УДК 631.95:658.5

В.Г. Борщёв
Доцент кафедры торгового дела и товароведения ФГБОУ ВО
«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»
кандидат экономических наук, доцент

М.Н. Григорьев
Доцент кафедры торгового дела и товароведения ФГБОУ ВО
«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»
кандидат экономических наук, доцент

М.А. Царькова
Студентка 3 курса
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА В БИОЭТАНОЛ

Аннотация. Статья посвящена изучению проблем, связанных с переработкой отходов животноводства (навоза или помёта) и технологии получения биоэтанола из них. В ней рассмотрены существующие способы утилизации отходов, их достоинства и недостатки, предложен метод переработки отходов животноводства в биоэтанол при помощи серной кислоты, тёртого мела, воды, сахара и дрожжей, в результате чего на выходе будет получаться спирт, который в дальнейшем может быть использован как присадка к топливу. Предложенная технология проанализирована как с учётом экономического, так и экологического эффектов. По мнению авторов, такой подход является достаточно перспективным, в особенности с точки зрения экологического эффекта (сокращение выбросов CO2, предотвращение загрязнения водоёмов, почвы и т. д.).

Ключевые слова: биотопливо, биоэтанол, животноводство, экология, отходы, утилизация, выбросы, переработка, навоз, помёт.

V.G. Borshchev, M.N. Grigoriev, M.A. Tsarkova

INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR PROCESSING ANIMAL WASTE INTO BIOETHANOL

Abstract. The article is devoted to the study of problems related to the processing of animal waste (manure or droppings) and the technology of obtaining bioethanol from them. It examines the existing methods of waste disposal, their advantages and disadvantages, and suggests the most effective, according to the authors, method of processing animal waste into bioethanol using sulfuric acid, grated chalk, water, sugar and yeast. After the end of the fermentation process, alcohol will be obtained at the output, which can later be used as an additive to fuel. The proposed technology has been analyzed by us taking into account both economic and environmental effects. According to the authors, this approach is quite promising, especially from the point of view of the ecological effect (reduction of CO2 emissions, prevention of pollution of reservoirs, soil, etc.).

Keywords: biofuels, bioethanol, animal husbandry, ecology, waste, disposal, emissions, processing, manure, droppings.

Введение

Проблемы загрязнения окружающей среды в последнее время волнуют всё больше и больше государств, что подтверждается разработанными Генеральной ассамблеей ООН целями устойчивого развития (ЦУР) [20]. Россия, как одно из государств-членов ООН, участвовала в разработке этих целей, а сейчас несёт ответственность за их достижение. Одной из ЦУР является «Обеспечение доступа к недорогостоящим, надёжным, устойчивым и современным источникам энергии для всех», которая заключается в том, чтобы расширить инфраструктуру и модернизировать технологии для обеспечения чистой, более эффективной энергетики, стимулировать рост и способствовать охране окружающей среды [19, 20]. В настоящий момент нет единого подхода к решению этой

проблемы. Одним из вариантов, например, в ряде государств налажено производство биоэтанола.

На сегодняшний день лидерами в производстве биоэтанола являются Бразилия и США [12]. Толчком к развитию спиртовых автомобилей стал нефтяной кризис 70-х годов прошлого века [12]. В этот период в Бразилии было принято решение получать биоэтанол из сахарного тростника, так как тростник является одной из самых «калорийных» культур, пригодных для производства биотоплива. Один гектар тростникового поля можно переработать в 7 тыс. литров биоэтанола [12]. В США этанол получают из кукурузы, что является менее эффективным. Энергетический баланс такого топлива в 7 раз уступает бразильскому. С гектара кукурузного поля можно получить только 3800 литров этанола [12]. В ЕС производство этанола ещё менее выгодно. Здесь в переработку идёт сахарная свёкла, из которой можно получить только 2500 литров топлива [12]. Поэтому в США и ЕС проекты по добыче биоэтанола субсидируются государством, в отличие от Бразилии, где они являются самоокупаемыми [12].

В России, в ноябре 2018 года Госдумой были приняты поправки в Федеральный закон №171-ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции» [16]. Действие закона о госрегулировании производства и оборота этилового спирта перестало после этого распространяться на производство и (или) оборот автобензина, произведенного с добавлением этилового спирта или спиртосодержащей продукции и соответствующего топливному техрегламенту Таможенного союза [14]. Внесённые в законодательство изменения подтолкнули многие регионы к организации производства биоэтанола. Такие предприятия были созданы в Саратове, Курске, Воронеже, Брянске, Уфе и других регионах. Раньше всех производство открылось в Северной Осетии, где до внесённых в 171-ФЗ изменений в больших объёмах производилась водочная продукция. После отказа Росалкогольрегулирования продлевать лицензии алкогольным предприятиям Северной Осетии, многие из них прекратили своё существование, поэтому регионом было принято решение перепрофилировать простаивающие заводы на производство биоэтанола.

При реализации подобных проектов необходимо учитывать следующие аспекты. Во-первых, для производства растительного биоэтанола требуются излишки зерна, чтобы производства не простаивали, как, например, в Европе, где биоэтанол производят из нереализованных остатков растительного масла или зерна [14]. Для выращивания таких объёмов зерна в регионах России потребуется увеличить посевные площади, что может привести к дополнительным проблемам. Так в Бразилии вырубаются леса Амазонки для выращивания сахарного тростника, а в США кукуруза выращивается в основном для промышленных целей, так как фермерам выгоднее продавать её на топливо, чем на еду [5].

Во-вторых, в России более актуальны другие способы глубокой переработки зерна, например, получение растительных пищевых протеинов, которые по свойствам ближе к мясу, чем протеины из сои, или кормовых добавок для животноводства [14].

В-третьих, экологические издержки такого производства будут очень высокими, так как зерно нужно сеять, выращивать, собирать, доставлять, перерабатывать и т. д. Во время выращивания растений для биоэтанола выбросов CO_2 образуется столько же, сколько экономится при переходе с бензина на биоэтанол, следовательно, сам переход теряет всякий смысл [5]. В результате может оказаться, что с точки зрения карбонового следа производство нефтяного топлива будет более экологичным, чем производство биоэтанола из зерна.

