

УДК 338:620.92

<http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-7-781-790>

Особенности производства и использования транспортного биотоплива в отдельных развивающихся странах (часть I)

Максим Сергеевич Головин^{1✉}, Никита Николаевич Дудкин², Алина Сергеевна Печатнова³

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия, maks_golovin@inbox.ru✉

² НПК «Экология», Мытищи, Московская область, Россия, jstdoo@yandex.ru

³ ООО «ГидроПромАппарат», Тамбовский район, Тамбовская область, Россия, asptmb2002@gmail.com

Аннотация

Цель. Выявить особенности производства и использования транспортного биотоплива в отдельных развивающихся странах, а также оценить потенциал развития биоэтанольной отрасли в Российской Федерации (РФ).

Задачи. Обобщить опыт производства и использования транспортного биотоплива в Бразилии, Китае и Индонезии; определить специфику развития биотопливной отрасли в указанных развивающихся странах.

Методология. В процессе исследования применены методы системного анализа, сравнительного анализа, метод экспертных оценок, математический, статистический.

Результаты. Показана специфика развития биотопливной отрасли в Бразилии, Китае и Индонезии. Производство и использование транспортного биотоплива в этих странах осуществляется в рамках системной государственной политики, сфокусированной на диверсификации энергопотребления, продвижении возобновляемых источников энергии, снижении выбросов загрязняющих веществ и стимулировании экономического роста. Определены возможности и риски развития производства и использования транспортного биотоплива. К возможностям следует отнести в первую очередь формирование дополнительного спроса на сельскохозяйственную продукцию (в том числе отходы) и снижение выбросов углекислого газа транспортным сектором. Вместе с тем производство транспортного биотоплива первого поколения может отрицательно воздействовать на продовольственную безопасность, переориентируя сельхозпроизводителей с производства «продовольствия» на производство «сырья для энергетического сектора», и естественные природные экосистемы, способствуя вовлечению в сельскохозяйственный оборот новых земельных участков.

Выводы. Системный анализ накопленного опыта производства и использования транспортного биотоплива в Бразилии, Китае и Индонезии свидетельствует о перспективности развития биоэтанольной отрасли в России. В то же время реализация данного направления не должна способствовать усилению антропогенного воздействия на окружающую среду и отрицательно сказываться на доступности продовольствия.

Ключевые слова: энергетика, биотопливо, биоэтанол, биодизель, возобновляемые источники энергии, Китай, Бразилия, Индонезия, Российская Федерация

Для цитирования: Головин М. С., Дудкин Н. Н., Печатнова А. С. Особенности производства и использования транспортного биотоплива в отдельных развивающихся странах (часть I) // Экономика и управление. 2024. Т. 30. № 7. С. 781–790. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-7-781-790>

Specific features of production and use of transport biofuels in selected developing countries (part I)

Maksim S. Golovin¹✉, Nikita N. Dudkin², Alina S. Pechatnova³

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, maks_golovin@inbox.ru✉

² CJSC «Research and Production Company “Ecology”», Mytishi, Moscow region, Russia, jstdoo@yandex.ru

³ LLC “GidroPromApparat”, Tambov DC, Tambov region, Russia, asptmb2002@gmail.com

Abstract

Aim. To identify specific features of production and use of transportation biofuels in selected developing countries, as well as to assess the potential of bioethanol industry development in the Russian Federation (RF).

Objectives. To generalize the experience of production and use of transport biofuels in Brazil, China and Indonesia; to determine the specifics of biofuel industry development in the mentioned developing countries.

Methods. The methods of system analysis, comparative analysis, method of expert evaluations, mathematical, statistical methods were applied in the process of research.

Results. The specificity of biofuel industry development in Brazil, China and Indonesia is shown. The production and use of transportation biofuels in these countries is carried out within the framework of a systemic state policy focused on diversification of energy consumption, promotion of renewable energy sources, reduction of pollutant emissions and stimulation of economic growth. Opportunities and risks for the development of production and use of transportation biofuels have been identified. The opportunities include, first of all, the formation of additional demand for agricultural products (including waste) and reduction of carbon dioxide emissions from the transport sector. At the same time, the production of first-generation transportation biofuels can negatively affect food security, reorienting agricultural producers from the production of “food” to the production of “raw materials for the energy sector”, and natural ecosystems, contributing to the involvement of new land plots in agricultural turnover.

Conclusions. System analysis of the accumulated experience of production and use of transport biofuels in Brazil, China and Indonesia indicates the promising development of bioethanol industry in Russia. At the same time, the realization of this direction should not contribute to the strengthening of anthropogenic impact on the environment and adversely affect the availability of food.

