

УДК 630.181.43+674.816

## ОСВОЕНИЕ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ПОВРЕЖДЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

С. Н. Долматов, П. Г. Колесников, А. И. Пережилин

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва 660037, Красноярск, просп. имени газеты «Красноярский рабочий», 31*

E-mail: pipinaskus@mail.ru, mfsibgtu@mail.ru, alex\_pr@sibsau.ru

*Поступила в редакцию 09.04.2024 г.*

Красноярский край и Иркутская область являются ведущими регионами РФ по объему лесозаготовок. Вместе с тем валовый региональный продукт лесной отрасли региона не превышает 2.5 %. Лесные массивы Сибирского федерального округа регулярно подвергаются воздействию пожаров и насекомых-вредителей леса. При этом образуются значительные объемы поврежденной низкокачественной древесины. Переработка древесины добавляет большое количество отходов в виде опилок, горбыля, реек. Политика неконтролируемого роста объемов заготовки в хвойных древостоях в целях получения высококачественных круглых лесоматериалов привела к истощению лесосырьевых баз, росту расстояний транспортировки лесной продукции, усложнению логистики. Выходом из сложившейся негативной ситуации может стать обоснованная ориентация на глубокую переработку древесного сырья с последующим производством высоколиквидной продукции. Мировые тенденции в области комплексного использования древесного сырья позволяют определить в качестве основного вектора переработки этих ресурсов производство топливных брикетов и пеллет. Особенности рынка производства и потребления пеллет в России – исключительно экспортная ориентация, объемы внутреннего потребления не превышают 15–20 % от общего объема производства. В текущей экономической и политической ситуации Россия практически потеряла освоенные ранее рынки сбыта пеллет в Европе. Ориентация производителей на Южную Корею и Японию сталкивается с проблемами логистики и агрессивной конкуренции со стороны Вьетнама, Канады и США. В этих условиях выходом из ситуации, связанной с недостаточным вовлечением в промышленную переработку низкокачественной древесины и отходов, может стать направление переработки в расчете на обеспечение рынка строительных материалов плитами и древесно-минеральными композитами. Эта продукция представлена изделиями высокой степени передела, имеет прогнозируемые внутренний спрос и рынок сбыта.

**Ключевые слова:** *лесные ресурсы, низкокачественная поврежденная древесина, пеллеты, рынок, конкуренция, логистика и сбыт, древесные композиционные материалы, жилищное строительство, экология.*

DOI: 10.15372/SJFS20240611

### ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации сосредоточены значительные объемы лесных ресурсов – около 20 % всей площади лесов на планете, или в абсолютном исчислении – более 800 млн га (Глобальная оценка, 2015). Каждый год в России проводится лесозаготовка в объемах, превышающих 200 млн м<sup>3</sup> (в 2021 г. – 224.945 млн м<sup>3</sup>). Россия входит в 10 стран-лидеров по лесозаготовкам. Сибирский федеральный округ заготавливает более 30 % (в 2021 г. – 72.316 млн м<sup>3</sup>) (ЕМИСС, 2022) и находится на четвертом месте по произ-

водству пиломатериалов в мире, уступая США, Канаде и Китаю. Производство пиломатериалов в 2019 г. составило 44.7 млн м<sup>3</sup>.

Красноярский край и Иркутская область – лидеры России по объему лесозаготовки (в 2021 г. – 24.7 и 32.7 млн м<sup>3</sup> соответственно), занимают ведущую позиций в российском лесном секторе и имеют достаточно развитую лесную промышленность. При этом им принадлежит 24 % от общей лесопокрытой площади всей России (190 млн из 809 млн га). Вместе с тем вклад лесного комплекса в экономику, например Красноярского края (валовый региональный продукт

(ВРП)) ничтожно мал и не превышает 2.5 %, что совершенно не соответствует потенциально возможному использованию лесных массивов. Для сравнения, обрабатывающая промышленность – это 33.8 % ВРП Красноярского края, добыча полезных ископаемых – 18.1 % ВРП.

Сибирский федеральный округ (СФО) занимает второе место по площади лесов в РФ. Общая площадь государственного лесного фонда СФО равна 298.8 млн га, при этом площадь, покрытая лесами, – 219.1 млн га, общий запас насаждений на землях лесного фонда составляет 27451 млн м<sup>3</sup>, из них хвойных – 21276 млн м<sup>3</sup>, мягколиственных – 6011 млн м<sup>3</sup>. Запас спелых и перестойных насаждений на землях лесного фонда составляет 16565 млн м<sup>3</sup> (60 % общего запаса лесов округа) (Глобальная оценка..., 2015; Стратегия..., 2020). Эксплуатационные леса занимают 47.5 % площади лесного фонда (142.04 млн га), резервные – 23.2 % площади земель лесного фонда (69.1 млн га). На СФО приходится 38 % расчетной лесосеки России. Регион обладает развитой лесной промышленностью и лидирует по объемам лесозаготовки, производству пиломатериалов, товарной целлюлозы и продукции лесохимии.

Важный показатель любого лесного региона – использование расчетной лесосеки. Наиболее полно она осваивается в Иркутской области – на 48 %. Для Красноярского края этот показатель ниже – 28 %. Основная причина недостаточного использования расчетной лесосеки – транспортная недоступность лесов ввиду низкой плотности лесных дорог, а также ориентация исключительно на экстенсивные технологии освоения лесов, с задачей заготовки преимущественно стволовой древесины высокой товарности.

Плотность лесных дорог в Российской Федерации и Красноярском крае составляет в среднем 1.46 и 1.2 км/тыс. га лесной площади соответственно, что в несколько раз меньше, чем показатели ведущих стран (от 10 до 45 км), в которых лесозаготовительная и лесоперерабатывающая промышленность является весомой частью экономики (Долматов, Макунина, 2023). Долгие годы развитие технологии лесозаготовки и лесопереработки шло по пути экстенсивного увеличения темпов освоения лесосырьевых баз со сплошной вырубкой значительных площадей лесных земель и объемов древесины. При этом недостаточное влияние уделялось вопросам комплексной переработки всей биомассы древесины. Это привело к тому, что в погоне за высоколиквидной стволовой древесиной лесозагото-

вительные участки удалились на 300 км и более от мест переработки и отгрузки на магистральный транспорт. При таком увеличении плеча вывозки за полвека интенсивной эксплуатации лесных массивов затраты на транспорт возросли в 3 раза и более (Шишелов, Носков, 2018). С начала 2000-х годов произошли коренные изменения в области технологий комплексной переработки древесного сырья, появились и получили развитие биотопливная промышленность, плантационное ведение лесного хозяйства (Кривокоченко, 2021; Кархова, 2022). В 2000-е годы в РФ было заготовлено еще сотни миллионов кубометров древесины. Однако при этом качество лесного фонда стало еще хуже, многократно возросло число лесных пожаров и их площадь, увеличилось количество расстроенных лесов. Одной из причин этих нежелательных тенденций является ориентация лесопользователей на получение исключительно стволовой древесины. При этом вопросам переработки низкокачественной древесины и древесных отходов уделяется совершенно недостаточное внимание. Производство плит, пеллет, древесных композитов – перспективное направление лесоперерабатывающей промышленности.

Цель исследования – обоснование перспектив освоения низкокачественной, поврежденной древесины и древесных отходов в условиях ограничений логистики, сбыта и санкционного давления.