В-четвертых, экономические издержки: для производства растительного биоэтанола необходимо выращивать сырьё, приобретать дорогостоящую сельскохозяйственную технику, оплачивать рабочий труд, в связи с чем конечный продукт получается дороже

бензина. Животный биоэтанол имеет более низкую себестоимость, так как сырье для его производства является побочным продуктом животноводства.

В-пятых, объёмы производства сырья, необходимого для получения растительного биоэтанола сильно зависят от погодных условий и урожая. При низком урожае или росте цен на сахар в Бразилии, например, нечем заправлять машины, практически все из которых уже работают на биоэтаноле. Более того, самые энерго- и экономически выгодные растения, используемые для создания биоэтанола (богатые сахаром и крахмалом), а именно сахарный тростник и кукуруза, в России расти не могут из-за сурового климата [5].

С другой стороны, в России сейчас благоприятные условия для налаживания производства биоэтанола животного происхождения. При установившейся с октября 2021 года цене нефти выше $80 за баррель [18] спонсирование выпуска биоэтанола в России становится особенно привлекательным для инвесторов. Более того, биоэтанол находится под действием акциза, что обесценивает его конкуренцию с бензином. При одновременном наличии в России простаивающих мощностей алкогольной индустрии (в 2018 г. выпуск водки сократился на 1,6% [14]), которые теоретически можно переориентировать на производство биоэтанола для заправки автомобилей [14].

Исходя из выявленных нами тенденций, мы пришли к выводу, что целесообразно было провести социо-эколого-экономический анализ источников энергии, которые направлены на улучшение окружающей среды. Его результаты позволяют назвать одним из перспективных направлений разработку и внедрение технологии переработки отходов животноводства в биоэтанол в регионах России, которые будут рассмотрены далее более детально.

Гипотеза

Переработка отходов животноводства (навоза/помёта) в биоэтанол является наиболее эффективным методом их утилизации, практическая реализация которого способна привести к следующим положительным эффектам:

- сокращению издержек предприятий животноводческого комплекса на утилизацию навоза/помёта;
- повышению доходности компании-переработчика;
- положительному влиянию на экологию;
- экономической целесообразности применения этой технологии не только в Российской Федерации, но и заграницей, в частности в странах Прибалтики;
- содействию в выполнении ЦУР.

Методы

Авторами проанализировано фактическое состояние, проблемы и возможности в сфере утилизации отходов животноводства в регионах России на основе информации из открытых источников, а также данных, предоставленных компанией АО «Птицефабрика Роскар». Далее, на основе описательного, сравнительного и расчётно-экономического методов, были сформулированы выводы о способе переработки навоза/помёта в биоэтанол, который был выделен авторами как наиболее эффективный.

В процессе исследования был проанализирован зарубежный и российский опыт в получении биоэтанола из растительного сырья. На его основе, а также с учетом рекомендаций, полученных от экспертов в химической, экологической, зоотехнической и смежных областей, были сформулированы основные достоинства и недостатки как существующих способов утилизации отходов и получения биоэтанола, так и предложенного нами. Эксперты отбирались по принципу компетентности в интересующей области. Взаимодействие с ними происходило как лично, так и с применением дистанционных технологий.

Авторами обработан значительный блок статистической, фактической и плановой информации из российских и зарубежных источников по утилизации навоза/помёта, получению из них биоэтанола, с последующим применением его в автотранспорте и т. п. Для повышения обоснованности предлагаемых технологий и решений достигнутые результаты исследования были представлены к участию в акселераторах от Сколково, Сбера и Стэнфорда, ИТМО, Гринатома, где удалось получить сопровождение менторов по их корректировке и советы от потенциальных компаний-партнёров по их дальнейшей реализации.

Результаты и обсуждение

В связи с ростом населения, возрастающие объёмы производства в области животноводства влекут за собой соответствующий рост объём отходов (навоза, помёта), которые относятся, в основном, к III классу опасности (умеренно-опасный) и по большей части отправляются на полигоны, где ежегодно с одного захоронения в атмосферу выбрасывается 1 047 тонн метана (данные предоставлены компанией АО «Птицефабрика Роскар» за 04.03.2021) [10]. Помимо метана отходами выделяется огромное количество других вредных веществ, таких как: аммиак, диоксид углерода, диметилсульфид и др. Сам процесс высушивания, упаковки, доставки и захоронения помёта требует значительных финансовых вложений со стороны производителя. В связи с чем, часто навоз/помёт отправляют на нелегальные свалки, что помимо парниковых газов, вызывает опасность заражения почв. Более того, обычно утилизация навоза проводится недалеко от ферм, что дополнительно приводит к окислению почв, отчуждению сельскохозяйственных земель, загрязнению грунтовых вод, выбросам в атмосферу парниковых газов. Всё это крайне негативно сказывается на экологической обстановке [8].

На сегодняшний день в мировой практике выделяют 4 легальных способа утилизации навоза/помёта: захоронение на полигонах, компостирование, переработка в корм и биоэнергетический метод (получение метана).

Первый метод – вывоз отходов на поля (захоронение на полигонах). Недостатков у него в разы больше, чем достоинств. Во-первых, транспортировка большого количества навоза требует немалых финансовых затрат. Во-вторых, при таком способе в почву и грунтовые воды попадают токсины, бактерии, возбудители различных заболеваний, семена сорняков, в самих же растениях накапливаются нитраты, цинк и медь. Однако, несмотря на обилие недостатков, вывоз на поля остаётся популярным, так как является самым простым, а в случае использования нелегальных свалок ещё и бюджетным [7, 9].

Метод компостирования делится на естественное и ускоренное. Слабой стороной естественного компостирования является долгий процесс, занимающий от 4 месяцев и более и подразумевающий под собой утилизацию отходов при помощи микроорганизмов и бактерии с последующим получением ценного гумуса на выходе. [3] Преимуществом же этого метода является то, что он обогащает грунт без какого-либо для него вреда. Однако для получения такого удобрения требуется выделять огромные участки земли, так как отходы животноводства необходимо складировать, подготавливать сырьё, которое будет использоваться для снижения уровня влажности массы (это может быть солома и другие растения), закупать дорогостоящую технику для автоматизации и ускорения процесса, что несёт в себе существенные затраты. Более того, подобные удобрения пользуются достаточным спросом в основном в южных регионах страны, где климат позволяет выращивать большее разнообразие культур. На севере страны, например, в Ленинградской области, земель, предназначенных для растениеводства значительно меньше, чем потенциально будет производиться компоста от животноводческих хозяйств для их удобрения.

