

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ РЫНКА БИОТОПЛИВА В КОНТЕКСТЕ СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИИ И СТРАН ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

М. С. Петухова, доктор экономических наук

С. Пхунсомбат, аспирант

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: petuhova_ms@edubiotech.ru

Ключевые слова: биотопливо, энергетические культуры, рынок, азиатские страны, экспорт, импорт, биодизель.

Реферат. Проведён всесторонний анализ современного состояния и перспектив развития рынка биотоплива в России и странах Азии. На фоне глобальных изменений в энергетическом секторе и увеличения спроса на возобновляемые источники энергии страны Азии активно развивают сектор биотоплива, рассматривая его как важный компонент устойчивого экономического роста и снижения зависимости от ископаемых видов топлива. Исследованы ключевые тенденции на рынке, факторы роста и основные проблемы, с которыми сталкивается отрасль биотоплива. Сравнительный анализ рынка биотоплива в странах Азии, включая Китай, Японию, Южную Корею, Индию, Индонезию и Малайзию, показывает высокую заинтересованность в биотопливе как альтернативном источнике энергии. В 2022 г. доля Азии в мировом импорте биотоплива составила более 60 %, при этом основные поставщики – Индонезия и Малайзия – сосредоточены на производстве биодизеля из пальмового масла. Китай, стремящийся снизить зависимость от импорта ископаемых видов топлива, активно развивает производство биоэтанола, используя отходы сельского хозяйства. В 2023 г. Китай стал одним из лидеров по производству биоэтанола в регионе. Япония и Южная Корея ориентируются на биодизель из отходов кулинарного масла, что подчеркивает внимание этих стран к устойчивому производству и минимизации отходов. Выявлены факторы, способствующие развитию рынка биотоплива: экономические и экологические стимулы, технологические инновации и инфраструктурные улучшения. Показано, что Россия в будущем может стать одним из ключевых поставщиков биотоплива в азиатские страны, расширив собственную структуру экспорта, что, в свою очередь, позволит увеличить внешнеторговые доходы нашей страны. Совместные проекты, направленные на развитие инфраструктуры, транспортных сетей и перерабатывающих мощностей, способствуют формированию единого рынка биотоплива между Россией и азиатскими странами, что облегчает торговлю и стимулирует экономическое взаимодействие.

ANALYSIS OF BIOFUEL MARKET DEVELOPMENT TRENDS IN THE CONTEXT OF COOPERATION BETWEEN RUSSIA AND SOUTHEAST ASIA COUNTRIES

M. S. Petukhova, Doctor of Economics

C. Phunsombat, PhD student

Novosibirsk State Agrarian University

Keywords: biofuels, energy crops, market, Asian countries, export, import, biodiesel.

Abstract. A comprehensive analysis of the current state and prospects of biofuel market development in Russia and Asian countries has been carried out. Against the background of global changes in the energy sector and increasing demand for renewable energy sources, Asian countries are actively developing the biofuel sector, considering it an important component of sustainable economic growth and reducing dependence on fossil fuels. Key market trends, growth drivers, and major challenges faced by the biofuels industry are examined. A comparative analysis of the biofuels market in Asian countries including China, Japan, South Korea, India, Indonesia, and Malaysia shows high interest in biofuels as an alternative energy source. In 2022, Asia's share of global biofuel imports was more than 60%, with Indonesia and Malaysia being the major suppliers, focusing on biodiesel production from palm oil. China, seeking to reduce its dependence on fossil fuel

imports, is actively developing bioethanol production using agricultural waste. China has emerged as one of the leading bioethanol producers in the region in 2023. Japan and South Korea are focusing on biodiesel from cooking oil waste, which highlights these countries' focus on sustainable production and waste minimization. Factors contributing to the development of the biofuels market are identified: economic and environmental incentives, technological innovations, and infrastructural improvements. It is shown that Russia in the future can become one of the key suppliers of biofuels to Asian countries, expanding its own export structure, which, in turn, will increase the foreign trade revenues of our country. Joint projects aimed at the development of infrastructure, transportation networks and processing facilities contribute to the formation of a single biofuel market between Russia and Asian countries, which facilitates trade and stimulates economic interaction.

Согласно Большой российской энциклопедии, биотопливо (биологическое топливо) – это «топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов, получаемое из биомассы термохимическим или биологическим способом» [1]. Это источник энергии, который многие авторы относят к возобновляемым, так как ресурсы для производства биотоплива способны быстро восстанавливаться [2–6]. В структуре возобновляемых источников энергии биоэнергетике принадлежит около 9 %, что говорит о непригодности биотоплива к тому, чтобы стать альтернативным источником энергии и его способности выступать только в качестве дополнения к основным источникам [6].

В настоящее время наибольшее распространение получило твердое биотопливо, используемое преимущественно в частных домохозяйствах. В промышленных масштабах перспективной для использования обладают жидкое (биоэтанол, биодизель) и газообразное (биогаз) биотопливо. Основные сферы использования – это транспортная отрасль (как самостоятельное топливо или в смесях с обычным дизелем), теплоэнергетика (для отопления объектов) и электроэнергетика (в небольших генерирующих установках).

Основные виды сырья для биотоплива – это соя и рапс, причем в условиях необходимости обеспечения продовольственной безопасности целесообразно использовать не сами культуры, а непищевые остатки, полученные после их обработки. Такие остатки получили название «сырье второго поколения». Однако и само рапсовое масло не стоит исключать из сырья для биотоплива в связи с низким спросом на него внутри страны.

