

Шушпанова Д.В., Андрухов Е.К., Морено Перес Д.А.
Анализ развития биоэнергетики в России и Колумбии

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

УДК 620.952

Анализ развития биоэнергетики в России и Колумбии

Шушпанова Д.В., Андрухов Е.К., Морено Перес Д.А.

Российский университет дружбы народов

Аннотация

В данном обзоре произведена попытка оценить биоэнергетический потенциал возобновляемых источников энергии России и Колумбии, получаемых из растительного сырья (в основном, сельскохозяйственных культур). Цель исследования – сравнительный анализ процессов развития биоэнергетики в России и Колумбии и взаимовыгодного сотрудничества двух стран в этой области. Для реализации цели поставлены задачи оценки биоэнергетического потенциала возобновляемых источников энергии, анализа возможностей и опыта производства биоэнергии в обеих странах, анализа энергетических культур для производства твердых и жидких биотоплив, а также оценки препятствий и перспектив развития биоэнергетики в России и Колумбии. Авторы сравнили опыт производства таких видов биотоплив, как биодизель и биоэтанол, определили основные законы и нормативные документы России и Колумбии по внедрению биотопливных технологий, определили основные виды сельскохозяйственных культур, пригодных в качестве сырья для производства биоэтанола, биодизеля, а также твердых топлив. Авторами выявлены основные препятствия, вызовы и перспективы развития биотопливной индустрии в обеих странах.

Ключевые слова: БИОЭНЕРГЕТИКА, БИОТОПЛИВО, БИОТОПЛИВНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС, РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОТХОДЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, БИОЭТАНОЛ, БИОДИЗЕЛЬ, ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО, РОССИЯ, КОЛУМБИЯ

Введение

На сегодняшний день отношения между Российской Федерацией и Республикой Колумбия последовательно развиваются во всех сферах. Согласно двустороннему договору, подписанному между Россией и Колумбией в 1994 г., страны стремятся к

расширению торгово-экономического и научно-технического сотрудничества, к перспективным областям которого относятся энергетика, нефте-, угле- и газодобыча, охрана окружающей среды, агропромышленный комплекс [1, 2]. Еще одной областью сотрудничества может стать возобновляемая энергетика. Обе страны являются участниками Парижского соглашения по сокращению поступления парниковых газов в атмосферу, начиная с 2020 года [3]. Одной из отраслей производства возобновляемой энергии может служить агропромышленный комплекс, а именно: развитие биоэнергетики из отходов растительной биомассы [4]. Ожидается, что в перспективе биоэнергетика может стать важнейшей ветвью взаимоотношений России и Колумбии как в межотраслевом, так и в региональном разрезе, и будет способствовать достижению экономических, экологических и социальных целей обеих стран [5]. Однако, развитие биоэнергетики в Российской Федерации идет гораздо медленнее, чем во многих развитых и некоторых развивающихся странах, в том числе Республике Колумбия.

Целью данного исследования является сравнительный анализ процессов развития биоэнергетики в Российской Федерации и Республике Колумбия и взаимовыгодного сотрудничества двух стран в этой области.

Цели развития и биоэнергетический потенциал возобновляемых источников энергии в России и Колумбии

В России первая серьезная цель в развитии возобновляемой энергетики была поставлена в 2009 году. В сентябре 2016 года министром энергетики России Александром Новаком было заявлено, что «объем возобновляемых источников энергии к 2024 году составит до 2,5% в общем объеме» [6]. Целью в развитии ВИЭ в Колумбии была генерация 30% энергии из альтернативных источников к 2020 году.

Энергия биомассы зависит от землепользования, продовольственной безопасности, биоразнообразия, окружающей среды, процессов изменения климата, низкоуглеродной экономики, устойчивого развития регионов и др. Ее расширение и применение в регионах также тесно связано с разработкой ископаемого топлива и других возобновляемых источников энергии (например, с использованием солнца и ветра), а также разнообразными технологическими разработками [7].

Общее годовое первичное производство биомассы Земли примерно оценено в 220

миллиардов тонн сухого вещества (4500 ЭДж) [8]. Расчетная текущая энергия биомассы колеблется от 10 до 14 % мировой первичной энергии (нижняя оценка – около 62 ЭДж). В краткосрочной и среднесрочной перспективе биомасса и отходы внесут около 68 ЭДж /год к 2030 году [7].

В исследовании [9] оценен диапазон производства биомассы от 100 до 300 ЭДж, причем наиболее оптимистичная оценка, основанная на техническом потенциале, составила 500 ЭДж в 2050 году [10].

В Латинской Америке имеется значительный опыт в области производства биоэнергии [9]. Колумбия является ключевой страной в Латинской Америке, поскольку имеет потенциал для сельскохозяйственного освоения биомассы как источника возобновляемой энергии и является одним из крупнейших производителей биотоплива в Центральной и Южной Америке.

В 2009 году в Колумбии было произведено 324,7 миллиона литров этанола и 173 043 тонны биодизеля. В стране с 2008 года введены обязательные смеси: бензин-этанол (10%) и дизельное – биодизельное топливо (5%). В 2015 году Колумбия произвела примерно 20 ПДж и 8,25 ПДж биодизеля и этанола, соответственно, в дополнение к 1,85 ПДж избыточной биоэлектрической энергии. Эти объемы представляют незначительную долю соответствующих секторов энергетики, где конечное потребление энергии в секторе автомобильного транспорта достигло 405 ПДж, а около 197 ПДж электроэнергии было потреблено через национальную сеть [11].

Теоретический энергетический потенциал биомассы в Колумбии оценивался в период с 2007 по 2011 год в диапазоне 210–900 ПДж. В этот диапазон включены категории биомассы из сельскохозяйственных и лесных отходов, биотоплива, навоза животных и городских отходов. Принимая во внимание различные факторы, которые могут ограничивать доступность биомассы для энергетических целей (например, конкурирующие виды использования, экологические и технические ограничения), технический потенциал был оценен в 36-420 ПДж [12]. В Колумбии распространены дизельные «мини-сети» в отдаленных районах республики. На возобновляемые источники энергии в настоящее время приходится около 8% нагрузки в отдаленных районах страны.