Метод получения корма из помёта в развитых западных странах оказался не особенно популярным, т. к. для балансирования питательности в нём содержится большое количество сои, продуктов её переработки (белок) и кукурузы (энергия). Применение

помёта для обогащения рациона крупного рогатого скота белком на сегодняшний день очень актуально, т. к. описанные выше культуры в России выращивать трудно ввиду неблагоприятного климата. Однако для такой подкормки использовать можно только помёт, что не решает проблем с утилизацией навоза. Также ограничен и круг потребителей: ими могут быть только мясокомбинаты, выращивающие бычков и производящие говядину, для производителей молочной продукции такие корма не могут быть полезными. Более того, в процессе производства такого корма выделяется дурно пахнущий газ, что создаёт дополнительные сложности с расположением и обустройством производства.

Биоэнергетический метод основан на применении биогазовых установок. Его недостатками являются значительные денежные вложения на первых этапах, а также необходимость сотрудничества нескольких животноводческих предприятий для организации совместной переработки отходов [3].

На основе анализа преимуществ и недостатков указанных выше способов утилизации навоза/помёта мы предлагаем следующее решение. Технологию получения биоэтанола из отходов животноводства, которая является совершенно инновационной, т. к. в производственных целях пока нигде не применяется. Согласно ей для переработки навоза и помёта требуются такие компоненты как: серная кислота, тёртый мел, вода, сахар и дрожжи. Растительный биоэтанол производится из крахмалосодержащих и сахаросодержащих сельскохозяйственных культур (сахарный тростник, свёкла, кукуруза, картофель и др.). При производстве биоэтанола из навоза/помёта также сохраняется необходимая концентрация крахмала и/или сахара, так как эти продукты входят в рацион скота. Основными отходами производства будут являться углекислый газ и барда (сухой остаток), которые можно утилизировать комплексом по переработке CO_2 и продажей барды как удобрения для фермеров. Следовательно, мы выходим на практически безотходное производство и получаем возможность торговать карбоновыми кредитами на мировом рынке [1, с. 2].

Рассмотрим поставщиков и потребителей продукции. Поставщиками сырья будут являться предприятия животноводческого комплекса, которые есть в каждом регионе Российской Федерации. Для примера, на рисунке 1 представлены крупнейшие из таких предприятий Ленинградской области.

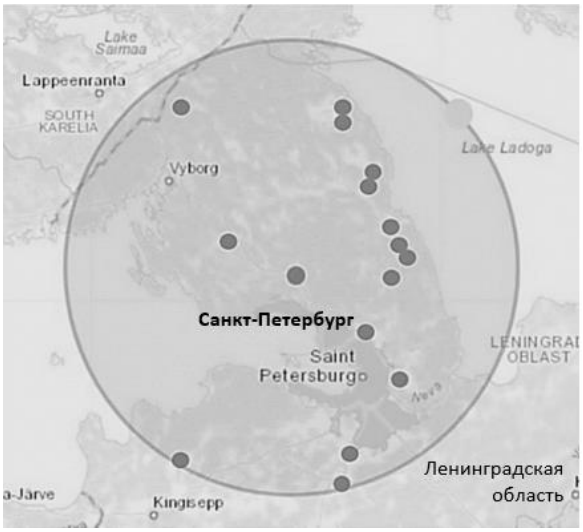

Рисунок 1. Потенциальные поставщики

Потенциальными потребителями будут энергетические компании, которым в ближайшем будущем необходимо перейти на производство более экологичного вида топлива, уходя от исчерпаемых источников энергии. Такие компании смогут смешивать

биоэтанол с бензином в различной концентрации и, в дальнейшем, поставлять его на автозаправочные станции (АЗС). Расположение некоторых компаний и АЗС можно увидеть на рисунках 2 и 3 ниже.