В задачи настоящего исследования входило:

- определение видов и объемов сырьевых ресурсов низкокачественной, поврежденной древесины и отходов, подлежащих освоению;
- обоснование перспектив производства и реализации пеллет в современных экономических условиях;
- определение видов продукции, имеющей перспективы на рынке, и доступного сырьевого и технологического обеспечения в условиях ограничения логистики и сбыта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования стали перспективные направления и технологии утилизации низкокачественной древесины и древесных отходов путем их вовлечения в производственный оборот с целью выпуска продукции с высокой добавочной стоимостью. В работе использованы данные о запасах леса, лесопокрытых площадях, объемах лесозаготовки отдельных субъектов и государств, данные федеральных и муниципаль-

ных систем контроля и мониторинга оборота лесной продукции (ЕМИСС, 2022; FAOSTAT, 2024), а также источники, расположенные в свободном доступе, в качестве методов исследования – анализ данных, метод аналогий, обобщения, систематизации.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Территория Сибири огромна, Сибирский федеральный округ занимает территорию площадью 4 361.7 тыс. км<sup>2</sup> (25.47 % от территории РФ). Население на 2022 г. составляет 16 882.8 тыс. чел. (11.62 % от численности населения РФ). Эта территория имеет достаточно слаборазвитую дорожную сеть, что существенно осложняет маневрирование ресурсами, сырьем, полуфабрикатами и технологиями. Наличие крупных лесоперерабатывающих производств химической и химико-механической переработки в Иркутской области (Братск, Усть-Илимск) позволяет весьма эффективно переработать низкокачественную древесину в виде технологического сырья и получить конечную продукцию высокой степени передела (целлюлоза, картон, термомеханическая масса и т. п.) В других субъектах СФО таких предприятий нет (Енисейский ЦБК в г. Красноярске ликвидирован в 2010 г.). На текущий момент организовать эффективную химико-механическую переработку запасов низкокачественной древесины Красноярского края не представляется возможным. Опыт поставок сырья на предприятия целлюлозно-бумажной и целлюлозно-картонной промышленности Иркутской области не всегда удачен и имеет низкую рентабельность из-за значительных расстояний. Например, лесопильное предприятие ООО «Красноярский центр строительства», расположенное в пос. Чемдальск, поставляет технологическую щепу автотранспортом по зимнику в Усть-Илимск, расстояние доставки 250 км. Очевидно, что при таких расстояниях доставки технологическая щепка становится нерентабельной. ООО «Красноярский центр строительства» – это современное лесоперерабатывающее предприятие с объемом готовой пиломатериальной продукции до 400 тыс. м<sup>3</sup> в год. При таком выходе готовой продукции объем заготовки составляет не менее 1 млн м<sup>3</sup>. Соответственно появляются вторичные ресурсы и отходы.

Объем таких ресурсов значителен. Выход низкокачественной древесины при лесозаготовке в хвойных насаждениях достигает 14–38 %, а для насаждений березы (*Betula L.*) и осины

(*Populus tremula L.*) – до 78 %. Часть низкокачественной древесины лесозаготовители реализуют населению в виде дров, а также используют на удовлетворение собственных нужд. При отсутствии централизованного теплового снабжения населенных пунктов (а таких лесозаготовительных поселков большинство) на собственные нужды требуется не более 5–10 % низкокачественной древесины от общего объема лесозаготовок. Однако с увеличением расстояния вывозки до 150 км и более перевозить такую древесину считается нерентабельно. В результате жители поселков, где основное градообразующее предприятие – это предприятие по лесозаготовке и лесопереработке, испытывают острую нужду в топливных дровах, а на лесосеках создаются пожароопасные залежи низкокачественной древесины (особенно мягколиственных пород).

Помимо низкокачественной древесины, сосредоточенной непосредственно на лесосеках, в пунктах погрузки и на нижних складах, важным компонентом, потенциально пригодным для вовлечения в переработку, являются отходы лесоперерабатывающих производств, в частности лесопиления. Основную массу кусковых отходов лесопиления составляют горбыль и рейки. Количество кусковых отходов лесопиления зависит от размера сырья, оборудования и технологии распиловки. Количество получаемых отходов при распиловке хвойного пиловочника диаметром 20–28 см достигает 35 %. В настоящее время в связи с ориентацией на потребности и запросы рынка существует тенденция сокращения выхода пиломатериалов за счет повышения их качества. В этом случае ресурсы кусковых отходов лесопиления увеличатся еще дополнительно на 6–8 %.

В ЛПК России ежегодно формируется 68–74 млн м<sup>3</sup> древесных отходов и вторичного сырья, а используется и перерабатывается не более 48–58, т. е. около 30–36 млн м<sup>3</sup> отходов и вторичного сырья не приносят доход, на их утилизацию тратятся силы и средства, само их наличие ухудшает ситуацию, связанную с пожарной опасностью, а также отмечается негативное воздействие на экологическую обстановку. Красноярский край обладает существенными объемами невостребованных древесных ресурсов в виде отходов производства, малоценных пород древесины и древесины, поврежденной вредителями. В 2018 г. объем древесных отходов на территории Красноярского края составил более 4.3 млн м<sup>3</sup>, объем перерабатываемых отходов от лесопереработки – 1.6 млн м<sup>3</sup>, что не более 37 % от общего объема, остальные 63 % (или

2.7 млн м<sup>3</sup>) никак не используются (ЕМИСС, 2022).

Имеется ряд факторов негативного влияния неиспользования древесных ресурсов в виде низкокачественной древесины и отходов.

1. Риск возникновения и распространения пожаров. При некачественной очистке лесосек, на территории деляны остается большое количество отходов. Эти материалы интенсивно теряют свою влажность, в особенности под воздействием прямых солнечных лучей, вследствие чего деляна начинает представлять собой склад легко воспламеняемого топлива.

2. Формирование кормовой базы для насекомых-вредителей. Древесина – это органический продукт, служащий пищей и средой обитания насекомых-вредителей и грибов, которые в ходе своей жизнедеятельности повреждают ее, и она становится не пригодной для дальнейшей обработки путем лесопиления. Древесные отходы и низкокачественная древесина, оставленные на лесосеке, являются источником пожарной опасности, препятствуют росту и развитию подроста, ухудшают прогноз на успешное лесовозобновление.

К потенциальным ресурсам древесины, пригодной для переработки, следует отнести пройденные пожаром и погибшие насаждения. К общей площади погибших лесных насаждений относится площадь лесных насаждений всех лесобразующих пород, которые погибли при воздействии на них вредителей, животных, при пожарах, от действия негативных погодно-климатических факторов, воздействия человека, выбросов, т. е. все те насаждения, которые по своему состоянию попадают в категорию санитарной рубки.

На рис. 1 показана площадь погибших лесных насаждений на территории РФ, СФО, Красноярского края

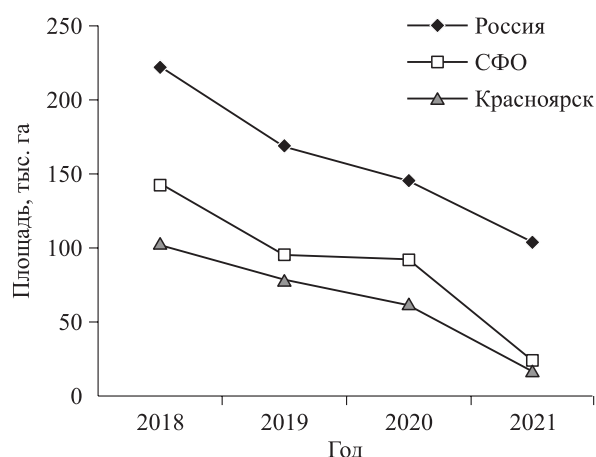


Рис. 1. Площадь погибших лесных насаждений на территории РФ, СФО, Красноярского края (ЕМИСС, 2022).