У России имеется гигантский потенциал для замещения ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии. Это позволит в перспективе стать крупным

экспортером твердых и жидких биотоплив на мировом рынке. Один только экономический потенциал России сможет увеличить долю возобновляемых источников энергии до 25-30 % в энергобалансе страны [13].

Ежегодно на территории России образуется до 14-15 млрд т биомассы (рис. 1), которая обладает наибольшим потенциалом из всех видов ВИЭ. Энергия биомассы эквивалентна примерно 8 млрд т условного топлива. Коэффициент использования отходов в качестве вторичного сырья в России при этом не превышает одной трети, что в 2-2,5 раза ниже, чем в более развитых странах [14].

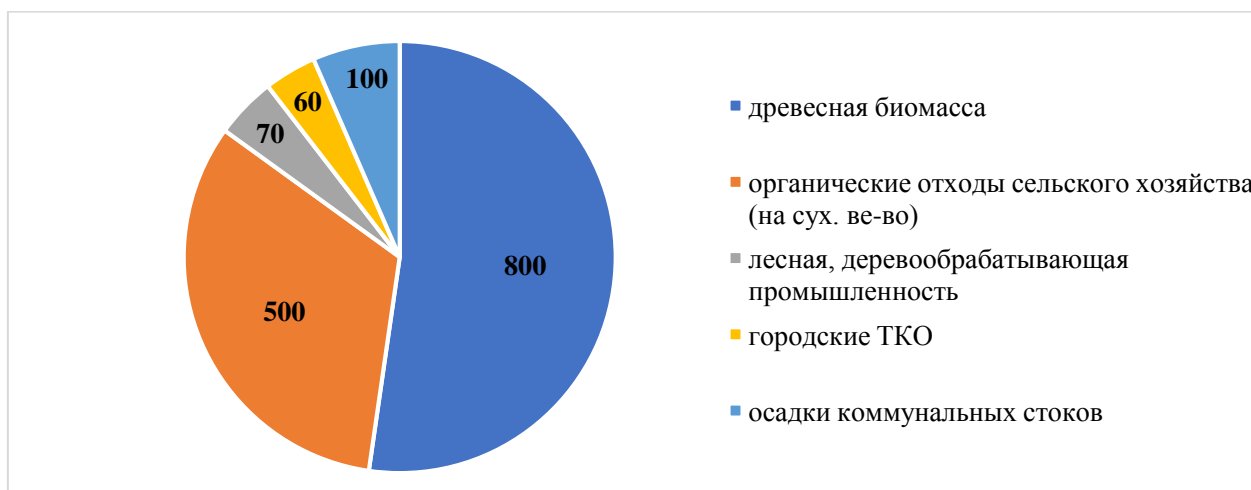


Рис. 1. Ежегодное использование биомассы России в энергетических целях, млн т (составлено авторами).

Сельское хозяйство и энергетические культуры

По значимости поставок биомассы сельское хозяйство занимает второе место в мире, на его долю приходится около 10% всего сырья биомассы для биоэнергетики [15].

Сельскохозяйственная биомасса была определена ОЭСР [16] как «подмножество биомассы, произведенной непосредственно в результате сельскохозяйственной деятельности, включая зерновые, сахарные, масличные, другие пахотные культуры и побочные продукты сельскохозяйственных культур, такие как солома, растительные травы, ива и тополь» [17].

Энергетические культуры – это сельскохозяйственные культуры, выращенные с основной целью производства энергии, в отличие от растений для производства продуктов питания, кормовых и технических культур. Дикие растения, используемые в качестве

топливной древесины, в качестве энергетических культур не учитываются. Однако в энергетические культуры могут быть включены лесные растения, выращенные на сельскохозяйственных угодьях для использования энергии (например, на плантациях с коротким севооборотом (short rotation coppice)).

Сельскохозяйственные энергетические культуры разделены на две категории:

1) сахаросодержащие, крахмалосодержащие и масличные культуры, выращиваемые для жидкого биотоплива;

2) лигноцеллюлозные растения и растения с коротким севооборотом, выращиваемые для получения твердой биомассы, вне зависимости от того, будут они использованы для простых термических процессов или для производства биотоплива второго поколения [18].

Основными сельскохозяйственными культурами, остатки которых могут быть использованы для биоэнергетических целей, являются: зерновые и бобовые, рапс, соя, кукуруза и подсолнечник. Производителями этих культур являются крупные сельскохозяйственные предприятия, способные организовать централизованный сбор и переработку пожнивных остатков [19].

В глобальном масштабе вклад специальных культур в поставку биомассы для биоэнергетики не был адекватно оценен, за исключением сектора коммерческого жидкого биотоплива, получаемого из исходного сырья первого поколения, то есть традиционных культур, таких как кукуруза, масличная пальма и соя [17].