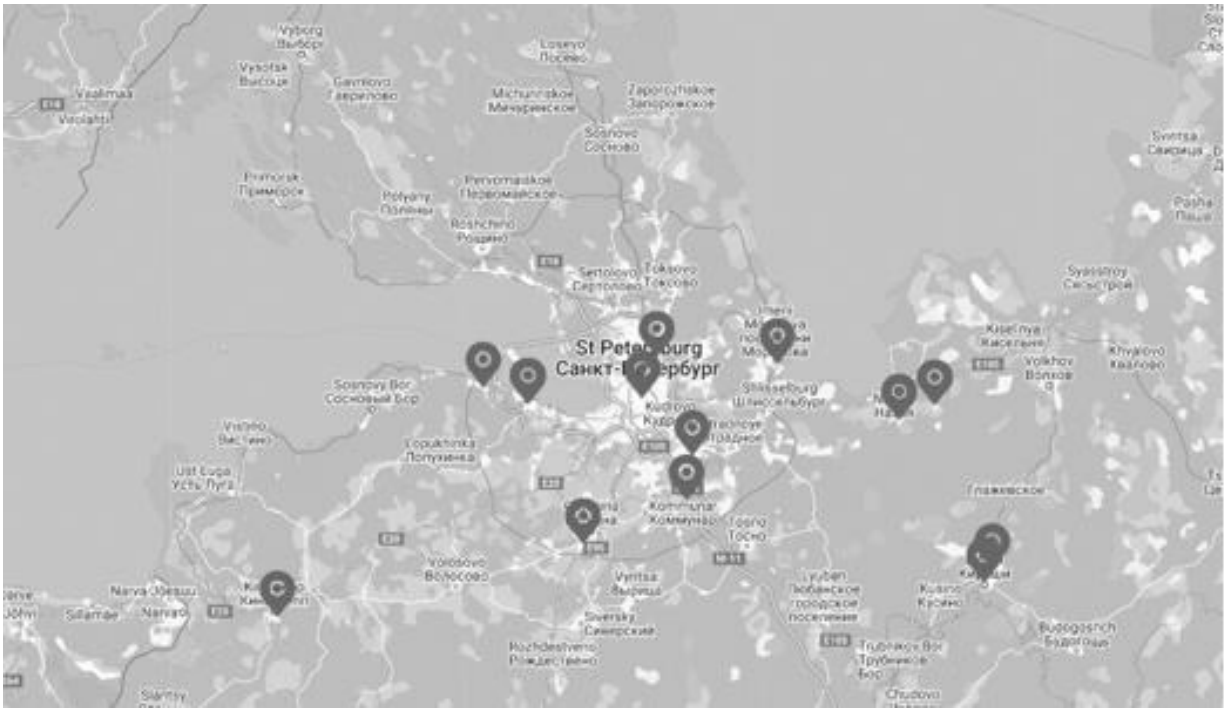

Рисунок 2. Крупнейшие нефтеперерабатывающие компании ЛО

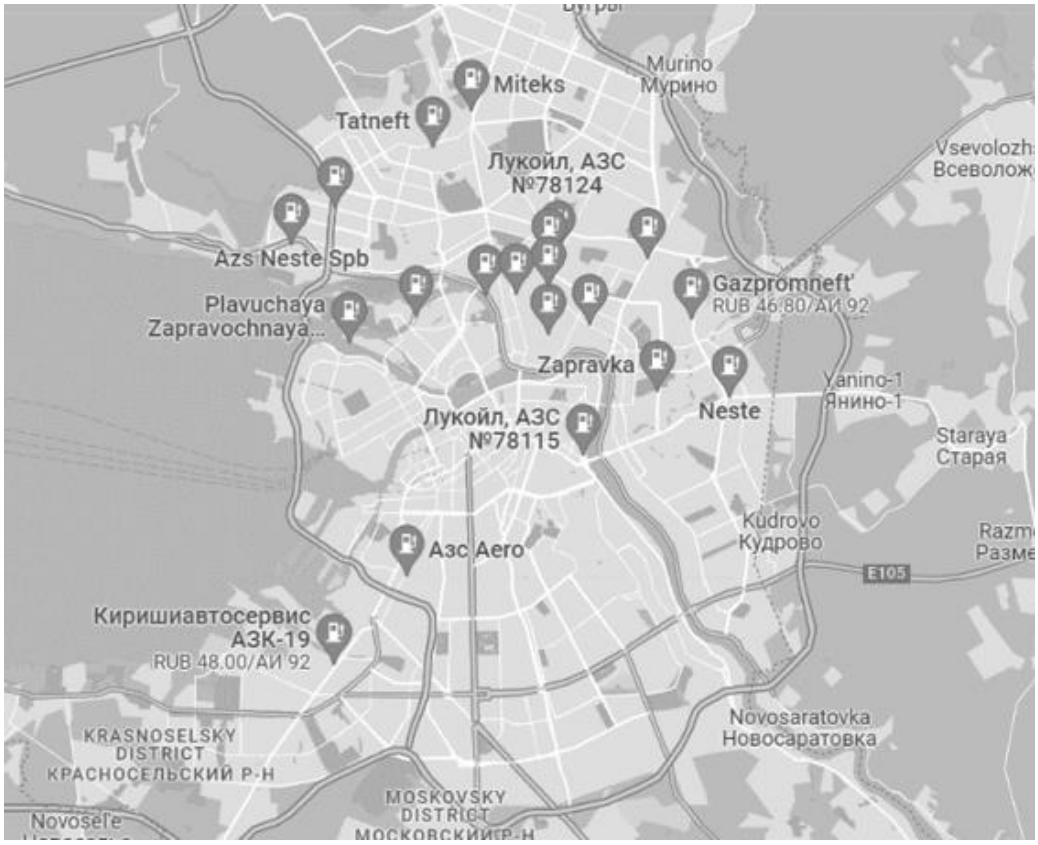

Рисунок 3. АЗС Санкт-Петербург

На данный момент при использовании топлива Е10 (90% бензина и 10% биоэтанола) двигатель внутреннего сгорания (ДВС) обычных автомобилей не требует модификаций, в отличие от перехода, например, на газ. Так, в США, Европе и Бразилии уже

распространены автомобили FFV (Flexible-Fuel Vehicle), в которых можно использовать бензин с любой концентрацией биоэтанола (самым популярным и энергоэффективным является E85). [2]

Химические, фармацевтические, пищевые и другие компании, где используется технический спирт. Только фармацевтических компаний в Санкт-Петербурге насчитывается более 20 (НПАО «Биокад», ООО «Инмед», НПАО «Фарм-Холдинг» и др.). [11] Часть из этих предприятий можно увидеть на рисунках 4 и 5 ниже.