Красноярского края по данным Федеральной службы государственной статистики с 2018 по 2021 г. (ЕМИСС, 2022).

Масштабы убыли лесного фонда весьма значительны. В табл. 1 отражены причины и масштабы нарушений (на примере Приангарского макрорайона Красноярского края) в 2018 г.

Вспышки массового размножения насекомых и лесные пожары относятся к наиболее существенным факторам повреждений на площади 1.08 млн и 270 тыс. га соответственно. Однако в 2019–2021 гг. в Красноярском крае лесными пожарами была пройдена еще большая площадь.

В работе Е. А. Хартанович и Т. В. Зеленской (2020) были определены объемы отходов лесозаготовительного производства. По итогам расчетов суммарный объем древесной массы отходов составил 5292.59 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе по Приангарскому макрорайону – 3497.48 тыс. м<sup>3</sup>, по Северному – 483.41 тыс. м<sup>3</sup>, по Центральному – 251.08 тыс. м<sup>3</sup>, по Южному – 226.74 тыс. м<sup>3</sup>,

Таблица 1. Площади (га) погибших насаждений в Приангарском макрорайоне Красноярского края (Лескинен и др., 2020)

Муниципальный район	Причины ослабления (гибели)						Всего
	антропогенные факторы	болезни леса	лесные пожары	непатогенные факторы	насекомые-вредители	неблагоприятная погода, переувлажнение или засуха	
Богучанский	3090	10 562	111 646	594	28 585	22 785	177 262
Енисейский	354	2541	27 118	–	843 073	773	873 859
Казачинский	–	–	78	–	7681	–	7759
Кежемский	9930	2610	53 243	–	8249	425	74 457
Мотыгинский	20	4321	36 421	–	16 254	429	57 445
Северо-Енисейский	–	1400	41 667	–	178 357	8249	229 673
Итого ...	13 394	21 434	270 173	594	1 082 199	32 661	1 420 455

по Западному макрорайону – 257.28 тыс. м<sup>3</sup> и по Восточному макрорайону – 576.6 тыс. м<sup>3</sup>.

Объем пиломатериалов, произведенных в 2019 г. предприятиями Красноярского края, составил 4726.0 тыс. м<sup>3</sup>. При этом объем отходов, образовавшихся в лесопильном производстве, достигал 5581.7 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе кусковых отходов – 3568.68 тыс. м<sup>3</sup>, опилок – 2013.02 тыс. м<sup>3</sup>.

На сегодняшний день актуальной проблемой лесов СФО, в частности Красноярского края, является ослабление и гибель лесов вследствие не только лесных пожаров, но и повреждения насекомыми-вредителями. По данным Управления Россельхознадзора по Красноярскому краю, уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford) и сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus* Tschetverikov) представляют собой карантинные объекты, распространенные на территории края и вызывающие наибольшие опасения (Специалистами..., 2016; Красноярский филиал..., 2024).

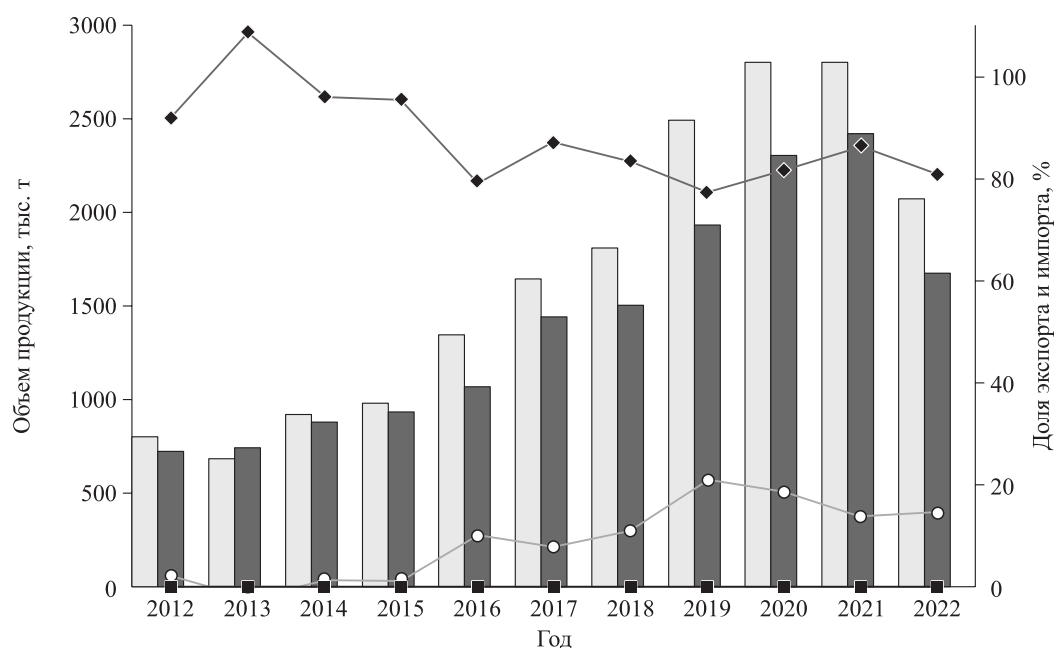
Своевременный мониторинг, в том числе на основе современных средств дистанционного зондирования и контроля, позволяет установить степень повреждения древостоев опасными лесными вредителями. К примеру, по результатам контрольно-надзорных мероприятий, в 2018 г. Управлением Россельхознадзора установлено 17 карантинных фитосанитарных зон по уссурийскому полиграфу на площади 57.56 тыс. га, в 2019 г. – 24 на площади 78.68 тыс. га. На сегодняшний день общая площадь установленных карантинных фитосанитарных зон по уссурийскому полиграфу составляет 606.71 тыс. га (это 44 зоны на территории 14 районов края), площадь очагов достигает 164.08 тыс. га. Единственный способ борьбы с распространением полиграфа – вырубка свежеселенных, погибших и поврежденных деревьев (Баранчиков и др., 2011; Пряничникова, Звягинцев, 2021; Юртаева, Алашкевич, 2022). Применение химических и биологических мер малоэффективно. Другой опасный карантинный вредитель в Красноярском крае – сибирский шелкопряд, наносимый им вред сравним с лесными пожарами и приводит к полной гибели хвойных лесов на месте вспышки. Древостои, погибшие во время вспышки массового размножения сибирского шелкопряда, крайне пожароопасны, а также служат рассадниками стволовых вредителей, в том числе и карантинных, таких как род черные усачи (*Monochamus* (Megerle in Dejean)). В 2016 г. на территории Енисейского района была зафиксирована вспышка массового размножения

сибирского шелкопряда. Площадь очагов составляла 21 тыс. га, к концу 2016 г. она увеличилась до 935 тыс. га. В 2019 г. отмечены новые вспышки очагов сибирского шелкопряда в Ирбейском и Саянском районах края на площади более 120 тыс. га. Важным и широко распространенным вредителем в лесах Красноярского края по степени воздействия на древостой является усач черный еловый большой (*Monochamus sartor* (Fabricius)), площадь поврежденных им насаждений составляет 87.2 тыс. га.

