

РАЗВИТИЕ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ В РОССИИ: РЫНОК БИОТОПЛИВА

доктор технических наук, профессор **А.А. Тамби**¹
доктор экономических наук, профессор **С.С. Морковина**²
доктор технических наук, профессор **И.В. Григорьев**¹
студент **В.И. Григорьев**³

1 – ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия», г. Якутск, Российская Федерация

2 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Российская Федерация

3 – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация

Переход к альтернативным источникам энергии развивает концепцию циркулярной экономики, которая является альтернативой имеющимся технологиям на пути превращения отходов в доходы. Растущий интерес в странах Европы и Азии к энергетической безопасности и возобновляемым источникам энергии стимулировал спрос на древесные брикеты и пеллеты. Основными производителями пеллет и топливных брикетов в России являются крупные лесопромышленные компании. При этом малый бизнес является активным производителем биотоплива. Установлено, что основными факторами, влияющими на цену пеллет и топливных брикетов, являются: сформированный рыночный спрос, способ транспортировки и упаковки продукции, а также ее качество. Для ускорения развития новых отраслей и производств в сфере биотоплива и биоэнергетики необходима поддержка на всех уровнях власти. Наиболее востребованными мерами поддержки отечественных производителей биотоплива могут стать снижение налоговых ставок, компенсация затрат на сертификацию продукции для субъектов малого и среднего предпринимательства. Следует ожидать дальнейшего роста объемов производства топливных брикетов, интенсивность которого, во многом, будет определяться возможностью субсидирования транспортных перевозок и развитием внутреннего рынка биотоплива. Переход к циркулярной модели экономики возможен на основе новых технологий, организации производств, а также при государственной поддержке отраслевого бизнеса. В лесном комплексе переход к циркулярной экономике необходим для решения экологических проблем и установления баланса между выбытием и воспроизводством лесов.

Ключевые слова: циркулярная экономика, древесные отходы, рынок биотоплива, производство пеллет и топливных брикетов, поддержка малого бизнеса

DEVELOPMENT OF CIRCULAR ECONOMY IN RUSSIA: BIOFUEL MARKET

DSc (Engineering), Professor **A.A. Tambi**¹
DSc (Economics), Professor **S.S. Morkovina**²
DSc (Engineering), Professor **I.V. Grigoriev**¹
Student **V.I. Grigoriev**³

1 – FSBEI HE "Yakut State Agricultural Academy", Yakutsk, Russian Federation

2 – FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov",
Voronezh, Russian Federation

3 – FSBEI HE "Saint Petersburg State University of Economics", Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract

The growing interest in energy security and renewable energy in Europe and Asia has stimulated the demand for wood briquettes and pellets. The production of energy from pellets per unit of investment is cheaper than the production of gas and oil, which determines the development of a circular economy in the Russian Federation. In Russia the main producers of pellets and fuel briquettes are large timber companies. At the same time, small business is an active producer of biofuels. The article presents the results of an expert survey of business representatives in the field of biofuel production, as well as analytical information on production, capacity utilization, sales and raw materials for the production of fuel briquettes from wood waste in the Russian Federation. It has been established that the main factors affecting the price of pellets and fuel briquettes are: formed market demand, the method of transportation and packaging of products, as well as their quality. Expanding domestic production of wood pellets is the number one task for Russian producers, given the growth of the global pellet market. Moreover, in a number of countries in Europe and America, the main exporters of pellets and fuel briquettes, measures to support manufacturers are actively implemented. Support is needed at all state levels to accelerate the development of new industries and industries in the field of biofuel and bioenergy. The most popular measures to support domestic producers of biofuels may be reduction in tax rates, compensation for the costs of certification of products for small and medium-sized businesses. According to our estimates, we can expect further growth in the production of fuel briquettes, the intensity of which will, in many respects, be determined by the possibility of subsidizing transport transportation and the development of the domestic biofuel market. The domestic market for pellets and fuel briquettes will stagnate without the support of biofuel producers, and pricing and certification is an important element for developing the export potential of industry enterprises.

Keywords: circular economy, wood waste, biofuel market, production of pellets and fuel briquettes, support for small businesses

Введение

С конца прошлого века все большей популярностью в развитых странах пользуется модель циркулярной экономики, сущность которой заключается в повторном использовании ресурсов. В отличие от традиционной модели циркулярная экономика ориентирована на безотходное производство. При такой экономике отходы выступают в качестве сырьевого ресурса для производства товаров, стоимость которого может быть значительно ниже, чем первичного сырья.

Циркулярная экономика, в первую очередь, – это понимание того, что отходы являются ценным ресурсом, который выполняет важные роли – экономическую и экологическую. В европейских странах древесные отходы также являются частью циркулярной экономики, которая охватывает все отходы, от образующихся на лесозаготовках, до утилизации мебели и древесных плит.

Безусловно, сама модель циркулярной экономики не нова, при этом процесс перехода к ней в ряде стран находится на начальной стадии, а

роль циркулярной экономики в лесном секторе России явно недооценена.

Лесной Кодекс РФ в числе основных декларирует принцип многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования лесов для удовлетворения потребностей общества в лесах и лесных ресурсах. Это означает, в том числе, максимально полное использование древесины за счет использования безотходных технологий производства [1].

В последние годы организация производства возобновляемых источников энергии имеет место в развитии ряда отраслей [2].