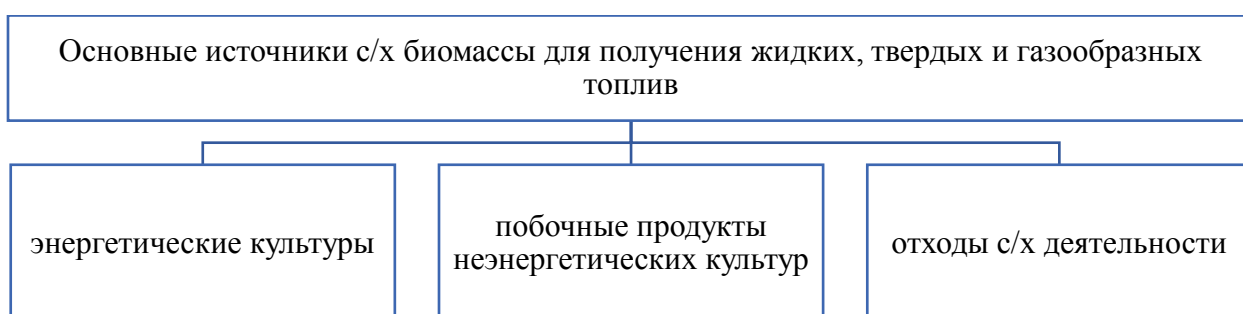


Рис. 2. Виды источников биомассы для производства биотоплив
 (составлено авторами согласно [20])

Россия является одним из крупнейших мировых производителей и экспортеров сельскохозяйственной продукции. Она занимает пятое место в мире по производству и шестое место в мире по экспорту сельскохозяйственных культур В 2013 году производство

продукции растениеводства в России составило 92,4 млн тонн. Внутреннее потребление составило 66,7 млн тонн, экспорт – 26 млн тонн [21]. В 2014 году в России производство растительных масел из масличных культур составило почти 5 млн тонн. Из них на подсолнечное масло приходилось 81%, и в 2013 году Россия стала первым в мире производителем подсолнечного масла [22]. Также в значительных количествах производятся соевое и рапсовое масло (11% и 7% от общего производства масла, соответственно).

Согласно исследованию происхождения сырья для производства биодизеля в ЕС, в 2010 году Россия экспортировала в ЕС 124 тысячи тонн нефтяного эквивалента (1,25% от общего объема нефти, используемой для производства биодизеля в Европе). Из них рапсовое масло составляло до 80 тыс. тонн в нефтяном эквиваленте, соевое – до 45 тыс. тонн [23]. В отличие от Колумбии, в России (табл. 1) нет крупномасштабного производства биодизеля [24].

Таблица 1. Технический и энергетический потенциал растительных остатков сельскохозяйственных культур в Российской Федерации по состоянию на 2012 г.

Виды остатков	Технический потенциал, млн т	Энергетический потенциал, ПДж
сельскохозяйственные остатки (в целом)	71,5	940
остатки зерновых и бобовых культур	39,5	496,5
пожнивные остатки	-	$80 \cdot 10^4$

Колумбия, как и Россия и другие развивающиеся страны и страны с переходной экономикой, характеризуется огромным биоэнергетическим потенциалом, в отличие от ограниченного стратегического планирования и НИОКР. В исследованиях URME, оценивающих спрос на жмых, древесное топливо, отходы и биотопливо в период 2010–2030 годы сообщается об устойчивом росте спроса на жмых, биоэтанол и биодизель, что обусловлено требованиями к смеси биотоплива и возможностью экспорта биотоплива. При этом URME ожидает снижения спроса на древесное топливо, поскольку в сельской местности его будет по-прежнему заменять сжиженный углеводородный газ или местная древесина [25, 26].

Политика по внедрению биотопливных технологий на территории России и Колумбии

Колумбия ведет активную политику в области развития биотопливных технологий. Ожидается, что в ближайшее время внутренний рынок будет поглощать всё произведенное биотопливо [28].

С 2001 года правительство Колумбии приняло ряд законов, направленных на поощрение производства и использования биотоплива и биоэнергетики: Закон 693 (Официальная газета, 2001 г.) № 44564 от 27 сентября 2001 г., который устанавливает правила в отношении топливных спиртов и создает стимулы для их производства, сбыта, потребления и другие положения; Закон № 788 от 2002 г., освобождающий топливный спирт от текущих налогов на бензин; Закон № 939 от 2004 г., в соответствии с которым издаются положения о возобновляемом биотопливе растительного и животного происхождения для использования в автотранспортных средствах и другие положения.

Эти законы поощряют выращивание сахарного тростника и масличной пальмы для производства биоэтанола и биодизеля, соответственно, а также использование биомассы для когенерации. Например, в 2017 г. доля сахарного тростника в производстве электроэнергии в стране составляла 1%. Следовательно, чтобы продолжать использование возобновляемых источников энергии и сократить использование ископаемого топлива, правительство издало законы (например, Постановление 1283/2016), которые предоставляют налоговые льготы компаниям, производящим и регулирующим использование возобновляемых источников энергии в стране. Хотя Колумбия находится на пути к устойчивому развитию, внедрение конкретных критериев и индикаторов устойчивости при использовании биомассы из отходов сельскохозяйственных культур еще не налажено. Это необходимо для реализации перехода от экономики, основанной на ископаемом топливе, к экономике, основанной на биомассе.

В Колумбии пальмовое масло считается наиболее перспективным источником получения биотоплива, и это положительно сказывается на малых производителях как с точки зрения дохода, так и с точки зрения сопутствующего производства продовольственных культур [28].

Африканская масличная пальма обладает многолетней продуктивностью. С учетом достоинств и благоприятных условий окружающей среды для выращивания африканской

пальмы на территории Колумбии, ее производство широко применяется в различных регионах страны, что способствует широкому использованию этого масла. Правительство поддерживает производителей африканской пальмы и сахарного тростника путем расширения ирригационных районов и инвестиций в инфраструктуру, что делает эту продукцию более конкурентоспособной. Но даже при этих действиях отсутствует координация между сельскохозяйственной политикой, адаптированной для производства биотоплива, и политикой продовольственной безопасности страны [29]. В большинстве стран Латинской Америки расширение производства биотоплива интерпретируется как посягательство на сельскохозяйственные угодья [30].

Еще одной нормой является Указ 2629 от июля 2007 года, согласно которому осуществляются меры по использованию биотоплива в стране и меры по использованию биотоплива в транспортных средствах и других моторных устройствах.

