

Н.А. Вукович, А.В. Мехренцев

Состояние и перспективы развития рынка древесных пеллет в России¹

УДК 339.13:674(470)

Аннотация: В статье изложено критическое видение текущего состояния и перспектив развития рынка древесной биоэнергетики и древесных пеллет в России и мире. Анализируя текущие тенденции, авторы обосновывают выводы о высокой привлекательности проектов по производству древесных пеллет в стране как для внутреннего, так и для внешнего рынков. В заключение они приходят к выводам о важности и критическом значении стимулирующих мер государственной и муниципальной поддержки, необходимости параллельного развития как внешнего, так и внутреннего рынка древесных пеллет России.

Ключевые слова: биоэнергетика; древесная биоэнергетика; биомасса; древесная биомасса; пеллеты; древесные пеллеты; нетоварная древесина; малая распределённая биоэнергетика; развитие отдаленных территорий

Введение

В настоящее время мир находится на этапе четвертого энергетического перехода. Активно развивается генерация энергии из возобновляемых источников, доступных и неисчерпаемых. В соответствии с глобальной дорожной картой от Международного энергетического агентства Net Zero 2050 более 30 стран мира (США, Великобритания, страны ЕС, Япония, Корея, Турция, Новая Зеландия и др.) планируют перейти преимущественно на использование новых возобновляемых источников энергии².

Однако последствия кризиса пандемии COVID-19 и глобальных санкций в отношении России 2022 г. оказали существенное негативное влияние на мировые энергосырьевые рынки и, как следствие, на реализуемость амбициозных планов, заявленных в Дорожной карте Net Zero 2050 [Bouckaert et al., 2021].

¹ Статья выполнена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект «Разработка методики выявления факторов, аспектов и проблем, ограничивающих инклюзивное развитие Красноярского края», № 121040100279–5.

² Net Zero by 2050 Interactive [iea.li/nzeroadmap](https://www.iea.li/nzeroadmap)

Некоторые зарубежные исследователи [Khalifa et al., 2022] подчеркивают недостижимость планов Net Zero 2050 в заявленные сроки и отмечают, что «...несмотря на признание роли ЕС в достижении чистого нуля выбросов, понимание и путь к этому остаются неясными в научной литературе. Основные проблемы связаны с необходимостью обеспечения достаточной гибкости при внедрении технологий, достигаемой только ручным управлением, а также с необходимостью очень серьезных инвестиций». Негативно повлияли на мировые энергосырьевые рынки и попытки ограничить доступ на мировые рынки российских энергоносителей, вызвавшие «разморозку» европейских проектов по добыче бурого и каменного угля, а также переоценку и новое развитие атомной энергетики.

Как и в предыдущие трансформации мировой энергетической системы на этапе четвертого энергетического перехода роль древесного топлива и биомассы остается существенной. В структуре биотоплива, используемого в мире, древесное доминирует. Важным его качеством является углеродная нейтральность: древесина поглощает и выделяет при использовании в энергетических установках одинаковый объем диоксида углерода (CO₂)³.

Деponирование диоксида углерода – одна из важнейших функций леса в контексте глобального перехода к принципам устойчивого развития. Его объем определяется такими основными факторами, как площадь лесов, их возрастная структура и ежегодный прирост древесины. В ходе устойчивого управления лесными ресурсами показатели деponирования CO₂ возрастают. Но при проведении лесохозяйственных мероприятий, производстве лесопромышленной продукции неизбежно образуются отходы в виде нетоварной древесины, которые необходимо утилизировать. Наиболее эффективным методом утилизации древесных отходов является их переработка в щепу, пеллеты или тарифицированные брикеты для последующего использования в биоэнергетике.

В 2022 г. была подписана Декларация лидеров Глазго о лесах и землепользовании – международная инициатива 140 стран для сокращения потери лесов и поддержки их восстановления.

³ Möllersten, K., Yan, J., Moreira, J. R. (2003). Potential market niches for biomass energy with CO₂ capture and storage – opportunities for energy supply with negative CO₂ emissions. *Biomass and Bioenergy*, 25(3), 273–285.