Keywords: energy, biofuels, bioethanol, biodiesel, renewable energy sources, China, Brazil, Indonesia, Russian Federation

For citation: Golovin M.S., Dudkin N.N., Pechatnova A.S. Specific features of production and use of transport biofuels in selected developing countries (part I). *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2024;30(7):781-790. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-7-781-790>

Введение

Несмотря на то, что в Российской Федерации (РФ) транспортное биотопливо практически не производится и не применяется (за исключением отдельных пилотных проектов), исследование зарубежного опыта в данной области видится актуальным. Это обусловлено принятием Россией обязательств по сокращению эмиссии парниковых газов и необходимостью формирования дополнительных источников спроса на сельскохозяйственную продукцию. Последнее предопределено экономической войной с западными странами, в условиях которой следует учитывать риски ужесточения санк-

ционного режима. В 2024 г. страны Европейского союза (ЕС) ввели заградительные импортные пошлины по отношению к поставкам зерна, масличных и продуктов их переработки из России [1]. В долгосрочном периоде неизбежна реализация принятого в 2023 г. в США законопроекта No Russian Agriculture Act, целью которого является «снижение зависимости от поставок продовольствия из России» [2].

Обратной стороной рекордных показателей экспорта российского зерна, достигнутых в последние годы, выступает зависимость отечественных сельхозпроизводителей от спроса зарубежных покупателей. Разрушение цепочек экспортных поставок,

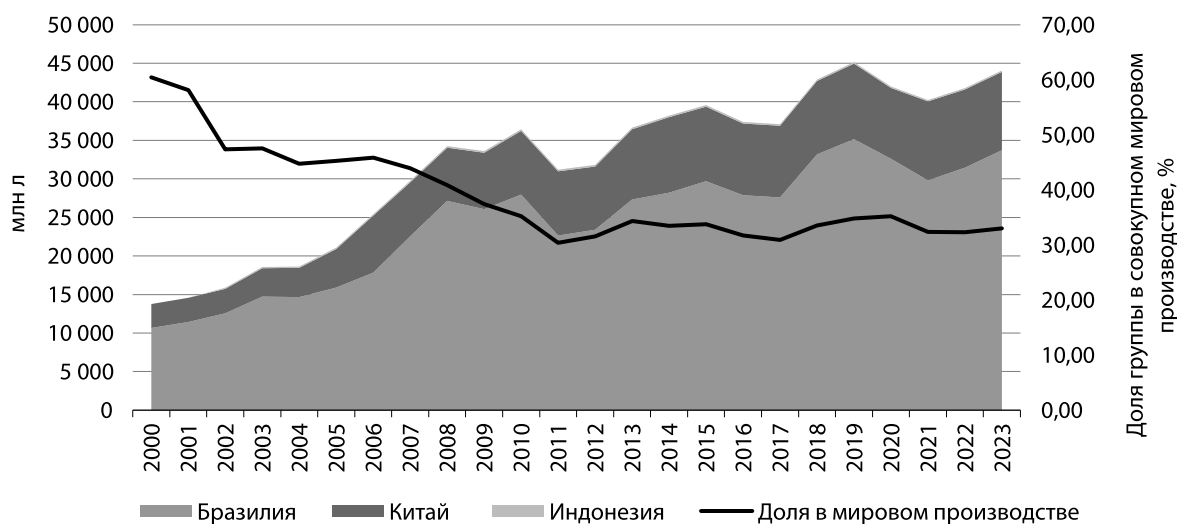


Рис. 1. Совокупное производство биоэтанола в Бразилии, Китае и Индонезии, 2000–2023 гг.

Fig. 1. Total bioethanol production in Brazil, China and Indonesia, 2000–2023

Источник: составлено авторами на основе данных OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032. URL: <https://stats.oecd.org> (дата обращения: 03.06.2024).

вызванное ужесточением санкционного режима, неизбежно приведет к затовариванию внутреннего рынка и кризису перепроизводства. В данных обстоятельствах производство биоэтанола из зерновых культур может быть компонентом антикризисной отраслевой стратегии.

Рост производства и использования транспортного биотоплива в развивающихся странах наблюдается уже на протяжении нескольких десятилетий. Особо в данной группе стран можно выделить Бразилию, Китай и Индонезию¹. Опыт, накопленный за длительное время осуществления системной государственной отраслевой политики в указанных государствах, свидетельствует об интересных возможностях использования биотопливной отрасли в качестве драйвера для развития экономики.

К основным разновидностям транспортного биотоплива, получившим наибольшее распространение в перечисленных странах, относятся биоэтанол и биодизель первого поколения². В Бразилии и Китае предпринимаются по-

пытки (небезуспешные) стимулировать производство и использование транспортного биотоплива второго поколения³. Данные попытки сфокусированы на развитии капиталоемкой химической промышленности и экономически эффективной утилизации отходов.

Сравнительный анализ прогнозов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) позволяет предположить, что в среднесрочной перспективе биотопливная отрасль по-прежнему будет основана на сельскохозяйственном «продовольственном» сырье⁴. Пилотные проекты и научные разработки, сфокусированные на производстве биотоплива из ятрофы, мискантуса, водорослей и др.⁵, не получают широкого распространения в среднесрочной перспективе.

Масштабное развитие биотопливной отрасли началось именно с развивающихся стран. Так, в 1970–1990 гг. Бразилия была крупнейшим мировым производителем и потребителем биоэтанола, и лишь с 2000-х гг.

³ Производство такого биотоплива подразумевает использование в качестве сырья «непродовольственной» биомассы.

