполнен из досок камерной сушки, состоит из стоек и обвязок. Толщина стоек, ширина обвязок и толщина минераловатного утеплителя может варьироваться для нужд заказчика. Кровельные панели выполняются из досок камерной сушки. Основные отличия заключаются в технологии устройства стыков.

Компания производит панели повышенной заводской готовности – с смонтированными: несущим каркасом, теплоразрыв в виде МДВП, пароизоляцией, но без наружной и внутренней отделки.

SIP панели выпускаются на заводе компании ООО «БиЭфПи». Отличительная особенность данных панелей состоит в том, что их конструкция состоит из трех слоев. Два листа OSB с утеплителем между ними, приклеенный на клеящий состав, основанный на натуральных смолах.

Типовой размер таких панелей составляет 2500 x 1250 мм. Эта геометрическая особенность основана на размере листа OSB. Для крепления панели устраивают стойки, как правило, это две сколоченные доски 2-го сорта или брус, при возведении здания или сооружения малой площади роль стойки способна выполнять доска. Обвязка представляет

собой доски, геометрические характеристики которых зависят от расчетных данных и района строительства, соответственно.

Это наименее трудоемкая технология возведения каркасно-панельных зданий. Монтаж дома занимает от двух недель до полутора месяцев. Но данная технология наименее распространенная.

В таблицах 1 и 2 представлен сравнительный анализ рассмотренных вариантов конструкций стеновых панелей и вариантов решений конструкций стен.

Таблица 1. Сравнительный анализ вариантов конструкций панелей.

Характеристика \ Компания	«СК “Дом”»	«Нова-ПРО»	«Карельский профиль»	«БиЭфПи»
Габаритные размеры панели (ДхВхШ), мм	8797х2500х306	2004х3076х324	2400х2806х222	2500х1250х224
Наличие отделочных слоев	+	-	-	-
Толщина панели, мм	306	324	222	224
Вес квадратного метра панели, кг/м ²	49,45	42,38	21,04	18,52
Вес панели, кг	1087,46	246,88	141,71	57,86
Наличие заполнения	+	+	-	+
Вид монтажа	Крановый	Крановый	Ручной	Ручной

Таблица 2. Сравнительный анализ вариантов конструкций стен.

Характеристика \ Компания	«СК “Дом”»	«Нова-ПРО»	«Карельский профиль»	«БиЭфПи»
Толщина стены, мм	306	353	307	269
Вес квадратного метра стены кг/м ²	49,45	56,05	40,86	47,11
Вес стены, кг	1087,46	345,51	275,14	147,21
Сопротивление стены теплопередаче R, м ² ·°C/Вт	4,48	4,41	4,16	5,08
Потери тепла за отопительный сезон, кВт·ч	28,94	29,43	31,16	25,52

Исходя из вышеперечисленных данных можно сделать вывод о заводской готовности панелей: компания «СК “Дом”» выпускает панели полной заводской готовности с внешней и внутренними облицовочными слоями и с заполнителями; компания «Нова-ПРО» выпускает панели с заполнением, но без облицовочных слоев, так же как и компания «БиЭфПи», компания «Уютный дом» (ТМ «Карельский профиль») выпускает панели без облицовочных слоев и заполнителя.

Также панели можно разделить по видам монтажа, это обусловлено массой панелей и их повышенной заводской готовностью. Наиболее тяжелые по массе и повышенной заводской готовностью панели (панели компаний «СК “Дом”» и «Нова-ПРО») монтируются при помощи крана, что увеличивает расходы на механизацию строительного процесса, однако уменьшает сроки возведения несущих элементов здания. Панели ТМ «Карельский профиль» и «БиЭфПи» (SIP панели) монтируются вручную, так как они наиболее легкие по массе.

При расчете готовых стеновых конструкций получены следующие показатели: сопротивление стены теплопередаче и потери тепла за отопительный сезон:

- лидером в сопротивлении теплопередаче стала стеновая конструкция компании «БиЭфПи». Это вызвано следующим фактором: увеличение шага стоек – тем самым минимизируются потери тепла за счет повышения однородности конструкции;
- панели компаний СК «Дом» и «Нова-ПРО» примерно одинаковы по сопротивлению теплопроводности стеновой конструкции. Разность в показателях составляет 2 %;
- на 7 % ухудшаются показатели панелей ТМ «Карельский профиль», однако стоит учесть, что это вызвано, в первую очередь использованием OSB в качестве жесткой обшивки, в то время как компании СК «Дом» и «Нова-ПРО» используют МДВП.

Стоит принять во внимание тот факт, что компанию «Уютный дом» (ТМ «Карельский профиль»), также используют МДВП в качестве обшивки, тогда показатели сопротивления теплопроводности конструкции выравниваются.

Также из данных, представленных в таблице, можно увидеть разницу в потерях энергии через стеновые конструкции разных компаний. Лучший показатель отмечается у SIP-панелей.

В качестве адаптационных особенностей стеновых панелей компаний, занимающихся деревянным панельно-каркасным домостроением в Республике Карелия, можно выделить следующие технологические решения: увеличение толщины теплоизоляционного слоя, как правило, 200 мм утеплителя, использование терморазрыва в виде МДВП плит (Isoplaat), а также использование перекрестного утепления, позволяющее минимизировать количество мостиков холода. Для SIP-панелей характерно применение оштукатуривания по утеплителю, применением вспененного полиэтилена в качестве утеплителя в стыках – это позволяет также минимизировать мостики холода и увеличить теплоизоляционные характеристики стеновой конструкции.

Английская некоммерческая организация ВВА, занимающаяся, сертифицированием строительной продукции и материалов, выпустила список рекомендаций для адаптирования SIP-панельной технологии под условия Шотландии и Северной Ирландии. В качестве рекомендаций организация отмечает использование утепленных фундаментов, систем вентиляции воздуха с рекуперацией и использование термовставки вместо стоек с использованием двойных обвязок. В России данные технологии или уже применяются, или начинают входить в обиход, как например, термовставки.

Список литературы:

1. Карпов М. В. Конструктивно-технологические решения панельно-каркасных деревянных зданий (на примере Республике Карелия) [Текст] / М. В. Карпов, А. А. Кузьменков // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-практической конференции (02-08 декабря 2022 г.) / ПетрГУ. - Петрозаводск: Изд-во Петропресс, 2022. - С.27-39.
2. Кузьменков А. А., Караченцева Я. М., Дербенёв А. В. Обоснование конструктивных и технологических решений экспериментального деревянного малоэтажного здания с учетом принципов «Зеленого строительства» // Resources and Technology. - 2021. - Т. 18. - №. 1. - URL: <https://rt.petrus.ru/journal/article.php?id=5522>.
3. Кузьменков А. А. Сравнение технологий деревянного малоэтажного домостроения для условий Республики Карелия / А. А. Кузьменков, А. А. Андреева // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-практической конференции (05-07 октября 2020 г.) / ПетрГУ. - Петрозаводск, Издательство Петропресс, 2020. - С.51-58.
4. Кузьменков, А.А. Глубокая переработка древесины в деревянном малоэтажном домостроении / А.А. Кузьменков // Повышение эффективности лесного комплекса : материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием / ПетрГУ. - Петрозаводск, 2021. - С.96-99.
5. Кузьменков А.А. Thermal Bridges in Wall Panels of Wooden Frame Houses [Text] / А.А. Кузьменков, Е.А. Тихонов, Г.Н. Колесников // Lecture Notes in Civil Engineering. - Springer, Cham, 2020. - vol.70. - P.329-336. - URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-42351-3_29. - ISSN 2366-2565.

К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ НАРОДНОГО ЗОДЧЕСТВА МУРМАНСКОГО ПОМОРЬЯ

П. П. Медведев,
Л. А. Девятникова

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск, Россия

Аннотация: Статья посвящена вопросам изучения народного зодчества на территории Терского берега Мурманской области – одного из специфических историко-архитектурных субрегионов Российского Севера.

Ключевые слова: Успенская церковь в Варзуге, Народное зодчество, Терский берег, Мурманская область.

TO THE QUESTION OF THE STUDY OF FOLK ARCHITECTURE OF MURMANSK POMORIE

P. P. Medvedev,
L. A. Devyatnikova

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russia

Abstract. The article is devoted to questions of studying folk architecture on the territory of the Tersky coast of the Murmansk region - one of the specific historical and architectural subregions of the Russian North.

Keywords: Assumption Church in Varzuga, Folk architecture, Tersky coast, Murmansk region.

Изучение народного зодчества на территории Терского берега Мурманской области стало одним из направлений экспедиционной и исследовательской деятельности в ПетрГУ в период 1979-2015 годов (рис. 1).

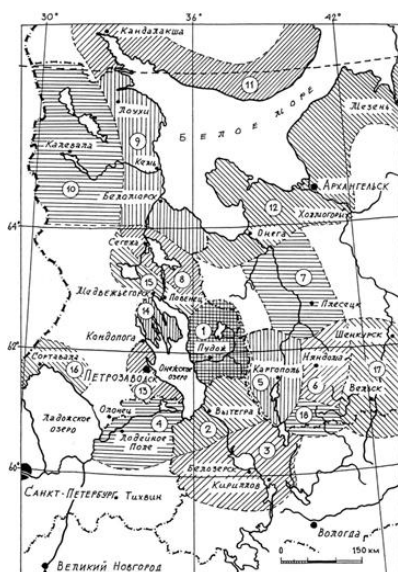


Рисунок 1. Картограмма обследованных историко-архитектурных субрегионов Российского Севера за период 1979-2015 годов с участием, а затем и под руководством П.П. Медведева (1 – Восточное Обонежье, 2 – Вытегорье, 3 – Белозерье, 4 – Посвирье, 5 – Каргополье, 6 – Архангельское Приморье, 7 – Архангельское Поонежье, 8 – Выгозерье, 9 – Карельское Поморье, 10 – Беломорская Карелия, 11 – Мурманское Поморье, 12 – Архангельское Поморье, 13 – Юго-Западное Прионежье, 14 – Заонежье, 15 – Северное Прионежье, 16 – Карельское Приладожье, 17 – Архангельское Поважье, 18 – Архангельское Поконошье) (автор – Медведев П.П., 2015 г.).

При изучении региональных и этнических особенностей в архитектурно-строительной деятельности жителей Терского побережья Белого моря весьма актуальным оказался вопрос о роли культовых сооружений и их комплексов в архитектурно-пространственной

организации жилой среды традиционных расселенческо-поселенческих образований.

И среди многих, сохранившихся до наших дней памятников храмовой архитектуры, хочется особо отметить «шедевр деревянного шатрового зодчества Российского Севера» - Успенскую церковь в Варзуге, также нередко именуемую как церковь Успения Пресвятой Богородицы или как церковь Успения (кончины) Пречистой Божьей матери и построенную местным крепостным крестьянином Климентом Кирилловичем Федоровым в 1674 году (рис. 2) [7; 11]. В работе историка Ю. П. Бардиловой, опубликованной в 2014 году, встречается документально подтвержденная дата признания Успенской церкви историческим памятником, являющимся «высококачественным произведением зодчества XVI в.», имеющим особую историко-культурную и художественную ценность» - 17 июня 1940 года [1].

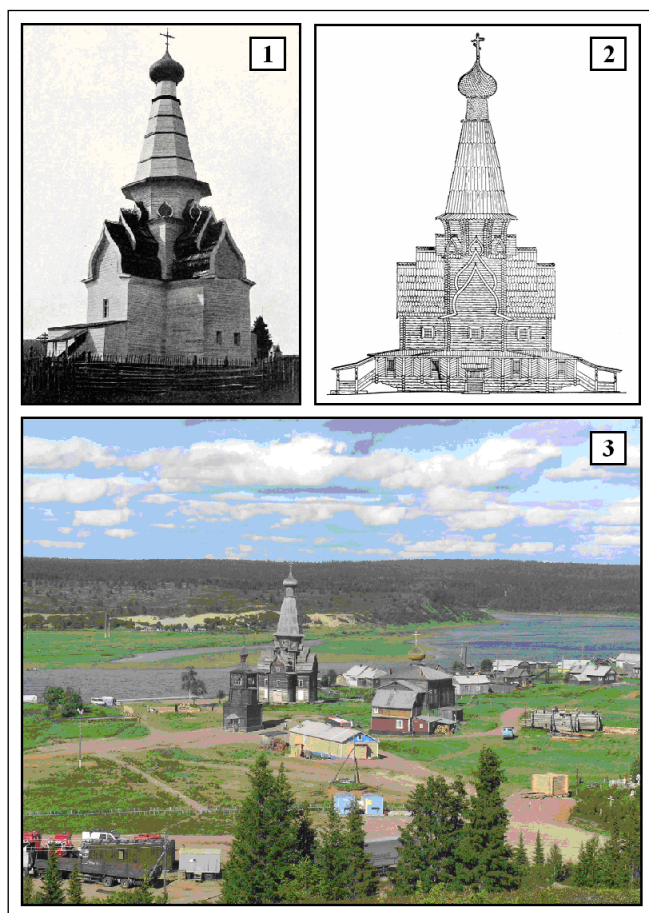


Рисунок 2. Успенская церковь в селе Варзуге (1674 г.): 1 – Фото из книги И.Э. Грабаря [3]; 2 – Успенская церковь в селе Варзуге (1674 г.) Первоначальный вид. Реконструкция [5, 8]; 3 - Вид на село [Варзуга Терского района Мурманской области] (автор – «Krytsyn Vlad», дата съемки – 27.06.2006 г.) [2].

Одним из первых путешественников-исследователей образно-художественную характеристику Успенской церкви в Варзуге дал в 1912 году гражданский инженер, состоявший на то время в должности архангельского губернского и епархиального архитектора, А. А. Каретников, написавший в своей статье под названием «Деревянное церковное строительство в старину на Севере России», что она «идеально красива той божественной красотой, которая так редко удается рукам человеческим, и вместе с тем необычайно конструктивна и целесообразна в техническом отношении по устойчивости и прочности в смысле статического равновесия», а в 1920 году уже искусствовед И. В. Евдокимов в своей работе под названием «Север в истории русского искусства» отмечал, что она «является в буквальном смысле потрясающей, до того прекрасен ее дивно-стройный и какой-то певучий облик...» [4, 6].

Затем спустя полвека вслед за А. А. Каретниковым и И. В. Евдокимовым, памятуя о сказанных ими словах, уже историк И. Ф. Ушаков в 1974 году писал, что «издали она

[Успенская церковь] кажется поразительно стройной, торжественной, гармонично слитой с окружающей природой», а «с близкого расстояния выглядит грандиозной, монументальной» [12; 13]. А всего лишь за пять лет до этого архитекторы И. А. Батенев и Б. Н. Федоров в своей книге «Архитектурные памятники Русского Севера» (1968 г.) писали о ней так: «Стремительно уходит в бледное северное небо высокий бревенчатый тридцатичетырехметровый столп. Его крещатое основание с поднимающимися ярусами бочечных завершений как бы с силой выталкивает вверх четверик с легким высоким шатром». Трудно оставить без внимания и слова, сказанные историком И. Ф. Ушаковым об Успенской церкви в 1974 году в его книге «Историческое краеведение: Мурманская область: (досоветский период)» о том, что «с необыкновенной легкостью, стремительно взметнулась она ввысь, стройная, какая-то одухотворенная, немного напоминающая свечу в светильнике» [13].

В свою очередь, по мнению архитектора А. В. Ополовникова (1986 г.) «скульптурная пластичность памятника, цельный, последовательно воспринимающийся объем роднят его с лучшими произведениями русского деревянного зодчества: стройность и величественная устремленность ввысь – с Успенской церковью в Кондопоге (1774 г.), изящество ярусных криволинейных кровель – с Преображенской церковью в Кижях (1714 г.)» [9]. А спустя еще два года А. В. Ополовников к ранее сказанному добавлял, что «стройный шатер, легко поднимающийся над тремя ярусами бочек-кокошников или «теремков», широкие галереи с трех сторон центрального столпа сразу вызывают в памяти образ прославленного творения – храма Вознесения в Коломенском. Но перед нами отнюдь не механическое копирование форм, а единство идейно-художественного замысла». И в работе [10] отмечено, что «идея взлета вверх в архитектуре церкви с. Варзуга блестяще разрешена: от низкой, словно прижавшейся к земле галереи взгляд как бы бежит по ступеням – ярусам бочек-кокошников и затем подхватывается вертикалью шатра. Этот выразительный композиционный прием, разработанный, видимо, в более ранний период, был применен и в каменном зодчестве, в частности в церкви с. Коломенского под Москвой».

А от идеи взлета остается всего лишь один шаг до сравнения Успенской церкви с космическим кораблем на стартовой площадке. Шаг, который был успешно сделан, к примеру, в работе философа, писателя и поэта Ю. В. Линника «Космизм трехшатрового храма», опубликованной в 2014 году и посвященной Успенскому собору в Кеме (1711-1717 гг.). «Шатровые храмы – и космические ракеты: кто первым сопоставил их?» - задавал вопрос себе и читателям Ю. В. Линник. И отвечая на него, писал: «Думается, за ярким и зорким сравнением стоит не отдельная личность, а коллективное бессознательное: метафора напрашивается сама собой – подсказывается духом эпохи. Это нечто спонтанное – идущее из глубины народа. В ретроспективе кажется: наши храмы пророчат о космическом взлете России – накапливают импульс для него».

Естественно, что не все высказанные в адрес Успенской церкви сравнения и метафоры здесь перечислены. Однако, анализ эпитетов об оригинальном, сохранившемся до наших дней, объекте деревянного зодчества открывает простор для новых научных исследований и творческих воплощений, для размещения в библиотеке информационных моделей объектов храмовой архитектуры, где это творение займет достойное место.

Список литературы:

1. Бардилова Ю. П. Закрытие церквей в Терском районе Мурманского округа и области в 1930-е-1940 гг. // X Ушаковские чтения, [Мурманск, 7-8 ноября 2013 г.]: сборник научных статей / [редколлегия: Ю.П. Бардилова (научный редактор), В. В. Кузь, С. А. Никонов]. - Мурманск: МГТУ, 2014. - С.3-6.
2. Варзуга (село) – Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Варзуга_\(село\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Варзуга_(село)) (дата обращения: 08.11.2018).

3. Грабарь И. Э. История русского искусства Т. 1: История архитектуры. Т. 1. Допетровская эпоха. – М: Изд-е И. Кнебель, 1910. - 507, [11] с., 1 л. фронт. (ил.), 3 л. ил.: ил., портр.
4. Евдокимов И. В. Север в истории русского искусства - Вологда: Издание Союза северных кооперативных союзов, 1921. - [1], 231 с., [24] л. фот.
5. История русской архитектуры: [учеб. для арх. вузов и фак. / Н. И. Брунов, А. И. Власюк, А. И. Каплун и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - М: Госстройиздат, 1956. - 614 с.: ил., карты.
6. Каретников А. А. Деревянное церковное строительство в старину на Севере России // Известия Архангельского Общества изучения Русского Севера. - 1913. - № 2. - С. 50-56.
7. Краткое историческое описание приходов и церквей Архангельской Епархии. Вып. 3: Уезды: Онежский, Кемский и Кольский / Арханг. Епархиал. церковно-археолог. ком. - Архангельск: Изд-во Архангельской церковно-археологической комиссии, Типо-литогр. наследников Д. Горяйнова, 1896. - 267 с.
8. Медведев П. П., Марков Б. Г., Беляева Е.А. Применение методов начертательной геометрии при реконструкции архитектурных ансамблей традиционных сельских поселений // Вопросы повышения эффективности общественного производства в Карелии. Тез. докл. Республиканской науч.-практ. конф. (29-30 ноября 1984 г.). - Петрозаводск, 1984. - С. 85-86.
9. Ополовников А. В. Русское деревянное зодчество. Памятники шатрового типа. Памятники клетского типа и малые архитектурные формы. Памятники ярусного, кубоватого и многоглавого типа / Центральный науч.-исслед. инс-т теории и истории архитектуры. – М.: Искусство, 1986. – 311 с.: ил.
10. Пилявский В. И., Тиц А. А., Ушаков Ю. С. История русской архитектуры: Учебник для вузов. – М.: Архитектура-С, 2003. – 512 с.: ил.
11. Ушаков И. Ф. Варзуга: Энциклопедия Кольского края. // Мурманский вестник. – 1995. – 21, 28 февр., 14, 21, 28, 29 марта, 1 апр. URL: http://kolanord.ru/html_public/col_avtory/UshakovIF/UshakovIF_Goroda-rajony-naselennye-punkty_2022/10/index.html (дата обращения: 27.01.2023).
12. Ушаков И. Ф. Избранные произведения: историко-краеведческие исследования. В 3 т. Т. 3. Кольская старина. - Мурманск: Мурманское кн. изд-во, 1998. - 473, [1] с.: ил.
13. Ушаков И. Ф. Историческое краеведение: Мурманская область: (досоветский период). - Мурманск: Мурманское кн. изд-во, 1974. - 87, [1] с.: ил.

ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТОГО ДЕРЕВЯННОГО ЭЛЕМЕНТА

Ю. А. Инькова

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Вологодский государственный университет»,
Вологда, Россия

Аннотация. В статье рассматривается проблема вероятностной оценки индекса надежности деревянных конструктивных элементов при центральном сжатии. Прочность нормальных секций и устойчивость элементов используются в качестве критериев предельного состояния. В практических задачах эти несущие элементы являются частью деревянных ферм или стропильной системы. В статье описываются три метода анализа надежности: метод FOSM, метод Монте-Карло, метод Хасофера-Линда (HL). Результаты расчета показали, что значение индекса надежности, полученного методом FOSM имеет менее точное значение, в сравнении с прочими методами. Точность метода FOSM снижается с увеличением изменчивости случайных величин и увеличением степени нелинейности математической модели предельного состояния.

Ключевые слова: надежность, индекс надежности, вероятность отказа, вероятностное проектирование, функция распределения, безопасность, деревянные конструкции.

PROBLEMS OF INVESTIGATING THE RELIABILITY OF A CENTRALLY COMPRESSED WOODEN ELEMENT

Yu. A. Inkova

Vologda State University,
Vologda, Russia

Abstract. The article deals with the problem of probabilistic assessment of the index of reliability of wooden structural elements under central compression. The strength of normal sections and stability of elements are used as limit state criteria. In practical problems these load-bearing elements are part of wooden trusses or rafter system. Three methods of reliability analysis are described in the article: FOSM method, Monte Carlo method, Hassofera-Linda (HL) method. The calculation results show that the reliability index value obtained by the FOSM method has a less accurate value, in comparison with other methods. The accuracy of the FOSM method decreases with increasing variability of random variables and increasing degree of nonlinearity of the mathematical model of the limit state.

Keywords: reliability, reliability index, failure probability, probabilistic design, distribution function, safety, wooden structures.

В этой статье мы сравниваем эффективность различных подходов к оценке индекса надежности и представляем алгоритмы анализа надежности деревянного элемента при осевом сжатии. В практических задачах эти конструктивные элементы являются частью деревянных ферм или стропильной системы.

Математическая модель предельного состояния (1):

$$\frac{N}{A} \leq R, \quad (1)$$

где N – продольная нагрузка на стойку; A – расчетная площадь поперечного сечения; R – прочность древесины при сжатии.

Математическая модель предельного состояния для критериев потери устойчивости или устойчивости может быть записана в виде:

$$\frac{N}{A \cdot \phi} \leq R, \quad (2)$$

где ϕ – коэффициент продольного изгиба элемента.

Путем преобразований приведем математическую модель (2) к виду (3):

$$N \leq R \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \left[1 - 0,8 \cdot \left(\frac{l}{25 \cdot d} \right) \right] \quad (3)$$

где d – диаметр поперечного сечения.

С учетом случайных величин выражение (2) примет вид:

$$\tilde{N} \leq \tilde{\sigma}_{ult} \cdot (0,7854 \cdot \tilde{d}^2 - 0,0010 \cdot l^2) \quad (4)$$

Размеры поперечного сечения следует рассматривать как случайные величины по причине высоких значений коэффициентов вариации во многих практических случаях.

Предел прочности древесины $\tilde{\sigma}_{ult}$ и диаметр \tilde{d} могут быть описаны нормальным распределением. При описании работы конструкции крыши, наиболее подходящим для вероятностного моделирования веса снегового покрова \tilde{N}_{snow} , является закон распределения Гумбеля (иначе называемый - двойной экспоненциальный закон или обобщенное распределение экстремальных значений типа I).

Функция предельного состояния по критерию прочности нормальных сечений может быть записана в виде неравенства (5):

$$\tilde{g} = \tilde{\sigma}_{ult} \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot \tilde{d}^2) - \tilde{N}_{snow} - \sum_{i=1}^n \tilde{N}_i \geq 0 \quad (5)$$

Индекс надежности β , рассчитаем по формуле:

$$\beta = \frac{m_g}{S_g} \quad (6)$$

Метод FOSM может быть применен для приближенного решения. У этого подхода имеется ряд недостатков: он не может быть использован в функциях предельного состояния высокой степени нелинейности; он используется в случаях нормального или логнормального распределений; он дает точный результат с небольшим уровнем изменчивости для случайных параметров. Тем не менее, этот метод очень прост и позволяет получить оценку надежности с достаточной точностью для многих задач.

Для преодоления этих недостатков необходимо использовать более продвинутые методы анализа надежности, например, FORM или алгоритм Хасофера-Линда.

FOSM-подход, основанный на рядах Тейлора первого порядка. Основываясь на этом подходе, статистические параметры могут быть найдены следующим образом:

- для критерия прочности нормального сечения:

$$m_g = m_{\sigma,ult} \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot m_d^2) - m_{N,snow} - \sum_{i=1}^n m_{N,i} \quad (7)$$

- для критерия потери устойчивости:

$$m_g = m_{\sigma,ult} \cdot (c_1 \cdot m_d^2 - c_2 \cdot l^2) - m_{N,snow} - \sum_{i=1}^n m_{N,i} \quad (8)$$

$$S_g = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial \sigma_{ult}}\right)^2 \cdot S_{\sigma,ult}^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial d}\right)^2 \cdot S_d^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial N_{snow}}\right)^2 \cdot S_{N,snow}^2 + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial g}{\partial N_i}\right)^2 \cdot S_{N,i}^2} \quad (9)$$

Во-вторых, точность FOSM-подхода должна быть проверена с помощью моделирования методом Монте-Карло. На основе статистических данных для случайных величин в (7) можно смоделировать 10 000 случаев деревянных элементов со случайными размерами, прочностью и нагрузками.

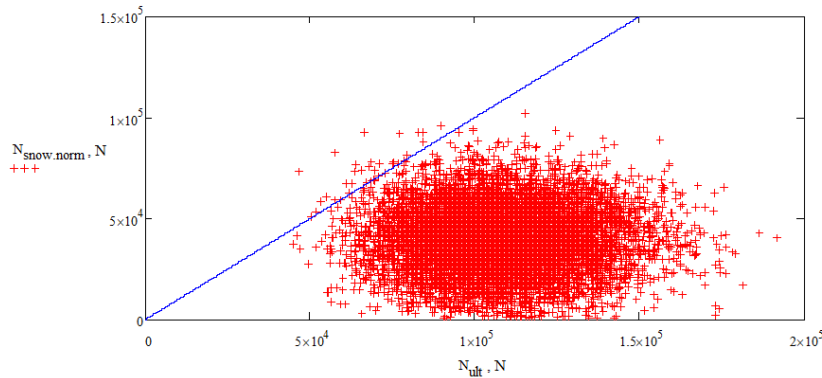


Рисунок 1. Исследование надежности деревянной стойки методом Монте-Карло

Вероятность отказа может быть оценена как:

$$P_{f,M-C} = \Pr(g < 0) = \frac{\text{cases}(g < 0)}{10000} \quad (10)$$

Рассмотрим пример со следующими исходными данными: $m_{\sigma,ult} = 15$ МПа, $S_{\sigma,ult} = 2$ МПа, $m_d = 0,100$ м, $S_d = 0,005$ м, $m_{N,snow} = 40$ кН, $S_{N,snow} = 16$ кН, $m_N = 10$ кН, $S_N = 2$ кН. Статистические параметры согласно формулам имеют значения: $m_g = 67,81$ кН; $S_g = 25,41$ кН. Тогда индекс надежности составит: $\beta = 2,669$. Проверим корректность решения с помощью метода Монте-Карло. Вероятность отказа в данном способе: $P_{f,M-C} = 0,0027$. Это соответствует индексу надежности: $\beta_{M-C} = 2,780$.

Для уточнения аналитического решения может быть применен метод Хасофера-Линда.

Таблица 1. Результаты оценки индекса надежности методом Хасофера-Линда.

Iteration	1	2	3	4
β_{HL}	2.669	2.804	2.807	2.807
u_{σ}	-1.65	-1.74	-1.68	-1.72
u_d	-1.20	-1.40	-1.00	-1.00
$u_{N,snow}$	1.68	1.77	1.98	1.94
u_N	0.21	0.22	0.25	0.24
$g(X)$	3875	-378	448	429

Индекс надежности по методу Хасофера-Линда β_{HL} близок к значению, полученному методом Монте-Карло β_{M-C} .

Надежность является ключевым количественным показателем безопасности при проектировании конструкций.

Рассмотренные методы анализа надежности: метод FOSM, метод Монте-Карло, а также метод Хасофера-Линда (HL) на числовых примерах показали близость значений индекса надежности, найденных методом Хасофера-Линда и методом Монте-Карло (разница в значениях которых составляет менее 1 процента), в то время как метод FOSM демонстрирует менее точное решение. Точность метода FOSM снижается с увеличением изменчивости случайных величин и увеличением степени нелинейности математической модели предельного состояния. Более точное аналитическое решение можно получить с помощью алгоритма HL-RF (Hasofer-Lind and Rackwitz-Fiessler).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СТЕН С ДЕРЕВЯННЫМ КАРКАСОМ

Я. А. Пахомов,
А. А. Кузьменков

Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия

Аннотация. Рассмотрены варианты конструктивных решений каркасных конструкций стен. Выполнено сравнение рассмотренных вариантов по конструктивным и экономическим параметрам с учетом теплофизических характеристик.

Ключевые слова: деревянный каркас, вариантное проектирование, технико-экономическое сравнение, теплофизические характеристики

COMPARATIVE ANALYSIS OF STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF WALLS WITH A WOODEN FRAME

Ya. A. Pakhomov,
A. A. Kuzmenkov

Petrozavodsk state university,
Petrozavodsk, Russia

Abstract. Variants of constructive solutions for frame structures of walls are considered. Comparison of the considered options on constructive and economic parameters is carried out taking into account thermalphysical characteristics.

Keywords: wooden frame, variant design, feasibility comparison, thermophysical characteristics.

Традиционно выделяют «американскую» и «финскую» технологию деревянного каркасного домостроения.

Немаловажной особенностью американской каркасной конструкции является необходимость достижение высоких показателей по сопротивлению ветровым нагрузкам. Для усиления проемов применяются двойные или тройные стойки совместно с хедерами. Хедер (от англ. – header) – это доска, установленная на ребро над проемом и опирающаяся на дополнительные стойки. Система «хедер + сдвоенные стойки» позволяет снять нагрузку с проема от выше лежащих конструкций и передать ее на фундамент.

Двойная верхняя обвязка из доски также является отличительной особенностью американского каркаса. Сдвоенная обвязка дает усиление по верху стены и распределяет нагрузки от выше расположенных конструкций. Также второй слой обвязки обеспечивает перевязку стыковых соединений каркаса стен в углах, что обеспечивая цельность всей конструкции каркаса стен.

Также к характерным чертам американского каркаса можно отнести и использование плитных материалов для обшивки стен, чаще всего ориентированно-стружечной плиты (OSB), для дополнительной пространственной жесткости.

Большинство каркасных домов в США и Канаде возводится прямо на стройплощадке из привезенных материалов с помощью технологии «платформа». На облегченном фундаменте сначала собирают платформу – конструкцию нижнего перекрытия в виде обвязки из сдвоенной или строенной доски, набора балок с утеплением между ними и черновой плитной обшивкой. Следующим этапом на платформе осуществляется сборка каркаса стен. Каркас каждой стены собирается в горизонтальном положении. Затем поочередно поднимают стены в нужном порядке и формируют углы.

Основной идеей каркасного скандинавского дома является энергоэффективность. Ключевой особенностью финского каркаса является так называемый «финский ригель».

Ригель реализуется в виде доски врезанной «на ребро» в стойки под верхней обвязкой. Это решение по усилению конструкции всей стены позволяет не применять точечное усиление в местах оконных и дверных проемов. Так как каркас стены усилен раскосами, которые впилены в стойки с наружной стороны, то внутренняя и наружная отделка не обязательно должна выполняться из жестких плитных материалов. Еще одной ключевой особенностью у скандинавской» технологии является дополнительное перекрестное утепление внутри дома и использование ветрозащитной плиты снаружи.

В Скандинавских странах в большей степени развито строительство из готовых заводских домокомплектов. Такой подход к строительству дает возможность быстро собрать готовый домокомплект и накрыть его крышей, что важно в суровом климате.

Стена каркасного дома состоит из нескольких слоёв материалов. Кроме наружной и внутренней обшивок она состоит из слоя теплоизоляции и ветрозащитных и пароизоляционных слоев. Правильное расположение слоев каркасной конструкции должно придерживаться правилу: паропроницаемость материалов должна снижаться изнутри – наружу. Еще одной особенностью стен каркасного дома является их конструктивная неоднородность связанная со слоистостью и наличием включений в виде элементов каркасной конструкции. Элементы каркаса проявляются как «мостики холода».

Для сравнительного анализа было выбрано 3 варианта каркасной конструкции стен. Все варианты имеют одинаковую несущую конструкцию за исключением толщины утеплителя и как следствие наличие дополнительных обрешеток (рисунок 1). Основные характеристики конструкций представлены в таблице 1.

Первый вариант конструкции отличается толщиной утеплителя равной 150 мм и отсутствием внутренней обрешетки. Такое решение позволяет сэкономить ресурсы, но вносит ряд технологических сложностей.

Второй вариант стены имеет дополнительное утепление толщиной 50 мм за счет наличия внутренней обрешетки. Также в этом варианте конструкции значительно уменьшается количество мостиков холода за счет горизонтального расположения внутренней обрешетки. Также такое дополнительное утепление частично решает недостаток технологической дисциплины при производстве работ.



Рисунок 1. Рассматриваемые варианты конструкций стен.

В третьем варианте для повышения энергоэффективности стен применено еще одно дополнительное перекрестное утепление толщиной 50 мм. Рациональнее всего применять утепление снаружи, чтобы сместить точку выпадения росы наружу от основной конструкции стены, что положительно сказывается на качестве и долговечности стены.

Таблица 1. Основные характеристики рассматриваемых вариантов конструкций

Наименование	Потери тепла через 1 м ² утеплителя, кВт х ч	Сопротивление теплопередаче, м ² ·°C/Вт	Толщина стены, мм	Толщина утеплителя, мм	Вес 1 м ² стены, кг	Площадь мостиков холода на 1 м ² , м ²	Площадь мостиков холода на 1 м ² , %	Потери тепла через 1 м ² стойки, кВт х ч
№	1	2	3	4	5	6	7	8
Вариант 1	32,55	3,99	239	150	30,1	0,09	9	89,54
Вариант 2	24,61	5,27	284	200	33,4	0,008	0,8	84,47
Вариант 3	20,08	6,46	329	250	36,7	0,008	0,8	72,65

Горизонтальная обрешетка значительно уменьшает количество мостиков холода.

Также можно увидеть, что с увеличением толщины стены увеличивается, и ее масса и с увеличением толщины утеплителя увеличивается сопротивление теплопередаче.

Для оценки рациональности вложения в утеплитель необходимо выявить экономию теплоносителя на обогрев помещений которое дает каждый вариант стены и сравнить между собой.

По статистике основными видами отопления в нашем регионе являются: газ природный, газ сжиженный, электричество и пеллеты. Узнав стоимость киловатта энергии для каждого теплоносителя, стоимость дополнительного утепления, и зная потери тепла каждой стеной можно определить затраты в рублях на отопление дома. В таблице 2 представлены результаты сравнительного анализа для разных видов стен с учетом экономии за один отопительный период.

Таблица 2. Результаты сравнительного анализа

Экономия в 1 отопительный период				
Сравнение вариантов стен	Газ природный, руб.	Электричество, руб.	Пеллеты, руб.	Газ сжиженный, руб.
C1 - C3	852,00	4317,86	2314,43	4520,38
C2 - C3	309,51	1568,56	840,77	1642,13
C1 - C2	542,49	2749,30	1473,66	2878,25

Анализируя таблицу можно сделать вывод, что чем дороже теплоноситель, тем дополнительное утепление более выгодно. Также легко заметить закономерность, что каждый дополнительный слой уже не так сильно влияет на экономию как предыдущий. Стена № 1 и стена № 2 отличаются на 50 мм утеплителя, также как стена № 2 от стены № 3, но экономия уменьшается почти в 2 раза.

Также на основе полученных данных можно рассчитать примерный срок окупаемости дополнительного утепления. Для этого было бы необходимо учесть инфляцию и рост стоимости теплоносителя.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод о необходимости индивидуального подхода к проектированию ограждающих конструкций в зависимости от условий строительства, затрат на отопление и индивидуальных требований застройщика к зданию.

Список литературы:

1. Пахомов Я. А. Конструктивно-технологические решения зданий с деревянным каркасом / Я. А. Пахомов, А. А. Кузьменков // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-практической конференции (02-08 декабря 2022 г.) / ПетрГУ. - Петрозаводск: Изд-во Петропресс, 2022. - С.58-66.
2. Кузьменков А. А., Караченцева Я. М., Дербенёв А. В. Обоснование конструктивных и технологических решений экспериментального деревянного малоэтажного здания с учетом принципов "Зеленого строительства" // Resources and Technology. - 2021. - Т. 18. - №. 1. - URL: <https://rt.petrSU.ru/journal/article.php?id=5522>.
3. Кузьменков А.А. Сравнение технологий деревянного малоэтажного домостроения для условий Республики Карелия / А.А. Кузьменков, А.А. Андреева // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-практической конференции (05-07 октября 2020 г.) / ПетрГУ. - Петрозаводск, Издательство Петропресс, 2020. - С.51-58.
4. Кузьменков, А. А. Глубокая переработка древесины в деревянном малоэтажном домостроении / А. А. Кузьменков // Повышение эффективности лесного комплекса : материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием / ПетрГУ. - Петрозаводск, 2021. - С.96-99.
5. Кузьменков А. А. Thermal Bridges in Wall Panels of Wooden Frame Houses [Text] / А. А. Кузьменков, Е. А. Тихонов, Г. Н. Колесников // Lecture Notes in Civil Engineering. - Springer, Cham, 2020. - vol.70. - P.329-336. - URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-42351-3_29. - ISSN 2366-2565.

ВЛИЯНИЕ ПРОЛЕТА СРЕЗА НА МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А. Н. Петров¹,
С. Н. Карпенко²,
В. А. Ерышев³

¹Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия

²Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры
и строительных наук,
Москва, Россия

³Тольяттинский государственный университет,
Тольятти, Россия

Аннотация. Рассматривается инженерный подход к расчету изгибаемых железобетонных конструкций при совместном действии изгибающих моментов и поперечных сил. Дана методика определения несущей способности наклонных сечений в зависимости от пролета среза и других расчетных параметров. Выполнено сопоставление расчетных, по предложенной методике, и опытных данных.