Мировое производство биодизеля в 2024 г. достигло уровня в 76,3 млн тонн со средним ежегодным приростом в 7 %. Рост рынка обусловлен эффективностью биотоплива в снижении интенсивности выбросов углекислого газа до 90 % в зависимости от сырья [8]. Биотопливо не способно полноценно заменить ископаемые источники энергии, но может стать дополнением к ним в целях сокращения вредных выбросов в атмосферу. В качестве основных сфер применения биотоплива, как в качестве самостоятельного горючего или в комбинации с дизельным топливом, можно выделить транспортную отрасль.

Россия, обладая значительными природными ресурсами, включая обширные лесные массивы и плодородные земли, имеет большой потенциал для производства биотоплива. На 2023 г. ежегодные темпы роста производства биоэтанола в России составляли 30 %, при этом общие объемы производства достигли 1,5 млрд литров. Государственная поддержка выражается в виде налоговых льгот и субсидий для производителей биотоплива, а также в разработке национальных стандартов, направленных на устойчивое развитие сектора. Россия стремится увеличить долю возобновляемых источников энергии в энергобалансе страны до 10 % к 2030 г., что в том числе предполагает дальнейшее расширение производства биотоплива и модернизацию инфраструктуры [4].

Рынок биотоплива претерпевает трансформационные изменения, обусловленные растущим мировым спросом на возобновляемые источники энергии. Опасения по поводу изменения климата, энергетической безопасности и истощения запасов ископаемого топлива стали первостепенными, побуждая страны исследовать альтернативы, которые могут смягчить не-

гативное воздействие на окружающую среду и содействовать устойчивому экономическому росту. Россия в настоящих условиях имеет высокий потенциал для того, чтобы стать одним из ключевых экспортеров биотоплива на мировой рынок, в частности – на стремительно развивающийся рынок стран Юго-Восточной Азии.

Целью данной работы является анализ тенденций развития рынка биотоплива между Россией и азиатскими странами посредством исследования текущих трендов, драйверов рынка, возможностей, вызовов и дальнейших прогнозов.

Объектом данного исследования выступает мировой рынок биотоплива, спрос и предложение на рынке. В статье рассматривается роль России в качестве одного из потенциальных ключевых экспортеров биотоплива на стремительно развивающихся рынках стран Юго-Восточной Азии. В качестве основных методов исследования можно выделить монографический и абстрактно-логический методы, сравнительный и графический анализ, методы анализа и синтеза.

Мировой рынок биотоплива претерпевает значительное расширение с резким увеличением производства и потребления, обусловленным государственными мандатами и предпочтениями потребителей, делающих выбор в пользу чистых энергетических альтернатив. Согласно данным Международного энергетического агентства (IEA), ожидается, что мировое производство биотоплива удвоится к 2025 г., в основном за счет роста в развивающихся экономиках [2]. Производство биотоплива в России также значительно увеличилось с отмеченным ежегодным ростом на 30 % в производственных мощностях этанола за последние пять лет, достигнув примерно 1,5 млрд литров в 2022 г. [3]. В то же время азиатские страны стремительно увеличивают свои импортные закупки биотоплива. В 2022 г. Азия потребляла более 60 % мирового импорта биотоплива, значительная часть которого поступила от таких крупных производителей, как Индонезия и Малайзия, которые являются доминирующими игроками в производстве биодизеля из пальмового масла.

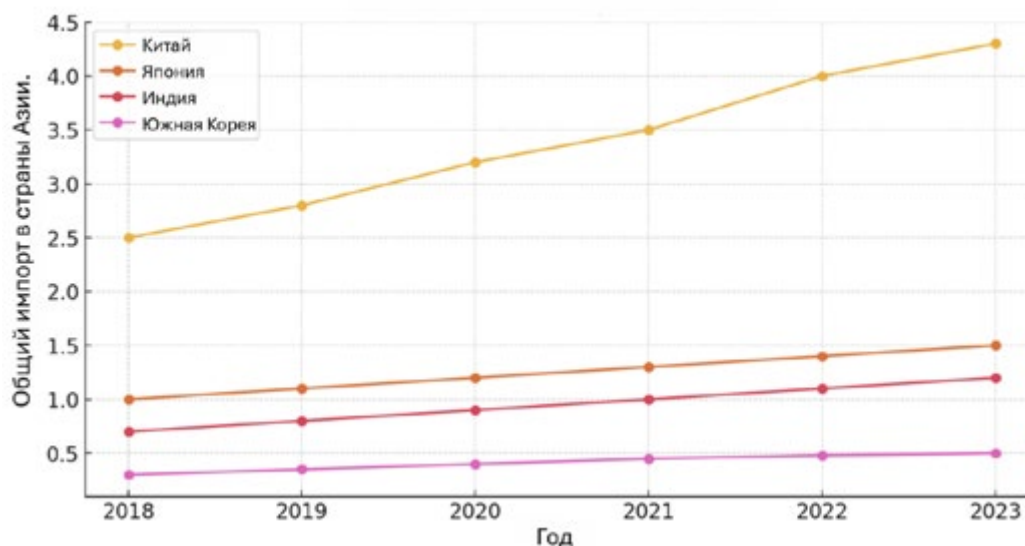


Рис. 1. Динамика импорта биотоплива основных стран Юго-Восточной Азии (Китай, Япония, Индия, Южная Корея) в 2018–2023 гг., млрд л¹

Fig. 1. Dynamics of biofuel imports of major Southeast Asian countries (China, Japan, India, South Korea) in 2018–2023, billion liters

В 2022 г. Китай стал основным игроком в производстве биоэтанола, сосредоточив усилия на конвертации сельскохозяйственных отходов в биотопливо. Япония продолжает расширять

1 Составлено автором по данным Statista. URL: <https://www.statista.com/topics/11874/biofuel-industry-worldwide/#topicOverview>.