Рост цен на традиционные топливно-энергетические ресурсы, запасы которых неуклонно снижаются, приводит к пониманию необходимости как более рационального и экономного их расходования, так и использования альтернативных источников энергии, к числу которых относят биотопливо.

Использование древесных отходов в качестве источника энергии является экономически привлекательным [3, 4].

Более того, переход к альтернативным источникам энергии развивает концепцию циркулярной экономики, которая сегодня выступает не только как инструмент экологической политики государств, но и в качестве альтернативы имеющимся технологиям превращения отходов в доходы [5]. Развитые страны мира отдают предпочтение экономике замкнутого цикла (модель циркулярной экономики), в основе которой лежат технологические системы, ориентированные на максимизацию ресурсной эффективности и безотходность производства и потребления [6].

В нашей стране, ввиду значительных запасов топливно-энергетических ресурсов, развитие альтернативных технологий получения энергии не так популярно, как в странах Европы и Азии. В этой связи организации производств биотоплива в России остается рискованным бизнесом [7].

В настоящее время в качестве источника энергии биомассе отводится четвертое место после нефти, природного газа и угля, поскольку она обеспечивает примерно 14 % энергии.

В промышленно развитых странах биомасса составляет от 9 % до 14 % от общего энергоснабжения [8]. Однако этот процент увеличивается до 35-40 % в развивающихся странах [9].

Исследователи данной проблематики рассматривают биомассу в качестве технологической альтернативы традиционным источникам энергии ввиду того, что:

- во-первых, использование биомассы в качестве энергетического сырья соответствует принципам циркулярной экономики, так как ее применение уменьшает нагрузку на природные экосистемы, в частности при добыче топлива [10];

- во-вторых, биомасса является возобновляемым источником энергии, затраты на создание которого могут быть соизмеримы с ожидаемыми выгодами от использования, при этом для изготовления пеллет требуется значительно меньше энергии, чем перекачки нефти и последующего производства электроэнергии [11];

- в-третьих, создание новых производств топливной биомассы определяет новые рабочие места и способствует закреплению населения в местах организации производств. Например, в биоэнергетической отрасли основными производствами являются производство биотоплива, выработка тепловой и электрической энергии с использованием биотоплива, изготовление и поставка оборудования для производства и сжигания биотоплива [12];

- в-четвертых, переход к альтернативным источникам энергии поддерживает конкуренцию на рынке топливно-энергетических ресурсов и в ряде регионов может стать единственным способом удовлетворения спроса населения [13].

Важно подчеркнуть, что использование биомассы в качестве топлива приносит существенную пользу окружающей среде, поскольку количество CO₂ поглощается из атмосферы во время роста биомассы, то же самое, что выделяется во время сгорания.

К 2050 году предполагается увеличение спроса на биотопливо в 10,7 раз по сравнению с 2020 годом, в первую очередь, со стороны ЕС, Китая и Индии.

С развитием международных торговых отношений существенно увеличится число участников биотопливного рынка. Согласно Biofuels Progress Report, основными предметами импорта станут рапсовое масло из Украины, России; соевое масло из стран Латинской Америки, пальмовое масло из Индонезии и Малайзии, а также биоэтанол из Бразилии и других стран тропического региона.

Увеличение стоимости круглых лесоматериалов и рост спроса на биотопливо на мировых рынках определили развитие новых производств в лесном секторе страны. Значительная часть лесопильных и деревообрабатывающих предприятий диверсифицировали традиционные производства, перейдя на выпуск пеллет и топливных брикетов, что привело к удвоению производства биотоплива.

Россия только начинает свой путь в экономике замкнутого цикла, поэтому перед ней стоит ряд вопросов, касающихся не только применения новых технологий, но и управления ими с позиции интересов всех стейкхолдеров [14].

Материалы и методы

Сбор значимой информации развитию производств топливных гранул осуществляли методом анкетирования. Данный метод позволяет опросить достаточно большое число респондентов при минимальных временных затратах. Анкетирование проводилось методом самозаполнения респондентами опросных листов (анкет). Метод включал в себя следующие этапы:

- подготовительный этап;
- проведение анкетных опросов;
- обработка и анализ информации.

Для опросов разработаны специальные анкеты, включающие 20 вопросов в открытой и полужакрытой форме. Предприятиям, осуществляющим деятельность в сфере производства пеллет и биотоплива, были направлены информационные письма с опросными анкетами. Для обработки опросных анкет использованы статистические методы.

Для оценки состояния отрасли, перспектив применения новых технологий и перспектив развития циркулярной экономики в России был

использована мажоритарную систему, согласно которой по каждому из вопросов определяется наибольшим процентом ответов, данных респондентами.

По данным RBC. Research, общее число пеллетных и биотопливных заводов в России сегодня около 250 [15]. Для получения объективных результатов в исследовании в качестве респондентов выступили представители 90 компаний – производителей биотоплива, выпускающих в совокупности более 200 тыс. т. брикетов в год.

Результаты

Древесина является наиболее распространенным биоразлагаемым и возобновляемым материалом из доступных и может стать универсальным сырьем для производства товаров так и энергии. Это делает древесные отходы важной частью циркулярной экономики. Место производства биотоплива в циркулярной экономике показано на рис. 1.

Кроме того, переработка древесных отходов имеет экологический эффект формируемый за счет снижения потребления воды и энергии используемых в традиционных производствах изделий из древесины.

