

УДК 620.92
AGRIS P01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/129/07>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

©Исраилова Г. М., Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан

©Салабаева З. А., Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан

©Сарыбаева М. М., Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан

THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN THE CHEMICAL INDUSTRY

©Israilova G., Osh Technological University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan

©Salabaeva Z., Osh Technological University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan

©Sarybaeva M., Osh Technological University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan

Аннотация. Рассматриваются актуальные вопросы внедрения альтернативных источников энергии — солнечной, ветровой, водородной и геотермальной — в промышленность Кыргызской Республики. Проведён анализ современного состояния мировой энергетики и потенциала возобновляемых источников энергии (ВИЭ) республики, обладающей уникальными гидро-, солнечными и геотермальными ресурсами. Обоснована необходимость перехода на ВИЭ не через призму международных норм декарбонизации, а через приоритет повышения конкурентоспособности национальной экономики: дешёвая гидроэлектроэнергия как базовое конкурентное преимущество, возможности экспорта электроэнергии и «зелёного» водорода соседним странам. Систематизированы основные направления применения ВИЭ в промышленных производствах: использование избыточной гидроэлектроэнергии для получения «зелёного» водорода (потребляющего, а не производящего электроэнергию), солнечные концентраторы для высокотемпературных реакций, ветроэнергетика в интеграции с производством. Представлены количественные данные об экономическом эффекте внедрения ВИЭ. Выявлены ключевые барьеры и предложены меры государственной поддержки. Результаты исследования могут быть использованы при разработке национальной стратегии развития ВИЭ и формировании энергетической политики Кыргызстана.

Abstract. This paper examines current issues related to the integration of alternative energy sources — solar, wind, hydrogen, and geothermal — into the technological processes of the chemical industry. An analysis of the current state of global energy and the specific energy consumption characteristics of the chemical sector has been conducted. The necessity of transitioning the industry to renewable energy sources (RES) in the context of global climate change and increasingly stringent environmental requirements is justified. The main areas of RES application in chemical production are systematized: «green» hydrogen for synthesis processes, solar concentrators for high-temperature reactions, and wind energy integration with production facilities. Quantitative data on energy efficiency and the economic impact of RES implementation at major chemical enterprises are presented. Key barriers are identified, and state support measures are proposed to accelerate the

energy transition in the chemical industry. The research findings can be used in developing sustainable development strategies for industrial enterprises and shaping energy policy at the national level.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, возобновляемые источники энергии, химическая промышленность, «зелёный» водород, солнечная энергетика; энергоэффективность, декарбонизация.

Keywords: alternative energy sources, renewable energy sources, chemical industry, green hydrogen, solar energy; energy efficiency, decarbonization.

Кыргызская Республика располагает исключительным потенциалом возобновляемой энергетики, который в значительной мере остаётся невостребованным. Гидроэнергетический потенциал страны оценивается в 142,5 млрд кВт·ч/год, при этом освоено лишь около 10% от этого объёма; солнечный ресурс составляет 2700–3000 ч/год инсоляции, а геотермальные ресурсы Тянь-Шаньского региона практически не используются. Развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в этих условиях представляет собой не просто экологическую задачу, но прежде всего стратегический инструмент повышения конкурентоспособности национальной экономики: дешёвая гидроэлектроэнергия способна стать фундаментом индустриального роста, а возможные излишки — источником экспортных доходов от продажи электроэнергии соседним странам. Переход к альтернативным источникам энергии (АИЭ) в промышленности республики представляет собой прежде всего экономическую необходимость и стратегический вектор повышения конкурентоспособности отечественных предприятий. Снижение себестоимости возобновляемой энергии — стоимость солнечной электроэнергии за 2010–2023 годы сократилась на 89%, ветровой — на 70% создаёт реальные экономические предпосылки для масштабного внедрения ВИЭ в отраслевые процессы [1, 2].