производство биодизеля, акцентируя внимание на использовании отработанного кулинарного масла. Эти процессы отражают региональную приверженность биотопливу, создавая динамичный ландшафт рынка, который представляет возможности для сотрудничества между Россией и азиатскими странами [5]. На рисунке 1 представлена динамика импорта биотоплива основными странами Юго-Восточной Азии – Китаем, Японией, Индией, Южной Кореей. Видно, что наибольший объем импорта наблюдается в Китае (4,2 млрд литров), за ним следуют Япония (1,5 млрд литров), Индия (1,2 млрд литров), а наименьший объем показывает Южная Корея (0,5 млрд литров).

В таблице показано соотношение импорта и экспорта биотоплива в азиатских странах и России, а также его виды. К экспортоориентированным странам можно отнести Россию. К импортоориентированным – Китай и Японию.

Таблица

Соотношение объемов импорта и экспорта биотоплива в странах Азии и России²
Ratio of biofuel imports and exports in Asian countries and Russia

Страна	Объем импорта (2023, млрд л)	Основные виды биотоплива	Объем экспорта (2023, млрд л)
Китай	4,2	Биоэтанол, биогаз	-
Япония	1,5	Биоэтанол	-
Индия	1,2	Биодизель	-
Южная Корея	0,5	Биоэтанол	-
Россия	-	Биоэтанол, биодизель	0,5

Из таблицы видно, что Россия пока что уступает ведущим азиатским экспортерам биотоплива по объемам поставок, однако экспорт в период с 2018 по 2023 гг. увеличился в 25 раз (рис. 2), что говорит о большом потенциале страны на рынке биотоплива. Основные экспортные товары – это биоэтанол и биодизель.

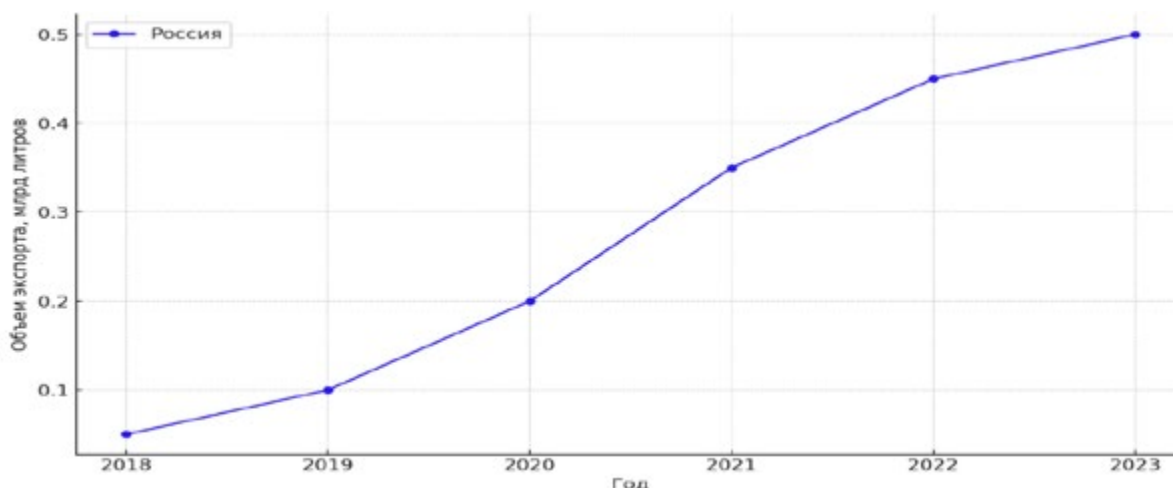


Рис. 2. Динамика экспорта биотоплива из России в период 2018–2023 гг.³

Fig. 2. Dynamics of biofuel exports from Russia in the period 2018–2023

Азиатские страны принимают разнообразные стратегические подходы к производству биотоплива, адаптируя их к своим уникальным ресурсным возможностям и энергетическим требованиям. В Китае индустрия биоэтанола стремительно расширяется, в основном исполь-

2 Источник: Statista. URL: <https://www.statista.com/topics/11874/biofuel-industry-worldwide/#topicOverview>.

3 Составлено автором на основе данных Volza. URL: <https://www.volza.com/p/biodiesel/export/cod-russia/>.

зую сельскохозяйственные отходы и зерно в качестве сырья. Китайское правительство активно инвестирует в передовые технологии, направленные на разработку целлюлозных видов биотоплива, которые обещают повысить эффективность и устойчивость производства. В то же время Индонезия и Малайзия стали лидерами в производстве биодизеля из пальмового масла, вместе составляя значительную долю мирового предложения биодизеля. Обе страны все активнее концентрируют усилия на устойчивых практиках производства пальмового масла, чтобы смягчить экологические проблемы, особенно касающиеся вырубки лесов и потери биоразнообразия. В Индии усилия по увеличению производства биоэтанола сосредоточены на сахарном тростнике и мелассе, поддерживаемые государственными инициативами, которые содействуют смешиванию этанола с бензином. Страна установила амбициозные цели, стремясь к 20 % смешивания этанола к 2025 г., что существенно трансформирует ее ландшафт биотоплива. Япония и Южная Корея также делают шаги вперед в секторе биотоплива, сосредоточив внимание на производстве биодизеля из отработанного кулинарного масла. Обе страны реализуют политику, способствующую использованию биотоплива в транспорте, акцентируя внимание на устойчивости и содействуя внедрению инновационных технологий по преобразованию отходов в энергию. Разнообразные стратегии и производственные возможности в Азии не только формируют конкурентоспособный и динамично развивающийся рынок биотоплива, но и создают значительные возможности сотрудничества для России, которая может использовать свои ресурсы и опыт в производстве биотоплива [5–7].