Ключевые слова: пролет среза, механизм разрушения, несущая способность, наклонное сечение, изгибаемые элементы

INFLUENCE OF THE SHEAR SPAN ON THE MECHANISM OF BENDING ELEMENTS FRACTURE

A. N. Petrov¹,
S. N. Karpenko²,
V. A. Eryshev³

¹Petrozavodsk State University,
Petrozavodsk, Russia

²Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture
and Construction Sciences,
Moscow, Russia

³Tolyatti State University,
Tolyatti, Russia

Abstract. An engineering approach to the design of bending reinforced concrete structures under the combined action of bending moments and shear forces is considered. The method for determining the bearing capacity of inclined sections depending on the shear span and other design parameters is given. A comparison of the calculated, according to the proposed method, and experimental data is carried out.

Keywords: shear span, fracture mechanism, bearing capacity, inclined section, bending elements.

Проблемой расчета прочности элементов при совместном действии моментов и поперечных сил занимались многие исследователи. Эти исследования продолжаются до настоящего времени, однако единых критериев так и не выработано. Причина такой ситуации заключается в сложности проблемы. Среди используемых расчетных моделей можно назвать классический метод Мёрша (или метод ферменной аналогии) со многими поправками и модификациями; метод, основанный на использовании механики разрушения; чисто эмпирические методы и наиболее обоснованный метод равновесия предельных усилий в наклонном сечении (сечении, совпадающим с наклонной трещиной, по которой происходит разрушение).

Основное развитие и применение в нашей стране нашел метод расчета прочности

изгибаемых железобетонных элементов (балок) в области действия поперечной силы и изгибающего момента по наклонному сечению, разработанный М. С. Боришанским [1, 2] под руководством А. А. Гвоздева.

Согласно указанному методу, в стадии разрушения условно происходит разделение балки по косой трещине на две части, соединенные между собой бетоном сжатой зоны в вершине косой трещины, и продольной и поперечной арматурой, пересекаемой косой трещиной.

В рамках этой модели различают два вида разрушения балки по наклонному сечению:

1) в результате текучести продольной и поперечной арматуры в наклонной трещине (в современных расчетах – при достижении напряжений в арматуре расчетных сопротивлений) и последующего разрушения бетона сжатой зоны над наклонной трещиной (по аналогии с разрушением элемента по нормальной трещине);

2) от разрушения (среза) бетона сжатой зоны над наклонной трещиной до текучести продольной растянутой арматуры (при этом считается, что напряжения в поперечной арматуре достигают предела текучести).

Первый случай разрушения реализуется, если нарушается условие равновесия моментов:

$$M \leq M_s + M_{sw}, \quad (1)$$

где M – момент внешних сил в наклонном сечении;

M_s – момент усилия в продольной растянутой арматуре относительно центра тяжести бетона сжатой зоны; M_{sw} – момент усилий в поперечной арматуре относительно центра тяжести бетона сжатой зоны.

Второй случай разрушения реализуется, если нарушается условие равновесия поперечных сил:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}, \quad (2)$$

где Q – поперечная сила в нормальном сечении, совпадающим с вершиной наклонной трещины; Q_b – поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении; Q_{sw} – поперечная сила, воспринимаемая в наклонном сечении поперечной арматурой.

Первое слагаемое в правой части неравенства (2) определяется по эмпирической формуле, предложенной М. С. Боришанским:

$$Q_b = 1,5R_{bt}bh_0/c, \quad (3)$$

где c – расстояние от вершины наклонной трещины до грани опоры, измеренное по оси элемента, или пролет среза наклонного сечения.

На протяжении всей истории развития теоретической базы проектирования железобетонных конструкций, предпосылки, на которых основаны зависимости (2) и (3), подвергались неоднократным усовершенствованиям и ревизиям. Наибольшим изменениям подверглась формула (3) в силу своего эмпирического характера. Первоначально числитель в правой части выражался через прочность бетона на сжатие при изгибе – характеристику, впоследствии исключенную из норм проектирования. Эмпирическая константа в правой части формулы зависела от наличия или отсутствия поперечной арматуры. В окончательном виде выражение (3) принято в последней редакции актуализированных норм проектирования.

Согласно модели А. А. Гвоздева – М. С. Боришанского, в наклонных трещинах бетон полностью выключается из работы и не участвует в сопротивлении поперечной силе. Эта предпосылка подвергается сомнению многими исследователями. Суть этих сомнений состоит в следующем. Наклонная трещина не является сквозной и идеально ровной, а имеет прерывистую структуру. Берега трещины соединяются многими остаточными связями, в результате чего при раскрытии трещины и сдвиге её берегов возникают силы зацепления. Их учёт подробно рассмотрен в модели деформирования железобетона с трещинами при сложных напряженных состояниях, а также в методе определения перемещений железобетонных балок с учетом деформаций сдвига Н. И. Карпенко [3, 4]. Силы зацепления оказывают значительное влияние на прочность балок по наклонным трещинам. Поперечная

составляющая сил зацепления перед разрушением в балках без поперечной арматуры может достигать 37-52 %. Что касается балок с поперечной арматурой, то оценки величины поперечной составляющей сил зацепления у разных исследователей расходятся. По одним данным [5], эти силы могут составлять 30-80 % общего сопротивления бетона, а по данным зарубежных исследователей их значение не зависит от наличия или отсутствия поперечного армирования. Расхождения, вероятно, связаны с трудностями разделения общей составляющей на отдельные компоненты, связанные с силами зацепления, бетоном сжатой зоны, хомутами и продольной арматурой. В этом отношении показателен другой вывод работы [5]. Суммарная составляющая поперечной силы, воспринимаемая сжатым бетоном над наклонной трещиной, силами зацепления и нагельными силами в продольной арматуре, не зависит от интенсивности поперечной арматуры. Подводя итог, можно высказать предложение, что силы зацепления в условии прочности (2) могут быть учтены дополнительным слагаемым в правой части.

Последней предпосылкой, вызывающей разногласия, является учет так называемого нагельного эффекта в продольной арматуре. В модели А. А. Гвоздева - М. С. Боришанского учет нагельного эффекта как таковой отсутствует, хотя отдельные исследователи высказывают предположение, что он косвенно учитывается в формуле (3). Общие выводы, которые содержатся в разных источниках, можно свести к следующему:

- нагельный эффект вносит существенный вклад в общее усилие, воспринимаемое наклонным сечением при действии поперечной силы (10-45 % по различным данным);
- величина поперечных нагельных сил зависит от многих факторов: диаметра и площади продольной арматуры, её характеристик, модуля упругости и прочности бетона на сжатие и растяжение, толщины защитного слоя бетона, пролета среза, ширины сечения, тангенциального смещения берегов наклонной трещины и ширины её раскрытия;
- при разрушении защитного слоя бетона нагельные силы значительно уменьшаются (механизм разрушения связывается с текучестью арматуры и последующим разрушением или раскалыванием защитного слоя бетона).

Таким образом, задача инженерного подхода состоит в том, чтобы найти более общее построение расчетной модели наклонного сечения с дополнительным учетом в условии прочности сил зацепления берегов трещины и нагельного эффекта в продольной арматуре. Такой подход обеспечит лучшее согласование опытных и теоретических данных, а также рассмотрение в рамках общей модели расчета прочности бетона по наклонной сжатой полосе. Не лишая при этом нового расчетного аппарата основных преимуществ модели А. А. Гвоздева - М. С. Боришанского – простоты и физической наглядности.

Список литературы:

1. Боришанский М. С. Расчет отогнутых стержней и хомутов в изгибаемых элементах по стадии разрушения. – М.: Стройиздат, 1946. – с.80.
2. Боришанский М. С. Расчет железобетонных элементов при действии поперечных сил. //В сб. НИИЖБ Расчет и конструирование элементов железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1964. – с.122-148.
3. Карпенко Н. И. Теория деформирования железобетона с трещинами. – М.: Стройиздат. – 1976. – с.202.
4. Карпенко Н. И. К построению теории деформаций железобетонных стержней с трещинами, учитывающий влияние поперечных сил. //В сб. НИИЖБ «Исследование стержневых и плитных железобетонных статически неопределимых конструкций». – М.: Стройиздат. – 1979. – с.17-48.
5. Залесов А. С., Ильин О. Ф., Титов И. А. Сопротивление железобетонных балок действию поперечных сил. Напряженное состояние перед разрушением. Опыт построения новой теории прочности железобетона. //В сб. НИИЖБ «Новое о прочности железобетона». – М.: Стройиздат, 1977. – с.76-93, с.115-140.

ЛЕСОЗАГОТОВКИ – РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ

В. В. Саханов¹,
А. А. Фитчин²

¹Акционерное общество «Государственный научный центр
лесопромышленного комплекса»,
Москва, Россия

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Рослесинфорг»,
Москва, Россия

Аннотация: В лесозаготовительной промышленности в настоящее время сложилась непростая ситуация. В дополнение к внутренним ограничениям на экспорт необработанных и грубо обработанных лесоматериалов хвойных и ценных лиственных пород добавились внешние, введённые Евросоюзом в рамках пятого и восьмого пакета санкций, заключающиеся в запрете ввоза из Российской Федерации практически всей лесопродукции, включая круглый лес. Санкции недружественных стран распространились на поставки лесозаготовительной техники и запасных частей к ней, что поставило под угрозу возможность своевременного обновления парка техники. В докладе сделан акцент на таможенно-тарифном регулировании экспорта лесоматериалов необработанных и мерах по увеличению потребления круглого леса на внутреннем рынке.

Ключевые слова: лесозаготовки, таможенно-тарифное регулирование, экспорт, внутренний рынок.

LOGGING - SOLVING PROBLEMS IN THE FACE OF SANCTIONS

V. V. Sakhanov¹,
A. A. Fitchin²

¹Joint Stock Company «State Scientific Center for the Timber Industry Complex»,
Moscow, Russia

²Federal State Budgetary Institution «Roslesinform»,
Moscow, Russia

Abstract: The logging industry is currently in a difficult situation. In addition to internal restrictions on the export of unprocessed and roughly processed softwood and valuable hardwood timber, external restrictions were added, introduced by the European Union as part of the fifth and eighth package of sanctions, consisting in a ban on the import of almost all timber products from the Russian Federation, including roundwood. Sanctions of unfriendly countries extended to the supply of logging equipment and spare parts for it, which jeopardized the possibility of timely renewal of the fleet of equipment. The report focuses on the customs and tariff regulation of raw timber exports and measures to increase the consumption of roundwood in the domestic market.

Keywords: logging, customs and tariff regulation, export, domestic market

Федеральные и региональные антисанкционные меры поддержки организаций лесопромышленного комплекса были в основном направлены на реформирование внешнего и внутреннего рынков сбыта, развитие новых логистических возможностей для транспортировки лесной продукции, либерализацию работы и снижение издержек. Фактически они сводились к введению транспортных субсидий, установлению мораториев на проверки и вынесение штрафов, смягчению некоторых требований законодательства, корректировке сроков реализации приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов.

Введённые Евросоюзом санкции наиболее остро задели лесозаготовителей, большинство из которых снизило объёмы рубок, некоторые находятся в режиме простоя, перевода сотрудников в режим неполного рабочего дня или их сокращения. В регионах возникают проблемы с возможностями трудоустройства высвобождаемых работников, особенно в моногородах. В 2022 году, по предварительной оценке, снижение объёмов заготовки древесины составило 10-15 % от прошлого года [1], а экспорта круглого леса – 70 % до 3,5-3,8 млн м³ [2]. Сокращение зарегистрировано и в производстве других лесоматериалов, что ограничивает спрос на внутреннем рынке, который в ближайшей перспективе не будет активно расти.

Отдельно необходимо отметить вступивший в силу с января 2022 г. закон об ограничении на экспорт необработанной древесины хвойных и ценных пород [3], который задолго до его принятия вызывал опасения со стороны лесного бизнеса, опасавшегося наступления негативных последствий для экономики: снижения лесозаготовок, повышения себестоимости, неготовности к быстрому созданию перерабатывающих мощностей. Оппоненты приводят аргументы, что запрет на вывоз делового леса позволяет углубить переработку древесины в продукцию с более высокой добавленной стоимостью, создать новые рабочие места в лесопереработке, повысить заработную плату, расширить налогооблагаемую базу и т.д., однако в реальности процесс создания мощностей по переработке является не быстрым, не всегда есть инфраструктурные и иные условия, к тому же сложность может представлять решение вопроса сбыта, стоящего особенно остро в нынешних условиях.

В этой связи можно вспомнить опыт полутора десятилетней давности: с 2007 г. федеральные органы начали увеличение экспортных пошлин на необработанную древесину, при этом совсем не приняв во внимание региональные особенности. В результате в некоторых регионах были действительно созданы лесоперерабатывающие мощности, основным экспортным товаром страны вместо круглого леса стали пиломатериалы, однако в части субъектов наблюдалось значительное сокращение заготовки без видимого роста переработки, что привело к упадку лесной индустрии в этих регионах.

В 2007 г. из нашей страны было направлено на экспорт 49,3 млн. м³ необработанной древесины, большую часть из которых – 29,3 млн. м³ или 59,3 % - вывезли в страны, которые в настоящее время не ввели в отношении нас санкции. К 2021 г. объём экспорта снизился на 71,8 % до 13,9 млн. м³, в относительном выражении более значительно он сократился в направлении стран, которые можно отнести к дружественным – на 72,9 %, в то время как в отношении недружественных – на 70,3 %, а в страны Евросоюза – всего на 58,9 % (таблица 1).

Таблица 1. Распределение экспорта лесоматериалов необработанных из Российской Федерации по группам стран импортеров в 2007 и 2021 гг., тыс. м³

Страны	2007 г.	2021 г.	2021 г. к 2007 г. в %
Дружественные страны	29 271	7 926	27,1%
<i>в том числе страны ЕАЭС (Республика Беларусь, Киргизия, Казахстан, Армения)</i>	<i>123</i>	<i>910</i>	<i>737,5%</i>
Недружественные страны	20 059	5 960	29,7%
<i>в том числе страны ЕС-28 (включая Великобританию)</i>	<i>14 204</i>	<i>5 833</i>	<i>41,1%</i>
Всего	49 329	13 886	28,2%

Источник: расчёт авторов по данным ФТС России

При этом мировой рынок круглого леса за период с 2007 до 2021 гг. вырос на 10,0 млн. м³ или 7,1 %: закупки недружественных стран сократились на 17,5 %, одновременно с ростом по дружественным в 1,6 раза (таблица 2).

Таблица 2. - Распределение общемирового импорта круглого леса по группам стран-импортёров (без Российской Федерации) в 2007 и 2021 гг., тыс. м³

Страны	2007 г.	2021 г.	2021 г. к 2007 г. в %
Дружественные страны	48 054	74 508	155,0%
<i>в том числе страны ЕАЭС (Республика Беларусь, Киргизия, Казахстан, Армения)</i>	<i>212</i>	<i>293</i>	<i>137,8%</i>
Недружественные страны	93 596	77 175	82,5%
<i>в том числе страны ЕС-28 (включая Великобританию)</i>	<i>63 863</i>	<i>64 146</i>	<i>100,4%</i>
Всего	141 650	151 683	107,1%

Источник: расчёт авторов по данным ФАО ООН

Данные таблицы 2 показывают, что рынок недружественных стран для экспорта круглого леса из Российской Федерации является перспективным. Это ставит в повестку дня вопрос о снятии ограничений на поставки древесины в дружественные страны, что в определённой мере может снизить негативное влияние на экономику лесозаготовительных предприятий.

Выводы и предложения

Для поддержания устойчивости работы лесозаготовительных организаций целесообразно внести изменения в таможенно-тарифное регулирование вывоза лесоматериалов необработанных, в части смягчения или отмены ограничений для дружественных стран, а для членов ЕАЭС - уменьшения или отмены предельных объёмов вывоза лесоматериалов.

Для решения проблем со сбытом можно интенсифицировать усилия по проведению переговоров через торговые представительства Российской Федерации в дружественных странах по снижению или отмене импортных пошлин на древесину, а также по поиску контрагентов.

Определённые меры должны быть приняты по увеличению потребления заготавливаемой древесины на внутреннем рынке, которое может быть достигнуто за счёт следующих направлений:

- развития энергетического использования биотоплива на основе древесины (топливных дров, топливной щепы, топливных гранул и брикетов из древесных отходов) в коммунальных и производственных котельных, для удовлетворения потребностей населения, что позволит решить проблему утилизации низкокачественной древесины и древесных отходов, что будет способствовать улучшению противопожарной и лесопатологической обстановки в лесном фонде;

- использования в полном объёме государственных мер по развитию деревянного домостроения, включая доступные кредиты на индивидуальное жилищное строительство, доступные ипотечные продукты (сельская и семейная ипотека, льготная ипотека для вновь принятых в состав Российской Федерации регионов), также потребуются обновление линейки создаваемых домокомплектов и расширение номенклатуры продукции, производимой для этих целей;

- расширение практики продажи на биржевых торгах лесоматериалов.

Список литературы:

1. Задера, С. Контролировать перевозку древесины по всей стране будет искусственный интеллект // Российская газета - Федеральный выпуск: №6(8951). URL: <https://rg.ru/2023/01/12/kontrolirovat-perevozku-drevesiny-po-vsej-strane-budet-iskusstvennyj-intellekt.html> (дата обращения 31.01.2023).
2. Мордюшенко, О. Бревня Русь. Экспорт необработанного леса рухнул на 70 % в 2022 году // Газета «Коммерсантъ» №15 от 27.01.2023. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5785933> (дата обращения 31.01.2023).
3. Постановление Правительства РФ от 20.07.2021 № 1225 «Об определении пунктов пропуска через государственную границу Российской Федерации для убытия с территории Российской Федерации товаров, классифицируемых в товарных позициях 4401 и 4403 единой Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза, и о внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 15 июля 2010 г. № 521»

ПЕРСПЕКТИВЫ ИМПУЛЬСНЫХ ПРОЦЕССОРНЫХ ГОЛОВОК НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

С. А. Серяков¹,
О. А. Куницкая²

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»
Архангельск, Россия

² Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Якутск, Россия

Аннотация. В настоящее время российские лесозаготовительные предприятия остро столкнулись с проблемой обновления и поддержания в работоспособном состоянии парка лесных машин. Импортозамещение лесных машин пока еще только в перспективе. Самым конструктивно сложным технологическим оборудованием оснащаются харвестеры и процессоры, освоение производства которых пока отложено на неопределенное время. В статье приведен сравнительный анализ вальцовых и импульсных процессорных головок. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета.

Ключевые слова: лесозаготовки, лесные машины, процессоры, процессорные головки, импортозамещение.

PROSPECTS OF PULSE PROCESSOR HEADS IN LOGGING

S. A. Seryakov¹,
O. A. Kunitskaya²

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov»
Arkhangelsk, Russia

² Federal State Educational Institution of Higher Education
«Arctic State Agrotechnological University»
Yakutsk, Russia

Abstract. Currently, Russian logging enterprises are acutely faced with the problem of updating and maintaining a fleet of forest machines in working condition. Import substitution of forest machines is still only in the future. Harvesters and processors are equipped with the most structurally complex technological equipment, the development of production of which has been postponed indefinitely. The article presents a comparative analysis of roller and pulse processor heads. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University.

Keywords: logging, forest machines, processors, processor heads, import substitution.

