

Тематическое исследование:

Казахстан на пути к наращиванию производства зелёного водорода



Published by

Импрессум

Издатели:

Германское общество по международному сотрудничеству (GIZ) GmbH

Зарегистрированные офисы: Бонн и Эшборн

Адрес: Köthener Str. 2-3, 10963 Берлин, Германия

Тел.: +49 30 338424 186

Эл. почта: info@giz.de

Веб-сайт: www.giz.de

и

Немецкое энергетическое агентство (dena) / Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Адрес: Chausseestraße 128a, 10115 Берлин, Германия

Тел.: +49 30 66 777-0

Эл. почта: info@dena.de

Веб-сайт: www.dena.de

Авторы:

Айнура Соспанова, консультант по возобновляемым источникам энергии, Казахстан

Балтуган Тажмакина, эксперт по возобновляемым источникам энергии, Казахстан

Ирина Стамо, Немецкое энергетическое агентство (dena)

Лина Вебер, Немецкое энергетическое агентство (dena)

Мануэль Андреш, доктор философии (PhD), Германское общество по международному сотрудничеству (GIZ) GmbH

Нурбек Есетов, Германское общество по международному сотрудничеству (GIZ) GmbH

Роберт Штюве, доктор философии (PhD), Немецкое энергетическое агентство (dena)

Салтанат Жакенова, консультант по низкоуглеродному развитию, Казахстан

Сауле Жолдаякова, доктор философии (PhD), консультант по водороду, Казахстан

Авторы фотографий/источники:

@petrmalinak / Shutterstock.com

Дата публикации

Июль 2025 г.

Данное исследование стало возможным благодаря сотрудничеству H2-diplo и Немецкого энергетического агентства (dena). H2-diplo реализуется Германским обществом по международному сотрудничеству (GIZ GmbH) по поручению Федерального министерства иностранных дел Германии и финансируется в рамках Международной климатической инициативы (Internationale Klimaschutzinitiative, IKI). dena реализует Энергетический диалог между Германией и Казахстаном от имени Федерального министерства экономики и энергетики Германии (BMWE). Мнения, выводы и рекомендации, изложенные в данной публикации, не обязательно отражают позиции агентства и его партнерских организаций.

Резюме

Энергетическая система Казахстана обладает значительным потенциалом для развития возобновляемых источников энергии и производства зелёного водорода. Страна располагает внушительными ресурсами ветровой энергии в 1,820 млрд кВт·ч в год и солнечным потенциалом в 2,5 млрд кВт·ч в год. Обширные территории и благоприятные природные условия, особенно в таких регионах, как Жетысуская, Алматинская, Атырауская, Мангистауская области, создают оптимальные условия для реализации масштабных проектов в области возобновляемой энергетики. Такое изобилие ресурсов позиционирует Казахстан как потенциально конкурентоспособного производителя зелёного водорода, стоимость которого к 2030 году оценивается в \$3,94–\$5,52/кг. Несмотря на высокий потенциал, текущее производство водорода в Казахстане остаётся крайне ограниченным и представлено преимущественно серым водородом (не обезуглероженным), который используется на трёх действующих нефтеперерабатывающих заводах — в Атырау, Павлодаре и Шымкенте, а также в качестве сырья для производства аммиака в химической и аграрной промышленности по производству удобрений.

Данное исследование в первую очередь сосредоточено на зелёном водороде (производимом методом электролиза с использованием энергии из возобновляемых источников) как центральном элементе водородной стратегии Казахстана. Если не указано иное, под термином «водород» в настоящем документе подразумевается зелёный водород. Когда речь заходит о других типах водорода (например, голубой (синий) водород, полученный из природного газа с улавливанием углерода), они прямо обозначаются как таковые.

Документ анализирует потенциал Казахстана как производителя и экспортёра зелёного водорода на европейские рынки, одновременно рассматривая правовые, финансовые и инфраструктурные барьеры. Также исследуется то, как местные инструменты финансирования могут быть дополнены механизмами поддержки со стороны Германии и Европейского союза для реализации рекомендаций в части регуляторных реформ, развития инфраструктуры и институционального взаимодействия, необходимых для создания устойчивого экспортного потенциала в области водорода. В то время как возобновляемые источники энергии в Казахстане создают прочную основу для развития зелёного водорода, страна всё ещё находится на ранних стадиях реализации проектов. Ранее

принятие Казахстаном инициатив в области возобновляемых источников энергии и его приверженность развитию водородной энергетике обеспечивают стратегическое преимущество на мировом рынке. Тем не менее, в настоящее время возможности зелёного водорода ограничены, в стране действует лишь одна экспериментальная установка с щелочным электролизером. Наиболее значимой инициативой в области зелёного водорода в настоящее время является проект HyrAsia One (реализуемый компанией Svevind), целью которого является производство до 3 465 килотонн водорода в год за счёт использования возобновляемых ресурсов Казахстана. Проект находится на стадии предпроектной проработки (pre-FEED), и запуск производства ожидается не ранее 2030 года.

Проактивный подход Казахстана, отражённый в Стратегии достижения углеродной нейтральности к 2060 году и Концепции развития водородной энергетики до 2030 года, включает в себя амбициозные цели: увеличить долю ВИЭ до 15% к 2030 году и долю альтернативной энергетики до 50% к 2050 году, при этом обозначая водород как ключевой инструмент достижения целей по снижению выбросов парниковых газов (далее – ПГ). В числе последних достижений — принятие международных стандартов на водород (СТ РК ISO 14687-2023, СТ РК ISO/TR 15916-2023, СТ РК IEC 62282-3-100-2023) в июле 2024 года, что свидетельствует о стремлении Казахстана к соответствию глобальным нормам и стандартам.

Возможности и партнёрства в области декарбонизации

Интеграция водорода в горнодобывающую и металлургическую отрасли Казахстана способна снизить выбросы ПГ на 30–90%, тогда как использование зелёных аммиачных удобрений в сельском хозяйстве может обеспечить сокращение выбросов на 20–25%. Внутренние промышленные возможности распространяются на производство стали и химическую промышленность, где водород может стимулировать экономическую диверсификацию.

Региональные синергии, такие как цель Узбекистана достичь 40% доли возобновляемых источников энергии к 2030 году и заявленная Таджикистаном задача по производству 1 миллиона тонн зелёного водорода к 2040 году, подчеркивают коллективный потенциал Центральной Азии. Во всем мире наблюдается спрос на продукты PtX (Power-to-X), такие

как зелёный аммиак и метанол, и Казахстан может дополнить проекты, финансируемые ЕС, одновременно обеспечивая снижение стоимости зелёного водорода на других рынках. Энергетический диалог между Казахстаном и Германией, действующий с 2020 года и реализуемый Немецким энергетическим агентством (dena), играет важную роль в поддержке водородных амбиций Казахстана, обеспечивая, в частности, техническую помощь при разработке Национальной водородной концепции. В рамках сотрудничества было реализовано несколько исследований, посвящённых рыночным механизмам водородной экономики, потенциальным рынкам сбыта, а также решениям по обеспечению водоснабжения для производства зелёного водорода в Казахстане. Энергетический диалог совместно с Представительством германской экономики в Центральной Азии (АНК), инициировал в 2023 году создание Инициативной Рабочей группы по водороду с целью форсирования делового сотрудничества. Наряду с такими стратегическими партнёрствами, как H2-diplo – Дипломатия декарбонизации, эти структуры содействуют созданию институциональной среды для становления водородного рынка в Казахстане, а также способствуют развитию казахстанско-германского сотрудничества в области водорода. Стратегические партнёрские отношения с Германией охватывают также проект Hygasia One, который представляет собой независимое партнёрство между частной немецкой компанией Svevind Energy Group и Национальной инвестиционной компанией Казахстана KazakhInvest. Этот проект не является межправительственной инициативой, однако обеспечивает критически важную техническую экспертизу и доступ к финансированию благодаря прямому инвестиционному соглашению, подписанному генеральным директором Svevind Вольфгангом Кроппом и официальными представителями Правительства Казахстана. Международные механизмы, такие как H2Global Германии и Инновационный фонд ЕС, являются важными инструментами поддержки развития водородного рынка и будут играть ключевую роль в снижении инвестиционных рисков и масштабировании производства.

Инфраструктурные вызовы

Существующая энергетическая инфраструктура Казахстана на 70% зависит от угля, а также характеризуется высоким уровнем физического износа (коэффициент амортизации - 66%), что делает крупные инвестиции в масштабное развитие водородных трубопроводов рискованными.

Трубопроводы требуют стабильного высокого спроса на водород и первоначального капитала для электролизеров (800–1500 евро/кВт). Переоборудование существующих газопроводов под водород может снизить затраты примерно на

50%, однако ограниченный спрос на водород внутри страны ставит под сомнение жизнеспособность таких проектов. Согласно опросу ключевых стейкхолдеров, 94% респондентов указали высокую стоимость технологий как основного барьера для внедрения водородных решений, что подчёркивает необходимость государственной поддержки и стимулирующих мер.

Варианты транспортировки водорода

- **Аммиак:** для его транспортировки используется существующая глобальная судоходная инфраструктура, позволяющая обойтись без расходов на криогенное оборудование и подходит для рынков дальнего экспорта (например, Европа/Азия). Однако для получения водорода из аммиака требуется дополнительная энергия на процесс обратного расщепления аммиака и последующую очистку, а его токсичность требует строгих мер безопасности.
- **Жидкие органические носители водорода (ЛОНС):** более безопасный способ хранения и транспортировки водорода в жидкой форме при атмосферном давлении и температуре. В отличие от сжатого или криогенного водорода, ЛОНС не воспламеняется и не требует высокого давления. Подходит для климата Казахстана при использовании теплоизоляции, подогрева и специальных носителей, устойчивых к морозам.
- **Сжиженный водород (LH₂):** более высокая плотность энергии по сравнению с газообразным водородом, но энергоёмкое сжижение (-253°C) и риски испарения делают его менее практичным для климата и инфраструктуры Казахстана.
- **Транспортировка по трубопроводу:** транспортировка водорода по трубопроводам — как по перепрофилированной инфраструктуре природного газа, так и по специально построенным водородным трубопроводам — технически возможна. Однако, учитывая географическую удалённость Казахстана от ключевых экспортных рынков и отсутствие транснационального водородного коридора, реализация таких решений потребует масштабного и скоординированного развития инфраструктуры в долгосрочной перспективе. В краткосрочной и среднесрочной перспективе более жизнеспособными экспортными маршрутами могут стать альтернативные носители, такие как аммиак или жидкие органические носители водорода (ЛОНС).

Экономические возможности

Поскольку 94% стейкхолдеров указывают на высокую стоимость технологий как основной барьер, аммиак и жидкие органические носители водорода (ЛОНС) представляют собой более доступные с точки зрения первоначальных затрат

и масштабируемые решения для международных рынков. Трубопроводы становятся экономически эффективными только при стабильном, долгосрочном и крупномасштабном спросе, что в настоящее время остаётся неопределённым.

При экспорте на расстояние более 3000 км перевозка аммиака является оптимальной из-за синергии с существующей инфраструктурой и конкурентоспособной стоимости. ЛОНС представляют собой более безопасную и гибкую альтернативу для региональных рынков. Трубопроводы должны быть второстепенными, приоритетными только в случае перепрофилирования существующей инфраструктуры или стабилизации внутреннего спроса.

Немецкие организации по сотрудничеству (GIZ, KfW) в целях развития активно поддерживают модернизацию электросетевой инфраструктуры в рамках программ технической помощи, создавая возможности для взаимной передачи знаний.

Нормативно-правовая база и потребности в инвестициях

Нормативно-правовая база для развития водорода в Казахстане остаётся на ранних стадиях формирования, хотя основополагающие элементы существуют в виде ключевых законодательных актов, таких как Экологический кодекс (2021 г.), Водный кодекс (2025 г.) и Закон «О поддержке возобновляемых источников энергии» (2009 г.). Недавние инициативы, в том числе Стратегия достижения углеродной нейтральности к 2060 году и Концепция развития водородной энергетики до 2030 года, демонстрируют приверженность Казахстана переходу к чистой энергетике. Предлагаемые поправки в Предпринимательский кодекс и Налоговый кодекс направлены на введение льгот, специфичных для водородной отрасли, включая налоговые каникулы для производителей зелёного водорода и ускоренную амортизацию электролизного оборудования. Эти нормативные изменения не только приводят Казахстан в соответствие с передовой международной практикой, но и повышают его право на участие в международных механизмах финансирования. Страна активно работает для привлечения финансирования программами ЕС, многосторонних банков развития и климатических финансовых инициатив, направленных на поддержку проектов в области зелёного водорода.

Однако в настоящий момент сохраняются критические пробелы в приведении нормативной среды Казахстана в соответствие с международными стандартами, что напрямую влияет на экспортный потенциал в области водорода. Действующее энергетическое законодательство, разработанное в период 2009–2014 годов, не затрагивает вопросы производства, транспортировки или сертификации водорода,

что приводит к несогласованию с директивами ЕС, такими как Директива о возобновляемых источниках энергии (RED III). Это несоответствие может помешать Казахстану соответствовать строгим критериям устойчивого развития ЕС, таким как целевые показатели по сокращению выбросов ПГ и требования сертификации для экспорта низкоуглеродного водорода.

Экологические и геополитические аспекты

Экологические нормы и правила безопасности для водородной инфраструктуры — трубопроводов, систем хранения и заправок — остаются недостаточно разработанными, что создаёт неопределённость для инвесторов и экологические проблемы. Управление водными ресурсами представляет собой серьёзный вызов в связи с высоким водопотреблением при производстве зелёного водорода (15–30 литров воды на 1 кг H₂, в зависимости от условий). Необходимо внедрение интеллектуальных решений (технологии с элементами ИИ и автоматизации), чтобы избежать дополнительной нагрузки на засушливые регионы Казахстана и конкуренции с потребностями сельского хозяйства. К числу экологических рисков также относятся нарушение природных экосистем при расширении инфраструктуры и потенциальные угрозы технологической безопасности при эксплуатации. Стратегическое партнёрство с соседями, богатыми водными ресурсами, предлагает эффективное решение за счёт потенциального переноса электролизного производства водорода ближе к рынкам ЕС, оптимизации использования ресурсов при одновременном снижении транспортных расходов и воздействия на окружающую среду за счёт интегрированных коридоров передачи электроэнергии из возобновляемых источников.

В настоящее время Казахстан осуществляет пилотное производство водорода (например, действующий с 2021 года проект Green Spark), однако коммерческое производство в промышленных масштабах ещё не запущено. В качестве целевых ориентиров запланирован выпуск 25 000 тонн водорода к 2030 году, а масштабный проект Hyrasia One предусматривает достижение объёма до 2 миллиона тонн (далее – Мт) в год к 2032 году. Казахстан стремится диверсифицировать своих торговых партнёров в сфере водорода, выходя за рамки сотрудничества с Россией и Китаем, чтобы снизить геополитические риски и избежать чрезмерной зависимости от этих рынков, на долю которых в настоящее время приходится 19,2% (Россия) и 27,4% (Китай) внешнеторгового оборота страны. Такая зависимость подрывает энергетический суверенитет Казахстана и делает его уязвимым к изменениям в региональных альянсах, торговых отношениях и

транспортных маршрутах. В настоящее время 94% казахстанского нефтяного экспорта проходит через территорию России по трубопроводу Каспийского трубопроводного консорциума (КТК), что создаёт значительные экспортные риски — только в 2022 году было зафиксировано четыре случая приостановки поставок, причём первое отключение произошло всего через два дня после того, как Казахстан заявил о готовности увеличить экспорт нефти в ЕС. В то время как Казахстан развивает мощности по производству водорода с текущими пилотными проектами и промежуточной целью достичь 10 000 тонн к 2027 году, такие геополитические вызовы могут повлиять на будущий экспорт водорода. Развитие Срединного коридора в Европу (Транскаспийский международный транспортный маршрут, Middle Corridor) сталкивается с инфраструктурными ограничениями, включая ограниченную пропускную способность паромов через Каспийское море и конкуренцию со стороны водородных инициатив Азербайджана и Турции. Между тем, адаптация существующей нефтегазовой инфраструктуры, такой как Каспийский трубопроводный консорциум, к транспортировке водорода могла бы стать экономически эффективным решением, предпосылкой для этого однако является региональное сотрудничество. При расширении масштабов экспорта водорода могут возникнуть дополнительные риски, связанные с утечкой водорода или токсичностью аммиака при транспортировке. Здесь значимую роль может сыграть техническая поддержка со стороны Германии, которая может содействовать проведению исследований по модернизации инфраструктуры, объединяя немецкую инженерную экспертизу с местными знаниями и опытом эксплуатации. Стратегические партнёрства со странами, обладающими водными ресурсами, такими как Азербайджан или Турция, также могут способствовать преодолению ограничений по водоснабжению за счёт переноса электролизных мощностей ближе к рынкам ЕС.

Навигация по нормативной базе ЕС

Гармонизация с критериями устойчивого развития ЕС требует строгой сертификации и соответствия системам отслеживания массового баланса. На национальном уровне модернизация законодательства для обеспечения стандартов, связанных с безопасностью, производством и экспортом водорода, имеет решающее значение для привлечения инвестиций и предотвращения исключения из рынка. Право Казахстана на участие в таких механизмах финансирования ЕС, как Европейский водородный банк и Connecting Europe Facility, зависит от ускоренной реализации нормативных реформ.

Возможность Казахстана экспортировать водород в ЕС, наряду с решением вопроса транспортировки, зависит от приведения его в соответствие с нормативными актами ЕС, в частности, с Директивой по возобновляемым источникам энергии (RED III) и Механизмом трансграничного углеродного регулирования Европейского Союза (СВАМ). В соответствии с требованиями ЕС, возобновляемый водород (классифицируемый как возобновляемое топливо небиологического происхождения) должен соответствовать строгим критериям, включая производство путём электролиза исключительно на новых установках возобновляемых источников энергии (построенных после 2028 года) и соблюдение порога сокращения выбросов ПГ не менее чем на 70% по сравнению с ископаемыми видами топлива. Для соблюдения нормативных требований необходима специализированная инфраструктура для предотвращения смешивания газов, строгий учёт выбросов ПГ на протяжении всего жизненного цикла и сертификация по признанным в ЕС схемам, таким как ISCC или REDcert. Для низкоуглеродных видов топлива (LCF), таких как голубой водород, решающее значение имеет приведение в соответствие с Регламентом ЕС по метану и предстоящими делегированными актами по низкоуглеродному водороду и топливам. В настоящее время в Казахстане отсутствует специальная правовая база по водороду, что создаёт неопределённость для инвесторов и препятствует развитию инфраструктуры. Рынок ЕС обладает значительным экспортным потенциалом: инициатива REPowerEU обозначает потребность в 20 Мт водорода к 2030 году (10 Мт за счёт импорта), а одной только Германии к 2030 году потребуется импортировать 50–70% прогнозируемого годового спроса на водород в 95–130 ТВт·ч, а к 2045 году он вырастет до 360–500 ТВт·ч на молекулярный водород. Ключевые вызовы включают соблюдение требований ЕС по дополнительности при производстве RFNBO (возобновляемых видов топлива не ископаемого происхождения), отчётность в рамках Механизма трансграничного углеродного регулирования (СВАМ) по учёту встроенных выбросов и создание механизмов сертификации через общеевропейскую базу данных (Union Database). Система отслеживания с массовым балансом в ЕС и 37-е постановление Германии по федеральному закону об охране от выбросов (BImSchV) подчёркивают необходимость создания надёжных национальных реестров для обеспечения прослеживаемости. Для выхода на рынки ЕС, Казахстан должен уделять приоритетное внимание регулятивным реформам, инвестировать в специализированную транспортную инфраструктуру водорода и участвовать в схемах добровольной сертификации, которые

признаны Европейской комиссией. Стратегическое партнёрство с институтами ЕС и соблюдение стандартов по утечкам метана будут иметь важное значение для смягчения торговых барьеров и использования возможностей в рамках таких инициатив, как Европейский водородный банк.

Финансирование и партнёрство

Финансовый ландшафт развития зелёного водорода в Казахстане представляет собой сложную комбинацию национальных и международных механизмов, открывая при этом значительные возможности для стратегического партнёрства и инвестиций. Многообещающий потенциал продемонстрировали локальные финансовые инструменты, в том числе государственно-частное партнёрство, инвестиционные соглашения и зелёные облигации. Фонд развития предпринимательства «Даму» и Центр зелёного финансирования МФЦА стали ключевыми посредниками, оказывающими важную поддержку посредством субсидирования процентных ставок и внешних обзоров зелёных финансовых инструментов. Эти механизмы соответствуют международным стандартам, таким как Принципы зелёных облигаций, и отвечают текущим потребностям местной промышленности: 80% опрошенных компаний заявляют о необходимости в расширенном финансировании водородного производства, в то время как 70% подчёркивают важность инвестиций в возобновляемую энергетику.

Германия и ЕС создали различные механизмы поддержки реализации. В частности, механизм H2Global устраняет разницу между стоимостью возобновляемого водорода и рыночной ценой, облегчая импорт, в то время как H2Uppr способствует наращиванию потенциала и передаче технологий. Программы финансирования KfW позволяют модернизировать инфраструктуру, например, усовершенствовать трубопроводы для их адаптации под транспортировку водорода. Фонд развития PtX, который в настоящее время не поддерживает проекты в Казахстане, финансирует инициативы по зелёному водороду в других регионах. Механизмы ЕС, включая Европейский водородный банк и Инновационный фонд, отдают приоритет трансграничной инфраструктуре и первым в своем роде проектам, хотя соответствие стандартам ЕС имеет решающее значение для права на участие. Однако следует отметить, что не все инструменты, описанные в данном исследовании, в настоящее время доступны для реализации проектов в Казахстане.

Рекомендации по политике

Чтобы раскрыть экспортные возможности Казахстана, директивные органы должны уделять

приоритетное внимание реформам в области регулирования, стимулировать участие частного сектора и укреплять партнёрские отношения с институтами Германии и ЕС. Крайне важно, чтобы Казахстан привёл свою нормативно-правовую базу по водороду в соответствие с нормативными правилами ЕС для обеспечения доступа к рынку, поскольку ЕС является как ключевым торговым партнёром, так и потенциальным импортёром водорода. Это согласование должно включать в себя принятие схем сертификации, отвечающих требованию ЕС о сокращении выбросов ПГ на 70% (максимум 3,38 кг CO₂eq на кг водорода для соответствия критериям RFNBO), и создание независимого регулирующего органа, аналогичного моделям ЕС. Меморандум о взаимопонимании и стратегическом партнёрстве, подписанный с ЕС в ноябре 2022 года, обеспечивает основу для такой нормативной гармонизации в цепочках создания стоимости сырья, батарей и возобновляемого водорода. Казахстан должен создать всеобъемлющую инвестиционную базу для снижения рисков водородных проектов и привлечения частного сектора. В то время как зелёные облигации и займы привлекли 150,2 млрд тенге, централизованного механизма финансирования крупномасштабных водородных проектов не существует. Специальный план инвестиций в водород должен сочетать казахстанские государственные средства, международное финансирование развития (например, KfW, ЕБРР) и частный капитал. Казахстану также следует изучить модели контрактов на разницу (CfD), аналогичную немецкой программе H2Global, чтобы обеспечить ценовую определённую и долгосрочную рыночную стабильность для производителей водорода. Кроме того, использование таких инструментов, как Навигатор ЕС по регулированию водорода и информации, предоставляемой Энергетическим диалогом с Германией, поможет казахстанским производителям понять и соблюдать сложную нормативно-правовую базу ЕС, регулирующую импорт водорода, гарантируя, что их продукция подходит для европейского рынка в соответствии с такими инициативами, как пакет «Водород и декарбонизированный газ», принятый в мае 2024 года³.

Ключевые шаги включают принятие специализированного законодательства по водороду в соответствии с нормативными требованиями ЕС, проведение пилотных проектов по экспорту водорода через Каспийское море, а также модернизацию существующих трубопроводов с целью их адаптации к транспортировке водорода. Модернизация и создание инфраструктуры, в частности для поставок аммиака через Каспий, имеет решающее значение для выхода на рынки ЕС.

1. Институциональная координация: создание специализированного органа по водороду для централизации экспертных знаний и Единого закупщика водорода для оптимизации развития рынка.
2. Законодательные реформы: принятие конкретных законов о водороде с чёткими определениями, системами сертификации, соответствующими ЕС (например, RED III), и поправками к кодексам (экологическому, налоговому) для стимулирования производства с помощью налоговых льгот и квот на выбросы углерода.
3. Финансовые механизмы: постепенный отказ от субсидий на ископаемое топливо при одновременном масштабировании моделей смешанного финансирования, сочетающих ГЧП, международное финансирование (например, Партнёрство Horizon Europe по чистому водороду на сумму 1 млрд евро для НИОКР) и схемы CfD.

Дорожная карта реализации водородных проектов

Представленная ниже дорожная карта отражает рекомендации авторов по развитию водородной энергетики в Казахстане и не является официальной стратегией правительства.

Предлагаемый поэтапный подход может опираться на существующие международные механизмы сотрудничества для ускорения реализации:

Фаза 1 (2025–2030 гг.): нормативные и институциональные реформы, пилотные проекты по модернизации трубопроводов и развитию маршрутов экспорта аммиака через Каспий.

Фаза 2 (2030–2045 гг.): масштабирование производства и создание водородных хабов в партнёрстве с Узбекистаном (достижение 40% возобновляемых источников энергии к 2030 году) и Таджикистаном (достижение производства 1 млн тонн H_2 к 2040 году).

Фаза 3 (2045–2060 гг.): полная интеграция на рынке ЕС, лидерство в экспорте.

Водородное будущее Казахстана строится на ускорении реформ, стратегического партнёрства, межотраслевого сотрудничества и смешанного финансирования. Приоритетное внимание сближению с ЕС, модернизация инфраструктуры, согласование усилий по декарбонизации промышленности (например, металлургия, химия), региональное сотрудничество и использование многосторонних платформ могут обеспечить роль Казахстана в качестве глобального экспортёра водорода, способствуя устойчивому развитию и энергетической независимости.

Содержание

РЕЗЮМЕ.....	4
СОДЕРЖАНИЕ.....	9
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	10
1. ВВЕДЕНИЕ: ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ РЕГИОН ДЛЯ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	12
2. УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПЕРЕХОДОМ В КАЗАХСТАНЕ	14
2.1 Текущее состояние энергетической системы.....	14
2.2 Энергетическая и климатическая политика в условиях формирования водородной отрасли в Казахстане (включая концепцию/стратегию по водороду).....	16
2.2.1 Правовая база производства и транспортировки водорода	16
2.2.2 Законодательная и нормативная база для интеграции ВИЭ в производство зелёного водорода.....	18
2.3 Основные пробелы и несоответствия в нормативно-правовой базе	20
3. ВОДОРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ В КАЗАХСТАНЕ И ВЫЗОВЫ.....	22
3.1 Экономические, технологические, политические и экологические вызовы	22
3.1.1. Экономические факторы	22
3.1.2. Технологические и инфраструктурные вызовы	27
3.1.3. Ключевые геополитические факторы и уязвимости торговых путей	28
3.1.4. Экологические последствия увеличения экспорта и транспортировки водорода.....	33
3.2 Потенциал декарбонизации экспортируемых товаров	34
3.2.1 Республика Казахстан	36
3.2.2 Кыргызская Республика	40
3.2.3 Республика Таджикистан	41
3.2.4 Республика Туркменистан	42
3.2.5 Республика Узбекистан	44
3.3 Глобальное конкурентное давление.....	45
3.3.1 Глобальные тенденции в экспорте водорода и PtX	45
3.3.2 Тенденции формирования рыночных позиций Казахстана.....	46
4. ИМПОРТИРУЕМОСТЬ И НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПОРТУ ВОДОРОДА.....	49
4.1 Законодательная и нормативная база ЕС для импорта водорода.....	49
4.1.1 Правила производства для RFNBO.....	49
4.1.2 Правила производства топлива с низким содержанием углерода (LCF)	53
4.1.3 Механизм трансграничного углеродного регулирования (CBAM).....	54
4.2 Процессы сертификации водорода в ЕС.....	55
4.2.1 Основная система сертификации	55
4.2.2 Дополнительные национальные структуры и реестры.....	56
4.3 Последствия для производителей водорода в Казахстане	56
5. ФИНАНСИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЗЕЛЁНОГО ВОДОРОДА В КАЗАХСТАНЕ	58
5.1 Местное финансирование зелёного водорода в Казахстане.....	58
5.2 Немецкие программы финансирования развития водорода	63
5.3 Механизмы поддержки ЕС	71
6. РЕКОМЕНДАЦИИ	73
7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	78
Приложения	80
Список рисунков	91
Список таблиц.....	92
ССЫЛКИ	93

Список сокращений

АБР	Азиатский банк развития
БРК	Банк Развития Казахстана
ВИЭ	Возобновляемые источники энергии
ГЧП	Государственно-частное партнёрство
ЕБРР	Европейский банк реконструкции и развития
ЕС	Европейский союз
ЗКФ	Зелёный климатический фонд
МБР	Многосторонние банки развития
Мт	Миллион тонн
МтCO₂-эквивалент	Метрические тонны в эквиваленте CO ₂
НИОКР	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
ОНУВ	Определяемый на национальном уровне вклад
ОИД	Окончательное инвестиционное решение
ООН	Организация Объединённых Наций
ПГ	Парниковые газы
ПМР	Паровой риформинг метана
ПВЖ	Прямое восстановление железа
ТМТМ	Транскаспийский международный транспортный маршрут
ФФЗЭ	Фонд финансирования зелёной экономики
AFID	Директива об инфраструктуре альтернативных видов топлива
API	Американский институт нефти
BMWK	Федеральное министерство экономики и защиты климата
CBAM	Механизм трансграничного углеродного регулирования
CCS	Улавливание и хранение углерода
CO₂	Диоксид углерода
DENA	Немецкое энергетическое агентство
ESG	Экологические, социальные и управленческие вопросы
EUR	Евро

FuelEU	Регламент ЕС по морскому топливу
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Германское общество по международному сотрудничеству)
H₂	Водород
ISO	Международная организация по стандартизации
LOHC	Жидкие органические носители водорода
LH₂	Жидкий водород
LCF	Низкоуглеродное топливо
NH₃	Аммиак
N₂O	Оксид азота
PPA	Договоры купли-продажи электроэнергии
PtX	Технология Power-to-X
RED	Директива по возобновляемым источникам энергии
RFNBO	Возобновляемое топливо небиологического происхождения
USD	Доллар США

1. Введение: Центральная Азия как ключевой регион для развития водородной энергетики

Введение

Стратегия Европейского Союза по водороду, представленная Европейской комиссией в 2020 году, определяет чистый водород как ключевой элемент на пути к декарбонизации промышленных процессов и трудно поддающихся декарбонизации секторов. В рамках Европейского зелёного курса (Green Deal) ЕС взял на себя обязательство достичь климатической нейтральности к 2050 году.

Для реализации этих амбиций Европейская комиссия в 2022 году представила план REPowerEU в качестве прямого ответа на трудности и серьёзные сбои на мировом энергетическом рынке, вызванные незаконной агрессивной войной России против Украины. Эта срочная инициатива в первую очередь была направлена на обеспечение энергетической независимости Европы от российского ископаемого топлива за счёт ускоренного внедрения зелёной энергетики и диверсификации поставок. Стратегия предусматривает ежегодное производство и импорт 20 Мт возобновляемого водорода к 2030 году, при этом половина объёма должна быть обеспечена за счёт внутреннего производства, а вторая половина — за счёт международных поставок. Одновременно с этим пакет законодательных инициатив Fit for 55 вводит обязательные требования к производству возобновляемых видов топлива небиологического происхождения (RFNBOs), устанавливая цель по снижению выбросов ПГ на 55% к 2030 году за счёт секторального регулирования эмиссий.

Спрос на водород в ЕС значительно превышает прогнозируемый объём внутреннего производства, что делает импорт необходимым условием как для достижения промежуточных целей, так и для реализации долгосрочных задач по декарбонизации. Импортируемый водород выполняет три стратегические функции: способствует обеспечению энергетической безопасности, поддержанию ценовой конкурентоспособности и созданию масштабируемых решений для отраслей с высоким уровнем выбросов. Национальная водородная стратегия Германии отражает эту зависимость от импорта, прогнозируя ежегодный спрос на водород в 95–130 ТВт·ч к 2030 году, при этом 50–70% будет закупаться на международном уровне. Прогнозы указывают на рост потребностей до 2045 года, которые достигнут 360–500 ТВт·ч для чистого водорода и 200 ТВт·ч для производных.

Основными драйверами спроса являются производство стали (35–40% от общего объёма), химическая промышленность (25–30%), морское/авиационное топливо (15–20%) и гибкая генерация (10–15%). Стратегия импорта водорода в Германию, принятая в июле 2024 года, устанавливает диверсифицированные каналы поставок: трубопроводы от европейских соседей (в первую очередь из Дании, Норвегии, Великобритании) для прямых поставок водорода и морские перевозки для производных от дальних партнёров. Отдавая приоритет зелёному водороду в долгосрочной перспективе, стратегия прагматично допускает низкоуглеродные альтернативы в процессе становления рынка. Реализация проекта осуществляется с использованием фонда H2Global в размере 900 млн евро, предусматривающего заключение долгосрочных контрактов на закупку с международными производителями в более чем пятидесяти странах, не входящих в ЕС, при соблюдении строгих критериев устойчивого развития, включая социальные стандарты и экологические гарантии.¹

Казахстан может стать стратегическим партнёром в этой энергетической реконфигурации, используя более 280 солнечных дней в году и ветровой потенциал, превышающий 1,820 млрд кВт·ч/год. Проект HyrAsia One — комплекс ВИЭ мощностью 40 ГВт, нацеленный на 11 Мт зелёного аммиака в год, производимого из электролизного водорода, — демонстрирует его потенциал стать центром экспорта водорода. Модернизация инфраструктуры в каспийских портах (Актау, Курык) и развитие трубопроводов расширяют экономически конкурентоспособные транспортные возможности, критически важные для доступа на рынок ЕС.

Данное исследование основано на всестороннем анализе, сочетающем исследования материалов, углублённые интервью с заинтересованными сторонами, а также анкетирование 17 ключевых участников рынка, представляющих важнейшие секторы экономики Казахстана — нефтегазовый сектор, электроэнергетику, добычу полезных ископаемых и транспорт. Проведённая работа позволила выявить ценные сведения о текущем состоянии энергетического сектора страны и её потенциале по интеграции водородных технологий.

1 <https://www.publikationen-bundesregierung.de/pp-de/publikationssuche/importstrategie-wasserstoff-und-wasserstoffderivate-2300640>

Результаты опроса показали, что лишь 24% респондентов вырабатывают более 10% электроэнергии из возобновляемых источников, 65% не располагают системами накопления энергии, а 71% находятся на стадии изучения низкоуглеродных технологий. В качестве наиболее подготовленных к раннему внедрению водорода участников рынка были определены нефтегазовые компании и промышленные комплексы.

Оценка организационной готовности проводилась на основе вопросов, касающихся энергетического профиля, состояния инфраструктуры и планирования на средне- и долгосрочную перспективу. Согласно полученным данным, 53% организаций уже располагают системами, позволяющими интегрировать новые технологии. Секторный анализ выявил конкретные компании — такие как ТОО «Атырауский нефтеперерабатывающий завод», АО НК «КазМунайГаз» и ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» — в качестве приоритетных кандидатов для реализации первых водородных проектов благодаря существующей инфраструктуре и заинтересованности в снижении выбросов. Такое детальное понимание промышленного ландшафта позволяет реализовать стратегически поэтапный подход: начать с пилотных проектов на предприятиях с высокой степенью готовности, постепенно расширяя масштаб в направлении реализации экспортного потенциала Казахстана в сфере водорода.

