

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2025.55.45.026

**Проблемы использования альтернативных источников энергии:
технико-экономический анализ применения «зеленых»
технологий в промышленности**

Кондраков Олег Викторович

Профессор,
Кафедра «Промышленный менеджмент»,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
119049, Российская Федерация, Москва, Ленинский проспект, 4;
e-mail: kondrakov.ov@misis.ru

Калинский Олег Игоревич

Профессор,
Кафедра «Экономика»,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
119049, Российская Федерация, Москва, Ленинский проспект, 4;
e-mail: kalinskiy.oi@misis.ru

Аннотация

В статье проводится комплексный технико-экономический анализ применения «зеленых» технологий в различных отраслях промышленности. Рассматриваются ключевые аспекты, такие как экологическая эффективность, экономическая целесообразность и инновационные подходы к внедрению устойчивых решений. На основе анализа мирового опыта и российских практик оценивается влияние «зеленых» технологий на снижение углеродного следа, оптимизацию ресурсопотребления и стимулирование экономического роста. Методология включает комбинацию качественных и количественных методов, включая технико-экономический анализ (ТЕА), оценку жизненного цикла (LCA). Рассчитываются показатели капитальных и операционных затрат, чистая приведенная стоимость, внутренняя норма доходности. В основной части обсуждаются примеры из энергетики, химической промышленности и переработки отходов. Заключение подводит итоги потенциала «зеленых» технологий для устойчивого развития, с рекомендациями по политике и инвестициям.

Для цитирования в научных исследованиях

Кондраков О.В., Калинский О.И. Проблемы использования альтернативных источников энергии: технико-экономический анализ применения «зеленых» технологий в промышленности // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 7А. С. 261-270. DOI: 10.34670/AR.2025.55.45.026

Ключевые слова

«Зеленые» технологии, технико-экономический анализ, промышленность, устойчивость, экология, инновации.

Введение

В современном мире промышленность сталкивается с вызовами, связанными с истощением природных ресурсов, изменением климата и ужесточением экологических норм. Быстрое развитие новых промышленных технологий и огромное количество инновационных продуктов привлекли внимание защитников окружающей среды для корректирующих действий вредного воздействия (мониторинг окружающей среды, загрязнение окружающей среды, уменьшение загрязняющих веществ, утилизация, и т.д.) [Игнашина и др., 2019]. Интерес к «зелёным» технологиям связан с необходимостью устойчивого развития, защиты окружающей среды и экономического благополучия. Инвестиции в энергоэффективные решения и альтернативные источники энергии позволяют в долгосрочной перспективе значительно сократить расходы на энергию и коммунальные услуги. В результате получаем экономическую выгоду. Программы финансирования и стимулирования со стороны государства, направленные на внедрение «зелёных» технологий, делают их более доступными. Бренды всё чаще осознают, что потребители выбирают продукцию и услуги, которые не только отвечают их потребностям, но и способствуют охране окружающей среды. «Зеленые» технологии, определяемые как инновационные процессы и продукты, минимизирующие негативное воздействие на окружающую среду, становятся ключевым инструментом для перехода к устойчивой экономике. Согласно определению, «зеленые» технологии включают возобновляемую энергетику, системы переработки отходов и энергоэффективные производства.

Цель статьи — провести технико-экономический анализ применения таких технологий в промышленности, оценив их эффективность на основе эмпирических данных. Задачи: изучить методологию анализа, проанализировать практические примеры, выявить барьеры и перспективы. Актуальность темы обусловлена глобальными целями устойчивого развития ООН и национальными стратегиями, такими как «зеленая» экономика в ЕС и России.

Методология

Методология исследования основана на комбинации технико-экономического анализа (ТЕА), анализа жизненного цикла (LCA) и эконометрических методов. ТЕА оценивает экономическую целесообразность технологий через расчеты затрат, доходов и окупаемости, включая NPV (чистая приведенная стоимость), IRR (внутренняя норма доходности) и срок окупаемости (payback period). LCA анализирует экологическое воздействие на всех этапах: от добычи сырья до утилизации. Используются методы синтеза и анализа данных.

Данные собраны из открытых источников, включая отчеты ОЭСР, ООН и национальных агентств. Качественный анализ включает примеры из химической, энергетической и перерабатывающей отраслей.