Таким образом, обозначены объемы невостребованной древесины, а именно: лесосечных отходов, отходов от деревообработки, древесины, пораженной пожарами и насекомыми, следовательно такие ресурсы, а объем их весьма значителен, при вовлечении их в производство позволят получить дополнительные доходы. По информации Минлесхоза Красноярского края, всего до 40 % обозначенного объема ресурсов в виде низкокачественной древесины и отходов лесопиления направляется в последующую переработку. Что касается остальных 60 %, то это практически невостребованные ресурсы.

Определенная работа в области утилизации и промышленной переработки низкокачественной древесины и древесных отходов, конечно, проводится. Из отходов деревообработки и малоценной древесины предприятиями лесного комплекса Красноярского края в 2018 г. произведены следующие виды продукции: древесноволокнистые плиты – 34.75 млн м<sup>2</sup> (в том числе АО «Лесосибирский ЛДК № 1» – 25.2 млн м<sup>2</sup>, ЗАО «Новоенисейский ЛХК» – 9.55 млн м<sup>2</sup>); пеллеты и топливные брикеты – 164.9 тыс. т (в том числе ООО «ДОК «Енисей» – 66.8 тыс. т, ЗАО «Новоенисейский ЛХК» – 45.9 тыс. т, ООО «Сиблес Проект» – 22.0 тыс. т, ООО «Лес-Сервис» – 6.3 тыс. т, ООО «Ксилотек-Сибирь» – 5.8 тыс. т, ООО «КРАСФАН» – 0.34 тыс. т) (Стратегия..., 2020).

Характерной чертой технологий утилизации низкокачественной древесины и отходов является предварительное измельчение исходного сырья, имеющего разнообразные массы, размеры и плотность в сравнительно однородную технологическую щепу. Из этой щепы возможен выпуск широкой номенклатуры композиционных материалов, термопластов или химическая переработка на целлюлозу. Сырьевые ресурсы для производства измельченного древесного сырья применительно к лесозаготовительным предприятиям формируются из низкокачественных кряжей, вырезок, оторцовок и откомлевок, сучьев, вершин, поступающих на нижний склад



Производство, тыс. т	791	683	913	974	1345	1650	1810	2500	2800	2800	2073
Экспорт, тыс. т	729	744	879	935	1073	1439	1511	1933	2294	2425	1677
Импорт, тыс. т	1.11	1.46	1.34	2.17	2.80	4.88	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09
Внутреннее потребление, тыс. т	63.11	-59.54	35.34	41.17	274.80	215.88	301.09	569.09	508.09	377.09	398.09
Доля экспорта, %	92.03	108.70	96.13	95.78	79.61	86.95	83.38	77.26	81.87	86.54	80.82
Доля импорта, %	0.14	0.21	0.15	0.22	0.21	0.29	0.12	0.08	0.07	0.07	0.10

Рис. 2. Объем производства, экспорта, импорта и внутреннего потребления пеллет (Россия) (FAOSTAT, 2024).

при вывозке лесоматериалов с лесосек. Каждая из названных групп ресурсов, подпадающих под определение низкокачественная древесина, имеет нормативные показатели процентного выхода при реализации заготовки и переработки лесных ресурсов различного качества, способов обработки и множества других факторов. Наиболее значимы ресурсы низкокачественной древесины и отходы деревообработки. Традиционное значение низкокачественной древесины как топливных дров с развитием и широким внедрением более эффективных видов топлива, таких как газ, уголь, нефть, в настоящее время практически мало значимо. Топливные дрова утратили свое первоначальное значение как энергетическое сырье, следовательно, могут и должны вовлекаться в промышленную переработку с получением измельченного древесного сырья, имеющего широкий круг применения.

Весьма показательна история зарождения, роста объемов производства и распространения технологии производства топливных гранул – пеллет. Рост цен на традиционные углеводородные энергетические ресурсы, повышенное внимание к экологической ситуации на планете сформировало устойчивый тренд перехода

на технологии зеленой экономики, принципы устойчивого развития и использования биовозобновляемых ресурсов. Одной из причин такого перехода послужил фактор ужесточающейся конкурентной борьбы мировых корпораций, отдельных стран и макрорегионов, когда вопросы экономической целесообразности приносятся в жертву политической или военной конъюнктуры, интересов военных блоков, стран и корпораций. Доминирование России как ведущего поставщика нефти и газа на рынки Европы было разрушено в 2022 г. Крайне нестабильно выглядит ситуация на традиционных маршрутах доставки по морю из-за наличия пиратства, военных конфликтов.

Российские производители, хоть и с некоторым опозданием, но в целом уловили мировой тренд перехода на биовозобновляемые энергетические ресурсы в виде пеллет. За 10 лет объемы производства пеллет выросли с 791 тыс. до 2800 тыс. т, или в 3.5 раза (FAOSTAT, 2024) (рис. 2).

В табл. 2 показана динамика производства, экспорта, импорта и внутреннего потребления ведущими странами потребителями и производителями пеллет (FAOSTAT, 2024).

Таблица 2. Динамика производства, экспорта, импорта и внутреннего потребления пеллет (FAOSTAT, 2024)