Переход к новой экономической модели подразумевает многоэтапность: новые технологии, организация производств, а также государственная политика и меры поддержки безотходных технологий.

О том, что страны Европы перешли и активно реализуют модель циркулярной экономики, свидетельствует растущий спрос на биотопливо. Объемы производства древесного биотоплива в Российской Федерации, преимущественно ориентированного на экспорт, нарастают быстрыми темпами и на первое полугодие 2019 г. достигли уровня 766 тыс. т, превысив показатели того же периода 2018 г. на 19 % и отставая всего на 16 % от объема годового производства в 2014 г. (табл. 1).



Рис. 1. Место производства биотоплива в модели циркулярной экономики

По данным таможенной службы России, экспорт древесных пеллет в 2018 году вырос более чем на 34 % по сравнению с уровнем экспорта 2017 года. Основной спрос на российские пеллеты был обеспечен со стороны таких стран, Европы как Дания (615,117 тыс. т), Бельгия (123, 435 тыс. т.) и Швеция (120, 142 тыс. т), на долю стран Азии приходилось порядка 127,519 тыс. т. экспорта пеллет, преимущественно в Южную Корею.

Важно отметить, что на эти направления приходится почти 70 % российского экспорта древесных гранул. Основными поставщиками на рынке пеллет традиционно являются Северо-западный и Сибирский Федеральные округа, на которые приходится около 88 % всего экспорта (рис. 2).

Насколько привлекательным является производство биотоплива в контексте перехода к циркулярной экономике?

Основными производителями пеллет в РФ являются крупные лесопромышленные компании, на их долю приходится более 80 % рынка. Предприятий средней мощности (от 20 до 50 тыс. т пеллет в год) в РФ насчитывается около 15 единиц.

В то же время малый бизнес в производстве биотоплива занимает далеко не последнее место.

В отраслевом сегменте сконцентрировано значительное количество малых и средних предприятий с объемом производства до 1000 т. При этом сведения о производственных мощностях по ряду причин не попадают в официальную статистику, что затрудняет комплексную оценку и прогнозирование развития данного сегмента.

По нашим оценкам, совокупная годовая емкость рынка топливных брикетов, которые выпускаются более чем на 250 предприятиях, может достигать 450 тыс. т, около половины из которых реализуется на внутреннем рынке, поскольку данный вид биотоплива пользуется достаточно устойчиво растущим спросом у населения и ряда предприятий и организаций [16].

Анализ опросных анкет позволил установить, что доминирующее положение в промышленном производстве биотоплива, занимают брикеты RUF, на долю которых приходится почти 74 % выпускаемой продукции среди опрошенных предприятий.

Суммарное производство биотоплива (пеллеты, брикеты и т.д.) в России

Год	2014	2015	2016	2017	2018	Первое полугодие 2019
Объем производства, млн т	0,89	0,95	1,0	1,4	1,44	0,766

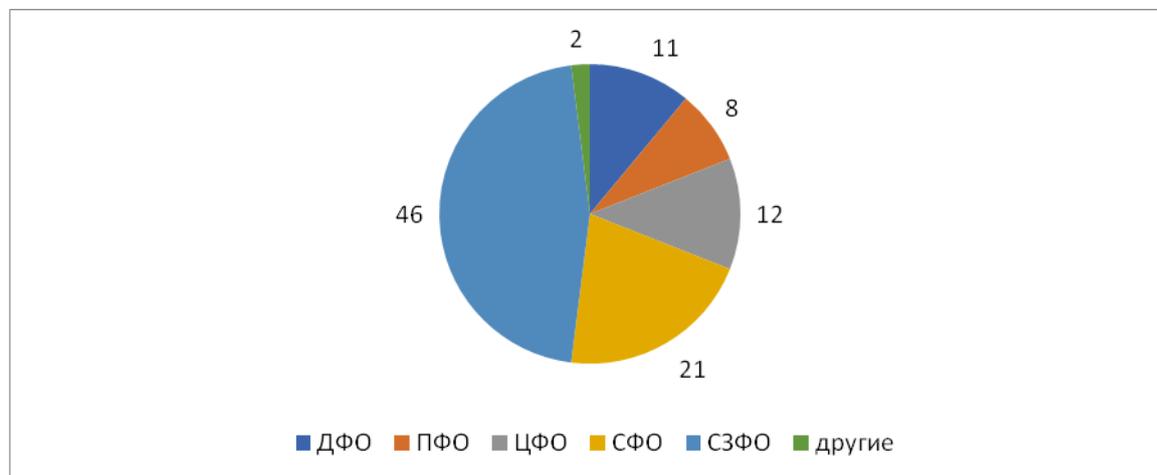
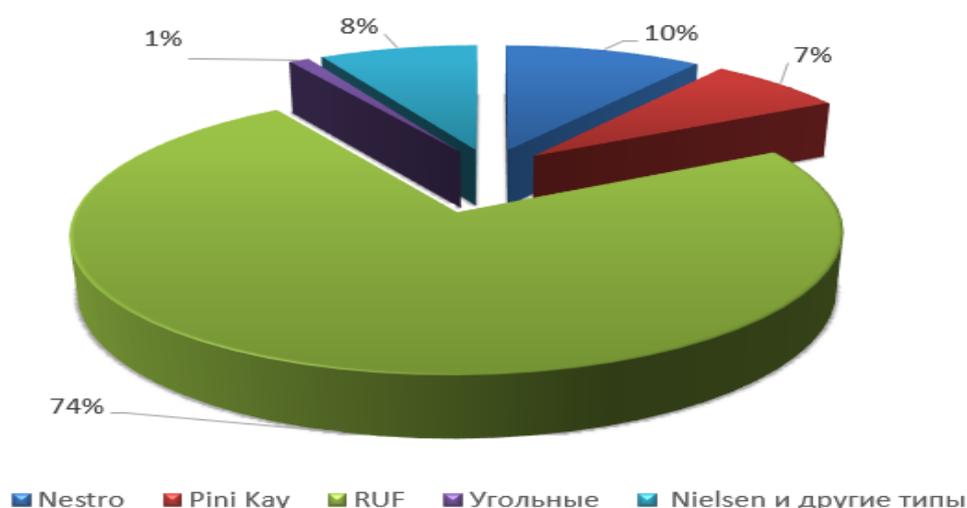