Согласно этому указу, с 1 января 2010 года устанавливается обязательный состав биотоплива в смеси – 10%, а с 2012 года процентное соотношение биотоплива должно быть увеличено до 20%. Также с 1 января 2012 г. новый автопарк и другие новые моторные устройства должны работать на смесях Е-20 (80% базового бензина ископаемого происхождения и 20% биоэтанола), так и для В-20 (80% ископаемого дизельного топлива и 20% биодизеля).

В регионе Сантандерес и Карибском бассейне Колумбии использовались смеси 7% биодизеля и этанола. Процент использования смеси начался с 5%, и ожидается, что в ближайшие годы он достигнет 20% [31].

Основными документами в области энергетики в России являются «Энергетическая стратегия России до 2030 года» и «Государственная программа по энергоэффективности и развитию энергетики». Указанные документы называют возобновляемые источники энергии и биотопливо важным способом повышения энергоэффективности и диверсификации источников энергии. Ожидается увеличение производства электроэнергии из возобновляемых источников энергии с 1,1% в 2013 году до 4,5% в 2021 году. Кроме того, предполагается строительство объектов с использованием биомассы для производства 580 МВт энергии и биогазовых установок для выработки 330 МВт к 2020 году. Тем не менее новая версия Государственной программы по энергоэффективности и развитию энергетики, принятая в 2014 году, сократила долю производства электроэнергии из

возобновляемых источников энергии к 2020 году с 4,5% до 2,5% и не обеспечивает финансовой поддержкой производства энергии из биомассы.

Биоэнергетика в Российской Федерации считается частью биотехнологии. В апреле 2012 г. в России была принята Комплексная программа развития биотехнологии до 2020 г. (БИО-2020). Программа охватывает развитие различных отраслей биотехнологии, в том числе биоэнергетики. Эта программа была поддержана Дорожной картой развития биотехнологии и геномной инженерии, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации 18 июля 2013 г.

В Дорожной карте определены следующие цели для биоэнергетической отрасли к 2018 году:

- доля биотоплива в общем потреблении топлива – 8%;
- производство твердого биотоплива – 16 млн тонн;
- коэффициент рекуперации энергии для птицеводства, растениеводства, отходов животноводства, обработки древесины, пищевых отходов, включая производство алкоголя и пива, в общем объеме сельскохозяйственных, пищевых и древесных отходов – 80% и др.

Однако, эти цели не были достигнуты, так как без государственной поддержки инвестиции в возобновляемые источники энергии и биоэнергетику невыгодны для частного бизнеса [24].

Основным препятствием для развития биоэнергетической отрасли в России является федеральный закон «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, спиртосодержащей продукции и ограничения потребления алкогольной продукции». Согласно нынешней редакции, биоэтанол, будучи спиртосодержащей жидкостью, подпадает под действие этого закона, а, следовательно, облагается высокими акцизами. На протяжении многих лет российское биоэтанольное сообщество лоббирует освобождение производства биоэтанола от акцизов как добавки к моторному маслу. В настоящее время производство биоэтанола для использования в качестве топлива в России нерентабельно. Налог на этанол (по состоянию на декабрь 2016 года) составляет 102–400 рублей (1,6–6,1 доллара США) за 1 л этанола безводного, в зависимости от типа продукта и концентрации этанола, а цена 1 л бензина составляет около 40 рублей (0,6 доллара США). Однако, согласно Письму департамента налоговой и таможенной политики Минфина России от 31 декабря 2019 г. № 03-13-05/103750 «О применении ставки акциза на

экспортируемый этиловый спирт», ставки акцизов на этиловый спирт, спиртосодержащую продукцию, а также алкогольную продукцию с долей этилового спирта свыше 9% унифицируются. Они вырастут с 544 рублей за литр в 2020 году до 589 рублей в 2022 году. При этом в отношении этилового спирта, реализуемого организациям, уплачивающим авансовый платеж акциза, и организациям, имеющим соответствующие свидетельства, установленные пунктом 1 статьи 179.2 Кодекса в редакции Федерального закона N 326-ФЗ, с 1 января 2020 года применяется ставка акциза в размере 0 рублей за 1,0 литр безводного этилового спирта, содержащегося в подакцизном товаре.

В марте 2015 года Минэкономразвития Российской Федерации одобрило поправки в Федеральный закон «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, спиртосодержащей продукции и ограничения потребления алкогольной продукции».

Министерство поддержало идею определения биоэтанола и автомобильного биоэтанола как отдельных продуктов. В документах содержится более конкретное определение биоэтанола, указывающее, что моторные масла, содержащие не более 10% биоэтанола, не подлежат регулированию как этанолсодержащие продукты. В случае принятия закона потенциал расширения производства биоэтанола увеличится до 3 миллионов метрических тонн. Общий объем потребления бензина в России составляет около 35 млн тонн [32]. Сейчас биотопливо, содержащее этанол, производится в ограниченных количествах, в основном, для потребления на местной автостоянке только на двух заводах. Это ООО «Миранда» во Владикавказе (Северная Осетия), где используется зерно, и Кировский биохимический завод в Кировской области, где используются лигноцеллюлозные отходы [24].

Технические нормативы на бензины, содержащие этанол, уже разработаны в Государственных стандартах: ГОСТ Р 51866-200 «Топливо автомобильное. Неэтилированный бензин. Технические условия» (этанол 5%), ГОСТ Р 52201-2004 «Этанол топливный моторный для автомобильных двигателей с искровым зажиганием. Бензолы. Общие технические требования (этанол 5–10 %)», ГОСТ Р 54290-2010 «Этанол топливный (ЭД75-ЭД85) для автомобильных двигателей с искровым зажиганием» Технические условия (этанол 75–85 %), ГОСТ Р 53200-2008 «Биоэтанол денатурированный топливный. Технические характеристики (> 92,1% этанола). В настоящее время нет технических

стандартов, регулирующих производство и смешивание биодизеля.