Были проведены личные интервью с тремя стратегическими стейкхолдерами, предлагающими взаимодополняющие точки зрения на водородную экосистему Казахстана: Nyrasia One, как разработчик флагманского водородного мегапроекта Казахстана стоимостью 40–50 миллиардов долларов США (с целью производства 11 Мт зелёного аммиака в год), предоставляет ценную информацию о проблемах реализации проекта, требованиях к финансированию и нормативных потребностях с точки зрения производителя. Между тем, Корпорация «Казахмыс» и Евразийская Группа (ERG) представляют собой потенциальных крупных промышленных потребителей в труднодоступных объектах горнодобывающей и металлургической отраслей, при этом ERG уже объявила о планах по внедрению зелёного водорода в процессы обжига в рамках своей стратегии декарбонизации. Совокупно взгляды заинтересованных сторон позволяют связать теоретический потенциал с рыночной реальностью по всей цепочке создания стоимости водорода, предоставляя практические выводы, необходимые для выработки эффективных политик ускоренного развития водородного сектора Казахстана и укрепления его позиций в европейских цепочках поставок.

Водород классифицируется в зависимости от методов его производства и воздействия на окружающую среду:

Тип водорода	Способ производства	Выбросы ПГ
Зелёный	Электролиз на возобновляемых источниках энергии	Низкий уровень выбросов в течение жизненного цикла
Серый	Ископаемое топливо без CCS	Высокий
Голубой	Природный газ с CCS	Уменьшенный
Бирюзовый	Пиролиз метана	Твердый углеродный побочный продукт
Розовый	Электролиз с использованием атомной энергии	Низкий уровень выбросов в течение жизненного цикла ²
Коричневый/чёрный	Газификация угля	Высший

Таблица 1. Классификация водорода по цветовой гамме

Несмотря на то, что эти результаты свидетельствуют о том, что сектор находится в движении, они указывают на насущные потребности в установлении связей между амбициями и реализацией. Центральное место в этом переходе занимает водород, универсальный энергетический вектор, способный решать проблемы в труднодоступных секторах, таких как тяжёлая промышленность, дальнемагистральный транспорт и производство электроэнергии. Тем не менее, понимание нюансов производства водорода и его воздействия на окружающую среду имеет решающее значение для определения эффективного пути вперёд.

Данное исследование посвящено исключительно преобразующему потенциалу зелёного водорода в соответствии с критериями устойчивого развития ЕС и амбициями Казахстана в области возобновляемых источников энергии. В исследовании также оценивается потенциал водородной экономики Казахстана с устранением правовых, финансовых и инфраструктурных барьеров. В нем анализируется роль ЕС/Германии в качестве стратегических партнёров в передаче технологий и интеграции рынков, а также предлагаются практические рекомендации по использованию механизмов двусторонней поддержки для наращивания экспортных возможностей водорода в Европу.

2 Средняя углеродоёмкость розового водорода составляет примерно 0,41 кг CO₂экв/кг H₂ (Источник: MDPI *Environmental Sciences*). Прямые выбросы варьируются от 0,3 до 0,6 кг CO₂экв/кг H₂, отражая выбросы на протяжении всего жизненного цикла, включая строительство, эксплуатацию и вывод из эксплуатации атомных электростанций (источник: *Minenergia Colombia*).

2. Управление энергетическим переходом в Казахстане

2.1 Текущее состояние энергетической системы

Казахстан обладает богатыми природными ресурсами, что создаёт значительный потенциал для развития возобновляемых источников энергии. Страна занимает лидирующие позиции в Центральной Азии по ресурсам ветра, солнца, гидроэнергии и геотермальной энергии. Эти ресурсы могут стать основой для создания хабов по производству зелёного водорода, способствуя диверсификации экономики и снижению углеродного следа.

- **Риски:** следует учитывать, что основу энергосистемы Казахстана составляют угольные электростанции (около 70%), манёвренные установки (газовые и гидроэлектростанции) не обеспечивают достаточной гибкости энергосистемы, поэтому требуются значительные инвестиции в модернизацию устаревшей инфраструктуры для подключения новых возобновляемых источников энергии к существующей электросети.
- **Возможности:** устойчивый рост мирового спроса на чистую энергию открывает возможности для привлечения иностранных инвестиций и новых технологий. Крупные потребители электроэнергии внутри Казахстана, такие как нефтегазовые компании, горнодобывающие и металлургические компании Казахстана, разрабатывают стратегии низкоуглеродного развития с целью снижения углеродного следа и повышения ESG-рейтинга для повышения конкурентоспособности на мировых рынках в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Одним из эффективных направлений, которые они рассматривают, является потребление зелёной энергии на собственных производственных мощностях.

Ветроэнергетика: ветроэнергетический потенциал Казахстана составляет порядка 1 820 млрд кВт·ч в год. Это делает его наиболее перспективным ресурсом для производства зелёного водорода. Согласно Ветровому атласу Казахстана, на территории более 50 000 квадратных километров наблюдаются хорошие ветровые ресурсы (7–8 м/с),

а в отдельных районах Жетысуской, Алматинской, Атырауской и Мангистауской областей скорость ветра оценивается как очень хорошая (8–9 м/с) и даже исключительная (свыше 9 м/с).

- **Риски,** связанные с интеграцией ветроэлектрических установок в энергосистему, особенно в региональные сети, требуют дополнительных усилий по модернизации инфраструктуры. Также сложности с логистикой крупногабаритного оборудования ветроэлектростанций требуют дополнительных затрат на страхование оборудования.
- **Возможности:** обширные территории Казахстана позволяют размещать крупные проекты ветропарков на отдельных площадках, при этом грамотно распределённые по регионам страны ветропарки способны обеспечивать взаимное балансирование выработки электроэнергии.

Солнечная энергетика: солнечная радиация в Казахстане создаёт широкие возможности для выработки энергии. Потенциал солнечной энергетики оценивается в 2,5 миллиарда кВт·ч в год, при этом количество солнечных дней в южных регионах превышает 280 в году. Это обеспечивает благоприятные условия для установки солнечных электростанций (СЭС), особенно в южных энергодефицитных регионах страны.

- **Риски:** работа солнечных электростанций зависит от погодных условий, что может привести к колебаниям в объёмах вырабатываемой энергии и снижению надёжности энергоснабжения.
- **Возможности:** инвестиции в технологии хранения и интеграция солнечной энергии с другими источниками энергии, такими как энергия ветра, могут значительно повысить общую эффективность энергетической системы и снизить зависимость от ископаемого топлива.

Гидроэнергетика: этот источник является одним из важнейших в Казахстане. В 2023 году крупные гидроэлектростанции произвели около 10% от общего объёма электроэнергии страны, а гидроэнергетический потенциал составляет 62 млрд кВт·ч в год. Это делает его важной составляющей энергетического баланса, особенно в юго-восточных и восточных регионах. Гидропотенциал средних и больших рек составляет

55 млрд кВт·ч, малых рек — 7,6 млрд кВт·ч в год.³ Гидроэнергетические ресурсы распределены по всей территории страны, но среди них стоит отметить три особенно крупных района: бассейн реки Иртыш с её основными притоками (Бухтарма, Уба, Ульба, Курчум, Кырджил), Юго-Восточная зона с бассейном реки Или и Южная зона — бассейны рек Сырдарья, Талас и Чу.

В действующем законодательстве малыми гидроэлектростанциями (ГЭС) считаются ГЭС с установленной мощностью не более 10 МВт, а крупными ГЭС — свыше 10 МВт. При этом крупные ГЭС используются Национальной энергосистемой в качестве манёвренных источников генерации, в то время как малые ГЭС могут использоваться, в том числе, для производства зелёного водорода. В настоящее время Азиатский банк развития реализует программу поддержки гидроэнергетики в Казахстане, с целью привлечения инвестиций в проекты по строительству каскадов гидроэлектростанций на отдельных реках Казахстана.⁴

- **Риски:** гидроэнергетика уязвима к изменению климата, например, к сокращению стока рек из-за засухи, что может негативно сказаться на производстве электроэнергии. Кроме того, создание новых гидроэлектростанций, особенно с водохранилищами, может быть чувствительным к местным сообществам, требовать их перемещения, оказывать воздействие на экосистемы.
- **Возможности:** малая гидроэнергетика является относительно стабильным источником генерации. Крупные гидроэлектростанции с водохранилищами могут обеспечивать не только стабильную генерацию, но и являются манёвренными источниками, способными обеспечить балансировку переменных источников энергии на ветер и солнце. Это в свою очередь позволит интегрировать ветровые и солнечные электростанции в энергосистему Казахстана.

В 2013 году были сформулированы конкретные цели по развитию сектора возобновляемой энергетики, в результате чего были заложены основы рынка ВИЭ и определён потенциал сокращения выбросов ПГ из возобновляемых источников энергии. В контексте перехода Казахстана к зелёной экономике, в рамках Стратегии «Казахстан-2050», Стратегии Республики Казахстан по достижению углеродной

нейтральности к 2060 году⁵ и Концепции развития водородной энергетики, ключевыми целями являются увеличение доли альтернативной и возобновляемой энергетики в энергобалансе страны до 15% к 2030 году и до 50% к 2050 году. Важно отметить, что в Стратегии углеродной нейтральности подчёркивается необходимость политики декарбонизации, в то время как в Концепции развития водородной энергетики акцент сделан на водороде как важнейшем элементе стратегии устойчивой энергетики Казахстана, который может сыграть ключевую роль в достижении целей страны по сокращению выбросов углерода. В настоящее время в Казахстане функционируют 148 объектов ВИЭ (свыше 100 кВт и с учётом выведенных из строя объектов), установленной мощностью 2903,7 МВт:

Показатели	Единицы измерения	За 9 месяцев 2024 года
Установленная мощность, в том числе:	МВт	2903,7
59 ветряных электростанций	МВт	1409,55
40 малых гидроэлектростанций	МВт	269,79
46 солнечных электростанций	МВт	1222,61
3 биоэлектростанции	МВт	1,77
Производство электроэнергии, в том числе:	млн кВт·ч	5782,6
Ветряные электростанции	млн кВт·ч	3224,7
Малые гидроэлектростанции	млн кВт·ч	944,4
Солнечные электростанции	млн кВт·ч	1612,62
Биоэлектростанции	млн кВт·ч	0,56
Доля электроэнергии, вырабатываемой возобновляемыми источниками энергии, в общем объёме производства электроэнергии	%	6,67
Прирост выработки электроэнергии объектами ВИЭ за 9 месяцев 2024 года по сравнению с 9 месяцами 2023 года составил 18%		

Таблица 2. Производство электроэнергии объектами ВИЭ за девять месяцев 2024 года

³ Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 724 «Об утверждении Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан на 2023-2029 годы»
⁴ <https://www.adb.org/news/adb-kazakhstan-sign-transaction-advisory-agreement-hydropower-development-program>

⁵ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Carbon_Neutrlaity_Strategy_Kazakhstan_Eng_Oct2024
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Carbon_Neutrlaity_Strategy_Kazakhstan_Eng_Oct2024.pdf

В целом, Казахстан обладает значительным потенциалом для интеграции возобновляемых источников энергии⁶ в производство зелёного водорода. Накопленный в Казахстане практический опыт реализации проектов ВИЭ и высокий интерес инвесторов говорят в пользу дальнейшего масштабного развития ВИЭ в стране. Однако для успешной реализации этого потенциала необходимо учитывать существующие риски и использовать имеющиеся возможности. Устойчивое развитие водородного сектора потребует комплексного подхода, включающего инвестиции в инфраструктуру, законодательные реформы, развитие координации между государственными и частными участниками.

Несмотря на значительные природные ресурсы для развития возобновляемых источников энергии, таких как ветер и солнце, а также обширную территорию, реальный потенциал Казахстана требует дальнейшего изучения и детальной оценки. Географическое распределение и сезонные колебания ветровой и солнечной энергии могут в значительной степени ограничивать фактическую доступность этих источников для непрерывной и стабильной генерации. К примеру, энергия ветра сосредоточена в некоторых районах страны, и вопрос её транспортировки из отдалённых районов в промышленные центры остаётся открытым. Кроме того, наличие отдельных земельных участков также требует дополнительного изучения.

2.2 Формирование водородного рынка: необходимая институциональная среда в Казахстане (включая концепцию/стратегию по водороду)

2.2.1 Правовая база производства и транспортировки водорода

Нормативно-правовая база для производства и транспортировки водорода в Казахстане находится на активной стадии формирования, что отражает растущую приверженность страны к

переходу к чистой энергии и водороду в рамках её стратегий низкоуглеродного развития. Казахстан активно работает над разработкой политики, стандартов и нормативных актов в соответствии с международными рамками для развития водородных технологий и инфраструктуры. В настоящий момент институциональную среду для развития рынка водорода определяют следующие концептуальные документы:

1. **Экологический кодекс Казахстана (2021 г.):** устанавливает стандарты в области охраны окружающей среды, борьбы с загрязнением, устойчивого использования ресурсов и предписывает проведение оценок воздействия на окружающую среду. Подчеркивает принцип «загрязнитель платит» и поощряет участие общественности в принятии решений по вопросам, касающимся окружающей среды.
2. **Водный кодекс Казахстана (2025 г.):** регулирует управление водными ресурсами с положениями об адаптации к изменению климата. Важен для производства водорода, который требует значительных водных ресурсов.
3. **Стратегия достижения углеродной нейтральности к 2060 году (2023 год):** планы по сокращению выбросов ПГ за счёт возобновляемых источников энергии, энергоэффективности и технологий улавливания углерода. Водород выделен в качестве ключевого источника энергии для секторов, в которых трудно бороться с выбросами.
4. **Концепция развития системы управления водными ресурсами (2024-2030 гг.):** уделяет особое внимание эффективности использования водных ресурсов и интеграции климатических соображений в политику управления водными ресурсами, поддерживая устойчивое производство водорода.
5. **Закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» (2009 г.):** способствует производству возобновляемой энергии, снижению воздействия на окружающую среду и увеличению доли возобновляемых источников энергии. Включает в себя меры стимулирования развития объектов возобновляемой энергетики.
6. **Концепция развития водородной энергетики в Казахстане до 2030 года:** определяет видение водорода как основы низкоуглеродной экономики, предусматривает развитие инфраструктуры, реализацию пилотных проектов и разработку национальных стандартов в области водорода.
7. **Разработка стандартов для водорода:** устанавливает стандарты водорода в соответствии с международными стандартами, обеспечивая высококачественное и безопасное производство и использование

⁶ <https://rfc.kz/ru/res-sector/map/>

водорода. Ключевые стандарты: «Качество водородного топлива» (СТ РК ISO 14687-2023), «Основные требования безопасности водородных систем» (СТ РК ISO/TR 15916-2023) и «Безопасность стационарных энергетических систем на топливных элементах» (СТ РК IEC 62282-3-100-2023).

В настоящее время в Казахстане обсуждается принятие **Закона «Об использовании альтернативных источников энергии»**, направленный на ускорение развития возобновляемых и невозобновляемых альтернативных источников энергии, в том числе производства зелёного водорода.⁷

Этот закон расширяет определение «альтернативной энергетики», охватывая ядерную энергию, промышленные газы (например, свалочные газы), низкопотенциальное тепло и водород. Ожидается, что он обеспечит основу для интеграции водородных технологий в энергетический сектор, предложит стимулы для инвестиций и установит руководящие принципы для водородной инфраструктуры. Положения закона о водороде согласуются с Концепцией развития водородной энергетики до 2030 года, утвержденной в сентябре 2024 года, в которой приоритет отдаётся пилотным проектам, экспортно-ориентированной инфраструктуре и трансграничному партнёрству. Тем не менее, акцент законопроекта на рыночных механизмах (например, энергосервисных компаниях (ESCO) и частных инвестициях) предполагает отход от государственных проектов в области возобновляемых источников энергии, что поднимает вопросы о том, как водородные стимулы будут уравнивать общественные и частные интересы.

Новый закон прямо позиционирует водород как «критически важный компонент» энергетического перехода Казахстана, дополняя Закон о ВИЭ 2009 года, устраняя пробелы в регулировании водорода. Например, он вводит налоговые льготы для водородной инфраструктуры и обязывает операторов сетей выделять мощности для объектов по производству водорода. Кроме того, закон предлагает систему сертификации, позволяющую отличать зелёный водород от серо-синих вариантов, обеспечивая соответствие стандартам устойчивого развития ЕС в рамках Зелёного партнёрства ЕС-Казахстан до 2024 года.

Дополнительные релевантные законы:

- **Закон «О недрах и недропользовании» (2010 г., обновлён в 2017 г.):** данный закон устанавливает правовые основы для разведки и добычи полезных ископаемых. Это имеет ключевое значение для водородных проектов,

которые полагаются на ресурсы недр, такие как метан или полезные ископаемые для хранения водорода, обеспечивая соблюдение нормативных требований по экологической безопасности и устойчивому развитию.

- **Закон «Об электроэнергетике» (2004 г.):** данный закон устанавливает цели государственного регулирования в электроэнергетике, определяя роли правительства, государственных органов и Казахстанской компании по управлению электрическими сетями (АО «KEGOC»). Этот закон может поддерживать интеграцию мощностей по производству водорода с существующей электросетью, способствуя использованию возобновляемых источников энергии для производства водорода. Закон также помогает в развитии инфраструктуры хранения и распределения водорода в рамках более широкого энергетического сектора Казахстана.
- **Закон «О естественных монополиях» (2018 г.):** регулирует деятельность субъектов естественных монополий в области передачи и распределения электрической и тепловой энергии. По мере роста производства и распределения водорода этот закон поможет регулировать монополистические тенденции в энергетическом секторе. Он создаёт основу для тарифного регулирования и обеспечивает честную конкуренцию между производителями и дистрибьюторами водорода, особенно в части интеграции водорода в энергетические сети.
- **Закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» (2012 г.):** этот закон поощряет энергосбережение и внедрение энергоэффективных технологий. Он может поддерживать производство водорода путём продвижения оптимального использования ресурсов, систем управления энергией и технологий, повышающих эффективность процессов производства водорода, способствуя достижению целей Казахстана по снижению выбросов углерода.
- **Закон «О государственно-частном партнёрстве» (2015 г.) и Закон «О концессиях» (2006 г.):** эти законы создают основу для сотрудничества государственных и частных организаций в рамках капиталоемких проектов. Этот закон может способствовать частным инвестициям в водородную инфраструктуру, включая заводы по производству и объекты хранения, а также позволить пилотным проектам тестировать новые технологии и бизнес-модели, привлекая как местные, так и иностранные инвестиции.

⁷ <https://legalacts.egov.kz/npa/view?id=15077769>

2.2.2 Законодательная и нормативная база для интеграции ВИЭ в производство зелёного водорода

Казахстан добился прогресса в развитии законодательства о возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), обеспечив основу для производства зелёного водорода. Текущие правила инвестирования в ВИЭ могут быть адаптированы для водорода на основе опыта, накопленного в развитии ВИЭ для создания надёжной системы поддержки проектов по производству зелёного водорода.

Основные условия	Текущее состояние	Применимость для зелёного водорода
Единственный покупатель электроэнергии	В 2013 году при АО «Казахстанская компания по управлению электрическими сетями» (АО «KEGOC») был создан Расчетно-финансовый центр по ВИЭ (РФЦ по ВИЭ) для содействия централизованной покупке и продаже электрической энергии, произведённой из возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В 2022 году РФЦ перешёл под контроль Министерства энергетики Республики Казахстан. Являясь единственным покупателем электроэнергии из ВИЭ, РФЦ несёт ответственность за финансовые расчёты, связанные с дисбалансами в поставках ВИЭ. Вся вырабатываемая возобновляемая энергия распределяется между оптовыми потребителями.	Роль РФЦ в качестве единственного покупателя имеет решающее значение для обеспечения отдачи от инвестиций в сектор возобновляемых источников энергии. Этот механизм также может обеспечить гарантированный отбор зелёного водорода. Чтобы свести к минимуму конфликты интересов, РФЦ не должен владеть какими-либо активами, выходящими за рамки поддержки обработки.
Тарифы	С 2014 по 2017 год были введены фиксированные тарифы на электроэнергию из ВИЭ вплоть до введения механизма аукционов. В настоящее время действуют тарифы, установленные через аукционы с 2018 по 2023 годы.	Механизм конкурентных аукционов по определению тарифов способствует прозрачности при выборе инвесторов для проектов по зелёному водороду и помогает снизить затраты на водород. Этот подход должен применяться после того, как первоначальные проекты будут введены в эксплуатацию и будет установлена максимальная цена на водород, которая затем будет служить ориентиром для будущих аукционов.
Индексация тарифов	Фиксированные тарифы подлежат ежегодной индексации: 70% на основе индекса потребительских цен (ИПЦ) и 30% на основе колебаний курсов иностранных валют. Аукционные тарифы также подлежат ежегодной индексации. Согласно изменениям и дополнениям, внесённым в постановление Правительства Республики Казахстан от 27 марта 2014 года № 271 «Об утверждении Правил определения фиксированных тарифов	Индексация тарифов в соответствии с курсом валют защищает инвестиции, особенно когда финансирование осуществляется в иностранной валюте. Кроме того, тарифы, индексируемые на инфляцию, защищают долгосрочные контракты и обеспечивают стабильность на этапах строительства проекта. Для водорода, поставляемого внутри страны, можно рассмотреть

Основные условия	Текущее состояние	Применимость для зелёного водорода
	и предельных аукционных цен» в 2023 году, новые изменения предусматривают: • Единовременную индексацию аукционных цен при строительстве на основе изменения курсов валют. • Ежегодную индексацию аукционных цен по выбранной формуле после заключения договоров купли-продажи. • Ежегодную индексацию, полностью основанную на изменении курсов валют.	аналогичные подходы к индексации тарифов, в то время как экспорт должен фиксировать цены на водород в стабильных валютах с поправкой на инфляцию формул для защиты долгосрочных контрактов.
Срок действия договора купли-продажи электроэнергии (PPA)	Стандартный срок действия Соглашения о возобновляемых источниках энергии (PPA) составляет 15 лет с момента начала всесторонних испытаний или с момента окончания срока приёма объекта, в зависимости от того, что наступит раньше.	Более долгосрочный срок заключения соглашений о покупке зелёного водорода способствует окупаемости проектов и прибыльности инвесторов, что требует обсуждений с банками и крупными инвесторами.
	Продавцы должны предоставить финансовое обеспечение в размере 10 000 тенге за кВт установленной мощности. Для победителей аукционов после 1 января 2021 года PPA продлевается до 20 лет.	
Сроки строительства	PPA предусматривает сроки ввода в эксплуатацию: 24 месяца для солнечных электростанций; 36 месяцев для ветряных и биоэлектростанций и 60 месяцев для гидроэлектростанций. Продление срока до одного года возможно, если к первоначальному сроку будет достигнуто не менее 70% готовности. В ответ на вызовы, связанные с COVID-19, производителям энергии с действующими соглашениями о закупке было предоставлено продление до 1 ноября 2020 года, что дало дополнительное время для уведомлений о строительстве и приёме работ.	Для обеспечения своевременной реализации проекта и гибкости в графиках ввода в эксплуатацию такие подходы должны применяться после завершения первоначальных пилотных проектов.
Разрешение споров	Споры, как правило, разрешаются в судах по месту нахождения покупателя (РФЦ), однако стороны также имеют возможность выбрать международный арбитраж на базе Международного финансового центра «Астана» (МФЦА), что обеспечивает гибкость в выборе арбитражных правил. Правила МФЦА позволяют сторонам выбрать в качестве регулирующих норм Правила Международного арбитражного центра (IAC), Типовые правила ЮНСИТРАЛ либо согласованные ad hoc правила.	Эта система разрешения споров должна применяться к водородным проектам для защиты интересов инвесторов.
Сетевое подключение	Гарантируется доступ к электрическим сетям, в том числе приоритетная диспетчеризация и обязательная передача электроэнергии из ВИЭ. Энергопередающие организации не могут отказывать в присоединении в случае подтверждения готовности сети.	Этот стандарт должен выходить за рамки электрических сетей и включать инфраструктуру передачи водорода по трубопроводам и газовым сетям. Меры регулирования должны быть направлены на устранение отказов в подключении и проблем с диспетчеризацией как в электрических, так и в трубопроводных системах.

Основные условия	Текущее состояние	Применимость для зелёного водорода
Механизм аукционов для проектов в области возобновляемых источников энергии	Введённый в 2017 году, формат аукционов представляет собой односторонний онлайн-аукцион, при котором земельные участки и точки подключения к электросетям резервируются заранее. Основным критерием отбора победителей выступает наименьшая предлагаемая цена. Победители аукционов получают договор купли-продажи электроэнергии (PPA) сроком на 15 лет; начиная с 1 января 2021 года, срок действия PPA увеличен до 20 лет. Данный аукционный механизм повысил прозрачность процедуры отбора инвесторов в сфере возобновляемых источников энергии и способствовал снижению стоимости электроэнергии.	Механизм аукционов может быть выгодным на более развитых рынках водорода. Тем не менее на начальных этапах приоритет должен отдаваться подходу «первым пришел, первым обслужен».
Инвестиционные преференции	Предпринимательский кодекс Республики Казахстан предусматривает инвестиционные преференции при соблюдении установленных условий, включая освобождение от уплаты таможенных пошлин и НДС на ввозимое оборудование, а также предоставление государственных грантов.	Применение аналогичных инвестиционных преференций к проектам зелёного водорода будет стимулировать участие инвесторов и оптимизировать затраты на проекты.

Таблица 3. Законодательная и нормативная база для интеграции ВИЭ в производство зелёного водорода

На основе существующих нормативных актов может быть разработана система стимулов для привлечения инвестиций в сектор зелёного водорода. Однако необходимо доработать механизмы распределения водорода на внутреннем рынке среди потребителей, а также оптимизировать издержки с целью снижения стоимости зелёного водорода. Следует отметить, что значительная часть зелёного водорода будет ориентирована на внешние рынки, где применяются более рыночные подходы к выбору проектов, заключению оффтейк-контрактов и отбору поставщиков водорода.

правовую неопределённость для инвесторов и заинтересованных сторон. Хотя водород упоминается в рамках более широких энергетических инициатив, в стране отсутствует комплексная стратегия, устанавливающая чёткие цели, сроки и механизмы интеграции водородных технологий в национальный энергетический баланс. Такой пробел в законодательной и стратегической базе затрудняет долгосрочное планирование и снижает уровень доверия к реализации масштабных проектов в области водорода. В условиях активного развития глобального рынка зелёного водорода отсутствие чёткой дорожной карты может привести к упущенным возможностям, особенно в части внутреннего применения водорода и формирования устойчивого спроса на него на национальном уровне.

2.3 Основные пробелы и несоответствия в нормативно-правовой базе

1. Отсутствие прямой правовой базы и комплексной стратегии по водороду

Существующее энергетическое законодательство Казахстана не содержит специализированных норм, регулирующих производство, транспортировку, хранение и экспорт водорода, что создаёт

2. Устаревшая законодательная база и ограниченная интеграция с возобновляемыми источниками энергии

Энергетическое законодательство Казахстана, в основном разработанное в период с 2009 по 2014 гг., не успевает за развитием водородных технологий, в результате чего текущая законодательная база не соответствует современным требованиям отрасли. Кроме того, действующее законодательство в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ) не содержит чётких положений о производстве

водорода, особенно в контексте использования ВИЭ для получения зелёного водорода. Это приводит к фрагментарному или неполному регулированию и отсутствию комплексного подхода к интеграции водородных технологий в энергетическую систему. В результате новые водородные проекты могут остаться без необходимой нормативной поддержки, что способно замедлить процессы декарбонизации и привести к недоиспользованию значительного потенциала Казахстана в сфере возобновляемой энергетики.

3. Пробелы в экологическом и инфраструктурном регулировании

Действующее законодательство Казахстана не содержит специализированных норм, касающихся экологических аспектов водородной отрасли, включая вопросы водопотребления и управления выбросами, несмотря на то что для крупных проектов требуется проведение оценки воздействия на окружающую среду. Кроме того, отсутствуют чёткие стандарты безопасности и эксплуатационные протоколы для водородных трубопроводов, объектов хранения и станций заправки. Такой регуляторный вакуум может привести к внедрению неустойчивых практик, противоречащих экологическим целям страны, а также создаёт значительные риски в области безопасности и операционного управления, затрудняя развитие необходимой водородной инфраструктуры.

4. Неполный охват водородных технологий и международных стандартов

Казахстан добился прогресса во внедрении стандартов качества водородного топлива и стационарных систем топливных элементов, но охват всех этапов производства, распределения и использования остаётся фрагментированным.

Несмотря на то, что некоторые руководящие принципы ISO внедрены, не существует всеобъемлющей, регулярно обновляемой основы для приведения в соответствие с развивающимися международными нормами и нормами ЕС, что особенно важно, поскольку ЕС ужесточил требования к возобновляемому водороду в соответствии со своей Директивой по возобновляемым источникам энергии и делегированными актами. Несогласованность стандартов создаёт риски для последовательного внедрения технологий и может затруднить сертификацию водорода как возобновляемого источника энергии при экспорте на европейский рынок.

5. Система сертификации и классификации водорода

Надёжная система сертификации и классификации водорода, созданная по образцу международных стандартов, имеет решающее значение для устойчивого водородного развития Казахстана. Такая система будет классифицировать водород по источникам производства (например, зелёный, голубой), тем самым повышая прозрачность рынка, доверие инвесторов и экспортный потенциал. Система массовой балансировки ЕС представляет собой полезную схему, включающую органы сертификации, частные добровольные схемы (например, ISCC или REDcert) и базу данных Союза ЕС для обеспечения прозрачности и отслеживаемости. Сотрудничая с этими добровольными схемами, документируя сертифицированный водород в базе данных ЕС, управляя выбросами метана и поддерживая специализированную транспортную инфраструктуру, Казахстан может позиционировать себя в качестве ключевого игрока в глобальной водородной экономике.

3. Водородный потенциал в Казахстане и вызовы

3.1 Экономические, технологические, политические и экологические вызовы

Стратегическое геополитическое положение Казахстана и богатые природные ресурсы выгодно позиционируют его на мировом энергетическом рынке. Тем не менее, умение ориентироваться в геополитическом ландшафте, отмеченном региональной нестабильностью, экономической зависимостью и инфраструктурными проблемами, будет иметь решающее значение для успешного экспорта водорода. Кроме того, необходимо тщательно учитывать экологические последствия производства водорода, особенно в отношении управления водными ресурсами и воздействия на местные экосистемы. В этой главе исследуется сложный баланс между использованием водородного потенциала Казахстана и решением экологических проблем, сопровождающих этот переход. Анализ направлен на то, чтобы заложить основу для устойчивой водородной стратегии, которая улучшит экономические перспективы Казахстана и внесёт положительный вклад в глобальные усилия по борьбе с изменением климата.

3.1.1. Экономические факторы

Дискуссии об инвестиционном климате и экономических факторах показывают сложную картину для водородного сектора Казахстана. Результаты, полученные в ходе интервью, которые были проведены в рамках данного исследования, полностью подтверждают эту оценку: 94% респондентов (16 из 17) назвали стоимость и доступность технологий основной проблемой для внедрения новых технологий, включая водород. Этот единодушный ответ подчёркивает исключительную важность того, чтобы сделать эти технологии более доступными и недорогими.

Несмотря на наличие институциональной поддержки, остаются ключевые проблемы, связанные с эффективностью регулирования, стимулированием потребителей и готовностью к рынку. В ходе кабинетных исследований и интервью с представителями Казахмыс, Hurasia One и ERG неизменно подчёркивалась важнейшая роль государственной поддержки, стабильности регулирования и привлекательного (как внутреннего, так и внешнего) инвестиционного климата в развитии водородной экономики Казахстана. Опрос показал, что 11 из 17 респондентов (65%) отметили необходимость государственной поддержки и стимулов как критически важную для внедрения новых технологий. Помимо акцента на необходимость поддержки и стабильности, компании определили и другие серьёзные проблемы, препятствующие жизнеспособности водородных инициатив. Высокие капитальные затраты, связанные с производством водорода, императив достижения конкурентоспособности по издержкам при использовании ископаемого топлива, а также бюрократические препятствия при внедрении поддерживающего законодательства были определены в качестве основных барьеров, которые необходимо преодолеть для эффективного развития водородного сектора.

Инвестиционный климат

Переход к водородной экономике требует значительных инвестиций в технологии и инфраструктуру. Результаты опроса подтверждают это: 53% респондентов указали, что у них есть системы для интеграции новых технологий в существующую инфраструктуру, в то время как 47% их не имеют. Обсуждения с Казахмысом, Hurasia One и ERG в совокупности подчеркивают исключительную важность государственной поддержки, субсидий и стабильной нормативно-правовой среды для того, чтобы сделать водородные проекты экономически жизнеспособными. Важность создания привлекательного инвестиционного климата с помощью долгосрочной политики, стимулов и нормативно-правовой базы для повышения доверия инвесторов постоянно звучало в ходе всех обсуждений.

В интервью с участниками рынка представители Hugasia One подчеркнули своё мнение о том, что долгосрочные соглашения о закупках на срок от 15 до 20 лет имеют важное значение для обеспечения стабильных прогнозов доходов от производных водорода.

Представители проекта также выразили обеспокоенность по поводу того, что они воспринимают как бюрократические препятствия, мешающие внедрению законодательства о поддержке водородных проектов. Они выступали за то, что они назвали более гибкой нормативно-правовой средой для удовлетворения потребностей развивающихся рынков.

В то же время Казахстану необходимо управлять коррупционными рисками и внутренними экономическими вызовами, такими как инфляция и колебания валютных курсов, для повышения инвестиционной и правовой безопасности:

- Восприятие коррупции и слабых институтов, несмотря на некоторые улучшения в последние годы. Инвесторы часто стремятся получить гарантии того, что их инвестиции будут защищены от произвольных действий правительства.
- Инвестиции и правовая безопасность остаются серьёзной проблемой для международных инвесторов. Несмотря на то, что Казахстан подписал множество двусторонних инвестиционных соглашений (BITs) и является членом Договора к Энергетической хартии, предлагающего формальную защиту от экспроприации и гарантирующего справедливое и равноправное отношение, практическая реализация была непоследовательной. Судебная система страны сталкивается с проблемами, связанными с независимостью и правоприменительными возможностями, что создаёт неопределённость для сложных проектов водородной инфраструктуры. Недавние правовые реформы направлены на усиление защиты инвестиций с помощью специализированных инвестиционных судов и признания международного арбитража, но инвесторы продолжают выражать обеспокоенность по поводу непредсказуемости регулирования, избирательного правоприменения и неприкосновенности контрактов, особенно в отношении долгосрочных проектов, охватывающих несколько политических циклов, которые характерны для водородного сектора.
- Базовая процентная ставка в Казахстане в настоящее время установлена на уровне

15,25%, что является относительно высоким показателем по сравнению со среднемировыми показателями. Эта ставка увеличивает стоимость заимствований для водородных проектов, которые по своей сути являются капиталоемкими. Высокая стоимость финансирования может отпугнуть как внутренних, так и иностранных инвесторов от участия в крупномасштабных проектах водородной инфраструктуры, поскольку отдача от инвестиций может не оправдать первоначальные капитальные затраты.

- Волатильность казахстанского тенге (KZT) представляет значительный риск для финансирования водородных проектов, поскольку колебания обменного курса могут кардинально изменить структуру затрат по проектам, зависящим от импортного оборудования. Если проектное финансирование осуществляется в основном в иностранной валюте, то даже незначительные изменения стоимости тенге могут привести к увеличению расходов и финансовой нестабильности. В ответ на это правительство работает над стабилизацией валюты и продвижением экономической диверсификации. Такие меры, как индексация тарифов на электроэнергию, произведённую из возобновляемых источников, в соответствии с колебаниями обменного курса, направлены на защиту от волатильности валютных курсов, и, тем самым, на повышение инвестиционной привлекательности проектов возобновляемой энергетики и производства водорода.

По словам представителей Eurasian Resource Group (ERG), водородные технологии должны обеспечивать отдачу от инвестиций, сопоставимую с существующими источниками ископаемого топлива, такими как уголь и газ, чтобы компания считала их финансово жизнеспособными. В интервью руководство ERG выразило уверенность в том, что без существенной государственной поддержки производство водорода может столкнуться с трудностями в достижении устойчивости из-за того, что они считают высокими эксплуатационными расходами, особенно в таких секторах, как грузовые перевозки.