Рис. 2. Распределение производства пеллет в разрезе федеральных округов РФ



Рису. 3. Распределение производственных мощностей по видам брикетов

Оставшуюся долю рынка разделяют брикеты следующих производителей (рис. 3):

- Nestro (в совокупности с продукцией, выпускаемой на линиях Nestro, и укомплектованных прессами RUF) с долей рынка 8 %;

- PiniKay – 7 %;

- совокупная доля брикетов Nielsen и брикетов других типов – 10 %.

Респонденты отметили, что предприятия используют собственное сырье – опилки и стружки,

получаемые от основного технологического процесса лесопиления или деревообработки. В общем объеме выпускаемой продукции, доля таких брикетов составляет 71 %.

С использованием сырья из внешних источников производится 29 % брикетов. Из них:

- 11 % производится из смеси собственного и покупного сырья;

- 5 % с вовлечением бесплатного сырья с других предприятий.

Ряд компаний, с совокупным объемом производства на уровне 13 % от общего объема отечественного производства, являются зависимыми от внешних поставок опилок, щепы и стружки, закупаемых на других предприятиях, в условиях отсутствия собственной лесосырьевой базы (рис. 4).

Основные объемы топливных брикетов – 85 % – выпускаются на производственных участках, входящих в состав других деревообрабатывающих производств. Распределение этого объема по видам головного производства выглядит следующим образом:

- выпуск брикетов на лесопильных предприятиях – 39 %;
- выпуск брикетов на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях – 42 %.
- производство брикетов на фанерных предприятиях – 18 %;
- объем выпуска на мебельных производствах – 1 %.

В рамках самостоятельных отдельных предприятий выпускается только около 15 % брикетов.

Для изготовления брикетов производители чаще всего используют древесину двух пород: сосны и ели.

Характерно, что 61 % предприятий не отдают приоритета ни одной из этих пород, выпуская продукцию либо по очередности поставок сырья, либо в смеси.

В последние годы увеличивается доля березы, вовлекаемой в производство биотоплива, на долю которой в первой половине 2019 г. пришлось 18 %. Из березы преимущественно изготавливаются брикеты RUF (рис. 5).

Менее востребованной является древесина лиственницы – 5 % и бука – 0,14 %, из которой преимущественно выпускаются брикеты Pini Kay, а также осины, брикетируемой в прессах RUF, на долю которой приходится около 1 % (рис. 6).

Несмотря на то что рынок биотоплива растет, только 62 % респондентов в первой половине 2019 г. смогли обеспечить полную загрузку имеющегося производственного оборудования (рис. 7).

По различным причинам, основными из которых являются отсутствие дешевого сырья, высокая стоимость доставки продукции до потребителя, низкая покупательная способность населения, около 6 % предприятий временно законсервировали производственные мощности и не осуществляют выпуск брикетов.