Увеличение импорта биотоплива странами Азии в значительной степени обусловлено их целями в области использования возобновляемых источников энергии и обязательствами по снижению выбросов парниковых газов. Поскольку спрос на устойчивые источники энергии продолжает расти в Азии, рынок биотоплива между Россией и этими странами готов к значительному росту, подстегиваемый благоприятными государственными политиками, технологическими достижениями и инвестициями в инфраструктуру.

В последние годы Россия стремится диверсифицировать свою экономику и сократить зависимость от ископаемого топлива, что способствует увеличению инвестиций в технологии и инфраструктуру биотоплива. Страна поставила амбициозные цели по развитию возобновляемых источников энергии, нацеливаясь на получение 10 % своей энергии из возобновляемых источников к 2030 г. Географическое положение России позволяет эффективно использовать ее ресурсы биомассы для крупномасштабного производства биотоплива и последующего экспорта на соседние азиатские рынки, где спрос на возобновляемые источники энергии стремительно растет [7, 8].

Производство биотоплива в России в основном сосредоточено на биоэтаноле, получаемом из зерновых культур и сахарной свеклы, а также на биодизеле, производимом из растительных масел и животных жиров. Россия использует свои сельскохозяйственные ресурсы для создания устойчивой отрасли биотоплива с существенными инвестициями в исследования и разработки. Российское правительство запустило инициативы по улучшению производственных мощностей для биотоплива, включая создание перерабатывающих мощностей и продвижение энергетических культур.

Энергетические культуры играют ключевую роль в производстве биотоплива, обеспечивая устойчивый источник сырья для различных видов возобновляемых энергий. К основным энергетическим культурам, способствующим развитию биотопливной отрасли, относятся следующие.

1. Рапс – одна из наиболее перспективных культур для производства биодизеля. Благодаря высокому содержанию масла, рапс является важным источником для переработки в биодизель. Эта культура отличается высокой урожайностью и эффективностью переработки, что делает ее перспективной как в России, так и в других странах, ориентированных на развитие биотоплива.

2. Сахарная свекла – основное сырье для производства биоэтанола. В России эта культура используется для получения этанола, который может быть использован как добавка к топливу, что позволяет значительно уменьшить выбросы углекислого газа.

3. Зерновые культуры (пшеница, кукуруза, ячмень) широко применяются для производства биоэтанола. Зерновые культуры играют важную роль в биотопливной отрасли, так как обеспечивают значительный выход этанола, используемого в транспортном секторе.

4. Картофель и другие крахмальные растения также используются для производства биотоплива, но в меньшей степени по сравнению с зерновыми культурами и сахарной свеклой.

5. Тростник (сахарный тростник) применяется для производства биоэтанола, особенно в странах с теплым климатом, таких как Индия и Бразилия [9].

Согласно данным Международного энергетического агентства (IEA), рапс является одной из самых перспективных культур для производства биодизеля благодаря высокому выходу масла, что делает его ключевым элементом для стран, стремящихся к устойчивому развитию биотопливной отрасли [10, 11]. Его использование способствует повышению энергоэффективности и снижению углеродных выбросов, что критически важно для стран, ориентированных на достижение целей в области возобновляемых источников энергии.

Недавние государственные стратегии акцентируют внимание на важности интеграции производства биотоплива в сельское хозяйство, побуждая фермеров культивировать энергетические культуры наряду с продовольственными. В частности, Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г. подчеркивает, что «одной из стратегических целей в аграрной политике России является повышение эффективности использования земельных ресурсов и интеграция производства биотоплива в сельское хозяйство, включая внедрение сельскохозяйственных культур, подходящих для производства биомассы». Эти меры направлены на создание устойчивой и прибыльной модели сельского хозяйства, способствующей не только продовольственной безопасности, но и обеспечению энергетической независимости.

Потенциал использования лесных остатков и отходов для производства биотоплива также представляет собой возможность для устойчивых практик, которые снижают уровень отходов и повышают эффективность использования ресурсов. Как указано в Национальной стратегии в области устойчивого развития лесных ресурсов (2021), «использование лесных остатков и отходов для производства биотоплива представляет собой эффективную альтернативу традиционным источникам энергии и способствует улучшению экологической ситуации в стране». Это утверждение также поддерживает План действий по внедрению и расширению использования биотоплива в сельском хозяйстве и энергетике (2022), который акцентирует внимание на необходимости разработки новых культур для производства биотоплива, включая устойчивые энергетические культуры, и использовании лесных и сельскохозяйственных отходов [7].

Кроме того, в Минсельхозе России в 2024 г. подготовлен законопроект «О развитии производства и потребления биологических видов топлива», который планируется к запуску в рамках нового национального проекта по биоэкономике в 2025 г. Согласно законопроекту, в России планируется производство 5,5 млн тонн рапсового масла, 2,5 млн тонн из которых будут направлены на получение биотоплива [18].

На данный момент международный рынок биотоплива переживает фазу устойчивого роста. Интеграция биотоплива в национальные энергетические стратегии становится все более заметной, и страны устанавливают амбициозные цели по потреблению возобновляемых источников энергии. Россия активно модернизирует свои процессы производства биотоплива, сосредоточив внимание на эффективности и устойчивости отрасли. Тем временем азиатские страны увеличивают инвестиции в свой сектор биотоплива, стремясь увеличить внутреннее производство и сократить зависимость от импорта.