Руководители ERG предположили, что прибыльность водородных инициатив, с их точки зрения, в значительной степени зависит от создания нормативно-правовой базы, которая поможет достичь паритета затрат с традиционными видами топлива. По их оценке, такая поддерживающая политика будет необходима для того, чтобы сделать инвестиции в водород привлекательными как для их компании, так и для потенциальных внешних инвесторов.

Конкурентоспособность по затратам и экономическая жизнеспособность

Развитие крупномасштабных мощностей по производству водорода в Казахстане требует значительных инвестиций в передовые технологии и инфраструктуру, а также доступа к достаточным водным ресурсам. В опросе подчёркивается, что только 24% респондентов производят более 10% своей электроэнергии из возобновляемых источников, что указывает на значительный разрыв в инфраструктуре возобновляемых источников энергии, необходимой для производства зелёного водорода.

По словам представителей Hyrasia One, которые высказали своё мнение о конкурентной среде водородного рынка, проект Neom Green Hydrogen в Саудовской Аравии⁸ делает значительные успехи в производстве водорода. По их мнению, этот проект является примером интенсивного конкурентного давления, с которым сталкивается Казахстан при формировании своего водородного рынка. Hyrasia One предположила, что без непосредственных покупателей и долгосрочных контрактов новые водородные проекты в Казахстане могут столкнуться с трудностями при попытке закрепиться на мировом рынке. Заинтересованные стороны выразили уверенность в том, что жизнеспособность этих инвестиций во многом зависит от обеспечения надёжных покупателей, готовых заключать долгосрочные соглашения, что они рассматривают как одну из ключевых проблем для перспективных водородных инициатив в регионе.

Основные технические и экономические параметры производства водорода из солнечной, ветровой и комбинированных источников обобщены в **Приложении 1**, Таблицы 18-20. В этих таблицах выделены критически важные входные данные, такие как затраты на электроэнергию, коэффициенты мощности и часы полной нагрузки для каждого источника энергии, которые напрямую влияют на нормированную стоимость водорода (LCOH).

Стоимость электроэнергии и коэффициенты использования мощности

По состоянию на 2024 год затраты на электроэнергию для производства водорода существенно варьируются в зависимости от источника энергии:

- Солнечная энергия: 46,46 евро/МВт·ч (постоянная в течение 2024–2027 годов) из-за более низких коэффициентов мощности (16–18%) и ограниченных часов полной нагрузки (1401,6–1600 часов в год).

- Ветроэнергетика: хотя затраты на электроэнергию не были явно указаны в наборе данных по ветроэнергетике, коэффициенты мощности варьируются от 30% в 2024 году до 39% в 2027 году, при этом количество часов полной нагрузки увеличивается с 2628 до 3416,4 в год.
- Комбинированная солнечная и ветровая энергия: затраты на электроэнергию ниже (36,81 евро/МВт·ч в 2024 году, снизятся до 36,38 евро/МВт·ч к 2027 году), что отражает более высокие коэффициенты мощности (46% в 2024 году, улучшение до 57% к 2027 году) и увеличение часов полной нагрузки (с 4029,6 до 5016,4 в год).

Эти различия подчёркивают, что сочетание солнечной и ветровой энергии обеспечивает более благоприятный экономический профиль благодаря более высокому коэффициенту использования и снижению затрат на электроэнергию.

Прогнозируемая стоимость производства водорода (2024–2027 гг.)

Исходя из этих исходных данных, предполагаемые затраты на производство водорода в Казахстане варьируются от \$3,94 до \$5,52 за килограмм при производстве из комбинации солнечной и ветровой энергии. Согласно смоделированным предположениям, использование электролизеров для комбинированной солнечной и ветровой энергии достигло бы 4029,6 часов полной нагрузки в базовом 2024 году, а затем увеличилось бы до 5016,4 часов к 2027 году. Эти цифры не отражают фактических исторических данных. По прогнозам, эти расходы будут ежегодно снижаться в связи со следующими трендами:

- Снижение цен на электроэнергию, о чем свидетельствует тенденция к снижению комбинированных источников энергии.
- Улучшение коэффициентов использования мощности, особенно для ветроэнергетики (с 30% в 2024 году до 39% в 2027 году) и комбинированных источников (с 46% в 2024 году до 57% в 2027 году).
- Снижение капитальных затрат (CAPEX): CAPEX для электролизных систем колеблется от 800 евро/кВт (нижняя оценка) до 1500 евро/кВт (высшая оценка), с дополнительными системными затратами, такими как замена электролизных ячеек (30% от капитальных затрат) и затраты на строительство (150 евро/кВт). Анализ чувствительности показывает, что сокращение капитальных затрат примерно на 30% может снизить затраты на производство водорода до \$2–3 за килограмм.

⁸ <https://www.neom.com/en-us/newsroom/neom-green-hydrogen-investment>

Эти прогнозы затрат основаны на оптимистичном сценарии и предположениях экспертов в отношении технологического прогресса, цен на энергоносители и улучшения коэффициента мощности. Фактические затраты могут варьироваться в зависимости от динамики рынка, изменений в законодательстве и непредвиденных проблем.

Анализ чувствительности

Анализ чувствительности имеет решающее значение для понимания того, как изменения ключевых параметров влияют на технические характеристики и экономическую целесообразность водородной инфраструктуры:

- Затраты на электроэнергию: анализ показывает, что более низкие затраты на электроэнергию для комбинированной солнечной и ветровой энергии вносят значительный вклад в достижение конкурентоспособных значений LCOH.
- Коэффициенты использования мощности: более высокие коэффициенты ёмкости напрямую снижают LCOH за счёт увеличения коэффициента использования системы. Например, увеличение коэффициента использования мощности ветроэнергетики с 30% до 39% за четыре года демонстрирует её растущий потенциал как экономически эффективного источника энергии.
- Часы работы электролизера при полной загрузке: коэффициент использования электролизеров напрямую соответствует доступности возобновляемых источников энергии, работающих с полной нагрузкой 4029,6 часов в год в базовом 2024 году при питании от комбинированных солнечных и ветровых источников, и увеличится до 5016,4 часов к 2027 году. Такое улучшенное использование ёмкости электролизера значительно оптимизирует эффективность производства водорода и снижает влияние капитальных затрат на LCOH. Для сравнения, электролизеры, работающие исключительно на солнечной энергии, работают всего 1401,6–1 600 часов полной нагрузки в год, в то время как электролизеры, работающие на энергии ветра, работают 2 628–3416,4 часа полной нагрузки в год, демонстрируя, почему комбинированные источники предлагают превосходную экономичность.

По данным Eurasian Resource Group (ERG), которая провела сравнительный экономический анализ водородных технологий и путей электрификации возобновляемых источников энергии для своей деятельности. Их результаты показывают, что, особенно в сфере тяжёлого транспорта, такого как грузовики, электромобили, работающие на возобновляемых источниках энергии, по их оценке, более экономичны, чем водородные грузовики. Это предпочтение, выраженное ERG, основано на сравнительной оценке водородного топлива, которое, по их мнению, является слишком дорогим, несмотря на его потенциальный вклад в усилия по декарбонизации и энергетическому переходу. Представители ERG считают, что, хотя водород остаётся жизнеспособным вариантом для определённых областей применения, его нынешнее экономическое положение может препятствовать внедрению по сравнению с более устойчивыми альтернативами, такими как электротранспорт.

Проблемы одиночных источников энергии

Когда водород производится исключительно из фотоэлектрической (PV) или ветровой энергии:

- LCOH остаётся выше \$3 за килограмм из-за более низких коэффициентов мощности для фотоэлектрических систем (16–18%) или ограниченного снижения затрат на автономные ветровые системы.
- Это отражает уникальные географические характеристики Казахстана, такие как сезонная изменчивость солнечного излучения и скорости ветра, которые ограничивают надёжность использования одного источника.

Заинтересованные стороны подчёркивают, что достижение паритета затрат с традиционными видами топлива, такими как мазут, требует надёжной государственной поддержки в виде субсидий, нормативно-правовой базы и гарантированных соглашений о закупках для проектов зелёного водорода.

По словам представителей «Казахмыс», переход от мазута к более чистым источникам энергии, таким как водород, рассматривается компанией как важнейшая часть заявленной стратегии по сокращению выбросов углерода и достижению углеродной нейтральности. Представители компании заявили, что этот сдвиг соответствует как государственным требованиям, так и международным экологическим стандартам. В ходе интервью они сообщили, что компания начала исследования по внедрению водородных технологий и других альтернативных источников энергии, чтобы снизить зависимость от мазута. Команда Казахмыс отметила, что их внутренние обсуждения включали создание электрических и водородных заправочных станций. Также их заинтересовало потенциальное использование возобновляемых источников энергии для производства зелёного водорода.

Размещение небольших центров производства зелёного водорода рядом с центрами потребления потенциально может быть рассмотрено в качестве варианта, поскольку это даёт преимущество в виде снижения транспортных расходов и повышения операционной эффективности, как обсуждалось с ERG.

По словам представителя ERG, они считают, что расположение электролизеров рядом с центрами потребления имеет важное значение для минимизации затрат на транспортировку водорода и повышения его доступности. Опрошенный выразил мнение, что в регионах, где расположены объекты ERG, нет проблем с доступом к воде, что они считают положительным фактором для развития водородных проектов. По мнению ERG, близость к потребителям имеет решающее значение для экономической жизнеспособности водородных проектов, потенциально позволяя повысить эффективность работы и снизить то, что они воспринимают как потенциальные барьеры, связанные с транспортной инфраструктурой. Кроме того, интервьюируемый поделился своим мнением о важности понимания потребительского спроса, в том числе воды, необходимой для производства водорода, и цен, которые потребители готовы платить, что, по его мнению, необходимо для создания успешной цепочки поставок водорода.

Однако экономическая жизнеспособность этих центров зависит от таких ключевых факторов, как затраты на электроэнергию, коэффициенты мощности и капитальные затраты (CAPEX). Затраты на электроэнергию являются важным фактором экономики производства водорода, при этом комбинированные возобновляемые источники энергии, такие как солнечная и ветровая, обычно

предлагают более экономичные решения по сравнению с автономными системами. Использование гибридных систем обеспечивает более эффективное использование электролизеров за счёт более высоких коэффициентов производительности и более длительного времени работы. Сокращение капитальных вложений является ещё одним важным фактором повышения экономической целесообразности. Инвестиции в более эффективные электролизные системы и сокращение связанных с этим затрат, таких как замена ячеек и расходы на строительство, могут значительно снизить нормированную стоимость водорода (LCOH). Кроме того, расположение производственных центров рядом с возобновляемыми источниками энергии с коэффициентами высокой мощности оптимизирует производительность системы, а близость к центрам потребления сводит к минимуму транспортные расходы и потери энергии, связанные с распределением водорода. Тем не менее, такие проблемы, как ограниченная экономия за счёт масштаба и изменчивость доступности возобновляемых источников энергии вблизи городских районов, должны быть решены для обеспечения устойчивости и экономической эффективности этих небольших производственных центров.

Развитие рынка

Среди опрошенных заинтересованных сторон существует консенсус относительно необходимости хорошо развитого рынка водорода и экологически чистых продуктов, что подчёркивает важность долгосрочных договоров купли-продажи для обеспечения финансовой безопасности инвесторов. Такие соглашения имеют решающее значение для укрепления доверия инвесторов и обеспечения стабильности, необходимой для крупномасштабных водородных проектов.

Несмотря на то, что существует признанный рынок для зелёных металлов и водорода, руководство ERG осознаёт нынешнюю непредсказуемость цен и спроса. По словам опрошенного, считается, что на жизнеспособность зелёного рынка влияют несколько факторов, в том числе и то, что они считают необходимым для долгосрочных контрактов с покупателями, и то, что они описывают как неоднозначную премию, связанную с зелёными продуктами по сравнению с традиционными материалами. По их мнению, проблема установления стабильного спроса на такие продукты, как зелёный алюминий, подчёркивает важность двусторонних переговоров для обеспечения выгодных условий между производителями и потребителями.

Чтобы облегчить переход от ископаемого топлива к зелёному водороду, необходимы дополнительные стимулы для потребителей. Без чётких стимулов для конечных пользователей рынок может столкнуться с трудностями при переходе к водородным решениям, что потенциально может подорвать инвестиционную привлекательность. Эффективные структуры стимулирования могут включать субсидии, налоговые льготы или гранты, которые поощряют потребителей к внедрению экологически чистых водородных технологий.

По мнению представителей HyrAsia One, готовность европейских рынков к долгосрочным обязательствам по водороду является ещё одним важным экономическим фактором, влияющим на водородные амбиции Казахстана. Опрошенные выразили мнение, что, по их мнению, в настоящее время рынок недостаточно подготовлен к заключению долгосрочных контрактов, которые они считают необходимыми для финансирования и реализации водородных проектов. По их оценке, этот потенциал, такое несоответствие между производственными возможностями Казахстана и готовностью к европейскому рынку может задержать способность страны извлекать выгоду из своих богатых водородных ресурсов.

Зависимость от ресурсов и нехватка знаний

Экономика Казахстана остаётся в значительной степени зависимой от экспорта природных ресурсов, что создаёт риски для развития водородной отрасли, связанные с влиянием на развитие инвестиционной и технологической базы:

- Волатильность мировых цен на энергоносители может привести к неопределённости в получении доходов от традиционных источников энергии, что может повлечь за собой сокращение доступного капитала для инвестиций в водородную инфраструктуру. Например, в периоды низких цен на нефть правительство может отдавать приоритет немедленному восстановлению экономики, а не долгосрочным инвестициям в альтернативные источники энергии, такие как водород.
- Глобальные усилия по декарбонизации на основных экспортных рынках Казахстана, вероятно, со временем снизят спрос на традиционный экспорт ископаемого топлива, что приведёт к дополнительной экономической нестабильности и волатильности доходов. По мере того, как страны-импортёры реализуют климатическую политику и переходят на более чистые источники энергии, Казахстан сталкивается с сокращением рынков для экспорта углеводородов, что ещё больше

угрожает стабильности государственных доходов, необходимых для инвестиций в водородную инфраструктуру.

- Ориентация на традиционную добычу ресурсов привела к ограниченности технологической базы для передовых методов производства водорода (например, электролиз, улавливание углерода).
- Для развития этой базы Казахстану необходимо инвестировать в образовательные и учебные программы, которые расширяют местный опыт в области водородных технологий. В ходе опроса был выявлен значительный пробел в знаниях: 40% респондентов выразили потребность в большем количестве данных о преимуществах и затратах водородных технологий.

3.1.2. Технологические и инфраструктурные вызовы

Стремление Казахстана создать конкурентоспособный сектор экспорта водорода сталкивается со значительными технологическими и инфраструктурными препятствиями. Эти проблемы охватывают все аспекты производства, хранения, интеграции и транспортировки в цепочке создания стоимости водорода.

Ограничения производства и хранения

Результаты опроса рисуют мрачную картину текущего состояния водородной инфраструктуры в Казахстане. Целых 65% от числа респондентов сообщают о нехватке систем накопления энергии, которые имеют решающее значение для эффективного внедрения водорода. Этот недостаток инфраструктуры хранения 90% респондентов называют серьёзным техническим барьером, что подчёркивает острую необходимость инвестиций в эту область.

Компания ERG заинтересована в изучении водородных технологий и признаёт необходимость развития технологии электролизеров и создания инфраструктуры, поддерживающей производство и использование водорода. Отсутствие существующей инфраструктуры создаёт значительные проблемы для перехода на водород в качестве жизнеспособного источника энергии. Компания также изучает гибридные решения, такие как использование водорода в сочетании с электромобилями, особенно в тяжёлой промышленности, где сохраняются специфические эксплуатационные потребности.

Проблемы интеграции

Интеграция новых водородных технологий в существующую инфраструктуру представляет собой ещё одно существенное препятствие. Только 53% организаций сообщают о наличии систем, способных интегрировать новые технологии, что подчёркивает необходимость существенной модернизации для поддержки водородных технологий. Это ограничение не только препятствует внедрению водородных решений, но также и общему прогрессу и инвестициям на этом развивающемся энергетическом рынке.

Транспортная инфраструктура

Географическая удалённость Казахстана от европейских рынков обуславливает высокие транспортные расходы, которые оцениваются от 1,50 до 6,00 евро за килограмм водорода. Страна должна рассмотреть различные виды транспорта, каждый из которых имеет свой набор проблем: Трубопроводный транспорт: несмотря на экономическую эффективность для транспортировки газа, он требует значительных первоначальных инвестиций в водородную инфраструктуру. Водородные носители: использование таких транспортеров, как аммиак, для перевозок на дальние расстояния набирает обороты благодаря выгодным характеристикам хранения и обработки. Сжиженный водород: подходит для больших расстояний, но требует высоких затрат на электроэнергию из-за экстремальных требований к охлаждению до -253 °C.

Представитель **Казахмыс** выразил мнение, что развитие надёжных логистических и энергетических цепочек поставок имеет важное значение для успешной реализации новых проектов, особенно с учётом того, что они воспринимают как существующие инфраструктурные проблемы, которые могут помешать своевременной и экономически эффективной реализации. Интервьюируемый считает, что инвестиции в развитие инфраструктуры имеют решающее значение не только для поддержки энергетического перехода, но и для содействия более широкому экономическому росту и улучшению торговых маршрутов. Представитель компании поделился своей точкой зрения о необходимости стабильной нормативно-правовой среды для стимулирования НИОКР и инноваций, особенно в контексте того, что они описали как растущий глобальный спрос на устойчивые технологии, такие как зелёный водород. По словам Казахмыс, они рассматривают этот сдвиг как значительную возможность роста для энергетического сектора Казахстана, подчёркивая в своей оценке необходимость улучшения инфраструктуры для облегчения транспортировки и производства зелёной энергии.

Сетевая инфраструктура

Стареющая энергетическая инфраструктура Казахстана создаёт дополнительные проблемы. При среднем уровне износа электросетей в 66%, обеспечение стабильной работы объектов ВИЭ и энергоснабжения становится проблематичным. Это особенно сложно в отдалённых районах с высоким ветровым или солнечным потенциалом, где надёжность электросетей имеет решающее значение для производства водорода из возобновляемых источников.

3.1.3. Ключевые геополитические факторы и уязвимости торговых путей

Геополитические риски играют ключевую роль в секторе зелёного водорода в Казахстане по нескольким взаимосвязанным причинам. Политическая стабильность имеет основополагающее значение для привлечения иностранных инвестиций, которые играют важную роль в развитии необходимой водородной инфраструктуры для крупномасштабного производства и экспорта. Опрошенные стейкхолдеры из промышленных секторов, в том числе представители Hurasia One, Казахмыс и ERG, подчеркнули, что внешняя геополитическая нестабильность, особенно после незаконной агрессии России против Украины, может поставить под угрозу стабильность проекта и подорвать доверие к долгосрочным инвестициям. В отсутствие стабильной политической обстановки, риски, связанные с инвестициями в водородную инфраструктуру и технологии, могут отпугнуть как внутренних, так и иностранных инвесторов. Геополитическое положение Казахстана также подвергает его воздействию внешних влияний, которые могут повлиять на торговые пути и энергетическое партнёрство. Поскольку страна стремится утвердиться в качестве важного игрока на водородном рынке, это влияние может усложнить её экспортные амбиции и повлиять на жизнеспособность водородных проектов. Взаимосвязь политических, экономических аспектов и аспектов безопасности позволяет предположить, что любая эскалация региональной напряжённости может иметь немедленные последствия для водородного сектора Казахстана.

- Регион Центральной Азии в целом сталкивается с потенциальной нестабильностью, которая может нарушить экспортные планы. Пограничные споры или конфликты в соседних странах могут повлиять на транзитные маршруты. Более того, другие страны могут

соперничать за те же экспортные рынки, что потенциально может привести к ценовой конкуренции или стратегическим альянсам.

- Влияние России в регионе Центральной Азии, усилившееся после начала войны против Украины, создаёт проблемы для производства водорода в Казахстане. Являясь крупным поставщиком энергоносителей, Россия оказывает существенное влияние на энергетическую независимость Казахстана и его стратегию развития альтернативных источников энергии, таких как водород. Геополитический ландшафт коренным образом изменился в результате незаконного вторжения России в Украину, что ещё больше усложняет стремление Казахстана к построению водородной экономики.

Казахстану предстоит найти тонкий баланс между поддержанием дружественных отношений с Россией и диверсификацией экономических и политических связей. Россия остаётся ключевым игроком в экономическом ландшафте Казахстана, на долю которой приходится 10,7% экспорта и 26,1% импорта.

Казахмыс также затронул сложные проблемы российского влияния в Казахстане. По словам опрошенного, компания признаёт глубокие исторические и экономические связи между Казахстаном и Россией, особенно в энергетическом и минеральном секторах. Тем не менее, в Казахмысе существует чёткое осознание необходимости диверсификации экономических партнёрств за пределами России. По мнению опрошенного, такая диверсификация рассматривается как стратегия снижения рисков, связанных с чрезмерной зависимостью от какой-либо одной страны, и усиления собственных национальных интересов Казахстана в более широком геополитическом контексте.

В начале 2024 года экспорт Казахстана в Россию вырос на 5,7%, составив около \$2,8 млрд. Доля России в общем объёме внешней торговли Казахстана составляет 19,2%, что делает её вторым по значимости торговым партнёром после Китая. Эта динамика влияет на планы по экспорту водорода несколькими способами. Россия может попытаться контролировать маршруты экспорта энергоносителей из Казахстана, потенциально ограничивая доступ к рынку. Кроме того, санкции, введённые против России из-за её войны против Украины, могут косвенно повлиять на экспортные возможности Казахстана, особенно если на транспортных маршрутах задействована российская территория или инфраструктура.

Растущее влияние Китая в Центральной Азии, в частности, в рамках инициативы «Один пояс, один путь» (BRI), создаёт как возможности, так

и риски для экспортного потенциала водорода Казахстана. BRI предлагает значительные перспективы развития инфраструктуры, которые могут увеличить возможности Казахстана по производству возобновляемой энергии и экспорту водорода, при этом китайские инвестиции в такие проекты, как ветряные и солнечные электростанции, согласуются с целями страны по диверсификации своего энергетического портфеля и снижению зависимости от ископаемого топлива. Казахстан утвердился в качестве ведущего торгового партнёра Китая, на его долю приходится 22,5% его экспорта и 27,4% импорта. За первые девять месяцев 2024 года товарооборот между Казахстаном и Китаем достиг примерно 33 миллиардов долларов, что отражает прочные экономические связи, укрепленные благодаря таким инициативам, как «Пояс и путь». Экспорт в Китай с января по май 2024 года увеличился на 19,4%, достигнув около \$6,8 млрд.

Тем не менее, это растущее партнёрство вызывает опасения по поводу экономической зависимости от Китая, поскольку более глубокое взаимодействие может привести к зависимости от Пекина в плане технологической и финансовой поддержки, ограничивая автономию Казахстана в энергетической политике и экспортных стратегиях. Кроме того, поскольку Китай ставит перед собой амбициозные цели по внутреннему производству водорода (прогнозируя увеличение спроса до 35 млн тонн к 2030 году), его собственные потребности в потреблении могут снизить потребности в импорте из Казахстана, что потенциально повлияет на экспортный потенциал последнего, поскольку он конкурирует с крупным игроком рынка, который также является ключевым партнёром.

Стратегические водородные инициативы в Казахстане сталкиваются со сложным балансом геополитических соображений, поскольку они в значительной степени зависят от финансовой поддержки Германии и Европы. Представитель **Hyrasia One Project** выразил мнение, что поддержка правительства Германии сопровождается планами на случай непредвиденных обстоятельств, в частности, механизмами финансовой компенсации, разработанными для защиты инвесторов в случае политической нестабильности в Казахстане, сравнимой с недавними российскими сценариями. По словам собеседника, такая система защиты инвесторов, хотя и обеспечивает безопасность международным партнерам, может указывать на уязвимость Казахстана: они предполагают, что любые значительные геополитические потрясения могут спровоцировать отток капитала или сокращение инвестиций.

По мнению Hugasia One, вопросы казахстанско-германского правительственного сотрудничества подчеркивают необходимость для Казахстана развивать и поддерживать прочные дипломатические отношения с Германией для обеспечения постоянной поддержки своих водородных проектов. Любое существенное ухудшение этих двусторонних отношений может поставить под угрозу не только нынешние механизмы финансирования, но и жизнеспособность проекта.

Уязвимости торговых маршрутов

1. Средний коридор (Транскаспийский международный транспортный маршрут, Middle Corridor)

Средний коридор обеспечивает Казахстану ключевой маршрут в Европу через Каспийское море, Азербайджан, Грузию и Турцию в обход российских транзитных маршрутов. Несмотря на поддержку в рамках китайской инициативы «Один пояс, один путь» и инвестиций ЕС, на данном торговом маршруте сохраняются логистические сложности, включая ограниченную пропускную способность паромов и устаревшую железнодорожную инфраструктуру. Транспортные расходы варьируются от \$2000 до \$6000 за контейнер, а неопределённость в отношении перевозок между ЕС и Китаем сохраняется из-за высоких затрат. Успех проекта Middle Corridor требует регионального сотрудничества и значительных инвестиций в инфраструктуру.

- **Азербайджан, Грузия и Турция** разрабатывают водородные стратегии, основанные на зелёном водороде, используя возобновляемые ресурсы, такие как ветер, солнце и гидроэнергия. Азербайджан нацелен как на голубой, так и на зелёный водород, Турция планирует масштабировать мощности электролизеров, а Грузия фокусируется на гидроэнергетике. Прогнозируется, что к 2050 году затраты на производство водорода снизятся, при этом планируется интеграция водорода внутри страны и экспорт по существующим энергетическим коридорам (Приложение 2, Таблица 21).
- **Политические сложности** создают риски для региональной торговой стабильности, в том числе армяно-азербайджанский конфликт, агрессивная позиция России в регионе — прямое продолжение её незаконной войны против Украины и конкуренция между такими державами, как Турция, Россия и Иран. Несмотря на то, что объёмы грузов по коридору резко возросли, узкие места в инфраструктуре и пограничные проблемы сохраняются.

- Для **Казахстана**, у которого нет прямой инфраструктуры с ЕС, партнёрство со странами Среднего коридора и дальнейшие инвестиции в инфраструктуру имеют важное значение для успешного экспорта водорода и энергоносителей.

2. Каспийское море и Транскаспийский коридор
Энергетическая безопасность в Каспийском регионе имеет критическое значение для Европы из-за значительных запасов углеводородов в регионе – более 100 миллиардов баррелей нефти и 12 триллионов кубометров газа. Регион, в который входят Россия, Азербайджан, Казахстан, Туркменистан, Узбекистан и Иран, является одним из старейших нефтедобывающих районов в мире и все более важным источником глобального производства энергии.⁹

Каспийский бассейн предлагает Европе жизненно важную диверсификацию от энергетической зависимости от России: в 2022 году Азербайджан поставил в ЕС 11,4 млрд кубометров природного газа (по сравнению с 8,1 млрд кубометров в 2021 году), а в 2023 году — 11,8 млрд кубометров¹⁰. Эти поставки идут по Южному газовому коридору, который включает в себя Южно-Кавказский трубопровод, Транс анатолийский трубопровод и Трансадриатический трубопровод. Европейская комиссия признала эту стратегическую важность, обозначив Южный газовый коридор в качестве одного из шести приоритетных направлений для энергетической инфраструктуры.¹¹

Помимо ископаемого топлива, регион вносит всё больший вклад в переход Европы к зелёной энергетике. В мае 2024 года Азербайджан, Казахстан и Узбекистан подписали Меморандум о сотрудничестве по строительству высоковольтной линии электропередачи на дне Каспийского моря для экспорта возобновляемой электроэнергии в Европу. Кульминацией этой инициативы стало официальное соглашение о зелёном энергетическом коридоре, подписанное 27 декабря 2024 года, при этом только у Узбекистана годовой экспортный потенциал составляет 10–15 млрд кВт·ч. Проект включает в себя подводный кабель, соединяющий Азербайджан и Грузию и проходящий по дну Черного моря до Румынии, с прогнозируемой стоимостью более 2 миллиардов долларов.^{12,13}

⁹ <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=12911>

¹⁰ <https://www.boell.de/en/2024/11/05/eu-and-azerbaijan-energy-partners-short-term-benefits-uncertain-future>

¹¹ <https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/analyses/2023-12-07/eus-new-priorities-developing-energy-infrastructure>

¹² <https://www.boell.de/en/2024/11/05/eu-and-azerbaijan-energy-partners-short-term-benefits-uncertain-future>

¹³ <https://kun.uz/en/news/2024/12/30/uzbekistan-azerbaijan-kazakhstan-sign-pact-on-green-energy-corridor>

Индекс REED подчёркивает более высокие риски со стороны Ирана, России и Туркменистана, поскольку война против Украины значительно усиливает региональную нестабильность и создаёт беспрецедентные геополитические риски. Азербайджан и Казахстан сталкиваются с умеренными вызовами, но должны справляться с побочными эффектами агрессивной внешней политики России и её незаконной войны. Укрепление партнёрства с европейскими странами и изучение таких маршрутов, как Транскаспийский трубопровод, могут повысить стабильность, но требуют сотрудничества из-за геополитической напряжённости и экологических рисков.

К политическим сложностям относятся территориальные споры между пятью прибрежными государствами (Казахстан, Россия, Азербайджан, Туркменистан и Иран), при этом Россия и Иран оказывают значительное влияние. Региональная напряжённость, такая как наращивание военной мощи и споры о добыче нефти, усиливает нестабильность. В Приложении 2 (Таблица 21) представлены ключевые международные и региональные договоры, формирующие правовые, экологические и ресурсные рамки вокруг Каспийского моря, а также подробно описаны ход их реализации и текущие проблемы.

Эти соглашения играют основополагающую роль в создании регионального управления Каспийским морем, но сталкиваются с постоянными проблемами в их применении, политическими сложностями и экономическими интересами, которые влияют на их практическую эффективность. Кроме того, они должны быть адаптированы для удовлетворения возникающих потребностей в производстве водорода и управлении ресурсами, обеспечивая поддержку регионального сотрудничества в области устойчивого развития энергетики.

3. Чёрное море

Чёрное море является стратегическим водоёмом, омывающий Украину, Россию, Грузию, Турцию, Болгарию и Румынию. После незаконного полномасштабного вторжения России в Украину в 2022 году блокада украинских портов российскими войсками нарушила ключевые судоходные пути, особенно для экспорта зерна, что является нарушением международного права, которое серьёзно повлияло на глобальную продовольственную безопасность и мировые товарные рынки. Эта незаконная блокада привела к увеличению эксплуатационных расходов, логистическим сбоям и нарушению морского движения, что является одним из многих дестабилизирующих последствий неспровоцированной агрессии России.

- **Стратегические ответные меры** включают в себя более широкое использование румынских и болгарских портов, а также расширение европейских железнодорожных и автомобильных сетей. Страны ищут альтернативные источники энергии и инвестируют в инфраструктуру.
- В Чёрном море отсутствует специализированная инфраструктура для транспортировки водорода, что усложняет логистику. Политическая нестабильность в регионе влияет на жизнеспособность водородных транспортных маршрутов, требуя тщательного планирования и инвестиций для обеспечения успешной реализации.

Страна	Порт	Проблемы
Турция	Стамбул	Крупный хаб находится под влиянием региональной и международной напряжённости, в частности, незаконной агрессивной войны России против Украины
	Зонгулдак	Вблизи зон конфликтов, повышенные геополитические риски
	Самсун	Чувствительность к региональной политике из-за роли в экспорте
Болгария	Варна	Относительно стабильны как члены ЕС, но восприимчивы к региональной политике
	Бургас	Жизненно важен для нефтяной промышленности, должен соответствовать нормам ЕС
Румыния	Констанца	Крупнейший порт ЕС, преодолевающий сложности ЕС и регионов
Украина	Одесса	Пострадавший из-за войны России, критически важный транзитный пункт энергоносителей
	Черноморск	Стратегическое военное и торговое положение, на которое повлияла незаконная агрессивная война России против Украины

Россия	Новороссийск	Главный порт столкнулся с международными санкциями и региональной напряжённостью из-за войны России против Украины
	Сочи	Туристические порты в меньшей степени подвержены политическому влиянию, но зависят от региональной политики
Грузия	Батуми	Стратегически важные для энергетических коридоров, операции зависят от геополитической стабильности
	Поти	Крупные торговые ворота, операции под влиянием грузинской политики
Абхазия	Сухуми	Спорный регион с постоянной напряжённостью, влияющей на деятельность

Таблица 4. Основные вызовы и геополитическая динамика для крупных портов Черноморского региона
Ключевые заинтересованные стороны и их влияние на управление торговыми маршрутами

Ключевые заинтересованные стороны в развитии водорода играют решающую роль в обеспечении роста водородной инфраструктуры:

- **Правительства:** обеспечение энергетической безопасности, надзор за инфраструктурой и поддержание торговых отношений для поддержки рынков водорода.
- **Регулирующие органы:** установление стандартов безопасности, выбросов и торговли для обеспечения безопасной и устойчивой водородной инфраструктуры.
- **Международные организации:** продвижение глобальных стандартов и сотрудничества, помощь в разрешении торговых споров и поддержка регионального согласования.
- **Природоохранные агентства и НПО:** мониторинг воздействия на окружающую среду, пропаганда биоразнообразия и формирование общественного мнения в пользу устойчивых водородных проектов.

- **Поставщики логистических услуг и частный сектор:** управление инфраструктурой, транспортом и цепочками поставок для обеспечения эффективной транспортировки водорода и поддержки его коммерциализации.

Эти заинтересованные стороны сотрудничают для создания стабильной, эффективной и устойчивой водородной инфраструктуры. Список **основных заинтересованных сторон**, участвующих в формировании водородных инициатив, подробно изложен в **Приложении 2** (Таблица 3), где подчёркивается роль ключевых государственных и частных организаций, правительственных министерств и международных структур в Каспийском регионе.

Региональная синергия для устойчивого экспорта водорода

Существующая нефтегазовая инфраструктура в регионе может быть адаптирована для поддержки для экономически выгодной транспортировки водорода за счёт использования трубопроводов, хранилищ, портов и железнодорожных сетей. В Приложении 2 (Таблица 24) описаны различные способы транспортировки нефти, природного газа и потенциального водорода из Казахстана, включая трубопроводы, железнодорожные и морские маршруты, а также показано, как инфраструктура может быть адаптирована для транспортировки водорода.

- **Нефть:** Казахстанско-Китайский трубопровод (КТК) является основным маршрутом для транспортировки нефти из Казахстана в Азербайджан и Европу, при этом для меньших объёмов используется железная дорога. Нефть перерабатывается на Сангачальском терминале и экспортируется по трубопроводу Баку-Тбилиси-Джейхан (БТД) в Турцию и Европу.
- **Газ:** трубопровод КТК также является ключевым маршрутом для природного газа, наряду с газопроводом Казахстан-Китай для прямого экспорта в Китай. Газ интегрируется в региональные сети для экспорта, при этом экспорт СПГ является новым методом.
- **Водород:** строительство трубопроводов и адаптация существующих газопроводов рассматриваются для транспортировки водорода, включая Транскаспийский международный транспортный маршрут.
- **Сжатый водород** транспортируется в высоконапорных баллонах для более мелкомасштабного распределения.
- **Сжиженный водород** может быть отправлен из порта Актау в Баку, Азербайджан, а затем на европейские рынки по морским маршрутам.

- **Носители** водорода, такие как аммиак и метанол, могут транспортировать водород в химических формах.
- **Железнодорожный и морской транспорт** также предлагает потенциальные варианты распределения водорода в близлежащие регионы и Европу.

Тем не менее, проблемы остаются, в том числе необходимость модернизации инфраструктуры и ограниченные водные ресурсы Казахстана для электролиза. Альтернативой является экспорт возобновляемой электроэнергии из Казахстана в богатые водой районы Азербайджана, Турции или Грузии, где водород можно производить ближе к европейским рынкам. В Приложении 2 (Таблица 25) представлены основные трансграничные инициативы, направленные на экспорт зелёной энергии из Каспийского региона в Европу, с подробным описанием мощностей, маршрутов, инвестиционных затрат и геополитических соображений для объединения подводных кабелей и электросетей.