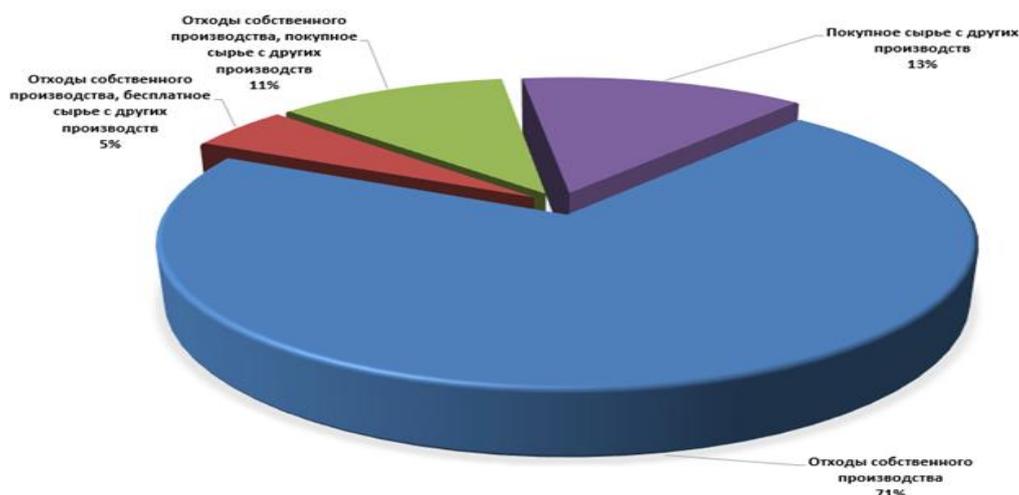


Рис. 4. Сырьевое обеспечение производства топливных брикетов и пеллет

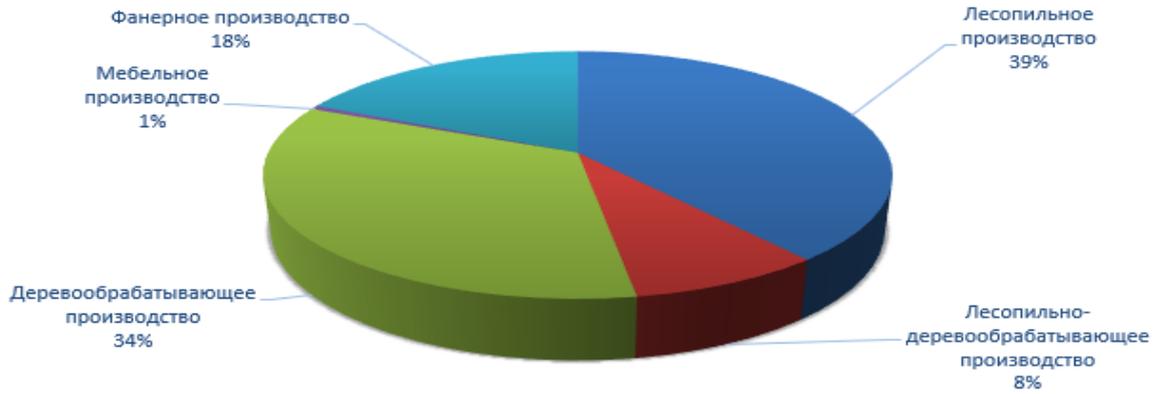


Рис. 5. Основное производство, при котором создается участок брикетирования

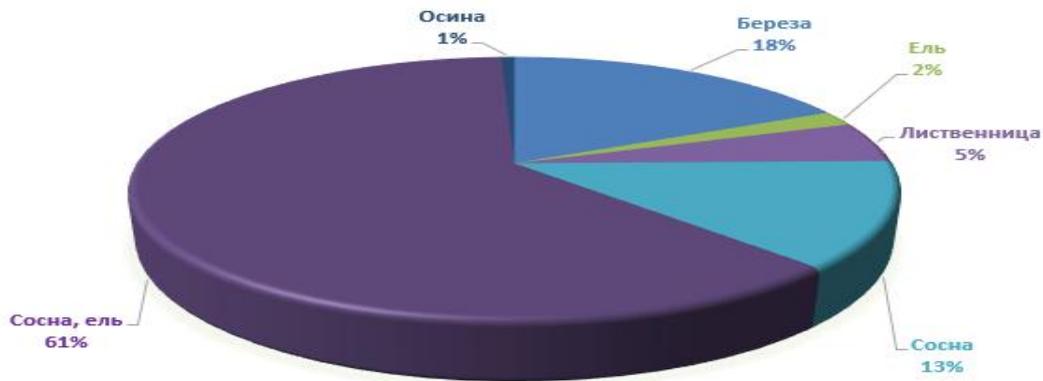


Рис. 6. Породный состав древесины

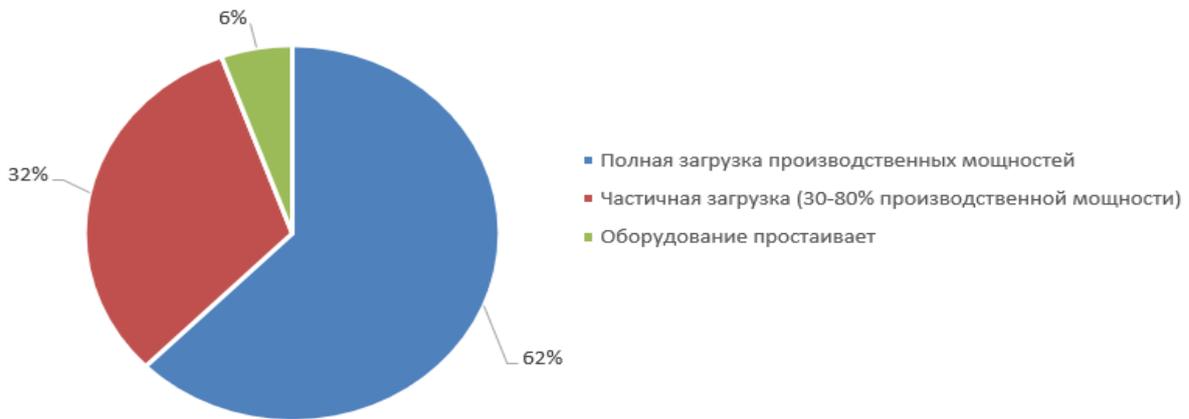


Рис. 7. Загрузка производственных мощностей

В качестве основных причин простоев и недогрузки оборудования респонденты указали следующие:

- недостаток спроса – 34 %;
- нехватка сырья – 31 %;
- нерентабельность производства – 17 %;
- технические проблемы – 17 %.

По результатам опроса представителей лесного бизнеса установлено, что большинство производителей отгружает готовую продукцию большими партиями на поддонах – 65 %.