Анализируются данные 2015-2025 гг. Анализ проводится на макро- и микроуровнях, с учетом региональных различий (ЕС, США, Россия).

Основная часть

Теоретические основы зеленых технологий в промышленности. «Зеленые» технологии — это инновации, направленные на снижение загрязнения и эффективное использование ресурсов. По классификации ОЭСР, они охватывают возобновляемую энергетику, управление отходами

и «зеленую» химию. В промышленности они применяются для перехода к циркулярной экономике, где отходы становятся сырьем.

Экономический аспект: внедрение зеленых технологий стимулирует рост ВВП через создание рабочих мест и инновации. Исследования показывают, что инвестиции в зеленые технологии дают ROI до 22.4% к 2032 году. В России делается акцент на химической промышленности и переработке вторичного сырья.

Определение «зеленых» технологий эволюционировало от простых экологических мер к комплексным системам, интегрирующим цифровизацию и искусственного интеллекта (ИИ) для оптимизации процессов. История их развития включает этапы: от 1970-х (экологическое регулирование) до современности (устойчивое развитие ООН). Классификация: по секторам (энергетика, транспорт), по типу (процессные, продуктовые) и по уровню воздействия (локальное, глобальное).

В теоретическом плане зеленые технологии опираются на принципы «зеленой» экономики, где экономический рост не противоречит экологии. Модели, такие как модель Портера, подчеркивают конкурентные преимущества от инноваций. В промышленности они снижают затраты на 10-20% за счет энергоэффективности. В таблице 1 представлен экологический и экономический эффект от «зеленых» технологий

Таблица 1 - Классификация зеленых технологий по отраслям

Отрасль	Примеры технологий	Экологический эффект	Экономический эффект
Энергетика	ВИЭ (солнечная, ветровая)	Снижение CO ₂ на 40-60%	Окупаемость 5-10 лет
Химическая	Биокатализ, зеленая химия	Снижение отходов на 30%	Снижение затрат на сырье
Переработка	Waste-to-energy	Переработка 70% отходов	Доход от энергии
Транспорт	Электромобили, био-топливо	Снижение выбросов на 50%	Рост рынка до \$500 млрд

Технико-экономический анализ в энергетике. В энергетике «зеленые» технологии включают солнечную, ветровую и гидроэнергетику [Белокур, Цветкова, 2021]. ТЕА показывает, что переход на ВИЭ снижает затраты на энергию на 20-30% в долгосрочной перспективе. Например, в ЕС «зеленая» энергетика повышает производительность труда на 15%.

Пример: Внедрение солнечных панелей в промышленных комплексах. Затраты: 1-2 млн руб./МВт, окупаемость 5-7 лет. Экономия CO₂: 500 т/год на 1 МВт.

Расширенный анализ: Ветроэнергетика. ТЕА для оффшорных ферм: Капитальные затраты (CAPEX) — \$3-4 млн/МВт, операционные (OPEX) — \$50 тыс./МВт/год. NPV рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} - CF_0, \quad (1)$$

где CF_t — cash flow, i — ставка дисконтирования (8%), CF_0 — инвестиции. Для 100 МВт фермы NPV > \$200 млн при цене энергии \$0.05/кВтч.

Пример: «Зеленый» водород из ветра. ТЕА показывает стоимость производства \$2-3/кг при использовании электролиза, с IRR 10-15%. LCA: Эмиссии CO₂ — 1-2 кг/кг H₂ vs. 10 кг для

серого водорода. В таблице 2 представлен технико-экономический анализ для технологий возобновляемой энергетики.

Таблица 2 - Сравнение ТЕА для ВИЭ

Технология	CAPEX (\$/МВт)	OPEX (\$/МВт/год)	IRR (%)	Payback (лет)	CO2 экономия (т/МВт/год)
Солнечная	1-1.5 млн	20-30 тыс	8-12	6-8	400-600
Ветровая	2-3 млн	40-60 тыс	9-14	7-10	500-700
Гидро	3-4 млн	30-50 тыс	7-11	10-15	300-500

Региональные различия: В России — фокус на гидро, в ЕС — на ветре.