Показатель	Год										
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Германия										
Производство, тыс. т	2246	2208	2078	1998	1932	2250	2415	2821	3100	3353	3569
Экспорт, тыс. т	849	720	683	688	365	489	641	771	811	817	683
Импорт, тыс. т	347	547	419	445	443	431	375	316	302	404	477
Внутреннее потребление, тыс. т	1744	2035	1814	1755	2010	2192	2149	2366	2591	2940	3363
Доля экспорта, %	32.74	26.13	27.35	28.16	15.37	18.24	22.97	24.58	23.84	21.75	16.88
Доля импорта, %	13.38	19.85	16.78	18.22	18.65	16.08	13.44	10.07	8.88	10.75	11.79
	США										
Производство, тыс. т	3474	4704	5947	6517	6393	6900	7468	8593	8412	8449	9544
Экспорт, тыс. т	1898	2883	4005	4669	4709	5203	6017	6858	7257	7522	8977
Импорт, тыс. т	86	152	219	207	205	212	221	212	205	196	194
Внутреннее потребление, тыс. т	1662	1973	2161	2055	1889	1909	1672	1947	1360	1123	761
Доля экспорта, %	53.31	59.37	64.95	69.44	71.37	73.16	78.25	77.89	84.22	87.01	92.19
Доля импорта, %	2.42	3.13	3.55	3.08	3.11	2.98	2.87	2.41	2.38	2.27	1.99
	Канада										
Производство, тыс. т	1500	1800	1900	2100	2888	2905	3048	3200	3830	3830	3830
Экспорт, тыс. т	1369	1640	1637	1627	2373	2176	2651	2634	2900	3153	3493
Импорт, тыс. т	45	22.6	30.1	29.9	20.2	19.6	19.9	27.2	28.5	29.2	30.7
Внутреннее потребление, тыс. т	176	182.6	293.1	502.9	535.2	748.6	416.9	593.2	958.5	706.2	367.7
Доля экспорта, %	88.61	89.98	84.81	76.39	81.6	74.4	86.41	81.62	75.16	81.7	90.48
Доля импорта, %	2.91	1.24	1.56	1.4	0.69	0.67	0.65	0.84	0.74	0.76	0.8
	Вьетнам										
Производство, тыс. т	50	170	800	1000	1350	1647	3050	3100	3200	3500	4650
Экспорт, тыс. т	34	160	779	974	1354	1579	3022	3077	3200	3500	4629
Импорт, тыс. т	0.03	0.04	5.2	1.05	6.18	9.26	0.2	0.86	1.1	1.1	1.69
Внутреннее потребление, тыс. т	16	10	26.2	27.05	2.18	77.26	28.2	23.86	1.1	1.1	22.69
Доля экспорта, %	67.9	94	96.8	97.3	99.8	95.34	99.1	99.23	100	100	99.5
Доля импорта, %	0.06	0.02	0.65	0.1	0.46	0.56	0.01	0.03	0.03	0.03	0.04
	Южная Корея										
Производство, тыс. т	15	15	50	120	120	120	68	188	243	331	658
Экспорт, тыс. т	0.02	0.01	0.002	1.5	0.1	0.004	2.62	0.07	0.07	0.07	0.035
Импорт, тыс. т	122	484	1850	1470	1717	2431	3445	3002	3004	3356	3917
Внутреннее потребление, тыс. т	136.98	499	1900	1588.5	1836.9	2551	3510	3189	3246.9	3687	4574.9
Доля экспорта, %	0.015	0.002	0.001	0.09	0.005	0.001	0.08	0.002	0.002	0.002	0.001
Доля импорта, %	89	97	97	92	93	95	98	94	93	91	86
	Япония										
Производство, тыс. т	78	90	126	126	126	127	131	147	149	156	156
Экспорт, тыс. т	3460	4830	4190	0.46	0.27	0.24	0.31	0.21	0.95	1.7	2.2
Импорт, тыс. т	72	84	97	232	347	506	1060	1614	2028	3118	4407
Внутреннее потребление, тыс. т	146.54	169.17	218.81	357.54	472.73	632.76	1190.7	1760.8	2176	3272	4561
Доля экспорта, %	2.31	2.78	1.88	0.13	0.06	0.04	0.03	0.01	0.04	0.05	0.05
Доля импорта, %	48	48.28	43.5	64.8	73.36	79.94	89	91.65	93.16	95.24	97

Анализ данных табл. 2 позволяет сделать следующие выводы:

1. Страны можно условно разделить на три группы: производители и экспортеры пеллет (США, Канада, Вьетнам, Россия); исключительно импортеры пеллет (Япония, Южная Корея); экспортеры, и импортирует пеллеты в за-

висимости от конъюнктуры рынка, сложившейся экономической ситуации, курса национальной валюты.

2. Отмечается стремительный и устойчивый рост производства и потребления пеллет.

3. Основные потребители пеллет – это промышленно развитые, платежеспособные страны.

4. Объемы производства и экспорта пеллет в значительной степени зависят от курса национальных валют. Макроэкономическая ситуация на рынке позволила обеспечить рост производства и экспорта пеллет такими странами, как Россия и Вьетнам. Высокая маржинальность производства пеллет была обусловлена в том числе низким курсом их национальных валют при росте мировой цены в евро или долларах.

5. В России чрезвычайно низкий уровень внутреннего потребления пеллет. Это весьма нелогично, поскольку Россия – холодная страна с продолжительной зимой.

Согласно данным ООО «Национальное лесное агентство развития и инвестиций» (Кархова, 2023) за 2021 г., из России пеллеты в основном продаются в следующие страны: Дания (39 %), Бельгия (14 %), Южная Корея (7 %), Великобритания (6 %), Италия (6 %), Япония (5 %), Нидерланды (4 %), Финляндия (4 %), Франция (4 %), т. е. по направлениям экспортных поставок доля европейского рынка составляет 88 %, а доля азиатского рынка – 12 % (Кархова, 2023)

Для условий поставки пеллет, производимых в СФО на рынки Европы, характерны значительные (до 6000 км и более) расстояния и несколько перевалок груза по пути следования. Резкий рост экспортных поставок пеллет СФО в 2017–2021 гг. обусловлен тем, что их транспортировка на экспорт стала поддерживаться правительством, которое компенсировало существенную часть затрат на перевозку. Но конкурировать с основными странами-производителями пеллет (США, Канада, Вьетнам) сложно, поскольку они имеют устойчивую логистику на основе морских судовых перевозок. Объем потребления пеллет в Европе в 2021 г. превысил 30 млн т (Биотопливный конгресс..., 2022). Высокий спрос на пеллеты в ЕС объясняется сложившейся экономической целесообразностью замены ископаемых видов топлива. Стоимость отопления при использовании пеллет составляет 5.23 евроцента за 1 кВт·ч, тогда как при использовании газа и нефтепродуктов – 6.3 евроцента. Центральное отопление еще дороже (около 9 евроцентов за 1 кВт·ч) (Передерий, 2020).

Общий энтузиазм производителей и значительные объемы инвестиций в производство пеллет столкнулись в 2022 г. с неожиданными и весьма серьезными проблемами, к которым относятся затруднения логистики и сбыта пеллет на традиционных рынках сбыта в Евросоюзе. Некоторые производители и поставщики пеллет

оптимистично заявили, что можно оперативно переориентироваться на рынок Азии, прежде всего Южной Кореи и Японии. Действительно, суммарное потребление пеллет в этих странах в 2022 г. составило более 9 млн т, что практически в 4.5 раза больше, чем общий объем производства пеллет в России (табл. 2). Однако не стоит забывать о других странах-производителях и тех логистических предпочтениях, которые они имеют. Например, Вьетнам, используя дешевую рабочую силу и ресурсы быстрорастущей древесины тропиков, увеличил производство пеллет в 2022 г. до 4.65 млн т. Причем логистика пеллет из Вьетнама при перевозке морем отличается низкими затратами и высокой скоростью доставки. По данным Wood Resources International (2024), доля поставщиков пеллет из Азии на рынок Японии и Кореи выросла в 2022 г. до 32 % по сравнению с 18 % в 2018 г. В настоящее время основной поставщик пеллет в Японию – Вьетнам, за ним следуют Канада и США. Отмечается, что Япония резко увеличивает объемы контрактов на поставки из США. Экспортный потенциал США в плане производства пеллет колоссален – более 9 млн т в год, плюс морская логистика. Пеллеты из России, произведенные в СФО, сначала несколько тысяч километров следуют по железной дороге, а затем попадают в невероятно перегруженный порт отправки – Владивосток и только после этого могут быть доставлены в Японию и Корею.

В связи с массовым отказом стран ЕС покупать пеллеты в России, в ближайшее время будет формироваться ситуация затоваривания складов и избыток предложения пеллет на внутреннем рынке РФ, который находится по существу в зачаточном состоянии, объем потребления топливных гранул не превышает 15–20 % объема их производства. По данным агентства WhatWood, в 2021 г. Центральный федеральный округ потребил 420 тыс. т пеллет, Северо-Западный – 240 тыс. т, Приволжский – 120 тыс. т, остальные регионы суммарно – всего лишь 60 тыс. т. Основные потребители пеллет – частные домовладения с котлами малой мощности. Таким образом, суммарное годовое потребление внутри РФ по самым благоприятным прогнозам не превышает 600–800 тыс. т при имеющихся мощностях производства около 3 млн т. Низкий платежеспособный спрос на внутреннем рынке, на наш взгляд, обусловлен в целом невысоким уровнем доходов населения и высокой ценой пеллет. По данным «Центра системных решений» (Производители..., 2022), средняя цена



пеллет при реализации на экспорт составила \$ 103 за тонну, на внутреннем рынке внутри страны – \$ 61.3, т. е. разница – более 40 %.