⁴ Произведен анализ прогнозов OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032, OECD-FAO Agricultural Outlook 2022–2031, OECD-FAO Agricultural Outlook 2021–2030. URL: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook_19991142 (дата обращения: 03.06.2024).

⁵ Включая сорное растение борщевик Сосновского, представляющее опасность не только для человека, но и для естественных природных экосистем.

¹ По состоянию на 2022 г. данные страны входят в пятерку крупнейших мировых производителей транспортного биотоплива, по данным The Energy Institute. URL: <https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads> (дата обращения: 20.05.2024).

² Их производство подразумевает использование в качестве сырья сельскохозяйственных «продовольственных» культур.

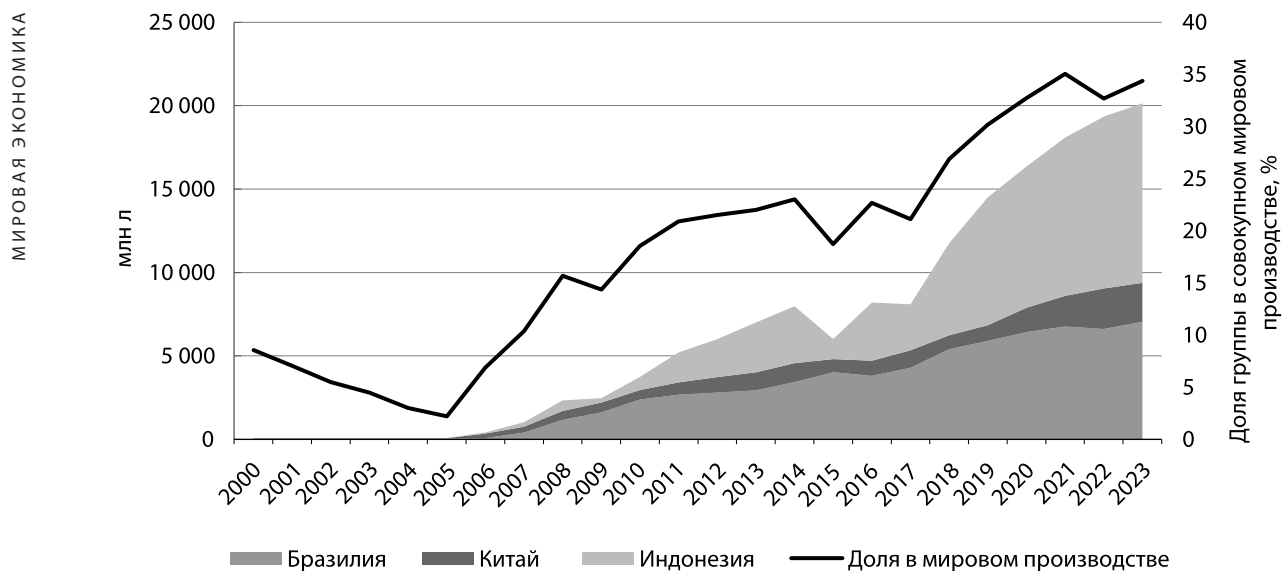


Рис. 2. Совокупное производство биодизеля в Бразилии, Китае и Индонезии, 2000–2023 гг.
Fig. 2. Total production in Brazil, China and Indonesia, 2000–2023

Источник: составлено авторами на основе данных OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032. URL: <https://stats.oecd.org> (дата обращения: 03.06.2024).

постепенно уступила данную позицию США. В настоящее время на Бразилию, Китай и Индонезию приходится около 33 % совокупного мирового производства биоэтанола, как видно на рисунке 1. При этом в Индонезии это направление пока не достигло показателей, сопоставимых с Бразилией и Китаем.

Производство биодизеля в указанных странах интенсивно развивается с середины 2000-х гг. Индонезия за это время стала одним из мировых лидеров в биодизельной отрасли. Уверенно растет производство данного энергоносителя в Бразилии. Китай существенно продвинулся в производстве биодизеля из жировых отходов пищевой и перерабатывающей промышленности. В настоящее время доля исследуемой группы стран в совокупном мировом производстве биодизеля составляет около 34 %, что отражено на рисунке 2.

Глубокая взаимосвязь биотопливной отрасли с сельским хозяйством включает в себе как возможности, так и риски. К возможностям следует отнести прежде всего способность биотопливной отрасли формировать дополнительный спрос на зерновые, сахаросодержащие и масличные культуры. Эта же особенность несет риски в сфере продовольственной безопасности и в области устойчивого развития (в первую очередь в виде угрозы уничтожения естественных природных экосистем). Анализ опыта Бразилии, Китая и Индонезии отражает выявленную специфику.

Опыт Бразилии

Пионером в развитии производства и использования транспортного биотоплива выступает Бразилия, инициировавшая первую в мире государственную отраслевую программу еще в первой половине XX в. На начальном этапе (с момента создания в 1933 г. Института сахара и этанола (ИАА) до 1975 г.) основной задачей государственного регулирования производства и использования биоэтанола в Бразилии было снижение волатильности на рынке сахара [3, р. 3]. Уже в этот период систематически начали применять нормы обязательного содержания биоэтанола в бензине, а также инструменты координации деятельности производителей.