Подавляющее большинство лесозаготовительных предприятий России уже привыкло к преимуществам машинной, в основном скандинавской технологии заготовки древесины, и точно не готовы вернуться к вариантам механизированной заготовки с использованием чокерных трелевочных тракторов, многочисленных бригад вальщиков леса [1-3]. Да и найти

сейчас желающих работать вальщиками леса, обрубщиками сучьев, чокеровщиками, и т. д. крайне тяжело, разве что из спецконтингента ФСИН. Но качество работы, дисциплина, сохранность машин и оборудования при этом явно никого не порадует.

Широкое распространение сортиментной технологии заготовки древесины в России также связано и с действующими Правилами дорожного движения.

Получение сортиментов на лесосеке возможно как на пасеке (Скандинавская технология), так и на верхнем складе (Канадская технология). При машинной технологии лесозаготовительных работ по Скандинавской технологии для получения сортиментов используются харвестеры (валочно-сучкорезно-раскряжевочные машины), при Канадской технологии лесозаготовительных работ для получения сортиментов используются процессоры (сучкорезно-раскряжевочные машины). Их технологическое оборудование достаточно конструктивно схоже. Только процессорные головки более массивные.

В Российской Федерации подавляющее большинство лесозаготовительных предприятий относится к мелким (с заготовкой до 100 тыс. м³ в год). Таким предприятиям экономически нецелесообразно закупать высокопроизводительные и дорогие машины с вальцовыми головками, что харвестеры, что форвардеры. При этом, как отмечено выше, наблюдается очень большой дефицит желающих работать в лесу с ручным моторным инструментом.

Известно, что производительность на механизированной обрезке сучьев в три раза меньше, чем на механизированной валке деревьев, а на механизированной обрезке сучьев и раскряжевке – более чем в 4 раза. В этой связи, недорогой процессор, который может использоваться как на пасеке (после механизированной валки) «под форвардер», так и на верхнем складе существенно помогает решать проблему повышения эффективности лесозаготовок в таких природно-производственных условиях.

Как известно, харвестерные головки выполняют операции валки деревьев, их очистки от сучьев, измерения ствола, и раскряжевки на заданные оператором, или бортовым компьютером длины. Процессорные головки выполняют те же операции, за исключением валки деревьев [4-7].

По принципу действия харвестерные и процессорные головки делятся на вальцовые (непрерывного действия) и импульсные (периодического действия).

Вальцовые головки наиболее распространены в настоящее время. Это сложные (высокотехнологичные в производстве), высокопроизводительные, тяжелые и дорогие агрегаты.

Импульсные (циклические) головки имеют значительно меньшее распространение, по сравнению с вальцовыми, поскольку имеют значительно меньшую производительность, при прочих равных условиях. Но они просты по конструкции, просты в изготовлении, имеют меньший вес, и значительно меньшую стоимость, при прочих равных условиях. Они также значительно проще в эксплуатации, поскольку не требуют периодических проверок, а также значительно надежнее, поскольку чисто технически не могут начать проскальзывать по стволу и некорректно отмерять длины, например, после ледяного дождя [8].

Принцип выбора и вальцовых и импульсных головок под таксационные характеристики эксплуатируемых древостоев, в принципе, один и тот же – по двойному среднему диаметру дерева в насаждении [9]. Но требуемая для импульсной головки масса машины-носителя будет заметно меньше, а, следовательно, будет меньше и ее стоимость.

На 2022 г. в Российской Федерации подавляющее большинство лесозаготовительных предприятий относится к мелким (1615 юридических лиц), большинство из них выполняет малообъемные рубки (3177 юридических лиц). Причем если мелкие лесозаготовительные предприятия, с объемом заготовки 20-100 тыс. м³ в год вместе заготавливают 47,4 млн. м³, то малообъемными заготовками (до 20 тыс. м³ в год) заготавливается 19 млн. м³.

Очевидно, что при объеме заготовки до 20 тыс. м³ в год лесозаготовительному предприятию не нужны высокопроизводительный харвестер или процессор, как и другая высокопроизводительная техника. В этом случае оснащение лесной машины импульсной

головкой становится наиболее предпочтительным вариантом, а отечественной импульсной головкой еще более предпочтительным.

Импульсная головка, помимо рамы, имеет гидромоторы привода пилы, сучкорезных ножей, и возвратно поступательного передвижения по обрабатываемому стволу. Освоить производство такой конструкции значительно более простая задача, нежели вальцовой головки. Значительно более простая, правда и менее информативная система измерения, в большей степени также достоинство импульсных головок, по сравнению с вальцовыми, с точки зрения мелких лесозаготовительных предприятий, тем более малообъемных рубок.

Список литературы:

1. Григорьев И. В., Григорьева О. И. Пути повышения мотивации молодежи к работе в лесном комплексе // В сб.: Лесозэксплуатация и комплексное использование древесины. Сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2022. С. 31-35
2. Григорьева О. И., Григорьев И. В. Повышение эффективности кадрового обеспечения лесного комплекса Российской Федерации // В сб.: Архитектура университетского образования: построение единого пространства знаний. сборник трудов IV Национальной научно-методической конференции с международным участием. 2020. С. 123-130.
3. Григорьев И. В., Войнаш С. А. Повышение эффективности подготовки операторов лесных машин // Лесозэксплуатация и комплексное использование древесины. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2020. С. 62-66.
4. Рудов С. Е., Григорьев И. В. Пути повышения эффективности работы систем машин для сортиментной заготовки древесины // В сб.: Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2021. С. 168-169.
5. Григорьев И. В. Направления совершенствования харвестерных головок // В сб.: повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Шестой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2020. С. 45-47.
6. Тамби А. А., Григорьев И. В. Повышение эффективности работы харвестера путем исключения потерь времени на подготовку режущего инструмента // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. № 4. С. 12-16.
7. Григорьев И. В. Калибровка харвестерных головок // В сб.: Наука и инновации: векторы развития. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. 2018. С. 78-82.
8. Григорьев И. В. Особенности эксплуатации лесных машин в сильные морозы // В сб.: Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности. Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых. Главный редактор И. С. Сазонов. 2018. С. 102.
9. Математическая модель модульного принципа подбора системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций / Воронов Р. В., Марков О. Б., Григорьев И. В., Давтян А. Б. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 5 (371). С. 125-134.

ПРИКЛАДНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ ДОМОВ

В. В. Швецова

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В настоящее время во многих субъектах Российской Федерации достаточно активно развивается деревянное домостроение. По данным статистики за последние годы, около 17 % площади вводимого жилья в России – это деревянные дома различных конструкций. Во многом этому способствуют снижение стоимости древесины, особенно по сравнению с 2021 г, а также постепенное развитие транспортной и энергетической инфраструктуры. В статье рассмотрен опыт работы малого инновационного предприятия, созданного в Петрозаводском государственном университете согласно закону № 217-ФЗ, специализирующегося на проектировании деревянных зданий и сооружений различного назначения. Рассматриваемое предприятие является хорошим примером монетизации результатов интеллектуальной деятельности его сотрудников – специализированного пакета прикладных программ для проектирования деревянных зданий.

Ключевые слова: деревянное домостроение, прикладные программы, проектирование деревянных зданий, малые инновационные предприятия, каркасные дома, срубы.

APPLICATION PROGRAM FOR THE DESIGN OF WOODEN HOUSES

V. V. Shvetsova

Federal State Educational Institution of Higher Education
«Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering»
Saint-Petersburg, Russia

Abstract. Currently, wooden house construction is actively developing in many regions of the Russian Federation. According to statistics in recent years, about 17 % of the area of housing being commissioned in Russia is wooden houses of various designs. In many ways, this is facilitated by the reduction in the cost of wood, especially compared to 20221, as well as the gradual development of transport and energy infrastructure. The article discusses the experience of a small innovative enterprise established at Petrozavodsk State University in accordance with Law No. 217-FZ, specializing in the design of wooden buildings and structures for various purposes. The enterprise in question is a good example of monetization of the results of intellectual activity of its employees – a specialized package of application programs for the design of wooden buildings.

Keywords: wooden house construction, applied programs, design of wooden buildings, small innovative enterprises, frame houses, log cabins.

В некоторых природно-производственных условиях Российской Федерации традиционное каменное строительство становится все менее эффективным. При этом современные технологии и технические решения деревянного домостроения могут обеспечить сравнительно быстрое и дешевое возведение необходимых жилых, производственных, и общественных зданий, не уступающих, а часто превосходящих по энергоэффективности здания из каменных материалов.

В перечень проблем развития деревянного домостроения в РФ входят несовершенство законодательной и нормативной базы, проблемы работы с банковским сектором, нехватка местных строительных материалов, нехватка квалифицированных кадров. Конечно, часть перечисленных проблем можно решить только на государственном уровне, в лучшем случае

– на уровне субъекта РФ. Другая часть проблем решается за счет активного внедрения в практику современных научно-технических разработок. К сожалению, успешных внедрений отечественных научно-технических разработок в практику деревянного домостроения в России не очень много. В Республике Карелия действует большое количество компаний различных форм собственности, специализирующихся на ноу-хау в области производства различных видов продукции из древесины [1, 2]. При этом, в основе деятельности многих компаний лежат результаты собственных исследований и разработок [3-6]. Современные технологии и технические решения деревянного домостроения могут обеспечить сравнительно быстрое и дешевое возведение необходимых жилых, производственных, и общественных зданий, не уступающих, а часто превосходящих по энергоэффективности и экологичности здания из каменных материалов [7-9].

Острая нехватка квалифицированных кадров в области проектирования деревянных зданий и сооружений в удаленных районах Российской Федерации, безусловно, является одним из существенных факторов, сдерживающих развитие деревянного домостроения. Ведь зачастую только местные кадры могут учесть все специфические моменты района будущего расположения здания. В помощь проектировщикам деревянных зданий разработано достаточно большое количество специальных пакетов прикладных программ, как отечественных, так и зарубежных. Но в свете современной политико-экономической ситуации с использованием части зарубежных прикладных программ возникли сложности. Многие такие программы имеют очень существенную стоимость, которая при малых объемах проектирования и строительства становится чересчур накладной. В этой связи большую значимость приобретают недорогие, простые в использовании, и при этом достаточно эффективные программные комплексы по проектированию деревянных зданий и сооружений.

В Республике Карели большая часть специфических проблем отсутствует, что позволяет передовыми темпами развивать деревянное домостроение, в том числе и благодаря местным научно-производственным компаниям. Малое инновационное предприятие (МИП) Петрозаводского государственного университета ООО «Энергоэффективное домостроение» образовано 28.06.2012 г. В качестве вноса в уставной капитал МИП был внесен разработанный специальный пакет прикладных программ – в виде надстройки к системе AutoCAD для проектирования деревянных срубов, каркасных конструкций, а также специальный модуль, позволяющий оптимизировать раскрой пиломатериалов для изготовления строительных конструкций.

Безусловно, различные программы для проектирования деревянных зданий и сооружений достаточно широко известны специалистам отрасли. Но, по утверждению разработчиков, используемая в рассматриваемом МИПе программа позволяет делать минимум проектных ошибок из-за отсутствия крупных надстроек по автоматизации проектирования. Большим достоинством программы также является ее гибкость, и отсутствие ограничений по конструкциям и профилям строительных материалов, поскольку на многих специализированных предприятиях используют программы, позволяющие работать только с выпускаемыми ими строительными конструкциями. Кроме этого, использование в основной деятельности собственного программного обеспечения существенно снижает себестоимость проектирования. Данная программа используется только для деятельности МИП, и не реализуется на сторону.

При помощи вышеуказанной программы разрабатываются проекты деревянных зданий и сооружений, как для различных организаций, так и для частных застройщиков. Она позволяет для различных вариантов (проектов) определить необходимое количество и ассортимент строительных материалов, а также выполнить объемную визуализацию проекта.

Надо отметить, что программа постоянно совершенствуется, что позволяет расширять ассортимент предложений для клиентов МИПа. В качестве последней итерации в программу внесена возможность создания проектов зданий и сооружений из клееного

и профилированного бруса. Для актуализации программы разработчики постоянно отслеживают последние технические и технологические новшества в области деревянного домостроения. Наиболее перспективные разработки отражаются в последующих итерациях программы.

Отметим, что развитию загородного строительства способствует развитие региональной инфраструктуры: дорожной, телекоммуникационной, торговой, — это позволяет многим комфортно жить и работать за городом. Всплеск спроса вызвала также самоизоляция во время пандемии COVID-19, которая проявила плюсы загородной жизни на своем участке в отличие от квартиры в городе.

Наибольшей популярностью сейчас пользуются проекты каркасных домов, поскольку купить необходимые для их строительства пиломатериалы много проще, чем, например, профилированные бревна для сруба.

Список литературы:

1. Григорьев И. В., Куницкая О. А., Мануковский А. Ю., Маклакова Е. А., Григорьев В. И., Нгуен Т. Н. Малый бизнес в деревообработке // Лесотехнический журнал. 2021. Т. 11. № 1 (41). С. 181-191.
2. Тамби А. А., Морковина С. С., Григорьев И. В., Григорьев В. И. Развитие циркулярной экономики в России: рынок биотоплива // Лесотехнический журнал. 2019. Т. 9. № 4 (36). С. 173-185.
3. Шамаев В. А., Куницкая О. А., Григорьев И. В., Анучин А. И., Волганкин А. М., Челебадзе И. З. Состояние инновационных разработок в области модификации древесины // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. № 1. С. 41-48.
4. Lukina A., Lisyatnikov M., Martinov V., Kunitskaya O., Chernykh A., Roschina S. Mechanical and microstructural changes in post-fire raw wood // Architecture and Engineering. 2022. Т. 7. № 3. С. 44-52.
5. Лабудин Б. В., Тюрина О. Е., Куницкая О. А., Григорьев И. В. Анализ напряженно-деформированного состояния армированных деревянных конструкций при изгибе // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2021. № 5. С. 37-44.
6. Лабудин Б. В., Тюрина О. Е., Куницкая О. А., Стородубцева Т. Н., Швецова В. В. Расчет пределов огнестойкости армированных деревянных изгибаемых элементов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2022. № 11. С. 20-29.
7. Krivoshapkina O., Yakovleva A., Zakharova A., Pavlova A., Eroshenko V., Gogoleva P., Tikhonov E., Kunickaya O. Environmental safety of residents of Yakutsk and Zhatay: evidence from sociological research // Journal of Environmental Studies and Sciences. 2022.
8. Григорьев И. В., Григорьева О. И. Пути повышения мотивации молодежи к работе в лесном комплексе // Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины. Сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2022. С. 31-35.
9. Куницкая О. А., Заморщиков Д. Н. Перспективная технология производства композиционных строительных материалов на основе пластика и древесных отходов // Вестник АГАТУ. 2021. № 3 (3). С. 63-72.

КОНСТРУКЦИИ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ ЗДАНИЯ БОЛЬНИЦЫ В КАРЕЛИИ

М. А. Подовинников,
Л. Ф. Селютина

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск, Россия;

Аннотация. В статье рассмотрена стропильная система здания постройки 1914 г. В п. Эссойла республики Карелия. Несущие конструкции крыши здания – фермы. Пролет фермы 11 м, пояса выполнены из бревен диаметром 40 см. Конструкция фермы имеет минимальное количество элементов. Соединения стержней фермы: «ласточкин хвост», «шип – паз». Представлены мероприятия по обеспечению пространственной устойчивости здания.

Ключевые слова: деревянные фермы, бревна, соединения, возгорание, «ласточкин хвост», «шип – паз».

CONSTRUCTIONS OF TRUSSES OF HOSPITAL BUILDING IN KARELIA

M. A. Podovinnikov,
L. F. Selutina

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Petrozavodsk State University»
Petrozavodsk, Russia;

Abstract. The article considers the rafter system of a building built in 1914 in the village of Essoila of the Republic of Karelia. The span of the farm is 11 m. The supporting structures of the roof of the farm building are made of logs with a diameter of 40 cm. The truss structure has a minimum number of elements. Connections of truss rods: «swallow tail», «spike – groove». Measures to ensure the spatial stability of the building are presented.

Keywords: wooden farms, logs, joints, fire, «node dovetail», «node spike-groove», spatial stability.

Введение

Памятники архитектуры, утраченные и сохранившиеся до настоящего времени на территории Карелии, известны во всем мире. Есть и другие, менее известные здания, не являющиеся объектами культурного наследия, конструктивные решения, детали которых рассматриваются ценными и значимыми направлениями в разработке дальнейшего прогрессивного развития деревянных конструкций. Таким зданием является здание больницы в п. Эссойла, построенное в 1914 г. (рис.1).

По сохранившимся сведениям больница построена из бревен, которые привозили по льду откуда-то из-за Сямозера [1]. По картам 1941 года видно, что берега озера, кроме западного, в болотах. Можно предположить, что именно там и заготавливали древесину. Подтверждением данному выводу является рассмотрение карты 1985 г., где указано, что на западном берегу озера растут ели и сосны диаметром в узком конце до 25 см.



Рисунок 1. Здание больницы в Эссойле

(https://yandex.ru/images/search?pos=2&img_url=http%3A%2F%2Fsyamozero.ru%2Fimages%2F5%2F58%2F41404_19410826_Jessoila_boln.jpg&text)

В 1997-м году было решено, что содержать здание невыгодно. Окна и двери заколотили, и с тех пор начался процесс его разрушения. Первый поджог здания случился в 2007 г., затем были еще поджоги. Разобрали здание в 2017 г.

Стропильная система здания

В здании двускатная крыша [2]. Уникальными конструкциями здания являются стропильные фермы пролетом 11 м. Все элементы стропильной системы крыши представляют ценный и значимый материал в истории деревянных конструкций.

Стропильные фермы выполнены из окантованных бревен диаметром 400 мм (рис. 2). Использованы ели возрастом около 150 лет к началу строительства здания (возраст древесины подсчитан по годичным кольцам.)

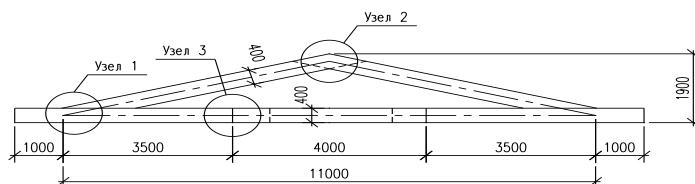


Рисунок 2. Геометрическая схема фермы

Соединение верхнего и нижнего пояса фермы выполнено в ласточкин хвост (Узел 1, рис. 3).



Рисунок 3. Соединение верхнего и нижнего пояса фермы выполнено в «ласточкин хвост» (Узел 1).

Карниз выполнен выпуском бревна нижнего пояса фермы, а в бревне нижнего пояса фермы в месте соединения его с продольным бревном выбирается паз полукруглой формы (рис. 3).

В коньковом узле выполнено соединение шип-паз (рис. 4).

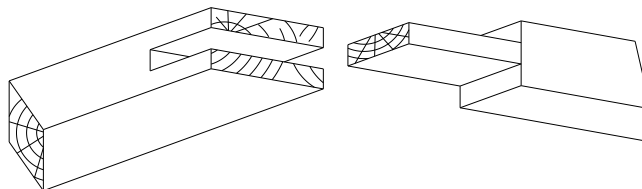


Рисунок 4. Коньковый узел фермы (Узел 2).

Узлы пересечения продольных и поперечных бревен чердачного перекрытия решены перепуском бревен (рис. 5).

Пространственная устойчивость крыши в горизонтальной плоскости обеспечивается бревнами нижнего пояса фермы и продольными бревнами (рис. 5), соединенными в местах пересечения с помощью полукруглой выемки и образующими прямоугольные ячейки. Бревна, образующие эти ячейки, расположены параллельно стенам здания. Устойчивость в вертикальной плоскости обеспечивается верхним и нижним поясами фермы, выполненными из крупных бревен с прочными и надежными соединениями ласточкин хвост, шип – паз. По скатам крыши неизменяемость обеспечивается обрешеткой.