К ключевым преимуществам можно отнести следующее:

1. **База возобновляемых источников энергии:** Казахстан обладает сильным ветровым и солнечным потенциалом, обеспечивая экономически эффективную базу для производства зелёного водорода.
2. **Близость к водным ресурсам:** Азербайджан, Турция и Грузия предлагают доступ к водным ресурсам и прибрежным районам для эффективного электролиза и транспортировки.
3. **Логистика и доступ к рынкам:** производство водорода вблизи Турции или Грузии обеспечивает более легкий доступ в Европу, снижая транспортные расходы и риски.
4. **Снижение производственных затрат:** объединение возобновляемых источников энергии в Казахстане с производственными центрами в Турции и Грузии может значительно снизить затраты на производство водорода.
5. **Геополитические и торговые альянсы:** Стратегическое партнёрство между Казахстаном, Азербайджаном, Турцией и Грузией может поддерживать стабильный экспорт водорода в Европу, укрепляя торговые связи и стимулируя инвестиции.

ЕСКАТО и ЕЭК ООН работают над планом по расширению энергетической взаимосвязанности в регионе Организации экономического сотрудничества (ОЭС). Азербайджан, Казахстан и Узбекистан также сотрудничают в области интеграции электросетей и экспорта зелёной энергии в ЕС, при этом Узбекистан планирует достичь 27 ГВт возобновляемых источников энергии к 2030 году.

3.1.4. Экологические последствия увеличения экспорта и транспортировки водорода

Стремление Казахстана расширить экспорт водорода может принести значительные экономические и экологические выгоды, но оно также влечёт за собой вызовы, связанные с производством, транспортировкой и более широким воздействием на окружающую среду. Тщательное планирование, строгие правила и стандарты необходимы для обеспечения баланса между экономическим ростом и охраной окружающей среды.

Влияние производства

Производство зелёного водорода с помощью электролиза открывает значительный потенциал для сокращения выбросов ПГ за счёт использования возобновляемых источников энергии. Тем не менее, системы высокого давления и опасные химические вещества, участвующие в производстве водорода, представляют опасность для экосистем в случае выхода из строя или неправильного обращения с оборудованием. Внедрение строгих протоколов безопасности и проведение оценки экологических рисков являются критически важными для снижения этих опасностей.

Управление водными ресурсами

Производство зелёного водорода путём электролиза требует значительных водных ресурсов: от 15 до 30 литров воды на килограмм произведенного водорода¹⁴. Этот спрос представляет собой проблему для Казахстана, учитывая его ограниченные водные ресурсы, особенно в засушливых и полусухих регионах. Увеличение добычи воды для производства водорода может негативно сказаться на местных экосистемах и конкурировать с другими секторами, такими как сельское хозяйство.

¹⁴ Deutsche Energie-Agentur (издатель) (dena, 2023). Роль воды в устойчивом производстве водорода в Казахстане – Часть I: Управление водными ресурсами для производства устойчивого водорода. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH.

По данным **Hyrasia One**, хотя Казахстан обладает значительными водными ресурсами, необходимыми для производства водорода, эффективное управление этими ресурсами имеет решающее значение из-за конкурирующих потребностей со стороны других секторов, особенно сельского хозяйства. По их мнению, для водородного сектора жизненно важно обеспечить, чтобы потребление воды им не оказывало негативного влияния на другие виды экономической деятельности, что делает устойчивое управление водными ресурсами ключевой задачей для успешной реализации водородных проектов в Казахстане.

Землепользование и воздействие на экосистемы

Развитие инфраструктуры для производства водорода может потребовать значительных изменений в землепользовании. Строительные работы могут привести к загрязнению почвы в результате разливов или утечек, что повлияет на здоровье почвы и продуктивность сельского хозяйства.

Последствия транспортировки

Уязвимость инфраструктуры

Чувствительность к изменению температуры и экстремальные погодные условия создают значительные проблемы для инфраструктуры транспортировки водорода:

- Повышение температуры и экстремальные погодные явления, такие как наводнения и землетрясения, могут повредить транспортную инфраструктуру и увеличить риск утечек водорода.
- Экстремальные зимы и жаркое лето в Казахстане могут повлиять на производительность инфраструктуры хранения и транспортировки водорода, что может привести к стрессовым трещинам, утечкам или поломкам.
- Периоды сильной жары и холода вызывают повышенный спрос на электроэнергию, что может нарушать подачу энергии, необходимой для сжатия или сжижения водорода в процессе транспортировки.

Риски для биоразнообразия

Строительство новых трубопроводов, дорог или хранилищ для экспорта водорода может нарушить естественную среду обитания и биоразнообразие вдоль торговых путей. Несмотря на то, что трубопроводы экономически эффективны для транспортировки больших объемов водорода по суше, они требуют сложного процесса получения разрешений и могут привести к нарушению среды обитания и увеличению использования земли.

Риски для безопасности и окружающей среды

Транспортировка водорода сопряжена с рядом рисков для безопасности и окружающей среды:

- Для транспортировки сжиженного водорода (LH_2) морским транспортом требуются специализированные суда с криогенными цистернами, что создаёт риски для морских экосистем и прибрежных сообществ в случае неисправностей.
- Транспортировка водорода в виде аммиака (NH_3) сопряжена с рисками, связанными с его токсичностью и способностью образовывать закись азота (N_2O), мощный парниковый газ.
- Контейнеры и трубопроводы высокого давления создают угрозу взрыва и пожара, представляя опасность близлежащим населённым пунктам и потенциально нанося серьёзный ущерб окружающей среде.

Нормативно-правовые аспекты

Стремление к увеличению экспорта водорода может побудить Казахстан ужесточить природоохранное законодательство в соответствии с международными стандартами. Это может привести к улучшению внутренней экологической практики, а также может создать проблемы для отраслей, которые должны адаптироваться к новым правилам. Кроме того, экологические группы и сообщества в соседних странах могут выступать против торговых путей, проходящих через экологически чувствительные районы, что потенциально может привести к введению ограничений и увеличению затрат и логистических препятствий.

В заключение следует отметить, что несмотря на то, что экспорт водорода из Казахстана обладает значительным потенциалом для экономического роста и международного сотрудничества в усилиях энергетического перехода, тщательное планирование и устойчивые методы имеют важное значение для решения экологических проблем, связанных с производством и транспортировкой.

3.2 Потенциал декарбонизации экспортируемых товаров

Интеграция зелёного водорода в экономику стран Центральной Азии представляет собой преобразующую возможность для устойчивого развития и диверсификации экономики.

Этот стратегический сдвиг согласуется с глобальными усилиями по переходу к более чистым источникам энергии и позиционирует страны Центральной Азии как потенциальных лидеров на растущем рынке зелёного водорода.

Согласно сценарию 1,5 °C Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), к 2050 году на долю зелёного водорода будет приходиться примерно 12% глобальных выбросов ПГ. Это достигается за счёт декарбонизации секторов, в которых трудно бороться с выбросами, и за счёт его использования в качестве устойчивого сырья для промышленного применения. Помимо своей роли в сокращении выбросов, устойчивое внедрение зелёного водорода даёт более широкие преимущества, в том числе способствует зелёной индустриализации, укреплению энергетической независимости, расширению участия в глобальной торговле и рынках, а также значительному созданию рабочих мест. В регионе Центральной Азии внедрение зелёного водорода может стать катализатором промышленных инноваций, повысить энергетическую безопасность и заложить основу для диверсифицированного экономического будущего.

Казахстан, Кыргызская Республика, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан обладают уникальными ресурсами и промышленными возможностями, которые могут извлечь выгоду из внедрения технологий зелёного водорода (Таблица 5).

Страна	Казах- стан	Кыр- гыз- ская Респу- блика	Таджи- кистан	Тур- кмени- стан	Узбе- кистан
Сектор эконо- мики	Добыча	Добыча	Добыча	При- родный газ	Метал- лургия
	Метал- лургия	Метал- лургия	Метал- лургия	Нефтя- ная про- мыш- лен- ность	Хими- ческая про- мыш- лен- ность
	Сель- ское хозяй- ство	Сель- ское хозяй- ство	Сель- ское хозяй- ство	Сель- ское хозяй- ство	Сель- ское хозяй- ство
	Хими- ческая про- мыш- лен- ность	Тек- стиль- ная про- мыш- лен- ность	Произ- водство элек- троэ- нергии	Тек- стиль	Тек- стиль

Таблица 5. Использование зелёного водорода

Экспортный портфель **Казахстана**, в котором преобладают минеральные продукты и углеводороды, имеет значительный потенциал для интеграции водорода в ключевые сектора, такие как горнодобывающая промышленность, металлургия и сельское хозяйство. Приверженность страны сокращению углеродного следа очевидна в Стратегии по достижению углеродной нейтральности к 2060 году, в которой водород подчёркивается как важнейший компонент декарбонизации различных отраслей.

Сельскохозяйственный сектор **Кыргызской Республики** не только играет жизненно важную роль в обеспечении продовольственной безопасности, но и обладает потенциалом для использования зелёного водорода в устойчивых практиках. Внося значительный вклад в ВВП и занятость, интеграция водородных технологий может повысить производительность при одновременном сокращении выбросов. Текстильная промышленность в Кыргызской Республике также выиграет от интеграции водорода, особенно в таких энергоёмких процессах, как крашение и отделка тканей.

Таджикистан намерен производить до 1 миллиона тонн зелёного водорода к 2040 году, используя свои богатые гидроэнергетические ресурсы для поддержки этой инициативы. Эта амбициозная цель подчёркивает приверженность страны диверсификации источников энергии и содействию экономическому росту с помощью устойчивых методов. Интеграция зелёного водорода в экспортные отрасли Таджикистана, такие как золото, алюминий и хлопок, может значительно сократить выбросы ПГ и повысить конкурентоспособность.

В **Туркменистане**, несмотря на сильную зависимость от углеводородов, всё чаще признается необходимость перехода к возобновляемым источникам энергии. Правительство изучает пути производства как голубого, так и зелёного водорода, стремясь сократить выбросы и извлечь выгоду из своих обширных ресурсов природного газа. Интеграция зелёного водорода в сельскохозяйственный сектор может ещё больше повысить устойчивость за счёт сокращения выбросов метана, связанных с традиционными методами ведения сельского хозяйства.

Структура экспорта **Узбекистана** отражает значительную динамику в последние годы, при этом ключевые сектора, такие как драгоценные металлы, текстиль, химическая промышленность и сельское хозяйство, демонстрируют сильный потенциал роста. Страна поставила перед собой амбициозные климатические цели и признаёт, что интеграция технологий зелёного водорода может помочь в достижении этих целей при одновременном повышении экономической конкурентоспособности.

- Внедрение зелёного водорода в горнодобывающий сектор потенциально может сократить выбросы ПГ примерно на 30–80%, в частности, за счёт замены дизельного топлива в тяжёлых транспортных средствах и оптимизации технологических операций. Это согласуется с выводами, которые свидетельствуют о значительном сокращении выбросов при переходе на оборудование, работающее на водороде.
- Использование зелёного водорода в металлургии может привести к сокращению выбросов ПГ примерно на 60–90%, особенно в процессах производства стали, где традиционные методы в значительной степени зависят от углеродоёмкого топлива.
- Внедрение зелёного водорода в производство электроэнергии потенциально может сократить выбросы ПГ на 30–50% по сравнению с традиционными методами производства на основе ископаемого топлива.
- В текстильной промышленности потенциальное сокращение выбросов ПГ может составить от 25% до 30%, в первую очередь за счёт внедрения экологически чистых систем отопления и перехода на оборудование, работающее на водороде.
- Сельскохозяйственный сектор может достичь сокращения выбросов ПГ примерно на 20–25%, особенно за счёт модернизации оборудования и устойчивых методов, таких как производство экологически чистых удобрений.
- Переход на зелёный водород в нефтяном секторе может привести к сокращению выбросов ПГ примерно на 40–70%, в частности, за счёт декарбонизации процессов нефтепереработки и внедрения водородных топливных элементов на транспорте.

3.2.1 Республика Казахстан

Экспортный портфель Казахстана продемонстрировал умеренный рост, увеличившись с \$51,82 млрд в январе-августе 2023 года до \$53,55 млрд за аналогичный период 2024 года, что отражает рост на 3,3%. Несмотря на сохраняющееся доминирование минеральной продукции, эти данные свидетельствуют о стратегических усилиях по диверсификации и изменениях в структуре экспорта.

Состав экспорта

1. Минеральные продукты. В 2023 году минеральные продукты составили 65,9% от

- общего объёма экспорта на сумму \$34,16 млрд, а в 2024 году незначительно увеличились до 66,0% (\$35,35 млрд). Подкатегория ТЭК осталась стабильной на уровне 58,9% от общего объёма экспорта, с небольшим ростом стоимости с \$30,55 млрд до \$31,55 млрд.
2. Металлы и металлические изделия. Этот сектор вырос с 12,7% до 13,4% от общего объёма экспорта, при этом стоимость увеличилась с \$6,58 млрд до \$7,12 млрд.
3. Химическая промышленность. Наблюдался значительный рост, увеличившийся с 6,2% до 7,5% экспорта, при этом стоимость увеличилась с \$3,22 млрд до \$4,02 млрд.
4. Сельскохозяйственная продукция. Наблюдался спад с 7,1% до 5,6% экспорта, при этом стоимость снизилась с \$3,66 млрд до \$3,01 млрд.

Казахстан активно реализует целевые показатели по несырьевому экспорту, который значительно вырос — с \$26,5 млрд в 2022 году до \$35,1 млрд (44,7% от общего объёма экспорта) в 2023 году, с целью достичь \$41 млрд к 2025 году. Ключевыми направлениями диверсификации являются продукция пищевой и легкой промышленности, металлургическая и химическая продукция, оборудование и электроника, автокомпоненты. Ведущие несырьевые экспортные товары вносят значительный вклад в экономику, причём наибольший вклад вносят уран, изделия из меди, феррохром и дистилляты, на долю которых в совокупности приходится около 40% от общего объёма экспорта.

Потенциал интеграции зелёного водорода в ключевые экспортные отрасли

В Казахстане развиты отрасли производства стали, аммиака и цемента — отрасли, в которых зелёный водород обычно рассматривается как важнейший путь декарбонизации. В частности, горнодобывающая промышленность Казахстана несёт ответственность за примерно от 30% до 80% выбросов ПГ, в то время как остальные 20–70% выбросов связаны с другими промышленными процессами, такими как переработка руды, транспортировка и потребление энергии при добыче полезных ископаемых¹⁵.

Правительство планирует увеличить добычу полезных ископаемых на 40% к 2029 году, что хорошо согласуется с интеграцией водородных технологий для повышения устойчивости. Текущий экспортный портфель Казахстана предоставляет множество возможностей для интеграции зелёного водорода в ключевые отрасли промышленности, обладает значительным потенциалом сокращения выбросов углерода.

¹⁵ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Report_BR4_Updated.pdf

Горнодобывающий сектор

Представитель **Казахмыс** рассказал об адаптивности водородных технологий в горнодобывающем секторе, подчеркнув: «Мы изучаем возможность использования транспортных средств на водородном топливе, что может значительно сократить потребление дизельного топлива и выбросы». Он выразил заинтересованность в «создании пилотных проектов, которые включают водород в качестве источника энергии для горнодобывающих работ, особенно с учётом высоких затрат на топливо, связанных с традиционными источниками энергии в отдалённых районах».

- Партнёрство с производителями горнодобывающего оборудования для разработки и тестирования оборудования с водородным двигателем, уделяя особое внимание переводу тяжёлой горнодобывающей техники с дизельного топлива на водородное топливо. Создание объектов по производству водорода рядом с местами добычи полезных ископаемых для обеспечения надёжного снабжения тяжёлого транспорта и предприятий по переработке полезных ископаемых. Правительство планирует увеличить добычу полезных ископаемых на 40% к 2029 году, что хорошо согласуется с интеграцией водородных технологий.
- Систематическое внедрение водородных технологий в операции по переработке полезных ископаемых, используя водород в процессах восстановления вместо традиционного ископаемого топлива.
- Улучшение логистики транспортировки зелёного водорода с производственных объектов на места добычи полезных ископаемых, обеспечивая эффективную и надёжную цепочку поставок.

ERG также внесла свой вклад, заявив, что «хотя грузовики с водородным двигателем рассматривались, они оказались менее экономически жизнеспособными по сравнению с электрифицированными вариантами, особенно при использовании экологически чистой электроэнергии». Они предположили, что сотрудничество с производителями оборудования имеет важное значение, отметив необходимость партнёрства с ними для «разработки и тестирования оборудования, работающего на водороде, уделяя особое внимание переводу тяжёлых горнодобывающих транспортных средств с дизельного топлива на водородное».

Металлургия

Представитель **Hydrasia One** подчеркнул, что «водород может сыграть преобразующую роль в металлургическом секторе, выступая в качестве более чистого источника энергии и восстановителя в производстве металлов». Он заявил: «Переход к зелёному водороду соответствует глобальным тенденциям, направленными на сокращение выбросов углерода в тяжёлой промышленности», добавив, что внедрение водорода может повысить устойчивость металлургического производства в Казахстане

- Запуск пилотных проектов по использованию водорода в процессах прямого восстановления железа, которые превращают железную руду в губчатое железо без использования кокса. Такой подход очень важен, так как на долю металлургической отрасли Казахстана приходится 56,5% всего экспорта несырьевых товаров.
- Создание предприятий по производству зелёного водорода путём электролиза с использованием возобновляемых источников энергии.

Представитель **Казахмыс** рассказал о потенциале водорода в металлургии, особо отметив: «Водород может заменить ископаемое топливо в высокотемпературных процессах, таких как те, которые используются в сталелитейном производстве». Он признал необходимость понимания «экономической жизнеспособности и технических требований такого перехода, включая инфраструктуру, необходимую для производства и поставок водорода».

- Модернизация существующих доменных печей для инъекции водорода наряду с традиционными процессами, тем самым сократив выбросы углерода при производстве стали.
- Сотрудничество с мировыми лидерами в области водородных технологий для обмена знаниями, передовым опытом и технологическими инновациями, которые могут оптимизировать использование водорода в металлургических процессах.
- Основное внимание уделяется исследованиям и разработкам, направленным на оптимизацию использования водорода в металлургических процессах, включая изучение альтернативных методов, таких как прямой электролиз железной руды.

Представитель ERG упомянул о текущих усилиях, сообщив, что они инициировали исследования по «замене существующих видов топлива водородом в операциях, особенно в промышленном отоплении и технологических нагревательных процессах, где в настоящее время используются уголь и мазут». Признавая техническую осуществимость, они подчеркнули, что «применение водорода в этих секторах оказалось довольно дорогим и экономически нецелесообразным без значительной государственной поддержки».

Спикер особо отметил проект по производству горячеприкатированного железа (ГБЖ) в Костанайской области, отметив: «В настоящее время этот проект находится в стадии проектирования и может быть реализован в течение 10 лет при наличии благоприятных условий». Эта структура вносит ясность в вклад различных докладчиков относительно потенциального применения водорода в горнодобывающем и металлургическом секторах в Казахстане.

Химическая промышленность

- Традиционное производство аммиака сопровождается выбросами около 1,8 тонны CO₂ на тонну произведённого. Заменяв обычный водород зелёным водородом, этот процесс может стать почти углеродно-нейтральным. Казахстан имеет значительный опыт производства серого водорода для бытового промышленного использования: в 2020 году было произведено около 12 ПДж серого водорода.
- Помимо аммиака, зелёный водород может использоваться в производстве различных химических веществ и синтетического топлива, что ещё больше повышает экологичность в химической промышленности. Потенциал производства зелёного аммиака хорошо сопоставим с существующими возможностями по производству аммиака в Казахстане.

Представитель **Hyrasia One** подчеркнул значительный потенциал водорода в химической промышленности Казахстана, особенно для синтеза метанола и аммиака, в соответствии со стратегическими целями страны по расширению возможностей химического производства и сокращению выбросов.

Казахмыс активно изучает возможность интеграции водорода в свои процессы, включая улавливание выбросов CO₂ при производстве метанола. Развитие устойчивой цепочки поставок водорода имеет важное значение для того, чтобы Казахстан мог выйти на мировые рынки химической продукции, извлекая выгоду из растущего спроса на зелёные химикаты и создавая при этом возможности для устойчивого производства химикатов с добавленной стоимостью.

Сельское хозяйство

В ходе дискуссии был отмечен потенциал водорода в сельском хозяйстве, в частности, для производства зелёного аммиака, важнейшего компонента удобрений. Представитель **Казахмыс** подчеркнул, что производство зелёного аммиака из водорода может удовлетворить спрос сельскохозяйственного сектора на устойчивые удобрения при одновременном снижении выбросов, связанных с азотом. Он отметил значительные потребности в воде и энергии для производства водорода, подчеркнув необходимость надёжных ресурсов для удовлетворения потребностей сельского хозяйства. Кроме того, водород рассматривается как потенциальный источник энергии для сельскохозяйственного оборудования, и переход на зелёный водород может значительно снизить воздействие на окружающую среду традиционных удобрений, зависящих от ископаемого топлива. Представитель **Hyrasia One** подчеркнул, что заинтересованным сторонам в сельском хозяйстве потребуются стимулы для внедрения решений на основе водорода, что потребует поддерживающей политики и инвестиций в технологии. Этот переход может сделать Казахстан лидером в области устойчивого сельского хозяйства и стимулировать рынок водорода.

- Зелёный водород можно использовать в производстве аммиака для удобрений, что значительно снижает выбросы, связанные с традиционными методами. Этот переход имеет важное значение, учитывая, что аммиак является ключевым сырьём для удобрений, широко используемых в сельском хозяйстве.
- Изучение использования зелёного водорода в тракторах и ирригационных системах для повышения эффективности и снижения зависимости от ископаемого топлива в сельскохозяйственных операциях.
- Изучение инновационных применений зелёного водорода в ирригационных системах, которые могут повысить эффективность использования воды и устойчивость в сельском хозяйстве.

В исследовании КМГ Инжиниринг подробно описана стратегия поставок водорода в Казахстан, а также выделены непосредственные возможности для развития внутреннего рынка в качестве использования водорода в химическом и нефтеперерабатывающем секторах благодаря существующей инфраструктуре. В нем определены среднесрочные перспективы в производстве стали и тяжёлого транспорта, а также долгосрочный потенциал в промышленном отоплении и авиации при значительных технологических достижениях (Рис. 1).¹⁶



Рис.1. Потенциальные поставки водорода и конечные потребители в Казахстане

16 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319923026496>

3.2.2 Кыргызская Республика

Показатели товарооборота Кыргызской Республики за январь-август 2024 года продемонстрировали положительную динамику, общий объём экспорта достиг \$2 154,2 млн (рост на 13,1% в годовом исчислении), сохранив при этом существенный торговый дефицит в размере \$6 305,5 млн, что отражает сохраняющиеся структурные проблемы в достижении торгового баланса, несмотря на рост экспорта.¹⁷

Разбивка состава экспорта

Первичные экспортные сектора в январе-августе 2024 года достигли 2 154,2 млн долларов США:¹⁸

- Золото и драгоценные металлы: 34% от общего объёма экспорта
- Минеральные продукты: 15% от общего объёма экспорта
- Текстиль: 12% от общего объёма экспорта
- Сельскохозяйственная продукция: 9% от общего объёма экспорта.

Потенциал интеграции зелёного водорода в ключевые экспортные отрасли

Такой профиль выбросов делает Кыргызскую Республику одной из наименее загрязняющих источников в регионе, с углеродоемкостью ВВП примерно на 12% выше, чем в среднем по миру.¹⁹ Сельскохозяйственный сектор Кыргызской Республики вносит 14,68% в ВВП и обеспечивает занятостью 40% рабочей силы. Она уже добилась сокращения выбросов ПГ на 21,18% по сравнению с уровнем 1990 года. Правительство Кыргызской Республики стремится к декарбонизации энергетического сектора для выполнения своих обязательств по Парижскому соглашению. Это включает в себя цель сокращения выбросов ПГ на 16% к 2025–2030 годам без международной поддержки и до 44% с международной помощью. Кроме того, в Национальной стратегии развития (2018–2040 годы) изложены планы по увеличению производства возобновляемой энергии (без учёта крупномасштабной гидроэнергетики) до 10% от общего объёма энергоснабжения к 2040 году. Структура экспорта Кыргызской Республики предоставляет значительные возможности для интеграции зелёного водорода для сокращения

выбросов углекислого газа при сохранении экономической конкурентоспособности.

Горнодобывающая промышленность

- Создание объектов по производству водорода рядом с местами добычи полезных ископаемых, чтобы обеспечить надёжное снабжение тяжёлой транспортной техники и предприятий по переработке полезных ископаемых. Такое локализованное производство позволяет снизить транспортные расходы и повысить операционную эффективность.
- Сотрудничество с производителями горнодобывающего оборудования для разработки и тестирования оборудования, работающего на водороде. Это партнёрство должно быть направлено на перевод тяжёлой горнодобывающей техники с дизельного топлива на водородное топливо, что может значительно снизить выбросы.
- Улучшение логистики транспортировки зелёного водорода с производственных объектов на места добычи полезных ископаемых. Учитывая гористую местность и слаборазвитую транспортную инфраструктуру, оптимизация логистики может потребовать значительных инвестиций.
- Систематическое внедрение водородных технологий в операции по переработке полезных ископаемых, используя водород в процессах восстановления вместо традиционного ископаемого топлива.

Металлургия

- Инициирование пилотных проектов по использованию водорода в процессах прямого восстановления железа путём превращения железной руды в губчатое железо без использования кокса. Этот метод может значительно сократить выбросы углекислого газа, связанные с традиционным производством, стали.
- Создание предприятий по производству зелёного водорода путём электролиза с использованием возобновляемых источников энергии. Это обеспечивает устойчивое снабжение водородом металлургических процессов.
- Модернизация существующих доменных печей для подачи водорода наряду с традиционными процессами, что может значительно снизить выбросы углекислого газа.
- Сотрудничество с мировыми лидерами в области водородных технологий для обмена знаниями, передовым опытом и технологическими инновациями, что способствует более плавному

¹⁷ <https://www.ceicdata.com/en/indicator/kyrgyzstan/total-exports>

¹⁸ <https://stat.gov.kg/media/publicationarchive/e48671aa-a0ae-49ce-a1e7-148a4db68efa.zip>

¹⁹ [https://unece.org/sites/default/files/2024-09/kyrgyzstans%20\(7\).pdf](https://unece.org/sites/default/files/2024-09/kyrgyzstans%20(7).pdf)

переходу к более экологичным методам.

- Инвестиции в исследования и разработки, направленные на оптимизацию использования водорода в металлургических процессах, включая изучение альтернативных методов, таких как прямой электролиз железной руды.

Текстильная промышленность

- Инвестиции в экологически чистые системы отопления, работающие на зелёном водороде.
- Переход на водородное промышленное оборудование по всей производственной цепочке, что позволяет значительно снизить эксплуатационные выбросы при одновременном повышении производительности.
- Обеспечение перехода в соответствии международным стандартам устойчивого развития для повышения конкурентоспособности на рынке и удовлетворения растущего глобального спроса на текстиль, произведенный в соответствии с принципами устойчивого развития.

Переработка сельскохозяйственной продукции

- Инвестиции в оборудование на водородном топливе для сельскохозяйственных и перерабатывающих работ.
- Развитие предприятий, использующих зелёный водород для производства аммиака за счёт трансформации методов ведения сельского хозяйства в сторону более устойчивых методов.
- Внедрение водородных холодильных систем в логистику холодовой цепи для повышения энергоэффективности и сокращения выбросов, связанных с хранением и транспортировкой продуктов питания.

3.2.3 Республика Таджикистан

В 2023 году экспортный портфель Таджикистана был представлен разнообразной продукцией, в первую очередь драгоценными металлами, сельскохозяйственными товарами и алюминием. В 2022 году Таджикистан экспортировал товаров на сумму около 2,41 миллиарда долларов, что значительно больше по сравнению с 1,41 миллиарда

долларов в 2017 году. Последние квартальные данные за 2024 год показали экспорт на уровне \$384,29 млн во втором квартале по сравнению с \$613,56 млн в первом квартале 2024 года.

Структура экспорта

Экспортный портфель Таджикистана характеризуется сильной зависимостью от нескольких ключевых секторов, в первую очередь золота, алюминия и хлопка, на долю которых в совокупности приходится более 75% от общего объёма экспорта. Важность алюминия подчёркивается его статусом как основного промышленного продукта, в то время как хлопок остаётся основным продуктом сельскохозяйственного экспорта. Электроэнергия, вырабатываемая в основном за счёт гидроэлектроэнергии, занимает третье место по значимости в экспорте, отражая богатые водные ресурсы Таджикистана. К числу основных экспортных товаров относятся:

- Золото: \$644 млн
- Руды драгоценных металлов: около \$249 млн. К этой категории относятся различные руды, содержащие драгоценные металлы, вносящие свой вклад в общий объём добычи.
- Хлопок-сырец: около \$212 млн
- Медная руда: \$203 млн
- Необработанный алюминий: около \$174 млн

Потенциал интеграции зелёного водорода в ключевые экспортные отрасли

Энергетическая политика Таджикистана подчёркивает диверсификацию источников энергии, выходящих за рамки гидроэнергетики, включая солнечную и ветровую энергию. Правительство поставило цель, чтобы к 2030 году возобновляемые источники энергии, не связанные с гидроэнергетикой, составляли 10% в энергетическом балансе. Такая диверсификация имеет важное значение для смягчения рисков, связанных с изменчивостью климата, которые могут повлиять на производство гидроэлектроэнергии. Таджикистан намерен производить 500 000 тонн зелёного водорода к 2030 году, а к 2040 году планирует удвоить этот объём. Эта амбициозная цель является частью более широкой стратегии по использованию гидроэнергетических ресурсов страны, которые в настоящее время производят почти всю электроэнергию. В Стратегии развития зелёной экономики Таджикистана подчёркивается важность интеграции зелёных технологий, в том числе водорода, в национальный энергетический баланс для сокращения выбросов ПГ и зависимости от ископаемого топлива.

Горнодобывающий сектор (золотая руда и драгоценные металлы)

- Переход от дизельного оборудования к транспортным средствам на водородных топливных элементах может значительно сократить выбросы ПГ при добыче полезных ископаемых.
- Использование зелёного водорода в процессах аффинажа золота и драгоценных металлов может заменить ископаемое топливо, используемое для отопления.
- Партнёрство с международными фирмами, специализирующимися на водородных технологиях, может помочь в разработке индивидуальных решений для горнодобывающего сектора.
- Учитывая гористую местность Таджикистана и слаборазвитую транспортную инфраструктуру, оптимизация логистики транспортировки зелёного водорода от производственных объектов к местам добычи имеет ключевое значение.

Металлургия (производство алюминия)

- Создание объектов, использующих возобновляемые источники энергии (в первую очередь гидроэнергию) для производства зелёного водорода путём электролиза воды. Это можно сделать за счёт модернизации существующих электростанций или строительства новых специально для производства водорода.
- Развитие инфраструктуры для безопасного хранения и транспортировки водорода на предприятиях алюминиевого производства и другим промышленным потребителям.
- Модернизация существующих алюминиевых заводов для использования водорода без значительных простоев.
- Инициирование пилотных проектов для демонстрации целесообразности использования водорода при выплавке алюминия. Сотрудничество с международными партнёрами для обмена знаниями и технологиями.

Сельское хозяйство (производство сырого хлопка)

- Обеспечение финансовых стимулов для фермеров к внедрению техники, работающей на водороде, такой как тракторов и систем орошения.
- Создание демонстрационных ферм, использующих водородную технологию, чтобы продемонстрировать ее преимущества в снижении зависимости от ископаемого топлива.

- Использование зелёного водорода для производства аммиачных удобрений в рамках процесса Габера-Боша, снижая зависимость от традиционного производства аммиака на основе ископаемого топлива.
- Создание небольших установок по производству аммиака на зелёном водороде вблизи сельскохозяйственных зон.
- Питание современных систем орошения, требующих энергоёмких операций. Использование водорода в качестве источника энергии может улучшить методы управления водными ресурсами в сельском хозяйстве.

Производство электроэнергии

- Расширение мощностей электролизеров на гидроэлектростанциях для производства достаточного количества зелёного водорода, особенно в периоды пикового производства, когда предложение электроэнергии превышает спрос.
- Инвестиции в инфраструктуру для транспортировки зелёного водорода, включая трубопроводы или специализированные транспортные средства, ориентированные на региональные рынки.
- Взаимодействие с соседними странами (например, Казахстаном, Узбекистаном) для заключения торговых соглашений по экспорту зелёного водорода.

3.2.4 Республика Туркменистан

В 2022 году общий объём экспорта Туркменистана составил примерно 2,506 миллиарда долларов. Структура экспорта Туркменистана сильно смещена в сторону углеводородов, особенно природного газа и нефтепродуктов, которые доминируют в экспортных доходах. Несмотря на некоторую диверсификацию сельскохозяйственной продукции, такой как хлопок, общая зависимость от ископаемого топлива создаёт риски, связанные с волатильностью рынков и глобальными энергетическими переходами. Страна экспортирует в общей сложности 418 различных продуктов 58 торговым партнёрам, что указывает на умеренный уровень диверсификации в её экспортном портфеле.

Разбивка состава экспорта

- Туркменистан экспортирует в общей сложности 418 различных товаров, хотя экспортный портфель сильно ориентирован на нескольких ключевых товарах.
- Природный газ (1244,4 млн. долларов

США) является ведущим экспортным продуктом, на долю которого приходится почти 50% от общего объема экспорта.

- Нефтепродукты (нефтяные масла — 513,1 млн долларов США и прочие — 241,9 млн. долларов США)
- Хлопок (223,5 млн долларов США) и хлопок нечесаный (25,1 млн долларов США)

Последние тенденции

Правительство сообщило о стабильном росте добычи газа, а экспорт в Китай облегчается через обширную сеть трубопроводов. В июле 2024 года был подписан новый контракт с Ираном на экспорт дополнительных десяти миллиардов кубометров природного газа в год, что свидетельствует о стремлении диверсифицировать рынки газа за пределами Китая. Помимо углеводородов, в Туркменистане наблюдается значительный рост экспорта сельскохозяйственной продукции, особенно бахчевых и арбузов. За первые семь месяцев 2024 года экспорт арбузов увеличился в десять раз по сравнению со всем объемом, экспортированным в 2022 году. Страна инвестировала в производственные мощности по выпуску химической продукции, включая карбамид и полипропилен, которые всё чаще входят в её экспортный портфель.

Потенциал интеграции зелёного водорода в ключевые экспортные отрасли

Выбросы ПГ в Туркменистане в первую очередь обусловлены энергетическим сектором, который в значительной степени зависит от ископаемого топлива, особенно природного газа. По последним данным, на долю Туркменистана приходится около 0,43% мировых выбросов ПГ, занимая 37-е место в мире по объёму выбросов. В 2020 году страна выбросила около 194 миллионов метрических тонн CO₂-эквивалента (MtCO₂e), что на 10,2% меньше, чем в предыдущем году. На энергетический сектор приходится более 85% от общего объёма выбросов ПГ, при этом только на производство электроэнергии и тепла приходится около 27%. Сельскохозяйственный сектор, хотя и значительный, вносит меньшую долю — 12,4%, в основном за счёт выбросов метана от животноводства и сельскохозяйственной деятельности. На сектор промышленных процессов приходится около 1,9%, что указывает на относительно меньшее влияние по сравнению с энергетикой и сельским хозяйством.

В своём пересмотренном Определяемом на национальном уровне вкладе (ОНУВ), представленном в январе 2023 года, Туркменистан взял на себя обязательство по безусловному сокращению выбросов на 20% к 2030 году по сравнению с уровнем 2010 года в соответствии с обычным сценарием. Энергетическая стратегия Туркменистана всё больше фокусируется на

диверсификации источников энергии и интеграции технологий возобновляемых источников энергии, в частности, зелёного водорода. Правительство признаёт необходимость снижения зависимости от ископаемого топлива и смягчения воздействия на окружающую среду, стремясь занять лидирующие позиции в области устойчивого производства энергии.