В 1975 г. в Бразилии была разработана программа Proalcool. Ее приоритетом, наряду с поддержкой и стимулированием сахарной отрасли, стала задача диверсификации структуры энергопотребления и снижения зависимости от импорта нефти [3]. Согласно данной программе, к 1977 г. нормы обязательного содержания биоэтанола в бензине должны были составить 4,5 %, а в последующие годы увеличиться до 20 % [3, р. 4]. В 80-х гг. XX в. в рамках программы Proalcool начали активно применяться дополнительные инструменты государственной поддержки:

а) требования к автопроизводителям в аспекте необходимости обеспечивать

техническую совместимость транспортного средства и стандарта топливной смеси E100 (чистый биоэтанол без содержания бензина);

б) поддержка инфраструктуры дистрибуции биоэтанола;

в) субсидирование сельхозпроизводителей — поставщиков сырья для производства биоэтанола;

г) субсидирование производителей биоэтанола;

д) налоговые льготы для потребителей биоэтанола, включающие в себя как преференциальный налоговый режим для собственника транспортного средства, способного использовать в качестве моторного топлива чистый биоэтанол, так и пониженные налоговые ставки на биоэтанол по сравнению с налоговыми ставками на бензин [3, р. 4–5].

Масштаб и системность государственной отраслевой политики привели к тому, что к концу 80-х гг. XX в. доля биоэтанола в совокупном энергопотреблении легковыми автомобилями превышала 50 % [3, р. 4]. Однако падение мировых цен на нефть, рост мировых цен на сахар и сокращение государственной поддержки привели к стагнации в отрасли с 1990 по 2002 г. Ситуация начала изменяться с 2003 г., когда власти Бразилии вернулись к активному субсидированию биоэтанольной отрасли, а также ввели в 2005 г. нормы обязательного содержания биодизеля в топливных смесях с традиционным дизельным топливом [3, р. 11].

За последние два десятилетия государственная отраслевая политика в Бразилии претерпевала существенные изменения как в целях, на достижение которых направлено производство и использование транспортного биотоплива, так и в механизмах государственной поддержки. Следует выделить приоритизацию вопроса о достижении углеродной нейтральности к 2050 г.¹ Так, программа RepovaBio, введенная в действие в 2019 г., служит важнейшим компонентом стратегии декарбонизации транспортного сектора Бразилии. Данная программа предполагает особое внимание к вопросам устойчивости производства транспортного биотоплива, которое не должно сопровождаться сокращением лесного покрова и уничтожением естественных природных экосистем [4, р. 4].

¹ Указанное обязательство Бразилия взяла на себя в рамках Парижского соглашения по климату от 2015 г.

Основными механизмами государственной поддержки биотопливной отрасли являются нормы обязательного содержания биотоплива в смесях с традиционными видами моторного топлива (на 2023 г. эти нормы составляли E27 для биоэтанола, B12 — для биодизеля) [4, р. 8, 14]. Обратим внимание на то, что нормы обязательного содержания биотоплива могут корректироваться в зависимости от прогнозируемой рыночной конъюнктуры, в том числе на рынках сельскохозяйственного сырья².

Помимо механизмов государственной поддержки, которые характеризуются административно-регулирующим характером воздействия, применяют стимулирующие механизмы. К наиболее важным следует отнести налоговые льготы, субсидированное кредитование, таможенно-тарифную защиту внутреннего рынка и сертификацию жизненного цикла биотоплива (с целью оценки эффектов сокращения эмиссии углеродных единиц и минимизации антропогенного воздействия на естественные природные экосистемы) [4, р. 5, 10–14]. Используют указанные механизмы гибко, в соответствии с актуальными отраслевыми задачами.

В 2023 г. в Бразилии, по оценкам USDA, произведено 32,95 млрд литров биоэтанола³ и 7,1 млрд литров биодизеля [4, р. 5, 10–14]. К основным разновидностям сырья, используемого в производстве, относятся сахарный тростник, отходы сахарной промышленности, кукуруза, соевое масло и жировые отходы пищевой и перерабатывающей промышленности. Такое масштабное функционирование биотопливной отрасли в целом позволяет:

а) поддерживать приемлемый уровень цен на базовые сельскохозяйственные культуры в сезонах с неблагоприятной рыночной конъюнктурой;

б) стимулировать сельхозпроизводителей к увеличению выпуска базовых сельскохозяйственных культур;

в) вовлекать в экономический оборот и эффективно утилизировать отходы;

г) увеличивать выпуск побочной продукции (в первую очередь высокопротеиновых кормов для сельскохозяйственных животных).

² Так, минимальное содержание биоэтанола в бензине может варьироваться от 18 % до 27,5 %, а минимальное содержание биодизеля в дизельном топливе установлено в 2024 г. на уровне 14 %.

³ Производство биоэтанола именно для использования в качестве моторного топлива оценивается примерно в 29,9 млрд литров.

