

## НА ПУТИ К ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

DOI: 10.34828/UdSU.2023.88.10.002

УДК 674.81

*К.А. Рак, Ю.В. Кожевникова, Е.Ю. Сердюкова*

### ПРОИЗВОДСТВО БИОТОПЛИВА КАК КОМПОНЕНТА СОЗДАНИЯ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

**Аннотация.** Актуальность работы определяется текущей траекторией увеличения выбросов, приводящей к обязательствам руководства стран по достижению нулевого уровня выбросов. За последние несколько лет риски, связанные с изменением климата, стали более актуальными, и в сочетании с глобальной пандемией и растущим спросом на энергию звучит призыв к действиям на всех уровнях. Одним из возможных способов облегчения данного процесса является развитие биоэнергетики, которая может свести к минимуму воздействие производства энергии на окружающую среду. Россия располагает заметным ресурсным потенциалом, это и отходы лесопромышленного комплекса, и сельское хозяйство (его продукция не вовлекается во вторичный оборот), поэтому в будущем может стать достаточно серьёзным экспортёром компонентов для биотоплив на мировой рынок. В работе обосновывается возможность создания циркулярной экономики с помощью производства биотопливных компонентов на базе НПЗ.

**Ключевые слова:** биотопливо, биоэнергетика, возобновляемые источники энергии, ТЭК, энергетический переход.

*Для цитирования:* Рак К.А., Кожевникова Ю.В., Сердюкова Е.Ю. Производство биотоплива как компонента создания циркулярной экономики // Управление техносферой: электрон. журнал, 2023. Т.6. Вып.3. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 317–326.  
DOI: 10.34828/UdSU.2023.88.10.002

Биоэнергетика – это возобновляемая энергия, получаемая из биологических источников или биомассы, обладающая огромной полезностью с точки зрения производства энергии. Обладая способностью внести значительный вклад в декарбонизацию транспорта, авиации, судоходства и электричества, биоэнергетика быстро становится предпочтительным источником возобновляемого топлива.

Энергоносители делятся на природные и энергоносители, полученные из биокomпонентов.

Ресурсная база для производства биотоплив характеризуется широким спектром сырья биологического происхождения. Биотопливо условно делится на первичное и вторичное. Биотопливо первого поколения изготавливается из сельскохозяйственных культур, которые содержат большое количество сахаров, жиров, крахмала. При его производстве ставится задача об осуществлении продовольственной безопасности для человечества. Из непищевого сырья изготавливается биотопливо второго поколения. Процесс состоит из переработки целлюлозы и лигнина, которые содержатся в древесной или волокнистой биомассе. Для производства биотоплива третьего поколения используются водоросли.

По оценкам Международного энергетического агентства (МЭА) на 2022 год, современная биоэнергетика, включая биотопливо, обеспечила примерно одну десятую часть мирового энергоснабжения, составляя около половины всей возобновляемой энергии [1].

Прогнозы использования биоэнергии положительные. Согласно сценарию нулевых выбросов МЭА, к 2050 году биоэнергия будет составлять 20 % от общего объема энергоснабжения [2]. Чтобы помочь биоэнергетике сыграть роль в выполнении обязательств в области изменения климата, включая ЦУР 13, и целей Парижского соглашения, необходимо придать мощный импульс финансированию биоэнергетического сектора.

В течение последнего десятилетия устойчивое развитие стало насущной глобальной проблемой, поскольку организации и политики признают важность обеспечения баланса между экономическим ростом, социальными и экологическими проблемами. Наиболее привлекательным инвестиционным направлением становится подход, основанный на принципах ESG. Он означает, что компании в качестве приоритетных рассматривают инвестиционные

проекты и принципы управления, реализация которых основана на принципах экологичности, социальной ответственности и качественного корпоративного менеджмента предприятий и организаций. Это, собственно, отражает и сама аббревиатура ESG в 3R-модели: E – Environmental – окружающая среда (экология); S – Social – социальная ответственность; G – Governance (corporate) – корпоративное управление.

Термин ESG стал широко распространенным в инвестиционном и корпоративном мире, но его теоретические основы не всегда ясны. ESG относится к набору нефинансовых факторов, которые используются для оценки долгосрочной устойчивости компании и ее влияния на общество и окружающую среду. Интеграции ESG в процесс принятия инвестиционных решений и корпоративные стратегии уделяется значительное внимание, поскольку она рассматривается как способ снижения рисков, создания долгосрочной ценности и содействия устойчивому развитию.