Небольшими партиями и упаковками для розничных магазинов и частных потребителей отгружается 31 %.

На долю индивидуальных покупателей, приобретающих топливные брикеты россыпью, приходится 4 % от объема выпускаемой продукции (рис. 8).

Структура продаж на рынке топливных брикетов весьма разрознена и очень зависима от местоположения производства и объема выпуска продукции.

Исходя из анализа данных респондентов, установили, что общий объем экспорта брикетов находится на уровне 68 %. Однако эти сведения весьма вариативны, поскольку большое количество производителей отгружает продукцию оптовым покупателям и не знает ее дальнейшего назначения.

Большая часть респондентов имеет несколько каналов реализации продукции, соотношение между которыми изменяется в течение года в зависимости от рыночной конъюнктуры.

Важное место в организации производства отводится ценообразованию. Нами установлено, что минимальная и максимальная стоимость топливных брикетов весьма вариативны и существенно

отличаются в зависимости от объемов производства и расположения конкретного предприятия (рис. 9).

При этом уровень цен на продукцию являются фактором сдерживающим объемы продаж и производства.

По мнению респондентов, основными факторами, влияющими на цену пеллет, являются рынки – потребители продукции (внутренний или внешний), способы транспортировки и упаковки продукции и качество продукции.

Растущий интерес в странах Европы и Азии к энергетической безопасности и возобновляемым источникам энергии в сочетании с относительно высокими ценами на нефть и газ в прошлом во многом стимулировали спрос на древесные брикеты и пеллеты. Однако технологии переработки и использования древесных отходов остаются все еще недостаточно развитыми в нашей стране и в большей части ориентированы на внешний рынок.

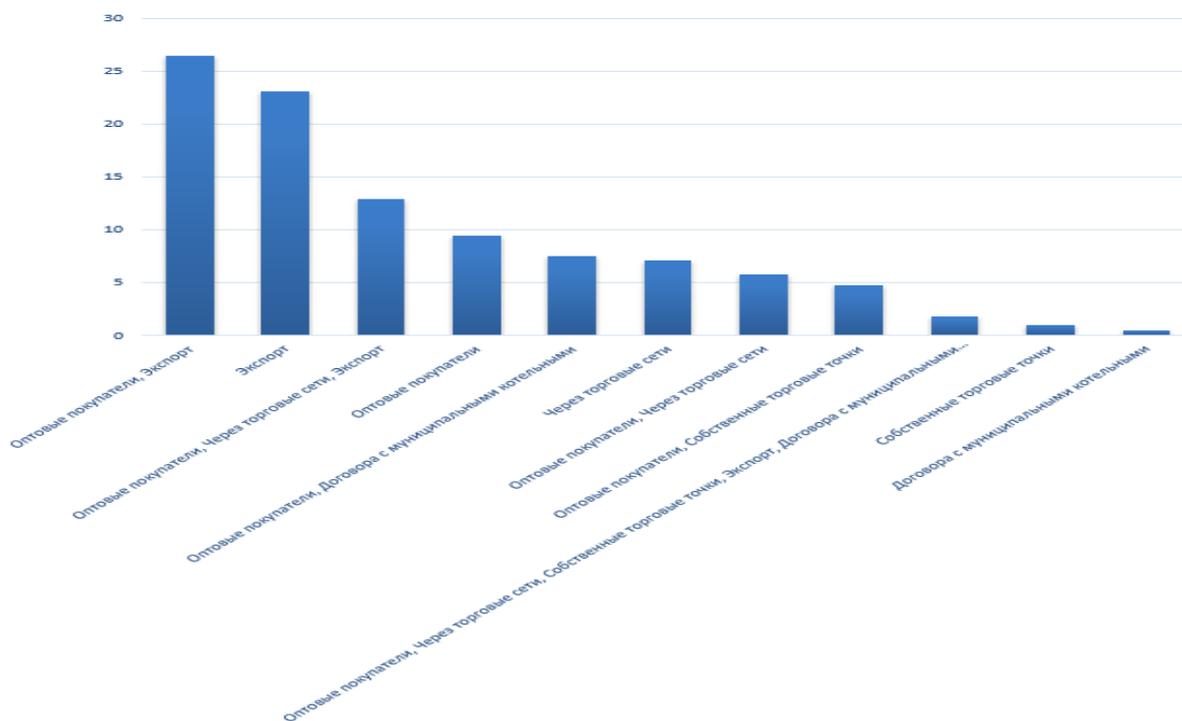


Рис. 8. Распределение респондентов по каналам продаж, %



Рис. 9. Стоимость топливных брикетов, определенная в результате анкетирования по регионам при условии отгрузки с площадки промышленного предприятия

Основным конкурентным преимуществом компаний на европейских рынках топливных пеллет и брикетов является сертификат качества, но это составляет основную сложность для экспортеров из России. Более того, расходы предприятия на сертификацию пеллет составляют от 3 до 6 тыс. евро, что делает процесс сертификации недоступным для малых предприятий РФ.

Расширение отечественного производства древесных топливных гранул является задачей номер один для российских производителей, как ввиду роста мирового рынка пеллет, так и в связи с переходом к циркулярной экономике.