Одним из приоритетных путей развития был признан переход к принципам устойчивого лесопользования⁴. К комплексу мер «зеленого» развития относятся проекты по переработке нетоварной древесины в энергетическое сырье.

Влияние лесного фонда России на глобальную климатическую повестку весьма существенно как с позиции обеспечения биоэнергетическими ресурсами, так и с точки зрения депонирования диоксида углерода. Ежегодно российские леса «..поглощают от 0,6 до 1,6 млрд тонн диоксида углерода (CO₂), по оценкам разных экспертов. Российским лидером по общему запасу углерода являются леса Сибири – 13,8 млрд тонн»⁵. Соответственно Россия обладает высоким потенциалом развития древесной биоэнергетики [Беляев, 2019; Корпачев, 2019]. Однако опыт реформирования лесопромышленного сектора последних десятилетий и попытки перехода к модели устойчивого лесопользования показали низкую эффективность законодательных инициатив и нормативной базы в этой сфере [Pyzhev, 2022].

Эксперты отрасли отмечают необходимость более активного участия государства в развитии устойчивого управления лесами, которое может выражаться в форме государственно-частного партнерства и комплекса мер государственной поддержки интенсивного лесопользования и развития проектов древесной биоэнергетики в рамках национальной промышленной и экологической политики. Важно, что биоэнергетика в целом и древесные пеллеты в частности, как наиболее распространенный вид биоэнергетического сырья, прямо или косвенно связаны с приоритетами современной лесной политики России.

Кроме того, утилизация древесных отходов в биоэнергетических целях благоприятно сказывается на социально-экономическом развитии территорий. Так, уже более 50 лет назад И.С. Фергюсон [Ferguson, 1972] выяснил, что проект по производству древесной щепы оказывается чрезвычайно эффективным с точки зрения влияния на региональную экономику. Он показал, что создаваемая за счет него общая занятость, вероятно, вдвое превышает прямую занятость в самом проекте. Этот факт делает подобные инициативы особенно желательными в депрессивных

⁴ FAO and UNEP. The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people. Rome. 2020.

⁵ Отчет «Рослесинфорг». М., 2022.

и экономически не развитых регионах. Исследования Фергюсона были продолжены в работах Е. Шварца и К. Штайнингера [Schwarz, Steininger, 1997], которые предложили перерабатывать древесные отходы в рамках промышленной сети, интегрирующей повторное использование отходов путем внутрифирменного согласования производственных процессов. Они показали, что таким способом можно значительно сократить общие материальные и энергетические затраты и довести экономическую систему до устойчивого уровня.

Данные научные труды были успешно использованы для формирования и развития национальных энергетических политик в странах ЕС. Со временем масштабы использования энергии древесной биомассы значительно возросли благодаря комплексному подходу к развитию биоэнергетики, включающему энергетическую, сельскохозяйственную, лесную политику, политику в области отходов. Все вышеуказанное, несомненно, актуально для России и повышает значимость настоящего исследования.

Мировой рынок биоэнергетики и древесных пеллет

Доля биологического топлива в мировом энергетическом балансе, по данным за 2021 г.⁶, составляет 7%. В современной биоэнергетике доминирует использование древесины – более 70% [Hannah et al., 2022].

Древесная биомасса – уникальный природный ресурс, который не только позволяет получать энергию в процессе утилизации, но и на стадии формирования и роста поглощает парниковый газ, в том числе диоксид углерода (CO₂). Мировые эксперты классифицируют древесную биомассу как углеродно-нейтральный источник энергии, что отличает ее от всех других известных источников.

Таким образом, использование древесного топлива позволяет достигать одновременно двух важных целей устойчивого развития: получение доступной и дешевой энергии (ЦУР 7) и депонирование диоксида углерода (снижение выбросов парниковых газов) (ЦУР 11 и др.). Важно, что для биоэнергетики пригодна нетоварная древесина: отходы лесного хозяйства (лесосечные,

⁶ Statistical Review of World Energy, 2021.