За это продолжительное время развития биотопливной отрасли в научной среде сформировались разные точки зрения относительно вопросов об изменении структуры землепользования и обеспечении продовольственной безопасности [5, р. 1–2; 6, р. 117; 7, р. 2; 8, р. 595–596]. Так, расширение площадей земель сельскохозяйственного назначения с целью производства транспортного биотоплива в Бразилии зачастую происходило за счет сокращения площадей естественных природных экосистем. Кроме того, сельхозпроизводители могли «переключаться» с производства продовольственной продукции на производство сырья для энергетики.

Опыт Китая

Опыт Китая в развитии биотопливной отрасли частично перекликается с опытом Бразилии, но имеет ряд существенных отличий. Системная государственная политика по стимулированию производства и использования биоэтанола начала осуществляться в начале 2000-х гг. и характеризовалась уникальной целью: переработкой находящихся в резервном фонде зерновых культур, утрачивающих за время хранения качество и потребительские характеристики [9, р. 74]. Поскольку объемы данного фонда значительны¹, а управление резервным фондом служит компонентом государственной политики интервенций на рынке зерна, экономически эффективная утилизация некачественных переходящих запасов расширяет возможности отраслевого регулятора воздействовать на рыночную конъюнктуру.

Впоследствии перечень задач, на решение которых направлено развитие производства и использования биоэтанола, расширился, и в настоящее время он сфокусирован в том числе на защите окружающей среды (в первую очередь через сокращение выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом); диверсификации энергопоставок и сокращении зависимости от импорта энергоносителей; сокращении эмиссии парниковых газов [10, р. 3–4]. Механизмы государственной поддержки биоэтанольной отрасли, применяемые в Китае, схожи с механизмами государственной поддержки, применяемыми в Бразилии. В основе

¹ По разным оценкам, объемы резервного фонда зерна в КНР могут превышать 400 млн т единовременного хранения.

лежат нормы обязательного минимального содержания биоэтанола в топливных смесях с бензином², действие которых усиливается субсидиями и таможенно-тарифной защитой внутреннего рынка [11, р. 2–6].

В последние несколько лет субсидирование производства и использования биоэтанола первого поколения практически не осуществляется, в отличие от субсидирования производства и использования биоэтанола поколения 1.5 и второго поколения [12]³. Стремление органов власти развивать производство биоэтанола поколения 1.5 и второго поколения объясняется необходимостью минимизировать риски в области обеспечения продовольственной безопасности, возникающие вследствие существенного роста спроса на традиционные зерновые сельскохозяйственные культуры, обусловленного развитием биоэтанольной отрасли. Масштабных результатов пока не достигнуто в данном случае, но реализация указанных направлений позволяет:

а) стимулировать экономическое развитие отдельных сельских районов за счет формирования спроса на нишевые сельскохозяйственные культуры;

б) эффективно утилизировать отходы;

в) стимулировать развитие сложных химических производств, способствовать развитию инновационных технологий⁴.

Важную роль в производстве и использовании биоэтанола играют государственные корпорации, учитывающие пятилетние государственные планы по развитию отрасли. Специалисты Международного энергетического агентства обращают внимание на то, что все мощности по производству биоэтанола находятся в собственности данных организаций [13]. В поставках зернового сырья (из которого и производятся основные объемы биоэтанола), а также реализации топливных смесей конечному потребителю определяющую роль также играют государственные корпорации.

² Действие данных норм не распространяется на все провинции Китая.

³ К поколению 1.5 в Китае относится биотопливо, произведенное из кассавы и ятрофы; к поколению 2 в Китае относится биотопливо, произведенное из «непродовольственной» биомассы.

⁴ Например, производственные мощности завода Shandong Longlive Bio-technology Co. Ltd рассчитаны на производство биоэтанола и пищевых добавок (ксилита, ксилозы и др.). URL: <http://www.longlivegroup.com/col.jsp?id=106> (дата обращения: 03.06.2024).

Биодизельная отрасль в Китае менее развита по сравнению с биоэтанольной. Практически весь объем производимого биодизеля экспортируется в зарубежные страны (в первую очередь в страны ЕС), а внутреннее потребление осуществляется преимущественно в сферах деятельности, не связанных с дорожным транспортом [11, р. 13–14]. Основная причина этого обстоятельства заключается в ограниченных масштабах государственной поддержки биодизельной отрасли. Отличительной чертой китайского опыта в данном направлении является успешная реализация стратегии производства биодизеля именно второго поколения: биодизель производится в основном из жировых отходов пищевой и перерабатывающей промышленности.

В 2023 г. в Китае, по оценкам USDA, произведено 12 млрд литров биоэтанола¹ и 3,3 млрд литров биодизеля [4, р. 9, 13]. В долгосрочной перспективе потенциал развития биотопливной отрасли зависит от государственной поддержки, и вместе с тем он ограничен приоритизацией целей в области обеспечения продовольственной безопасности [14, р. 1–2; 15, р. 500–501; 16, 939].

Опыт Индонезии

В отличие от Бразилии и Китая, биотопливная отрасль в Индонезии практически полностью основана на производстве и использовании биодизеля. Следует особенно подчеркнуть, что в данной стране развитие биодизельной отрасли нанесло значительный урон естественным природным экосистемам за счет изменения структуры землепользования.