Рисунок 5. Соединение бревна нижнего пояса фермы с продольным бревном (Узел 3).

Выполнение ферм из крупных бревен с прочными и надежными узловыми соединениями определило долговечность и надежность несущих конструкций крыши здания. Данный вывод согласуется с результатами экспериментально-теоретических исследований куполов, выполненных Миряевым Б. В. и Городновым И. И. при изучении напряженно-деформированного состояния покрытия [3].

Выводы:

Конструкции стропильных ферм выполнены из крупных бревен, что является характерной чертой применяемых материалов начала XX столетия.

Плоская стропильная ферма пролетом 11 м состоит из двух элементов: верхнего и нижнего поясов. Опорный и коньковый узлы выполнены прочными, минимальной трудоемкости («ласточкин хвост» и «шип – паз»).

Достижение необходимых продольных размеров бревен ферм выполнено перепуском удлиняемых элементов.

Применение цельной древесины для ферм подтвердило высокую огнестойкость крупных цельнодеревянных элементов.

Изучение конструктивных решений и деталей деревянных элементов зданий способствует расширению знаний и разработке перспективных направлений развития деревянных конструкций.

Список литературы:

1. Подовинников М. А., Осипов Э. М. Устройство стропильной системы деревянного исторического здания 1914 года постройки в поселке Эссойла // StudArctic forum. Электронный научный студенческий журнал. Петрозаводский государственный университет. Выпуск 2 (10), 2018, DOI: 10.19393/j 102. art. 2018. 292
2. Харчикова, Е. А. Общая характеристика основных комплексов крестьянских жилищ / Е. Ф. Харчикова. – Текст электронный // Системные технологии. – 2021. – № 40. С. 97-102. URL: <https://thesystemtechnologies.com/wp-content/uploads/2022/10/40vipusk.pdf>
3. Миряев, Б. В. Купольное покрытие жилого дома / Б. В. Миряев, И. И. Городнов // Региональная архитектура и строительство. – 2018. – № 4. – С. 128–134. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36723541>
- a. References:
4. Podovinnikov M. A., Osipov E. M. Construction of a truss system of a historic wooden building built in 1914 in the village of Essoila // StudArctic forum. Student scientific electronic journal. Petrozavodsk state University. Issue 2 (10), 2018, DOI: 10.19393/j 102. art. 2018. 292
5. Kharchikova, E. A. General description of the main peasant housing complex / E. A. Kharchikova // Sistem technologies. – 2021. – № 40. pp. 97-102. URL: <https://thesystemtechnologies.com/wp-content/uploads/2022/10/40vipusk.pdf>
6. Miryaev B. V. Dome cover of a residential building / B. V. Miryaev, I. I. Gorodnov // Regional architecture and engineering. – 2018. – № 4. – P. 128–134. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36723541>

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ КАРКАСНЫХ И ОБЪЕМНО МОДУЛЬНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ДЕРЕВОКОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Д. А. Столыпин,
Е. В. Попов,
Б. В. Лабудин

Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова
Архангельск, Россия

Аннотация. Развитие технологий модульного домостроения может существенно помочь в решении проблемы дефицита жилья, особенно в труднодоступных регионах и сельских районах, потому что, в первую очередь, позволяет выполнять программы жилищного строительства в более сжатые сроки. Модульные здания из деревокомпозитных элементов на деревянном каркасе могут широко использоваться при освоении Арктического и Субарктического регионов, обусловленных суровыми климатическими условиями, повышенными значениями снеговых и ветровых нагрузок, а в некоторых областях – сейсмическими воздействиями. Повысить несущую способность основных несущих элементов каркаса возможно за счет эффективного вовлечения в работу панели обшивки, для чего традиционно применяется жесткое клеевое соединение. Ряд проведенных экспериментально-теоретических исследований показал целесообразность учета обшивки при креплении её к ребрам с использованием податливых механических связей. Для реализации поставленной цели проведены исследования механических соединений, созданы математическая и расчетная модели двух- и трехслойных анизотропных деревокомпозитных конструкций панелей на механических связях. Предложена методика инженерного расчета прочности и устойчивости деревокомпозитных конструкций панелей с учетом анизотропных свойств материалов и податливости механических связей.

Ключевые слова: деревокомпозитные панели, деревянный каркас, обшивка, прочность, жесткость, податливость, сдвиг

IMPROVING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF FRAME AND VOLUMETRIC MODULAR BUILDINGS MADE OF WOOD COMPOSITE ELEMENTS IN THE ARCTIC

D. A. Stolypin,
E. V. Popov,
B. V. Labudin

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Arkhangelsk, Russia

Abstract. The development of modular housing construction technologies can significantly help in solving the problem of housing shortage, especially in hard-to-reach regions and rural areas, because, first of all, it allows you to carry out housing construction programs in a shorter time. Modular buildings made of wood composite elements on a wooden frame can be widely used in the development of the Arctic and Subarctic regions due to harsh climatic conditions, increased values of snow and wind loads, and in some areas – seismic impacts. It is possible to increase the bearing capacity of the main load-bearing elements of the frame due to the effective involvement of the skin panel in the work, for which a rigid adhesive joint is traditionally used. A number of experimental and theoretical studies have shown the expediency of taking into account the skin when attaching it to the ribs using malleable mechanical ties. To achieve this goal, studies of mechanical joints were carried out, mathematical and computational models of two- and three-layer anisotropic wood

composite panel structures on mechanical joints were created. A method of engineering calculation of the strength and stability of wood composite panel structures is proposed, taking into account the anisotropic properties of materials and the malleability of mechanical bonds.

Keywords: wood composite panels, wooden frame, cladding, strength, rigidity, malleability, shear.

Модульные быстровозводимые здания – это объекты, собранные из одного или нескольких блок-модулей или модульных конструкций, построенные как по индивидуальным, так и по типовым проектам из стандартных элементов конструкций. Такие модули изготавливаются непосредственно на предприятии, что значительно облегчает возведение здания, сокращает сроки строительства и является альтернативой для создания недорогих административных, жилищных и других социальных объектов. Развитие модульных технологий решает проблему дефицита жилья, особенно в труднодоступных регионах и сельских районах, потому что, в первую очередь, позволяет выполнять программы жилищного строительства в более короткие сроки.

Исходя из вышеизложенного, модульные здания из деревокомпозитных элементов на деревянном каркасе могут широко использоваться при освоении Арктического и Субарктического региона. Одной из отличительных особенностей строительства в данном регионе являются суровые климатические условия. Большой диапазон колебаний температур наружного воздуха, сильные ветра, высокая влажность – всё это накладывает отпечаток на технологии строительства, выбор материалов и конструктивных решений, исключая «мокрые» процессы.

Актуальность избранной темы исследований определяется необходимостью проведения подробных исследований в области совершенствования конструктивных решений деревянных модульных зданий, которые в дальнейшем могут позволить создать нормативную базу в данной области проектирования.

В 2004 г. Архангельский государственный технический университет и университетский колледж Нарвика начали первый российско-норвежский научный проект «Энергоэкономичный деревянный дом для Северо-Запада России». В 2007 г. на территории г. Архангельска был построен первый двухэтажный односемейный жилой дом по модульной технологии, эксплуатация которого подтвердила возможность использования модульных зданий на деревянном каркасе в условиях Северо-Арктического региона.

В 2012 г. в пос. Обозерский (Архангельская обл.) сдан в эксплуатацию первый в России многоквартирный двухэтажный модульный дом, который показал хорошие эксплуатационные показатели в зимний период и проиллюстрировал все преимущества модульного домостроения перед традиционными методами строительства.

Однако, как показывает зарубежный опыт, применение модульных зданий на деревянном каркасе не ограничивается лишь малоэтажным строительством.

Первое в мире восьмиэтажное жилое здание построено в 2009 году в Лондоне, с применением только лишь модульных конструкций из древесины.

Десятиэтажный жилой комплекс «Forte» в Австралии, построен в 2012 году в г. Мельбурн с применением модульных многослойных деревянных клееных панелей. Проект основан на эффективном естественном освещении и вентиляции, применении экологически чистых материалов, что сокращает выбросы двуоксида углерода.

В 2015 году построен первый восьмиэтажный деревянный жилой дом в Финляндии. Здание состоит из сборных модульных элементов заводской готовности из высушенной лиственницы.

В 2017 году архитектурное бюро Penda (Канада) представило весьма интересный проект деревянного 18-ти этажного жилого дома. Здание спроектировано по модульной схеме из деревянных объемных модулей из CLT.

Как показывает зарубежный опыт, применение модульных зданий на деревянном каркасе не ограничивается лишь малоэтажным строительством, однако в нашей стране

представляет интерес не только возможность увеличения этажности модульных зданий, но и строительство таких зданий в труднодоступных и удаленных районах, в том числе Арктическом и Субарктическом регионе, характерными особенностями которого являются суровые климатические условия, повышенные значения снеговых и ветровых нагрузок, а в некоторых областях – сейсмические воздействия.

Зарубежный опыт проектирования представлен информацией ознакомительного, рекламного характера. Необходимо провести подробные исследования конструктивных решений объемных модулей, работающих в условиях повышенных нагрузок, что в дальнейшем позволит создать нормативную базу в данной области проектирования.

Повысить несущую способность основных несущих элементов каркаса возможно за счет эффективного вовлечения в работу панели обшивки, для чего традиционно применяется жесткое клеевое соединение. В то же время, применение клеевых соединений ощутимо усложняет технологический процесс производства панелей, что противоречит основной идее применения таких конструкций – простоте и низкой себестоимости производства. Ряд проведенных экспериментально-теоретических исследований показал целесообразность учета обшивки при креплении её к ребрам с использованием податливых механических связей. В качестве механических связей используются гвозди, винты или скобы.

Однако, представленная в Российских и Европейских нормах методика расчета таких конструкций не учитывает податливость швов на границе «ребро-обшивка», что несомненно будет вносить погрешности при оценке напряженно-деформированного состояния таких конструкций.

Для разработки математической методики расчета были выполнены испытания образцов соединений на винтах на промежуточный сдвиг. Для предотвращения раскалывания древесины винты закручивались в предварительно просверленные отверстия диаметром 0,8 от диаметра сердечника винта.

Разрушение практически всех образцов произошло до достижения установленной предельной деформации соединений 20 мм. Для соединений «древесина-ФК» разрушение образцов характеризуется незначительным вдавливанием головок винтов в обшивку или локальным смятием отверстий в древесине и обшивке, искривлением и срезом отдельных винтов. Разрушение соединений «древесина-ОСП» характеризуется значительным вдавливанием головок винтов в обшивку, смятием или локальным разрушением обшивки в области отверстий, смятием отверстий в древесине, изгибом и срезом винтов.

Анализ опыта отечественных и зарубежных исследователей показывает, что для практического расчета рассматриваемых стеновых конструкций фрагмент стеновой панели допустимо рассматривать как стойки таврового или двутаврового сечения, роль полок в котором будет выполнять обшивка. Максимальные напряжения в полке будут иметь максимальное значение у ребер, а к середине пролета обшивки уменьшатся. Учитывая данный факт, в расчете следует учитывать не фактическое, а приведенное (уменьшенное) значение ширины полки. Расчет приведенной (расчетной) ширины обшивки сводится к тому, чтобы, используя элементарные теории сжатия и растяжения при изгибе, получить значения максимальных напряжений, которые для действительного и преобразованного сечения окажутся равны.

Для решения задачи поиска приведенной ширины обшивки использовано решение Файлона для плоской ортотропной обшивки. Решение заключается в определении коэффициентов разложения внешней нагрузки, что даёт возможность определить нормальные сжимающие напряжения в любой точке поперечного сечения обшивки. Далее определяется коэффициент приведения и расчетная ширина сечения обшивки, после чего расчет стеновой панели может производиться как для балки таврового сечения, но с обязательным учетом сдвиговых деформаций слоёв.

Для дальнейшего расчета плитно-ребристых конструкций коэффициент жесткости шва приводится к равномерно-распределенному значению. Дальнейший расчет сводится к определению функции распределения сдвигающих усилий в связях (винтах) путем решение

дифференциального уравнения. Расчет панели с двухсторонней обшивкой аналогичен, однако сводится к решению системы двух дифференциальных уравнений и поиску функций для каждого шва.

При инженерном расчете стеновых конструкций нами предложено учитывать включение обшивки при действии сжимающей нагрузки на стену путем введения коэффициента $k_{\text{под}}$. Данный коэффициент учитывает увеличение нормальных напряжений в стойках при центральном сжатии при уменьшении сдвиговой жесткости связей. В результате серии расчетов стеновой панели при варьировании жесткости шва установлено, что включение обшивки в работу позволяет снизить значения нормальных сжимающих напряжений.

Методика определения критической силы для приведенного сечения панели при условии включения в работу обшивок заключается в составлении системы уравнений равновесия, включающей в качестве неизвестного параметра функцию упругой линии. Приравнивание нулю детерминанта, составленного из коэффициентов при неизвестных параметрах уравнений, позволило получить выражения для определения критической силы панелей с одно и двухсторонней обшивкой при главной форме потери устойчивости (продольный изгиб по одной полуволне синусоиды).

Снижение шага соединителей позволяет существенно увеличить значение критической сжимающей силы. Для панели с односторонней обшивкой при опирании листов обшивки на 2 ребра при включении обшивки в работу доля увеличения критической силы составляет до 90 %. При опирании обшивки на 3 ребра – до 150 %.

Для стены с двухсторонней обшивкой увеличение критической силы становится еще более значительным, с увеличением жесткости связей сдвига форма сечения приближается к составному композитному двутавру, полки которого ориентированы ортогонально силовой плоскости, что дает возможность значительно повысить значение критической силы по сравнению с одиночным ребром. Для стены с обшивкой из ФК при опирании листов обшивки на 2 ребра при размерах сечения ребра 50×100 мм доля увеличения критической силы составляет до 227 %, а при опирании листов на 3 ребра – до 366 %.

Задача определения величины чистого сдвига стеновой панели решалась энергетически методом. Методика расчета заключается в составлении выражения для полной энергии деформации системы, включающей в себя энергию деформации ребер каркаса (если узлы соединения – жесткие), энергии сдвига обшивок и деформации податливых связей, а также внешней нагрузки на искомым перемещениях.

Установлено, что повышение жесткости швов на границе «ребро-обшивка» позволяет существенно увеличить сдвиговую жесткость стеновой панели (установлено повышение сдвиговой жесткости до в 10...12 раз). Также стоит отметить, что, несмотря на более высокий модуль сдвига OSB по сравнению с фанерой, панель с фанерными обшивками обладает большей жесткостью при сдвиге за счет более низкой деформативности соединений.

Подводя итог проведенных исследований, установлено, что включение обшивок из фанеры конструкционной и ориентированно-стружечных плит в работу деревянных ребер каркаса возможно не только при условии жесткого клеевого соединения, но и при использовании механических соединений. Для полноценного эффекта включения обшивок необходимо увеличивать сдвиговую жесткость швов на границе ребро-обшивка, чего можно добиться за счет разработки и применения нового типа соединения, которое отличалось бы простотой исполнения, а также сочетало бы в себе достоинства традиционных соединений составных деревянных элементов, как нагельных, так и шпоночных. Исходя из вышеперечисленного, для крепления обшивок к ребрам стеновых панелей на деревянном каркасе с древесно-композиционными обшивками (фанера, OSB), нами предложено использовать комбинированное соединение.

КАЧЕСТВО ПИЛОМАТЕРИАЛОВ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

А. А. Тамби ¹,
В. Л. Швец ²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арктический государственный агротехнологический университет»,
Якутск, Россия

²Ассоциация производителей машин и оборудования лесопромышленного комплекса
«ЛЕСТЕХ»,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Развитие рынка деревянного домостроения в России невозможно без изменения подхода к качеству исходных пиломатериалов. Пиломатериалы должны изготавливаться с высокой точностью формы, низкой влажностью и сходными физико-механическими характеристиками. Для развития внутреннего рынка необходима гармонизация типовой конструкторской внутрироссийской документации на строительные деревянные элементы с наиболее востребованными на мировом рынке сечениями пиломатериалов.

Ключевые слова: качество пиломатериалов, деревянное домостроение, номенклатура пиломатериалов, производство продукции из древесины в России

QUALITY OF SAWN TIMBER AS THE BASIS FOR EFFICIENT WOODEN HOUSING CONSTRUCTION

A. A. Tambi ¹,
V. L. Shvets ²

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Arctic State Agrotechnological University»,
Yakutsk, Russia

²Association of manufacturers of machinery and equipment for the timber industry «LESTECH»,
Saint-Petersburg, Russia

Annotation. The development of the wooden house building market in Russia is impossible without a change in the approach to the quality of the sawn timber. The sawn timber should be made with high shape accuracy, low moisture content and similar physical and mechanical characteristics. To develop the domestic market, it is necessary to harmonize the standard design documentation for Russian domestic construction wooden elements with the most demanded sections of sawn timber in the world market.

Keywords: quality of sawn timber, wooden housing construction, nomenclature of sawn timber, production of wood products in Russia

Структура производства продукции ЛПК в 2022 г.

Объем производства продукции ЛПК России по основным видам продукции, определенный на основании данных Росстата за 11 месяцев 2022 г., оказался существенно ниже, чем в прошлом году, табл. 1. Наибольшее снижение объемов производства произошло в лесопилении и фанерном производстве.

Таблица 1. Лесопромышленный комплекс. Итоги 2021 и 2022 гг.

	Произведено в 2021 г.	2021 г. в % к 2020 г.	Произведено в 2022 г.	2022 г. в % к 2021 г.
Заготовка круглых лесоматериалов	233 млн м ³	106%	н/д	н/д
Лесоматериалы, продольно-распиленные или расколотые	30,6 млн м ³	104,5%	29,0 млн м ³	89,7%
Фанера	4,5 млн м ³	106,8%	3,241 млн м ³	71,2%
Плиты древесноволокнистые из древесины	740 млн усл. м ²	114,1%	649 млн усл. м ²	87,9%
Плиты древесностружечные и аналогичные плиты из древесины	11,4 млн усл. м ³	114,8%	10,3 млн усл. м ³	89,5%
Окна и их коробки деревянные	475 тыс. м ²	104,2%	436 тыс. м ²	93,2%
Двери, их коробки и пороги деревянные	19,6 млн м ²	117,9%	20,6 млн м ²	95,7%
Гранулы топливные (пеллеты)	2,38 млн тонн	117,8%	2,073 млн тонн	80,4%
Целлюлоза	8,8 млн тонн	100,7%	8,8 млн тонн	98,8%
Бумага и картон	10,4 млн тонн	106,7%	10,0 млн тонн	96,6 %
Индекс промышленного производства: обработка древесины				87,5%
Индекс промышленного производства мебели				97,4%

Вместе с тем, данные Росстата не в полной мере отражают реальные проблемы российского лесопиления, поскольку они фиксируют объемы производства, но не реализации готовой продукции.

В 2022 г. крупные лесопромышленные холдинги перерабатывали круглые лесоматериалы, заготовленные ими в запланированном объеме зимой 2021-2022 гг., а также дополнительно осуществляли вывозку древесины летом 2022 г. Несмотря на отсутствие возможности сбыта всего объема вырабатываемой продукции – предприятия продолжали выпускать пиломатериалы, перерабатывая заготовленное сырье и сохраняя рабочие места. Вне зависимости от наличия рынков сбыта – изготовить и хранить пиломатериалы экономически целесообразнее остановки производства при заполненном складе сырья, даже в условиях отсутствия возможности реализации всего объема продукции на внешнем и внутреннем рынке.

Поможет ли развитие деревянного домостроения решить проблемы со сбытом продукции крупным системообразующим лесопильным предприятиям?

