

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТОПЛИВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Хохлов А.А., доктор технических наук, доцент,

тел.: 89997693210, khokhlov.73@mail.ru

Цыбин А.А., аспирант, тел.: 89200738202, khokhlov.73@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** биотопливо, продовольственная безопасность, энергетический переход, декарбонизация, устойчивое развитие, экологическая эффективность*

Исследование посвящено анализу роли биотоплива в современном энергетическом переходе и его влиянию на продовольственную безопасность. Рассматриваются экологические преимущества, экономическая эффективность и перспективы развития различных поколений биотоплива.

Введение. В условиях глобального климатического кризиса и необходимости снижения углеродного следа биотопливо становится важным элементом энергетического перехода. Актуальность исследования обусловлена растущей потребностью в альтернативных источниках энергии при одновременном обеспечении продовольственной безопасности [1-4].

Цель работы. Проанализировать потенциал биотоплива как промежуточного звена в энергетическом переходе, оценить его экологическую и экономическую эффективность, а также исследовать влияние его производства на продовольственную безопасность.

В условиях современного климатического кризиса и растущей необходимости снижения углеродного следа биотопливо становится одним из ключевых элементов энергетического перехода. Данный вид топлива представляет собой важное промежуточное звено между традиционными ископаемыми источниками энергии и полностью возобновляемыми технологиями будущего. Использование биотоплива позволяет значительно сократить выбросы парниковых газов при

сохранении существующей инфраструктуры и транспортного парка. Биоэтанол и биодизель, как наиболее распространенные виды биотоплива, демонстрируют существенное преимущество по сравнению с традиционными нефтепродуктами в контексте углеродного следа [5].

Таблица 1 - Сравнительный анализ выбросов CO₂ при использовании различных видов топлива

Вид топлива	Выбросы CO ₂ (г/км)	Снижение выбросов относительно бензина (%)
Бензин	220-250	-
Дизельное топливо	180-200	15-20
Биоэтанол	120-140	45-50
Биодизель	100-120	55-60

Важным аспектом использования биотоплива является его совместимость с существующей транспортной инфраструктурой. Большинство современных автомобилей способны работать на смесях с высоким содержанием биотоплива без существенной модификации двигателей, что значительно облегчает процесс энергетического перехода [6-9]. Это особенно актуально для развивающихся стран, где полная замена транспортного парка на электромобили может быть экономически нецелесообразной в краткосрочной перспективе.

Таблица 2 - Экономическая эффективность перехода на различные виды альтернативного топлива

Параметр	Биотопливо	Электромобили	Водородные элементы
Затраты на модификацию инфраструктуры (млн \$/км)	0,2-0,5	1,5-2,0	2,5-3,0
Срок окупаемости (лет)	3-5	8-10	12-15
Необходимость замены транспортных средств	Минимальная	Полная	Полная

Производство биотоплива также способствует развитию сельского хозяйства и созданию новых рабочих мест в аграрном секторе. Современные технологии позволяют использовать различные виды сырья для производства биотоплива, включая сельскохозяйственные отходы, что повышает эффективность использования земельных ресурсов. В контексте глобальной

декарбонизации особенно важным является развитие технологий производства биотоплива второго и третьего поколений. Эти технологии позволяют получать топливо из непищевого сырья, минимизируя конкуренцию с производством продовольствия. Использование лигноцеллюлозной биомассы, водорослей и других альтернативных источников существенно расширяет потенциал биотопливной отрасли [1,2].

Таблица 3 - Потенциал различных поколений биотоплива

Поколение биотоплива	Основное сырье	Эффективность производства (л/га)	Снижение выбросов CO ₂ , (%)
Первое	Пищевые культуры	3500-5500	40-60
Второе	Лигноцеллюлоза	5000-7000	70-90
Третье	Водоросли	10000-15000	80-95

Экономическая обоснованность использования биотоплива подтверждается растущими инвестициями в данный сектор и увеличением производственных мощностей во многих странах мира. При этом государственная поддержка и стимулирование развития биотопливной отрасли играют ключевую роль в ускорении энергетического перехода и достижении целей по снижению выбросов парниковых газов. Таким образом, биотопливо представляет собой эффективное решение для постепенного перехода к низкоуглеродной экономике, обеспечивая баланс между экологическими требованиями и экономической целесообразностью. Развитие технологий производства биотоплива и расширение его использования создают основу для дальнейшего прогресса в области устойчивой энергетики и защиты окружающей среды.