Туркменистан поставил перед собой амбициозные цели по производству зелёного водорода, планируя развивать инфраструктуру, которая может способствовать производству водорода из возобновляемых источников, таких как солнечная и ветровая энергия. Используя свои обширные ресурсы природного газа, страна стремится изучить пути производства как голубого, так и зелёного водорода, потенциально производя от 1,82 до 5,76 миллиона тонн водорода в год к 2040 году. Эта инициатива соответствует глобальному стремлению к более чистым энергетическим решениям и поддерживает усилия страны по диверсификации экономики.

Горнодобывающая промышленность и газовая промышленность

Горнодобывающий сектор, который включает в себя добычу полезных ископаемых, таких как золото, медь и свинец, может перейти на оборудование, работающее на водороде, чтобы снизить зависимость от дизельного топлива.

- Интеграция в процесс прямого восстановления железной руды для производства стали, заменив углеродоёмкие методы, основанные на использовании коксующегося угля.
- Внедрение таких технологий, как паровой риформинг метана (SMR) в сочетании с улавливанием и хранением углерода (CCS) для производства голубого водорода из природного газа. Это может послужить переходным этапом на пути к производству полностью зелёного водорода.
- Разработка электролизных установок, работающих на возобновляемых источниках энергии (например, солнечной или ветровой) для производства зелёного водорода. Это может диверсифицировать энергетический портфель и снизить зависимость от ископаемого топлива.

Нефтяная промышленность

- Изучение возможностей использования зелёного водорода в качестве сырья в процессах нефтепереработки для производства более чистых нефтепродуктов. Это может включать в себя модернизацию существующих нефтеперерабатывающих заводов для использования водорода.
- Содействие разработке транспортных средств на водородных топливных элементах для

транспорта в нефтяном секторе, снижая зависимость от дизельного топлива и бензина.

Сельскохозяйственный сектор (производство хлопка)

- Поощрение внедрения водородных тракторов и систем орошения в хлопководстве.
- Использование зелёного водорода в производстве аммиачных удобрений для выращивания хлопка, снижая зависимость от углеродоёмких методов производства.
- Внедрение водородной техники для сельскохозяйственных работ, включая тракторы и системы орошения.

3.2.5 Республика Узбекистан

Экспортный портфель Узбекистана в последние годы демонстрирует значительную динамику, отражающую экономические реформы и стратегические торговые отношения страны. По состоянию на первое полугодие 2024 года внешнеторговый оборот Узбекистана достиг примерно 31,8 млрд долларов США, а экспорт составил 12,99 млрд долларов США, увеличившись на 5,5% по сравнению с аналогичным периодом 2023 года.

Состав экспорта

- Драгоценные камни и металлы. Золото остаётся крупнейшим экспортным товаром Узбекистана, на долю которого в 2022 году пришлось около 5,18 млрд долларов США, что составляет около 21% от общего объёма экспорта.
- Текстиль и хлопчатобумажные изделия. Будучи одним из крупнейших в мире производителей хлопка, Узбекистан экспортировал чистую хлопчатобумажную пряжу в нерозницу на сумму 1,39 миллиарда долларов США в 2022 году.
- Природный газ и нефтепродукты достигли около \$934 млн, при этом значительные объёмы также экспортировались в рамках энергетического сектора.
- Сельское хозяйство, особенно фрукты и овощи, принесло около 851,5 млн долларов США, причём в этих секторах наблюдается значительный рост.
- Экспорт химикатов и удобрений составил около 764 миллионов долларов США

Последние тенденции

В первой половине 2024 года экспорт сельскохозяйственной продукции Узбекистана вырос на 21%, в первую очередь за счёт

значительного увеличения экспорта фруктов и овощей, который составил около 1000,6 тыс. тонн на сумму около 607,3 млн долларов США. Текстильный сектор остаётся критически важным: экспорт текстильной продукции достиг 1,53 млрд долларов США, несмотря на небольшое снижение по сравнению с предыдущими годами. Основными компонентами стали пряжа (46,2%) и готовые изделия (38,1%)

Потенциал интеграции зелёного водорода в ключевые экспортные отрасли

В 2021 году общий объём выбросов ПГ в Узбекистане составил около 206 млн тонн CO₂-эквивалента. Энергетический сектор в Узбекистане является основным источником выбросов ПГ, на долю которого приходится примерно от 76% до 89% от общего объёма выбросов, при этом общий объём выбросов достиг около 116,1 млн тонн эквивалента CO₂ (MtCO_{2e}) в 2021 году. Основными источниками этих выбросов являются утечки при добычи нефти и газа, которые составляют почти половину от общего объёма выбросов сектора, и производство электроэнергии, где природный газ доминирует в энергетическом балансе, составляя около 88% производства электроэнергии, в то время как возобновляемые источники вносят лишь около 0,9%. Сельское хозяйство является вторым по величине источником выбросов ПГ в Узбекистане, на его долю приходится около 15,6% от общего объёма выбросов. В 2021 году выбросы сектора составили около 32,25 млн тонн эквивалента CO₂, что на 172,7% больше, чем в 1990 году. Узбекистан поставил перед собой амбициозные климатические цели, в том числе обязательство сократить удельные выбросы ПГ на единицу ВВП на 35% к 2030 году по сравнению с уровнем 2010 года. Узбекистан стремится к 25% использования возобновляемых источников энергии к 2026 году и 40% к 2030 году, что соответствует потребностям в производстве водорода. Основные экспортные отрасли страны — сельское хозяйство, энергетика, химическая промышленность, металлургия и электроника — имеют хорошие возможности для получения выгоды от интеграции технологий зелёного водорода.

Металлургия, в частности сталелитейное производство

- Внедрение процессов прямого восстановления на основе водорода для значительного снижения углеродного следа.
- Установление партнёрских отношений с поставщиками технологий и инвестирование в пилотные проекты будут иметь решающее значение для расширения масштабов этих водородных приложений.

Сельское хозяйство и производство продуктов питания

- Устойчивые методы ведения сельского хозяйства, такие как производство удобрений на основе аммиака с помощью декарбонизированных процессов.
- Инвестиции в исследования и разработки для изучения использования зелёного водорода в ирригационных системах, сельскохозяйственной технике и других сельскохозяйственных процессах.
- Разработка учебных программ для фермеров и заинтересованных сторон в сельском хозяйстве по преимуществам и применению зелёных водородных технологий в целях поощрения их внедрения.

Химическая промышленность

- Замена серого водорода (получаемого из природного газа) на зелёный водород в синтезе аммиака.
- Расширение пилотных проектов по аналогии с АО «Узкимёсаноат» для демонстрации возможности использования зелёного водорода в химических процессах, в частности в синтезе аммиака.
- Сотрудничество с международными партнёрами, имеющими опыт работы с водородными технологиями, для содействия передаче знаний и инвестициям.

Текстильная промышленность

- Инвестиции в экологически чистые системы отопления, работающие на зелёном водороде, путём замены традиционных методов отопления на основе ископаемого топлива в текстильном производстве.
- Переход на водородное промышленное оборудование по всей производственной цепочке, что позволяет значительно снизить эксплуатационные выбросы при одновременном повышении производительности.
- Обеспечение перехода в соответствии с международными стандартами устойчивого развития для повышения конкурентоспособности на рынке и удовлетворения растущего глобального спроса на текстиль, произведенный в соответствии с принципами устойчивого развития.

3.3 Глобальное конкурентное давление

3.3.1 Глобальные тенденции в экспорте водорода и PtX

На ключевые мировые тренды на рынке экспорта водорода и продукции PtX (Power-to-X) существенное влияние оказывает глобальный переход к низкоуглеродной энергетике и растущий спрос на экологически чистые виды топлива. Вот основные тенденции, которые можно выделить:

1. **Растущий спрос на низкоуглеродные продукты:** стремление к декарбонизации стимулирует спрос на низкоуглеродные продукты, особенно водород, в различных секторах. Водород становится важнейшим энергоносителем, который может помочь сократить выбросы ПГ, особенно в тяжёлой промышленности, транспорте и энергетическом секторе. Спрос на водород достиг 97 млн тонн в 2023 году и, по прогнозам, превысит 100 млн тонн в 2024 году²⁰, а мировое производство, как ожидается, достигнет 180 млн тонн к 2030 году, что соответствует целям по нулевым выбросам²¹.
2. **Технологии Power-to-X (PtX):** технологии PtX, которые преобразуют возобновляемую энергию в альтернативные виды топлива и материалы, набирают обороты благодаря своему потенциалу для декарбонизации секторов, которые трудно поддаются сокращению, и решения проблем хранения энергии. Продукты PtX, такие как зелёный аммиак, метанол и экологически чистое авиационное топливо (SAF), привлекают внимание из-за их роли в таких секторах, как сельское хозяйство, химическая промышленность и авиация. Европа лидирует в проектах PtX, а такие страны, как Германия и Франция, вкладывают значительные средства в инфраструктуру. Германия является ведущей страной по проектам PtX, на её долю приходится 44% всех известных проектов²².
3. **Производные водорода:** возобновляемые производные водорода, такие как зелёный аммиак и метанол, набирают обороты в качестве основных ресурсов для удобрений, химикатов и экологически чистых видов топлива. Это открывает значительные возможности для поставщиков с конкурентоспособными производственными возможностями. В Таблице 5 представлены наиболее важные продукты.

20 <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024/hydrogen-demand>

21 <https://doi.org/10.3390/asec2023-15497>

22 <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.05.273>

Продукция	Требование	Стоимость
Зелёный водород	Около 150 Мт в год (Мтра) к 2050 году в соответствии со сценарием углеродной нейтральности (NZE)	менее 2 €/кг
Зелёный аммиак	350 млн тонн/год к 2050 году	250–300 \$/т к 2040–2050 гг.
Возобновляемый метанол	250 млн тонн е-метанола и 135 млн тонн биометанола к 2050 году	370–600 €/т к 2030 году
Экологичное авиационное топливо	Около 200 млрд литров в год к 2050 году (сценарий NZE)	\$5,50 и \$8,00 за галлон в настоящее время

Таблица 6. Продукты Power-to-X. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024>

- 4. Технологический прогресс:** технологические усовершенствования в технологиях производства, хранения водорода и топливных элементов развиваются быстрыми темпами. Высокий КПД электролизеров и топливных элементов, а также решения для хранения энергии, такие как материал для хранения водорода, подземное хранение, совершенствуются для повышения эффективности производства и снижения затрат.
- 5. Инфраструктурные и логистические проблемы:** развитие надёжной инфраструктуры экспорта водорода является ключом к открытию мирового рынка водорода. Это включает в себя трубопроводы, хранилища и варианты транспортировки водородовозов, таких как аммиак. Несмотря на то, что некоторые страны добились прогресса, задержки из-за высоких затрат и проблем с регулированием являются обычным явлением. Известные проекты, такие как проект Store&Go в Германии и проект HyBalance в Дании, демонстрируют масштабное хранение водорода и интеграцию с возобновляемыми источниками энергии.
- 6. Глобальная политика и нормативно-правовая поддержка:** государственная политика и нормативно-правовая база играют решающую роль в развитии рынка водорода. Страны по всему миру внедряют финансовые стимулы, ценообразование на углерод и цели по сокращению выбросов. В частности, финансовые стимулы ЕС в рамках «Зелёного курса» стимулируют инвестиции в производство чистого водорода. Примечательно, что инициативы ЕС по возобновляемым источникам энергии и сокращению выбросов углекислого газа, такие как Директива по возобновляемым источникам энергии (RED), способствуют росту технологий PtX.
- 7. Экологические, социальные и финансовые проблемы:** экологические, социальные и управленческие критерии (ESG) меняют глобальные инвестиции, при этом финансовые учреждения всё чаще отдают предпочтение проектам, которые соответствуют целям устойчивого развития. Поскольку спрос на низкоуглеродный водород растёт, производство

чистого водорода может помочь сократить выбросы ПГ до 48% в транспортном секторе к 2050 году. Показатели ESG коррелируют с финансовыми результатами, поскольку компании с сильными практиками ESG, как правило, превосходят их в финансовом отношении, привлекая инвестиции и снижая риски.

3.3.2 Тенденции формирования рыночных позиций Казахстана

Оценка того, как глобальные тенденции в области водорода и технологий PtX (Power-to-X) могут повлиять на рыночную позицию и перспективы экспорта Казахстана, выявляет как возможности, так и стратегические вызовы. Рыночные позиции Казахстана могут быть укреплены, если он будет использовать свои возобновляемые источники и географические преимущества. Однако это потребует согласования с глобальными тенденциями и значительных инвестиций в технологии, инфраструктуру и нормативно-правовую базу.

Повышенный спрос на продукты с низким содержанием углерода и водород

Растущий мировой спрос на низкоуглеродные продукты, такие как зелёный аммиак и метанол, благоприятен для Казахстана. Богатые солнечные и ветровые ресурсы страны дают ей конкурентное преимущество в производстве зелёного водорода в больших масштабах, что является ключевым фактором на фоне перехода мировых рынков к экологически чистым продуктам. Близость Казахстана к регионам с высоким спросом в Европе и Азии даёт стратегическое преимущество. В то время как ЕС и азиатские страны реализуют политику декарбонизации, Казахстан может позиционировать себя в качестве предпочтительного поставщика зелёного водорода и производных водорода, если сможет наладить надёжные каналы

производства и экспорта. Количество действующих нефтехимических заводов в настоящее время показано в Таблице 6. Кроме того, существует

несколько проектов будущих заводов по производству водородсодержащей продукции (Табл. 7).

Завод	Сырьё	Продукт	Мощность, т/год	Местоположение	Год ввода в эксплуатацию
KPI Inc.	Пропан	Полипропилен	500 000	Атырау	2022
ООО «Нефтехим»	Флюсы для нефтеперерабатывающих заводов	МТБЭ, Полипропилен	48 000	Павлодар	2009
Атырауский нефтеперерабатывающий завод (КМГ)	Флюсы для нефтеперерабатывающих заводов	Ароматические углеводороды	630 000	Атырау	2016
SAT Operating Актау	Этан	Полистирол	200 000	Актау	1980–1981
КазАзот	Природный газ	Аммиачная селитра	400 000	Мангистау	1978
Казфосфат	Природный газ	Фосфорная кислота	405 000	Жамбыл	2016
Шымкентская химическая компания	Флюсы для нефтеперерабатывающих заводов	Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ)	57 000	Шымкент	2021

Таблица 7. Нефтехимические заводы в Казахстане²³

Завод	Сырьё	Продукт	Мощность, т/год	Местоположение	Год ввода в эксплуатацию
КМГ ПетроХим	Этан	Этилен/полиэтилен	1,25 ММт/год	Атырау	2028
Бутадиен	Бутан	Бутадиеновый каучук	187 000	Атырау	2026
КазАзот	Природный газ	Аммиак и мочевины	660 000 аммиак/ 395 000 азотная кислота/ 500 000 аммиачная селитра	Мангистау	2022–2026
Казфосфат	Апатитовый концентрат и аммиак	Аммофос	500 000	Жамбыл	2023
Жаик Петролеум	Природный газ и углекислый газ	Метанол	130 000	Западно-Казахстанская	2024
Жаик Петролеум	Природный газ	Аммиак и мочевины	40 000 аммиака/ 100 000 мочевины	Западно-Казахстанская	2029
Westgasoil Pte	Природный газ	Олефинов	800 000	Атырау	2027
Полимер Almex	Флюсы для нефтеперерабатывающих заводов	Полипропилен	80 000	Шымкент	2025
Алмекс Петрокемикаум	Параксилон	Терефталевая кислота/полиэтилентерефталат	600 000 Терефталевая кислота/ 430 000 Полиэтилентерефталат	Атырау	2026

Таблица 8. Будущие нефтехимические заводы в Казахстане²⁴

²³ <https://www.giz.de/en/downloads/giz2025-en-kazakhstan-green-hydrogen-c-and-i-sector.pdf>

²⁴ <https://www.giz.de/en/downloads/giz2025-en-kazakhstan-green-hydrogen-c-and-i-sector.pdf>

Развитие технологий Power-to-X (PtX)

Казахстан может диверсифицировать свою экономику за счёт технологий PtX, производя зелёный водород, аммиак и синтетическое топливо. Конкурирующие страны, такие как Германия, Япония и Австралия, вкладывают значительные средства, и Казахстан должен идти в ногу со временем, чтобы оставаться конкурентоспособным. Программа H2Global в Германии использует механизм субсидирования для поддержки продуктов Power-to-X, таких как аммиак и метанол. Зелёный водород становится дешевле серого в некоторых регионах, при этом оценки BloombergNEF указывают на то, что зелёный аммиак может стать конкурентоспособным по стоимости с серым аммиаком. По данным CDR Всемирного банка, Казахстан обладает потенциалом для производства экономически конкурентоспособного зелёного водорода из наземной ветроэнергетики, а к 2035 году возможен межрегиональный экспорт. Такие проекты, как Hyrasia One и Semurg Invest, направлены на создание экспортных маршрутов аммиака в ЕС через Каспийское море. Инвестируя в PtX, Казахстан может расширить свой экспорт в такие сектора, как сельское хозяйство, химическая промышленность и международные перевозки.

Экологическое, социальное и финансовое давление

Глобальные критерии ESG стимулируют инвестиционные потоки, и соблюдение Казахстаном экологических стандартов повлияет на его способность привлекать зелёное финансирование. Обеспечение того, чтобы производство водорода и PtX соответствовало целям по снижению

выбросов, укрепит репутацию Казахстана как устойчивого производителя энергии.

Казахстан находится на поворотном этапе на пути к созданию устойчивой зелёной водородной экономики. В главе 3 обрисованы успехи страны в законодательной, нормативной и инфраструктурной областях, а также подчёркнуты критические пробелы, которые необходимо устранить. Интеграция возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в производство водорода — это не просто техническая или экономическая задача, она требует тщательного приведения в соответствие с международными стандартами, надёжных механизмов поддержки и приверженности устойчивому развитию. Ключевые вызовы, такие как экономические, технологические, геополитические и экологические риски, а также эффективная реализация водородной стратегии Казахстана, остаются центральными на пути страны вперёд. Решение этих препятствий потребует скоординированных усилий правительства, частного сектора и международных партнёров, способствующих инновациям и инвестициям для обеспечения конкурентоспособности Казахстана на мировых рынках водорода. Для реализации этих амбиций первостепенное значение имеет обеспечение устойчивых и диверсифицированных механизмов финансирования. В главе 4 будут рассмотрены финансовые рамки, необходимые для поддержки стремления Казахстана к зелёному водороду, а также местные условия и возможности для использования международных программ финансирования, в частности, со стороны ЕС и Германии, для ускорения прогресса в этом развивающемся секторе.

4. Импортируемость и нормативные требования к экспорту водорода

4.1 Законодательная и нормативная база ЕС для импорта водорода

Казахстан, с его уникальным географическим положением и богатыми энергетическими ресурсами, обладает потенциалом для того, чтобы играть центральную роль в качестве экспортёра зелёного водорода в Европейский Союз (ЕС). Однако создание эффективной водородной экономики требует не только технологического и инфраструктурного прогресса, но и целенаправленной корректировки регулирования.

В этой главе описывается законодательная и нормативная база ЕС для импорта водорода. Начиная от правил производства водорода и разграничивая определения RFNBO, RCF, LCF, включая важнейшие законодательные инструменты, такие как Директива по возобновляемым источникам энергии и СВМ. Кроме того, представлен процесс сертификации водорода, торгуемого в ЕС, приведены примеры немецкой системы сертификации и сделаны выводы для казахстанских производителей. Для Казахстана отсутствие специального правового регулирования представляет собой серьёзную проблему для водородного сектора. В настоящее время не существует конкретной правовой базы (подробнее см. главу 2.2) или стимулов для производства и экспорта водорода. Это тормозит развитие водородной экономики в стране и вызывает неопределённость среди инвесторов.

Потенциал

Благодаря своему географическому положению и источникам энергии, Казахстан обладает значительным потенциалом для того, чтобы стать ключевым поставщиком водорода как в ЕС, так и в Китай. По оценкам, затраты на производство зелёного водорода могут составить от \$3,94 до \$5,52 за килограмм при производстве из комбинации солнечной и ветровой энергии, с дальнейшим снижением до \$2–3 за килограмм. Существующие инфраструктурные проекты, такие как расширение портовых сооружений на Каспийском море, также могут эффективно поддерживать экспорт водорода. Экспорт по трубопроводам или по сети железных дорог здесь также имеет важное значение.

Проблемы

Казахстан также сталкивается со значительными вызовами, которые могут повлиять на потенциал страны по экспорту зелёного водорода: для расширения мощностей возобновляемых источников энергии и инфраструктуры для производства, транспортировки и хранения затраты на производство зелёного водорода связаны с высокими капитальными затратами. Чтобы сделать такие технологии, как электролиз, более экономически эффективными, необходимы инвестиции в исследования и разработки (НИОКР), чтобы снизить затраты до 50 долларов США за МВт·ч к 2050 году. Отсутствие инфраструктуры для транспортировки водорода и роль Казахстана как страны, не имеющей выхода к морю, представляют собой ещё одно узкое место. Кроме того, развитие подходящей инфраструктуры требует огромных инвестиций, которые необходимы для конверсии существующей газовой инфраструктуры. Ещё одним риском для Казахстана при создании новой экспортной отрасли водорода является возможная односторонняя зависимость от этого сырья. Как и в случае с сырой нефтью и природным газом, развитие рынка водорода может привести к долгосрочной экономической нестабильности в Казахстане. Для Казахстана отсутствие специального правового регулирования представляет собой серьёзную проблему для водородного сектора. В настоящее время нет конкретной законодательной базы или стимулов для производства и экспорта водорода. Это тормозит развитие водородной экономики в стране и вызывает неопределённость среди инвесторов.

4.1.1 Правила производства для RFNBO

Выполнение требований ЕС будет иметь ключевое значение для того, чтобы возобновляемый водород стал торгуемым товаром в Европейском Союзе. Это подразумевает согласование законодательства и нормативных актов. Ниже разъясняются ключевые элементы законодательства и нормативных актов ЕС. Особое внимание уделяется водородной сертификации, которая подробно внедряется. Возможный импорт

водорода и производных водорода из Казахстана должен будет соответствовать этим нормам.

Общие правила производства водорода

1. Контекст

В рамках пакета ЕС «Fit for 55»²⁵, направленного на достижение 55% сокращения выбросов ПГ к 2030 году, была обновлена Директива по возобновляемым источникам энергии²⁶ (RED). В 2018 году RED II установил систематические критерии для источников электроэнергии при производстве возобновляемого водорода и его производных, называемых возобновляемыми видами топлива небиологического происхождения (RFNBOs). В 2023 году RED III ввела более строгие требования к устойчивому развитию и сокращению выбросов ПГ, которые соответствуют более амбициозным целям интеграции RFNBO. Эти правила направлены на обеспечение устойчивости производства водорода, продвижение дополнительных мощностей возобновляемых источников энергии и согласование с целями ЕС в области климатической нейтральности. 19 сентября 2023 года законодатели ЕС официально приняли RED III, увеличив целевой показатель ЕС по возобновляемым источникам энергии до 42,5% от валового конечного потребления энергии к 2030 году с ориентировочной целью достижения 45%. В рамках RED II/III ЕС установил правила и критерии, которые должны быть соблюдены для того, чтобы водород был классифицирован как RFNBO. Обычная классификация по цвету из публичного водородного дискурса, которая относится к зелёному, синему или серому водороду, не используется в нормативном языке ЕС. Вместо этого водород и его производные классифицируются как «возобновляемые», если они соответствуют критериям RFNBO. Чтобы быть определённым как RFNBO, водород и его производные должны производиться исключительно из возобновляемых источников энергии, не полагаясь на ископаемое или биологическое сырьё. Таким образом, зелёный водород соответствует определению RFNBO, потому что он производится путём электролиза воды, полностью питаемой возобновляемыми источниками энергии, такими как ветер и солнце. Другие формы водорода, такие как голубой водород, полученный путём парового риформинга метана (SMR) или автотермического риформинга (ATR) природного газа с улавливанием и хранением углерода (CCS), не соответствуют этому определению²⁷ (ст. 2 делегированного регламента Комиссии 2023/1184). Они могут

быть классифицированы как низкоуглеродные виды топлива (определение см. ниже), для которых в скором времени ожидается принятие отдельного делегированного акта, Директивы (ЕС) 2024/1788²⁸ (см. подраздел 2с ниже).

В дополнение к RFNBO ЕС ввёл другие классификации топлива, как определено в RED II и связанных с ним нормативных актах:

- Возобновляемое углеродное топливо (RCF): возобновляемое топливо на основе углерода, полученное из биологических или переработанных источников CO₂, таких как биогенные остатки или промышленные выбросы CO₂.
- Топливо с низким содержанием углерода (LCF): топливо с низким уровнем выбросов, произведённое с использованием ископаемых ресурсов, но с меньшими выбросами ПГ по сравнению с традиционными ископаемыми видами топлива, что достигается за счёт таких мер, как CCS или энергоэффективность.

Несмотря на то, что RFNBO и, в некоторых случаях, РППС имеют значение в контексте целей ЕС, важно отметить, что LCF, такие как «голубой водород», не подпадают под действие правил квот RED II. Установленные ЕС целевые квоты на использование возобновляемых источников энергии, особенно в промышленном и транспортном секторах, прямо распространяются на RFNBO. Это означает, что только зелёный водород и его производные (или другие RFNBO) могут быть зачтены для достижения этих целей, что создаёт сильный толчок спроса. Пойдет ли это в конечном итоге на пользу импорту водорода из стран, не входящих в ЕС, таких как Казахстан, будет зависеть от прогресса, достигнутого в развитии экономически жизнеспособных мультимодальных транспортных маршрутов. В то же время разрыв в реализации проектов по производству водорода внутри ЕС может увеличить потребность в источниках импорта за пределами ЕС.

- Промышленная квота: в рамках RED III цель состоит в том, чтобы к 2030 году не менее 42% водорода, используемого для конечных энергетических и неэнергетических целей в промышленном секторе, было удовлетворено RFNBO, а к 2035 году — 60%.
- В транспортном секторе должна быть достигнута совокупная квота в **размере 5,5% возобновляемых видов топлива**, включая RCF и RFNBO. Субквота для RFNBO составляет не менее 2,6% в 2030 году.

Уделяя особое внимание RFNBO, ЕС стремится значительно сократить выбросы ПГ, ускорить расширение возобновляемых источников

²⁵ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal/fit-55-delivering-proposals_en

²⁶ https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en

²⁷ Делегированный регламент Комиссии 2023/1184

²⁸ Директива (ЕС) 2024/1788

энергии и избежать продвижения технологий, основанных на ископаемых ресурсах (таких как LCF) в рамках этих нормативных рамок.

b. Правила производства для RFNBO

RED II обеспечивает основополагающую основу для производства RFNBO. Европейская комиссия дополнительно уточнила эти основные правила в двух ключевых делегированных актах, принятых в 2023 году:

- Регламент (ЕС) 2023/1184 определяет критерии выбора поставщиков электроэнергии для производства RFNBO.
- Регламент (ЕС) 2023/1185 излагает правила учета ПГ для RFNBO.

Эти правила в равной степени применяются к водороду, произведённому в ЕС, и к импортируемому водороду, обеспечивая последовательность в регулировании RFNBO за рубежом. Таким образом, под эти стандарты должен был бы подпадать и водород, импортируемый из Казахстана.

Чтобы сохранить классификацию RFNBO, зелёный водород, произведённый за пределами ЕС, должен соответствовать строгим требованиям к инфраструктуре:

- **Запрет на смешивание с другими газами:** водород, классифицируемый как RFNBO, ни в коем случае не может быть смешан с другими типами водорода или газов, даже за пределами ЕС. Это означает, что RFNBO нельзя подавать в общественные газовые сети или смешивать с водородом, полученным из ископаемого топлива.
- **Выделенная инфраструктура:** вся цепочка поставок, от производства до импорта, должна использовать выделенную и отдельную инфраструктуру для сохранения целостности водорода в качестве RFNBO.

b.1 Правила использования источников электроэнергии (Регламент 2023/1184)

Снабжение электроэнергией является ключевым аспектом производства RFNBO. Водород должен производиться с использованием электроэнергии, которая соответствует критериям ЕС в области возобновляемых источников энергии.

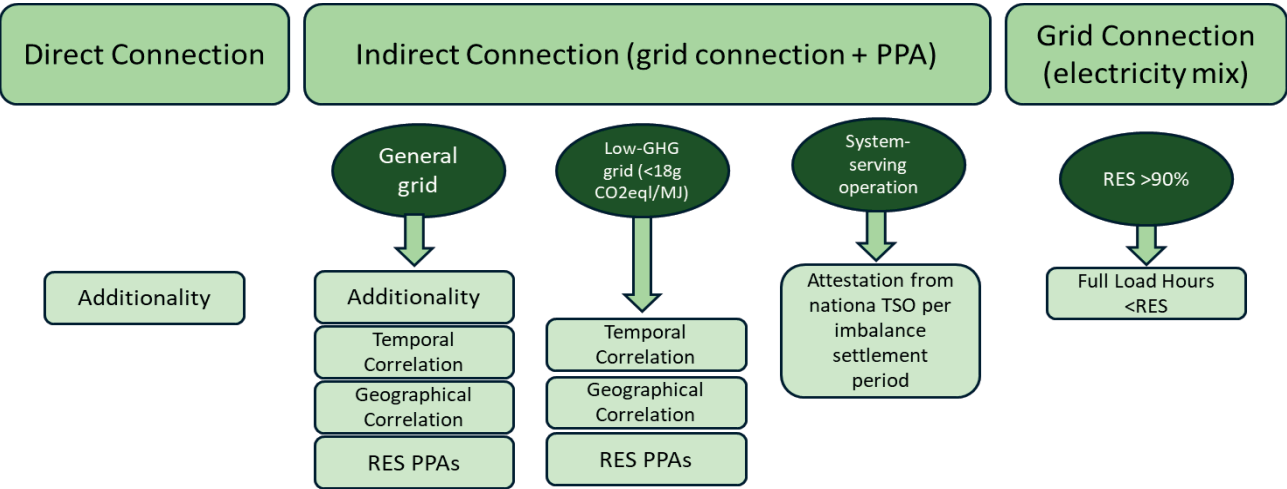


Рис. 2. Делегированный акт к ст. 27 REDII устанавливает критерии для закупки электроэнергии для производства RFNBO (dena, 2024, Введение в сертификацию водорода)

Варианты источников электроэнергии, которые можно комбинировать:

- **Прямая связь с объектами возобновляемой энергетики:** возобновляемый источник энергии должен работать без зависимости от сети для производства водорода. Интеллектуальная система учёта гарантирует, что электричество не будет использоваться.
- **Сетевая электроэнергия в зонах с высокой долей возобновляемых источников энергии:** электролизеры могут использовать сетевую электроэнергию, если доля возобновляемых источников энергии в структуре электроснабжения в зоне торгов составляет более 90%. Доля возобновляемых источников энергии в 90% должна быть достигнута по крайней мере в одном из последних пяти календарных лет. Часы работы электролизеров ограничены, чтобы предотвратить перегрузку сети в периоды подачи невозобновляемой электроэнергии.
- **Соглашения о покупке электроэнергии (РРА) с поставщиками возобновляемой энергии:** электролизеры могут получать электроэнергию через РРА, обеспечивая доступ к возобновляемой электроэнергии, поставляемой через сеть. Установка возобновляемой энергии должна быть расположена в той же или смежной зоне торгов. Морские установки квалифицируются, если они подключены к зоне электролизера. До 2029 года электроэнергия, используемая для производства RFNBO, должна соответствовать производству на ежемесячной основе. Начиная с 2030 года, будет применяться более строгое почасовое соответствие, гарантирующее, что производство водорода тесно связано с производством электроэнергии из возобновляемых источников. Интенсивность выбросов электросети должна быть ниже 18 гCO₂-экв/МДж.
- **Потребление электроэнергии для предотвращения сокращения использования возобновляемых источников энергии:** электролизеры могут использовать электроэнергию, которая в противном случае была бы сокращена из-за дисбаланса в сети, обеспечивая максимальное использование возобновляемых источников энергии. Производитель водорода должен продемонстрировать, что его деятельность

напрямую сократила сокращение использования возобновляемых источников энергии во время перераспределения. Для подтверждения заявлений о предотвращении сокращения требуются тщательный энергетический аудит и механизмы отчетности. Этот метод значительно сокращает потери возобновляемой энергии и оптимизирует стабильность сети. Это особенно полезно в регионах, где производство возобновляемой энергии часто превышает спрос или мощность сети.

Особенности

- **Дополнительное требование:**
- Электроэнергия, используемая для производства RFNBO, должна поступать от недавно построенных электростанций на возобновляемых источниках энергии (например, ветряных или солнечных электростанций), которые были введены в эксплуатацию после января 2028 года. Это необходимо для того, чтобы спрос на возобновляемые источники энергии удовлетворялся без вытеснения существующих мощностей возобновляемых источников энергии.
- **Переходное положение:** для объектов возобновляемой энергетики, которые были введены в эксплуатацию до 2028 года, требование дополнительности не применяется в полной мере (в соответствии со статьей 11 Делегированного регламента 2023/1184). Ещё 10 лет, до конца 2037 года, их можно будет использовать. Это положение позволяет более старым возобновляемым установкам вносить свой вклад в производство RFNBO при определённых условиях и поддерживает, как следует из названия, защиту существующих операторов.

В.2 Учёт ПГ и порог экономии

Основным требованием для классификации RFNBO является соблюдение правил учёта ПГ, как указано в Делегированном законе 2023/1185. Эти правила требуют, чтобы выбросы RFNBO в течение жизненного цикла достигали **как минимум 70% экономии по сравнению с компаратором ископаемого топлива (Регламент 2023/1185²⁹)**. Значение компаратора ископаемых для RFNBO составляет 94 гCO₂/МДж. Формула для расчёта всей цепочки создания стоимости (без учёта производства машин и оборудования) выглядит следующим образом:

29 https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1185/oj/eng

$E = e_i + e_p + e_{td} + e_u - e_{ccs}$.

E	Общие выбросы от использования топлива
e_i	Выбросы от предоставления вводимых ресурсов
e_i эластичный	Выбросы от эластичных исходных материалов, т.е. исходных материалов, которые увеличиваются с ростом спроса
e_i твёрдый	Выбросы от фиксированных исходных материалов, т. е. исходных материалов, которые остаются постоянными с точки зрения количества, несмотря на растущий спрос
e_i предыдущее использование	e_{ex-use} = выбросы от предыдущего использования или местонахождения исходных материалов
e	Выбросы от переработки
e_{td}	Выбросы от транспортировки и снабжения
e_y	Выбросы в результате сгорания топлива при его конечном использовании
e_{ccs}	Сокращение выбросов за счёт улавливания углерода и геологического хранения

Таблица 9. Расчёт экономии ПГ, Источник: dena 2024, Введение в сертификацию водорода

- **Оценка жизненного цикла (LCA):** выбросы ПГ измеряются по всей цепочке создания стоимости, от производства энергии до конечной поставки. Это включает в себя выбросы на начальном этапе добычи (например, от источников энергии), а также выбросы от транспорта.
- **Выбросы при транспортировке:** как отечественные, так и импортируемые RFNBO — выбросы от транспортировки водорода или его производных учитываются при оценке жизненного цикла, что подчёркивает важность логистических решений с низким уровнем выбросов.

Хотя те же правила применяются к импорту водорода из-за пределов ЕС, существуют значительные

проблемы с их соблюдением. Многие страны, не входящие в ЕС, такие как Казахстан, не имеют «зон торгов», сопоставимых с теми, которые определены на рынке электроэнергии ЕС. Это усложняет проверку временной и географической корреляции. Европейская комиссия выпустила документ «**Вопросы и ответы**»,³⁰ в котором рассматриваются открытые вопросы об импорте, в том числе о том, как проверить соответствие требованиям в регионах, где отсутствуют рыночные структуры, эквивалентные ЕС.