Интеграция политик биотоплива в более широкие энергетические стратегии является важной для достижения долгосрочной стабильности рынка. В России поддержка государства критически важна для содействия росту отрасли, в то время как азиатские страны используют рыночные механизмы регулирования для стимуляции общественного принятия биотоплива. Более того, технологические инновации, возникающие из сотрудничества между Россией и Азией, могут повысить эффективность производства, снизить затраты и улучшить устойчивость.

Несмотря на возрастающий интерес исследователей всего мира к биотопливу, вполне очевидны и спорные вопросы о целесообразности развития этого сегмента рынка в нашей стране.

Во-первых, это преимущество продовольственных целей над топливными. Растительное сырье, выращиваемое в стране, и соответственно задействованные сельскохозяйственные угодья в первую очередь должны использоваться для производства продуктов питания. В то же время рапсовое масло, получаемое из рапса, в России мало востребовано из-за устоявшихся вкусовых предпочтений населения, поэтому это преимущественно экспортируемый товар. Более высокая степень переработки масла в биотопливо позволит нарастить экспортные доходы. Кроме того, в России наблюдается перепроизводство пшеницы низких классов, которая может быть также использована для производства биотоплива.

Во-вторых, встаёт вопрос о потенциальном росте цен на продовольствие при условии использования части урожая сельскохозяйственных культур для производства биотоплива.

В-третьих, высокая зависимость экономики России от углеводородного сырья, что обуславливает нежелание компаний развивать биотопливную отрасль. В связи с этим стоит отметить, что в ближайшей перспективе биотопливо – это исключительно экспортоориентированная продукция.

Таким образом, как и любая только начинающаяся развиваться отрасль, биотопливная промышленность имеет ряд препятствий для своего становления, которые будут преодолеваться со временем и с увеличением объемов производства биотоплива. На первых этапах развития биотопливо может рассматриваться только как направление диверсификации бизнеса для производителей продукции АПК, способное повысить доходность основного производства.

Дальнейшее развитие тенденций на рынке биотоплива между Россией и азиатскими странами будет зависеть от нескольких ключевых драйверов.

1. Национальные политики, направленные на содействие возобновляемым источникам энергии, являются основополагающими для роста рынка. Правительства как России, так и стран Азии внедряют стимулы для производства биотоплива, включая субсидии, налоговые льготы и благоприятное законодательство. В частности, азиатские страны устанавливают портфели возобновляемых источников энергии, обязывая определенный процент потребления энергии обеспечивать за счёт биотоплива.

2. Инновации в технологиях производства биотоплива важны для повышения эффективности и снижения затрат. Прорывы в области технологии ферментации, обработки субстратов и оптимизации кормов могут сделать биотопливо более конкурентоспособным по сравнению с традиционными ископаемыми видами топлива. Россия все активнее инвестирует в исследования и разработки, сосредоточиваясь на следующем поколении биотоплив, включая целлюлозный этанол и топливо на основе водорослей.

3. Создание адекватной цепочки поставок и инфраструктуры критично для успешности рынка биотоплива. Инвестиции в транспортные сети, хранилища и перерабатывающие заводы повысят операционную эффективность и доступность рынка. Совместные проекты между Россией и азиатскими странами могут привести к значительным инфраструктурным улучшениям, что упростит торговые потоки. Примером таких инициатив является сотрудничество между Россией и странами Центральной Азии, где Россия помогает модернизировать энергетическую инфраструктуру, включая строительство новых объектов и газопроводов, что может способствовать также и развитию логистики для биотоплива. Другим примером является

проект «Китай – Монголия – Россия», в рамках которого обсуждается развитие транспортных и энергетических коридоров, что может улучшить торговлю и совместные проекты в области биотоплива, создавая устойчивую инфраструктуру для производства и распространения чистых источников энергии. Растущее мировое осознание проблемы изменения климата и настоятельная необходимость перехода на устойчивые источники энергии будут способствовать рынку биотоплива. Общественный спрос на чистые виды топлива формирует государственную политику в этой сфере и побуждает к инвестициям в биотоплива как жизнеспособные альтернативы ископаемым видам топлива.

4. Партнерство России с азиатскими странами может открыть новые возможности для трансфера технологий, совместных предприятий и торговых соглашений, которые укрепят рынок биотоплива. Совместные исследовательские усилия могут привести к инновациям в методах производства, повышая общую конкурентоспособность сектора.

С ростом рынка биотоплива между Россией и азиатскими странами возникнет несколько ключевых возможностей и вызовов, на которые необходимо найти ответ. Одной из основных возможностей для России станет существующий потенциал значительно увеличить свои экспортные поставки биотоплива на азиатские рынки, способствуя экономическому росту и созданию рабочих мест в этой отрасли. Этого можно будет достичь через разработку стратегических партнерств с азиатскими странами, инвестиции в инфраструктуру и улучшение торговых соглашений. Более того, возможность роста рынка биотоплива между Россией и азиатскими странами ожидается также в области разработки новых технологий и инновационных решений, таких как современные биотоплива и производство биомассы. Однако при этом необходимо будет справиться с проблемами, такими как высокие затраты, связанные с производством биотоплива, необходимость дополнительных инвестиций в инфраструктуру и возможные торговые барьеры и регуляторные препятствия. Кроме того, экологическими и социальными последствиями крупномасштабного производства биотоплива необходимо будет тщательно управлять, чтобы обеспечить его устойчивое и ответственное развитие. Чтобы решить эти вызовы, правительствам, отраслям и заинтересованным сторонам необходимо работать вместе для создания благоприятной среды, поддерживающей рост рынка биотоплива при минимизации его негативных последствий. Этого можно достичь путем разработки политики и нормативных актов, способствующих устойчивому производству биотоплива, инвестиций в исследования и разработки, а также создания партнерств и сотрудничества, способствующих обмену знаниями и трансферу технологий.