фаутная древесина от рубок ухода, санитарных рубок) и предпочтительной деревообработки. Фактически 100% древесных отходов, образующихся при переходе к интенсивной модели ведения лесного хозяйства и лесной промышленности, могут быть переработаны в «зеленую» энергию, способствуя достижению глобальных климатических целей и оздоровлению лесных угодий.

Мировая генерация энергии из биомассы за 2009–2020 гг. выросла более чем на 25%⁷. Количество установленных мощностей по производству биоэнергетики в мире также показывает положительную динамику на протяжении последних 10 лет⁸. Однако меняющаяся структура спроса и рост долей солнечной (фотоэлектрической) и ветровой энергии в структуре генерации требуют определенных усилий в части поддержания баланса спроса и предложения. Дальнейшее изменение структуры генерирующих энергетических мощностей с сохранением текущих трендов потребует более гибких вариантов использования возобновляемых источников энергии для обеспечения стабильности энергоснабжения независимо от колебаний спроса.

Разрешить «энергетическую трилему» (энергобезопасность–доступность–экологическая устойчивость) и обеспечить стабильное производство энергии из возобновляемых источников позволяет использование гибридных форм энергоустановок, работающих как на возобновляемых источниках энергии (солнечная и ветровая энергия), так и на традиционных видах топлива (модифицированные виды древесного топлива, газ и уголь). Они способны существенно снизить риски проектов на основе НВИЭ, сглаживая нестабильность рынка и компенсируя природные и климатические риски [Hakkarainen et al., 2019].

Комбинированное использование угля и биомассы в энергетике поможет также сократить выбросы CO₂ угольных электростанций. В настоящее время ведутся активные исследования по получению модифицированного топлива на основе древесной биомассы и бурого угля, позволяющего минимизировать экологи-

⁷ Statista: Production of bioenergy worldwide from 2009 to 2020. URL: <https://www.statista.com/statistics/1032907/bioenergy-production-globally/> (дата обращения: 11.05.2023).

⁸ Statista: Leading bioenergy capacity worldwide from 2009 to 2021, 2022. URL: <https://www.statista.com/statistics/476338/global-capacity-of-total-bioenergy/> (дата обращения: 11.05.2023).

гические недостатки использования каждого из компонентов [Дремичева, 2021]. В регионах, имеющих значительные запасы лесных ресурсов и каменного/бурого угля, модифицированное топливо на основе угля и древесины может использоваться как альтернативный вид энергетического ресурса.

Среди существующих видов древесного топлива пеллеты являются одним из лидеров. Их преимущества – экологические показатели, высокая теплоотдача, минимум отходов после сгорания (около 1% массы), ценовая и технологическая доступность, оптимальные характеристики для транспортировки, удобство хранения, низкая пожароопасность. Так «суммарный КПД сгорания топливных гранул составляет 85–95%, что выше, чем КПД сгорания угля, дров и опилок за счет более совершенного котельного оборудования, в котором сжигаются гранулы»⁹. Главное же их достоинство с точки зрения экологии – углеродная нейтральность.

При огромных масштабах лесных угодий и не менее впечатляющих объемах добычи и переработки древесины, Россия занимает очень скромные позиции на мировом рынке древесных пеллет и не входит даже в десятку ведущих стран. Сегодня на рынке древесной биоэнергетики лидируют ЕС, США и страны Азии. В соответствии с данными таблицы 1 основным производителем и потребителем древесных пеллет в мире являются страны ЕС. Это произошло в результате многолетней государственной политики и стратегического курса Европейского союза на устойчивое развитие и «зеленую» энергию. Данный рынок в силу геополитического кризиса закрыт для России в настоящее время и в ближайшем будущем. Азия, на которую происходит переориентация российских экспортеров пеллет сегодня, находится на третьем месте в мире по производству и потреблению древесных пеллет.

Общее производство древесных пеллет в мире устойчиво растет последние пять лет (табл. 2), и в России также наблюдался этот тренд до 2022 г. Сейчас экспорт древесных пеллет из России проходит кардинальную перестройку и переориентацию с Запада на Восток.