По данным Ассоциации Деревянного домостроения – «По итогам 2022 г. объем деревянного домостроения может достичь 13 млн. м², с учетом домов на деревянном каркасе - более 24 млн. м². В 2021 г. ввод составлял 10,8 млн. м² и 20,1 млн. м² соответственно».

Очень и очень условно можно принять, что для создания 1 м² жилой площади необходимо использовать до 0,5 м³ пиломатериалов. Тогда ожидаемый прирост строительства в объеме 3,9 млн м² позволит дополнительно вовлечь в промышленное производство до 1,95 млн. м³ пиломатериалов, что эквивалентно 7,3 % от объема видимого производства пиломатериалов и формально приближается к выпадающим объемам производства.

Исходя из статистики, кажется, что деревянное домостроение может стать тем драйвером, который поможет компенсировать лесопильным предприятиям выпадающие рынки сбыта, но, в данном случае, прямое сопоставление не совсем корректно.

Несмотря на рекордно низкую стоимость пиломатериалов на крупных заводах,

обеспечивающих высокую точность формы вырабатываемых сортиментов и способных высушить их до любого заданного потребителем уровня влажности – их продукция до сих пор остается невостребованной внутренним рынком, в первую очередь – предприятиями, работающими в сфере деревянного домостроения, предпочитающими работать с малыми и средними лесопильными предприятиями, способными вырабатывать малые партии пиломатериалов с ограниченным набором сечений.

Направления развития

Отсутствие востребованности в России высококачественных пиломатериалов, полностью соответствующих всем требованиям ГОСТ и СП как для строительства домов из клееного бруса, так и возводимых по каркасной технологии, а также рассортированных по прочности, объясняется тем, что большое количество домостроительных компаний не готовы отходить от традиционно принятых в России сечений пиломатериалов, переходя на работу, например, по СП 31-105-2002 «Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и строительство энергоэффективных одноквартирных жилых домов с деревянным каркасом» или же не обладают полным парком оборудования, позволяющим эффективно перерабатывать весь объем пиломатериалов, выпускаемых крупными предприятиями.

Наиболее распространенные технологии изготовления клееного бруса и производства каркасно-панельных домов ориентированы на переработку ограниченного количества толщин и ширин пиломатериалов, длиной 6 м и не подразумевают реализацию процессов сращивания сортиментов. Кроме того, сами предприятия часто не настроены создавать конструкторскую документацию, подразумевающую использование стандартизированной для внешних рынков номенклатуры пиломатериалов, что, с одной стороны, снижает стоимость домокомплекта, но подразумевает более тесное сотрудничество с производителями утеплителя для изменения шага стоек при использовании иных сечений в каркасном домостроении, а также усложняет производственную логистику.

Вместе с тем, крупные лесопильные заводы вынуждены выпускать широкую номенклатуру пилопродукции. Толщины и ширины пиломатериалов не всегда совпадают с требованиями российских ГОСТ, поскольку регламентируются ТУ и требованиями иностранных заказчиков, а длины выпускаемых пиломатериалов находятся в диапазоне 2-6 м. Кроме того, размерно-качественные характеристики заготавливаемых круглых лесоматериалов, в связи с выработкой лесосырьевой базы, постоянно ухудшаются и для сохранения объемного выхода пиломатериалов на уровнях, обеспечивающих экономическую эффективность переработки древесины, лесопильные предприятия не могут себе позволить выпускать пиломатериалы только трех или четырех толщин и ширин и включают в схемы раскроя сырья тонкие, узкие и короткомерные сортименты – не востребованные сегодня внутренним рынком.

Нельзя не отметить, что при закупке у крупного лесопильного завода всего ассортимента выпускаемой продукции – её стоимость будет значительно ниже, чем при приобретении ограниченной спецификации на малых предприятиях. По состоянию на декабрь-январь 2022 г. цена пиломатериалов на крупных предприятиях, при реализации оптовых партий всей вырабатываемой спецификации пиломатериалов транспортной влажности, была на уровне 8-9 тыс. руб/м³, что значительно ниже тех цен, которые присутствуют на внутреннем рынке при селективном подходе к выбору пиломатериалов.

Необходимо выделить принципиальные отличия пиломатериалов, вырабатываемых на крупных предприятиях:

- точность формы, что снижает потери времени на переналадку оборудования, уменьшает потери древесины на механическую обработку и предотвращает от образования не простроганных мест, ухудшающих свойства готовых домокомплектов;
- оперативная сушка пиломатериалов, осуществляемая в ближайшее время после выпилки, предотвращающая возможность поражения древесины дереворазрушающими грибами и насекомыми;

- меньшая вариативность физико-механических характеристик пиломатериалов;
- использование сертифицированных пиломатериалов;
- стабильность поставок;
- меньшая стоимость.

Крупные домостроительные компании, понимая необходимость стабильного сырьевого обеспечения качественными пиломатериалами, и одновременного снижения себестоимости строительства уже несколько лет либо выстраивают производственные цепочки, взаимодействуя с крупными лесопильными предприятиями, либо объединяются в группы компаний или холдинги, обеспечивая полный цикл переработки древесины – от лесозаготовки и лесопиления до производства готовых стеновых элементов и домов полной заводской готовности, например как Группа «Сегежа», АО «Вышневолоцкий леспромхоз» и другие.

Нельзя не отметить, что крупные компании из смежных отраслей, заходя на рынок деревянного домостроения и организовывая производственные цепочки приобретают предприятия, обеспечивая полный цикл производства, страхуя свои бизнес-процессы от возможных простоев и снижения качества при работе с большим количеством небольших компаний-контрагентов. Свежий пример подобной интеграции – компания Технониколь, объявившая в 2023 г. о покупке сразу четырех лесопромышленных предприятий и сформировавшая полную цепочку производства готовых домокомплектов.

Заключение

Эффективное производство любой продукции начинается со стабильного получения исходных материалов заданного качества, что практически невозможно реализовать в реальных условиях, работая с большим количеством малых лесопильных предприятий.

Вовлечение в процессы деревянного домостроения рассортированных по прочности пиломатериалов, позволит разрабатывать конструкторскую документацию с использованием пиломатериалов меньших толщин и ширин, что снизит потребность в древесине и позволит эффективно перерабатывать всю спецификацию пиломатериалов, выпускаемых крупными лесопильными предприятиями.

Для развития взаимодействия между крупными лесопромышленными компаниями и производителями деревянных домов необходимо создание отраслевых агрегаторов, способных осуществлять закупки и перераспределение продукцию крупных лесопильных предприятий между конечными потребителями, а также разработка типовой конструкторской документации, базирующейся на наиболее востребованных сечениях пиломатериалов, поставляющихся сейчас на экспорт.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ QGIS ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

В. Н. Яковлев,
Н. А. Яковлева

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
Архангельск, Россия

Аннотация: Рассматривается использование геоинформационной системы QGIS для зонирования территории, подбора места для застройки, применение географических информационных систем в проектировании.

Ключевые слова: географическая информационная система, функциональное зонирование, буферные зоны.

USING THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM QGIS FOR PLANNING THE DEVELOPMENT OF SETTLEMENTS

V. N. Yakovlev,
N. A. Yakovleva

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Arkhangelsk, Russia

Abstract: The use of the geographic information system QGIS for the zoning of the territory, the selection of a place for development, the use of geographic information systems in the design is considered.

Keywords: geographic information system, functional zoning, buffer zones

С помощью геоинформационной системы QGIS можно выполнить функциональное зонирование территории, выполнить ландшафтное планирование территории, подобрать земельные участки для строительства деревянных домов, составить проект комплексной застройки, расположить планируемые постройки на земельных участках, составить цифровую модель рельефа и выполнить другие необходимые для строительства проектные работы.

При проектировании должны быть учтены правила застройки населенного пункта. Застройка планируется с учетом перспективы развития территории.

Для наглядности в QGIS можно подключить в качестве базового слоя спутниковые снимки, карту OpenStreetMap. Подключение выполняется с помощью модуля QuickMapServices.

В качестве подложки часто используются карты или чертежи в растровых форматах. В этом случае выполняется пространственная привязка и трансформация растровых изображений.

Территория населенного пункта делится на функциональные зоны по преимущественному виду деятельности, для которого предназначена данная площадь. Например, жилая зона, промышленная зона, зеленая зона и др. Для отображения функциональных зон используются тематические карты. Для каждой зоны определен вид разрешенного использования территории. Такую информацию о земельных участках можно получить с помощью публичной кадастровой карты. Эта атрибутивная информация может быть также введена и использована в геоинформационной системе.

В QGIS имеется Калькулятор полей. С его помощью можно выполнять множество операций, например, определять такие параметры объектов на карте как площадь (функция \$area), длина (функция \$length), координаты точек (функции \$x и \$y) и заносить их в таблицу.

При проектировании должны быть рассмотрены факторы, ограничивающие застройку. К ним можно отнести водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы, береговые

полосы, охранные зоны ЛЭП, зоны возможного затопления и подтопления, а также другие влияющие на застройку факторы. При планировании жилой застройки учитывается рельеф, преобладающие ветра, подъездные пути, наличие поблизости вредных производств и др.

Для построения водоохранных зон удобно использовать инструмент Буферизация (буферные зоны). На рисунке 1 показано окно карты в QGIS с добавленным растровым слоем с помощью модуля QuickMapServices и построенными водоохранными зонами.

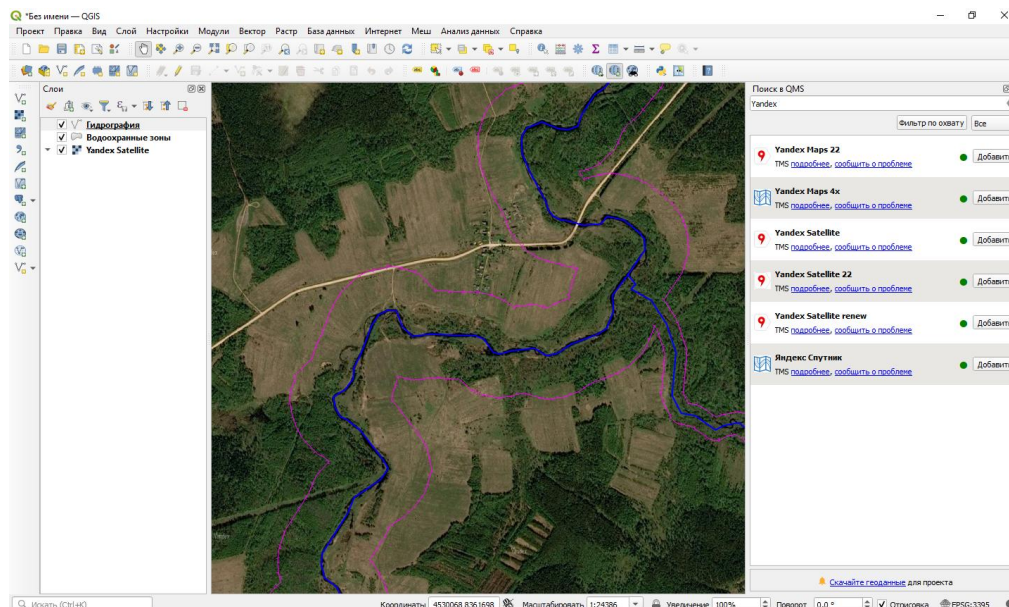


Рисунок 1. Окно карты QGIS с добавленными слоями.

Можно использовать буферные зоны для построения охранных зон вокруг объектов культурного наследия. Для сохранения таких объектов и связанной с ним территории могут устанавливаться зоны: охрannая зона объекта культурного наследия, зона регулирования застройки и хозяйственной деятельности, зона охраняемого природного ландшафта.

QGIS поддерживает множество векторных форматов. Поэтому возможна интеграция данных в проекте, полученных из разных источников.

При оформлении планов и карт должны использоваться принятые условные знаки для планов и карт, обозначения для разработки материалов территориального планирования.

Текущее состояние работы в QGIS можно сохранить с помощью Проекта.

Геоинформационная система QGIS может быть успешно использована при составлении проектов застройки.

АРХИТЕКТУРА РОССИЙСКОГО СЕВЕРА. ПРОДОЛЖЕНИЕ ПОВЕСТИ О ЛИМСКОЙ ВОЛОСТКЕ

П. П. Медведев,
Ю. В. Никонова

Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия

Аннотация. Статья посвящена изучению морфологии Лимской групповой системы населенных мест на территории Архангельского Приморья – одного из специфических историко-архитектурных субрегионов Российского Севера, обследование памятников народного зодчества которого было проведено историко-архитектурными экспедициями Петрозаводского университета в 1989-1992 годах.

Ключевые слова: архитектура, Российский Север, Лимская волостка.

ARCHITECTURE OF THE RUSSIAN NORTH. CONTINUATION OF THE STORY ABOUT THE LIMA PARISH

P. P. Medvedev,
Yu. V. Nikonova

Petrozavodsk State University,
Petrozavodsk, Russia

Abstract. The article is devoted to the study of the morphology of the Lima group system of settlements on the territory of the Arkhangelsk Primorshye, one of the specific historical and architectural subregions of the Russian North, the survey of the monuments of folk architecture of which was carried out by the historical and architectural expeditions of Petrozavodsk University in 1989-1992.

Keywords: architecture, Russian North, Linskaya Volostka.

Рассказ о Лимском поселенческом кластере, расположенном на территории Архангельского Приморья в 10 км к северо-западу от Большого Мошинского (Мошенского) озера, начатый в предшествующей авторской публикации, был приостановлен на дате «1879 год» - времени появления на свет третьего по авторскому счету исторического источника, содержащего интересные для архитекторов-историков сведения о лимских поселениях, собранные в период 1873 года при подготовке Центральным статистическим комитетом Министерства внутренних дел «Списков населенных мест Российской империи» [11]

В качестве графической иллюстрации к этому списку был представлен фрагмент листа с номером 69 «Специальной карты Европейской России», подготовленной в 1872 году под редакцией полковника Генерального штаба Стрельбицкого. И к этой карте теперь можно добавить еще два интересных картографических источника, которые позволяют восполнить информационный пробел между уже упоминавшимися в предшествующей авторской публикации текстовыми документами 1712 и 1879 годов.

В их числе, во-первых, «Подробная карта Российской империи и близлежащих заграничных владений», которая была «сочинена, гравирована и печатана при собственном Его Императорского Величества Депо Карт» в 1801-1804 годах и «всепоподданнейше поднесена» «Его Величеству Государю Императору Александру Павловичу» «Генерал Квартирмейстером фон Сухтеленем» и «Генерал Майором Опперманом». Со временем она получила название «столистовой» и неоднократно переиздавалась вплоть до 1816 года. А особого внимания заслуживает лист под № 43 из 12-й части этой карты, на котором нашли отражение семь лимских поселений, в число которых попали деревни Грихнова Горка,

Сельская и Верховье, расположенные на левом берегу реки Лим, и Парфеновская, Епифановское, Занаволочье и Пустошь, находившиеся в это время на правом берегу реки (рис. 1.1) [9].

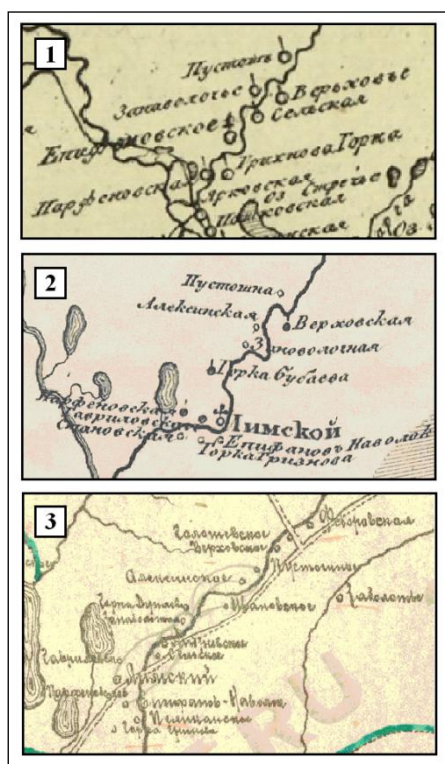


Рисунок 1. Лимская групповая система населенных мест Архангельского Приморья [Няндомского района Архангельской области] (XIX – пер. пол. XX вв.): 1 – фрагмент листа № 43 «Подробной карты Российской империи и близлежащих заграничных владений» 1816 года [9]; 2 – фрагмент «Специальной карты Западной части России Шуберта 1832 года» [10]; 3 – фрагмент «Карты Каргопольского уезда Вологодской губернии» (1922 г.) [3, л. 6].

Во-вторых, это «Специальная карта Западной части Российской Империи, составленная и гравированная в 1/420000 долю настоящей величины при Военно-Топографическом Депо, во время управления генерал-квартирмейстера Нейдгарта под руководством генерал-лейтенанта Шуберта MDCCCXXXII. Его величеству государю Николаю 1-му императору всея России» (так называемая «Десятиверстка Шуберта», 1826-1840 гг.), из состава которой интерес представляет лист под названием «X. Губ. Вологодская. Спец. Карта Зап: части России Г.Л. Шуберта. Гравироваль Иванова. ВырЪзываль слова Елисеевъ», датируемый 1848 годом, на котором вокруг Лимского погоста сгруппировано 10 деревень: Становская (вероятнее всего, Ивановская), Горка Гризнова, Епифанов Наволок, Верховская, Пустошна, Алексинская, Занаволочная, Горка Бубаева (предположительно, Горка Дуплева), Гавриловская и Парфеновская (рис. 1.2) [10].

Четвертым по счету историческим источником, содержащим сведения о лимских поселениях, можно считать седьмой выпуск сборника «Волости и важнейшие селения Европейской России». Сборник был составлен по данным обследования, произведенного статистическими учреждениями Министерства внутренних дел, а седьмой выпуск этого сборника оказался посвященным описанию «Губерний Приозерной группы», в числе которых значились Новгородская, Псковская, С.-Петербургская и Олонецкая. Выпуск был составлен младшим редактором Н. Т. Бутчиком и опубликован в 1885 году [2].

Согласно представленному в этом выпуске списку важнейших селений Олонецкой губернии в составе Фатьяновской волости Каргопольского уезда были упомянуты три «бывшие государственные» деревни, расположенные при «р. Лимъ». Из их числа наиболее крупной была деревня Парфеновская (Низъ), в которой насчитывалось 28 дворов со 185

жителями, а также имелись лавка и мельница. Второй по величине являлась деревня Ивановская (22 двора, 145 жителей и одно кожевенное заведение), а третьей – деревня Епифановъ-Наволокъ (Наволокъ) (21 двор, 140 жителей, часовня, мельница и два дегтярных заведения) [2, № 417, 419, 427]. Сведений о других поселениях Лимской ГСНМ в этом источнике не оказалось, вероятнее всего по причине их малодворности.

А следующим, уже пятым по счету, историческим источником является «Список селений в Олонецкой губернии, с обозначением числа домов и жителей» с «цифровыми данными, собранными в половине 1892 г.». Этот список был опубликован в третьем выпуске «Олонецкого сборника. Материалы для истории, географии, статистики и этнографии Олонецкого края», составленном секретарем комитета И. И. Благовещенским и изданном в 1894 году [14].

По представленным в этом списке сведениям на 1892 год поселения Лимской ГСНМ значились в составе Лимского общества Фатьяновской волости Каргопольского уезда Олонецкой губернии. Композиционно-планировочным центром по-прежнему оставался Лимский погост с тремя жилыми домами, в которых проживало 10 человек (4 мужчины и 6 женщин), а наиболее крупным населенным пунктом значилась деревня Ивановская, в которой на этот период времени насчитывалось уже 45 домов и проживало 285 человек (115 мужчин и 170 женщин) [14, №№ 3544, 3536].