4.1.2 Правила производства топлива с низким содержанием углерода (LCF)

Ключевые правила для LCF

В отличие от RFNBO, LCF, включая голубой водород, не регулируются в соответствии с RED II/III. Вместо этого рамки для LCF предусмотрены в Регламенте ЕС о газовом рынке 2024/1788³¹, в частности, в статье 9, §5. Несмотря на то, что правила для LCF не такие зрелые, как для RFNBO, существующая структура в соответствии с Регламентом (ЕС) 2024/1788 весьма детализирована. Ожидающий рассмотрения Делегированный закон³², вероятно, внесёт дополнительную ясность и формализует требования к учёту ПГ. Для потенциальных экспортёров внимание как к развивающимся правилам, специфичным для LCF, так и к перекрестным ссылкам на существующие правила ЕС (например, Регламент по метану, RED II) будет иметь важное значение для соблюдения требований и доступа к рынку. Процесс сертификации: сертификация LCF проводится в соответствии с процедурами, аналогичными процедурам для RFNBO, поскольку существуют перекрестные ссылки на RED II для ключевых процессов, таких как учёт и проверка выбросов. Хотя общие рамки для LCF уже определены, Делегированный акт (DA), устанавливающий подробные правила учета жизненного цикла парниковых газов для LCF, был опубликован 8 июля 2025 года.³³ Таким образом, необходимо оценить его последствия для производства водорода в Казахстане, особенно с учетом возможности соблюдения накопленного стандартного значения (выбросы углекислого газа на добыче + природный газ на добыче + закись азота) и Регламента ЕС о метане (EU) 2024/1787.³⁴

30 Документ «Вопросы и ответы»

31 <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1788/oj/en>

32 Delegated Act

33 https://energy.ec.europa.eu/publications/commission-delegated-regulation-eu-specifying-methodology-assessing-greenhouse-gas-emissions-savings_en

34 2024/1787

4.1.3 Механизм трансграничного углеродного регулирования (СВАМ)

Ещё одним важным элементом законодательства ЕС, направленным на экспорт водорода в Германию и ЕС, является Механизм трансграничного углеродного регулирования (СВАМ)³⁵ — инструмент ценообразования углерода, выделяемого при производстве товаров, поступающих в ЕС, с помощью углеродоёмких производственных процессов, которые влекут за собой риск утечки углерода. Под этой маркировкой рассматриваются такие товары, как цемент, железо, сталь, алюминий, удобрения, электроэнергия и водород. За счёт ценообразования на углерод, поступающий в ЕС, должно быть гарантировано, что импорт получает ту же цену на углерод, что и внутреннее производство, лежащее в основе налогов на выбросы углерода в ЕС. Таким образом, ЕС хочет обеспечить достижение своих климатических целей, но при этом соответствовать правилам ВТО и избежать выбросов CO₂, чтобы просто передать их на аутсорсинг. СВАМ вводится поэтапно с переходным периодом с 2023–2025 годов и будет применяться в полном объёме к 2026 году. Это соответствует плану поэтапного отказа в рамках Системы торговли выбросами ЕС СТВ. На основании поправки, предложенной Европейской Комиссией в феврале 2025 года (Omnibus Package I), ЕС достиг предварительного соглашения об освобождении 90% импортных компаний, ранее подпадавших под действие СВАМ, от обязательств по соблюдению требований. Введенный новый порог в 50 тонн для импорта означает, что компании, импортирующие менее 50 тонн товаров в год, подпадающих под СВАМ, будут освобождены от обязательств СВАМ. Импортёры по-прежнему должны будут отчитываться и учитывать сопутствующие выбросы с 1 января 2026 года, однако покупка соответствующих сертификатов отложена до 2027 года.

Как уже упоминалось, водород и его производный аммиак (который обычно используется в качестве удобрения) подпадают под регулирование СВАМ. Таким образом, водороды и производные, производимые в Казахстане, сталкиваются с перспективой того, что импортёрам из ЕС, возможно, придётся платить за сертификаты СВАМ, начиная с февраля 2027 года, если они не смогут доказать, что была уплачена цена за выбросы углерода, образующиеся при производстве.

На переходном этапе, который начался в 2023 году и истечёт к концу 2025 года, импортёры из ЕС должны отслеживать и сообщать о прямых и косвенных выбросах. Прямые выбросы — это выбросы, непосредственно связанные с самим производственным процессом, поэтому обычно они образуются на месте производства. Косвенные выбросы объекта или производственного процесса эквивалентны выбросам от электроэнергии, потребляемой в производственном процессе. Окончательный **режим СВАМ, который должен вступить в силу в 2026 году**, распространяется также на косвенные выбросы в секторах цемента и удобрений, включая аммиак. Для водорода учитываются только прямые выбросы, так как водород классифицируется как «простой» товар, а аммиак — как «сложный». Таким образом, СВАМ применяется ко всем схемам производства водорода с углеродоёмкими процессами, включая электролизеры, работающие на основе ископаемого топлива. Это даёт мощный стимул для отказа от невозобновляемых источников энергии в производстве водорода. Эта оценка также справедлива для выбросов на начальном этапе, например, в результате добычи или транспортировки сырья, такого как природный газ или электричество, для производства аммиака.

Таким образом, производители водорода, которые хотят экспортировать его в ЕС, должны будут рассчитывать и сообщать о своих прямых и косвенных выбросах, связанных с их производственным процессом, используя признанные методологии, такие как стандарты EC Environmental Footprint Methods³⁶ для измерения выбросов. Импортёры из ЕС несут ответственность за представление квартальных отчётов властям ЕС, поэтому производители должны предоставлять точные данные о выбросах своим партнёрам по импорту. Производители должны быть готовы предоставить данные, которые могут быть проверены третьими лицами. Когда начнет действовать полный режим СВАМ и с января 2026 года будут взиматься финансовые сборы за выбросы углекислого газа, будут рассчитаны цены на углерод, привязанные к СТВ ЕС. Таким образом, производителям придётся приобретать сертификаты Механизма трансграничного углеродного регулирования (СВАМ). Если отчётность о фактических выбросах не увенчалась успехом, производители должны предоставить доказательства того, что были предприняты все «разумные усилия» для получения данных от поставщиков и производителей. Чтобы сделать это требование более ясным, ЕС мог бы указать, при каких условиях «прилагаются все разумные усилия» для обеспечения большей правовой определённости.

35 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2023.130.01.0052.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2023%3A130%3ATOC СВАМ

36 Методы оценки экологического следа ЕС

4.2 Процессы сертификации водорода в ЕС

Благодаря комплексным схемам сертификации характеристики устойчивого развития могут быть проверены надёжным и последовательным образом. Сертификация может стать доказательством соответствия законодательным и нормативным требованиям, что полезно для получения, например, прямого финансирования или налоговых льгот. Благодаря чёткому разграничению между возобновляемыми источниками энергии и ископаемыми альтернативами, она обеспечивает достижение национальных и региональных целей в области возобновляемых источников энергии, а вместе с тем и более высоких климатических целей. Сертификация может способствовать укреплению доверия между импортёрами и экспортёрами, способствуя развитию мировой торговли. Она может способствовать развитию новых цепочек добавленной стоимости, предлагая потребителям активно требовать возобновляемый водород. С помощью чётких правил можно предотвратить «зелёный камуфляж» или двойной учет объёмов экономии ПГ на возобновляемых источниках энергии.

4.2.1 Основная система сертификации

1. Массовый баланс как основа

ЕС предписывает систему **баланса масс** в качестве основного метода отслеживания и сертификации устойчивости (через **Proofs of Sustainability, PoS**).

- **Баланс массы:** гарантирует, что количество сертифицированного водорода (RFNBO или LCF) соответствует используемым экологически чистым исходным материалам, с точным отслеживанием по всей цепочке поставок.

- Альтернативные системы, такие как Гарантии происхождения (GoO) или **Herkunftsnachweise (HKN)**, могут быть введены государствами-членами на **добровольной основе**, но они действуют параллельно с требованием баланса основной массы и не заменяют его.

2. Ключевые участники и роли

Для производителей водорода в Казахстане (или других странах, не входящих в ЕС) важно понимать процедурные роли различных субъектов в системе сертификации:

- **Частные добровольные схемы (VS):**

Сертификация проводится не учреждениями ЕС или государствами-членами, а добровольными **схемами (VS)**, утверждёнными Европейской комиссией.

- После признания эти схемы могут действовать по всему миру, в том числе в странах, не входящих в ЕС, таких как Казахстан.
- Производители должны работать с VS для сертификации своего водорода и его соответствия критериям устойчивого развития ЕС.

Органы по сертификации:

Аудит производителей и партий водорода проводят **органы по сертификации**, аккредитованные по добровольным схемам. Эти органы проверяют соблюдение требований к устойчивому развитию и учёту ПГ.

Инфраструктура ЕС — База данных Союза:

ЕС предоставляет **Базу данных Союза** (статья 31a RED III) в качестве центральной инфраструктуры для отслеживания водорода и его производных. Все партии RFNBO и LCF должны регистрироваться в базе данных Union Database, чтобы обеспечить прозрачность и прослеживаемость по всей цепочке поставок. Эта база данных обеспечивает согласованный подход между государствами-членами и позволяет осуществлять отслеживание потоков водорода в режиме реального времени.

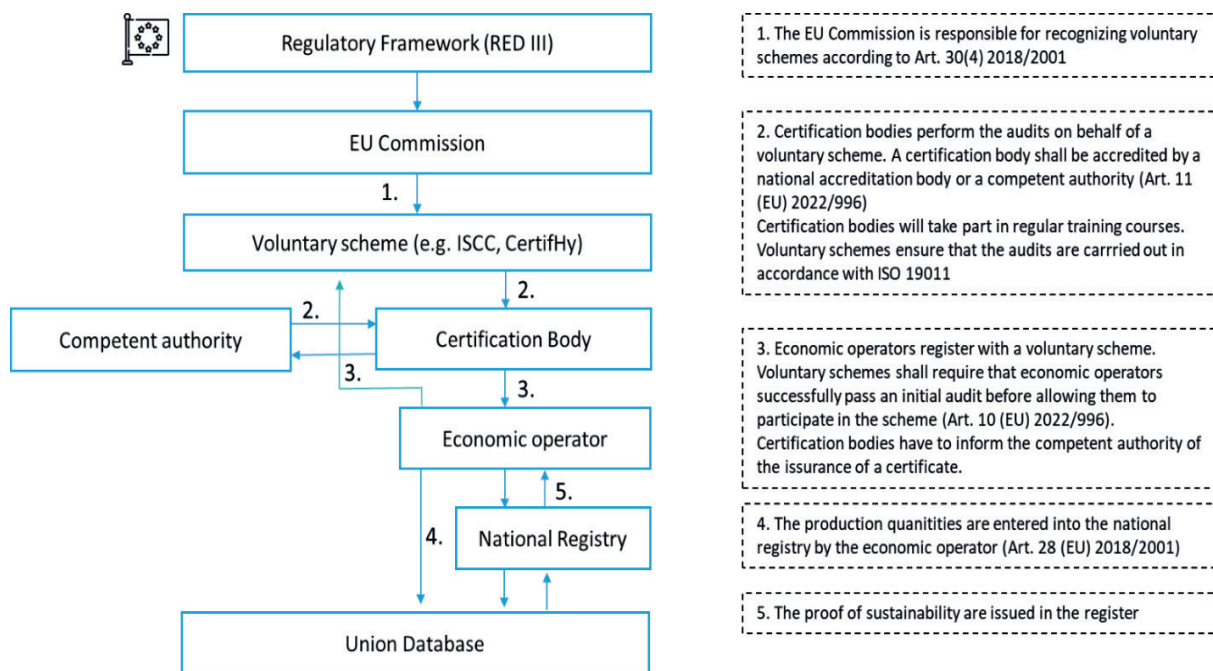


Рис 3. Правовая база RED III: процесс сертификации (PoS) (dena, 2024, Введение в сертификацию водорода)

19 декабря 2024 года ЕС официально признал три схемы добровольной сертификации для RFNBO, тем самым создав правовую определённость для производителей возобновляемого водорода. Это официальное признание позволяет трём аудиторским и сертифицирующим организациям выдавать сертификаты Proofs of Sustainability для заводов по производству водорода. Тремя признанными схемами сертификации являются CertifHy, REDcert и ISCC.

4.2.2 Дополнительные национальные структуры и реестры

Наряду с Союзной базой данных существуют также национальные базы данных или реестры, которые отслеживают водородные сертификаты. Если посмотреть на Германию в качестве примера того, как государства-члены дополняют систему ЕС:

- **Реестр массового баланса:** Германия разрабатывает реестр массового баланса (37th BImSchV) для отслеживания RFNBO и LCF.
- **Реестр HKN:** в дополнение к базе данных Союза создаётся отдельный реестр гарантий происхождения (HKN), регулируемый GWKHN.
- **Интеграция:** эти национальные системы будут связаны с базой данных Союза и обмениваться данными, частично в режиме реального времени, для бесшовной интеграции с инфраструктурой уровня ЕС.

4.3 Последствия для производителей водорода в Казахстане

1. Участие в добровольных программах:

- * Производителям водорода в Казахстане следует сотрудничать с признанными ЕС добровольными схемами сертификации, чтобы обеспечить максимальный уровень гармонизации. Эти схемы контролируют процессы аудита и утверждения партий водорода.
- * Примерами существующих схем являются CertifHy, ISCC и REDcert, которые активно занимаются сертификацией возобновляемых видов топлива.

2. Соблюдение требований Базы данных Союза:

- * Весь сертифицированный водород для продажи на Европейском едином рынке должен быть зарегистрирован в базе данных Союза ЕС. Производители и трейдеры в Казахстане должны будут обеспечить надлежащую документацию и отслеживание своей продукции в соответствии с требованиями базы данных.

3. Соображения по регулированию метана:

- * Для производителей LCF соблюдение требований по снижению выбросов метана (в соответствии с Регламентом ЕС по метану) имеет решающее значение. Любая утечка метана при производстве и транспортировке

водорода должна быть сведена к минимуму и учтена в процессе сертификации.

4. Специализированная инфраструктура:

- * Водород, предназначенный для сертификации, должен сохранять свою целостность по всей цепочке поставок. Для Казахстана это означает создание специализированной инфраструктуры для транспортировки с целью предотвращения смешивания с несертифицированными газами.

В главе 4 представлен всесторонний анализ импортопригодности и адаптации к нормативным требованиям, необходимых Казахстану для приведения своего сектора зелёного водорода в соответствие с европейскими и международными стандартами. Несмотря на то, что страна обладает значительным потенциалом в качестве поставщика

зелёного водорода, для полного использования этой возможности необходимо гармонизировать свои внутренние правила с директивами ЕС, разработать надёжные системы сертификации, а также решить инфраструктурные и логистические проблемы. Сосредоточившись на этих критически важных направлениях, Казахстан может укрепить свои позиции в качестве надёжного партнёра в глобальной цепочке поставок водорода.

Опираясь на эту основу, в главе 5 будут изучены финансовые условия и механизмы, необходимые для поддержки развития водородного сектора. Это включает в себя изучение местных возможностей финансирования, определение соответствующих программ финансирования в Германии и использование механизмов поддержки ЕС для обеспечения устойчивого роста и конкурентоспособности на рынке зелёного водорода.

5. Финансирование развития зелёного водорода в Казахстане

Финансирование является ключевым препятствием на пути создания водородной экономики в Казахстане. Чтобы использовать богатые возобновляемые источники энергии, необходимо разработать прочную национальную финансовую базу, а также оказать поддержку в устранении дефицита финансирования с помощью международных инструментов.

Этот анализ подчёркивает потенциальное взаимодействие между национальными финансовыми институтами и международным финансированием, в частности, проливая свет на роль, которую могут играть инструменты поддержки Германии, связанные с водородом. В целом, этот анализ подчёркивает важность совместных стратегий финансирования и международного партнёрства для стимулирования роста сектора зелёного водорода. Используя местные ресурсы и используя поддержку ЕС и Германии там, где это необходимо, Казахстан может эффективно позиционировать себя в качестве игрока на глобальном рынке водорода, способствуя устойчивому развитию и энергетической устойчивости в более широких масштабах. Устранение разрывов между местными инструментами финансирования и международными механизмами поддержки будет иметь жизненно важное значение для преодоления барьеров и раскрытия полного потенциала зелёного водорода в Казахстане.

5.1 Местное финансирование зелёного водорода в Казахстане

Казахстан находится на начальной стадии развития своего сектора зелёного водорода, используя свои обильные возобновляемые источники энергии, наличие подходящих земельных участков и различные механизмы финансирования от местных финансовых институтов и международных банков развития. Финансовый ландшафт страны для зелёного водорода включает в себя ряд инструментов, предоставляемых национальными банками с привлечением международных

финансовых институтов и международных партнёров, таких как Германия и ЕС. В рамках визита канцлера Германии Олафа Шольца к президенту Казахстана Касым-Жомарту Токаеву главы государств 16 сентября 2024 года подписали совместную декларацию, в которой говорится, что сотрудничество с Немецким энергетическим агентством (dena) будет продолжено для изучения возможностей использования проектов и продуктов зелёного водорода в различных секторах экономики.³⁷ Соответственно, в рамках открытия офиса «водородной дипломатии» Германии в Астане в октябре 2022 года министр иностранных дел Германии Анналена Бербок подчеркнула важность устойчивого роста, связанного с правами человека и прозрачностью инвестиций³⁸. Местный финансовый ландшафт в Казахстане характеризуется сочетанием национальных и международных финансовых инструментов, с акцентом на привлечение частного капитала и содействие международному сотрудничеству.

В таблице 9 представлены инструменты финансирования для сектора зелёного водорода в Казахстане, организованные таким образом, чтобы отразить стратегический подход, который решает ключевые проблемы с помощью механизмов, уделяющих особое внимание снижению рисков, согласованию международных стандартов, наращиванию потенциала, интеграции устойчивости, поддержке инфраструктуры и стимулированию частного сектора, при этом для ясности проводится различие между местными и международными источниками финансирования.

³⁷ <https://www.akorda.kz/ru/sovместnaya-deklaraciya-o-sotrudnichestve-mezhdu-respublikoy-kazahstan-i-federativnoy-respublikoy-germaniya-1683715>

³⁸ <https://carnegieendowment.org/russia-eurasia/politika/2024/09/kazakhstan-eu-hydrogen-technology?lang=en>

Инструмент	Ключевые моменты
Государственно-частное партнёрство (ГЧП)	- ГЧП стратегически распределяют финансовые риски между государственными и частными организациями, смягчая инвестиционную неопределённость в водородных проектах с высоким капиталом и создавая при этом привлекательные инвестиционные пути, способствующие притоку капитала и предсказуемости доходов - Государство использует ГЧП, оказывая всестороннюю поддержку с помощью нормативно-правовой базы, финансовых стимулов и целевых субсидий, эффективно снижая инвестиционные барьеры и повышая экономическую жизнеспособность проектов для водородных инициатив. - ГЧП служат важнейшими платформами для передачи знаний, способствуя развитию навыков, обмену технологическим опытом и обучению рабочей силы на развивающихся рынках, особенно в регионах с ограниченным опытом использования водородных технологий. - Партнёрские отношения позволяют осуществлять совместные инвестиции в инфраструктуру и интегрированные энергетические решения, сочетая возобновляемые источники энергии с производством водорода для оптимизации использования ресурсов, снижения затрат на отдельные проекты и создания синергетических технологических экосистем.
Инвестиционные соглашения	- Инвестиционные соглашения обеспечивают прозрачную, предсказуемую правовую базу, которая снижает риски инвесторов за счёт чёткого определения условий работы, механизмов защиты инвестиций и взаимных обязательств между государством и частными структурами. - Эти соглашения позволяют реализовывать крупномасштабные трансформационные проекты, такие как <i>Hydrasia One</i>³⁹: - Инвестиционное соглашение было подписано в июле 2022 года, в нем прописаны ключевые параметры проекта, такие как предоставление земельных участков, доступ к инфраструктуре, беспрепятственное движение товаров и капитала. Это направлено на создание стабильной экономической и правовой базы. - Планируемый объём инвестиций 40–50 млрд долларов США. - Финансируется SVEVIND Energy Group, планируется привлечение других соинвесторов. - Окончательное инвестиционное решение запланировано на 2026 год. - Производство H2 в Мангистауской области планируется начать в 2030–2032 годах.
Зелёные облигации	- Зелёная таксономия Казахстана, принятая правительством 31 декабря 2021 года, охватывает семь категорий проектов, включая возобновляемые источники энергии, которые охватывают ветровую, солнечную, геотермальную, гидроэнергетику, биоэнергетику, а также цепочку поставок и вспомогательную инфраструктуру⁴⁰. Она определяет критерии для зелёных проектов, имеющих право на финансирование через зелёные облигации и зелёные кредиты, и прямо упоминает производство водорода в категории возобновляемых источников энергии, не указывая критерии, по которым водород квалифицируется как возобновляемое топливо. - Государственный Центр зелёных финансов <u>Международного финансового центра «Астана»</u>⁴¹ (МФЦА), как единственный верификатор в регионе Центральной Азии, признанный Международной ассоциацией рынков капитала (ICMA) и Инициативой по климатическим облигациям (CBI),⁴² предоставляет рекомендации потенциальным эмитентам в процессе выпуска зелёных облигаций, обеспечивая соответствие лучшим международным практикам и поддерживая целостность зелёных финансовых инструментов⁴³.

39 https://hyrasia.one/?page_id=23813270

40 <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/press/news/details/742376?lang=ru>

41 Международный финансовый центр «Астана»

42 <https://aifc.kz/news/climate-bonds-initiative-accredited-aifc-green-finance-centre/>

43 <https://aifc.kz/news/renewables-in-kazakhstan-current-state-potential-and-financing-mechanisms/>

- Помощь в получении субсидирования процентной ставки в размере до 7% от ставки купона по зелёным облигациям, с максимальным размером облигации 3 млрд тенге, применимой максимум на 5 лет.
- Поддержка в приобретении услуг внешнего обзора, которые принимаются международными органами, такими как Лондонская фондовая биржа, и которые могут покрыть до 70% стоимости получения мнений второй стороны по вопросам зелёных облигаций⁴⁴.
- Принятие Биржей Астана (AIX)⁴⁵ правил ESG-Labelled Bond позволяет выпускать различные типы устойчивых облигаций, в том числе те, которые финансируют проекты в области зелёного⁴⁶ водорода.
- Банк развития Казахстана⁴⁷ (БРК), в целом, заинтересован в финансировании проектов по производству зелёного водорода при условии платежеспособности этого сектора, который, в свою очередь, опирается на государственную поддержку.
- В соответствии с Рамочной программой зелёного и устойчивого финансирования БРК активно участвует в финансировании возобновляемых источников энергии, реализуя девять проектов в области ветровой, солнечной и гидроэнергетики общей мощностью 560 мегаватт и финансированием на сумму около 633 миллионов долларов США⁴⁸.
- БРК разместил зелёные облигации на бирже Astana International Exchange (AIX), первый выпуск составил \$15 млн по ставке купона 5,65%.⁴⁹
- Банк, хотя конкретные сроки не были объявлены, потенциально может разработать специализированные финансовые продукты для проектов по производству зелёного водорода. К ним могут относиться долгосрочные кредиты с выгодными условиями и механизмы снижения рисков, такие как гарантии.
- Текущая стратегия банка и его опыт работы с проектами в области возобновляемых источников энергии позволяют предположить, что банк может сыграть свою роль в продвижении Казахстана в качестве привлекательного места для инвестиций в инициативы в области зелёного водорода, опираясь на существующую структуру поддержки перехода к экологически чистой энергии.
- Фонд развития предпринимательства⁵⁰ «ДАМУ» (ДАМУ) пока не нацелен конкретно на сектор зелёного водорода, но предлагает субсидированные кредиты с конкурентоспособными процентными ставками (6–10%), что значительно ниже средней ставки банковского кредитования в Казахстане в 16,987% по состоянию на ноябрь 2024 года.⁵¹
- Фонд предоставляет различные механизмы финансовой поддержки, в том числе субсидирование кредитов до 10% от процентной ставки и субсидирование основного долга до 40% (максимум 180 млн тенге), с потенциальными максимальными суммами займов до 15 млрд тенге.
- Сфера деятельности фонда охватывает широкий спектр зелёных технологий, в том числе возобновляемые источники энергии, проекты в области энергоэффективности⁵².

Таблица 10. Инструменты финансирования зелёного водорода в Казахстане

Многосторонние банки развития (МБР) могут оказать важнейшую техническую помощь и поддержку в разработке политики для создания надёжной основы для развивающейся отрасли. Объединяя международные фонды и предлагая инструменты для снижения рисков, МБР могут значительно снизить транзакционные издержки и облегчить обмен знаниями между своими глобальными портфелями проектов.

44 <https://aifc.kz/news/aifc-has-maintained-its-regional-leadership-in-green-finance-and-improved-its-position-in-the-global-ranking/>

45 Международная биржа «Астана» (AIX)

46 <https://aix.kz/products-services/segments/green-finance-2/>

47 Банк Развития Казахстана

48 <https://kdb.kz/en/pc/news/press-releases/14305/>

49 https://damu.kz/en/programmi/subsidy/enterprise_development/

50 Фонд развития предпринимательства «ДАМУ»

51 <https://www.ceicdata.com/en/indicator/kazakhstan/bank-lending-rate>

52 https://damu.kz/en/programmi/subsidy/enterprise_development/

Инструмент	Ключевые моменты
Поддержка со стороны многосторонних банков развития (МБР)	• <u>Азиатский банк развития</u>⁵³ (АБР) выделил значительное финансирование, в том числе \$42 млн на инициативы в области возобновляемых источников энергии и инфраструктурный пакет в размере \$123 млн для KEGOC, направленный на наращивание потенциала возобновляемых источников энергии в Казахстане и сетевой инфраструктуры, необходимой для развития зелёного водорода. • В рамках Механизма энергетического перехода (ЕТМ) АБР поддерживает переход Казахстана от зависимости от угля, способствуя досрочному выводу из эксплуатации угольных электростанций и изучая возможность перепрофилирования инфраструктуры для использования возобновляемых источников энергии⁵⁴. • Помимо прямой финансовой помощи, АБР предоставляет технические консультационные услуги по интеграции сетей и передовому опыту использования возобновляемых источников энергии. Согласно обсуждениям в интервью, АБР изучает потенциальную синергию с секторами сельского хозяйства и редкоземельных металлов за счёт производства зелёного водорода и зелёного аммиака.
	• Группа Всемирного банка утвердила в 2023 году кредиты на использование возобновляемого водорода на сумму 1,65 млрд долларов США для стран с формирующимся рынком, предложив льготное финансирование и модели смешанного финансирования, чтобы помочь восполнить существенный дефицит финансирования проектов по производству зелёного водорода в экономически перспективных регионах. • С помощью таких инициатив, как Программа содействия управлению энергетическим сектором (ESMAP), Всемирный банк может предоставить критически важную техническую поддержку, обмен знаниями и учебные программы для расширения возможностей Казахстана в развитии устойчивого сектора зелёного водорода. • <u>Зелёный климатический фонд</u>⁵⁵ (ЗКФ), который является операционным органом финансового механизма Рамочной конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата (РКИК ООН), выделил 110 миллионов долларов США на инициативы в области возобновляемых источников энергии в Казахстане и может предоставить необходимые финансовые ресурсы через модели смешанного финансирования. Это также может помочь снизить риски проектов зелёного водорода и сделать их более привлекательными для частных инвесторов. • ЗКФ предлагает всестороннюю техническую экспертизу, включая поддержку нормативно-правовой базы, интеграцию сетей возобновляемых источников энергии, разработку политики и развитие инфраструктуры, необходимой для создания надёжного сектора зелёного водорода. • <u>Евразийский банк развития</u>⁵⁶ (ЕАБР) реализует Стратегию развития (2022–2026 годы), в которой приоритетное внимание уделяется водно-энергетическому комплексу в Центральной Азии⁵⁷. • В ЕАБР создан Фонд технической поддержки для оказания помощи проектам на начальной стадии. Этот фонд может финансировать предварительные технико-экономические обоснования или технико-экономические обоснования, прокладывая путь для последующего коммерческого финансирования проектов.

53 Азиатский банк развития

54 <https://www.adb.org/news/adb-kazakhstan-take-next-step-toward-early-coal-retirement-etm-agreement>

55 Зелёный климатический фонд

56 Евразийский банк развития

57 <https://primeminister.kz/en/news/a-mamin-eadb-otyrysyn-otkizdi-banktin-2022-2026-zhyldarga-arnalghan-strategiyasy-bekitildi-263112>

- По информации Управления стратегических проектов, ЕАБР заинтересован в проведении исследований по проектам по производству зелёного водорода в рамках Евразийского экономического союза и рассматривает топливо как инструмент сокращения выбросов ПГ и повышения устойчивости энергосистемы. Банк готов использовать свой опыт государственно-частного партнёрства для содействия развитию проектов в области зелёного водорода, уделяя особое внимание поддержке реализации коммерчески жизнеспособных водородных проектов. Несмотря на то, что банк может время от времени финансировать исследования через свой Фонд технической поддержки, который может финансировать предварительные технико-экономические обоснования и технико-экономические обоснования, его основная ориентация заключается в поддержке коммерчески жизнеспособных проектов. Учитывая, что водород является новой областью, помощь Фонда технической поддержки может иметь решающее значение для инициирования проектов, особенно на ранних стадиях разработки.

Таблица 11. Международные финансовые инструменты

Анализ инструментов местного финансирования

Местные финансовые инструменты Казахстана демонстрируют значительный потенциал для поддержки развития сектора зелёного водорода с использованием государственно-частного партнёрства (ГЧП), инвестиционных соглашений и зелёных облигаций. ГЧП стратегически распределяют финансовые риски между государственными и частными структурами, обеспечивая совместные инвестиции в инфраструктуру и способствуя передаче знаний в области водородных технологий. Инвестиционные соглашения, такие как соглашение по проекту Hyrasia One с запланированными инвестициями в размере \$40–50 млрд, обеспечивают прозрачную правовую базу, снижающую риски инвесторов и обеспечивающую стабильные экономические условия.

Кроме того, зелёные облигации, поддерживаемые Зелёной таксономией Казахстана и проверенные Центром зелёных финансов МФЦА, предлагают финансовые стимулы, такие как субсидирование процентных ставок и покрытие расходов на внешнюю экспертизу, в соответствии с международными стандартами. За последние 3,5 года зелёные облигации и займы привлекли около 150,2 млрд тенге, в основном для проектов в области возобновляемых источников энергии и энергоэффективности.

Фонд развития предпринимательства «Даму» сыграл важную роль в выпуске зелёных облигаций и субсидировании процентных ставок, что сделало зелёное финансирование более доступным для МСП. Кроме того, Центр зелёных финансов МФЦА стал ведущим игроком, проводя внешние обзоры почти 60% зелёных облигаций и кредитов, выпущенных в Казахстане, и работая

над инновационными финансовыми продуктами для привлечения дальнейших инвестиций.

Эти инструменты соответствуют международным стандартам, таким как Принципы зелёных облигаций и Стандарт климатических облигаций, обеспечивая доверие и прозрачность. Тем не менее, расширение проектов по производству зелёного водорода потребует усовершенствования финансовых механизмов, включая инструменты снижения рисков, такие как гарантии и расширенные субсидии по кредитам, а также стратегическое согласование с мировыми рынками водорода.

Опрос 18 компаний в Казахстане показал высокий интерес к расширенным вариантам финансирования водородных проектов: 80% респондентов изучают возможности производства водорода или технологий, а 70% подчеркивают необходимость инвестиций в возобновляемые источники энергии для поддержания производства водорода. В то время как 60% указали на потребность в финансировании для модернизации инфраструктуры, чтобы она была совместима с водородом, 50% подчеркнули важность финансирования исследований и технико-экономических обоснований, а 40% указали на обучение персонала водородным технологиям. Государственная поддержка считается критически важной: 90% подчеркивают необходимость субсидий или налоговых льгот, 75% выступают за государственно-частное партнёрство для разделения финансовых рисков, а 85% выступают за техническую помощь и поддерживающую политику. Несмотря на такую готовность, ключевыми проблемами являются высокие первоначальные затраты (65%), недостаточный опыт (55%) и неадекватная инфраструктура (70%), что подчёркивает необходимость стратегических финансовых решений для раскрытия потенциала зелёного водорода в Казахстане.

Используя существующую экосистему зелёного финансирования и устраняя пробелы в инфраструктуре, Казахстан может позиционировать себя в качестве конкурентоспособного участника в глобальной водородной экономике.

Полученные результаты показывают, что обозначенные инструменты, инициативы и платформы сотрудничества могут эффективно дополнять друг друга. Сотрудничество между Казахстаном и Германией в области водорода, примером которого является Энергетический диалог между Министерством энергетики Казахстана и Министерством экономики и защиты климата Германии (BMWK), а также офис «водородной дипломатии» (H2-diplo) в Астане, иллюстрирует взаимную приверженность партнёрству на равных условиях.

По словам представителя **ERG**, они подчеркнули, что местные условия финансирования проектов зелёного водорода в Казахстане в настоящее время недостаточны для того, чтобы сделать такие проекты экономически жизнеспособными без значительной государственной поддержки. Они отметили, что, хотя такие финансовые инструменты, как зелёное финансирование, важны, они помогают только тем проектам, которые близки к прибыльности. ERG заявила, что для проекта с внутренней нормой доходности (IRR) в 10%, когда требуется 14%, банки могут помочь преодолеть этот разрыв. Однако для водородных проектов, которые в настоящее время находятся в зоне отрицательной рентабельности, одного финансирования недостаточно. Компания подчеркнула, что для того, чтобы сделать зелёный водород конкурентоспособным с нынешними источниками топлива, такими как мазут и газ, потребуются существенные государственные субсидии и нормативная поддержка, оценивая, что для того, чтобы технология стала экономически целесообразной, потребуется цена на углерод в размере около 300 долларов за тонну.

5.2 Немецкие программы финансирования развития водорода

Правительство Германии предоставляет широкий спектр механизмов поддержки для продвижения международных водородных проектов. Эти инструменты предназначены для обеспечения многообразных потребностей и содействия глобальному партнёрству в водородном секторе. Учитывая разнообразие доступных инструментов, важно, чтобы заявители оценивали каждый механизм индивидуально и устанавливали прямую коммуникацию с соответствующими органами или представителями программы. В следующих разделах представлен обзор этих механизмов поддержки с выделением их ключевых моментов и потенциала для содействия международному сотрудничеству.

Инструменты поддержки внешней торговли и инвестиций

Внешняя торговля и инвестиции	Инструменты внешней торговли и инвестиций направлены на облегчение выхода на зарубежные рынки для немецких поставщиков, импортёров и инвесторов. Они могут служить дополнительными инструментами для финансирования проектов, связанных с водородом.
Инструмент	Ключевые моменты
Инвестиционные гарантии	- Защита от политических и экономических рисков с точки зрения инвесторов/ немецких компаний - Снижает риск для кредиторов за счёт выгодных условий финансирования - Может способствовать повышению привлекательности казахстанского рынка за счёт хеджирования до 95% от суммы инвестиций для климатически дружественных проектов - Поддержка инфраструктурных и производственных проектов
Несвязанные гарантии по кредитам (УФК-Гарантии)	- Покрываемое обязательство по несвязанной гарантии по кредиту представляет собой требование страхователя к иностранному должнику, согласованное в кредитном договоре. - Предпосылкой в этом контексте является то, что немецкие покупатели получают сырьё на основе долгосрочного договора о закупке и что предоставление этого сырья представляет макроэкономический интерес. - Подходит так как Казахстан является крупным поставщиком сырья + потенциал для производства водорода.
Гарантии экспортных кредитов	- Гарантии экспортных кредитов Федерального правительства защищают экспортные сделки от невыполнения платежей по коммерческим/ политическим причинам, например, для экспортных сделок из Германии в Казахстан и Центральную Азию по закупке водородных технологий. - Ассортимент предлагаемой продукции охватывает всю экспортную производственно-сбытовую цепочку от производства и поставки до оплаты финального взноса.
Гарантия форфейтинга	- Актуально, в частности, для экспортирующих МСП с немецкой стороны и заказчика H2-технологий из Казахстана - Механизм: срок оплаты позже даты поставки; Банк покупает дебиторскую задолженность у экспортёра (форфейтинг); Федеральное правительство гарантирует банку эту дебиторскую задолженность, т. е. если иностранный покупатель не в состоянии заплатить, федеральное правительство компенсирует банку 80 процентов убытков по дебиторской задолженности. - Стоимость заказа до 10 миллионов евро (мелкие билеты)
Программа развития проектов по зелёному водороду (PDP-H2)	- Эта программа, являющаяся одним из ключевых столпов Немецкой инициативы BMWI по энергетическим решениям (см. ниже), работает на стыке сотрудничества в целях развития и взаимодействия частного сектора на местном уровне. - Команда PDP сотрудничает с промышленностью в Казахстане для поддержки перехода от серого к зелёному водороду. Он предоставляет бесплатные и нейтральные консультации местной промышленности, использующей серый водород или его производные. Он разрабатывает предварительные технико-экономические обоснования для перехода к производству зелёного водорода и способствует установлению контактов с поставщиками решений, зарегистрированными в Немецкой инициативе энергетических решений. - Кроме того, он способствует развитию рынка посредством тренингов и исследований.