⁹ Зорин С. В., Бодрикова С. В. Производство пеллет как биотоплива будущего. Секция экономики, бухгалтерского учета, анализа и аудита, 2012. С. 76. URL: https://udsau.ru/images/DOCS/Nauka/Konferenc/_ArchConference_/2012/tom3.pdf#page=76 (дата обращения: 11.05.2023).

Таблица 1. Производство, потребление и экспорт древесных пеллет в мире в 2020 гг., тыс. т

Континент	Производство	Экспорт	Импорт	Потребление
Европа	24910	14271	19957	30596
Америка	12988	10576	244	2657
Азия	5562	4255	5092	6400
Океания	150	98	6	59
Африка	68	8	3	63
Весь мир	43679	29207	25302	39774

Источник табл. 1, 2. [Кархова, 2022].

Таблица.2. Производство древесного топлива в России и мире в 2016–2020 гг., тыс. т

Масштаб	Продукция	Объем производства				
		2016	2017	2018	2019	2020
Мир	Пеллеты	29304	33410	37624	41997	43679
	Брикеты и другие агломераты	5779	5743	6275	6835	6761
	Всего в мире	35083	39153	43899	48832	50440
	Темп прироста, %	-	11,6	12,1	11,2	3,3
Россия	Пеллеты	1345	1650	1810	2500	2800
	Брикеты и другие агломераты	600	607	650	750	770
	Всего в стране	1945	2257	2460	3250	3570
	Темп прироста, %	-	16,0	9,0	32,1	9,8

В то же время не следует пренебрегать и потенциалом развития внутреннего рынка пеллет, который пока еще находится на начальной стадии развития. Успешный опыт других стран, богатых лесом (Финляндия, Китай и др.), в развитии внутреннего спроса на древесное топливо позволяет говорить о наличии большого неиспользованного потенциала российского рынка древесных пеллет.

Отечественная промышленность освоила производство автоматических котельных, работающих на пеллетах. Их эксплуатация не требует постоянного участия оператора – управление осуществляется дистанционно с помощью смартфона, монтаж не требует больших капитальных затрат по сравнению с угольными котельными аналогичной мощности. Технологии торрефикации пеллет позволяют повысить их теплотворную способность до 20–25 МДж/кг, что практически соответствует характеристикам высококачественного каменного угля, при этом

торрефицированные пеллеты выделяют при сжигании втрое меньше углекислого газа, чем каменный уголь. Все это позволяет сделать вывод об экономической и экологической эффективности поэтапной замены ископаемого топлива древесным и переориентации государственных субсидий на поддержку проектов древесной биоэнергетики.

В настоящее время Россия не входит в первую десятку стран по наличию биоэнергетических установок¹⁰. По оценкам экспертов отрасли, доля биоэнергетики в РФ составляет не более 1% [Корпачев, 2019]. Очевидно, что данная ситуация требует оценки и разработки комплекса мер по использованию потенциала древесной биоэнергетики с дальнейшим включением в национальную промышленную и энергетическую политику.

С этой точки зрения представляет интерес опыт Китая, который за несколько лет превратился в глобального биоэнергетического лидера. По установленным биоэнергетическим мощностям Китай уже в 2021 г. занимал первое место с существенным отрывом, опережая Бразилию, США и страны ЕС¹¹. Биоэнергетика рассматривается в КНР как площадка для межотраслевого сотрудничества, охватывающего лесохозяйственные, лесохимические, деревообрабатывающие и строительные компании. Именно здесь возникло понятие и концепция «энергетического леса» – Китай активно развивает на своей территории новый лесной фонд за счет лесных плантаций, создаваемых для энергетических целей [Von Cossel, 2019; Wu, 2020].

Среди успешных практик стран ЕС выделяется опыт Финляндии, где эффективно реализуются механизмы государственно-частного партнерства в развитии древесной биоэнергетики. Комплексная система поддержки данного направления включает гранты и субсидии участникам биоэнергетического рынка, содержание современной системы лесных дорог, создание логистических лесохозяйственных хабов. Предпринятые меры способствуют созданию благоприятных условий для устойчивого

¹⁰ Statista: Leading bioenergy capacity worldwide in 2021, by country. URL: <https://www.statista.com/statistics/476416/global-capacity-of-bioenergy-in-selected-countries/#statisticContainer> (дата обращения: 12.05.2023).