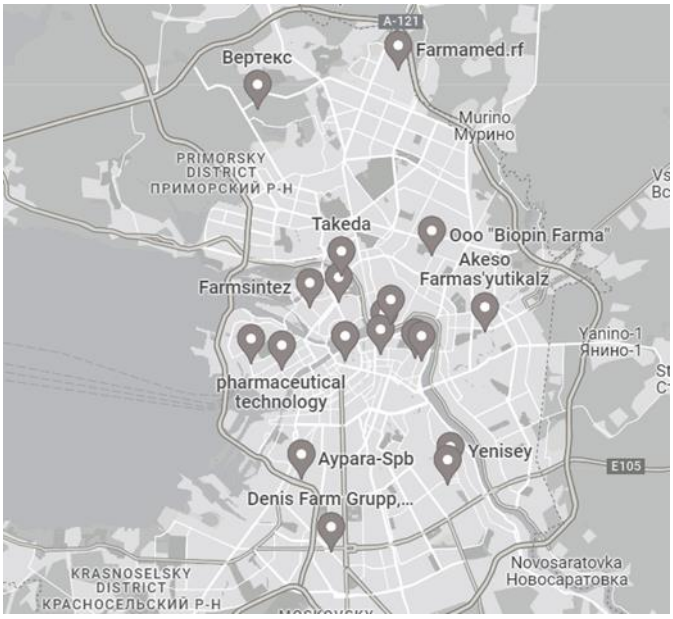

Рисунок 4. Фармацевтические компании Санкт-Петербурга

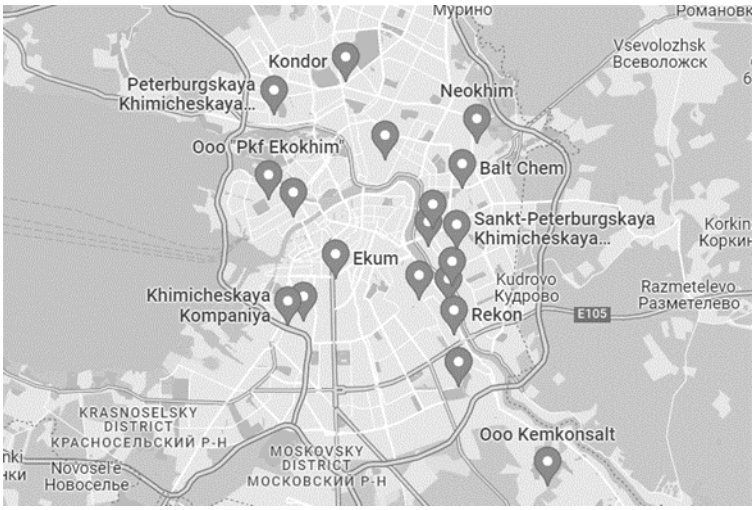

Рисунок 5. Химические компании Санкт-Петербурга

Расположить предприятие планируется в особой экономической зоне (ОЭЗ) технико-внедренческого или промышленно-производственного характера, которые имеются во многих регионах России. Это позволит облегчить выход на рынок за счёт применения различных налоговых преференций (налог на прибыль, имущественный, транспортный, земельный налоги, страховые взносы и т. п.).

На рисунке 6 представлена ОЭЗ Санкт-Петербурга и ЛО. Из 2-х имеющихся в регионе зон была выбрана площадка Новоорловская, т. к. из представленных выше карт видно, основные поставщики сырья и потребители готовой продукции находятся на севере города, следовательно расположение в ней поможет сократить расходы на логистику.

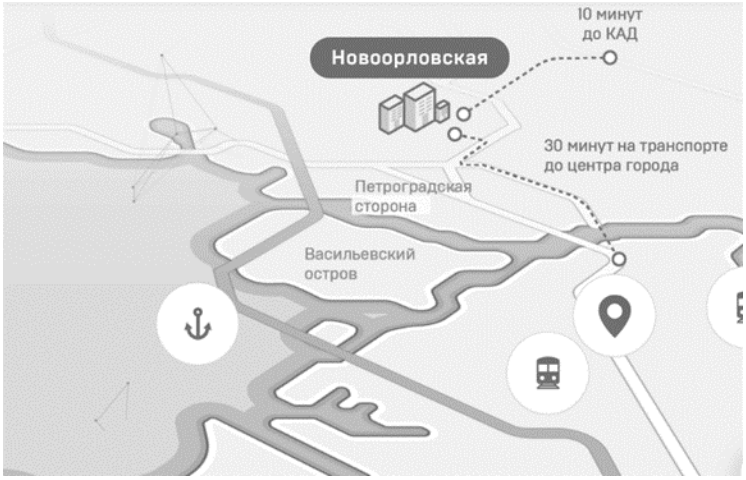

Рисунок 6. Расположение предприятия [11]

Расчёты по проекту переработки навоза/помёта в биоэтанол на отдельном предприятии для оценки его экономической эффективности сделаны на первые 3 года работы (проводились до 24 февраля 2022 года).

В 2024–2025 годах будет происходить строительство завода, поэтому прибыли у компании не будет. В первой половине 2026 г. завод будет сдаваться различным инспекциям (газ-, электро-, саннадзор и др.). С июня 2026 г. планируется запустить производство, однако выход на полные мощности (1 000 000 тонн биоэтанола в год) будет происходить постепенно (с июня по сентябрь). В сентябре завод выйдет на полную мощность. Ниже, на рисунках 7, 8, 9 представлены финансовые планы проекта за каждый из годов.

	Движения денег (руб)	янв.24	фев.24	мар.24	апр.24	май.24	июн.24	июл.24	авг.24	сен.24	окт.24	ноя.24	дек.24	Итого
+	Входящее сальдо	1 000 000	1 804 557	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267
+	**Поступления:**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
+	Продажа биотоплива	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
+	Продажа технического спирта	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
+	Продажа удобрения	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
+	Продажа карбоновых кредитов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
+	Продажа патентов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	**Платежи:**	**349 195 443**	**346 186 733**	**346 186 733**	**346 186 733**	**346 186 733**	**346 186 733**	**346 186 733**	**346 186 733**	**346 186 733**	**346 186 733**	**346 186 733**	**346 186 733**	**4 157 249 510**
-	Постройка завода	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	4 147 040 800
-	Маркетинг	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	Логистические затраты	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	Покупка оборудования	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	Зарплата сотрудников предприятия	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	1 200 000
-	Покупка исходного сырья	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	Покупка хим. препаратов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	Амортизация	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	Аренда земли	3 008 710	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 008 710
-	Прочее	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	6 000 000
+	**Финансирование:**	**351 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**4 201 000 000**
+	Собственные средства	1 000 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 000 000
+	Внешние инвестиции	350 000 000	350 000 000	350 000 000	350 000 000	350 000 000	350 000 000	350 000 000	350 000 000	350 000 000	350 000 000	350 000 000	350 000 000	4 200 000 000
	Итого оборот за период	1 804 557	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	43 750 490
	Сальдо на конец периода	1 804 557	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	3 813 267	43 750 490