Интерес к ESG-повестке в России, несмотря на внешнюю обстановку, продолжает быть актуальным, при этом E и S компоненты имеют более заметный потенциал для развития. Так экологическая компонента способствует обеспечению декарбонизации экономических и общественных процессов, адаптации к вызовам, связанных с глобальным энергопереходом, и снижению вредного экологического воздействия человека на окружающую среду. Социальная компонента в первую очередь способствует повышению благосостояния наиболее уязвимых слоев населения, обеспечению свободного развития населения и реализации целей России как социального государства.

За последние три года Центральным Банком России была совершена большая работа в области устойчивого развития. Главной целью стало создание условий и инфраструктуры данного процесса. Были приняты совместно с Правительством «зеленые» и адаптационные таксономии, то есть был определен базовый нормативный фундамент, на котором строится весь рынок

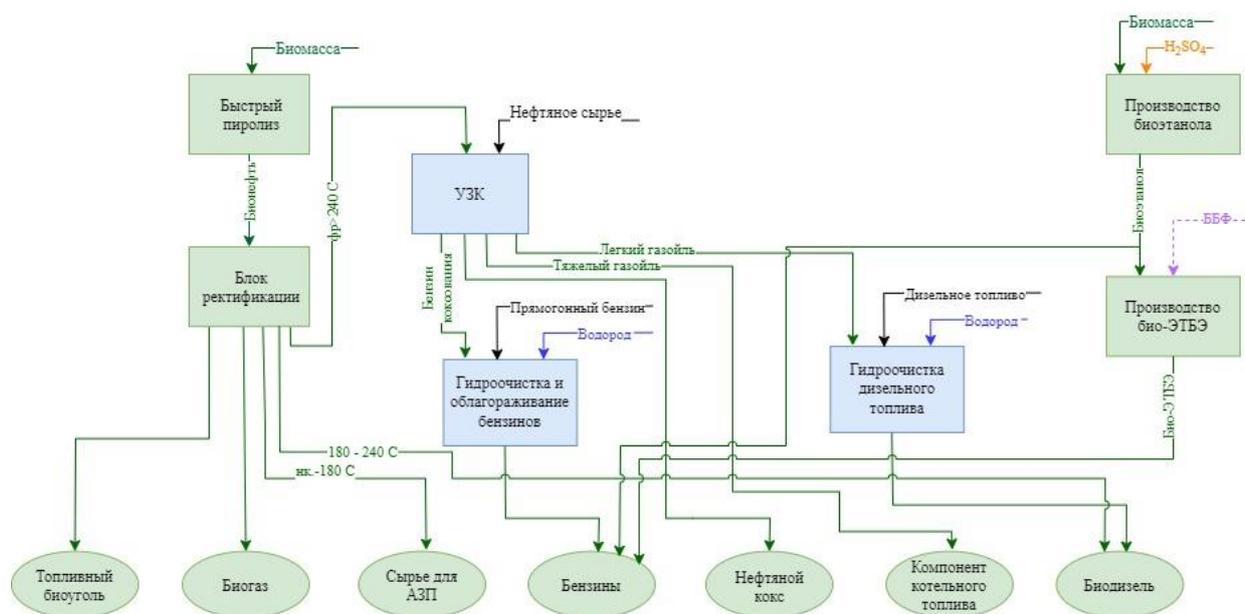
устойчивого развития. Зеленая таксономия – подробная развернутая классификация и систематизация зеленых облигаций, то есть ценных бумаг, которые выпускаются, чтобы привлечь инвестиции в проекты, направленные на улучшение экологической ситуации или на снижение наносимого природе вреда. Стоит отметить, что адаптационные таксономии являются ноу-хау Российской Федерации, которые пока не используются глобально. Адаптационные проекты представляют наибольшую заинтересованность для нашей экономики в первую очередь из-за того, что они позволяют «коричневым» компаниям направлять потоки капитала на трансформацию своей деятельности, например, на озеленение.

Учитывая заинтересованность государства и частных компаний в «зеленой» повестке, актуальным является вопрос о преобразовании энергетического сектора с помощью внедрения в него ВИЭ.