Таблица 12. Инструменты поддержки внешней торговли и инвестиций

- **Инвестиционные гарантии**⁵⁸

Инвестиции на международных рынках (таких как развивающиеся страны и страны с формирующейся рыночной экономикой) привлекательны для немецких компаний по таким причинам, как условия расположения, прямой доступ к источникам сырья или хорошие перспективы продаж. С другой стороны, во многих регионах существует политическая неопределённость, которая увеличивает экономические риски прямых инвестиций за рубежом. Инвестиционные гарантии могут быть особенно выгодными для реализации водородных проектов в развивающихся странах, странах с формирующейся рыночной экономикой и странах с переходной экономикой, поскольку они повышают кредитоспособность проектов, улучшают условия финансирования и снижают риск за счёт дипломатической поддержки.

- **Гарантии по несвязанным кредитным линиям (УФК)**⁵⁹

Несвязанные кредитные гарантии предназначены для кредиторов товарных проектов за пределами ЕС и защищают их от экономических или политических рисков дефолта по кредитам. К приемлемым товарам относятся металлы и металлоиды, редкоземельные элементы и энергоносители, такие как зелёный водород, природный газ и сжиженный природный газ. Гарантии могут быть полезны при реализации импорта, такого как водород и его производные.

- **Гарантии экспортных кредитов**⁶⁰

Гарантии экспортных кредитов направлены на то, чтобы позволить бизнесу работать в сложных условиях, когда частный страховой сектор не предлагает надлежащего или достаточного покрытия. Это приводит к тому, что основное внимание уделяется странам с формирующимся рынком и развивающимся странам, чтобы обеспечить экспортёрам необходимую безопасность от экономических или политических потерь. Кроме того, экспортёры получают поддержку в открытии рынков или деловых отношений, к которым трудно добраться. Немецкие гарантии экспортных кредитов доступны для различных секторов, в том числе для водородного сектора (если проект имеет право на покрытие и коммерчески целесообразен, в том числе с учётом его рисков). Во многих случаях ЕСГ являются необходимым условием для банковского финансирования, поскольку федеральное правительство с его инвестиционным рейтингом (рейтинг AAA Германии) снижает кредитный риск, что улучшает условия финансирования.

- **Гарантия форфейтинга**⁶¹

Форфейтинговые гарантии — это финансовый инструмент, используемый для поддержки экспорта товаров и услуг, в том числе водородных технологий, обеспечивая снижение рисков для экспортёров. Эти гарантии обеспечивают безопасность платежей для компаний, которые продают связанные с водородом товары или услуги за рубежом, особенно в тех случаях, когда кредитоспособность покупателя неопределённа. Благодаря гарантиям форфейтинга экспортёры могут получить немедленный денежный поток, продав свою дебиторскую задолженность финансовому учреждению, которое принимает на себя риск неплатежа. Это помогает компаниям, занимающимся водородными технологиями, выходить на международные рынки, особенно в развивающихся регионах, и ускоряет глобальное развертывание устойчивых водородных решений.

- **2-е руководство по финансированию международных водородных проектов**⁶²

После успешного принятия первого руководства по финансированию международных водородных проектов, вслед за обновлением Национальной водородной стратегии с 2023 года, 15 ноября 2024 года был опубликован второй раунд руководства по финансированию международных водородных проектов. Он разделен на два модуля. Модуль финансирования 1 посвящен промышленному производству возобновляемого водорода, а также сопутствующим исследованиям (например, технико-экономическим обоснованиям). Для проектов по производству возобновляемого водорода и его производных инвестиционные затраты составляют максимум 30 миллионов евро на одно предприятие и инвестиционный проект. Как правило, финансирование доступно для компаний с филиалом или постоянным представительством в Германии. Тем не менее, подача заявок на финансирование в настоящее время невозможна и зависит от будущего федерального бюджета. Модуль 2⁶³ поддерживает сопровождение международных фундаментальных и промышленных исследовательских проектов, научных исследований и учебных мероприятий по всей цепочке создания стоимости водорода. Финансовая поддержка относится исключительно к инвестиционным проектам, которые должны быть реализованы за пределами Европейской экономической зоны + Швейцария.

- **Программа развития проектов по зелёному водороду (PDP-H2)**

PDP-H2 стартовала в марте 2024 года в Казахстане и определила ряд проектных возможностей, а недавно

58 Инвестиционные гарантии

59 Гарантии по несвязанным кредитным линиям (УФК)

60 Гарантии экспортных кредитов (Hermes Cover)

61 Гарантия форфейтинга | Гарантии экспортных кредитов

62 <https://www.ptj.de/en/project-funding/international-hydrogen-projects-bmwk-module-1>

63 Модуль 2

начала поддерживать разработку проектов по переходу от использования серого водорода и аммиака к производству зелёного водорода в промышленности Казахстана. В апреле 2025 года состоится Немецкая неделя обучения по водороду, ориентированная на промышленность Казахстана с участием немецких

поставщиков решений. Отраслевой анализ рыночных потенциалов и рисков предполагается опубликовать в июне 2025 года. Его выводы будут представлены на вебинаре для компаний, зарегистрированных в рамках Немецкой инициативы энергетических решений.

Инструменты финансирования, специфичные для H2	
Инструмент	Ключевые моменты
H2Global	- Инструмент финансирования импорта возобновляемого водорода на основе конкурентной модели двойного аукциона (Hydrogen Purchase Agreements and Hydrogen Sales Agreements), направленный на преодоление «зелёной» премии для производителей и покупателей при финансировании из бюджета Германии - Заклучение контракта с гарантированными условиями закупки
2-е руководство по финансированию международных водородных проектов	- Инвестиционная поддержка проектов по производству зелёного водорода за пределами Европейской экономической зоны + Швейцария в отношении строительства заводов по производству зелёного водорода и его производных, а также технико-экономических обоснований и сопутствующих исследовательских проектов - Финансирование в размере до 30 миллионов евро для компаний с филиалами или постоянными представительствами в Германии (в настоящее время финансирование отсутствует)
H2Uppr	- Актуально, если Казахстан в будущем рассматривается в качестве целевого рынка для немецких компаний - Поддержка выхода на рынок и развития H2 проектов (актуально для ранней фазы H2 экономики в Казахстане)
Фонд зелёного водорода в ЕИБ	Фонд поддержки проектов в области возобновляемых источников водорода и/или продуктов его переработки посредством инвестиционных грантов и/или технической помощи, поощрения и стимулирования инвестиций государственного и частного секторов. По состоянию на март 2025 года фонд ещё не функционирует.
Платформа PtX	- Федеральное правительство Германии и KfW предлагают совместное финансирование - Для проектов на всех этапах производственно-сбытовой цепочки PtX от возобновляемой электроэнергии до зелёного водорода и производных - Подходит для развивающихся стран и стран с формирующейся рыночной экономикой

Таблица 13. Инструменты финансирования, специфичные для H2

• **H2Global**⁶⁴

Программа финансирования H2Global направлена на поддержку импорта зелёного водорода и его производных из третьих стран. С помощью механизма двойного аукциона правительство Германии компенсирует разницу в ценах между затратами на поставки за пределами ЕС и ценами спроса в Германии и стремится внести существенный вклад в облегчение выхода на рынок возобновляемого водорода, одновременно повышая его конкурентоспособность по сравнению с ископаемым топливом. H2Global обеспечивает заключение долгосрочных соглашений о закупках экологически чистых водородных

продуктов. Первое соглашение о покупке водорода (НРА) для возобновляемого аммиака было объявлено в 2024 году в рамках пилотного аукциона H2Global. В декабре 2024 года Комиссия ЕС одобрила проведение второго раунда тендеров. 19 февраля 2025 года был объявлен официальный старт. Второй аукцион со стороны предложения организован по четырем региональным (финансируемым Германией) и одному глобальному лоту (финансируемому Германией и Нидерландами). Для региональных лотов выделено не менее 484 млн. €, а для глобального лота не менее 567 млн. €. Общая

сумма составляет 2,5 млрд. евро с возможностью увеличения до 3 млрд. евро в зависимости от окончательного утверждения бюджета. В совместном лоте закупок с Нидерландами будет закупаться только молекулярный водород, а проекты со всех континентов имеют право претендовать на экспорт в Германию и Нидерланды. Далее Казахстан может подать заявку на региональный лот для Азии. Соответствующая тендерная документация может быть запрошена у Hintco, посредника, выступающего в качестве торговой организации, которая разрабатывает и внедряет механизм двойного аукциона H2Global. К соответствующим продуктам относятся водород RFNBO, аммиак RFNBO и метанол RFBNO.

• **H2Uppr⁶⁵**

H2Uppr поддерживает компании в выявлении и разработке новаторских проектов по производству и использованию зелёного водорода и приложений Power-to-X. Программа также способствует передаче знаний для разработки проектов в области зелёного водорода и повышает осведомленность лиц, принимающих решения, о соответствующих рыночных возможностях. Таким образом, совместно со странами-партнёрами могут быть определены пути экономического производства и использования, определены возможности проектов по всей цепочке создания стоимости и разработаны бизнес-модели. С этой целью заключаются партнёрские отношения о сотрудничестве (ГЧП) с компаниями из Германии и Европы, которые ранее были определены в ходе конкурса идей. ГЧП финансируются по всей цепочке создания стоимости водорода (производство, хранение, конверсия, транспортировка и использование). H2Uppr нацелен на немецкие и европейские компании, а также на местные компании в целевой стране в качестве партнёров по консорциуму. H2Uppr помогает продвигать немецкие технологии на рынках и реализуется в сотрудничестве с Торгово-промышленной палатой Германии за рубежом (АНК).

• **Платформа PtX⁶⁶**

Платформа PtX предлагает финансовые решения для проектов Power-to-X и собирает предложения о финансировании от Федерального правительства Германии и KfW Bankengruppe. Право на финансирование имеют немецкие и европейские компании с офисами в Германии, которые инвестируют в проекты PtX за пределами ЕС/ЕАСТ, а также государственные и частные субъекты из развивающихся стран и стран с формирующейся рыночной экономикой. Платформа направлена на продвижение глобальной водородной экономики с акцентом на зелёный водород в странах за

пределами Европы. Платформа PtX, в частности, предназначена для продвижения проектов PtX, которые ещё не являются «банковскими», особенно в развивающихся странах и странах с формирующейся рыночной экономикой, а также для устранения дефицита финансирования. KfW⁶⁷ предлагает поддержку на протяжении всей реализации проекта, начиная с консультирования, составления пакета финансирования и заканчивая надзором за реализацией.

• **Фонд зелёного водорода⁶⁸ (GNF)**

GNF — это фонд, управляемый Европейским инвестиционным банком (ЕИБ) и финансируемый его вкладчиком, Федеральным министерством экономики и климатических действий Германии, поддерживающий проекты по возобновляемому водороду в странах за пределами Европы. Фонд поддерживает проекты по возобновляемому водороду и/или продуктам его переработки посредством инвестиционных грантов и/или технической помощи, в частности, предназначенных для экспорта в Европу. По состоянию на март 2025 года фонд ещё не начал операционную деятельность.

Банки развития и инвестиции

Инструмент	Ключевые моменты
KfW IPEX	• Для международных проектов и финансирования экспорта, для немецких компаний по всему миру
KfW DEG	• Финансирование, консультирование и поддержка частных компаний, работающих на развивающихся и развивающихся рынках
Банк развития KfW	• Финансовые решения для банков в развивающихся странах и странах с формирующейся рыночной экономикой
Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР)	• Предоставляет финансовые решения для банков в развивающихся странах и странах с формирующейся рыночной экономикой, поддерживает международные проекты и экспортное финансирование, а также предлагает финансовые и консультационные услуги частным компаниям, работающим на этих рынках.

Таблица 14. Банки развития и инвестиции

• **KfW IPEX⁶⁹**

KfW IPEX-Bank преимущественно предоставляет экспортное и проектное финансирование, поддерживая немецкие и европейские компании в их

65 H2Uppr
66 Платформа PtX

67 KfW
68 Фонд зелёного водорода
69 KfW IPEX

глобальной коммерческой деятельности. KfW IPEX-Bank предлагает широкий спектр финансовых услуг, включая кредиты, гарантии и финансовые продукты, адаптированные к масштабным проектам в таких секторах, как энергетика, инфраструктура, транспорт и промышленность. Помимо поддержки частных компаний, KfW IPEX-Bank также финансирует проекты в государственном секторе, часто на развивающихся рынках, уделяя особое внимание устойчивым, зелёным и энергоэффективным решениям. Благодаря своему финансовому опыту и государственным гарантиям она играет ключевую роль в продвижении глобальной торговли и инвестиций, особенно в секторах, которые являются движущей силой энергетического перехода.

- **KfW DEG⁷⁰**

KfW DEG поддерживает развитие водородной экономики на развивающихся и формирующихся рынках, предоставляя долгосрочное финансирование, инвестиции в акционерный капитал и консультационные услуги компаниям частного сектора, участвующим в цепочке создания стоимости водорода. Основное внимание уделяется обеспечению устойчивого производства водорода, развитию инфраструктуры и инновационных технологий, в частности проектов зелёного водорода в соответствии с глобальными целями декарбонизации. Благодаря своим инициативам DEG способствует партнёрству, помогает мобилизовать дополнительные инвестиции и обеспечивает соблюдение стандартов экологического и социального управления (ESG), способствуя глобальному энергетическому переходу и способствуя экономическому росту в целевых регионах.

- **Банк развития KfW⁷¹**

Банк развития KfW заключает соглашения с государственными субъектами в других странах от имени Федерального министерства экономического сотрудничества и развития Германии, чтобы начать развитие устойчивой водородной экономики. Эти программы способствуют производству и использованию зелёного водорода и продуктов его переработки, таких как автомобили на водородном топливе и экологически чистые виды топлива. В результате они повышают экономическую эффективность и увеличивают интерес других частных инвесторов.

- **Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР)⁷²**

ЕБРР активно участвует в зелёных инвестициях в Казахстане в рамках таких инициатив, как Программа финансирования зелёной экономики (GEFF) «Казахстан II» в размере 150 миллионов долларов США, которая предлагает предприятиям и домохозяйствам зелёное финансирование с учётом гендерных аспектов для проектов в области энергоэффективности, возобновляемых источников энергии и устойчивости к изменению климата⁷³. KazREF, программа финансирования возобновляемых источников энергии в размере 300 млн евро, созданная ЕБРР и Зелёным климатическим фондом, направлена на поддержку Казахстана в достижении его амбициозных целей в области возобновляемых источников энергии путём предоставления поддержки развития и долгового финансирования для 8–11 проектов в области возобновляемых источников энергии общей мощностью 330 МВт, уделяя особое внимание таким технологиям, как ветровая, солнечная энергия, малая гидроэнергетика, геотермальная и биогазовая энергия⁷⁴. Кредит ЕБРР в размере 252 млн евро на модернизацию Алматинской ТЭЦ-2 включал в себя контрактные требования к водородосовместимому оборудованию, что гарантировало возможность работы будущих турбин и инфраструктуры на газо-водороде⁷⁵. ЕБРР финансирует пилотную установку по производству возобновляемого водорода в Чирчике (Узбекистан), которая будет состоять из электролизера мощностью 20 МВт и новой ветровой электростанции мощностью 52 МВт. Ожидается, что этот проект позволит производить до 3000 тонн зелёного водорода в год и сократить ежегодные выбросы CO₂ примерно на 22 000 тонн. ЕБРР предоставляет финансовый пакет в размере 65 миллионов долларов США компании ACWA Power UKS Green H2, совместному предприятию ACWA Power и государственного холдинга химической промышленности Узбекистана «Узкимёсаноат» (производитель удобрений).

⁷⁰ KfW DEG

⁷¹ Банк развития KfW

⁷² Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР)

⁷³ <https://www.ebrd.com/news/2023/ebrd-offers-fresh-funds-to-promote-green-investment-in-kazakhstan.html>

⁷⁴ <https://www.greenclimate.fund/project/fp047>

⁷⁵ <https://www.greenclimate.fund/project/fp047>

Дополнительные меры по продвижению иностранных проектов и инвестиций

Инструмент	Ключевые моменты
Инициатива «Энергетические решения в Германии»	- Платформа для нетворкинга - Связь с немецкими деловыми партнёрами по энергетическим решениям
Агентство предпринимательства и экономического развития (АЭС)	Агентство выполняет консультативную функцию, а также может оказывать поддержку немецким компаниям, желающим работать в Казахстане
Germany Trade & Invest (GTAI)	Поддержка международных компаний в выходе на немецкий рынок путём поддержки нетворкинга, помощь в подаче финансовых приложений
Международный центр PtX	Содействие принятию и накоплению знаний о зелёных технологиях H₂ в Казахстане посредством консультирования и обучения
Экспортная инициатива по охране окружающей среды (EXI)	- Поддерживает международное распространение зелёных инноваций, продуктов и услуг немецкими компаниями зелёных технологий - Фокусируется на поддержке проектов в странах с высоким спросом на технологии и услуги в области охраны окружающей среды и ресурсосбережения

Таблица 15. Дополнительные меры по продвижению зарубежных проектов и инвестиций

• Инициатива «Энергетические решения в Германии»⁷⁶

Инициатива Energy Solutions Initiative поддерживает немецкие компании в продвижении устойчивых энергетических решений во всем мире. Основное внимание уделяется возобновляемым источникам энергии, энергоэффективности, интеллектуальным сетям и технологиям зелёного водорода. Благодаря бизнес-делегациям, учебным программам и обмену знаниями инициатива способствует международному партнёрству, укрепляет местный потенциал и продвигает глобальный энергетический переход, демонстрируя инновационные, разработанные в Германии решения, адаптированные к различным рынкам.

⁷⁶ Инициатива «Энергетические решения в Германии»

• Агентство бизнеса и экономического развития (AWE)⁷⁷

Агентство бизнеса и экономического развития (AWE) оказывает поддержку бизнесу во взаимодействии с проектами в области устойчивого развития на развивающихся рынках. Оно предоставляет бесплатные консультации по финансированию, программам финансирования и партнёрству, помогая компаниям ориентироваться в возможностях в таких секторах, как возобновляемые источники энергии, зелёный водород и инфраструктура. AWE выступает в качестве связующего звена между инициативами частного сектора и сотрудничеством в области развития, способствуя эффективным инвестициям в соответствии с глобальными целями устойчивого развития.

• Germany Trade & Invest (GTAI)⁷⁸

Агентство Germany Trade & Invest (GTAI) поддерживает международные компании, выходящие на рынок водорода Германии, предлагая рыночную информацию, рекомендации по инвестициям и доступ к субсидиям. Оно связывает предприятия с местными партнёрами, облегчает подачу заявок на финансирование и способствует сотрудничеству в области производства, хранения и технологий зелёного водорода.

• Международный центр PtX⁷⁹

Международный центр PtX поддерживает глобальное развитие технологий Power-to-X (PtX), уделяя особое внимание устойчивому производству и использованию зелёного водорода и его производных. Он способствует обмену знаниями, консультированию по вопросам политики и международному партнёрству для продвижения PtX в качестве ключевого решения для декарбонизации отраслей, транспорта и энергетических систем. Продвигая проекты PtX и способствуя глобальному сотрудничеству, центр вносит свой вклад в переход к климатически нейтральной экономике.

• Экспортная инициатива по охране окружающей среды (EXI)⁸⁰

Экспортная инициатива по защите окружающей среды, возглавляемая правительством Германии, поддерживает водородные проекты, продвигая экспорт зелёных технологий, в том числе решений на основе возобновляемого водорода. Она предоставляет финансирование, консультационные услуги и возможности для налаживания связей, чтобы помочь немецким компаниям разрабатывать и продвигать инновационные водородные технологии на

⁷⁷ Агентство бизнеса и экономического развития (AWE)

⁷⁸ Germany Trade & Invest (GTAI)

⁷⁹ Международный хаб PtX

⁸⁰ Экспортная инициатива по охране окружающей среды (EXI)

международном уровне. Облегчая доступ к мировым рынкам, инициатива способствует внедрению зелёного водорода и международному партнёрству, а также укрепляет роль Германии как лидера в области устойчивых энергетических решений, внося свой вклад в глобальные усилия по декарбонизации.

Анализ немецких инструментов

Правительство Германии предлагает надёжный и многогранный набор механизмов финансирования, предназначенных для поддержки водородных проектов на протяжении всего их жизненного цикла. Эти инструменты выделяются своей способностью снижать инвестиционные риски, способствовать международному сотрудничеству и всесторонне поддерживать инновации в области зелёных водородных технологий. Ключевым преимуществом немецкого финансового ландшафта является то, что гарантийные инструменты для продвижения внешней торговли дополняют реальные меры финансирования неевропейских водородных проектов и могут использоваться в сочетании с кредитами немецких и европейских банков развития. Тем не менее, портфель финансирования Германии ещё не доказал, что он может внести свой вклад в расширение мирового рынка и реализацию импорта водорода и его производных. Отличительной чертой является акцент на снижении рисков, связанных с инвестициями в развивающиеся рынки и рынки с высоким уровнем риска. Такие программы, как инвестиционные гарантии и гарантии экспортных кредитов (Hermes Cover), могут защитить немецкие компании от самых серьёзных потерь экономической и политической неопределённости, делая международные водородные предприятия менее рискованными и более жизнеспособными. Ещё один фактор — гибкость проекта. В качестве примера можно привести несвязанные кредитные гарантии (UFK). Помимо своей основной цели — обеспечения импорта сырья в Германию, они также могут помочь реализовать соглашение о свопе, в рамках которого покупатели сырья могут обмениваться количеством и качеством, а не импортировать его напрямую с рудника в Германию. На основании договорных соглашений сырьё эквивалентного количества и качества, такое как водород, например, из третьего электролизера, может быть доставлено немецкому покупателю в обмен на обмененные ресурсы ([подробнее](#)⁸¹). Инструменты финансирования Германии также отдают приоритет международному сотрудничеству и развитию партнёрства, при этом, среди прочего, H2Global и H2Uppr выступают в качестве ключевых механизмов, направленных на достижение различных целей. H2Global, флагманская программа в рамках

стратегии импорта водорода в Германии, специально разработана для преодоления «зелёной премии» за счёт компенсации разницы в стоимости между высокими затратами на производство зелёного водорода или его производных в третьих странах и конкурентоспособными ценами, требуемыми покупателями в Германии и Европе. Этот инструмент может стать особенно актуальным для Казахстана, учитывая его обширные ресурсы возобновляемых источников энергии и потенциал стать ключевым поставщиком зелёного водорода и его производных, таких как аммиак или метанол, в Германию. В отличие от этого, H2Uppr нацелен на раннюю стадию развития водородных проектов на развивающихся рынках. Для Казахстана H2Uppr представляет собой возможность ускорить создание децентрализованных водородных экосистем за счёт поддержки местных МСП и развития технической экспертизы. С помощью H2Uppr немецкие технологии и опыт могут быть переданы казахстанским заинтересованным сторонам, что поможет наращивать потенциал и повышать готовность страны к расширению производства зелёного водорода. Чтобы эффективно ориентироваться в этом сложном ландшафте финансирования, компании должны привести объём и цели своих проектов в соответствие с особенностями этих инструментов. Важную роль играет взаимодействие с представителями отдельных мер финансирования или с консультативными службами, которые могут дать представление о доступных программах и их конкретных требованиях. Кроме того, сочетание дополнительных механизмов финансирования, таких как инвестиционные гарантии, с инициативами государственно-частного партнёрства, может обеспечить максимальную поддержку и снизить риски. Стратегическое партнёрство, осуществляемое через такие платформы, как International PtX Hub, также может расширить доступ к рынку и обеспечить успешную реализацию водородных проектов. Немецкая экосистема финансирования предлагает возможности для продвижения международных водородных инициатив. Стратегически используя эти инструменты и применяя индивидуальный подход, компании могут занять лидирующие позиции в глобальном энергетическом переходе, пользуясь при этом обширной поддержкой и опытом Германии.

5.3 Механизмы поддержки ЕС

Механизмы поддержки ЕС международных водородных проектов

Гранты и субсидии

Инструмент	Ключевые моменты
IPCEI	- Механизм поддержки важных проектов, представляющих общеевропейский интерес - Только для стран-членов ЕС
Горизонт Европа	- Способствует развитию партнёрских отношений, таких как Совместное предприятие по чистому водороду - Для сотрудничества между государственным и частным секторами
Инновационный фонд	Поддержка инноваций в низкотехнологичных технологиях и процессах в государствах-членах ЕС
Программа «Соединяя Европу» (CEF)	Расширение инфраструктурных проектов в ЕС
Фонд InvestEU	- Финансовый инструмент, стимулирование государственного и частного финансирования - Только для стран-членов ЕС
Европейский инвестиционный банк (ЕИБ)	Также финансирует водородные проекты за пределами ЕС
Европейский водородный банк	Инструмент финансирования для ускорения внедрения возобновляемого водорода

Таблица 16. Гранты и субсидии

Субсидии и гранты

- Государственная помощь для важных проектов, представляющих общеевропейский интерес (IPCEI)**⁸²

Несколько государств-членов ЕС участвуют в поддержке водородных проектов через IPCEI. Цель инициативы — достичь мощностей возобновляемого электролиза в 40 ГВт к 2030 году. «Hy2Tech» является первым IPCEI и включает в себя 41 проект, связанный с разработкой инновационных технологий по всей цепочке создания стоимости водорода. В то время

82 Государственная помощь для важных проектов, представляющих общеевропейский интерес (IPCEI)

как «Hy2Use» занимается развитием водородной инфраструктуры и промышленного применения, «Hy2Infra» занимается инфраструктурными проектами, а «Hy2Move» — мобильностью.

- Горизонт Европа (Horizon Europe)**⁸³

Ключевые инициативы включают в себя такие партнёрства, как Совместное предприятие по чистому водороду, которое способствует сотрудничеству между государственным и частным секторами для разработки масштабируемых и экономически эффективных водородных решений. Horizon Europe стремится ускорить прорыв в области возобновляемого водорода, помогая декарбонизировать сектора, которые трудно поддаются сокращению, и поддерживая переход ЕС к чистой энергетике.

- Инновационный фонд**⁸⁴

Инновационный фонд, одна из крупнейших в мире программ финансирования чистых технологий, играет ключевую роль в продвижении водородных проектов в рамках ЕС. Предоставляя гранты на первые в своём роде проекты, Инновационный фонд помогает ускорить коммерциализацию зелёного водорода, способствуя декарбонизации в энергоёмких отраслях промышленности и на транспорте, а также способствуя достижению целей ЕС по достижению климатической нейтральности.

- Программа «Соединяя Европу» (CEF)**⁸⁵

Фонд «Соединяя Европу» (CEF) поддерживает водородные проекты, финансируя инфраструктуру, имеющую решающее значение для перехода ЕС к чистой энергии. Основное внимание уделяется трансграничной водородной инфраструктуре, включая трубопроводы, хранилища и заправочные станции, для создания общеевропейской водородной сети. CEF отдаёт приоритет проектам, которые интегрируют водород в Трансевропейские энергетические сети (TEN-E), обеспечивая транспортировку и распределение возобновляемого водорода между государствами-членами. Улучшая связь и доступ к рынкам, CEF помогает ускорить внедрение водорода в промышленности и транспорте, поддерживая цели ЕС по декарбонизации и энергетической устойчивости.

- Фонд InvestEU**⁸⁶

InvestEU предоставляет Группе ЕИБ и отдельным партнёрам-исполнителям бюджетную гарантию ЕС в размере 26,2 млрд евро. Он направлен на облегчение доступа к финансированию для более рискованных проектов в четырёх областях политики, которые представляют собой важные приоритеты

83 Горизонт Европа

84 Инновационный фонд

85 Программа «Соединяя Европу» (CEF)

86 Фонд InvestEU

для ЕС: устойчивая инфраструктура (9,9 млрд евро); исследования, инновации и цифровизация (6,6 млрд евро); малый и средний бизнес (6,9 млрд евро) и социальные инвестиции и навыки (2,8 млрд евро). Фонд InvestEU⁸⁷ поддерживает водородные проекты, предоставляя финансирование для инвестиций, способствующих зелёному переходу ЕС. Он направлен на увеличение частного и государственного финансирования проектов в области производства возобновляемого водорода, инфраструктуры и промышленного применения.

- **Европейский инвестиционный банк (ЕИБ)**⁸⁸
Европейский инвестиционный банк (ЕИБ) является учреждением долгосрочного кредитования Европейского Союза, принадлежащим его государствам-членам. Он является ключевым финансистом проектов по возобновляемому водороду по всей цепочке создания стоимости, поддерживая переход ЕС к углеродно-нейтральной экономике. ЕИБ взял на себя обязательство направлять не менее половины своего годового объёма финансирования на проекты, связанные с климатом.

- **Европейский водородный банк (ЕНВ)**⁸⁹
Европейский водородный банк (ЕНВ) — это инициатива ЕС, направленная на ускорение внедрения возобновляемого водорода, поддержку перехода к чистой энергии и декарбонизации отраслей промышленности. Он был запущен в 2022 году и управляется внутри Европейской комиссии в качестве инструмента финансирования для создания инвестиционной безопасности и деловых возможностей для европейского и глобального производства возобновляемого водорода. Цель состоит в том, чтобы обеспечить частные инвестиции для всей цепочки создания стоимости водорода. ЕНВ также стремится поддерживать импорт возобновляемого водорода через водородное партнёрство со странами, не входящими в ЕС.

Анализ финансовых инструментов ЕС

ЕС предлагает полный набор механизмов финансирования и инструментов поддержки, которые имеют большое значение для усилий Казахстана по расширению сектора зелёного водорода. ЕС предоставляет различные финансовые и стратегические инструменты для поддержки водородных проектов, ориентированных на инновации, инфраструктуру и зелёный переход. Ключевыми инструментами являются ЕНВ, которые содействуют частным инвестициям по всей цепочке создания стоимости водорода путём обеспечения финансовой безопасности и стимулирования импорта возобновляемого

водорода через международные партнёрства. Кроме того, ЕИБ поддерживает водородные инициативы во всем мире, расширяя финансирование проектов, которые включают производство возобновляемого водорода, транспортную инфраструктуру и промышленное применение. Инновационный фонд, одна из крупнейших в мире программ финансирования чистых технологий, является ещё одним важным инструментом. Она поддерживает первые в своём роде проекты в области зелёного водорода, ускоряя коммерциализацию низкоуглеродных решений в энергоёмких секторах. Механизмы, ориентированные на инфраструктуру, такие как CEF, отдают приоритет созданию водородных сетей, включая трубопроводы, хранилища и заправочные станции, необходимые для интеграции возобновляемого водорода в более широкие энергетические системы. В то время как многие механизмы предназначены для стран-членов ЕС, такие инструменты, как ЕИБ и ЕГБ, особенно актуальны для стран, не входящих в ЕС, включая Казахстан. Они обеспечивают международное сотрудничество, финансовую инфраструктуру и партнёрские отношения в соответствии со стандартами ЕС. Казахстан также может косвенно извлечь выгоду из возможностей сотрудничества, которым способствуют такие программы, как «Горизонт Европа», в которой особое внимание уделяется государственно-частному партнёрству для технологических достижений и масштабируемых водородных решений. Применение этих механизмов в Казахстане потребует стратегического согласования с приоритетами финансирования ЕС и заблаговременного взаимодействия с институтами ЕС для навигации по квалификационным требованиям и соблюдению требований. Используя эти инструменты, Казахстан может восполнить критические пробелы в финансировании, привлечь частные инвестиции и наладить партнёрские отношения, которые ускорят развитие зелёного водорода, внося свой вклад в глобальный энергетический переход. Для эффективной работы заинтересованные стороны должны оценить соответствие требованиям, определив, какие механизмы соответствуют целям проекта, географическому охвату и требованиям к финансированию. Им необходимо будет взаимодействовать на раннем этапе и установить прямую связь с соответствующими органами ЕС, чтобы понять процессы подачи заявок и критерии соответствия. Кроме того, важно также рассмотреть возможность существующей синергии путём изучения комбинаций инструментов для максимизации поддержки крупномасштабных или трансграничных инициатив. Индивидуальный подход, основанный на советах экспертов или консультациях с представителями ЕС, имеет решающее значение для успешной навигации по ландшафту поддержки.

87 Фонд InvestEU

88 Европейский инвестиционный банк (ЕИБ)

89 Европейский водородный банк (ЕНВ)

6. Рекомендации

Правовые, нормативные и инфраструктурные рекомендации для водородного сектора Казахстана

Развивающаяся водородная промышленность Казахстана обладает значительным потенциалом как для внутреннего использования, так и для экспорта. Однако для реализации этого потенциала требуется прозрачная правовая среда, благоприятная нормативно-правовая база и надёжная инфраструктура. В следующих консолидированных рекомендациях изложены ключевые реформы, политика и меры, направленные на приведение водородного сектора Казахстана в соответствие с климатическими целями, повышение инвестиционной привлекательности и содействие устойчивому росту.

Введение и стратегический контекст

Казахстан обладает богатыми возобновляемыми источниками энергии, что делает его выгодным для развития конкурентоспособной зелёной водородной экономики. В соответствии со Стратегией углеродной нейтральности Казахстана до 2060 года водород определён в качестве опоры для декарбонизации промышленности, транспорта и энергетики. В то же время меняющиеся требования Европейского союза и глобальные стандарты в области низкоуглеродной энергетики подчёркивают необходимость чётких правил, которые поощряют производство чистого водорода, поддерживают международную торговлю и обеспечивают экологическую устойчивость. Исследования стратегии поставок водорода выявляют непосредственные возможности использования водорода в существующей инфраструктуре, такой как нефтеперерабатывающие заводы и химические объекты, среднесрочные перспективы в сталелитейной промышленности и тяжёлом транспорте, а также долгосрочные возможности в промышленном отоплении и авиации. Реализация этих возможностей требует ясности в законодательстве, финансовых стимулов и международного партнёрства, которые способствуют инновациям и решают проблемы водных ресурсов, выбросов и инфраструктуры.

1. Институциональная структура и управление для развития водорода

Успешная реализация водородной стратегии Казахстана требует прочной институциональной основы для координации усилий различных секторов и заинтересованных сторон. Учитывая сквозной характер водородных технологий и их потенциальное влияние на многие отрасли,

хорошо структурированный подход к управлению имеет важное значение для эффективной разработки политики, реализации проектов и международного сотрудничества.

Для создания эффективной структуры управления развитием водорода в Казахстане рекомендуются следующие институциональные механизмы:

1. Межведомственная структура управления

При Министерстве энергетики должен быть создан Координационный совет по водороду, который будет служить основным координационным механизмом. Этот совет включит в себя представителей ключевых министерств, а именно промышленность и строительство, экологию и природные ресурсы, национальную экономику и международные отношения, а также заинтересованные стороны из частного сектора для содействия стратегическому согласованию, согласованию политики и международному сотрудничеству. Этот подход основан на предложениях, ранее представленных казахстанским официальным лицам в ходе их взаимодействия с координационными органами Германии по водороду.