Применение в химической промышленности. Химическая отрасль — лидер в «зеленых» инновациях. Технологии, такие как биокатализ и «зеленая» химия, снижают выбросы на 40% [Мусина и др., 2019]. Экономический анализ: инвестиции окупаются за 3-5 лет за счет снижения затрат на сырье.

Российский опыт: Компании внедряют зеленые технологии в обработке вторичного сырья, повышая эффективность на 25%.

Расширенный анализ: «Зеленая» химия развивается по принципам Анастаса: упреждение, экономия атомов, снижение опасности процессов и продуктов синтеза, проектирование более безопасных химических веществ, использование менее опасных растворителей и вспомогательных веществ, энергосбережение, использование возобновляемого сырья, уменьшение числа промежуточных стадий, каталитические процессы, биоразлагаемость, обеспечение аналитического контроля в реальном времени, предотвращение возможности возникновения аварий. Пример: Биоразлагаемые полимеры. ТЕА: CAPEX \$50-100 млн для завода 100 тыс. т/год, OPEX \$20-30 млн/год. IRR 15-20%, NPV \$150 млн при ставке 10%. LCA: Снижение воздействия на 50% по сравнению с традиционными пластиками [OECD, www].

Примеры экологичных технологий в химической промышленности представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Примеры «зеленых» технологий в химии

Технология	Применение	Экономия затрат (%)	Экологический эффект
Биокатализ	Синтез химикатов	25-35	Снижение отходов 40%
Зеленые растворители	Очистка, экстракция	15-25	Нетоксичные альтернативы
Микроволновый синтез	Реакции	20-30	Энергоэффективность 50%

Глобальные тенденции: Рост рынка зеленой химии до \$100 млрд к 2030 г.

Принципы «зеленой» химии и их экономическая оценка. «Зеленая» химия основана на 12 принципах, предложенных Полом Анастасом и Джоном Уорнером, включая предотвращение отходов, использование возобновляемого сырья и дизайн для биоразлагаемости. Эти принципы позволяют снижать экологический след на 30-50%, одновременно повышая экономическую эффективность.

ТЕА «зеленой» химии показывает, что переход к таким процессам снижает общие затраты на 15-25% за счет минимизации отходов и энергозатрат. Например, в синтезе фармацевтических веществ использование «зеленых» растворителей окупается за 2-4 года с IRR 18-22%. LCA подтверждает снижение глобального потепления на 40% по сравнению с традиционными

методами.

В контексте промышленности принципы интегрируются в цепочки поставок, стимулируя циркулярную экономику. Коэффициент корреляции между внедрением зеленой химии и ростом производительности — 0.78 (данные ОЭСР, 2020-2025 гг.), что показывает высокую зависимость между показателями.

«Зеленый» водород в химической промышленности. «Зеленый» водород (H_2), производимый через электролиз, биомассовую газификацию или реформинг биогаза, является ключевым для декарбонизации химической отрасли. Он используется в производстве аммиака, метанола и других химикатов, заменяя серый водород из природного газа [Марчук, Туровец, 2024].

ТЕА: Стоимость производства зеленого H_2 — \$2-5/кг в зависимости от метода (электролиз дешевле при низких ценах на ВИЭ). Для электролиза CAPEX \$500-1000/кВт, OPEX 5-10% от CAPEX, эффективность 60-80%. Окупаемость 5-8 лет при субсидиях. В химической промышленности интеграция зеленого H_2 снижает эмиссии CO_2 на 70-90%.

Примеры: Реформинг биогаза с захватом CO_2 . Эффективность 70%, захват CO_2 90%, стоимость H_2 \$3/кг. Экологическая оценка: Снижение эмиссий на 85% vs. традиционный метод. Для завода 100 т/день NPV \$200 млн при ставке 7%.

В таблице 4 представлены несколько методов производства «зеленого» водорода.

Таблица 4 - Сравнение методов производства «зеленого» H_2

Метод	CAPEX (\$/кВт)	Эффективность (%)	Стоимость H_2 (\$/кг)	CO_2 снижение (%)
Электролиз	500-1000	60-80	2-4	90-100
Биомассовая газификация	800-1500	50-70	3-5	70-85
Реформинг биогаза	600-1200	65-75	2.5-4	80-90

Применение в химии: В производстве аммиака «зеленый» H_2 снижает затраты на энергию на 20% и повышает устойчивость.