Другим возможным способом поддержки сектора биоэнергетики может стать введение «зеленых» тарифов на электричество и тепло из возобновляемых источников. Это будет стимулировать переход электростанций на возобновляемое топливо и, таким образом, приведет к росту потребления биоэнергии. Во многих регионах уже реализуются биоэнергетические проекты. Например, в Кировской, Архангельской, Белгородской, Омской областях, Татарстане разработаны специальные программы продвижения биотоплива. Постепенно увеличивается количество котлов, использующих древесные отходы (древесные гранулы). Наиболее активный процесс перехода на пеллеты происходит в регионах с развитой пеллетной промышленностью, например, в Архангельской области [33].

Сегодня обсуждаются новые федеральные законы «Об основах развития биоэнергетики в Российской Федерации» и «О развитии производства и потребления биологических видов топлива». Они должны регулировать правовые, экономические, экологические, социальные и организационные принципы производства и потребления биотоплива.

В случае принятия эти законы заполнят основные пробелы в правовом регулировании общественных отношений в биоэнергетике. Это увеличит экспортный потенциал Российской Федерации и улучшит экологическую ситуацию в стране [24].

Виды биотоплив, производимых из растительных сельскохозяйственных культур России и Колумбии

Выбор конкретной культуры для производства биоэнергетики определяется рядом факторов, таких как местные условия (почва, климат и наличие воды), накопленные знания (технические знания, ноу-хау), существующие производственные и перерабатывающие предприятия (производящие первое или второе поколение биотоплив) и политические меры [34]. Выращивание традиционных культур было самым простым способом достижения целей в области возобновляемых источников энергии в биоэнергетике, но вызвало большие споры из-за их потенциального воздействия или воздействия на продовольственную безопасность, изменение землепользования и обезлесение [17].

Благодаря современным технологиям и активным исследованиям в области

изготовления биотоплива, вместо традиционно используемых зерновых культур можно использовать водоросли, навоз, солому, а также отходы сельскохозяйственной промышленности. Такое производство биотоплива как в России, так и в Колумбии позволит сохранить цены на продукты питания, а также поможет превратить отходы в топливо.

Твердое биотопливо

В России в качестве твердого биотоплива используются спрессованные отходы агропромышленного и лесопромышленного комплекса, такие как солома, щепа, опилки, древесная кора и др. По качеству и количеству выделяемой энергии такое топливо не уступает каменному углю, оставаясь при этом экологически чистым, не выбрасывая в атмосферу опасных загрязняющих веществ [35]. Согласно ежегодной статистике России по биотопливу (древесным пеллетам), определено, что на заготовку уходит 230-235 млн м³ древесины, хотя всей лесоперерабатывающей промышленностью обрабатывается 179-184 млн м³, а производственные мощности переработки загружены на 78-81 % [36].

Лесопромышленный комплекс России каждый год производит примерно 50 млн м³ древесных отходов, которые выводятся из экономического оборота и обостряют экологическую проблему в стране. Также основные виды твердого топлива уходят на экспорт, так как рынок твердого биотоплива внутри России развит недостаточно, несмотря на то, что предприятия перегружены лесными отходами.

В Колумбии в качестве твердого топлива используются торрефицированные (подвергнутые термической обработке) бамбуковые гранулы второго поколения. Этот вид сырья интересен уже тем, что в Колумбии есть бамбуковые леса и плантации, обслуживающие мебельную промышленность, в которой в качестве основного материала используется значительное количество бамбука. Остатки этих лесов и плантаций, а также отходы мебельной промышленности и их потенциал, могут стать устойчивым сырьем для биоэнергетики. Техничко-экономический потенциал бамбука как устойчивого источника энергии достаточно велик. Исследование, возглавляемое Центром энергетических исследований Нидерландов (ECN) и объединенное с Имперским колледжем Лондона, Технологическим университетом Перейры и Колумбийским бамбуковым обществом (CBS), исследует возможности торрефицированного бамбука, который последовательно перерабатывается в гранулы и импортируется из Колумбии для сжигания в Нидерландах и

Европейском Союзе [37].

Интересно, что до этих исследований ни правительство Колумбии, ни бизнес-сообщество не рассматривали бамбук как потенциальный источник энергии. Твердое топливо импортировалось в виде каменного угля из стран, в число которых входила и Российская Федерация [37].

Биоэтанол

Колумбия использует смесь этанола с бензином для повышения производительности двигателей внутреннего сгорания и снижения выбросов загрязняющих веществ. Использование этанола снижает выбросы транспортными средствами азота на 22%, окиси углерода на 50% и углеводов на 3%, а также является еще одной альтернативной заменой ископаемого топлива.

В настоящее время топливный спирт, производимый в Колумбии из сахарного тростника, поступает из географической долины реки Каука. Благодаря идеальным агроклиматическим условиям, этот регион позволяет собирать и измельчать сахарный тростник в течение всего года. Это делает долину реки Каука особым регионом и ставит ее в число лучших на планете по производству сахарного тростника [38].

В настоящее время в Колумбии 14 сахарных заводов, 13 из которых расположены в долине реки Каука и 1 за пределами долины реки Каука – в департаменте Сезар.

В России биоэтанол (гидролизный спирт) производится из целлюлозной биомассы древесных отходов. В натуральном выражении из 1 т древесины, кроме 700 кг пеллет, можно получать около 120 л этанола и около 60 кг кормовых белковых дрожжей. При объеме производства таких пеллет, равном 500 тыс. тонн/год, объем производства этанола (в кооперации с производством пеллет) мог бы составить 85 млн литров в год, т.е. более 40% от объема производства его в СССР в годы расцвета гидролизной промышленности.