В 2022 году российский лесопромышленный комплекс столкнулся с целым рядом проблем. В начале года вступил в силу фактический запрет на экспорт необработанной древесины из России. Весной Евросоюз включил в пятый пакет санкций запрет на поставки древесины, фанеры, плит и пеллет. Россия – один из крупнейших в мире производителей древесных гранул, 85 % продукции продавалось на внешние рынки. В ближайшее время переориентация на другие рынки сбыта пеллет, например, страны АТР невозможна, а российский внутренний рынок слишком мал для данных объемов. Деревообрабатывающие предприятия вынуждены остановить производство из-за невозможности продажи продукции, благодаря чему древесные отходы будут складироваться на полигонах, что может привести к возникновению пожаров и нарушению лесной эко-системы.

В связи с этим в качестве сырьевой базы производства биотоплив в работе рассматривалась биомасса, представленная отходами деревообрабатывающих предприятий. Это может быть реализовано путем

внедрения технологических установок, позволяющих перерабатывать растительное сырье, в существующую структуру НПЗ. Был разработан микрогрид (блок по переработке растительного сырья), внедренный в поточную схему нефтеперерабатывающего завода мощностью 10 млн тонн нефти в год (рис. 1).



**Рис. 1. Блок по переработке растительного сырья**

Вторичные перерабатывающие мощности предприятия включают установки каталитического риформинга, изомеризации, гидроочистки дизельного топлива, каталитического крекинга, коксования, битумную установку, установку гидроизодепарафинизации. В состав также входит нефтехимическое производство, а именно производство серной кислоты, метанола, бутиловых спиртов и МТБЭ (табл. 1).

Для производства био-компонентов были рассмотрены данные технологии, а именно процесс пиролиза, производство биоэтанола и био-ЭТБЭ. Внедренные установки напрямую связаны с другими установками нефтеперерабатывающего завода.

Таблица 1

Перечень технологических установок разработанного традиционного и модернизированного НПЗ

Традиционный НПЗ	Модернизированный НПЗ
Вторичные перерабатывающие мощности	
Гидроочистка дизельного топлива	Гидроочистка дизельного топлива
Гидроочистка бензиновой фракции	Гидроочистка бензиновой фракции
Гидроочистка керосина	Гидроочистка керосина
Среднетемпературная изомеризация	Среднетемпературная изомеризация
Каталитический риформинг	Каталитический риформинг
Каталитический крекинг	Каталитический крекинг
Установка замедленного коксования	Установка замедленного коксования
Битумная установка	Битумная установка
Гидроизодепарафинизация	Гидроизодепарафинизация
	<i>Быстрый пиролиз</i>
Нефтехимическое производство	
Производство серной кислоты	Производство серной кислоты
Производство метанола	<i>Производство биоэтанола</i>
Производство бутиловых спиртов	Производство бутиловых спиртов
Производство МТБЭ	<i>Производство био-ЭТБЭ</i>

Фракция более 240°С используется в качестве сырья установки замедленного коксования. Фракция 180–240°С является компонентом для получения био-дизельного топлива. В ходе процесса не образуются отходы, так как биогаз, биоуголь и другие побочные продукты могут использоваться в качестве источника энергии или перерабатываться в продукты более высокого качества (табл. 2).

Для оценки экономической эффективности внедрения представленного микрогрида был проведен анализ, который позволил определить производственную маржу для двух вариантов разработанных поточных схем. Прогнозируемая прибыль НПЗ с внедренным в его структуру микрогридом составит порядка 27,8 млрд руб., а производственная маржа традиционного НПЗ – 6,5 млрд руб. Данные о цене 1 тонны продукции были взяты согласно данным ПАО «СПБ Биржа» на 7 марта 2023 года.

Таблица 2

## Анализ эффективности микрогрида в производственной системе

	Традиционный НПЗ		Модернизированный НПЗ	
	Количество, тыс тонн в год	Цена, руб/т	Количество, тыс тонн в год	Цена, руб/т
Бензин	3451,15		4043,34	
<b>АИ-92</b>	2334,06	41974,00	1840,79	41974,00
<b>АИ-95</b>	1117,09	45929,00	393,5	45929,00
<b>Е5</b>	-		1055,37	44582,60
<b>Е10</b>	-		753,68	45028,40
ДТ	2566,04		3323,42	
<b>ЛДТ</b>	1322,02	53803,00	1712,22	53803,00
<b>АДТ</b>	1244,02	64470,00	1611,20	64470,00
<b>В6</b>	-		607,17	53803,00
<b>В20</b>	-		713,43	52352,00
<b>В100</b>	-		112,53	50707,00
<b>Производственная маржа</b>				
	<b>6,5 млрд.руб</b>		<b>27,8 млрд.руб</b>	