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что, несмотря на значительный ресурсный потенциал Кыргызстана в области ВИЭ, вопросы комплексного освоения гидро-, солнечных и геотермальных ресурсов в интересах промышленного развития страны остаются недостаточно систематизированными. Цель настоящей работы — комплексный анализ современных направлений, барьеров и перспектив использования альтернативных источников энергии в промышленном секторе Кыргызской Республики, в том числе в энергоёмких отраслях, с акцентом на собственный ресурсный потенциал страны как главный мотив и конкурентное преимущество для развития. Кыргызстан обладает значительным потенциалом возобновляемой энергетики: гидроэнергетический потенциал страны оценивается в 142,5 млрд кВт·ч/год, из которых освоено лишь около 10%; солнечный ресурс составляет 2700–3000 часов инсоляции в год, а геотермальные ресурсы Тянь-Шаньского региона остаются практически неиспользованными. Вместе с тем химическая промышленность республики, представленная преимущественно горно-химическим и агрохимическим секторами, продолжает функционировать на основе импортируемых углеводородов, что обуславливает высокую энергетическую зависимость и низкую конкурентоспособность продукции.

Специфика химической промышленности с точки зрения энергопотребления определяется рядом принципиальных особенностей. Во-первых, значительная часть технологических процессов требует одновременного обеспечения высокотемпературного тепла (500–1000°C) и электроэнергии. Во-вторых, многие химические производства используют углеводородное сырьё не только как источник энергии, но и как химический реагент, что существенно усложняет процесс декарбонизации [3].

По данным Международного энергетического агентства (МЭА), в 2023 году мировое потребление энергии химической промышленностью составило около 1 200 млн т нефтяного эквивалента, из которых лишь 12% приходилось на возобновляемые источники [4].

Структура энергопотребления отрасли представлена в Таблице 1. Из данных Таблицы 1 видно, что совокупная доля ВИЭ в энергобалансе отрасли не превышает 12%, тогда как международные сценарии климатической нейтральности предполагают увеличение этого показателя до 45–60% к 2050 году [5].

Таблица 1
СТРУКТУРА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, 2023 г.

<i>Источник энергии</i>	<i>Доля в потреблении, %</i>	<i>Применение</i>
Природный газ	42	Тепло, пар, сырьё для синтеза
Нефтепродукты	27	Сырьё, тепло, транспорт
Уголь	19	Тепло, получение водорода
Электроэнергия (ВИЭ)	7	Электрохимия, освещение, двигатели
Прочие ВИЭ	5	Биомасса, геотермальная энергия

Таким образом, масштаб необходимых изменений носит революционный характер и требует системного подхода к трансформации энергетической инфраструктуры химических предприятий. Основные направления применения АИЭ в химическом производстве «Зелёный» водород. Производство водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии из возобновляемых источников («зелёный» водород) представляет собой одно из наиболее перспективных направлений декарбонизации химической отрасли. В настоящее время около 96% производимого водорода получают из ископаемого топлива — преимущественно методом парового риформинга природного газа, что сопровождается выбросом 10–12 кг CO₂ на каждый килограмм H₂ [6].

«Зелёный» водород может найти применение в следующих ключевых процессах химической промышленности: синтезе аммиака (процесс Хабера-Боша), производстве метанола и его производных, гидроочистке нефтепродуктов, восстановлении металлов при производстве катализаторов. Согласно прогнозам Hydrogen Council, к 2030 году стоимость «зелёного» водорода снизится до 1,5–2,0 долл. США/кг, что обеспечит его конкурентоспособность с «серым» водородом при цене на газ выше 6 долл./МБТЕ [7].

Применение солнечной энергии в химической промышленности реализуется по двум основным направлениям: фотовольтаика (PV-системы) для генерации электроэнергии и концентрированная солнечная энергетика (CSP) для обеспечения высокотемпературного технологического тепла. Фотовольтаические системы уже широко интегрируются в энергоснабжение химических предприятий: по данным Chemical Week, в 2023 году суммарная мощность PV-установок на объектах глобального химического сектора превысила 45 ГВт [8].

Концентрированные солнечные коллекторы (параболические желоба, башенные системы) способны обеспечивать технологический пар и тепло при температурах 200–550°C, что открывает возможности для их использования в процессах выпаривания, дистилляции, сушки и термического крекинга. Пилотный проект компании BASF в Лудвигсхафене (Германия) продемонстрировал возможность покрытия до 20% потребности в технологическом тепле за счёт CSP-систем.