К основным условиям развития рынка биотоплива можно отнести ряд факторов.

Экономические соображения играют ключевую роль: волатильность цен на ископаемое топливо непосредственно влияет на привлекательность биотоплив как альтернативного источника энергии. Когда цены на нефть растут, биотопливо часто становится более привлекательным вариантом для потребителей и инвесторов, что приводит к увеличению спроса и, следовательно, инвестиций в производство биотоплива.

Кроме того, внедрение строгих экологических политик имеет решающее значение для формирования поддерживающей рыночной среды. Государства по всему миру все активнее принимают правила, направленные на снижение выбросов парниковых газов, включая механизмы ценообразования на углерод и мандаты на возобновляемые источники энергии, что стимулирует спрос на биотоплива, делая их более конкурентоспособными по сравнению с ископаемыми видами топлива [13].

Технологические инновации также играют важную роль в формировании индустрии биотоплива: достижения в области генетической инженерии, процессов ферментации и технологий переработки отходов в энергию повышают эффективность производства и снижают затраты, что делает производство биотоплива более жизнеспособным [14].

Наконец, общественное принятие имеет значительное влияние на использование биотоплива. По мере роста общественного осознания проблемы изменения климата и устойчивости окружающей среды, потребители становятся более склонными поддерживать возобновляемые энергетические решения. Это растущее принятие не только влияет на поведение потребителей, но и побуждает политиков приоритизировать инициативы в области возобновляемых источников энергии, создавая более благоприятную регуляторную среду для сектора биотоплива. Все эти факторы создают сложный ландшафт, который влияет на траекторию роста рынка биотоплива.

Рынок биотоплива сталкивается с несколькими ключевыми проблемами, требующими стратегических вмешательств для их преодоления и содействия его росту и устойчивости. Одна из основных проблем – высокие производственные затраты, которые возникают из-за расходов на закупку сырья, и сам процесс производства. Решение этой проблемы требует совместных усилий по улучшению сельскохозяйственных практик и оптимизации цепочек поставок, что позволит снизить затраты и повысить прибыльность. Еще одним значительным барьером является необходимость инвестиций в инфраструктуру: нехватка адекватных транспортных и перерабатывающих мощностей сдерживает расширение рынка. Для преодоления этой проблемы необходимо развивать государственно-частные партнерства для увеличения инвестиций в инфраструктуру, что будет способствовать развитию рынка. Кроме того, индустрия должна справляться с экологическими проблемами устойчивости, связанными с крупномасштабным производством биотоплива. Реализация устойчивых сельскохозяйственных практик и содействие ответственному использованию земли будут критически важны для смягчения негативных экологических последствий и обеспечения долгосрочной жизнеспособности инициатив по биотопливу. Более того, регуляторные барьеры представляют собой трудности для торговли и доступа к рынку, поскольку наличие различных регуляций и стандартов в разных странах может создавать препятствия. Установление согласованных правил будет важным фактором для облегчения торговли биотопливом и обеспечения согласованности на рынках. Несмотря на эти вызовы, существуют значительные возможности для сотрудничества, особенно между Россией и азиатскими странами. Создание партнерств для трансфера технологий, инвестиции в исследования и разработки, а также содействие устойчивым практикам могут позволить обоим регионам воспользоваться выгодами растущего рынка биотоплива, содействуя инновациям и повышая производственные возможности.

Прогнозы на перспективы развития рынка биотоплива между Россией и азиатскими странами показывают значительный его рост. Согласно отчётам, мировой рынок биотоплива, включая азиатский регион, в 2022 г. был оценен в 90,9 млрд долл. США и ожидается, что к 2030 г. он достигнет 208,0 млрд долл. США, что означает среднегодовой темп роста (CAGR) в 10,9 % с 2023 по 2030 г. [2].

Таким образом, для более полного раскрытия перспектив развития рынка биотоплива России и азиатских стран необходимо акцентировать внимание на нескольких ключевых направлениях (среди которых особенно выделяется роль рапса как важной энергетической культуры).

Увеличение производства биоэтанола и биодизеля. В странах Азии, таких как Китай, Индонезия и Индия, активно развиваются проекты по увеличению производства биотоплива на основе сельскохозяйственных отходов и традиционных культур, таких как сахарный тростник и кукуруза. В России также происходит расширение мощностей по производству биоэтанола из зерновых и сахарной свеклы, а также биодизеля, что способствует росту экспортного потенциала и укреплению позиций на азиатских рынках.

Перспективные сельскохозяйственные культуры. Рапс является одной из наиболее перспективных культур для производства биодизеля как в России, так и в других странах. Это связано с высокой масличностью растения и его относительной неприхотливостью в выращивании. Важность рапса для России заключается не только в его применении для производства

биотоплива, но и в использовании в изготовлении кормов для скота, что дополнительно повышает его экономическую ценность и способствует созданию устойчивой сельскохозяйственной модели.

Технологические инновации и обмен знаниями. Сотрудничество между Россией и азиатскими странами в области технологий переработки отходов и разработки новых методов получения биотоплива, включая использование водорослей и переработку древесных остатков, создаёт основу для инновационного развития сектора. Это способствует росту производства, снижению затрат и повышению эффективности.