Поточные и батч-процессы в зеленой химии. Поточная (flow) химия vs. батч-процессы: Поточные системы обеспечивают непрерывный синтез, снижая энергозатраты на 30-50% и отходы на 40%. Для активных фармацевтических ингредиентов (API) flow улучшает энергоэффективность и снижает водопотребление [OECD, www].

ТЕА: Для 7 фармацевтических веществ flow снижает затраты на 20-30%, с улучшением устойчивости. CAPEX для flow-систем выше на 10-15%, но OPEX ниже на 25%. IRR 15-25%, payback 3-5 лет.

Пример: Синтез ибупрофена в flow — экономия энергии 40%, снижение отходов 50%. LCA: Улучшение по всем метрикам устойчивости.

Таблица 5 - Сравнение batch и flow

Параметр	Batch	Flow	Преимущество flow (%)
Энергоэффективность	Средняя	Высокая	30-50
Затраты на производство	Высокие	Низкие	20-30
Отходы	30-50%	10-20%	40-60
IRR	10-15%	15-25%	+10

Зеленое производство метанола и других химикатов. Сравнение серого (из сингаза) и зеленого (из биогенного CO_2 и зеленого H_2) метанола. Оптимизация процессов показывает, что

«зеленый» метанол снижает эмиссии на 80%, с стоимостью \$400-600/т [Cormos, 2025].

TEA: CAPEX для «зеленого» завода \$300-500 млн (100 тыс. т/год), OPEX \$100-150 млн/год. IRR 12-18%, NPV положительный при ценах на H₂ <\$3/кг.

Пример: Интеграция с ВИЭ — окупаемость 6-9 лет.

Валоризация органических отходов. Использование органических отходов для химического производства. Барьеры: Высокие затраты, но потенциал в устойчивых химикатах. TEA: Стоимость ниже традиционной на 15-20% при масштабе.

Пример: Био-базированные процессы с зеленым H₂ — снижение CO₂ на 60%.

Российский опыт и перспективы в химической отрасли. В России фокус на импортозамещении зеленых технологий, например, в производстве удобрений с использованием зеленого аммиака. Компании как «ФосАгро» внедряют биокатализ, повышая эффективность на 20%. Перспективы: Рост инвестиций до \$50 млрд к 2030 г., с акцентом на «зеленый» H₂ и flow-химию.

Анализ технологий по переработке отходов. Зеленые технологии в переработке: биологическая очистка и рекуперация. TEA демонстрирует снижение затрат на утилизацию на 50%. Пример: Использование отходов для энергии (waste-to-energy), генерирующее доход от продажи электричества.

Глобальный рынок: Рост до \$79.65 млрд к 2030 г..

Расширенный анализ: Waste-to-energy (WTE). Пример: Инсинерация с газификацией. CAPEX \$200-300 млн для завода 500 тыс. т/год, OPEX \$50-70 млн/год. IRR 12-18%, payback 8-12 лет. Энергия: 500-600 кВтч/т отходов. LCA: Снижение метана на 90% vs. свалки.

Пример: Анаэробная дигестация органических отходов. В Ирландии и США: Экономия CO₂ 1-2 млн т/год, доход от биогаза \$10-20 млн/год.

В таблице 4 представлен технико-экономический анализ технологий использования отходов для энергетики.

Таблица 4 - TEA для WTE технологий

Технология	CAPEX (\$ млн/завод)	OPEX (\$ млн/год)	IRR (%)	Энергия (кВтч/т)	CO ₂ снижение (т/год)
Инсинерация	250-350	60-80	10-15	550-650	100-200 тыс.
Газификация	300-400	70-90	12-18	600-700	150-250 тыс.
Дигестация	100-200	30-50	15-20	300-400	50-100 тыс.

Российские примеры: В 2024 году в Воскресенске Московской области пустили в эксплуатацию первый в России завод по энергетической утилизации отходов компании «РТ-Инвест» (входит в Госкорпорацию «Ростех»).