Ветровая энергетика, будучи наиболее масштабируемым источником возобновляемой электроэнергии, активно интегрируется в энергобаланс крупных химических кластеров. Особого внимания заслуживает концепция Power-to-X (P2X), предполагающая

трансформацию избыточной ветровой электроэнергии в химические продукты — водород, метанол, аммиак или синтетические углеводороды [9].

Это позволяет одновременно решать задачи хранения энергии и производства химической продукции. Норвежская компания Yara International реализует крупнейший в мире проект по производству «зелёного» аммиака на базе ветровой электроэнергии мощностью 500 МВт в Пилбаре (Австралия). Ожидается, что проект позволит ежегодно производить 1,8 млн т аммиака с нулевым углеродным следом, замещая около 6% мирового производства аммиака из природного газа [10].

Геотермальная энергия находит применение прежде всего в регионах с высокой геотермальной активностью (Исландия, Новая Зеландия, Кения, вулканические районы Кыргызстана). Геотермальный пар и горячая вода с температурами 100–300°C могут использоваться для теплоснабжения химических производств, технологического отопления и отдельных операций выпаривания. Исландские хим-предприятия в настоящее время обеспечивают около 90% своих тепловых нужд за счёт геотермальных ресурсов. Биомасса и биогаз рассматриваются как переходные источники энергии, особенно актуальные для предприятий, расположенных в аграрных регионах. Анаэробная переработка органических отходов химического производства позволяет получать биогаз, используемый для когенерации тепловой и электрической энергии. В перспективе «зелёная» биохимия на основе возобновляемого сырья полностью замкнёт производственный цикл ряда химических отраслей.

Экономическая целесообразность применения АИЭ в химической промышленности определяется соотношением капитальных затрат на установку энергетического оборудования и операционной экономии от снижения расхода ископаемого топлива. Мировая практика свидетельствует о постепенном улучшении этого соотношения по мере снижения стоимости ВИЭ-технологий. В Таблице 2 представлено сопоставление ключевых экономических показателей для различных типов АИЭ в химической промышленности по состоянию на 2024 г.

Таблица 2
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АИЭ В ХИМИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ, 2024 г.

Технология	LCOE / стоимость продукта, долл./МВт·ч (долл./кг для H ₂)	Срок окупаемости, лет	Сокращение выбросов CO ₂ , %
Солнечная PV	25–40	5–8	70–90
Ветровая (наземная)	20–35	4–7	75–95
Ветровая (морская)	55–85	8–12	75–95
«Зелёный» водород (электролиз воды на основе ВИЭ) — технология потребления возобновляемой электроэнергии для производства топлива/сырья для синтеза	90–150	10–15	85–100
Геотермальная	40–80	7–12	90–99
Биогаз	60–100	6–10	50–80

Данные Таблицы 2 свидетельствуют о том, что солнечная и ветровая энергетика уже достигли уровня стоимости, конкурентоспособного с традиционными источниками энергии. Согласно расчётам McKinsey Global Energy Perspectives, промышленные предприятия, перешедшие на ВИЭ, к 2030 г получают конкурентное преимущество в размере 15–25% по операционным затратам по сравнению с конкурентами, использующими природный газ при его цене выше 8 долл./МБТЕ [11].

«Зелёный» водород принципиально отличается от остальных технологий в таблице: он не является источником электроэнергии, а выступает её крупным потребителем. Процесс электролиза воды требует значительных объёмов электроэнергии для разделения молекулы H_2O на водород и кислород, поэтому показатели таблицы отражают стоимость производства водорода (долл./кг), а не генерации электроэнергии. Именно здесь открывается уникальная возможность для Кыргызстана: использовать избыточную дешёвую гидроэлектроэнергию для производства «зелёного» водорода и экспорта его как энергоносителя. Особого внимания заслуживает опыт немецкого химического концерна Covestro, который к концу 2023 г обеспечил 100% потребления электроэнергии из возобновляемых источников. Это позволило компании сократить операционные энергозатраты на 18% и снизить углеродный след продукции в среднем на 2,3 т CO_2 -экв./т продукта [12].