Государственная поддержка и экологические инициативы. Важную роль в развитии сектора играет государственная поддержка, включая увеличение финансирования биотопливной отрасли и экологически чистых технологий [15]. Это способствует привлечению инвестиций в инфраструктуру переработки биомассы и аграрные проекты по созданию новых сортов растений, эффективных для получения биотоплива.

Акцент на обеспечении устойчивости и инновационных подходах в производстве биотоплива, включая использование рапса и других энергетических культур, создает огромный потенциал для долгосрочного роста рынка и укрепления позиций России в частности на азиатских рынках биотоплива [16].

Подводя итог, на основании проведённого исследования можно сформулировать ряд выводов.

1. Рынок биотоплива между Россией и азиатскими странами находится на пороге значительного роста, поддерживаемого благоприятными государственными политиками, технологическими достижениями и растущим спросом на устойчивые источники энергии. Хотя такие проблемы, как производственные затраты, потребности в инфраструктуре и регуляторные барьеры, всё ещё имеют место, возможности для сотрудничества, инноваций и расширения рынка значительны.

2. Особенно активно развивается рынок биотоплива в странах Азии, таких как Китай, Индия и Индонезия, где отмечается рост спроса на возобновляемые источники энергии в ответ на экологические и энергетические вызовы региона. Эти страны активно увеличивают внутреннее производство биотоплива и сокращают зависимость от импорта, что создаёт значительные возможности для России как ключевого поставщика сырья и технологий для производства биотоплива.

3. Россия обладает значительными природными ресурсами, включая обширные леса, плодородные сельскохозяйственные земли и благоприятный климат для производства биомассы, что способствует ее потенциалу в области биотоплива. Страна в основном сосредоточена на производстве биоэтанола и биодизеля. По состоянию на 2023 г. биотопливная отрасль России устойчиво развивалась благодаря внедрению ряда государственных политик, стимулирующих рост сектора, таких как налоговые льготы, субсидии для производителей биотоплива и установление национальных стандартов, направленных на содействие устойчивости отрасли.

4. Сравнительный анализ тенденций рынка биотоплива между Россией и азиатскими странами выявляет заметные различия в производственных мощностях, технологических достижениях и регуляторных рамках. В то время как Россия получает выгоду от обширных природных ресурсов и поддерживающей политической среды, азиатские страны используют свои передовые технологические возможности и разнообразие сырьевых материалов для стимулирования роста рынка.

5. В качестве ключевых факторов развития рынка биотоплива между Россией и странами Юго-Восточной Азии можно выделить: необходимость сокращения зависимости от ископаемого топлива, нарастающую экологическую повестку, потенциал России в увеличении объемов производства продукции растениеводства и ее глубокой переработки, рост спроса на биотопливо со стороны азиатских стран, потребность в переработке отходов сельскохозяйственного производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Биотопливо*. Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: https://old.bigenc.ru/technology_and_technique/text/3878201 (дата обращения: 14.02.2025).
2. *Биотопливо* из возобновляемого сырья: перспективы производства и потребления / А. Н. Иванкин, А. Д. Неклюдов, Н. А. Горбунова [и др.] // Вестник МГУЛ. – 2008. – № 6. – С. 91–95.
3. Семенов К. С. Возобновляемые источники сырья. Биотопливо // Молодой ученый. – 2022. – № 27 (422). – С. 34–37.
4. *Энергетическая стратегия России на период до 2035 года* [Электронный ресурс]: утверждена распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р. – Министерство энергетики РФ, 2020. – С. 42–47. – URL: <https://minenergo.gov.ru/ministry/energy-strategy?ysclid=m7t9f39vle278084620> (дата обращения: 15.12.2024).
5. *Биотопливо: перспективы, риски и возможности* // Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства / Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. – Рим, 2008. – 159 с. – ISBN 978-92-5-405980-4.
6. *Топливо, растущее на поле* [Электронный ресурс] // Поле.рф. – URL: <https://поле.рф/journal/publication/2400> (дата обращения: 15.12.2024).
7. Титова Е. С., Сивак Е. Д. Анализ нормативно-правового регулирования производства биотоплива в России и мире [Электронный ресурс] // Отходы и ресурсы: интернет-журнал. – 2020. – № 1. – URL: <https://resources.today/PDF/04ECOR120.pdf> (дата обращения: 5.01.2025).
8. *Биодизель* может стать драйвером развития сельского хозяйства. OleoScope. [Электронный ресурс]. – URL: <https://oleoscope.com/analytics/biodiesel-moget-stat-draiverom-razvitiya/?ysclid=m74a70tgnc836663389> (дата обращения: 15.01.2024).
9. *Размер рынка биотоплива*. Global Market Insight. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/biofuel-market> (дата обращения: 12.11.2024).
10. Gallagher E. The Economics of Biofuels. – Cambridge University Press, 2019. – 178 p.
11. Шеламова Н.А., Покровская С. Ф. Тенденции развития мирового рынка рапса и продуктов его переработки // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2018. – № 1. – С. 45–53.
12. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И. Экономическое обоснование внутрихозяйственного производства и применение биотоплива на основе рапсового масла // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. – 2021. – № 1 (31). – С. 104–107.
13. *The global energy challenge: second-generation feedstocks on marginal lands for a sustainable biofuel production* [Electronic resource] C. Russo, V. Cirillo, N. Pollaro, [et al.] // Chem. Biol. Technol. Agric. – 2025. – Vol. 12, – No. 10. URL: <https://doi.org/10.1186/s40538-025-00729-7> (date of treatment: 12.11.2024).
14. *Biofuels and their connections with the sustainable development goals: a bibliometric and systematic review* / M. T. Nazari, J. Mazutti, L. G. Basso [et al.] // Environ. Dev. Sustain. – 2021. – No. 23. – P. 39–56.
15. Eswaran N., Parameswaran S., Johnson T. S. Biofuels and Sustainability // Methods in Molecular Biology / J. M. Walker (ed). – 2020. – Vol. 2290. – P. 317–342. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1323-8_20.
16. Nigam P. S., Singh A. Production of liquid biofuels from renewable resources // Progress in Energy and Combustion Science. – 2011. – Vol. 37. – P. 52–68.
17. Гончаров С. В., Карпачев В. В. Перспективы развития биодизеля в России // Масличные культуры. – 2021. – № 3 (187). – С. 71–76.
18. *Отходы, ферменты и биотопливо: в России с 2025 будут развивать биоэкономику* [Электронный ресурс] // БКС ЭКСПРЕСС. – URL: <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/otkhody-fermenty-i-biotoplivo-v-rossii-s-2025-budut-razvivat-bioekonomiku> (дата обращения: 14.02.2025).
19. Awasthia D., Shanmugam K. T. Advanced biofuels: Perspectives and possibilities // Advanced Biofuel Technologies. – LBL Publications, 2022. – P. 12–20.
20. *Fungal Biofuels: Innovative Approaches* [Electronic resource] / S. Raven, A. Francis, C. Srivastava [et al.] // Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi. – 2019. – P. 385–405. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-14846-1_13 (date of treatment: 14.02.2025).
21. Добрянская С. Л., Петухова М. С. Органическое земледелие как одно из приоритетных направлений устойчивого развития сельского хозяйства Новосибирской области // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 2 (386). – С. 129–132.