Рисунок 7. Финансовый план на 2024 год

	Движение денег (руб)	янв.25	фев.25	мар.25	апр.25	май.25	июн.25	июл.25	авг.25	сен.25	окт.25	ноя.25	дек.25	Итого
-	Входящее сальдо	350 000 000	3 804 557	3 813 267	3 813 267	3 813 267	4 035 778 421	5 778 421	5 778 421	2 878 421	2 878 421	2 771 755	2 771 755	2 771 755
+	**Поступления:**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
-	Продажа биотоплива	-												0
-	Продажа технического спирта	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	Продажа удобрения	-												0
-	Продажа карбоновых кредитов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	Продажа патентов	-												0
-	**Платежи:**	**349 195 443**	**346 186 733**	**346 186 733**	**346 186 733**	**794 221 579**	**794 221 579**	**794 221 579**	**804 121 579**	**804 121 579**	**804 228 246**	**804 228 246**	**804 288 246**	**7 791 408 274**
-	Постройка завода	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	4 147 040 800
-	Маркетинг	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106 667	106 667	106 667	280 000
	Логистические затраты					2 000 000	2 000 000	2 000 000	2 000 000	2 000 000	2 000 000	2 000 000	2 000 000	16 000 000
-	Покупка оборудования	-	-	-	-	446 034 846	446 034 846	446 034 846	446 034 846	446 034 846	446 034 846	446 034 846	446 034 846	3 568 278 764
-	Зарплата сотрудников предприятия	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	50 700 000
	Покупка исходного сырья	-	-											0
-	Покупка хим. препаратов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	Амортизация	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
-	Аренда земли	3 008 710	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 008 710
	Прочее	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	6 000 000
+	**Финансирование:**	**353 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**350 000 000**	**4 830 000 000**	**800 000 000**	**800 000 000**	**807 000 000**	**807 000 000**	**807 000 000**	**807 000 000**	**807 000 000**	**11 868 000 000**
-	Собственные средства	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	Внешние инвестиции	353 000 000	350 000 000	350 000 000	350 000 000	4 830 000 000	800 000 000	800 000 000	807 000 000	807 000 000	807 000 000	807 000 000	807 000 000	11 868 000 000
	Итого оборот за период	3 804 557	3 813 267	3 813 267	3 813 267	4 035 778 421	5 778 421	5 778 421	2 878 421	2 878 421	2 771 755	2 771 755	2 771 755	4 076 591 726
	Сальдо на конец периода	3 804 557	3 813 267	3 813 267	3 813 267	4 035 778 421	5 778 421	5 778 421	2 878 421	2 878 421	2 771 755	2 771 755	2 771 755	4 079 591 726

Рисунок 8. Финансовый план на 2025 год

	Движение денег (руб)	янв.26	фев.26	мар.26	апр.26	май.26	июн.26	июл.26	авг.26	сен.26	окт.26	ноя.26	дек.26	Итого
-	Входящее сальдо	810 000 000	2 869 711	3 708 851	1 393 696	1 393 696	1 329 214	1 192 205 195	2 959 422 515	7 725 552 549	7 725 552 549	7 725 552 549	7 725 552 549	7 725 552 549
+	**Поступления:**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2 652 325 980**	**4 420 543 301**	**8 841 086 601**	**8 841 086 601**	**8 841 086 601**	**8 841 086 601**	**42 437 215 686**
-	Продажа биотоплива	-	-	-	-	-	-	1 069 128 186	1 781 880 310	3 563 760 621	3 563 760 621	3 563 760 621	3 563 760 621	17 106 050 980
-	Продажа технического спирта	-	-	-	-	-	-	458 197 794	763 662 990	1 527 325 980	1 527 325 980	1 527 325 980	1 527 325 980	7 631 184 706
-	Продажа удобрения	-	-	-	-	-	-	1 125 000 000	1 875 000 000	3 750 000 000	3 750 000 000	3 750 000 000	3 750 000 000	18 000 000 000
-	Продажа карбоновых кредитов	-	-	-	-	-	-							0
-	Продажа патентов	-	-	-	-	-	-							0
-	**Платежи:**	**807 130 289**	**841 291 149**	**393 606 304**	**393 606 304**	**393 606 304**	**1 461 670 786**	**1 461 120 786**	**1 461 120 786**	**1 115 534 052**	**1 115 534 052**	**1 115 534 052**	**1 115 534 052**	**11 675 288 917**
	Постройка завода	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733	345 586 733					2 764 693 867
-	Маркетинг	-	-	-	-	-	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	700 000
	Логистические затраты	2 000 000	2 000 000				155 961 749	155 961 749	155 961 749	155 961 749	155 961 749	155 961 749	155 961 749	1 095 732 246
-	Покупка оборудования	446 034 846	446 034 846	350 000	350 000	350 000	350 000	-	-	-	-	-	-	893 489 691
-	Зарплата сотрудников предприятия	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	15 000 000	15 000 000	15 000 000	15 000 000	15 000 000	15 000 000	15 000 000	155 000 000
	Покупка исходного сырья	-					5 080 464	5 080 464	5 080 464	5 080 464	5 080 464	5 080 464	5 080 464	35 563 246
-	Покупка хим. препаратов	-	-	-	-	-	901 922 269	901 922 269	901 922 269	901 922 269	901 922 269	901 922 269	901 922 269	6 313 455 883
-	Амортизация	-	37 169 570	37 169 570	37 169 570	37 169 570	37 169 570	37 169 570	37 169 570	37 169 570	37 169 570	37 169 570	37 169 570	408 865 274
-	Аренда земли	3 008 710	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 008 710
-	Прочее	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	4 800 000
+	**Финансирование:**	**810 000 000**	**845 000 000**	**395 000 000**	**395 000 000**	**395 000 000**	**1 463 000 000**	**1 000 000**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**4 304 000 000**
-	Собственные средства	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	Внешние инвестиции	810 000 000	845 000 000	395 000 000	395 000 000	395 000 000	1 463 000 000	1 000 000	0	0	0	0	0	4 304 000 000
	Итого оборот за период	2 869 711	3 708 851	1 393 696	1 393 696	1 393 696	1 329 214	1 192 205 195	2 959 422 515	7 725 552 549	7 725 552 549	7 725 552 549	7 725 552 549	35 065 926 770
	Сальдо на конец периода	2 869 711	3 708 851	1 393 696	1 393 696	1 393 696	1 329 214	1 192 205 195	2 959 422 515	7 725 552 549	7 725 552 549	7 725 552 549	7 725 552 549	35 065 926 770

Рисунок 9. Финансовый план на 2026 год

Суммарные затраты по проекту за 3 года составят 23 623 946 701 рубль. Доход компании будет складываться по 5 позициям: присадка к топливу, технический спирт, удобрения, карбоновые кредиты, патенты. Далее рассмотрим каждую из них подробнее.

На сегодняшний день биоэтанол стоит от 0,5 до 0,8 долл. США за литр. В своих расчётах мы использовали цену 0,8 долл. США за литр (по курсу 1 долл. США = 77,8936 рублей, цена будет равняться – 62,3149 рублей), что обосновано следующими причинами [17]:

1. Цены на биоэтанол имеют тенденцию к росту (см. рисунок 10).