¹¹ Statista: Leading bioenergy capacity worldwide in 2021, by country. URL: <https://www.statista.com/statistics/476416/global-capacity-of-bioenergy-in-selected-countries/#statisticContainer> (дата обращения: 12.05.2023).

лесопользования и развития древесной биоэнергетики, которая позволяет обеспечивать стабильной и «чистой» энергией как малонаселенные отдаленные территории (до 100% потребления), так и (частично) крупные города, включая Хельсинки [Raghu, 2021].

Перспективы развития российского рынка древесной биоэнергетики

Основной запас лесных ресурсов России сконцентрирован на территории Урала и Сибири. В контексте IV энергоперехода и глобального курса на устойчивое развитие ориентация на древесную биоэнергетику в этих регионах соответствует актуальным мировым тенденциям.

В настоящее время в этих регионах активно используется доступный добываемый уголь. Каменный и бурый уголь не относятся к «зеленым» источникам энергии прежде всего из-за очень высоких показателей по выбросу парниковых газов¹² и критерия невозобновляемости. В отличие от них природный газ признан в 2021 г. «зеленым» источником энергии и выигрывает по многим эколого-экономическим показателям относительно используемого в настоящее время топлива.

Сегодня активно обсуждается газификация восточных регионов России. Однако стоит отметить, что помимо высокой стоимости строительства трубопроводов, газификация зачастую связана с вырубкой лесов, расположенных на территории строительства газопроводов, что негативно отражается на местных экосистемах и показателях депонирования диоксида углерода.

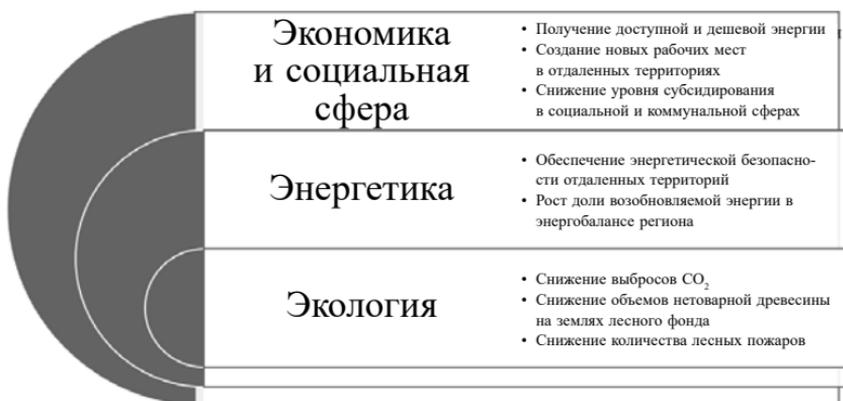
Между тем в богатых лесом восточной и северо-западной частях России использование малой распределенной энергетики на древесном топливе может быть достаточно эффективным [Михайличенко, Алшынбаев, 2019]. Плотность населения в данных регионах невысока и варьирует от 22,19 до 1,21 человек на 1 км² [Моргунов, 2022]; развитость производственной, транспортной и лесной инфраструктуры существенно ниже, чем в центральных регионах России. Довольно часто энергоресурсы сюда доставляются из других регионов, что требует больших финансовых, временных,

¹² По расчетным данным Экологического центра МГУ и других международных источников.

энергетических затрат, сопровождаемых выделением дополнительных объемов CO_2 . В то же время использование местных лесных ресурсов в энергетических целях до сих пор незначительно.

Во всем мире лишь около 20% биоэнергии используется для отопления в промышленном секторе, остальное – для отопления зданий, энергообеспечения транспортных средств и выработки электроэнергии, так что основными стейкхолдерами в проектах малой распределенной биоэнергетики выступают домохозяйства и муниципалитеты. Соответственно, использование потенциала развития древесной биоэнергетики отразится на качестве жизни населения и привлекательности малых городов. Кроме того, как уже упоминалось, в удаленных районах биоэнергетика может стать также важным фактором социально-экономического развития территории.