Государственная политика по развитию биотопливной отрасли начала осуществляться в Индонезии в 2006 г. [17, р. 4]. За прошедшее время попытки стимулировать производство и использование биоэтанола в качестве моторного топлива предпринимали несколько раз. К значительным успехам они пока не привели. Но с 2023 г. национальная государственная нефтяная корпорация стала активно продвигать стандарт Е5 на отдельных региональных топливных рынках страны (на острове Ява) [18, р. 13]. В целом спиртовая промышленность в Индонезии сфокусирована на выпуске продукции

¹ Производство биоэтанола именно для использования в качестве моторного топлива оценивают примерно в 4 млрд литров.

для пищевых, фармацевтических, косметических и химических целей.

Однако в развитии биодизельной отрасли Индонезия достигла заметных результатов. Эту страну считают мировым лидером по производству и использованию биодизеля, которая значительно опережает США и Бразилию, несколько уступая ЕС (если рассматривать экономический союз как единое целое)². Цели государственной политики в данном направлении включают в себя борьбу с бедностью и безработицей; стимулирование спроса на пальмовое масло; снижение зависимости от импорта нефти; диверсификацию энергопоставок и снижение потребления ископаемого топлива; снижение выбросов парниковых газов [18, р. 4].

Механизмы государственной поддержки биотопливной отрасли действуют по похожему принципу, рассмотренному в процессе анализа опыта Бразилии и Китая. В основе находится норма обязательного содержания биодизеля в топливных смесях с традиционным дизельным топливом, формирующая предсказуемый спрос. В настоящее время данная норма составляет 35 %, и в среднесрочной перспективе планируется ее повышение [18, р. 4]. Помимо указанного инструмента регулирования, национальные органы власти применяют стимулирующие субсидии и таможенно-тарифную защиту внутреннего рынка. В среднесрочной перспективе распространение получают механизмы сертификации транспортного биотоплива на соответствие критериям устойчивости.

Спецификой именно индонезийского опыта развития биодизельной отрасли является применение экспортных пошлин как на сырье, из которого изготавливают биодизель, так и на готовое биодизельное топливо. Экспортные пошлины применяют даже в отношении жировых отходов пищевой и перерабатывающей промышленности. К главным целям таких мер отнесены формирование источников финансирования для программ по субсидированию энергетической отрасли и сельского хозяйства (в том числе биодизельной отрасли и производства пальмового масла), а также смягчение воздействия изменений внешней конъюнктуры на внутренних потребителей [18, р. 4–11]. В 2023 г. в Индонезии, по оценкам USDA, произведено

² Совокупное производство биодизеля в странах ЕС превышает 16 млрд литров [19, р. 24–25].

215 млн литров биоэтанола¹ и 13,7 млрд литров биодизеля [18, р. 14, 18].

Биодизель в основном производится из пальмового масла, что вызывает у исследователей этого вопроса споры об антропогенном воздействии отрасли на естественные природные экосистемы. Формально биотопливо можно охарактеризовать как возобновляемый «зеленый» источник энергии, позволяющий диверсифицировать энергопотребление и сделать шаг на пути к низкоуглеродной экономике. В действительности опыт Индонезии показывает то, что эффекты от развития биотопливной отрасли могут быть не только положительными, но и отрицательными. Сознательное пренебрежение отрицательными эффектами и акцентирование внимания потребителей биотоплива на положительных может привести к неэтичной практике «гринвошинга»². С точки зрения науки данная практика недопустима, поэтому отрицательные эффекты рассмотрим подробнее.

Масличная пальма интенсивно культивируется в Индонезии уже на протяжении столетия³. Изначально данная деятельность была сфокусирована на получении растительного масла, используемого в качестве продукта питания, в пищевой и косметической промышленности, в технических целях. Экспорт пальмового масла играл (и продолжает играть) важную роль в экономике страны. Но инициация и расширение индонезийской государственной биотопливной программы (а также государственных биотопливных программ в странах ЕС) привели к тому, что одним из ведущих направлений использования пальмового масла стало производство биодизеля⁴.

¹ Производство биоэтанола именно для использования в качестве моторного топлива оценивается примерно в 4 млн литров.

² В общем смысле понятие «гринвошинг» (от англ. greenwashing) можно определить как манипуляцию, целью которой является введение в заблуждение относительно свойств товара или услуги; речь идет о том, что товар или услуга произведены экологически нейтральными и/или социально ответственными способами, при этом какие-либо отрицательные стороны исследуемого вопроса преуменьшаются [20, р. 6].

³ Для указанного региона в целом и Индонезии в частности масличная пальма (*Elaeis guineensis*) является интродуцированным видом, завезенным европейскими колонистами в середине XIX в. [20, р. 6]

⁴ В сезоне 2023/2024 производство пальмового масла оценивается в 45,8 млн т, а использование пальмового масла для производства биодизеля — в 12,4 млн т [22, р. 4].