Для получения 1 т пеллет требуется не менее 2.3 т древесного сырья, как правило, это отходы. По нашим расчетам, потенциально выработка и реализация 3 млн т пеллет ежегодно задействует не менее 6.6 млн т низкокачественной древесины и отходов. Естественно, при кризисе экспорта пеллет и недоразвитом внутреннем рынке эти объемы не задействуют, а будут занимать свалки, полигоны, территории неочищенных лесосек, гореть, гнить и служить источником пищи вредителям леса. Следовательно, пеллетное производство не в состоянии обеспечить переработку низкокачественных древесных ресурсов и отходов, по крайней мере в текущей ситуации. Более того, согласно исследованию С. А. Кархова (2023), в случае продолжения западных санкций на экспорт древесной продукции из России, можно ожидать приостановки, а затем и ликвидации пеллетных производств. Банкротами в первую очередь станут малые предприятия.

Применительно к условиям Красноярского края широкое распространение пеллет в качестве топлива индивидуальных хозяйств и ТЭЦ ограничено сравнительно небольшой емкостью рынка потребления. В настоящее время тепловая и энергетическая генерации осуществляются путем сжигания бурых углей, месторождения которых в Красноярском крае значительны. В последнее время набирает обороты риторика о скорой газификации Красноярского края. В октябре 2023 г. президент России Владимир Путин поручил до 2028 г. обеспечить газификацию города. Вице-премьер РФ А. Новак заявлял ранее, что «Газпром» начал работы по магистральному газопроводу из Томской области в Красноярский край, потребители Красноярска могут получить газ к 400-летию юбилею города (Газпром, 2023).

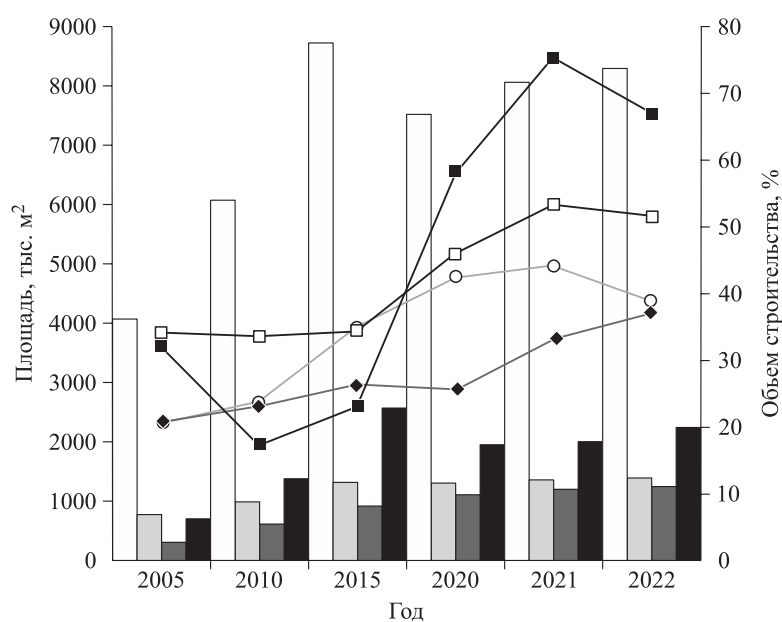
Очевидно, что приоритетными объектами подключения магистрального газа станут крупные потребители энергии – ТЭЦ. Частный сектор, прочие индивидуальные потребители газ получают не сразу или может не получают вовсе, поскольку малорентабельно строить и обслуживать разветвленную сеть газопроводов низкого давления в условиях плотной застройки, наличия различных собственников земельных участков и итогового небольшого объема потребления газа. На сегодняшний день в Красноярске имеется 18 486 частных индивидуальных домов (Жилищный фонд..., 2024). Число пеллетных

котлов, установленных частными домовладельцами Красноярска неизвестно. Даже при наличии мер поддержки и субсидирования внедрение пеллетных котлов идет очень медленно. Например, в Германии (а там действует специальная программа Klimaschutzprogramm 2030 по внедрению пеллетных котлов) сегодня работает более 6 млн котлов на жидком углеродном топливе, более 40 млн котлов на природном газе и всего 0.4 млн пеллетных котлов, т. е. менее 1 %. Предполагая, что мерами поддержки, субсидированием, агитацией можно выйти на уровень обеспечения пеллетными котлами в 30 %, получим для Красноярска около 5.5 тыс. котлов с ориентировочным потреблением пеллет не более 30–40 тыс. т, тогда как только «ДОК Енисей» производит более 120 тыс. т пеллет в год. И модернизация, и переход на пеллетные котлы затянется на годы.

В ситуации санкционных ограничений, малодоступности традиционных рынков сбыта, высокой конкуренции на перспективных рынках и имеющихся логистических затруднений следует диверсифицировать пути и технологии переработки низкокачественной древесины и древесных отходов. Хорошей альтернативой может стать производство строительных материалов на основе технологии плит, древесных термопластов, древесно-минеральных композитов. Индивидуальное и коллективное жилищное строительство является локомотивом для большого количества отраслей экономики, поскольку потребляет львиную долю строительных, теплоизоляционных, декоративных облицовочных материалов, энергии, логистических услуг.

Строительная отрасль СФО динамично развивается. В 2022 г. введено в эксплуатацию 8288 тыс. м<sup>2</sup> общей площади жилых помещений. Динамика ввода в эксплуатацию жилья имеет устойчивый положительный характер (Регионы..., 2023) (рис. 3).

Более 50 % построенных объектов – индивидуальные дома. Частный застройщик крайне заинтересован в недорогом, высокоэффективном строительном материале. В этой связи производство продукции на основе технологии измельченной древесины будет иметь устойчивый потенциал платежеспособного спроса. Основным потребителем такой продукции будет частный застройщик объектов ИЖС. В качестве основных объектов потребления при возведении и эксплуатации жилых объектов можно выделить конструкционные и конструкционно-теплоизоляционные материалы, пригодные для



Общая площадь СФО, тыс. м <sup>2</sup>	4076	6061	8722	7488	8075	8288
Красноярский край, тыс. м <sup>2</sup>	780	988	1311	1307	1346	1396
Иркутская обл, тыс. м <sup>2</sup>	303	628	923	1106	1204	1251
Новосибирская обл, тыс. м <sup>2</sup>	704	1380	2588	1944	2005	2244
ИЖС по СФО, %	34.3	33.7	34.4	46.0	53.5	51.6
ИЖС Красноярский край, %	20.5	23.9	35.2	42.6	44.3	38.8
ИЖС Иркутская обл, %	32.3	17.4	23.2	58.3	75.5	67.0
ИЖС Новосибирская обл, %	20.8	23.1	26.4	25.6	33.3	37.2

Рис. 3. Темпы и объемы строительства в СФО и отдельных субъектах (Регионы..., 2023).