Далее по мере уменьшения числа жилых домов следовали деревни: Парфеновская (Низ) – 42 дома и 199 человек (99 мужчин и 100 женщин); Сельская (Село) – 36 домов и 170 человек (79 мужчин и 91 женщина); Епифанов наволок – 28 домов и 149 человек (73 мужчины и 76 женщин); Дуплева Горка (Хорошая горка) – 26 домов и 148 человек (82 мужчины и 66 женщин); Занаволочная – 25 домов и 125 человек (56 мужчин и 69 женщин); Алексинская – 16 домов и 68 человек (35 мужчин и 33 женщины); Верховская (Верховье) – 14 домов и 70 человек (34 мужчины и 36 женщин); Грихнева горка (Худая горка) – 13 домов и 77 человек (36 мужчин и 41 женщина); Пустошная – 8 домов и 45 человек (19 мужчин и 26 женщин) и Гавриловская – 6 домов и 30 человек (14 мужчин и 16 женщин). Таким образом, на период 1892 года в двенадцати поселениях Лимской ГСНМ насчитывалось 262 дома, в которых проживало 1376 человек (646 мужчин и 730 женщин). В итоге на один жилой дом приходилось 5,25 человек [14, №№ 3531-3532, 3535, 3537-3543].

Шестым по счету историческим источником является «Список населенных мест Олонецкой губернии по сведениям за 1905 год», составленный также И.И. Благовещенским (но, уже во время нахождения его на должности действительного члена-секретаря Олонецкого губернского статистического комитета), и изданный в 1907 году. А в перечне населенных пунктов Лимского общества Фатьяновской волости Каргопольского уезда Олонецкой губернии на этот момент были упомянуты четырнадцать поселений, двенадцать из которых были расположены при «Лим реке» [13, с. 239].

В это время, как и в предыдущие годы, композиционно-планировочным ядром Лимской ГСНМ, благодаря наличию церкви, оставался Лимский погост с 3 домами, в которых проживало 3 семьи (4 мужчины и 8 женщин, всего 12 человек), а наиболее крупным поселением в это время была деревня Ивановская, в которой насчитывалось 54 дома и проживало 50 семей (132 мужчины и 120 женщин, всего 252 человека) [13, №№ 3632, 3636]. А все другие десять поселений Лимской ГСНМ в это время по числу жилых домов стратифицировались в следующей последовательности: Парфеновская (Низ) – 45 домов, 41 семья, 233 жителя (106 мужчин и 127 женщин); Сельская (Село) – 38 домов, 34 семьи, 180 жителей (85 мужчин и 95 женщин); Епифанов Наволок (Наволок) – 31 дом, 31 семья, 161 житель (78 мужчин и 83 женщины); Горка Дуплевская (Хорошая Горка) – 29 домов, 26 семей, 145 жителей (63 мужчины и 82 женщины); Занаволочная – 29 домов, 26 семей, 145 жителей (63 мужчины и 82 женщины); Алексинская – 17 домов, 16 семей, 80 жителей (44 мужчины и 36 женщин); Горка Грихнева (Худая горка) – 16 домов, 15 семей, 91 житель (43 мужчины и 48 женщин); Верховская – 16 домов, 13 семей, 67 жителей (36 мужчин и 31 женщина); Пустошная – 10 домов, 10 семей, 51 житель (28 мужчин и 23 женщины);

Гавриловская – 7 домов, 6 семей, 38 жителей (18 мужчин и 20 женщин) [13, № 3631, 3633-3635, 3637-3642]. В итоге на 1905 год в двенадцати поселениях Лимской ГСНМ насчитывалось 295 жилых домов, 271 семья и 1455 человек жителей (700 мужчин и 755 женщин). Также примечательно, что в этом списке были приведены данные о поголовье домашнего скота, согласно которым в упомянутых двенадцати лимских поселениях имелось 502 лошади, 776 коров и 1130 голов прочего скота. Таким образом, на один дом (двор) в среднем приходилось 4,93 человека жителей и 8,16 головы домашнего скота [Там же, с. 239].

Седьмым по счету историческим источником является «Список населенных мест Вологодской губернии. Каргопольский уезд. Выпуск VI», опубликованный в Вологде в типографии «Северозоюза» в 1922 году. Из предисловия к этому списку, подготовленного сотрудниками Демографической секции Вологодского Губернского Статистического бюро и датированного 1 мая 1922 года, становится известным, что в его основу были положены материалы Всероссийской переписи населения 28 августа 1920 года, а посвященный Каргопольскому уезду, шестой выпуск этого издания «вышел из печати первым, только потому, что он был ранее других подготовлен к печати» [12, предисловие, с. 1]. Из упомянутого предисловия также становится известно, что составителем этого выпуска была статист III разряда В. Н. Малиновская, контроль за проведением работ осуществлялся помощником заведующего Демографической секций Н. И. Котовой, а «общее же руководство, как и инициатива составления и издания списка» принадлежала заведующему Демографической Секцией Ф. Н. Винокурову [Там же].

Опираясь на данные, представленные в этом списке, можно сказать, что на период 1922 года поселения Лимской ГСНМ входили в состав Лимской волости Каргопольского уезда Вологодской губернии и композиционно-планировочным ядром оставался Лимский погост, в котором имелось 3 домохозяйства и 12 жителей (4 мужчины и 8 женщин). А из одиннадцати группировавшихся в это время вокруг Лимского погоста поселений наиболее крупной была деревня Ивановская, в которой насчитывалось 59 домохозяйств, в которых проживал 301 человек (139 мужчин и 162 женщины) [Там же, №№ 455, 458].

Далее, по мере снижения показателя дворности поселений, шли деревни: Парфеновская (47 домохозяйств, 254 жителя, 110 мужчин и 144 женщины), Сельская (40 домохозяйств, 211 жителей, 91 мужчина и 120 женщин), Епифанов-Наволоки (39 домохозяйств, 223 жителя, 110 мужчин и 113 женщин), Горка Дуплева (39 домохозяйств, 200 жителей, 98 мужчин и 102 женщины), Занаволочная (33 домохозяйства, 151 житель, 71 мужчина и 80 женщин), Грихневская (21 домохозяйство, 120 жителей, 57 мужчин и 63 женщины), Алексинская (20 домохозяйств, 101 житель, 53 мужчины и 48 женщин), Верховская (18 домохозяйств, 96 жителей, 45 мужчин и 51 женщина), Пустошная (13 домохозяйств, 76 жителей, 32 мужчины и 44 женщины) и Гавриловская (6 домохозяйств, 49 жителей, 25 мужчин и 24 женщины) [Там же, №№ 444, 447-450, 453-454, 459, 462-463].

В итоге в двенадцати населенных пунктах Лимской ГСНМ на период 1922 года насчитывалось 338 домохозяйств, в которых проживало 1794 человека (835 мужчин и 959 женщин) или 5,31 человека на один двор. Кроме того, в упомянутых поселениях существовало 14 объектов, названных в справочнике «промышленными предприятиями». В их числе значились 5 водяных мельниц (две в деревне Занаволочная и по одной в деревнях Верховская, Парфеновская и Пустошная), 6 «дектекурных заводов» (4 в деревне Занаволочная и 2 в деревне Ивановское), один «кожевенный завод» в деревне Ивановское и по одной кузнице в деревнях Ивановская и Сельская [Там же, с. 42-45]. А графической иллюстрацией к этим сведениям может служить «Карта Каргопольского уезда Вологодской губернии», состоящая из 12 частей, вычерченная землемером Бассановым и изданная Землемерно-Технической частью Вологодского Губернского Земельного Отдела в 1922 году. Причем, на листе под номером 6 изображены окрестности Большого Мошинского (Мошенского) озера и, в частности, реки Лим, в низовьях которой оказались отмеченными 12 поселений: Лимский, Ивановское, Парфеновская, Сельское, Епифанов-Наволоки, Горка Дуплева, Занаволочная, Горка Гринева, Алексинское, Верховское, Пустошное и

Гавриловск[ая] (рис. 1.3) [3, л. 6].

К сожалению, других сведений о лимских поселениях, помимо общих данных в виде списков населенных пунктов в справочниках по административно-территориальному делению Архангельской области 1939-1945 и 1984 годов, авторам пока найти не удалось, а согласно этим источникам в составе Лимского сельсовета Няндомского района Архангельской области с центром в деревне Наволок значились деревни Алексина (* - на период 1939-1945 гг.), Верховье, Гавриловская, Гора Грехнева (*) (Горка Грехнева), Горка Дуплева, Занаволок, Ивановская, Наволок (*), Низ, Погост (*), Пустошь (*) и Село, но, к сожалению, данных об их дворности и населенности в этих справочниках нет [1, №№ 2458-2462, 2464, 2466-2467, 2470] [15].

Зато в дополнение к этим сведениям могут быть представлены данные, относящиеся уже к 2012 году и содержащиеся на портале «Википедия» в статьях под названиями «Няндомский район» и «Мошинское сельское поселение». Согласно этим источникам в десяти населенных пунктах Лимской ГСНМ, в это время входивших в состав муниципального образования «Мошинское», проживало 224 человека, а наиболее крупной была деревня Наволок с 79 жителями. В деревне Ивановской в это время проживало 26, а в деревне Село – 25 человек. По 23 жителя значилось в деревнях Горка Дуплева и Алексеевская, а в деревнях Занаволок, Горка Грехнева, Низ (Лимь) и Гавриловская, насчитывалось, соответственно, 17, 13, 10 и 8 человек жителей, в то время как деревня Верховье значилась совсем пустой [6; 8, №№ 3, 25, 30, 31, 45, 51, 96, 101, 129]. Наконец, нельзя не отметить тот факт, что временной разрыв с 1922 по 2012 годы в какой-то мере можно восполнить также графическими фрагментами четырех топографических карт. В их числе:

- 1) Топографическая карта «Р-37-81,82. Масштаб: в 1 см 1 км» (1975 г.), н[18];

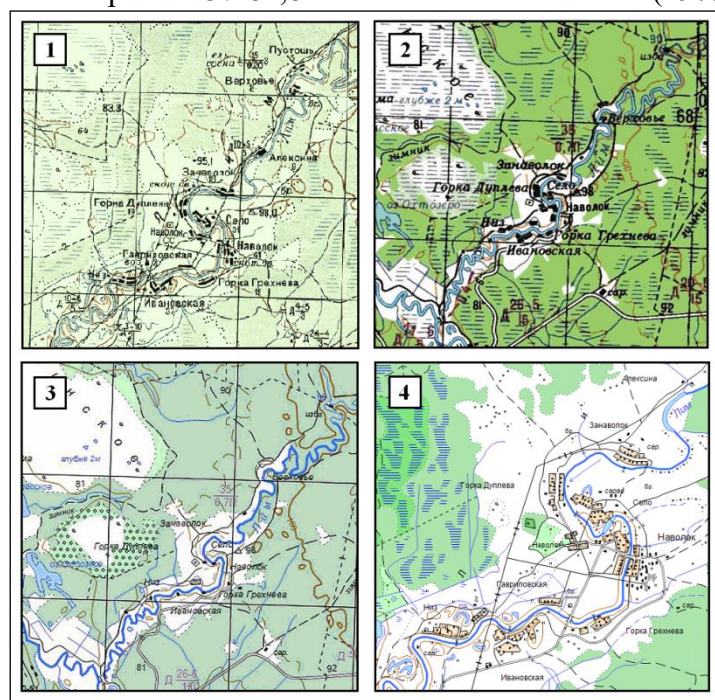


Рисунок 2. Лимская групповая система населенных мест Архангельского Приморья [Няндомского района Архангельской области] (втор. пол. XIX - нач. XX вв.): 1 - фрагмент карты «Р-37-81,82» (1975 г.) [18]; 2 - фрагмент «Топографической карты. Р-37-XXIII,XXIV. Няндомы» (1987 г.) [7]; 3 – фрагмент «Топографической карты гтц лист Р-37-23,24» из набора «Топографическая карта Европейской России» (2000 г.) [16]; 4 – фрагмент «Топографической карты гтц лист Р-37-082-А,В» из набора «Карта России от ГТЦ, масштаб 1:50,000 - в 1 см 500 м» (2001 г.) [17].

- 2) «Топографическая карта Р-37-XXIII,XXIV. Няндомы. СССР. РСФСР Архангельская область. Состояние местности на 1981 г. Издание 1987 г.», на которой нашли отражение

деревни .. А еще на этой карте оказались отмеченными три поселения без названий, вероятно по причине их малодворности, и, предположительно, это деревни Гавриловская, Алексеевская и Пустошь [7];

3) «Топографическая карта ггц лист Р-37-23,24» из набора «Топографическая карта Европейской России» (2000 г.), на которой отмечены поселения Низ, Гавриловская, Наволок, Горка Дуплева, Занаволок, Алексина, Пустошь, Ивановская, Горка Грехнева, Наволок, Село и Верховье [16];

4) «Топографическая карта ггц лист Р-37-082-А,В» из набора «Карта России от ГГЦ, масштаб 1:50,000 - в 1см 500 м» (2001 г.), на которой отмечены поселения Низ, Горка Дуплева, Занаволок, Ивановская, Горка Грехнева, Наволок, Село и Верховье [17].

А теперь приведенные исторические сведения уже можно дополнить данными, полученными в результате полевых работ историко-архитектурной экспедиции ПетрГУ 1991 года и последующей камеральной обработки собранных натурных материалов. В итоге на период 1991 года в составе Лимской ГСНМ насчитывалось двенадцать поселений, административно подчиненные Лимской сельской администрации Няндомского района Архангельской области и удаленные от районного центра, города Няндомы, на расстоянии 62 км к северо-востоку (рис. 3).

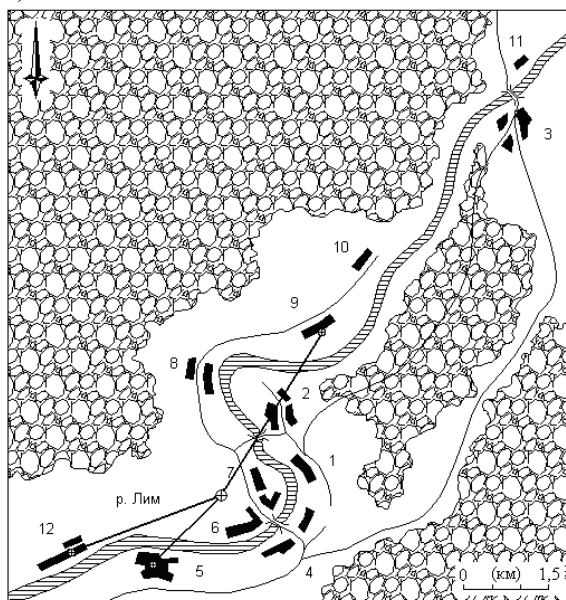


Рисунок 3. Лимская групповая система населенных мест Архангельского Приморья [Няндомского района Архангельской области]: 1 - Наволок (Епифанов Наволок, Епифанов наволоок, Епифано Наволокоц), 2 - Село (Сельская, Селская, Занаволочная); 3 – Верховье (Верховская, Верховское); 4 - Горка Грехнева (Горка Грихнева, Горка Гринева, Горка Гризнава, Грихнева Горка, Грихнева-Горка, Грихнова горка, Худая Горка, Худая горка, Грихневская); 5 – Ивановская; 6 – Гавриловская; 7 - Погост (Лимский, Лимский Погост, Село Епифановское); 8 - Дуплева (Горка Дуплева, Горка Дуплево, Горка Дуплевская, Дуплева Горка, Хорошая Горка); 9 - Занаволок (Занаволочная, Занаволочье); 10 - Алексино (Алексина, Алексинская, Алексеевская, Алексинское); 11 - Пустошь (Пустошная, Пустошна, Пустошное); 12 - Низ (Парфеновская, Парфеновское, Лимь) (ИАЭ ПетрГУ, 1991 г.).

Роль композиционно-планировочного ядра в это время играла деревня Наволок (Епифанов Наволок, Епифанов наволоок, Епифано Наволокоц) (1), в которую можно было попасть из деревни Макаровская (Кузнецовская) Мошинской (Мошенской) групповой системы населенных мест (административного центра Мошинской сельской администрации), двигаясь на северо-восток вдоль правого берега реки Моши и левого берега реки Лим по гужевой (грунтовой) дороге протяженностью 17 км (рис. 2 и 3) [1; 2; 3; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18].

Пятно поселенческой ткани Лимской ГСНМ лентой вытянуто вдоль реки Лим, текущей с северо-востока на юго-запад и сливающейся с рекой Мошей, вытекающей из Большого

Мощенского (Мошинского) озера. Административный центр Лимской групповой системы населенных мест - деревня Наволок – находится практически в центре пятна межпоселенческой застройки, размещаясь на левом берегу реки Лим, в ее крутой излучине.

На одной стороне с деревней Наволок, на расстоянии 1 км вверх по течению реки Лим находится деревня Село (Сельская, Селская, Сельское, Занаволочная) (2), а в 4 км к северо-востоку по грунтовой дороге - деревня Верховье (Верховская, Верховское) (3). В свою очередь вниз по течению реки практически вплотную с административным центром Лимской ГСНМ расположена деревня Горка Грехнева (Горка Грихнева, Горка Гринева, Горка Гризнава, Грихнева Горка, Грихнева-Горка, Грихнова горка, Худая Горка, Худая горка, Грихневская) (4), а вслед за ней, на расстоянии не более 0,5 км, стоит деревня Ивановская (5) [1; 2; 3; 4, с. 84, рис. 4-а; 5, с. 100, рис. 1а, 1б; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18].

Из деревни Горка Грехнева в правобережную часть Лимской ГСНМ ведет деревянный мост, напротив которого расположена деревня Гавриловская (6), уже полностью слившаяся с деревней Погост (Лимский, Лимский Погост, Село Епифановское) (7). К северо-востоку от них, вверх по течению реки Лим друг за другом размещаются деревни Дуплева (Горка Дуплева, Горка Дуплево, Горка Дуплевская, Дуплева Горка, Дуплева-Горка, Хорошая Горка, Хорошая горка, Горка Бубаева) (8) (1,5 км), Занаволок (Занаволочная, Занаволочье) (9) (2,5 км), практически слившаяся с ней деревня Алексино (Алексина, Алексинская, Алексеевская, Алексинское) (10) (3 км) и ныне уже утраченная деревня Пустошь (Пустошная, Пустошна, Пустошное) (11) (4 км) [1; 2; 3; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18].

Далее вниз по течению реки Лим на расстоянии всего лишь 0,5 км от деревни Гавриловская расположена деревня Низ (Парфеновская, Парфеновское, Лимь) (12), находящаяся практически напротив деревни Ивановской и связанная с ней подвесным пешеходным мостом [1; 2; 3; 5, с. 102, рис. 3-в; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18].

По характеру трудовой деятельности населения Лимская ГСНМ относится к классу сельских групповых систем («К1»), а по своим физическим размерам, как ранее, имея в своем составе 12 поселений, так и на момент обследования, обладая 8-ю населенными пунктами, - к варианту крупных поселенческих кластеров («К1/3»). По сведениям, полученным от местных жителей, Лимская групповая система, подобно ранее рассмотренным в предшествующих статьях Мошинской (Мошенской) и Матъзерской ГСНМ по социально-экономическим и эволюционно-генетическим закономерностям возникновения может быть отнесена к подклассу поселенческих кластеров, сформировавшихся путем отпочкования новых населенных пунктов от старого селения-ядра («ПК1») в процессе сегментации крестьянских общин («ПК1/1»).