22. Петухова М. С. Прогнозная оценка рынков инновационных технологий для зерновой отрасли России // АПК: экономика, управление. – 2021. – № 4. – С. 51–56.

REFERENCES

1. *Biotoplivo* (Biofuel) Bol'shaya rossijskaya enciklopediya, available at: https://old.bigenc.ru/technology_and_technique/text/3878201 (February 14, 2025).
2. Ivankin A. N., Neklyudov A. D., Gorbunova N. A., Baburina M. I., Gorohov D. G., *Vestnik MGUL*, 2008, No. 6, pp. 91–95. (In Russ.)
3. Semenov K. S. *Molodoj uchenyj*, 2022, No. 27 (422), pp. 34–37. (In Russ.)
4. *Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2035 goda* (Russia's Energy Strategy for the period until 2035), available at: <https://minenergo.gov.ru/ministry/energy-strategy?ysclid=m7t9f39vle278084620> (December 15, 2024).
5. *Polozhenie del v oblasti prodovol'stviya i sel'skogo hozyajstva*, Rim, 2008, 159 p., ISBN 978-92-5-405980-4.
6. *Pole.rf*, available at: <https://pole.rf/journal/publication/2400> (December 15, 2024).
7. Titova E. S., Sivak E. D., *Othody i resursy: internet-zhurnal*, 2020, No. 1, available at: <https://resources.today/PDF/04ECOR120.pdf> (January 5, 2025).
8. *OleoScope*, available at: <https://oleoscope.com/analytics/biodiesel-moget-stat-draiverom-razvitiya/?ysclid=m74a70tgnc836663389> (January 5, 2024).
9. *Global Market Insight*, available at: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/biofuel-market> (November 12, 2024).
10. Gallagher E. *The Economics of Biofuels*, Cambridge University Press, 2019, 178 p.
11. Shelamova N.A., Pokrovskaya S. F., *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom hozyajstve*, 2018, No. 1, pp. 45–53. (In Russ.)
12. Shekihachev Yu. A., Batyrov V. I., *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V. M. Kokova*, 2021, No. 1 (31), pp. 104–107. (In Russ.)
13. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40538-025-00729-7> (November 12, 2024).
14. Nazari M. T., Mazutti J., Basso L. G. [et al.], Biofuels and their connections with the sustainable development goals: a bibliometric and systematic review, *Environ. Dev. Sustain*, 2021, No. 23, P. 39–56.
15. Eswaran N., Parameswaran S., Johnson T. S., Biofuels and Sustainability, *Methods in Molecular Biology*, Walker J. M. (ed), 2020, Vol. 2290, P. 317–342, DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1323-8_20.
16. Nigam P. S., Singh A., Production of liquid biofuels from renewable resources, *Progress in Energy and Combustion Science*, 2011, Vol. 37, P. 52–68.
17. Goncharov S. V., Karpachev V. V., *Maslichnye kul'tury*, 2021, No. 3 (187), pp. 71–76. (In Russ.)
18. Available at: <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/otkhody-fermenty-i-biotoplivo-v-rossii-s-2025-budut-razvivat-bioekonomiku> (February 14, 2025).
19. Awasthia D., Shanmugam K. T., Advanced biofuels: Perspectives and possibilities, *Advanced Biofuel Technologies*, LBL Publications, 2022, Pp. 12–20.
20. Raven S., Francis A., Srivastava C. [et al.], Fungal Biofuels: Innovative Approaches, *Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi*, 2019, P. 385–405, available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-14846-1_13 (February 14, 2025).
21. Dobryanskaya S. L., Petuhova M. S., *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal*, 2022, No. 2 (386), pp. 129–132. (In Russ.)
22. Petuhova M. S. *APK: ekonomika, upravlenie*, 2021, No. 4, pp. 51–56. (In Russ.)