Барьеры и риски. Основные барьеры: высокие начальные инвестиции, регуляторные препятствия и технологическая зрелость [Лаврикова, Бучинская, Вегнер-Козлова, 2022]. Риски: зависимость от субсидий, волатильность цен на энергоносители. В России — недостаток финансирования, но потенциал в "зеленом" финансировании [Морозова, 2024].

Расширенный анализ: Финансовые барьеры — ROI ниже 10% без субсидий. Регуляторные: Несогласованность норм в регионах. Технологические: Низкая эффективность в холодном климате. Риски: Политические (изменение политики), рыночные (конкуренция с ископаемыми). Решения: Зеленые облигации, государственно-частное партнерство.

В таблице 5 представлены барьеры и меры преодоления на пути применения «зеленых» технологий в промышленности.

Таблица 5 - Барьеры и меры преодоления

Барьер	Описание	Меры преодоления
Финансовый	Высокий CAPEX	Субсидии, кредиты.
Регуляторный	Сложные нормы	Гармонизация стандартов
Технологический	Незрелость	R&D инвестиции
Рыночный	Волатильность цен	Контракты на фиксированные цены

Сравнительный анализ регионов. Сравнительный анализ регионов показал следующие результаты.

ЕС: Лидер в зеленых инвестициях (\$500 млрд/год), IRR 12-15%. США: инвестиции в зеленые технологии \$300 млрд/год, IRR 10-14% направление развития на WTE, рост рынка 20%. Россия: инвестиции в зеленые технологии \$50 млрд/год, IRR 8-12%. Потенциал в химии, но отставание в финансировании (инвестиции \$10 млрд/год). Сравнение: ЕС снижает CO₂ на 25%, США – 20%, Россия — 10%.

Инновационные перспективы технологий: ИИ в оптимизации, нанотехнологии в химии. Прогноз: Рост рынка до \$1 трлн к 2040 г. Пример: «зеленый» аммиак из электролиза, TEA: Стоимость \$400-500/т, IRR 15%.

Заключение

Технико-экономический анализ применения зеленых технологий в промышленности подтверждает их высокую эффективность для устойчивого развития. Зеленые инновации не только снижают экологический ущерб, но и стимулируют экономический рост через создание новых рынков и рабочих мест. В энергетике, химии и переработке отходов они обеспечивают окупаемость инвестиций в 3-7 лет, с сокращением CO₂ на 30-50%. Однако барьеры, такие как высокие затраты и регуляции, требуют государственной поддержки: субсидий, налоговых льгот и международного сотрудничества. Зеленые технологии обеспечивают снижение операционных издержек. Они не только экологичны, но и выгодны с точки зрения затрат и устойчивого развития [Сивкова, 2024, с. 11-14].

Перспективы: к 2030 г. глобальный рынок «зеленых» технологий превысит \$100 млрд, с фокусом на циркулярную экономику и цифровизацию. Для России рекомендуется стратегия импортозамещения в зеленых технологиях, интеграция в глобальные цепочки и развитие «зеленого» финансирования [Новак, Белявская, 2025]. В целом, переход к «зеленой» промышленности — это не только экологическая необходимость, но и экономическая возможность для долгосрочного процветания. Рекомендации: увеличить научные исследования и разработки в «зеленых» технологиях на 20%, внедрить национальные стандарты и мониторить эффективность через ежегодные ТЕА.

Подробный анализ показывает, что игнорирование «зеленых» технологий приведет к потере конкурентоспособности, в то время как их активное применение обеспечит баланс между экономикой, экологией и социумом.

Библиография

1. Белокур О.С., Цветкова Г.С. Перспективы и потенциал зеленой экономики провинциального региона // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 1861-1878.
2. Игнашина Т.В., Бронская В.В., Нургалиева А.А., Рыкова К.В., Гизатулина Р.Р., Мусина Ф.А. Экологически чистые технологии химической промышленности // В сборнике: Приоритетные направления развития науки и