возведения стен. В качестве таких материалов могут успешно выступать древесно-минеральные композиты, а также различного вида плиты (OSB, ДВП, ДСП, МДФ, ЦСП). Строительство индивидуальных жилых домов на территории СФО не требует вывода из эксплуатации и выкупа существующего жилфонда, поскольку имеются значительные относительно свободные, не застроенные территории. Такое строительство подразумевает активное участие собственника и членов его семьи, что позволяет повысить экономичность строительства и обеспечить полезное проведение досуга и в какой-то степени отдыха, если под этим термином понимать смену вида трудовой деятельности. За последние 15 лет в СФО индивидуальными застройщиками введено в эксплуатацию более 20 млн м<sup>2</sup> жилья. В текущей ситуации задача лесной и лесоперерабатывающей промышленности – обеспечить застройщика доступными и качественными строительными материалами.

Организация современного плитного производства требует наличия современного оборудования и значительных инвестиций. В Томске в 2022 г. был запущен завод по производству

плит OSB расчетной мощностью 250 тыс. м<sup>3</sup> готовой продукции в год. Объем инвестиций превысил 6.5 млрд руб. Производство основано на технологическом оборудовании компании IMAL (Италия). Инвестиции составляют около 27 тыс. руб. на 1 м<sup>3</sup> готовой продукции. В условиях ограничения поставок зарубежного оборудования планировать строительство подобных предприятий в настоящее время нереально. Необходимо поиск сравнительно недорогих альтернативных способов переработки древесных отходов на высоколиквидную продукцию.

Перспективным направлением является выпуск древесно-минеральных композитов (ДМК) в виде блоков и строительных панелей. Древесно-минеральные на основе измельченной древесины и минеральных вяжущих веществ обладают высокими сравнительными эксплуатационными показателями (Долматов, 2023). Простота и доступность оборудования, сравнительно низкая стоимость и доступность сырья для производства ДМК будут положительно сказываться на решении вопросов обеспечения жильем жителей региона (Ковалев, Долматов, 2021).

Технология ДМК гораздо дешевле и проще, чем технология плитного производства. Производство ДМК может быть организовано на базе предприятий, занимающихся выпуском песчано-цементных, пенобетонных и газосиликатных блоков. Кроме того, вопросы утилизации отходов находятся в плоскости интересов не только конкретного производителя, но и общества и государства в целом. В мировой практике существует опыт законодательного формирования векторов комплексной утилизации и переработки отходов. Для этого применяется система грантов, льготного налогообложения и прямого законодательного ограничения. В Евросоюзе сложилась практика предоставления промышленности, работающей на основе использования древесной биомассы и отходов, конкурентных преимуществ по сравнению с обычными отраслями (Васильев и др., 2013; Junginger et al., 2019). Подобная практика существует в США (Turner et al., 2005).

Относительно прогноза объемов потребления ДМК в виде строительных блоков и панелей можно опираться на потребления газо- и пенобетонных изделий. Согласно отчетным данным Национальной ассоциации производителей автоклавного газобетона (НААГ, 2020), общий объем производства автоклавного газобетона в 2020 г. составил 13.73 млн м<sup>3</sup>. На долю СФО приходится 12.7 % от общего объема производства.

В табл. 3 показано удельное потребление автоклавного газобетона в расчете на единицу площади жилищного строительства.

Таким образом, при объеме ввода жилья в СФО в 2022 г. 8288 тыс. м<sup>2</sup> расчетное потребление газобетона составит около 1.1 млн м<sup>3</sup> (рис. 3). Оценить масштабы производства пенобетона несколько сложнее. В отличие от технологии автоклавного газобетона, техно-

логия пенобетона гораздо проще и потому его производством занимаются множество мелких предприятий, часто пенобетон изготавливается прямо на строительной площадке. Специфика рынка пенобетона – отсутствие четкой статистики и отчетности по производителям. Принимая долю пенобетона относительно автоклавного газобетона в 30–35 %, можно ориентировочно считать, что в СФО ежегодно его потребляется не менее 350 тыс. м<sup>3</sup>. Следовательно, объем рынка конкурентного замещения строительных конструкций из газо- и пенобетона составляет для СФО не менее 1.45 млн м<sup>3</sup>. При наличии мер экономического стимулирования, политической воли при решении вопросов экологической и пожарной безопасности, эти объемы вполне могут быть обеспечены блоками и панелями из древесно-минеральных композиционных материалов.

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. СФО и Красноярский край в частности являются территориями с интенсивной лесозаготовительной и лесоперерабатывающей деятельностью, обладающими серьезными запасами лесных ресурсов. Устаревшая технология лесозаготовки и лесопереработки, повреждения пожарами и вредителями леса приводят к формированию огромных запасов поврежденной, низкокачественной древесины и древесных отходов. Суммарный объем таких ресурсов превышает 200 млн м<sup>3</sup>.

2. В настоящее время сложились объективные факторы, ограничивающие или делающие невозможным полное вовлечение в переработку обозначенных ресурсов на топливные гранулы – пеллеты:

- ограничения логистики и сбыта продукции на ведущих мировых рынках потребления, высокие тарифы и значительные расстояния транспортировки;

- зачаточное состояние внутреннего рынка потребления с туманными перспективами его развития;

- зависимость материально-технической и производственной базы от поставок импортного оборудования, находящегося под санкционным давлением;

- диспропорция между пунктами образования низкокачественной древесины и отходов, местами производства и пунктами перевалки, хранения и погрузки пеллет;

**Таблица 3.** Применение газобетона в жилищном строительстве РФ (НААГ, 2020)

Регион России	Автоклавный газобетон, м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup> площади
Центральный	0.21
Южный	0.22
Уральский	0.2
Северо-Западный	0.13
Приволжский	0.15
Сибирский	0.13
Северо-Кавказский	0.09
Дальневосточный	0.07

– отсутствие отечественного доступного оборудования для изготовления пеллет требуемого качества, транспорта, перевалки, хранения