В сочетании с ростом спроса на пальмовое масло на мировом рынке, это сформировало значительные стимулы к наращиванию площадей земли, используемой для выращивания масличной пальмы. Так, по оценкам специалистов USDA, если в сезоне 2000/2001 для данной цели задействовано около 3 млн га, то в сезоне 2022/2023 — уже 13,5 млн га [23, р. 1]. Частично прирост площадей был напрямую обеспечен за счет конверсии естественных природных экосистем (в первую очередь тропических лесов и водно-болотных угодий) в земли сельскохозяйственного назначения⁵.

Однако нельзя не учитывать и то, что не менее разрушительное воздействие на окружающую среду оказали опосредованные, косвенные изменения структуры землепользования⁶. В данном случае конверсия естественных природных экосистем под сельскохозяйственные угодья происходила не напрямую, то есть «для выращивания сырья для биотопливной отрасли», а опосредованно: для выращивания сельскохозяйственных культур, замещенных масличной пальмой на используемых землях сельскохозяйственного назначения. Результатом этих эффектов является фактическое увеличение эмиссии парниковых газов (тропические леса и водно-болотные угодья обладают очень высоким потенциалом поглощения углерода) [24, р. 25].

Помимо очевидного несоответствия заявленной цели по декарбонизации экономики, изменения структуры землепользования могут приводить к изменению водного баланса территорий, учащению лесных пожаров, сокращению биоразнообразия, ухудшению условий проживания для местного населения [25, р. 139]. Особую актуальность это приобретает в условиях того, что данная страна признана второй в мире по числу эндемиков, распространенных на ее территории [26, р. 4]. Власти Индонезии осознают данные проблемы и пытаются внедрить механизмы государственного регулирования, призванные ограничить ущерб естественным природным экосистемам.

Продолжение следует
в РНЖ «Экономика и управление» 9/2024

⁵ Речь идет о так называемых прямых эффектах изменения структуры землепользования (от англ. land use changes, LUC).

⁶ От англ. indirect land use changes (ILUC).

Список источников / References

1. Proposal for a COUNCIL REGULATION amending Annex I to Regulation (EEC) No 2658/87 on the tariff and statistical nomenclature and on the Common Customs Tariff. Brussels: European Commission; 2024. 11 p. URL: [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM\(2024\)148&lang=en](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2024)148&lang=en) (accessed on 05.06.2024).
2. H.R.4768 — No Russian Agriculture Act. Congress.gov. URL: <https://www.congress.gov/bill/118th-congress/house-bill/4768> (accessed on 05.06.2024).
3. Barros S. Brazil biofuels annual 2010. GAIN report. No. BR10006. Washington, DC: USDA Foreign Agricultural Service; 2010. 52 p. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Biofuels%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_8-11-2010.pdf (accessed on 05.06.2024).
4. Degreenia J., Wynne G. Brazil biofuels annual 2023. GAIN Report. No. BR2023-0018. Washington, DC: USDA Foreign Agricultural Service; 2023. 37 p. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_Brasilia_Brazil_BR2023-0018 (accessed on 05.06.2024).
5. Benites-Lazaro L.L., Giatti L.L., Sousa Júnior W.C., Giarolla A. Land-water-food nexus of biofuels: Discourse and policy debates in Brazil. *Environmental Development*. 2020;33:100491. DOI: 10.1016/j.envdev.2019.100491
6. Nogueira L.A.H., Capaz R.S. Biofuels in Brazil: Evolution, achievements and perspectives on food security. *Global Food Security*. 2013;2(2):117-125. DOI: 10.1016/j.gfs.2013.04.001
7. Silva Martinelli F., Biber-Freudenberger L., Stein G., Börner J. Will Brazil's push for low-carbon biofuels contribute to achieving the SDGs? A systematic expert-based assessment. *Cleaner Environmental Systems*. 2022;5:100075. DOI: 10.1016/j.cesys.2022.100075
8. Ferreira Filho J.B.S., Horridge M.J. Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil. *Land Use Policy*. 2014;36:595-604. DOI: 10.1016/j.landusepol.2013.10.015
9. Tsao G.T., Ouyang P., Chen J., eds. Biotechnology in China II: Chemicals, energy and environment. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2010. 266 p. (Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. Vol. 122). DOI: 10.1007/978-3-642-14995-5
10. McGrath C. China — People's Republic of. Biofuels annual 2020. GAIN Report No. CH2020-0105. Washington, DC: USDA Foreign Agricultural Service; 2020. 21 p. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_07-27-2020 (accessed on 05.06.2024).
11. Covert E. China — People's Republic of. Biofuels annual 2023. GAIN Report No. CH2023-0109. Washington, DC: USDA Foreign Agricultural Service; 2023. 26 p. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20People%27s%20Republic%20of_CH2023-0109 (accessed on 05.06.2024).
12. IEA bioenergy TCP Task 39. *Biofuel News*. 2023;(63). URL: <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2023/12/IEA-BIOENERGY-T39-BIOFUEL-NEWS-63-1.pdf> (accessed on 05.06.2024).
13. van Dyka J.S., Lia L., Barros Leala D., et al. The potential of biofuels in China. Paris: IEA Bioenergy; 2016. 43 p. URL: <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/01/The-Potential-of-biofuels-in-China-IEA-Bioenergy-Task-39-September-2016.pdf> (accessed on 05.06.2024).
14. Yan D., Liu L., Li J., Wu J., Qin W., Werners S.E. Are the planning targets of liquid biofuel development achievable in China under climate change? *Agricultural Systems*. 2021;186:102963. DOI: 10.1016/j.agsy.2020.102963
15. Liang H., Ren J., Gao Z., Gao S., Luo X., Dong L., Scipioni A. Identification of critical success factors for sustainable development of biofuel industry in China based on grey decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL). *Journal of Cleaner Production*. 2016;131:500-508. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.04.151
16. Chen W., Wu F., Zhang J. Potential production of non-food biofuels in China. *Renewable Energy*. 2016;85:939-944. DOI: 10.1016/j.renene.2015.07.024
17. Wright T., Rahmanulloh A. Indonesia biofuels annual 2016. GAIN Report No. ID1619. Washington, DC: USDA Foreign Agricultural Service; 2016. 11 p. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Biofuels%20Annual_Jakarta_Indonesia_7-28-2016.pdf (accessed on 05.06.2024).
18. Rahmanulloh A. Indonesia biofuels annual 2023. GAIN Report No. ID2023-0018. Washington, DC: USDA Foreign Agricultural Service; 2023. 21 p. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_Jakarta_Indonesia_ID2023-0018.pdf (accessed on 05.06.2024).
19. Flach B., Lieberz S., Bolla S. European Union biofuels annual 2023. GAIN Report No. E42023-0033. Washington, DC: USDA Foreign Agricultural Service; 2023. 44 p. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_The%20Hague_European%20Union_E42023-0033.pdf (accessed on 05.06.2024).
20. Williams J. Greenwashing: Appearance, illusion and the future of 'green' capitalism. *Geography Compass*. 2024;18(1):e12736. DOI: 10.1111/gec3.12736