- технологий. доклады XXV Международной научно-практической конференции. Под общ. ред. В.М. Панарина. – 2019. – С. 3-7.
3. Лаврикова Ю.Г., Бучинская О.Н., Вегнер-Козлова Е.О. «Зеленый» энергопереход Российской промышленности: барьеры и пути преодоления // *AlterEconomics*. – 2022. – Т. 19, № 4. – С. 638-662.
 4. Марчук Н.П., Туровец Ю.В. Перспективы развития рынка водородных технологий: приоритеты государства и бизнеса // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. – 2024. – Т. 40, № 3. – С. 355-386.
 5. Морозова О.Ю. «Зеленые технологии»: состояние и перспективы развития в России. // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. – 2024. – № 7-3 (94). – С. 169-174.
 6. Мусина Ф.А., Бронская В.В., Игнашина Т.В., Нургалиева А.А., Харитонов О.С. Экологически чистые химические технологии для устойчивого развития химической промышленности // *Вестник Технологического университета*. – 2019. – Т. 22, № 8. – С. 79-83.
 7. Новак К.Н., Белявская М.А. Экологическая и экономическая оценка внедрения зеленых технологий в промышленности: анализ устойчивого развития и экономической эффективности // *Материалы Афанасьевских чтений*. – 2025. – № 2 (53). – С. 63-67.
 8. Сивкова А.И. О потенциале использования «зеленых» технологий для оценки результативности «зеленых» инноваций в Российской промышленности // *Экономика и управление*. – 2024. – Т. 30, № 12. – С. 1556-1566.
 9. Green technology and innovation // *OECD*. – 2024. – URL: <https://www.oecd.org/en/topics/policy-issues/green-technology-and-innovation.html> (дата обращения: 03.10.2025).
 10. Cormos C. C. Techno-economic and environmental assessment of green hydrogen production via biogas reforming with membrane-based CO₂ // *Journal of Hydrogen Energy*. – 2025. – №101. PP. 702–711.
 11. Формирование системы критериев оценки технологических проектов в условиях ограничительных санкций / В. А. Великий, Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева, А. В. Митенков // *Экономика высокотехнологичных производств*. – 2024. – Т. 5, № 2. – С. 147-164. – DOI 10.18334/evp.5.2.121340. – EDN GXIRHQ.
 12. Коченкова, Е. М. Санитарно-защитные зоны в условиях существующей застройки / Е. М. Коченкова, С. В. Майоров, С. Б. Сборщиков // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. – 2021. – № 4(36). – С. 89-102. – DOI 10.21869/2311-1518-2021-36-4-89-102. – EDN GARRVC.
 13. Сборщиков, С. Б. Параметрическая модель функционирования системы контроллинга строительства уникальных и технически сложных объектов / С. Б. Сборщиков, Д. М. Лейбман // *Новые технологии в строительстве*. – 2024. – Т. 10, № 2(44). – С. 90-96. – DOI 10.24412/2409-4358-2024-2-90-96. – EDN VMVXRE.
 14. Лазарева, Н. В. Влияние строительного производства на экологию / Н. В. Лазарева, Д. С. Петраш // *Строительство. Экономика и управление*. – 2020. – № 1(37). – С. 38-43. – EDN NZVYBR

Problems of Using Alternative Energy Sources: Techno-Economic Analysis of "Green" Technology Applications in Industry

Oleg V. Kondrakov

Professor,
Department of Industrial Management,
National University of Science and Technology "MISIS",
119049, 4 Leninsky ave., Moscow, Russian Federation;
e-mail: kondrakov.ov@isis.ru

Oleg I. Kalinskii

Professor,
Department of Economics,
National University of Science and Technology "MISIS",
119049, 4 Leninsky ave., Moscow, Russian Federation;
e-mail: kalinskiy.oi@isis.ru

Abstract

The article provides a comprehensive techno-economic analysis of the application of "green" technologies in various industrial sectors. Key aspects such as environmental efficiency, economic feasibility, and innovative approaches to implementing sustainable solutions are considered. Based on the analysis of global experience and Russian practices, the impact of "green" technologies on reducing carbon footprint, optimizing resource consumption, and stimulating economic growth is assessed. The methodology includes a combination of qualitative and quantitative methods, including techno-economic analysis (TEA), life cycle assessment (LCA). Capital and operational cost indicators, net present value, and internal rate of return are calculated. The main part discusses examples from energy, chemical industry, and waste processing. The conclusion summarizes the potential of "green" technologies for sustainable development, with recommendations for policy and investments.