Биодизель

Колумбия является пятым по величине производителем пальмового масла в мире. Страна сосредоточила свои усилия на продвижении пальмового масла для производства биодизеля. Преимущества использования пальмового масла очевидны с точки зрения урожайности по сравнению с другими культурами, такими как рапс, и положительного

баланса с точки зрения экономии ископаемого топлива. Насыщенное сырье, такое как пальмовое масло, демонстрирует более высокое цетановое число и устойчивость к окислению, а также более низкие выбросы оксидов азота, чем ненасыщенное сырье, такое как подсолнечник и соя. В любом случае, использование биодизельного топлива с соотношением до 20% в топливной смеси имеет тенденцию улучшать свойства биодизеля как топлива и уменьшать возможные различия между разными видами сырья [39-40].

В России производство биодизеля находится в крайне зачаточном состоянии.

Препятствия и вызовы, стоящие перед развитием биотопливной промышленности в России и Колумбии

В целом вызовы и препятствия развитию биотопливной промышленности в России и Колумбии совпадают. В качестве наиболее существенных препятствий для развития в России и Колумбии биоэнергетики можно назвать отсутствие необходимых последовательных мер политической, законодательной и прямой финансовой поддержки, которые хорошо показали свою эффективность в развитом мире.

Среди политических препятствий развитию биоэнергетики России и Колумбии можно выделить сильное влияние политической повестки дня правительства стран и давление со стороны третьих сторон (например, промышленности, зарубежных стран, торговых партнеров, бизнес-сообщества). Также отсутствуют нормативные акты и механизмы для мониторинга и контроля качества биотоплива (особенно дизельного топлива) на всех этапах цепочки производства и поставок потребителям [40].

Экономические ограничения выражены недостаточным стимулированием использования в энергетических целях местных видов биоресурсов и внедрения технологий энергетической переработки отходов. По сравнению с традиционными видами топлив ценовая конкурентоспособность биоэнергетических продуктов, технологий и биотоплив недостаточна, также высоки капитальные затраты на единицу мощности объектов энергогенерации на основе биомассы по сравнению с традиционными энергогенерирующими объектами [14].

Также можно отметить, что на конкурентоспособность биотоплив влияет высокая волатильность цен, которая зависит от цен на нефть, нефтепродукты (Россия, Колумбия), сахар, масло (Колумбия) и курса местной валюты по отношению к доллару США.

Биотопливные перспективы России и Колумбии

Среди возможностей для развития биоэнергетики в Колумбии и Российской Федерации можно выделить:

- поиск новых возможностей для развития аграрного сектора экономики; будущий устойчивый потенциал поставок биомассы для энергетических целей во многом зависит от системы управления сельскохозяйственным сектором;

- экономическое развитие и создание новых факторов роста экономики для обеспечения занятости и повышения уровня доходов населения; так, например, исходя из объективной динамики рынка пеллет в России, Международная энергетическая ассоциация (МЭА) предполагает, что рост мировой потребности в ближайшие годы достигнет 20-50 млн т/год, по другим прогнозам, обозначается вероятность пятикратного увеличения – до 50-80 млн т/год [14].

Система биотоплива в Колумбии нацелена на независимость от ископаемого топлива, на консолидацию в качестве собственной энергетической системы и стремится к устойчивой структуре, которая обеспечивает рост промышленности, социальное развитие и охрану окружающей среды [29].

Колумбия имеет доступ к земле, рабочей силе и внутреннему потреблению и производственной политике для роста программы биотоплива, но она все еще сталкивается с внутренними трудностями, такими как социальное неравенство, внутренние конфликты, монополии и политические препятствия, которые могут помешать частным и иностранным инвестициям. Однако отсутствие инвестиций в новые заводы и увеличение посевных площадей являются основным препятствием для увеличения производства этанола. Что касается биодизеля, то отсутствие гарантий непрерывности программы, а также текущие рыночные цены, являются основными препятствиями на пути развития производства.

- развитие науки и технологий; в сфере твердого биотоплива, в силу объективно низкой наукоемкости технологий, сложно ожидать каких-то серьёзных научных и технологических «прорывов», хотя с уверенностью можно прогнозировать появление усовершенствованных или принципиально новых топливных продуктов, обладающих высокой теплоотдачей и экологичностью [14];

- необходимость диверсификации источников энергии для развития распределенной (малой) энергетики и автономного энергообеспечения отдаленных и изолированных

районов; биоэнергетика особенно актуальна в изолированных и удаленных районах России и Колумбии; в основном, это связано с более высокими тарифами на тепло- и электроэнергию, которые генерируются за счет ископаемого сырья, доставка которого также имеет высокие экономические издержки;

- энергетическая переработка отходов и сокращение выбросов парниковых газов, использование экологических видов топлива для улучшения экологической ситуации и сглаживания последствий изменения климата [14].

Выводы

1. В Латинской Америке имеется значительный опыт в области производства биоэнергии. Колумбия является ключевой страной в данном регионе, так как имеет высокий потенциал для освоения сельскохозяйственной биомассы как источника ВИЭ и является одним из крупнейших производителей биотоплива в Центральной и Южной Америке.

Теоретический энергетический потенциал биомассы в Колумбии оценен в 210-900 ПДж, технический потенциал с учетом факторов, ограничивающих доступность биомассы для энергетических целей, в 36-420 ПДж.

Россия в перспективе может стать крупным экспортером твердых и жидких биотоплив, так как обладает гигантским потенциалом развития биоэнергетики: ежегодно на территории страны образуется до 14-15 млрд т биомассы, эквивалентной 8 млрд т у.т. или $2,34 \cdot 10^5$ ПДж.

2. Вклад специальных культур в биоэнергетику оценен недостаточно адекватно, за исключением традиционных культур, используемых в качестве сырья для производства биотоплива (кукурузы, масличной пальмы, сои, рапса). При этом сельское хозяйство занимает второе место в мире, биоэнергетического сырья на его долю приходится около 10% от всей биомассы.