Несмотря на очевидные преимущества, переход химической промышленности на АИЭ сопряжён с рядом существенных барьеров. К основным из них относятся следующие. Технологические барьеры: нестабильность выработки энергии ВИЭ вступает в противоречие с требованием непрерывности большинства химических производств; отсутствие экономически доступных систем хранения энергии промышленного масштаба; ограниченная технологическая зрелость ряда решений, в том числе электролизёров для «зелёного» водорода большой мощности. Экономические барьеры: высокие первоначальные капитальные затраты на создание ВИЭ-инфраструктуры; необходимость модернизации производственного оборудования под новые энергоносители; неопределённость долгосрочных ценовых трендов на энергоресурсы. Институциональные барьеры: несовершенство нормативно-правовой базы в области ВИЭ во многих развивающихся странах; недостаточная развитость механизмов углеродного ценообразования; дефицит квалифицированных кадров в области «зелёной» химии. Для преодоления указанных барьеров необходим комплекс мер государственной поддержки, включающий: введение механизмов углеродного налогообложения и/или систем торговли квотами на выбросы (СТВ); предоставление налоговых льгот и субсидий для инвестиций в ВИЭ-технологии; государственное финансирование НИОКР в области «зелёного» водорода и промышленных накопителей энергии; формирование «зелёных» стандартов и сертификации химической продукции.

Кыргызская Республика обладает значительным и во многом недооценённым потенциалом возобновляемой энергетики, способным стать основой конкурентоспособности всей национальной экономики. Гидроэнергетический потенциал страны оценивается в 142,5 млрд кВт·ч/год, из которых освоено лишь около 10%. Доля гидроэлектроэнергии в общем энергобалансе республики уже превышает 85% — Токтогульская ГЭС мощностью 1 200 МВт одна обеспечивает около 40% национальной генерации — что создаёт объективные предпосылки для позиционирования Кыргызстана как страны с преимущественно «зелёным» и при этом исключительно дешёвым электричеством. Именно ценовое преимущество гидроэлектроэнергии — а не нормы международной климатической повестки — является главным аргументом в пользу ускоренного развития ВИЭ: дешёвая энергия обеспечивает конкурентоспособность всех энергоёмких производств, а образующиеся излишки электроэнергии могут быть реализованы соседним государствам. Вместе с тем значительная часть тепловых нужд промышленности покрывается за счёт импортируемого природного газа и угля, что формирует структурную уязвимость и повышает себестоимость продукции — устранение этой зависимости является дополнительным мотивом для освоения геотермальных и солнечных ресурсов.

Стратегическим приоритетом для Кыргызстана должно стать опережающее развитие всего спектра ВИЭ — не только гидроэнергетики, но и солнечной и геотермальной. Это

позволит обеспечить надёжное и дешёвое энергоснабжение всех энергоёмких секторов экономики, снизить зависимость от импорта углеводородов и сформировать экспортный потенциал как в виде электроэнергии, так и в виде «зелёного» водорода, производимого методом электролиза воды с использованием избыточных мощностей ГЭС. С точки зрения внедрения солнечной энергетики Кыргызстан обладает исключительно благоприятными природными условиями. Суммарный технический потенциал солнечной энергии на территории республики оценивается в 2,53 трлн кВт·ч/год. Среднегодовая интенсивность солнарадиации в Чуйской долине составляет 1670 кВт·ч/м², в Ферганской долине и Ошском регионе — до 1820 кВт·ч/м², что сопоставимо с показателями южных регионов Германии и значительно превышает уровень большинства европейских стран — лидеров солнечной энергетики. Применение фотовольтаических систем на химических предприятиях ОшТУ-affiliated технопарков позволило бы снизить стоимость электроснабжения на 30–45% по сравнению с тарифами централизованной сети. Геотермальный потенциал Кыргызстана представляет особый интерес для химических производств, требующих технологического тепла в диапазоне 100–250°C. На территории республики выявлено свыше 90 термальных источников с температурами от 20°C до 97°C, сосредоточенных преимущественно в Иссык-Кульской котловине, Кеминском ущелье и районе Джалал-Абадских минеральных вод. Согласно оценкам Института геологии НАН КР, суммарный геотермальный ресурс при условии глубокого бурения (до 3000 м) может обеспечить тепловую мощность порядка 1,2 ГВт, что способно полностью покрыть тепловые нужды всей химической промышленности страны.