Нефтегазовые корпорации наращивают инвестиции в зеленые технологии, повышают энергоэффективность и внедряют объекты возобновляемой энергетики на своих предприятиях. Международные инвесторы, принимая решения, все больше внимания обращают на этические аспекты бизнеса – ESG-факторы, поэтому проект «Зеленого нефтеперерабатывающего завода» является наиболее очевидным результатом долгосрочной стратегии в области устойчивого развития для предприятия на фоне нескольких лет инвестиций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование «Energy System Overview report. September 2022» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/bioenergy> (дата обращения 20.01.2023).
2. Исследование «Analysis and forecast to 2026» [Электронный ресурс]. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5ae32253-7409-4f9a-a91d-1493ffb9777a/> (дата обращения 20.01.2023).

3. Исследование «Корпоративное управление и ESG-трансформация российских компаний» [Электронный ресурс]. URL: [https://sk.skolkovo.ru/storage/file\\_storage/ce3ed02f-e360-4725-aabc-3ee3adc688de/](https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/ce3ed02f-e360-4725-aabc-3ee3adc688de/) (дата обращения 10.01.2023).

Поступила в редакцию 02.04.2023

***Сведения об авторах***

*Рак Ксения Александровна*

студент магистратуры кафедры «Технологии переработки нефти. ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М.Губкина». 119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1  
E-mail: kseniarak2000@gmail.com

*Кожевникова Юлия Викторовна*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии переработки нефти. ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М.Губкина». 119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1  
E-mail: kogevnikova@bk.ru

*Сердюкова Екатерина Юрьевна*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии переработки нефти. ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М.Губкина». 119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1  
E-mail: serdyukova.e@gubkin.ru

*K.A. Rak, Y.V. Kozhevnikova, E.Y. Serdyukova*

## **BIOFUEL PRODUCTION AS A COMPONENT OF CREATING A CIRCULAR ECONOMY**

**Annotation.** The relevance of the work is determined by the current trajectory of increasing emissions, leading to the commitments of the country's leadership to achieve zero emissions. Over the past few years, the risks associated with climate change have become more urgent, and in combination with the global pandemic and the growing demand for energy, there is a call for action at all levels. One of the possible ways to facilitate this process is the development of bioenergy, which can minimize the impact of energy production on the environment. Russia has a significant resource potential, including waste from the timber industry, and agriculture (its products are not involved in secondary turnover), so in the future it may become a fairly serious exporter of components for biofuels to the world market. The paper substantiates the possibility of creating a circular economy through the production of biofuel components based on refineries.

**Keywords:** biofuels, bioenergy, renewable energy sources, fuel and energy complex, energy transition.

*For citation:* Rak K.A., Kozhevnikova Y.V., Serdyukova E.Y. [Biofuel production as a component of creating a circular economy] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2023, vol. 6, issue 3. (In Russ.) Available at: <https://technosphere-ing.ru/pp.317-326>. DOI: 10.34828/UdSU.2023.88.10.002

## **REFERENCES**

1. Research «Energy System Overview report. September 2022» [Electronic resource]. Available at: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/bioenergy> (accessed 20.01.2023). (In Russ.).
2. Research «Analysis and forecast to 2026» [Electronic resource]. Available at: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5ae32253-7409-4f9a-a91d-1493ffb9777a/> (accessed 01/20/2023). (In Russ.).
3. Research «Corporate governance and ESG-transformation of Russian companies» [Electronic resource]. Available at: [https://sk.skolkovo.ru/storage/file\\_storage/ce3ed02f-e360-4725-aabc-3ee3adc688de/](https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/ce3ed02f-e360-4725-aabc-3ee3adc688de/) (accessed 10.01.2023). (In Russ.).

Received 02.04.2023

***About the Authors****Rak Ksenia Alexandrovna*

master's student of the department "Technologies of oil refining. Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M.Gubkin». 119991, Moscow, Leninsky avenue, 65, building 1  
E-mail: kseniarak2000@gmail.com

*Kozhevnikova Yulia Viktorovna*

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Oil Refining Technologies. Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M.Gubkin». 119991, Moscow, Leninsky avenue, 65, building 1  
E-mail: kogechnikova@bk.ru

*Serdyukova Ekaterina Yurievna*

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Oil Refining Technologies. Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M.Gubkin». 119991, Moscow, Leninsky avenue, 65, building 1  
E-mail: serdyukova.e@gubkin.ru