При этом в ряде стран, основных экспортеров пеллет и топливных брикетов, активно реализуются меры поддержки производителей. Европейские энергетические холдинги получают государственные субсидии за производство энергии из экологически чистого топлива. В Америке более 5 млрд долл. США выделяется на поддержку производства различных видов биотоплива. Более

того, большинство стран-производителей биотоплива поддерживают в том числе и финансово НИОКР в области производства биотоплива. Цель этих НИОКР заключается в разработке инновационных технологий преобразования, выявления устойчивых источников сырья и разработки рентабельных методов конверсии для усовершенствованных видов топлива.

Согласно законодательству России, государство компенсирует до 80 % от стоимости перевозки древесных гранул до конечного пункта назначения за рубежом экспортерам пеллет и топливных брикетов [11]. Однако доступ к этим мерам поддержки ограничен.

Более того, требуется переход от линейной модели использования лесных ресурсов к циркулярной, в первую очередь для решения экологических проблем и установления баланса между выбытием и воспроизводством лесов.

Выводы

Переход к циркулярной экономике в лесном комплексе России необходим. При этом спрос на биотопливо из древесных отходов будет расти, ввиду того, что производство энергии из пеллет на единицу инвестиций дешевле, чем производство газа и нефти. Переход к альтернативным источникам энергии развивает концепцию циркулярной экономики, которая является альтернативой имеющимся технологиям на пути превращения отходов в доходы. Развитие альтернативных производств в лесном комплексе многом ускоряет его диверсификацию.

Для ускорения развития новых отраслей и производств в лесном комплексе необходима поддержка на всех уровнях власти.

Наиболее востребованными мерами поддержки отечественных производителей биотоплива могут стать снижение налоговых ставок, компенсация затрат на сертификацию продукции для субъектов малого и среднего предпринимательства. По нашим оценкам, следует ожидать дальнейшего роста объемов производства топливных брикетов, интенсивность которого, во многом, будет определяться возможностью субсидирования транспортных

перевозок и развитием внутреннего рынка биотоплива.

Важным элементом поддержки отраслевых производителей является создание на базе НИИ и вузов новых технологий производства биотоплива. Это обеспечивает снижение затрат предприятий на инновационные решения и конкурентоспособность российских производителей.

В то же время технологии переработки и использования древесных отходов остаются еще недостаточно развитыми в нашей стране и в большей части ориентированы на внешний рынок. При этом принципы становления цикловой экономики в лесном комплексе страны оказываются невостребованными.

Без поддержки производителей биотоплива внутренний рынок пеллет и топливных брикетов будет стагнировать, при этом для развития экспортного потенциала отраслевых предприятий важными элементами являются способ ценообразования и сертификация.

Библиографический список

1. Petrov, A. P. Model of economic organization of the russian forestry / A. P. Petrov, S. S. Morkovina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science International Jubilee Scientific and Practical Conference "Innovative Directions of Development of the Forestry Complex (FORESTRY-2018)". 2019. – P. 012–041.
2. Куницкая, О. А. Переработка низкотоварной древесины: проблемы и перспективы / О. А. Куницкая, И. В. Григорьев // Энергия: экономика, техника, экология. – 2015. – № 9. – С. 70–75.
3. Circular Economy Practices on Wood Panels: A Bibliographic Analysis / Cristiane Karyn de Carvalho Araújo [et al.] // Sustainability. – 2019, 11, 1057; doi:10.3390.
4. Faraca, G. Dynamic accounting of greenhouse gas emissions from cascading utilisation of wood waste / G. Faraca, D. Tonini, T. F. Astrup // Sci. Total Environ. – 2019. – Vol. 651. – P. 2689–2700.
5. Kim, M. H. Analysis of the global warming potential for wood waste recycling systems / M. H. Kim, H. B. Song // J. Clean. Prod. – 2014. – No. 69. – P. 199–207.
6. Lieder, M. Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry / M. Lieder, A. Rashid // J. Clean. Prod. – 2016. – No. 115. – P. 36–51.
7. Morkovina, S. Risk factors for the development of entrepreneurship in forest sector of Russia / S. Morkovina, T. Bezrukova, I. Sibiryatkina, N. Bukhtoyarov, E. Leontyev // Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference - Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020: From Regional Development Sustainability to Global Economic Growth 2017. – P. 1975–1981.
8. Permchart, W. Emission performance and combustion efficiency of a conical fluidized-bed combustor firing various biomass fuels / W. Permchart, V. I. Kouprianov // Bioresour. Technol. – 2004. – No. 92. – P. 83–91.

9. Hall, D. O. Biomass energy lessons from case studies in developing countries / D. O. Hall, F. Rosillo-Calle, P. de Groot // *Energy Policy*. – 1992. – No. 20. – P. 62–73.
10. Molina-Moreno, V. Pellet as a Technological Nutrient within the Circular Economy Model: Comparative Analysis of Combustion Efficiency and CO and NOx Emissions for Pellets from Olive and Almond Trees / V. Molina-Moreno, J. Carlos Leyva-Díaz, J. Sánchez-Molina // *Energies*. – 2016, 9, 777; doi:10.3390/en9100777.
11. Булавина, О. В. Экономическое обоснование внедрения технологии производства топливных гранул в условиях Краснодарского края / О. В. Булавина, А. А. Скоморощенко // *Научный журнал КубГАУ – Scientific Journal of KubSAU*. – 2014. – № 99.
12. Мороховец, А. Е. Производство твердого биотоплива в России: экономика развития и инвестиции в будущее / А. Е. Мороховец, Н. В. Попов // *Экономикс*. – 2014. – № 1.
13. Спиридонов, Н. С. Развитие современного рынка пеллет в России / Н. С. Спиридонов // *Вестник ФГОУ ВО МГАУ*. – 2011. – № 6 (51).
14. Тупицына, А. А. Стратегия циркулярной экономики – правильный выбор для современной России? / А. А. Тупицына, О. В. Есипова // *Проблемы науки*. – 2018. – № 1 (121).
15. Никольская, В. Производство топливных пеллет в России / В. Никольская // *ЛесПромИнформ*. – 2017. – № 6 (128). – URL: <https://lesprominform.ru/journals/128>.
16. Тамби, А. А. Рынок топливных брикетов растет / А. А. Тамби // *ЛесПромИнформ*. – 2019. – № 7 (145).