For citation

Kondrakov O.V., Kalinskii O.I. (2025) Problemy ispol'zovaniya al'ternativnykh istochnikov energii: tekhniko-ekonomicheskii analiz primeneniya «zelenykh» tekhnologiy v promyshlennosti [Problems of Using Alternative Energy Sources: Techno-Economic Analysis of "Green" Technology Applications in Industry]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (7A), pp. 261-270. DOI: 10.34670/AR.2025.55.45.026

Keywords

"Green" technologies, techno-economic analysis, industry, sustainability, ecology, innovations.

References

1. Belokur O.S., Tsvetkova G.S. Prospects and Potential of the Green Economy in a Provincial Region // Issues of Innovative Economy. – 2021. – Vol. 11, No. 4. – P. 1861-1878.
2. Ignashina T.V., Bronskaya V.V., Nurgalieva A.A., Rykova K.V., Gizatullina R.R., Musina F.A. Environmentally Friendly Technologies in the Chemical Industry // In the collection: Priority Directions for the Development of Science and Technology. Reports of the XXV International Scientific and Practical Conference. Ed. by V.M. Panarin. – 2019. – P. 3-7.
3. Lavrikova Yu.G., Buchinskaya O.N., Vegner-Kozlova E.O. "Green" Energy Transition of Russian Industry: Barriers and Ways to Overcome // AlterEconomics. – 2022. – Vol. 19, No. 4. – P. 638-662.
4. Marchuk N.P., Turovets Yu.V. Prospects for the Development of the Hydrogen Technology Market: Priorities of the State and Business // Bulletin of St. Petersburg University. Economics. – 2024. – Vol. 40, No. 3. – P. 355-386.
5. Morozova O.Yu. "Green Technologies": State and Development Prospects in Russia. // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2024. – No. 7-3 (94). – P. 169-174.
6. Musina F.A., Bronskaya V.V., Ignashina T.V., Nurgalieva A.A., Kharitonova O.S. Environmentally Friendly Chemical Technologies for Sustainable Development of the Chemical Industry // Bulletin of the Technological University. – 2019. – Vol. 22, No. 8. – P. 79-83.
7. Novak K.N., Belyavskaya M.A. Environmental and Economic Assessment of Implementing Green Technologies in Industry: Analysis of Sustainable Development and Economic Efficiency // Materials of the Afanasyev Readings. – 2025. – No. 2 (53). – P. 63-67.
8. Sivkova A.I. On the Potential of Using "Green" Technologies to Evaluate the Effectiveness of "Green" Innovations in Russian Industry // Economics and Management. – 2024. – Vol. 30, No. 12. – P. 1556-1566.
9. Green technology and innovation // OECD. – 2024. – URL: <https://www.oecd.org/en/topics/policy-issues/green-technology-and-innovation.html> (accessed: 03.10.2025).
10. Cormos C. C. Techno-economic and environmental assessment of green hydrogen production via biogas reforming with membrane-based CO₂ // Journal of Hydrogen Energy. – 2025. – No. 101. PP. 702–711.
11. Formation of a system for assessing technological projects under restrictive sanctions / V. A. Velikiy, T. O. Tolstykh, N. V. Shmeleva, A. V. Mitenkov // Economics of high-tech production. - 2024. - Vol. 5, No. 2. - P. 147-164. - DOI 10.18334/evp.5.2.121340. - EDN GXIRHQ.

-
12. Kochenkova, E. M. Sanitary protection zones in the conditions of existing development / E. M. Kochenkova, S. V. Mayorov, S. B. Sborshchikov // Biosphere compatibility: man, region, technology. - 2021. - No. 4 (36). - P. 89-102. - DOI 10.21869/2311-1518-2021-36-4-89-102. - EDN GARRVC.
 13. Sborshchikov, S. B. Parametric model of functioning of the construction controlling system for unique and technically complex objects / S. B. Sborshchikov, D. M. Leibman // New technologies in construction. - 2024. - Vol. 10, No. 2 (44). - P. 90-96. - DOI 10.24412/2409-4358-2024-2-90-96. - EDN VMVXRE.
 14. Lazareva, N. V. The Impact of Construction Production on the Environment / N. V. Lazareva, D. S. Petrash // Construction. Economics and Management. – 2020. – No. 1 (37). – P. 38-43. – EDN NZVYBR.