2. Растут и цены на нефть, что является крайне выгодным для производителей экологичных видов топлива (см. рисунок 11).

3. Ужесточаются мировые требования в сфере экологии.

4. Технологии производства биоэтанола постоянно улучшаются, и такой «усовершенствованный» биоэтанол по разным оценкам вскоре будет стоить от 1,04 до 1,45 долл. США за литр [8]. Поэтому логично предположить, что к моменту постройки и запуска завода (середина 2026 года), цена на биоэтанол вырастет и будет значительно выше 0,8 долл. США.

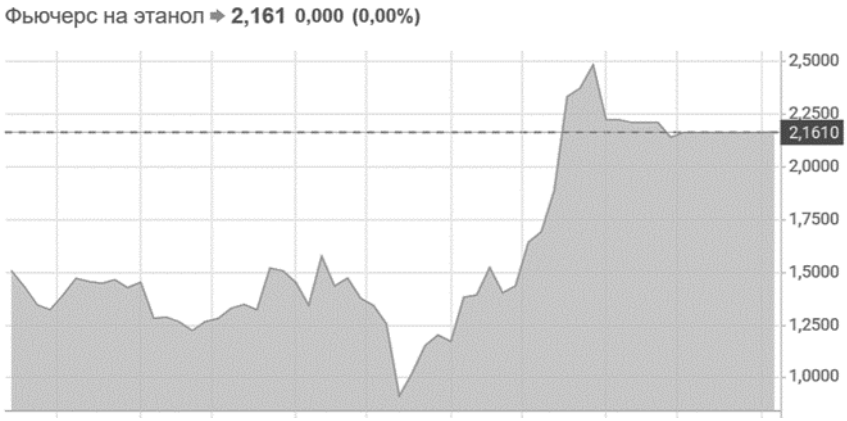

Рисунок 10. Динамика цен на биоэтанол за последние 5 лет [17]

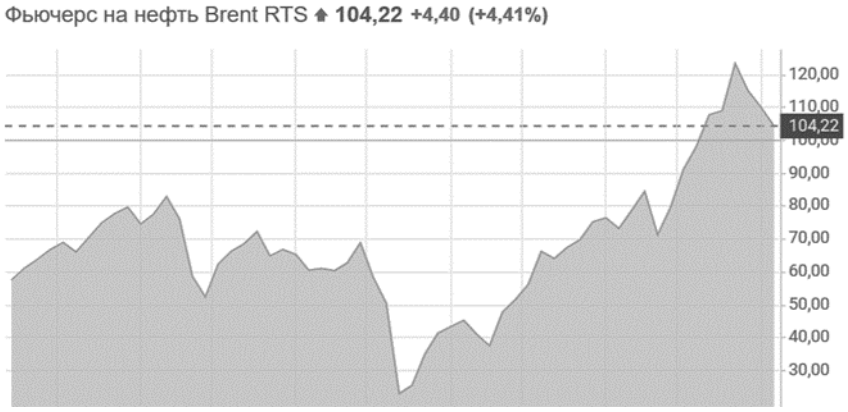

Рисунок 11. Динамика цен на нефть за последние 5 лет [17]

Запланированная мощность завода равна 1 000 000 тонн биоэтанола в год. Выход на полную мощность планируется в сентябре 2026 года, т. е. через 3–4 месяца от начала функционирования. Полученный биоэтанол будет продаваться по двум направлениям: присадка к топливу и технический спирт. Распределение между этими направлениями планируется в первые 3–4 месяца функционирования завода. Дополнительным источником прибыли будет барда (сухой остаток). Для расчёта количества барды была проведена аналогия с производством браги (вида домашнего пива), при производстве которой на барду приходится примерно 30% исходного объёма, поскольку оба производства схожи по своей технологии и этапам [4]. Следовательно, в год завод будет производить примерно 300 000 тонн барды, которую можно продавать в качестве удобрения. Рыночная цена на схожие удобрения из помёта/навоза составляет примерно 150 рублей за кг. Таким образом, дополнительный доход в месяц будет равен 3 750 000 рублей. Углеродные кредиты и патенты зависят от спроса на рынке, успеха функционирования предприятия, политической, экономической обстановок и других факторов, поэтому прибыль от них сейчас оценить невозможно. Поэтому, в дальнейших расчетах мы их не учитываем [15].

Подводя итоги вышесказанному, за год работы на полных мощностях заводом будет получено 106 093 039 216 рублей выручки без учёта карбоновых кредитов и патентов. Годовые затраты (после окончания строительства и ремонтов) будут составлять примерно 13 386 408 630 рублей. Следовательно, приблизительный объём прибыли будет равняться 92 706 630 586 рублям. Суммарный плановый объем инвестиций за три года составит 20 373 000 000 рублей (4 201 000 000 рублей за первый год, 11 868 000 000 за второй год и 4 304 000 000 за третий год). Таким образом прогнозируемый срок окупаемости проекта составит 2–3 года.

Реализация и дальнейшее развитие проекта планируется через государственно-частное партнёрство (ГЧП), с привлечением региона, государства и частных инвесторов. Проект,

являясь инновационным, способен решить многие экологические проблемы и помочь в достижении ЦУР, поэтому он может претендовать на гранты, венчурные фонды, выгодные кредиты и помощь краудфандинговых платформ.

Основные преимущества проекта выделены:

для автомобилестроительных компаний и автовладельцев:

- При использовании топливной смеси биоэтанола и бензина E10 не меняется ДВС, не модифицируется автомобиль, как, например, при переходе на газ или электроэнергию Таблица1, столбец 3 [13].

Таблица1. Модификации в автомобиле при использовании топлива с добавлением биоэтанола [13]

%	Правовые ограничения	Изменения в автомобиле	Логистика	Где применяется
До 5	Нет	Нет	Нет	ЕС, США
5-10	Да	Нет	Нет	США
10-25	Да	Да	Нет	Бразилия
E85	Нет	Да	Особый насос	ЕС, США
E100	Нет	Да	Особый насос	Бразилия

для региона и предприятия по производству биоэтанола:

- Снижение зависимости региона от поставок нефти и бензина в результате использования альтернативного топлива.

- Предприятие, продающее биоэтанол, получает возможность накапливать и продавать карбоновые кредиты.