References

1. Petrov A.P., Morkovina S.S. Model of economic organization of the russian forestry. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science International Jubilee Scientific and Practical Conference "Innovative Directions of Development of the Forestry Complex (FORESTRY-2018)". 2019. P. 012-041.
2. Kunickaja O.A., Grigor'ev I.V. (2015) *Pererabotka nizkotovarnoj drevesiny: problemy i perspektivy. Jenergiya: jekonomika, tehnika, jekologija*. № 9. P. 70-75 (in Russian).
3. Cristiane Karyn de Carvalho Araújo et al. (2019) Circular Economy Practices on Wood Panels: A Bibliographic Analysis. *Sustainability*, 11, 1057; doi: 10.3390.
4. Faraca G., Tonini D., Astrup, T.F. (2019) Dynamic accounting of greenhouse gas emissions from cascading utilisation of wood waste. *Sci. Total Environ.*, 651, pp. 2689-2700.
5. Kim M.H., Song H.B. (2014) Analysis of the global warming potential for wood waste recycling systems. *J. Clean. Prod.*, 69, pp. 199-207.
6. Lieder M., Rashid A. (2016) Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *J. Clean. Prod.*, 115, pp. 36-51.
7. Morkovina S., Bezrukova T., Sibiryatkina I., Bukhtoyarov N., Leontyev E. (2017) Risk factors for the development of entrepreneurship in forest sector of Russia. *Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference - Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020: From Regional Development Sustainability to Global Economic Growth*. P. 1975-1981.
8. Permchart W., Kouprianov V.I. (2004) Emission performance and combustion efficiency of a conical fluidized-bed combustor firing various biomass fuels. *Bioresour. Technol.*, 92, pp. 83-91.
9. Hall D. O., Rosillo-Calle F., de Groot P. (1992) Biomass energy lessons from case studies in developing countries. *Energy Policy*, 20, pp. 62-73.
10. Molina-Moreno V., J. C. Leyva-Díaz, Sánchez-Molina J. (2016) Pellet as a Technological Nutrient within the Circular Economy Model: Comparative Analysis of Combustion Efficiency and CO and NOx Emissions for Pellets from Olive and Almond Trees. *Energies*, 9, 777; doi:10.3390/en9100777.
11. Bulavina O.V., Skomoroshhenko A.A. (2014) *Jekonomicheskoe obosnovanie vnedrenija tehnologii proizvodstva toplivnyh granul v uslovijah Krasnodarskogo kraja. Nauchnyj zhurnal KubGAU – Scientific Journal of KubSAU*. № 99 (in Russian).

12. Morohovec A.E., Popov N.V. (2014) *Proizvodstvo tverdogo biotopliva v Rossii: jekonomika razvitija i investicii v budushhee. Jekonomiks. № 1* (in Russian).
13. Spiridonov N.S. (2011) *Razvitie sovremennogo rynka pellet v Rossii. Vestnik FGOU VO MGAU. № 6 (51)* (in Russian).
14. Tupicyna A.A., Esipova O.V. (2018) *Strategija cirkuljarnoj jekonomiki – pravil'nyj vybor dlja sovremennoj Rossii? Problemy Nauki. № 1 (121)* (in Russian).
15. Nikol'skaja V. (2017) *Proizvodstvo toplivnyh pellet v Rossii. LesPromInform № 6 (128)*. URL: <https://lesprominform.ru/journals/128> (in Russian).
16. Tambi A.A. (2019) *Rynok toplivnyh briketov rastet. LesPromInform № 7 (145)* (in Russian).

Сведения об авторах

Тамби Александр Алексеевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия», г. Якутск, Российская Федерация.

Морковина Светлана Сергеевна – доктор экономических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: tc-sveta@mail.ru.

Григорьев Игорь Владиславович – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия», г. Якутск, Российская Федерация.

Григорьев В.И. – студент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: vmomr@mail.ru.

Information about authors

Tambi Aleksandr Alekseevich – DSc (Engineering), Professor, FSBEI HE "Yakutsk State Agricultural Academy", Yakutsk, Russian Federation.

Morkovina Svetlana Sergeevna – DSc (Economics), Professor, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: tc-sveta@mail.ru.

Grigoryev Igor Vladislavovich – DSc (Engineering), Professor, FSBEI HE "Yakutsk State Agricultural Academy", Yakutsk, Russian Federation.

Grigoryev V.I. – student, FSBEI HE "St. Petersburg State University of Economics", St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: vmomr@mail.ru.