В науке и практике доминирует модель применения в качестве энергоресурса древесной щепы и пеллет, основным источником которых являются отходы лесозаготовок и санитарных рубок [Vukovich, 2017]. Фактически такой подход позволяет почти полностью утилизировать нетоварную древесину, превратив ее в источник дохода, причем часть продукции используется на месте для производства тепло- и электроэнергии. Социальные, экономические и экологические эффекты модели представлены на рисунке.



Влияние биоэнергетики на древесном топливе на развитие региона

На первом этапе развития биоэнергетики на основе древесного топлива целесообразно использование древесной щепы, получаемой на промышленных объектах, расположенных

в радиусе до 100 км от ТЭЦ (по критерию экономической эффективности). Это позволит создать условия для формирования устойчивого спроса. На втором этапе предлагается развивать проекты по производству древесных пеллет для внутреннего рынка и для целей экспорта. Они могут быть перспективны с позиции привлечения финансирования для дальнейшего развития отрасли, так как часть экспортных доходов можно направлять на развитие биоэнергетической инфраструктуры и расширение внутреннего рынка, в том числе с использованием механизмов государственно-частного партнёрства.

В настоящее время в Свердловской области и Республике Коми успешно функционируют биоэнергетические установки, использующие в качестве топлива древесную щепу и пеллеты. С точки зрения себестоимости, транспортных издержек и необходимых начальных инвестиций щепы – самая доступная на сегодняшний день технология. Пеллеты отличает не только высокая стоимость, но и гораздо большие энергетическая ценность и плотность, что делает их более выгодным товаром для экспорта.

Эффективные меры государственной поддержки (гранты и субсидии) и государственно-частное партнёрство позволили Республике Коми выйти в лидеры по древесной биоэнергетике в России. Примечательно, что регион исторически позиционировался как угле-, нефте- и газодобывающий, но по инициативе руководства республики и при поддержке глав муниципалитетов началось активное развитие местного производства пеллет и топливных брикетов. В регионе была разработана и успешно реализована программа развития биоэнергетики¹³, в рамках которой были созданы десятки новых предприятий по производству древесных пеллет, а количество котельных, работающих на этом виде топлива, увеличилось в два с лишним раза. Это позволило сформировать устойчивый рынок сбыта пеллет в регионе, организовать новые рабочие места, в том числе в удалённых районах, и существенно улучшить экологическую ситуацию на территориях, участвующих в реализации проекта. Стоит отметить активное участие в проекте крупных компаний региона («Монди Сыктывкарский лесопромышленный комплекс»,

¹³ Дорожная карта (план мероприятий) «Развитие биоэнергетики в Республике Коми на 2016–2018 гг.» утверждена 10 июня 2016 г/ распоряжением Правительства Республики Коми № 269-р.

ООО «Лузалес», ООО «СевЛесПил» и др.). Сегодня Республика Коми производит пеллеты как для внутреннего рынка, так и на экспорт, и ее опыт может использоваться для масштабирования и адаптации в других регионах России. На наш взгляд, соответствующие мероприятия целесообразно было бы объединить для создания новой национальной программы «Древесная биоэнергетика».

Данная программа позволит одновременно решить четыре стратегические задачи, стоящие перед современной Россией:

- повысить депонирование диоксида углерода на территории страны;
- обеспечить устойчивое использование лесных ресурсов, утилизируя древесные отходы;
- повысить долю «зеленой» энергии в национальном энергобалансе;
- поддержать развитие экономики и социальной сферы отдаленных малонаселенных территорий.

Пилотной площадкой для апробации новой программы могут быть выбраны регионы Урала и Сибири, как наиболее обеспеченные лесными ресурсами и имеющие значительное количество отдаленных малонаселенных территорий. Разработка и реализация данной программы позволят сформировать устойчивый внутренний рынок древесных пеллет и при наступлении благоприятных условий развивать экспорт на внешние рынки.