В России производство масличных культур и растительного масла составляет около 5 млн тонн в год, энергетический потенциал оценен в 940 ПДж. Основным видом биотоплива из растительных остатков сельского хозяйства являются жмых и лузга подсолнечника. Производство биодизеля в России практически не представлено, биоэтанол производится, в основном, из биомассы древесных отходов. Из 1 тонны древесины можно получить 120 л этанола или гидролизного спирта.

Основными сельхозкультурами в Колумбии остаются масличная пальма, рапс, соя и сахарный тростник. Наибольшее количество сахарного тростника в Колумбии произрастает в долине реки Каука, там же расположены 13 из 14 сахароперерабатывающих заводов. Проводятся исследования по производству твердого биотоплива из торрефицированного бамбука в качестве замены импортного каменного угля.

3. В Республике Колумбия с 2001 года принят ряд законов, которые устанавливают правила в отношении топливных спиртов; поощряют выращивание сахарного тростника и масличной пальмы для производства биоэтанола и биодизеля; прописывают меры, применяемые к транспортным средствам и моторным устройствам, работающим на биотопливе, в том числе на смесях Е-20 и В-20.

В Российской Федерации основными документами являются «Энергетическая стратегия до 2030 года» (планируется ее продление до 2035 года) и Государственная программа по развитию энергетики. Согласно этим двум документам, в России планируется строительство объектов с использованием биомассы для производства 580 МВт энергии. Производство топливного биоэтанола в России не налажено, так как по законодательству спирт облагается акцизами и существует высокий налог на этанол. С 2015 года Минэкономразвития предложило считать биоэтанол и автомобильный этанол отдельными продуктами. Моторные масла, содержащие менее 10% этанола, не подлежат регулированию в качестве этанолсодержащих продуктов.

4. Политические и экономические ограничения являются наиболее существенными препятствиями для развития биотопливной промышленности в России и Колумбии. Для улучшения ситуации в политической и экономической сфере странам необходимо сделать акцент на диверсификации источников малой энергетики в труднодоступных регионах обеих стран, использовании частных инвестиций в развитии биоэнергетики, строительстве биоперерабатывающих заводов, а также развитии науки и технологий в области биоэнергетики. Также необходима единая государственная политика для регулирования рынка биоэнергетики и содействия продвижению биоэнергетики; в противном случае действующее законодательство будет препятствовать использованию биоэнергии на местном уровне. Стратегия биоэнергетики должна определять роль биоэнергии в энергетических схемах обеих стран, упоминать ресурсы, доступные для производства биотоплива, разработать меры финансовой поддержки и стимулирования

спроса на биотопливо.

Список использованных источников

1. Договор об основах отношений между Российской Федерацией и Республикой Колумбией от 08.04.1994 г. Правовой департамент МИД России. Электронный ресурс. URL: <http://bit.do/fMoAN> (дата обращения 19.12.2020).
2. Гонсалес Виллавесес Х.К. Колумбийско-Российские отношения (Конец XX – начало XXI века) ВКР. Направление подготовки 41.03.05 Международные отношения. – Белгород, 2018. Электронный ресурс. URL: <https://nauchkor.ru/pubs/kolumbiysko-rossiyskie-otnosheniya-konets-xx-nachalo-xxi-vv-5c1a599b7966e104f6f85441> (дата обращения 19.12.2020).
3. Paris Agreement. Paris, 12 December 2015. Электронный ресурс. URL: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&lang=en&clang=en (дата обращения 19.12.2020).
4. Поддержка ВИЭ-генерации: тенденции и возможности. Энергетический бюллетень. Апрель 2019. Электронный ресурс. URL: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/21961.pdf> (дата обращения 19.12.2020).
5. Кудрявцева О.В., Яковлева Е.Ю. Перспективы развития биоэнергетики в России (межотраслевой аспект) // Теория и практика экономического регулирования природопользования и охраны окружающей среды. – 2015. – С. 184-195. <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=24698&p=attachment>.
6. Ядрошников Игорь. Успехи ВИЭ в мире и попытки развития в России. Электронный ресурс. URL: <https://bellona.ru/2016/11/09/bellona-conference-renewable/>; дата публикации 9 ноября 2016 г. (дата обращения 20.12.2020).
7. Rosillo-Calle F. A review of biomass energy–shortcomings and concerns //Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2016. – Т. 91. – №. 7. – С. 1933-1945. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.4918>.
8. Hall D.O., Rao K.K. Photosynthesis (6th edn) //Studies in Biology, Cambridge, Cambridge University Press. – 1999.
9. IEA, Energy Technology Perspectives. OECD/IEA, IEA. – Paris, 2012.
10. Junginger M., Goh C.S., Faaij A. International bioenergy trade. – Springer, 2016.
11. Smith P. et al. Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). – 2014. <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/11115/>.
12. Rosillo-Calle F., Woods J. Overview of bioenergy // The Biomass Assessment Handbook-Energy for a Sustainable Development. – 2015. – С. 7-33.
13. Ермоленко Б.В., Ермоленко Г. Насколько высок технически реализуемый потенциал ВИЭ в России? Наиболее перспективные регионы для развития ветровой,

солнечной и малой гидрогенерации, биоэнергетики // ТЭК России. – 2017. – №. 9. – С. 22-27.

<https://energy.hse.ru/data/2017/10/23/1157851042/Насколько%20высок%20технически%20реализуемый%20потенциал%20ВИЭ%20в%20России.pdf>.

14. Биоэнергетика в Российской Федерации. Дорожная карта на 2019-2030 гг. ТП «Биоэнергетика». – Москва, 2019. Электронный ресурс. URL: http://tp-bioenergy.ru/upload/file/dorozhnaya_karta_tp_bioehnergetika.pdf (дата обращения 19.12.2020).