Проблема конкуренции между производством биотоплива и обеспечением продовольственной безопасности становится все более актуальной в современном мире. Растущий спрос на биотопливо первого поколения, производимое преимущественно из пищевых культур, создает значительное давление на мировой продовольственный рынок. Использование сельскохозяйственных земель для выращивания энергетических культур приводит к сокращению площадей, доступных для производства продуктов питания, что непосредственно влияет на их стоимость и доступность.

Таблица 4 - Динамика изменения цен на основные продовольственные культуры в связи с развитием производства биотоплива (2015-2024 гг.)

Культура	Рост цен (%)	Доля использования для биотоплива (%)
Кукуруза	45,3	40,2
Соя	38,7	28,5
Пшеница	32,1	15,8
Сахарный тростник	41,2	43,6

Особенно остро данная проблема проявляется в развивающихся странах, где значительная часть населения находится за чертой бедности и крайне чувствительна к колебаниям цен на продовольствие. Расширение производства биотоплива первого поколения приводит к росту стоимости базовых продуктов питания, что может спровоцировать продовольственный кризис в наиболее уязвимых регионах мира.

Таблица 5 - Влияние производства биотоплива на продовольственную безопасность в различных регионах мира

Регион	Уровень риска	Основные факторы воздействия
Южная Азия	Высокий	Конкуренция за посевные площади, рост цен на рис
Африка	Критический	Ограниченность с/х земель, зависимость от импорта
Латинская Америка	Средний	Замещение продовольственных культур энергетическими
Юго-Восточная Азия	Высокий	Конкуренция за земли под пальмовые плантации
Россия	Низкий	Большие площади неиспользуемых с/х земель, потенциал для расширения производства

Перспективным решением данного противоречия является развитие технологий производства биотоплива второго и третьего поколений. Биотопливо второго поколения производится из непищевого растительного сырья, включая отходы сельского и лесного хозяйства, что позволяет избежать прямой конкуренции с производством продуктов питания. Технологии третьего поколения, основанные на использовании водорослей, обладают еще большим

потенциалом, поскольку не требуют использования сельскохозяйственных земель.

Таблица 6 - Сравнительная характеристика различных поколений биотоплива

Показатель	Первое поколение	Второе поколение	Третье поколение
Сырье	Пищевые культуры	Непищевая биомасса	Водоросли
Конкуренция с продовольствием	Высокая	Низкая	Отсутствует
Урожайность (л/га)	1500-3500	2500-4500	10000-15000
Себестоимость (USD/л)	0,45-0,70	0,75-1,10	1,20-2,00

Развитие современных технологий производства биотоплива позволяет постепенно снижать зависимость от пищевого сырья. Инвестиции в исследования и разработку более эффективных методов конверсии непищевой биомассы и культивирования водорослей способствуют формированию устойчивой модели производства биотоплива, не создающей угрозы продовольственной безопасности. Однако необходимо учитывать, что переход к новым технологиям требует значительных финансовых вложений и времени для достижения экономической эффективности производства.

Таким образом, решение противоречия между производством биотоплива и обеспечением продовольственной безопасности лежит в плоскости технологического развития и постепенного перехода к использованию непищевого сырья. При этом важно обеспечить сбалансированный подход к развитию биоэнергетики, учитывающий как глобальные экологические цели, так и необходимость обеспечения устойчивого производства продуктов питания для растущего населения планеты.