Заключение

Российское производство древесных пеллет, которое ранее было ориентировано преимущественно на экспорт в страны ЕС, в 2022–2023 гг. оказалось в кризисном состоянии в связи с введением санкций на экспорт российских энергоресурсов. Переориентация российских производителей пеллет на экспорт в страны Азии возможна, но требует времени. Кроме того, азиатский рынок существенно меньше европейского, а новые экспортные поставки еще какое-то время будут находиться под высокими геополитическим рисками (Япония и др.). Китай является перспективным экспортером древесных пеллет из России только в краткосрочном периоде, так как активно реализует собственную программу создания энергетических лесов и развития древесной биоэнергетики.

Решением сложившейся ситуации может быть развитие древесной биоэнергетики в восточной и северо-западной частях страны. В ряде регионов уже запущены пилотные проекты на основе местного древесного сырья, их успешный опыт можно использовать для масштабирования. Ключевым фактором для успешной реализации данной инициативы является стимулирующая политика государства. Как показывает опыт других стран, отдельных российских регионов, для развития древесной биоэнергетики необходима активная роль государства в устойчивом управлении лесными ресурсами, стимулировании биоэнергетических проектов путем субсидирования и прямых инвестиций, целевой поддержки проектов по переводу энергетической инфраструктуры малонаселенных и отдаленных территорий на древесное топливо и пр. Описанная политика может дать многоспектральный эффект как в экономике, так и в социальной и экологической сферах данных территорий.

Литература/References

Беляев С.В. О роли биомассы в повышении топливно-энергетического потенциала регионов // *Resources and Technology*. 2019. Т. 16. № 4. С. 25–36.

Belyaev, S.V. (2019) On the role of biomass in increasing the fuel and energy potential of regions. *Resources and Technology*. Vol. 16 (4). Pp. 25–36. (In Russ.).

Дремичева Е.С. и др. Перспективы технологии совместного сжигания биомассы и угля на объектах энергетики // *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. 2021. Т. 23. № 1. С. 119–130.

Dremicheva, E.S. et al. (2021.) Prospects for the technology of co-combustion of biomass and coal at energy facilities. *News of higher educational institutions. Energy problems*. Vol. 23 (1). Pp. 119–130. (In Russ.).

Кархова С.А. Оценка тенденций мирового рынка древесных пеллет и перспективы Российской Федерации на данном рынке // *Baikal Research Journal*. 2022. Т. 13. № 3. С. 23.

Karkhova, S.A. (2022). Assessment of trends in the world market of wood pellets and prospects of the Russian Federation in this market. *Baikal Research Journal*. Vol. 13 (3). P. 23. (In Russ.).

Корпачев В.П. и др. Потенциал не востребуемых ресурсов древесного сырья для биоэнергетики // *Хвойные бореальной зоны*. 2019. Т. 37. № 5. С. 295–300.

Korpachev, V.P. et al. (2019). The potential of unclaimed resources of wood raw materials for bioenergy. *Coniferous boreal zone*. Vol. 37 (5). Pp. 295–300. (In Russ.).

Михайличенко Т.А., Алишынбаев С.Д. Оценка возможности замены ископаемого топлива на пеллеты из древесных отходов (биотопливо) в условиях Кемеровской области // *Вестник Сибирского государственного промышленного университета*, 2019. № 3(29). С. 25–28.

Mikhaylichenko, T.A., Alshynbayev, S.D. (2019). Assessment of the possibility of replacing the required fuel with pellets from wood waste (biofuel) in conditions of Kemerovo region. *Bulletin of the Siberian State Industrial University*. No. 3(29). Pp. 25–28. (In Russ.).

Моргунов Е.В. и др. Анализ потенциала человеческого развития и взаимовлияния ожидаемой продолжительности жизни и плотности населения по регионам России // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2022. № 59. С. 39–57.

Morgunov, E.V. et al. (2022). Analysis of human development potential and mutual influence of life expectancy and population density by regions of Russia. *Bulletin of Tomsk State University. Economy*. No. 59. Pp. 39–57. (In Russ.).