3. В этой связи весьма перспективным выглядит производство древесно-минеральных композиционных материалов. Устойчивый рост темпов индивидуального жилищного строительства обеспечит потребление конструктивно-теплоизоляционных строительных материалов, изготовленных из древесно-минеральных композитов. При этом будут задействованы ресурсы древесного сырья и отходов, высвобождаемые при снижении темпов и объемов производства древесных топливных гранул.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баранчиков Ю. Н., Петько В. М., Астапенко С. А., Акулов Е. Н., Кривец С. А. Уссурийский полиграф – новый агрессивный вредитель пихты в Сибири // Лесн. вестн. 2011. № 4 (80). С. 78–81.
- Биотопливный конгресс – 2022. Что ждет российский пеллетный рынок // ЛПК Сибири. 2022. № 1. С. 94–95.
- Васильев И. А., Королева Т. С., Романюк Б. Д. Зарубежный опыт стимулирования использования возобновляемых древесных источников энергии // Тр. СПбНИИЛХ. 2013. № 3. С. 5–21.
- Газпром прорабатывает вопрос газификации Красноярска // ТАСС, 19 декабря 2023 г. <https://tass.ru/ekonomika/19581785>
- Глобальная оценка лесных ресурсов 2015. Как меняются леса мира? Вторая редакция. Рим: ФАО ООН, 2015. 50 с.
- Долматов С. Н. Анализ теплозащитных показателей ограждающих конструкций объектов малоэтажного домостроения лесных и сельских районов в условиях периодической генерации тепловой энергии // Системы. Методы. Технологии. 2023. № 4 (60). С. 181–188.
- Долматов С. Н., Макунина Я. С. Плотность сети лесных дорог как фактор устойчивого лесопользования на примере лесов Красноярского края // Вестн. Поволж. гос. технол. ун-та. Сер.: Лес. Экол. Природопольз. 2023. № 3 (59). С. 87–97.
- ЕМИСС. Объем заготовленной древесины, 2022. <https://fedstat.ru/indicator/43442>
- Жилищный фонд и коммунальное хозяйство. Красноярск: Администрация города, 2024. <https://www.admkrsk.ru/citytoday/municipal/fond/Pages/default.aspx>
- Кархова С. А. Оценка тенденций мирового рынка древесных пеллет и перспективы Российской Федерации на данном рынке // Науч. журн. Байкал. гос. ун-та. 2022. Т. 13. № 3. 15 с.
- Кархова С. А. Проблемы и перспективы производства и сбыта древесных пеллет в условиях экономических санкций 2022 года // Состояние окружающей среды: проблемы экологии и пути их решения: Материалы III Всерос. науч.-практ. конф., Усть-Илимск, 15 декабря 2022 г. Иркутск: Байкал. гос. ун-т, 2023. С. 76–84.
- Ковалев Р. Н., Долматов С. Н. Анализ сырьевого потенциала поврежденных лесов Красноярского края в целях промышленного производства древесно-цементных композитов // Хвойные бореал. зоны. 2021. Т. 39. № 6. С. 483–491.
- Красноярский филиал ФГБУ «ВНИИКР» выявил опасного вредителя древесины. Красноярск: Упр. Россельхознадзора по Красноярскому краю, 2024. <https://vniikr.ru/news/krasnoyarskiy-filial-fgbu-vniikr-vsuyavil-opasnogo-vreditelya-drevesiny/>
- Кривокоченко Л. В. Мировой рынок древесных топливных гранул: современное состояние и перспективы развития // Рос. внешнеэкон. вестн. 2021. № 7. С. 61–73.
- Лескинен П., Линднер М., Веркерк П. Й., Набуурс Г. Я., Ван Брусселен Й., Куликова Е., Хассегава М., Леринк Б. (ред.) Леса России и изменение климата. Что нам может сказать наука. Йоенсуу, Финляндия: Европ. инт-та леса, 2020. 142 с.
- НААГ. Статистика, собранная о рынке автоклавного газобетона. СПб., 2020. <https://gazo-beton.org/statistika-ro-ya-b>
- Передерий С. Э. Топливные гранулы для генерации электрической и тепловой энергии // Леспроминформ. 2020. № 5 (151). С. 106–107.
- Производители биотоплива из опилок предупредили о резком падении продаж // РБК, 2022. <https://www.rbc.ru/business/24/06/2022/62b1c1519a7947bfefea7dc6>
- Пряничникова А. В., Звягинцев В. Ю. Перспективы переработки низкокачественной древесины для улучшения лесопатологической обстановки Красноярского края // Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды: Сб. ст. по материалам XI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых, Лесосибирск, 2021. Красноярск: филиал СибГУ в г. Лесосибирске, 2021. С. 216–219.
- Регионы России. Социально-экономические показатели 2023 года. P32 Стат. сб. М.: Росстат, 2023. 1126 с.
- Специалистами Управления Россельхознадзора по Красноярскому краю установлен очаг опасного карантинного вредителя леса – сибирского шелкопряда. Красноярск: Управл. Россельхознадзора по Красноярскому краю, 2016. <https://fsvps.gov.ru/news/video-specialistami-upravlenija-rosselkhozнадзора-po-krasnojarskomu-kraju-ustanovlen-ochag-opasnogo-karantinnogo-vreditelja-lesa-sibirskogo-shelkopryada/>
- Стратегия развития лесного комплекса Красноярского края до 2030 года. Приложение к Распоряжению Правительства Красноярского края от 6 мая 2020 г. № 271-р. Красноярск: Правительство Красноярского края, 2020. 54 с. (12 приложений).
- Хартанович Е. А., Зеленская Т. В. Состояние и использование лесосырьевой базы Красноярского края как предпосылки формирования кластера по переработке отходов лесного комплекса // Вестн. Алтай. акад. экон. и права. 2020. № 11 (3). С. 548–553.
- Шишелов М. А., Носков В. А. Тенденции и перспективы развития лесного сектора Республики Коми // Рег. экон.: теор. и практ. 2018. Т. 16. № 2. С. 230–248.
- Юртаева Л. В., Алашкевич Ю. Д. Способ получения микрористаллической целлюлозы на основе биоповрежденной древесины // Хвойные бореал. зоны. 2022. Т. 40. № 2. С. 158–163.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>  
Junginger M., Järvinen M., Olsson O., Hennig C., Dadhich P. Transboundary flows of woody biomass waste streams in Europe. IEA Bioenergy, 2019. 65 p.

Turner J. A., Buongiorno J., Zhu Sh. Prestemon J. P. The U.S. Forest sector in 2030: Markets and competitors // For. Products J. 2005. V. 55. Iss. 5. P. 27–36.  
Wood Resources International, 2024. <https://woodresource.com/>

## DEVELOPMENT OF LOW-QUALITY DAMAGED WOOD AND WOOD WASTE IN KRASNOYARSK KRAI

S. N. Dolmatov, P. G. Kolesnikov, A. I. Perezhilin

*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
Prospekt Krasnoyarskiy rabochiy, 31, Krasnoyarsk, 660037 Russian Federation*

---

E-mail: pipinaskus@mail.ru, mfsibgtu@mail.ru, alex\_pr@sibsau.ru

Krasnoyarsk Krai and Irkutsk Oblast are the leading regions of the Russian Federation in terms of timber harvesting. However, the gross regional product of the forest industry in the region does not exceed 2.5 %. Forest areas of the Siberian Federal District regularly burn and are affected by forest pests. In this case, significant volumes of damaged and low-quality wood are formed. Wood processing adds waste in the form of sawdust, slabs, slats. The policy of uncontrolled growth in harvesting volumes in coniferous forest stands in order to obtain exclusively high-quality round timber has led to the depletion of timber resources, an increase in timber transportation distances, and increased complexity of logistics. A way out of the current negative situation can be a justified focus on deep processing of wood raw materials with the subsequent production of highly marketable products. Global trends in the field of integrated use of wood raw materials make it possible to identify the production of fuel briquettes and pellets as the main vector for processing these resources. A feature of the market for the production and consumption of pellets in the Russian Federation is its exclusively export orientation, the volume of domestic consumption does not exceed 15–20 %. In the current economic and political situation, the Russian Federation has practically lost its usual markets for pellets in Europe. Manufacturers' focus on South Korea and Japan faces logistics challenges and aggressive competition from Vietnam, Canada and the United States. Under these conditions, a way out of the situation associated with the insufficient involvement of low-quality wood and waste in industrial processing may be the direction of processing in the hope of supplying the building materials market with boards and wood-mineral composites. These products are highly processed products and have predictable internal demand and sales market.

**Keywords:** *forest resources, low-quality and damaged wood, pellets, market, competition, logistics and sales, wood composite materials, housing construction, ecology.*

**How to cite:** *Dolmatov S. N., Kolesnikov P. G., Perezhilin A. I. Development of low-quality damaged wood and wood waste in Krasnoyarsk Krai // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.). 2024. N. 6. P. 88–100 (in Russian with English abstract and references).*