Проведенный анализ показал, что использование биотоплива позволяет сократить выбросы CO₂ на 45-60% по сравнению с традиционным топливом. Экономическая эффективность внедрения биотоплива выше, чем у других альтернативных источников энергии, с периодом окупаемости 3-5 лет. Выявлено значительное влияние производства биотоплива первого поколения на цены продовольственных культур (рост на 32-45%). Технологии второго и третьего поколений демонстрируют большой потенциал для

устойчивого развития с минимальным воздействием на продовольственную безопасность.

Закключение. Биотопливо является эффективным решением для постепенного перехода к низкоуглеродной экономике, обеспечивая существенное снижение выбросов парниковых газов. Экономическая эффективность внедрения биотоплива превосходит альтернативные решения в краткосрочной перспективе. Производство биотоплива первого поколения создает значительные риски для продовольственной безопасности. Развитие технологий второго и третьего поколений биотоплива позволяет минимизировать конфликт между энергетическими и продовольственными потребностями. Необходим сбалансированный подход к развитию биотопливной отрасли с учетом экологических, экономических и социальных факторов.

Библиографический список:

1. Уханов, А.П. Биотопливо из рыжика: монография / А.П. Уханов, А.А. Хохлов. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2020. – 192 с.
2. Перспективы использования возобновляемых биологических источников энергии предприятиями АПК России / А. П. Уханов, Е. А. Хохлова, А. А. Хохлов, А. А. Гузяев // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы VII Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 04–05 февраля 2016 года. Том 2016-2. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 2016. – С. 238-244
3. Хохлов, А. А. Биотопливо на основе рыжикового масла / А. А. Хохлов // В мире научных открытий : Материалы II Всероссийской студенческой научной конференции, Ульяновск, 01 января – 31 2013 года / Редакционная коллегия: В.А. Исайчев, О.Н. Марьина. Том 2, Часть 1. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 2013. – С. 267-271. – EDN RUFWZZ
4. Хохлов, А. Л. Необходимость замены минерального моторного топлива на дизельное смесевое топливо / А. Л. Хохлов, А. А. Гузяев, А. А. Хохлов // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы VII

Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 04–05 февраля 2016 года. Том 2016-2. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 2016. – С. 252-258.

5. Хохлова, Е. А. Эффективность использования рыжикового масла в качестве компонента смесового дизельного топлива / Е. А. Хохлова, А. А. Хохлов, А. А. Гузьев // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 22–23 октября 2015 года. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 141-145. – EDN VANNPH.

6. Уханов, Д. А. Методология определения параметров электродозаторов смесителя компонентов бионефтяного топлива / Д. А. Уханов, А. П. Уханов, А. А. Хохлов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 1(61). – С. 203-209.

7. Evaluating the use of composite rapeseed and mineral diesel-fuel oil in automotive diesel engines and the effect of its heating on the operating conditions of fuel-injection equipment / A. S. Averyanov, S. N. Vlasov, A. L. Khokhlov, A. A. Khokhlov // AIP Conference Proceedings : INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODERN TRENDS IN MANUFACTURING TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT 2021, Sevastopol, 06–10 сентября 2021 года. Vol. 2503. – Sevastopol: American Institute of Physics Inc., 2022. – P. 030004.

8. Modernization of high pressure fuel pump for operation on mixed rapeseed-mineral fuel / A. S. Averyanov, S. N. Vlasov, E. G. Rotanov, A. A. Khokhlov // E3S Web of Conferences, Sevastopol, 07–11 сентября 2020 года. – Sevastopol, 2020. – P. 01030.

9. Design adaptation of the automobile and tractor diesel engine for work on mixed vegetable-mineral fuel / A. Khokhlov, A. Khokhlov, D. Marin [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00077.

THE USE OF BIOFUELS IN MOERN CONDITIONS

Khokhlov A.A., Tsybin A.A.

Keywords: *biofuel, food security, energy transition, decarbonization, sustainable development, environmental efficiency*

The study analyzes the role of biofuels in the modern energy transition and its impact on food security. The environmental advantages, economic efficiency and development prospects of different generations of biofuels are considered.