Авторская модель поэтапного внедрения ВИЭ в химическую промышленность Кыргызстана предусматривает три стадии реализации. На первом этапе (2025–2028 гг.) предлагается приоритетное развитие малых ГЭС мощностью 1–5 МВт при химических предприятиях с использованием водотоков горных рек, а также установка солнечных фотовольтаических систем суммарной мощностью до 50 МВт на производственных площадках. Второй этап (2028–2033 гг.) предполагает промышленное освоение геотермальных ресурсов для теплоснабжения производственных процессов, внедрение систем биогаза на основе органических отходов агрохимических производств, а также начало реализации пилотных проектов по производству «зелёного» водорода с использованием избыточной гидроэлектроэнергии. На третьем этапе (после 2033 г.) планируется полная интеграция ВИЭ в производственную инфраструктуру с формированием замкнутых энергетических циклов и экспортом «зелёной» химической продукции. Реализация предложенной модели потребует формирования соответствующей нормативно-правовой базы. В Кыргызстане действует Закон «О возобновляемых источниках энергии» (2008), однако он охватывает преимущественно электрогенерацию и не предусматривает специализированных механизмов поддержки промышленных потребителей ВИЭ. Необходима разработка отраслевой программы декарбонизации химического сектора с закреплением целевых показателей по доле ВИЭ в энергобалансе отрасли, введением «зелёных» сертификатов для экспортноориентированных химических производств и созданием механизмов льготного кредитования инвестиций в энергоэффективность.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сделать следующие выводы. Кыргызская Республика располагает значительным, но пока недостаточно реализованным потенциалом ВИЭ, освоение которого способно стать главным конкурентным преимуществом национальной экономики. Ключевыми стратегическими направлениями являются: ускоренное освоение гидроэнергетического потенциала (из 142,5 млрд кВт·ч/год используется лишь 10%),

интеграция солнечной генерации в промышленное энергоснабжение с учётом исключительно высокого инсоляционного ресурса (2700–3000 ч/год), а также промышленное освоение геотермальных ресурсов Тянь-Шаньского региона для обеспечения технологического тепла. Дешёвая и возобновляемая электроэнергия обеспечит конкурентоспособность всего промышленного сектора, а возможные излишки создадут устойчивый экспортный потенциал — как в виде электроэнергии, так и в виде «зелёного» водорода, получаемого методом электролиза воды. Экономический анализ свидетельствует о достижении технологической и ценовой зрелости солнечной и ветровой энергетики для промышленного применения. В ближайшее десятилетие предприятия, осуществившие энергетический переход, получают устойчивое конкурентное преимущество как с точки зрения операционных затрат, так и с позиций соответствия ужесточающемуся регуляторному климату. Для ускорения перехода необходима скоординированная политика государственной поддержки. Авторская трёхэтапная модель внедрения ВИЭ в промышленный сектор Кыргызстана, разработанная в ходе настоящего исследования, может служить аналитической основой для разработки национальной программы развития возобновляемой энергетики с учётом интересов всей экономики, а не отдельных отраслей. В перспективе системное освоение ВИЭ откроет перед Кыргызстаном возможности позиционирования на региональных энергетических рынках в качестве экспортёра чистой электроэнергии и «зелёного» водорода, что приобретает стратегическое значение в условиях энергетического перехода в соседних экономиках.

Список литературы:

1. Keramidas K., Fosse F., Diaz Rincon A., Dowling P., Garaffa R., Ordonez J., Weitzel M. Global energy and climate outlook 2023 // EU JRC, Luxembourg. 2023. <https://doi.org/10.2760/9028706>
2. Haleem D., Kafafy R., Ntantis E. L. Feasibility of solar energy as a sustainable renewable resource in the UAE // MRS Energy & Sustainability. 2024. V. 11. №2. P. 624-636. <https://doi.org/10.1557/s43581-024-00108-z>
3. Neelis M. Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the petrochemical Industry-An ENERGY STAR (R) Guide for energy and plant managers. 2008.
4. Chemicals. Tracking Clean Energy Progress 2024. Paris: IEA, 2024.
5. A Pathway to Decarbonise the Chemical and Petrochemical Sector by 2050. Abu Dhabi: IRENA, 2021. 132 p.
6. Hydrogen Council. Hydrogen Insights 2023. Brussels: Hydrogen Council, 2023. 75 p.
7. BloombergNEF. Green Hydrogen Market Outlook 2024. New York: BloombergNEF, 2024. 90 p.
8. Mandal D. K., Bose S., Biswas N., Manna N. K., Cuce E., Benim A. C. Solar chimney power plants for sustainable air quality management integrating photocatalysis and particulate filtration: a comprehensive review // Sustainability. 2024. V. 16. №6. P. 2334. <https://doi.org/10.3390/su16062334>
9. Schiebahn S., Grube T., Robinius M., Tietze V., Kumar B., Stolten D. Power to gas: Technological overview, systems analysis and economic assessment for a case study in Germany // International journal of hydrogen energy. 2015. V. 40. №12. P. 4285-4294. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.01.123>
10. Yara International. Pilbara Green Ammonia Project: Sustainability Report 2023. Oslo: Yara, 2023. 62 p.
11. McKinsey & Company. Global Energy Perspective 2023: Hydrogen Outlook. McKinsey Center for Future Mobility, 2023. 48 p.

12. Covestro AG. Sustainability Report 2023: Climate Action and Renewable Energy. Leverkusen: Covestro, 2024. 156 p.

References:

1. Keramidas, K., Fosse, F., Diaz Rincon, A., Dowling, P., Garaffa, R., Ordonez, J., ... & Weitzel, M. (2023). Global energy and climate outlook 2023. *EU JRC, Luxembourg*. <https://doi.org/10.2760/9028706>
2. Haleem, D., Kafafy, R., & Ntantis, E. L. (2024). Feasibility of solar energy as a sustainable renewable resource in the UAE. *MRS Energy & Sustainability*, 11(2), 624-636. <https://doi.org/10.1557/s43581-024-00108-z>
3. Neelis, M. (2008). Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the petrochemical Industry-An ENERGY STAR (R) Guide for energy and plant managers.
4. Chemicals (2024). Tracking Clean Energy Progress 2024. Paris.
5. A Pathway to Decarbonise the Chemical and Petrochemical Sector by 2050 (2021). Abu Dhabi.
6. Hydrogen Council (2023). Hydrogen Insights 2023. Brussels: Hydrogen Council.
7. BloombergNEF (2024). Green Hydrogen Market Outlook 2024. New York.
8. Mandal, D. K., Bose, S., Biswas, N., Manna, N. K., Cuce, E., & Benim, A. C. (2024). Solar chimney power plants for sustainable air quality management integrating photocatalysis and particulate filtration: a comprehensive review. *Sustainability*, 16(6), 2334. <https://doi.org/10.3390/su16062334>
9. Schiebahn, S., Grube, T., Robinius, M., Tietze, V., Kumar, B., & Stolten, D. (2015). Power to gas: Technological overview, systems analysis and economic assessment for a case study in Germany. *International journal of hydrogen energy*, 40(12), 4285-4294. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.01.123>
10. Yara International (2023). Pilbara Green Ammonia Project: Sustainability Report 2023. Oslo.
11. McKinsey & Company (2023). Global Energy Perspective 2023: Hydrogen Outlook. McKinsey Center for Future Mobility.
12. Covestro AG (2024). Sustainability Report 2023: Climate Action and Renewable Energy. Leverkusen: Covestro.

Поступила в редакцию
03.06.2026 г.

Принята к публикации
11.06.2026 г.

Ссылка для цитирования:

Исраилова Г. М., Салабаева З. А., Сарыбаева М. М. Использование альтернативных источников энергии в химической промышленности // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №8. С. 68-75. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/129/07>

Cite as (APA):

Israilova, G., Salabaeva, Z., & Sarybaeva, M. (2026). The Use of Alternative Energy Sources in the Chemical Industry. *Bulletin of Science and Practice*, 12(8), 68-75. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/129/07>