В свою очередь по объемно-планировочной структуре Лимская групповая система может быть отнесена к поселенческим кластерам, имеющим разобщенно-слитные («Т3»), иерархически соподчиненные («Т3/2») в одном уровне («Т3/2(1)») структурные части. Роль композиционно-планировочного центра Лимской групповой системы в прошлом выполняла деревня Гавриловская - Погост, на северо-западной окраине которой была расположена деревянная церковь Рождества Богородицы Лимского погоста, построенная в конце XIX века (рис. 4.1). В свою очередь в роли композиционно-планировочных доминант второго уровня выступают три деревни. В их числе, во-первых, административный центр Лимской ГСНМ - деревня Наволок, в которой расположена Покровская часовня, построенная в начале XX века. Во-вторых, это деревня Ивановская с Дмитриевской часовней, возведенной в середине XIX века (рис. 4.2) [5, с. 100, рис. 1а, 1б]. И, наконец, находящаяся на северо-восточной окраине Лимской ГСНМ деревня Верховье - Верховская, в которой, по сведениям, полученным от местных жителей, некогда находилась Георгиевская часовня, построенная во второй половине XIX века и утраченная во второй половине XX века [4, с. 84, рис. 4а].

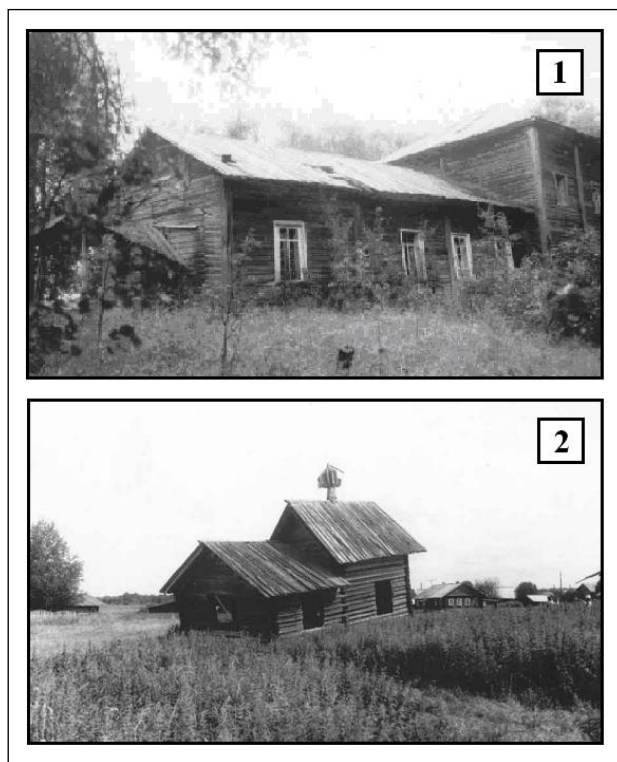


Рисунок 4. Храмы Архангельского Приморья: 1 - Церковь Рождества Богородицы Лимского погоста (кон. XIX в.) в д. Погост Няндомского района Архангельской области (фото П.П. Медведева, 1991 г.); 2 - Дмитриевская часовня (сер. XIX в.) в д. Ивановская Няндомского района Архангельской области (фото П.П. Медведева, 1991 г.).

В период работы экспедиции ПетрГУ 1991 года ее участникам довелось познакомиться с церковью Рождества Богородицы Лимского погоста и с Дмитриевской часовней в деревне Ивановная, выполнив их обмеры и фотофиксацию (рис. 4), и подробный рассказ о которых авторы планируют представить в одной из своих последующих публикаций.

По форме пятна застройки Лимская групповая система населенных мест относится к подтипу смешанных поселенческих кластеров («ПТ4»), в территориально-планировочной организации которых наличествуют фрагменты линейных («ПТ1») и ядерно-центричных («ПТ2») форм («ПТ4:[ПТ1+ПТ2]»). А по композиционным особенностям внутренней организации Лимская групповая система относится к поселенческим кластерам смешанного вида («В4»), обладающим комбинированной системой из одного естественного («В2/1») и нескольких искусственных («В3/4:[В3/1+В3/2]») структурообразующих элементов. Так, в роли естественного или природно-ландшафтного структурообразующего элемента для Лимской ГСНМ выступает река Лим, а функцию искусственных структурообразующих элементов выполняют три дороги. Одна - грунтовая автомобильная дорога, идущая вдоль реки Лим из деревни Макаровская (Кузнецовская) через деревни Ивановскую и Горка Грехнева до деревни Наволок. Две других дороги - гужевые. Одна дорога - транзитная, от деревни Горка Грехнева до деревни Верховье, а другая - тупиковая от деревни Гавриловской до деревни Алексино. Характеризуя степень влияния структурообразующих элементов, можно сказать, что межпоселенческая ткань Лимской ГСНМ в целом оказывается полностью композиционно-соподчиненной («В(1)») как по отношению к реке, так и по отношению к дорогам.

В свою очередь по характеру акцентировки пятна застройки Лимская групповая система относится к смешанно-акцентированным поселенческим кластерам («ПВ4») с акцентами, расположенными как внутри пятна групповой системы (церковь Рождества Богородицы Лимского погоста в деревне Гавриловская - Погост, Покровская часовня в деревне Наволок и Дмитриевская часовня в деревне Ивановской), так и на ее границе

(Георгиевская часовня в деревне Верховье) («ПВ4/4:[2+3]») [11, №№ 2070, 2080]. Причем, все акценты расположены на осях структурообразующих элементов с взаимным усилением композиционных качеств обоих («ПВ(1)»). Необходимо также отметить, что при наличии одной церкви и трех часовен Лимская ГСНМ относится к поселенческим кластерам с числом акцентов от трех до семи («ПВ(01.2)»), которые оказываются иерархически соподчиненными («ПВ(02.2)») в одном уровне («ПВ(03.1)»). Следует упомянуть и о том, что согласно сведениям, представленным в Списке населенных мест Олонецкой губернии на период 1873 года, в системе архитектурных доминант Лимской ГСНМ наличествовало еще две часовни, которые находились в деревнях Занаволок и Низ [11, №№ 2076, 2071]. А по взаимосвязи групповой системы с окружающим ее природным ландшафтом Лимская ГСНМ, подобно многим другим поселенческим кластерам Российского Севера, может быть отнесена к разновидности групповых систем, межпоселенческая ткань которых активно использует природный ландшафт с усилением его композиционных качеств («Р1»).

Список литературы:

1. Архангельская область. Административно-территориальное деление (По состоянию на 1 января 1984 года). - Архангельск: Сев-Зап. кн. изд-во, 1984. - 174 с.
2. 2 Волости и важнейшие селения Европейской России: По данным обследования, произведенного стат. учреждениями М-ва вн. дел: Вып. 7: Губернии Приозерной группы. [Новгородская, Псковская, С.-Петербургская, Олонецкая] / сост. мл. ред. Н.Т. Бутчик. - СПб.: Типография Этингера, Казначейская, д. № 5, 1885. - 8, 148 с.
3. Карта Каргопольского уезда Вологодской губернии. Масштаб в английском дюйме 4 версты. Карта издана Землемерно-Технической частью Вологодского Губернского Отдела в 1922 г. Чертил землемер Бассанов. Р.В.Ц. 265. г. Вологда 1-я Государств. Лит. – 12 л. URL: <http://maps.southklad.ru/forum/viewtopic.php?f=49&t=187> (дата обращения: 20.02.2019).
4. Медведев П.П. Морфология традиционных сельских поселений Архангельского Приморья // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. - № 2. (139). - Март, 2014. - Серия «Естественные и технические науки». - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. - С. 80-86.
5. Медведев П.П. Морфология традиционных сельских поселений Архангельского Приморья // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. - № 4 (141). - Июнь, 2014. - Серия «Естественные и технические науки». - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. - С. 100-106.
6. Мошинское сельское поселение – Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мошинское_сельское_поселение (дата обращения: 10.11.2022).
7. Няндом. СССР. РСФСР Архангельская область. Топографическая карта Р-37-XXIII, XXIV. Состояние местности на 1981 г. Издание 1987 г. – 1 л. URL: https://satmaps.info/map.php?s=200k&map=p-37-23_24, <http://web.archive.org/web/20050225085926/http://mapp37.narod.ru/map2/index23.html> и http://www.etomesto.ru/map-genshtab_p-37/ (дата обращения: 27.05.2021).
8. Няндомский район – Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Няндомский_район (дата обращения: 23.06.2020).
9. Подробная карта Российской империи и близ лежащих заграничных владений. Сочинена, гравирована и печатана при собственном Его Императорского Величества Дено Карт. Маасштаб: 1:840000, 20 верст в английском дюйме. Его Величеству Государю Императору Александру Павловичу. Всеподданнейше подносит Генерал Квартирмейстер фон Сухтелен, Генерал Майор Опперман [1816 г.]. – 25 частей, 100 л. URL: http://www.etomesto.ru/map-atlas_1816_nord/ и <https://humus.livejournal.com/4432298.html> (дата обращения: 18.04.2020).

10. Специальная карта Западной части России Шуберта 1826-1840 годов (1832 г.) – «ЭтоМесто.ru – старые карты России и мира онлайн». URL: <http://www.etomesto.ru/map-shubert-10-verst/> (дата обращения: 21.03.2020).
11. Списки населенных мест Российской империи, составленные и издаваемые Центральным статистическим комитетом Министерства внутренних дел. Вып. 27: Олонецкая губерния: Список населенных мест по сведениям 1873 года / обраб. ст. редактором Е. Огородниковым; сост. и изд. Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел. - 1879. - XCV, 235 с., 1 л. к.
12. Список населенных мест Вологодской губернии. Каргопольский уезд. Выпуск VI. / Р.С.Ф.С.Р., Вологод. губерн. стат. бюро. – Вологда: Тип. Северосоюз, 1922. – [2], 104 с.: табл.
13. Список населенных мест Олонецкой губернии по сведениям за 1905 год / Олонецкий Губернский Статистический Комитет; сост. И.И. Благовещенский. - Петрозаводск: Олонец. губ. тип., 1907. – 326 с.
14. Список селений в Олонецкой губернии, с обозначением числа домов и жителей // Олонецкий сборник. Материалы для истории, географии, статистики и этнографии Олонецкого края. Вып.3. Изд-ние Олонецкого Губернского Статистического Комитета. Сост. Секр. Ком. Благовещенским. - Петрозаводск: Типография Губернского Правления, 1894. – С. 423-533.
15. Справочник административного деления Архангельской области в 1939-1945 годах. Архангельская область. Няндомский район. Анташинский сельсовет – «Солдат.RU». URL: <http://soldat.ru/spravka/locality/arh/?id=5100> (дата обращения: 08.07.2020).
16. Топографическая карта ггц лист Р-37-23,24 - «Loadmap.net. Карты всего мира. Топокарты. Каталог». URL: <http://l.loadmap.net/ru/m47490> (дата обращения: 24.06.2020) (см. также: Топографическая карта Европейской России, 2000 г. - «ЭтоМесто.ru – старые карты России и мира онлайн». URL: http://www.etomesto.ru/map-atlas_topo-russia/ (дата обращения: 15.05.2018)).
17. Топографическая карта СССР.1971-1988 гг. – «ЭтоМесто.ru – старые карты России и мира онлайн». URL: http://www.etomesto.ru/map-atlas_topo-5km/ (дата обращения: 25.02.2022).(см. также: 2001 Карта России 1:50К (Карта России от ГГЦ, масштаб 1:50,000 - в 1см 500 м) - «Старые карты России и зарубежья. Retromap.ru». URL: <http://retromap.ru/1420015> (дата обращения: 18.02.2022)).
18. Топографические карты с привязкой Ozi Explorer (P37/25-Jan-2010 16:04) - «Карто Юг - Старые карты уездов и губерний Российской Империи». URL: <https://maps.southklad.ru/oldmaps/topograficheskie-karty-s-privyazkoj-ozieexplorer.html> (дата обращения: 19.02.2022).

К ВОПРОСУ О РОЛИ МАЛОЭТАЖНОГО ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В РАЗВИТИИ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Д. П. Назарьев

Петрозаводский государственный университет
Петрозаводск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена роль деревянного домостроения в контексте задачи поддержки демографической ситуации в арктических регионах Российской Федерации. Актуальность этой задачи отражена в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». Создание комфортной инфраструктуры для жизни является определяющим фактором как в освоении природных богатств арктических региона, так и в укреплении экономических и политических позиций государства в Арктике.

Ключевые слова: Арктика, северные регионы России, деревянное домостроение.

ON THE ROLE OF LOW-STOREY WOODEN HOUSING CONSTRUCTION IN THE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC REGIONS

D. P. Nazarev

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russia

Abstract. The article considers the role of wooden housing construction in the context of the supporting the demographic situation in the Arctic regions of the Russian Federation. The relevance of this problem is reflected in the «Strategy of the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation and Ensuring National Security for the period up to 2035». The creation of a comfortable infrastructure for life is a determining factor both in the development of the natural resources of the Arctic regions and in strengthening of the economic and political positions of the state in Arctic regions.

Keywords: Arctic, northern regions of Russia, wooden housing construction

Арктическая зона является зоной стратегических интересов России. Выделяются значительные материальные, финансовые и технические ресурсы для дальнейшего освоения Арктики. Однако существует множество накопившихся за десятилетия проблем. Для их преодоления и решения поставленных задач требуется организовать меры таким образом, чтобы регионы были способны максимально реализовать свой потенциал. Кроме того существует множество всё еще плохо освоенных, неисследованных месторождений нефти, газа, цветных металлов и др., что является важным стимулом для развития Арктической зоны России. Решения, которые на сегодняшний день планируются принимать для развития Арктики, описаны в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» (1). Одной из её основных идей является осуществление комплексных мер для социального и экономического развития, направленных на достижение стратегических интересов и обеспечение безопасности.

Огромное место в программе занимают инфраструктурные проекты, предлагающие реконструкцию аэропортов, строительство дорог, промышленные проекты по модернизации дизельных электростанций и др. В условиях особого внимания государства к вопросу развития арктических регионов, безусловно, основным ресурсом развития регионов являются люди и трудовые ресурсы.

На территории Арктической зоны проживает около 2,5 миллионов человек (2). Это примерно 1,6 % населения РФ, которое проживает, однако, на территории, составляющей примерно 20 % территории России. Российская часть Арктики является самой урбанизированной, здесь на крупнейшие центры расселения приходится почти 80 % населения. Имеет место притяжение населения к наиболее развитым в экономической, социальной и культурной сферах городам.

Средние и крупные города Арктики относительно малочисленны. Но они являются точками концентрации основной трудовых ресурсов и демографического потенциала, вокруг них формируется культурная и инфраструктурная база территории. Крупные и средние города из понятных социально-экономических преимуществ, привлекают к себе население с рядом расположенных территорий и тем самым повышают концентрацию населения. Это является особенностью арктической системы расселения. По данным статистики в городских населенных пунктах и в их окрестностях проживает больше, чем две трети населения Арктики. Города изначально наделялись важной ролью в системах расселения, отвечали за связанность арктического пространства. Статус административного центра позволял и позволяет получать дополнительные экономические и функциональные преимущества относительно других поселений, делает их демографически более устойчивыми. Для молодого населения более высокий уровень возможностей и перспективы городов являются критерием выбора их в качестве места жительства, в том числе постоянного.

За последние двадцать лет численность населения в российской Арктике снизилась практически вдвое. Демографическая ситуация поселений арктической зоны Российской Федерации является очень неоднородной (3). Анализ базы данных показателей муниципальных образований, которая с 2012 года стала публиковаться в открытом доступе на сайте Росстата РФ по муниципальным образованиям, в том числе в контексте миграции (4), показывает как общее снижение численности, так и снижение численности городского населения в арктической зоне. Демографические прогнозы предсказывают, что отток населения из арктических регионов России будет продолжаться. Возможно, эта тенденция не затронет те территории, которые останутся привлекательными в силу развития нефтегазовых месторождений, а также функционирования Северного морского пути. В части регионов численность населения может стабилизироваться в случае успешной реализации мероприятий по развитию Арктики.

По оценкам исследователей для реализации уже намеченных планов развития региона необходимо не менее 7–8 млн. человек, то есть втрое больше существующего, и количество горожан должно превалировать. Следовательно, не смотря на проблемы проживания в Арктике, необходимо серьезно работать над задачей увеличения численности населения. Важно, чтобы программы развития АЗ РФ привели к созданию таких условий, когда жизнь на этих территориях явилась бы сознательным выбором человека, а не вынужденным, часто временным, экономическим или иного характера решением. Жители арктических территорий являются гарантом национальной безопасности, их присутствие в Арктической зоне обеспечивает России возможность осуществлять контроль над этими огромными территориями. Важно отметить, что и в других приполярных странах государство стремится увеличить поток людей в малонаселенные арктические районы в связи с тем, что пустующие территории представляют собой зону потенциального риска.

В этой ситуации при привлечении большого количества трудовых ресурсов из других регионов, возможен сценарий формирования расселения Арктики по принципу вахтового труда внутри региона. Система «базовый город — внутрирегиональная вахта» дает толчок для развития базового города с развитой инфраструктурой и концентрацией социальных ресурсов, в нем проживают семьи рабочего контингента, получая все необходимые условия для комфортного развития населения всех возрастов. В то же время небольшие вахтовые поселки обеспечены трудовыми ресурсами, которые не являются временными мигрантами, а связывают свою жизнь и жизнь своих семей с регионом. Такой сценарий может привести к увеличению абсолютной численности городского населения и его доли.

Главные инструменты повышения привлекательности региона, несмотря на его суровые климатические условия, – это повышение уровня жизни населения, а также создание комфортной инфраструктуры для жизни и коммуникаций. Один из основных элементов этой системы мер в контексте задачи привлечения населения — это строительство комфортного жилья.

Обеспечение граждан комфортным жильем является одним из важнейших факторов сдерживания оттока населения из Арктической зоны (2). Вопросы жилищного строительства в Арктике постоянно находятся в зоне внимания, являются неотъемлемыми составляющими в ходе реализации государственных программ и нацпроектов. Специфические условия Арктики и сложные климатические условия требуют особых подходов и более значительных, чем в других регионах, усилий для обеспечения граждан комфортным и качественным жильем. В Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации низкий уровень доступности благоустроенного жилья назван в числе основных угроз национальной безопасности в Арктике.

В России давно имеется богатый опыт строительства поселений в зонах, которые с точки зрения условий для жизни населения являются неблагоприятными. Особенностью отечественного арктического домостроения от зарубежного является наличие большого багажа практических знаний, основанных на многолетних испытаниях и наблюдениях, ориентированных на создание максимально комфортных условий проживания и обеспечение безопасности людей.

История строительства в Арктике показывает, что конструкции из современных деревянных материалов являются более эффективными в таких условиях. Преимуществами деревянного домостроения являются комфортность, экологичность, экономичность и доступность материала, а также энергоэффективность и доступность индивидуализации (5). Строительство быстровозводимых комфортных малоэтажных зданий позволит осуществить более равномерное, рациональное расселение по малоосвоенной территории, что повышает эффективность хозяйственного освоения территорий.

Список литературы:

1. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645 «О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010260033?index=0&rangeSize=1>
2. Особенности жилищного строительства в Арктической зоне Российской Федерации, рекомендации, Утверждены на заседании Комитета Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике, местному самоуправлению и делам Севера. URL: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/126006/>
3. Сеница, А. Л. Демографическое развитие городов Арктической зоны Российской Федерации / А. Л. Сеница // Экономическая наука современной России. – 2016. – № 3(74). – С. 112-123. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26721602>
4. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/>
5. Исследование технико-экономических параметров при выборе технологии возведения ограждающих конструкций индивидуальных жилых домов / Л. А. Девятникова, Е. Г. Емельянова, А. А. Кузьменков, А. А. Симонова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2015. – № 4(149). – С. 82-89.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Отпечатано в ООО «ИД Петропресс»
185910, Петрозаводск, пр. Первомайский, 48
Формат Заказ 4408. Тираж 100 экз.
Усл.-печ. л. 6,63. Бумага офсетная.