15. Kummamuru B. Global bioenergy statistics // World Bioenergy Association (WBA). – 2017.

16. Gruère G., Shigemitsu M., Crawford S. Agriculture and water policy changes: Stocktaking and alignment with OECD and G20 recommendations. – 2020.

17. Sánchez J. et al. Biomass resources // The Role of Bioenergy in the Bioeconomy. – Academic Press, 2019. – С. 25-111. doi.org/10.1016/B978-0-12-813056-8.00002-9.

18. Brown A., Le Feuvre P. Technology roadmap: Delivering sustainable bioenergy // International Energy Agency (IEA). – Paris, France. – 2017. – С. 94.

19. Николаев В.Г., Ганага С.В., Кудряшов Ю.И. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в России: результаты проекта TACIS Europe Aid/116951/C/SV/RU. Программа Европейского проекта TACIS для Российской Федерации. – Москва: Атмограф, 2009. – 455 с.

20. World Energy Council, 2016. World Energy Resources Bioenergy. Электронный ресурс. URL: <http://www.aben.com.br/Arquivos/479/479.pdf> (дата обращения 22.12.2020).

21. Карлова Н. Российский зерновой рынок: рекорды 2013/2014-го маркетингового года и перспективы нового сезона // Экономическое развитие России. – 2014. – №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossii-skii-zernovoi-rynok-rekordy-2013-2014-go-marketingovogo-goda-i-perspektivy-novogo-sezona> (дата обращения: 03.01.2021).

22. FAOSTAT. Food and agriculture data URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 03.01.2021).

23. Gerasimchuk I. Biofuel policies and feedstock in the EU. Global Subsidies Initiative of the International Institute for Sustainable Development // Energy, Environment and Resources. EER. – 2013. – С. 2013.

24. Namsaraev Z.B. et al. Current status and potential of bioenergy in the Russian Federation // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2018. – Т. 81. – С. 625-634. doi:10.1016/j.rser.2017.08.045.

25. Hurtado S.M., Aguado J.G. Predicción de demanda de energía en Colombia mediante un sistema de inferencia difuso neuronal // Energética. – 2005. – №. 33. – С. 15-24.

26. Gonzalez-Salazar M.A. et al. Methodology for biomass energy potential estimation: Projections of future potential in Colombia // Renewable energy. – 2014. – Т. 69. – С. 488-505.

27. Catari Yujra G. et al. 5.1 State of the Art of Policies and Regulations on Bioeconomy and Climate Change in Latin-America. – 2014. – №. 1133-2016-92453. – С. 237-290.

28. Flach B. et al. EU-27 annual biofuels report //GAIN Report NL1013, USDA Foreign Agricultural Service. – 2011. Электронный ресурс. URL: <https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Biofuels%20Annual%20The%20Hague%20EU-27%206-22-2011.pdf> (дата обращения 23.12.2020).
29. Delgado J.E., Salgado J.J., Perez R. Perspectivas de los biocombustibles en Colombia //Revista Ingenierías Universidad de Medellín. – 2015. – Т. 14. – №. 27. – С. 13-28. <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v14n27/v14n27a02.pdf>.
30. Borrás Jr S. M. et al. Land grabbing in Latin America and the Caribbean // The Journal of Peasant Studies. – 2012. – Т. 39. – № 3-4. – С. 845-872.
31. Acosta A.D. La hora del biodiésel // Boletín El Palmicultor. – 2009. – №. 451. – С. 3-4.
32. Потребление бензина в России упало впервые за 15 лет. Подробнее на РБК: <https://www.rbc.ru/business/12/05/2016/57344de19a794742ab59221b> (дата обращения 07.01.2021).
33. Комплексное использование древесины в Архангельской области, 2015. Выступление Губернатора Архангельской области на всероссийском совещании «Основные итоги работы лесного хозяйства Российской Федерации в 2014 году и задачи на 2015 год», 7 апреля 2015 года Электронный ресурс. URL: <https://dvinaland.ru/news/578747> (дата обращения 20.12.2020).
34. HLPE, 2013. Biofuels and Food Security. A Report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. FAO, Rome. Электронный ресурс. URL: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-5_Biofuels_and_food_security.pdf (дата обращения 20.12.2020).
35. Линник В.Ю., Линник Ю.Н. Состояние и перспективы развития биоэнергетики // Вестник университета. – 2019. – №. 10. doi.org/10.26425/1816-4277-2019-10-59-66.
36. Куряева Г.Ю., Важова А.К., Ярыгин С.В. Биотопливо в России // Academy. – 2018. – Т. 2. – №. 6 (33).
37. Biomass Opportunities in Colombia. NL Agency. Ministry of Foreign Affairs. – 2013 Электронный ресурс URL: <https://english.rvo.nl/sites/default/files/2013/12/Factsheet%20Biomass%20Opportunities%20Colombia%202013.pdf> (дата обращения 25.12.2020).
38. Colombia I., DEFINITIVOS T. D. E. R. Unidad de Planeación Minero Energética. – 2015. http://www.upme.gov.co/terminos/definitivos/024-2005_Defi.pdf.
39. Salomón M., Gomez M.F., Martin A. Technical polygeneration potential in palm oil mills in Colombia: A case study // Sustainable Energy Technologies and Assessments. – 2013. – Т. 3. – С. 40-52.
40. Gonzalez-Salazar M. et al. Bioenergy technology roadmap for Colombia // Università degli Studi di Ferrara. DOI: <http://dx.doi.org/10.15160/unife/eprintsunife/774>, Ferrara. – 2014.

Шушпанова Д.В., Андрухов Е.К., Морено Перес Д.А.
Анализ развития биоэнергетики в России и Колумбии

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====
.....
Цитирование:

Шушпанова Д.В., Андрухов Е.К., Морено Перес Д.А. Анализ развития биоэнергетики в России и Колумбии [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №2. – Режим доступа:

http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/2/st_206.pdf.

DOI: <https://doi.org/10.51419/20212206>.