для экологии:

- Поскольку спирты легко смешиваются с водой, могут смываться ею, распадаются при попадании в землю, то их утечки и разливы из танкеров не так опасны для природы, как разливы нефти и продуктов её переработки [2].

- Биоэтанол обладает положительным энергетическим балансом, который колеблется от 1,24 до 8 в зависимости от используемого вида сырья. При сжигании этанола получается в несколько раз больше энергии, чем при его производстве. По этому показателю биоэтанол сильно опережает дизель, бензин и прочие нефтяные продукты, которые требуют таких затрат как: разведка, добыча, транспортировка, переработка. Всё это понижает их топливный баланс, делая его ниже 1 [5].

- В результате перехода на биоэтанол количество твёрдых частиц в цикле с горячим стартом снижается на 96–97%, уменьшаются выбросы угарного газа на 81% с топливом E10 и на 87% со смесью E85, а также углекислого газа на 13 и 17% соответственно. В целом токсичность выхлопа снижается на 72 и 83%, а количество выбросов парниковых газов на 85%, что безусловно способствует улучшению экологической обстановки [6].

Выводы: представленный проект является экономически и экологически перспективным. Ситуация, сложившаяся на мировом энергетическом рынке, делает его выгодным для реализации как в России, так и в других странах, например Прибалтике. Внедрение технологии переработки отходов животноводства в биоэтанол особенно актуально для Эстонии, Латвии, Литвы, т. к., находясь в Евросоюзе (ЕС) эти страны вынуждены соблюдать экологические требования, как и более развитые страны, такие как Германия, Франция, Италия, не обладая достаточными мощностями для улучшения своей окружающей среды (данные предоставлены экспертом компании PelTrade).

Расположение предприятия возможно вблизи городов, т. к. на производстве соблюдаются экологические требования и минимизируются выбросы, поэтому сложностей с переносом технологий на опыт других регионов не будет.

Таким образом, полученные выводы подтверждают гипотезу исследования, несмотря на то, что описанная выше идея проекта находится на стадии доработки. Сегодня, активно

ищутся инвестиции для создания первого MVP продукта. Принимается участие в конкурсах, акселераторах (Сколково, Сбер и др.). Предложенной технологией уже заинтересовалась компания АО «Роскар» во время Фабрики студенческих проектов и были получены консультации от компании Газпромнефть. Подробнее о проекте можно узнать на сайте (http://fermrecycling.tilda.ws) [21].

Список литературы

1. Чачина С. Б. Получение биоэтанола из органического сырья / С. Б. Чачина, А. В. Двоян // Омский научный вестник. – 2014. - №2. – С. 2
2. Биоэтанол как альтернатива бензину [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://rar.alania.gov.ru/news/277 (Дата обращения 10.10.2021 г.).
3. Биогазовые установки. Производство биогаза [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://mcx-consult.ru/biogazovye-ustanovki.-proizvodstvo (Дата обращения 15.10.2021 г.).
4. Варианты повторного использования барды (остатки браги) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://2samogona.ru/braga/chto-delat-s-bardoj (Дата обращения 20.01.2022 г.).
5. В чём плюсы и минусы биоэтанола [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.drive.ru/technic/4efb331a00f11713001e3994.html (Дата обращения 10.10.2021 г.).
6. Добавление спирта в бензин снижает токсичность «непосредственных» моторов [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://autoreview.ru/news/dobavlenie-spirta-v-benzin-snizhaet-toksichnost-neposredstvennyh-motorov (Дата обращения 15.10.2021 г.).
7. Компостирование навоза и помёта [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://biokompleks.ru/solutions/kompostirovanie-navoza-i-pometa/ (Дата обращения 15.10.2021 г.).
8. Международное агентство возобновляемой энергии [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.irena.org/costs/Transportation/Bioethanol#:~:text=Advanced%20bioethanol%20is%20estimated%20to,1.45%2FLGE%20at%20current%20prices. (Дата обращения 23.11.2021 г.).
9. Органическое удобрение или отходы: как правильно утилизировать навоз [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://medservise24.ru/blog/medotkhody-i-obrashchenie-s-otkhodami/organicheskoe-udobrenie-ili-otkhody-kak-pravilno-utilizirovat-navoz/ (Дата обращения 15.10.2021 г.).
10. Официальный сайт АО «Роскар» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.roskar.ru/ (Дата обращения 15.10.2021 г.).
11. Площадка Новоорловская [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.spbsez.ru/infrastructure/novoorlovskaya/ (Дата обращения 10.10.2021 г.).
12. Реализация этанолового проекта в Бразилии [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mirec.mgimo.ru/2015/2015-01/realizaciya-etanolovogo-proekta-v-brazilii (Дата обращения 17.10.2021 г.).
13. Спирт с бензином в бак: спирт в бензобак, можно ли заливать, какие последствия [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://chip-penza.ru/raznoe/spirt-s-benzinom-v-bak-spirt-v-benzobak-mozhno-li-zalivat-kakie-posledstviya.html (Дата обращения 10.10.2021 г.).
14. Топливные амбиции водочного лобби [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://oilcapital.ru/article/general/04-03-2019/toplivnye-ambitsii-vodochnogo-lobbi (Дата обращения 17.10.2021 г.).
15. Углеродные кредиты для фермеров [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://eagronom.com/ru/carbon-credits-for-farmers/ (Дата обращения 27.12.2021 г.).
16. Федеральный закон "О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции" от 22.11.1995 N 171-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8368/ (Дата обращения 10.10.2021 г.).
17. Ценообразование, динамика [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.investing.com/commodities/ (Дата обращения 21.11.2021 г.).
18. Цены на нефть BRENT [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://quote.rbc.ru/ticker/181206 (Дата обращения 17.10.2021 г.).
19. Goal 7 affordable and clean energy [Электронный ресурс] // www.undp.org, 2022. – Режим доступа: URL: https://www.undp.org/sustainable-development-goals#affordable-and-clean-energy, свободный (дата обращения: 23.02.2022).
20. The Sustainable Development Goals (SDGs) [Электронный ресурс] // www.undp.org, 2022. – Режим доступа: URL: https://www.undp.org/sustainable-development-goals, свободный (дата обращения: 23.02.2022).
21. Website of the project. FermRecycling [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: http://fermrecycling.tilda.ws, свободный (дата обращения: 23.02.2022).