21. Watts J.D., Irawan S. Oil palm in Indonesia. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank; 2018. 28 p. URL: https://www.profor.info/sites/default/files/Oil%2520Palm_Case%2520Study_LEAVES_2018.pdf (accessed on 05.06.2024).

22. Rahmanulloh A. Indonesia oilseeds and products annual. GAIN Report No. ID2024-0004. Washington, DC: USDA Foreign Agricultural Service; 2024. 19 p. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Oilseeds+and+Products+Annual_Jakarta_Indonesia_ID2024-0004.pdf

23. Jenkins J. Indonesia palm oil: Historical revisions using satellite-derived methodology. Commodity Intelligence Report. Washington, DC: USDA Foreign Agricultural Service; 2023. 11 p. URL: <https://ipad.fas.usda.gov/highlights/2023/11/Indonesia/index.pdf> (accessed on 05.06.2024).

24. Malins C., Searle S., Baral A. A guide for the perplexed to the indirect effects of biofuels production. Washington, DC: International Council on Clean Transportation; 2024. 166 p. URL: https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/ICCT_A-Guide-for-the-Perplexed_Sept2014.pdf (accessed on 05.06.2024).

25. Schrier-Uijl A.P., Silvius M., Parish F., Lim K.H., Rosediana S., Anshari G. Environmental and social impacts of oil palm cultivation on tropical peat: A scientific review. In: 2nd Greenhouse Gas Working Group of the Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO). Geneva: Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO); 2013:131-168. URL: https://www.researchgate.net/publication/292224261_Environmental_and_social_impacts_of_oil_palm_cultivation_on_tropical_peat (accessed on 05.06.2024).

26. Mukherjee I., Sovacool B.K. Palm oil-based biofuels and sustainability in southeast Asia: A review of Indonesia, Malaysia, and Thailand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014;37:1-12. DOI: 10.1016/j.rser.2014.05.001

Сведения об авторах

Максим Сергеевич Головин

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики для естественных и гуманитарных факультетов

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 46
SPIN-код: 1470-5594

Никита Николаевич Дудкин

руководитель отдела развития проектов

ЗАО «Научно-производственная компания «Экология»

141006, Московская область, Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 29, стр. 2

Алина Сергеевна Печатнова

помощник главного инженера

ООО «ГидроПромАппарат»

392526, Тамбовская область, р-н Тамбовский, д. 76

SPIN-код: 6563-1304

Поступила в редакцию 01.07.2024
Прошла рецензирование 23.07.2024
Подписана в печать 26.08.2024

Information about the authors

Maksim S. Golovin

PhD in Economics, Associate Professor at the Department of Economics for the Faculties of Science and Humanities

Lomonosov Moscow State University

1-46 Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia
SPIN-code: 1470-5594

Nikita N. Dudkin

Head of Project Development Department

CJSC «Research and Production Company «Ecology»

29 Olimpiyskiy Ave., bldg. 2, Mytishi, Moscow region, 141006, Russia

Alina S. Pechatnova

assistant chief engineer

LLC «GidroPromApparat»

76 Tambov DC, Tambov region, 392526, Russia

SPIN-code: 6563-1304

Received 01.07.2024
Revised 23.07.2024
Accepted 26.08.2024

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest related to the publication of this article.