Ferguson, I.S., (1972). Wood chips and regional development. *Australian Forestry*. T. 36. No. 1. Pp. 15–23.

Hakkarainen, E., Hannula, I., Vakkilainen, E. (2019). Bioenergy RES hybrids – assessment of status in Finland, Austria, Germany, and Denmark. *Biofuels, bioproducts and biorefining*. T. 13. No. 6. Pp. 1402–1416.

Hannah Ritchie, Max Roser, Pablo Rosado. (2022). *Energy*. Our World in Data.

Khalifa A.A. et al. (2022). Accelerating the Transition to a Circular Economy for Net-Zero Emissions by 2050: A Systematic Review. *Sustainability*. T. 14. No. 18. P. 11656.

Pyzhev, A.I. (2022). Russia's forest sector after the years of reforms: more laws, but less order *Journal of Institutional Studies*. T. 14. No. 3. Pp. 91–102.

Raghu, K.C. et al. (2021). Investment and Profitability of Community Heating Systems Using Bioenergy in Finland: Opportunities and Challenges. *Sustainability*. T. 13. No. 21. C. 1–15.

Schwarz E.J., Steining K.W. (1997). Implementing nature's lesson: the industrial recycling network enhancing regional development. *Journal of Cleaner Production*. T. 5. No.1–2. Pp. 47–56.

Von Cossel, M. et al. (2019). Prospects of bioenergy cropping systems for a more social-ecologically sound bioeconomy. *Agronomy*. T. 9. No. 10. P. 605.

Vukovic, N., Zalesov, S., Vukovic, D. (2017). Bioenergy based on wood chips as the development driver for non-urban forested areas – the case study of Ural Region, Russia. *Journal of Urban & Regional Analysis*. T. 9. No. 1.

Wu, S. (2020). The evolution of rural energy policies in China: A review // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. T. 119. P. 109584.

Статья поступила 05.04.2023

Статья принята к публикации 20.04.2023

Для цитирования: Вукович Н.А., Мехренцев А.В. Состояние и перспективы развития рынка древесных пеллет в России // ЭКО. 2023. № 6. С. 122–136. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-6-122-136

For citation: Vukovich, N.A., Mehrentsev, A.V. (2023). The State and Development Prospects of the Wood Pellet Market in Russia. *ECO*. No. 6. Pp. 122–136. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-6-122-136

Информация об авторах

Вукович Наталья Анатольевна (Красноярск) – кандидат экономических наук. Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН; НИУ «Высшая школа экономики», Москва

E-mail: nvukovich@hse.ru; ORCID: 0000-0002-4593-2835

Мехренцев Андрей Вениаминович (Екатеринбург) – кандидат технических наук. Уральский государственный лесотехнический университет; Уральский союз лесопромышленников.

E-mail: mehrentsev@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-2186-0152

Summary

N.A. Vukovich, A.V. Mehrentsev

The State and Development Prospects of the Wood Pellet Market in Russia

Abstract. The paper gives a critical view of the current state and prospects for the development of the wood bioenergy and wood pellets market in Russia and the world. Analyzing the current trends, the authors substantiate their conclusions about the high attractiveness of projects for the production of wood pellets in Russia for both domestic and foreign markets. In conclusion, the authors conclude on the importance and critical importance of stimulating measures of state and municipal support, the need for parallel development of both external and internal market of wood pellets in Russia.

Keywords: *bioenergy; wood bioenergy; biomass; wood biomass; pellets; wood pellets; non-commodity wood; mobile distributed bioenergy; development of remote territories*

Information about the authors

Vukovich, Natakya Anatolyevna (Krasnoyarsk) – Candidate of Economic Sciences, Institute of Economics and Industrial Production Organization, SB RAS; HSE University.

E-mail: nvukovich@hse.ru; ORCID: 0000-0002-4593-2835

Mehrentsev, Andrey Veniaminovich (Yekaterinburg) – Candidate of Technical Sciences, Ural State Forestry Engineering University, Ural Union of Timber Producers

E-mail: mehrentsev@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-2186-0152