2. Специализация отдела

Министерство промышленности и строительства должно создать Департамент по политике декарбонизации для устранения существующего институционального пробела в надзоре за промышленной декарбонизацией. Этот департамент будет разрабатывать и реализовывать комплексные стратегии по промышленному сокращению выбросов углерода, включая интеграцию водородных технологий и использование производных водорода в качестве промышленного сырья, обеспечивая соответствие более широким климатическим целям.

Одновременно с этим в Министерстве энергетики должен быть создан специальный департамент по водороду для централизации стратегической координации. Работая в тесном сотрудничестве с Департаментом политики декарбонизации, эта структура позволит оптимизировать использование экспертных знаний, распределение ресурсов и межотраслевое сотрудничество между производством энергии и промышленными приложениями.

3. Механизм развития рынка

Для стимулирования развития рынка должен быть создан Единый закупщик водорода (ЕЗВ) под совместным надзором министерств энергетики и промышленности. ЕЗВ будет выполнять пять важнейших функций: проведение всесторонних маркетинговых исследований для картирования потенциалов производства и потребления водорода; выявление и привлечение стратегических потребителей внутри страны

и за рубежом; заключение долгосрочных корпоративных и межправительственных контрактов; управление внутренними поставками на основе структурированных соглашений с местными организациями; координация развития производства через аукционы и пилотные проекты.

Эти институциональные механизмы устанавливали бы чёткие обязанности при одновременном обеспечении необходимой координации между министерствами. Эта структура управления обеспечивает основу для эффективной реализации водородной политики, в то время как Казахстан продолжает совершенствовать свою национальную водородную стратегию и институциональные структуры.

2. Принятие специализированного законодательства о водороде

Специальный закон о водороде упростит регулирование производства, распределения, хранения, использования и экспорта водорода. Такой подход устраняет фрагментарность регулирования, уточняет требования инвесторов и способствует созданию стабильной среды для крупномасштабных водородных проектов. Ключевые юридические составляющие должны включать:

- Специальные определения и область применения
Чётко определить типы водорода (зелёный, голубой, возобновляемый, низкоуглеродный) и разграничить обязанности производителей, дистрибьюторов и органов власти.
- Внесение изменений в действующие кодексы
Внести целевые изменения в Предпринимательский кодекс, Водный кодекс (2025 г.), Экологический кодекс, законы об электроэнергетике и законы о возобновляемых источниках энергии с учетом специфических потребностей водорода.
- Правила покупки водорода
Сформулировать стандартизированные шаблоны контрактов для сделок с водородом, а также положения о едином закупщике водорода (ЕЗВ) для централизации закупок, маркетинговых исследований и долгосрочных контрактов.
- Размещение и корреляция электролизеров
Регулировать, где можно развертывать электролизеры, обеспечивая соответствие доступности водных ресурсов и обязательную временную/географическую корреляцию с возобновляемыми источниками энергии. Поэтапный подход может начаться с ежемесячного согласования производства электроэнергии из возобновляемых источников и водорода, а к концу 2029 года перейдет к почасовому согласованию.
- Стандарты зелёного производства
Установить стандарты качества, безопасности и

охраны окружающей среды для производства зелёного водорода в соответствии с международными нормами по выбросам, использованию воды и интеграции возобновляемых источников энергии. Зелёная таксономия Казахстана должна включать конкретные пороговые значения, такие как максимальные пределы углеродоёмкости, минимальные требования к возобновляемым источникам энергии для электролиза, контрольные показатели потребления воды и согласованные на международном уровне протоколы верификации, чтобы обеспечить прозрачность и глобальную совместимость при классификации водорода как зелёного.

3. Укрепление управления окружающей средой и ресурсами

Производство водорода, особенно путём электролиза, должно учитывать использование воды, выбросы и более широкое воздействие на окружающую среду:

- Оценка воздействия водорода на окружающую среду
Требуется анализ на уровне проекта с акцентом на потребление воды, контроль выбросов и землепользование. Установить максимально допустимый расход воды на килограмм производимого водорода.
- Внесение изменений в Водный кодекс
Уделять приоритетное внимание распределению воды для зелёного водорода в регионах с дефицитом воды, уделяя особое внимание переработанным, опресненным или очищенным сточным водам для защиты местных сообществ и экосистем.
- Оценка воздействия на климат
Дополнить оценку воздействия на окружающую среду оценкой, ориентированной на климат. В проектах должно быть указано, как производство водорода способствует сокращению выбросов углерода и согласуются с целями по достижению нулевого уровня выбросов.
- Требования к дополнительности
Принять положения, гарантирующие, что новые водородные проекты будут использовать дополнительные возобновляемые мощности, а не вытеснять существующую чистую энергию. Это предотвращает подрыв более широких усилий по декарбонизации.

4. Стимулирование производства и использования зелёного водорода

Казахстан может использовать налоговые льготы, субсидии и механизмы углеродных кредитов для поощрения зелёного водорода при одновременном отказе от субсидий на производство ископаемого топлива:

- Налоговые льготы и субсидии
Расширение стимулов для возобновляемых

источников энергии для производителей зелёного водорода, предлагая налоговые льготы на инфраструктуру, оборудование и операции, которые снижают углеродоёмкость водородных проектов.

- Торговля квотами на выбросы углерода
Разработка специализированной торговой системы, позволяющей производителям или потребителям зелёного водорода получать кредиты за продукцию с низким уровнем выбросов. Привести эти кредиты в соответствие с национальными целями по достижению углеродной нейтральности для привлечения инвесторов, ориентированных на борьбу с изменением климата.
- Многоуровневые пороговые значения выбросов
Постепенное ужесточение ограничений на выбросы водорода. Обеспечение более серьёзных стимулов для проектов, отвечающих всё более строгим пороговым значениям, что приведёт к нулевому уровню выбросов водорода к 2060 году.

5. Поощрение государственно-частного партнёрства и инновационного финансирования

Долгосрочный успех зависит от диверсифицированных источников финансирования и структурированного сотрудничества между правительством, частными инвесторами и международными партнёрами:

- Прозрачная правовая база для ГЧП
Консолидация соответствующих законов для уточнения роли, прав и обязанностей в ГЧП, ориентированных на водород. Это способствует механизмам разделения рисков и помогает пилотировать передовые водородные технологии.
- Зелёные облигации и смешанное финансирование
Выпуск зелёных облигаций для привлечения капитала от экологически ответственных инвесторов и сочетание льготного финансирования с финансированием частного сектора для снижения финансовых рисков для крупномасштабных проектов.
- Инвестиционные стимулы
Предложение налоговых льгот, грантов или кредитов под низкие проценты для водородной инфраструктуры, особенно для хранилищ, трубопроводов и заправочных сетей. Увязывание этих стимулов с соблюдением контрольных показателей выбросов и интеграцией возобновляемых источников энергии.
- Международное сотрудничество
Привлечение многосторонних организаций и специализированных учреждений для получения информации и финансирования. Совместные инициативы с ЕС, Германией и опытными водородными экономиками могут способствовать передаче технологий, наращиванию потенциала и стандартизации.

6. Создание и интеграция водородной инфраструктуры

Скоординированное развитие инфраструктуры имеет жизненно важное значение для масштабирования производственных и экспортных возможностей:

- Производственные центры и совместное размещение объектов
Поощрение установки электролизеров на существующих промышленных объектах с тем, чтобы свести к минимуму затраты на логистику, обеспечить безопасность водных ресурсов и использовать существующую энергетическую инфраструктуру.
- Сети транспортировки и хранения данных
Расширение трубопроводов или перепрофилирование существующей газовой инфраструктуры для производства водорода. Там, где трубопроводы недоступны, рассмотрение возможности доставки с помощью аммиака или метанола. Внедрение строгих стандартов безопасности в соответствии с международными рекомендациями.
- Заправка и распределение
Поддержка широкого развертывания водородных заправочных станций, уделяя особое внимание важнейшим транспортным коридорам и промышленным центрам. Внедрение пилотных проектов для тяжёлого транспорта, сталелитейного производства и других отраслей промышленности, которые трудно поддаются снижению, а также интегрированных решений Power-to-X.

7. Технологическая и инновационная экосистема

Надёжная технологическая и инновационная экосистема имеет решающее значение для того, чтобы Казахстан стал конкурентоспособным игроком на мировом рынке водорода, способствуя развитию технологий производства, хранения и утилизации:

- Создание центров исследований и инноваций в области водорода
Создание лабораторий для фундаментальных и прикладных исследований и разработок; содействие сотрудничеству между учёными, инженерами и стартапами; обеспечение их инфраструктурой для тестирования и валидации новых водородных технологий.
- Предоставление грантов на НИОКР
Предложение многоуровневых грантов как для проектов на ранних стадиях, так и для более масштабных проектов; подчеркивание воздействия сокращения выбросов углерода в критериях финансирования; сочетание грантов с программами наставничества или инкубатора для улучшения результатов коммерциализации.

- Разработка образовательных и обучающих программ

Интеграция модулей о водороде в профессиональные и университетские учебные программы; разработка краткосрочных курсов сертификации для технических специалистов; сотрудничество с промышленностью для проведения практического обучения по электролизерам, топливным элементам и обслуживанию систем.

- Создание инновационных центров
Поощрение совместного размещения производства, хранения и конечного использования; обеспечение совместного использования трубопроводов или транспортной инфраструктуры; обеспечение общих испытательных мощностей и совместных механизмов закупок.

- Содействие международному технологическому партнёрству
Запуск совместных инициатив в области исследований и разработок с ведущими институтами; заключение двусторонних или многосторонних соглашений для гармонизации стандартов; обмен передовым опытом через консорциумы, ориентированные на политику, технические руководства и контрольные показатели безопасности.

8. Принятие стандартов безопасности и протоколов сертификации

Надёжная система безопасности укрепляет общественное доверие и оперативную согласованность:

- Регламент для водородного оборудования
Обязательные утверждения и периодические проверки производственных, погрузочно-разгрузочных и складских помещений. Принятие или обновление существующих требований ISO и внедрение национальных стандартов, регулирующих деятельность по всей цепочке создания стоимости водорода.
- Обучение и развитие персонала
Разработка программ сертификации для технического персонала. Привлечение научных кругов и промышленности к созданию учебных программ, ориентированных на водород, которые обеспечивают квалификацию операторов и постоянное повышение квалификации.
- Сертификация чистого водорода
Разработка прозрачных контрольных показателей сертификации (например, интенсивность выбросов, использование воды, интеграция возобновляемых источников энергии), которые демонстрируют соблюдение Казахстаном международных стандартов. Такая классификация гарантирует иностранным покупателям экологичность водорода.

9. Содействие международной торговле водородом

Становление Казахстана в качестве надёжного экспортёра требует чётко определённых правил, совместимых стандартов и стабильных торговых отношений:

- Экспортное лицензирование и гармонизация
Разработка специализированных экспортных лицензий, таможенных процедур и контрактных условий на водород и его производные. Принятие участия в соответствии с признанными нормами для повышения приемлемости на целевых рынках.

- Межправительственные соглашения
Заключение двусторонних и многосторонних соглашений, упрощающих трансграничную логистику водорода. Решение проблем общей инфраструктуры, транзитных маршрутов и последовательных мер по проверке безопасности.

- Совместимость с мировыми рынками
Обновление сертификации, маркировки и критериев устойчивого развития в соответствии с ISO и международными нормами углеродоёмкости. Такая гармонизация обеспечивает казахстанскому зелёному водороду более широкий доступ к рынку.

10. Межотраслевая интеграция и региональное сотрудничество

Водородная экономика выходит за рамки энергетики и транспорта, предлагая возможности в горнодобывающей промышленности, нефтехимии и агропромышленности:

- Межотраслевая политика
Поощрение синергии между отраслями, особенно сталелитейной, химической, авиационной и судоходной, где внедрение водорода способствует декарбонизации без ущерба для конкурентоспособности.

Региональное партнёрство в Центральной Азии

Сотрудничество с соседними странами для создания хаба зелёного водорода. Объединение сильных сторон каждой страны (например, опыт в области гидроэнергетики, солнечной энергии, природного газа) для оптимизации распределения ресурсов и развития инфраструктуры.

- Межправительственные платформы
Проведение регулярных саммитов для заинтересованных сторон с целью согласования политики, обмена передовым опытом и укрепления сплоченности в Центральной Азии. Разработка согласованных стандартов водопользования, выбросов и торговли для смягчения геополитических рисков.

Создание надёжной водородной экосистемы в Казахстане влечёт за собой правовую ясность, стратегические инвестиции в инфраструктуру, ответственное управление водными ресурсами и окружающей средой, а также соответствие международным стандартам. Благодаря единому закону о водороде, точечным поправкам в действующее законодательство и стимулированию производства на основе возобновляемых источников энергии Казахстан может укрепить доверие инвесторов и ускорить своё превращение в ключевого игрока в глобальной низкоуглеродной экономике.

Предлагаемая дорожная карта поэтапного внедрения

- Фаза 1 (2025–2030 гг.):
 - Разработка законодательной базы
 - Создание институциональных структур
 - Первоначальные инвестиции в инфраструктуру
 - Реализация пилотных проектов
 -
- Фаза 2 (2030–2045 гг.):
 - Масштабирование производства водорода
 - Расширение международной торговли
 - Передовая технологическая интеграция
 - Комплексное развитие инфраструктуры
- Фаза 3 (2045–2060 гг.):
 - Достижение нулевого уровня выбросов водорода
 - Полная интеграция на международном рынке
 - Передовые практики устойчивого развития
 - Мировое лидерство в водородной экономике

Ключевые показатели эффективности

Измерение	Целевая метрика	Цель до 2030 года	Цель до 2045 года	Цель до 2060 года
Производственные мощности	Объём водорода	10 млн тонн	50 млн тонн	100 млн тонн
Интеграция с возобновляемыми источниками энергии	% возобновляемой энергии	50%	75%	100%
Сокращение выбросов	Пороговое значение CO2	4 кг CO2/кг H2	2 кг CO2/кг H2	Чистый ноль
Доля экспортного рынка	Проникновение на мировой рынок	5%	15%	25%

Таблица 17. Ключевые показатели эффективности

Способствуя инновациям, укрепляя региональное сотрудничество и внедряя передовые стандарты безопасности и сертификации, Казахстан будет иметь хорошие возможности для открытия новых экспортных рынков при одновременном достижении своих собственных целей по достижению нулевого уровня выбросов.

Поэтапный, продуманный подход, включающий в себя надёжные финансовые механизмы, прочные государственно-частные партнёрства и дальновидную политическую позицию, позволяет Казахстану наметить устойчивое водородное будущее, которое лежит в основе национального процветания и глобальных климатических целей.

7. Заключение

Центральная Азия, особенно Казахстан, как лидер регионального энергетического перехода, переживает значительные изменения в своём энергетическом секторе, переходя от традиционной генерации энергии на основе углеводородов к технологиям возобновляемых источников энергии. Богатые возобновляемые ресурсы региона и стратегическое географическое положение между Европой и Азией открывают значительные возможности для развития экспорта зелёного водорода и декарбонизации местной экономики за счёт зелёного водорода.

Регион демонстрирует сбалансированное распределение энергоресурсов: Казахстан и Узбекистан лидируют по переходу к ветровой и солнечной энергетике, в то время как Кыргызская Республика и Таджикистан традиционно преуспевают в гидроэнергетике, дополняя энергетический баланс региона и создавая основу для дальнейшего развития возобновляемой энергетики. Развитие энергетической взаимосвязанности в Центральной Азии обладает большим потенциалом для интеграции объектов возобновляемой энергетики и сбалансированного функционирования единой энергетической системы Центральной Азии в целом.

Тот факт, что за последнее десятилетие Казахстан успешно инициировал переход к производству ветровой и солнечной энергии, может стимулировать внедрение новых энергетических технологий и помочь повысить шансы стать экспортёром возобновляемого водорода. Этот переход также открывает значительные экономические возможности. Развитие возобновляемых источников энергии привлекло значительные иностранные инвестиции, что привело к созданию рабочих мест и диверсификации экономики. История развития возобновляемой энергетики в Казахстане, её уроки и достижения, вселяют уверенность в том, что в течение ближайших 10 лет зелёный водород будет широко использоваться в стране как самый надёжный, экологически чистый и доступный вид энергии. Правительство Казахстана демонстрирует приверженность устойчивому развитию энергетики посредством таких инициатив, как Стратегия достижения углеродной нейтральности к 2060 году, Концепция развития водородной энергетики, а также адаптация международных стандартов. В 2022 году в АО НК «КазМунайГаз» создан Центр компетенций по водородной энергетике в дочерней организации ТОО «КМГ Инжиниринг», ныне Департамент альтернативной энергетики. Эта инициатива централизует экспертные знания и ускоряет исследования в этой области. Правительство также поддерживает достижения

в области водородной энергетики, финансируя университетские исследования за счёт грантов Министерства науки и высшего образования.

Относительная географическая близость к ключевым рынкам Европы и Азии по сравнению с другими перспективными странами-производителями водорода, не имеющими сухопутного сообщения, повышает экспортный потенциал Казахстана в области зелёного водорода. Тем не менее, геополитические вызовы, такие как региональная нестабильность и политическая динамика, а также технические препятствия, такие как развитие инфраструктуры, транспорт и потребность в передовых технологиях, могут повлиять на способность страны в полной мере использовать этот потенциал. Страна может играть значительную роль в поставках водорода и/или его производных, таких как аммиак, в ЕС, если она соответствует стандартам, установленным Механизмом трансграничного углеродного регулирования (СВАМ) и сводом энергетических правил ЕС.

Для раскрытия потенциала водородной экономики региона необходим комплексный подход, объединяющий нормативные, финансовые и технологические элементы. Регионализация может ещё больше усилить этот потенциал, способствуя сотрудничеству между соседними странами, оптимизируя развитие инфраструктуры и создавая экономию за счёт масштаба. Объединяя ресурсы и опыт, региональное сотрудничество также может снизить затраты, улучшить доступ к рынкам и ускорить внедрение технологий зелёного водорода. Это включает в себя гармонизацию местного законодательства с международными стандартами для облегчения доступа к глобальным рынкам, использование международных программ финансирования при разработке внутренних инвестиционных стимулов, а также укрепление партнёрских отношений с ЕС и Германией для обмена знаниями и передачи технологий. В частности, совместные рабочие группы должны сосредоточиться на приведении нормативно-правовой базы Казахстана в соответствие со стандартами импорта ЕС, в частности, в области сертификации и критериев устойчивости. Мероприятия должны включать в себя кампании по информированию общественности и обучение лиц, принимающих решения, преимуществам водородной энергетики, наряду с развитием критически важной инфраструктуры, включая производственные центры, трубопроводы и хранилища. Успех будет зависеть от продолжения инвестиций в исследования и разработки, направленные на снижение производственных затрат

и повышение эффективности водородных технологий, при одновременном укреплении регионального сотрудничества и поддержании эффективных каналов связи между всеми заинтересованными сторонами.

Перспективы

Разнообразные энергетические ресурсы региона и развивающаяся инфраструктура создают прочную основу для того, чтобы стать новым энергетическим центром будущего. Казахстан находится на критическом этапе определения траектории своей водородной экономики. Ускоряя реформы в области регулирования, уделяя приоритетное внимание инвестициям в инфраструктуру, включая масштабное развертывание электролизеров и модернизацию трубопроводов, а также углубляя стратегические партнёрские отношения с институтами ЕС и Германии, страна может обеспечить конкурентоспособность на мировых рынках водорода. Скоординированные усилия правительства, промышленности и международных заинтересованных сторон будут иметь важное значение для обеспечения долгосрочной устойчивости, повышения инвестиционной привлекательности и повышения конкурентоспособности в торговле.

При наличии решительной политической воли и стратегического видения переход Центральной Азии к водородной экономике представляет собой преобразующую возможность для достижения устойчивого роста при одновременном продвижении глобальных целей декарбонизации. Устранение узких мест в инфраструктуре, гармонизация нормативных актов со стандартами ЕС (например, RED III, CBAM) и содействие инновациям с помощью таких программ, как H2Global в Германии и Horizon Europe, могут позволить Казахстану стать ведущим производителем и экспортёром зелёного водорода. К 2040 году эти действия могут сделать регион ключевым поставщиком на рынки ЕС, используя свой потенциал возобновляемых источников энергии и геополитические связи. Успех зависит от сохранения темпов за счёт поэтапных реформ, межсекторального сотрудничества и устойчивого взаимодействия с международными партнёрами, чтобы сбалансировать экономический рост с охраной окружающей среды.

Приложение 1. Тенденции в стоимости электроэнергии и коэффициенты мощности для ВИЭ, влияющие на нормированную стоимость водорода (LCOH)

Приведённые ниже таблицы в совокупности иллюстрируют, что комбинированные солнечные и ветровые электростанции превосходят автономные системы по коэффициенту мощности и часам полной нагрузки, в то время как солнечные системы сталкиваются с высокими затратами на электроэнергию и низкой эффективностью, а ветровые системы демонстрируют более высокие коэффициенты мощности, но зависят от оптимальных географических условий.

В Таблице 18 продемонстрирована превосходная производительность комбинированных солнечных и ветровых электростанций с точки зрения коэффициента мощности (46–57%) и часов полной нагрузки (4029,6–5016,4 часа) по сравнению с автономными солнечными или ветровыми системами.

	2024	2025	2026	2027	Единица
Ставка дисконтирования	8	8	8	8	%
Система электролизеров на весь срок службы	20	20	20	20	годы
Стек времени жизни (данные производителя)	80 000	80 000	80 000	80 000	ч
Фактор аннуитета	0,102	0,102	0,102	0,102	-
Удельный расход энергии	50	50	50	50	кВт·ч/кгH ₂
Часы полной загрузки	4029,6	4292,4	4666	5016,4	ч
Коэффициент мощности	0,46	0,49	0,53	0,57	-
Давление в системе	30	30	30	30	бар
КПД компрессора	80	80	80	80	%
Расходы на электроэнергию	36,81	36,49	36,74	36,38	€/ МВт·ч
Эксплуатационные расходы	5	5	5	5	% от капитальных затрат в год
Система электролизеров CAPEX (низкая/высокая оценка)	800/1500	800/1500	800/1500	800/1500	€/кВт
ЕРС	20	20	20	20	% от капитальных затрат на электролизер
Затраты на замену стека	30	30	30	30	% от капитальных затрат на электролизер
Система капитальных вложений без стека (низкая/ высокая оценка)	600/800	600/800	600/800	600/800	€/кВт
Строительство	150	150	150	150	€/кВт

Таблица 18. Исходные данные для совмещения солнечной и ветровой электростанции

В Таблице 19 показаны ограничения систем, работающих только на солнечной энергии, с неизменно высокими затратами на электроэнергию (46,46 евро/МВт·ч) и факторами низкой мощности (16–18%).

	2024	2025	2026	2027	Единица
Ставка дисконтирования	8	8	8	8	%
Система электролизеров на весь срок службы	20	20	20	20	годы
Стек времени жизни (данные производителя)	80 000	80 000	80 000	80 000	ч
Фактор аннуитета	0,102	0,102	0,102	0,102	-
Удельный расход энергии	50	50	50	50	кВт·ч/кгH ₂
Часы полной загрузки	1401,6	1401,6	1600	1600	ч
Коэффициент мощности	0,16	0,16	0,18	0,18	-
Давление в системе	30	30	30	30	бар
КПД компрессора	80	80	80	80	%
Расходы на электроэнергию	46,46	46,46	46,46	46,46	€/ МВт·ч
Эксплуатационные расходы	5	5	5	5	% от капитальных затрат в год
Система электролизеров CAPEX (низкая/высокая оценка)	800/1500	800/1500	800/1500	800/1500	€/кВт
ЕРС (инжиниринг, закупки, строительство)	20	20	20	20	% от капитальных затрат на электролизер
Затраты на замену стека	30	30	30	30	% от капитальных затрат на электролизер
Система капитальных вложений без стека (низкая/высокая оценка)	600/800	600/800	600/800	600/800	€/кВт
Строительство	150	150	150	150	€/кВт

Таблица 19. Входные данные для солнечной электростанции

В Таблице 20 показаны коэффициенты повышения пропускной способности ветровых систем (30–39%), но подчёркивается их зависимость от благоприятных географических условий.

	2024	2025	2026	2027	Единица
Ставка дисконтирования	8	8	8	8	%
Система электролизеров на весь срок службы	20	20	20	20	годы
Стек времени жизни (данные производителя)	80 000	80 000	80 000	80 000	ч
Фактор аннуитета	0,102	0,102	0,102	0,102	-
Удельный расход энергии	50	50	50	50	кВт·ч/кгH ₂
Часы полной загрузки	2628	2890,8	3066	3416,4	ч
Коэффициент мощности	0,30	0,33	0,35	0,39	-
Давление в системе	30	30	30	30	бар
КПД компрессора	80	80	80	80	%
Расходы на электроэнергию					€/ МВт·ч
Эксплуатационные расходы	5	5	5	5	% от капитальных затрат в год
Система электролизеров CAPEX (низкая/ высокая оценка)	800/1500	800/1500	800/1500	800/1500	€/кВт
ЕРС (инжиниринг, закупки, строительство)	20	20	20	20	% от капитальных затрат на электролизер

Затраты на замену стека	30	30	30	30	% от капитальных затрат на электролизер
Система капитальных вложений без стека (низкая/высокая оценка)	600/800	600/800	600/800	600/800	€/кВт
Строительство	150	150	150	150	€/кВт

Таблица 20. Исходные данные для ветровой электростанции

Приложение 2. Тенденции регионального сотрудничества, заинтересованные стороны, инфраструктура и транспортные пути для коридора чистой энергии Каспий – ЕС

В приложении освещаются ключевые договоры, определяющие управление ресурсами Каспийского

моря, обзор водородных стратегий в Азербайджане, Грузии и Турции, а также намечены существующие транспортные маршруты для нефти, газа и будущего водорода. В нём также определены основные заинтересованные стороны и намечены региональные проекты в области зелёной энергетики, направленные на подключение каспийских ресурсов к европейским рынкам.

В Таблице 21 обобщены стратегии и мощности, ориентированные на водород, в Азербайджане, Грузии и Турции, включая опубликованные стратегии, производственный потенциал, прогнозы затрат и планы развития инфраструктуры, с акцентом на подход каждой страны к зелёному водороду и путям экспорта.

Критерии	Азербайджан	Грузия	Турция
Водородная стратегия (опубликовано/дата)	На КС-29 представлен Национальный стратегический обзор по водороду , в котором основное внимание уделяется зелёному водороду, местному использованию и региональным экспортным партнёрствам.	Ещё не опубликовано , с акцентом на технико-экономические обоснования водорода на внутреннем рынке и экспортных коридорах.	Опубликованный в 2023 году , он посвящен масштабированию зелёного водорода, внутренним приложениям и позиционированию Турции как экспортного хаба в Европе.
Потенциал производства водорода	Значительный потенциал как для голубого водорода из природного газа (с использованием CCS), так и для зелёного водорода из морского ветра.	Потенциал для зелёного водорода в основном за счёт избытка гидроэнергии с дополнительной энергией ветра для балансировки сезонности.	Большой потенциал для голубого и зелёного водорода, нацеленный на мощность электролизеров 5 ГВт к 2035 году и 70 ГВт к 2053 году .
Себестоимость производства	LCOH зелёного водорода составляет около 2,92 евро/кг (2030 г.), при этом стоимость голубого водорода потенциально ниже, но зависит от хранения CO ₂ и цен на газ.	Примерно 2,70 евро/кг в середине 2020-х годов, с прогнозируемым снижением до 1,54 евро/кг к 2050 году .	Производство зелёного водорода в настоящее время обходится в \$6–10 за кг , к 2035 году планируется сократить выбросы до уровня ниже \$2,4 за кг, а к 2053 году — до \$1,2 за кг.
Возобновляемые источники энергии	К 2030 году планируется построить 3000 МВт , в первую очередь морскую ветровую и солнечную энергию, с частью,	Преимущественно гидроэнергетика мощностью 1300 МВт , с некоторым избытком, выделяемым на	Обширные солнечные, ветровые, гидроэнергетические и геотермальные ресурсы с интеграцией

	предназначенной для производства водорода. В ходе	производство зелёного водорода, особенно в сезоны высокого расхода.	возобновляемых источников энергии для производства зелёного водорода.
	COP 29 было подчёркнуто, что достижение сбалансированных и ускоренных сценариев производства зелёного водорода к 2050 году потребует инвестиционных мощностей в области возобновляемых источников энергии в размере 9 ГВт и 18 ГВт соответственно.		
Источник воды	Опресненная вода Каспийского моря для производства зелёного водорода во избежание использования пресной воды во внутренних водоемах.	Гидроэнергетические водохранилища, обладающие избытком энергии в пиковые сезоны, поддерживают производство водорода.	В первую очередь пресная вода, с потенциалом будущего опреснения для производства зелёного водорода в прибрежных районах.
Инфраструктура и экспорт	Использует Южный газовый коридор (ЮГК) для потенциального смешивания водорода с запланированными маршрутами в Европу по трубопроводам.	Изучение возможности смешивания водорода в газопроводах (до 30%) с возможностью экспорта через порты Чёрного моря.	Стратегическое использование Южного газового коридора для европейского экспорта, с планами адаптации существующей газовой инфраструктуры для водорода и строительства специальных трубопроводов.
План развития внутреннего рынка	Сосредоточиться на сокращении выбросов в отечественных отраслях, таких как нефтехимия и электроэнергетика, с планами расширения использования водорода на транспорте и в отоплении.	Изучение производства зелёного водорода в первую очередь для внутренних секторов с сезонным избытком гидроэнергии.	Акцент на зелёный водород в промышленности, транспортном и энергетическом секторах для снижения зависимости от ископаемого топлива и повышения энергетической безопасности.

Таблица 21. Водородные стратегии в странах Среднего коридора

В Таблице 22 представлены ключевые международные и региональные договоры, формирующие правовые, экологические рамки

и системы добычи полезных ископаемых вокруг Каспийского моря, с подробным описанием состояния их реализации и текущих проблем.

Год	Документ/ конвенция	Описание	Реализация
1994	<u>Договор к Энергетической Хартии</u>	Рамки международного энергетического сотрудничества, включая права на транзит (не специфичные для Каспия).	Облегчает транзит энергоносителей и инвестиции, но уход России ограничивает его влияние в Каспийском регионе. Политическая напряжённость осложняет совместные проекты и торговлю энергоносителями.
2003	Тегеранская рамочная конвенция по защите морской среды <u>Каспийского моря</u>	Юридически обязывающее региональное соглашение по предотвращению загрязнения морской среды	Создан фонд охраны окружающей среды. Тем не менее, загрязнение в результате промышленной деятельности сохраняется

		и защите экосистем.	из-за непоследовательного правоприменения и добровольной отчётности.
2011	Протокол о региональной готовности, реагировании и сотрудничестве в борьбе с инцидентами, вызывающими загрязнение нефтью (Тегеранская конвенция)	Координирует усилия прикаспийских государств по ликвидации разливов нефти.	Обеспечивает основу для скоординированного реагирования на разливы нефти, но реализация в режиме реального времени может варьироваться в зависимости от страны.
2012	Протокол по защите Каспийского моря от загрязнения из <u>наземных источников и в результате осуществляемой на суше деятельности</u>	Направлен на снижение загрязнения в результате промышленной, сельскохозяйственной и городской деятельности вдоль побережья.	Некоторые меры по борьбе с загрязнением принимаются, но правоприменение остаётся неравномерным. Промышленное загрязнение в результате добычи нефти и газа продолжает оставаться серьёзной проблемой.
2014	Соглашение о сохранении и устойчивом использовании биологических ресурсов <u>Каспийского моря</u> (Российская Федерация)	Меры по защите биоразнообразия и устойчивому использованию морских ресурсов.	Некоторые меры защиты исчезающих видов, таких как каспийский тюлень, существуют, но отсутствие финансирования и правоприменения ограничивает общую эффективность, особенно там, где экономические интересы вступают в конфликт с охраной природы.
2018	Конвенция о правовом статусе <u>Каспийского моря</u>	Определяет территориальные воды, ресурсы морского дна и права судоходства для всех пяти прибрежных государств.	Это важная веха для регионального сотрудничества, хотя неурегулированные границы между некоторыми государствами продолжают создавать напряжённость. В некоторых районах до сих пор ведутся переговоры о правах на добычу полезных ископаемых.
Продолжающийся	Протокол по оценке воздействия на окружающую среду в <u>трансграничном контексте</u>	Направлен на обеспечение экологической экспертизы проектов с трансграничным воздействием в Каспийском регионе.	Переговоры по нему всё ещё ведутся. Он призван улучшить экологический надзор за крупными проектами, но реальное воздействие ожидается от всех участвующих стран.

Таблица 22. Соглашения и конвенции, касающиеся Каспийского моря

В Таблице 23 перечислены основные государственные и частные организации, правительственные министерства и международные структуры, участвующие в формировании водородных

инициатив в Каспийском регионе, с описанием того, как каждая из них влияет на политику, инвестиции и внедрение технологий.

Категория заинтересованных сторон	Организация/субъект	Роль	Уместность
Правительства Казахстана	Министерство энергетики, Министерство экологии и природных ресурсов, Министерство промышленности и строительства, Министерство транспорта,	Управление энергетической политикой, обеспечение соблюдения экологических норм, содействие развитию промышленной и транспортной	Имеет важное значение для позиционирования Казахстана в качестве крупного производителя водорода, поддержки устойчивого развития, продвижения

	Министерство иностранных дел	инфраструктуры для водорода и содействие международному партнёрству.	промышленного применения, обеспечения низкоуглеродного транспорта и привлечения иностранных инвестиций.
	Национальные энергетические компании: «КазМунайГаз» (КМГ), «QazaqGaz», «Самрук-Энерго»	Изучение производства водорода и интеграции инфраструктуры	Ключевой игрок в переходе от ископаемого топлива к решениям на основе водорода, смешивая водород с газовой сетью
	Финансовые субъекты: Kazakh Invest, Фонд национального благосостояния «Самрук-Казына»	Предоставляет финансовую поддержку и стимулирование водородных проектов	Привлекает инвестиции и финансирует масштабные водородные инфраструктурные проекты
Азербайджан	Министерство энергетики, SOCAR, Агентство по возобновляемым источникам энергии Азербайджана (AREA)	Управление национальными нефтегазовыми ресурсами, инициативы в области возобновляемых источников энергии	Ключевой игрок в торговле энергоресурсами на Каспийском море связывает Центральную Азию с Европой
Грузия	Министерство экономики и устойчивого развития, Грузинская нефтегазовая корпорация (GOGC), Министерство охраны окружающей среды и сельского хозяйства, Грузинская государственная электросистема (GSE).	Контролирует транзитные маршруты, управляет энергетической инфраструктурой, поддерживает производство зелёного водорода из возобновляемых источников и обеспечивает защиту окружающей среды.	Служит стратегическим звеном в Кавказском транзитном коридоре, соединяя Каспийский регион с Европой, уравнивая энергетические потребности и способствуя интеграции зелёного водорода в национальную энергосистему.
Турция	Министерство энергетики и природных ресурсов, Министерство окружающей среды и урбанизации, Turkish Petroleum (TPAO), BOTAŞ.	Управляет энергетическими ресурсами и транзитной инфраструктурой, а также обеспечивает соблюдение экологических норм для водородных проектов.	Ключевая транзитная страна между Азией и Европой, контролирующая значительную инфраструктуру природного газа с потенциалом водородной интеграции, поддерживающая устойчивое развитие водорода в соответствии с национальными климатическими целями.
Румыния	Министерство энергетики, Ромгаз, Трансгаз	Курирует энергетическую инфраструктуру	Важнейшее звено между Черным морем и ЕС, потенциальная роль в транспортировке водорода
Болгария	Министерство энергетики, Булгартрансгаз	Контролирует ключевые европейские энергетические маршруты	Стратегическое расположение на пути в Европу для транспортировки водорода
Региональные органы власти	Портовые власти (Баку, Актау, Констанца, Стамбул)	Управляют портами и таможней	Содействие торговле водородом и энергоносителями через Каспийское и Черное моря

	Органы регионального сотрудничества на Каспийском море	Контролируют морские маршруты транспортировки энергоносителей	Имеет важное значение для региональной торговли и стабильности
Регулирующие органы	Казахстан: КазСтандарт	Регулирует стандарты охраны окружающей среды и качества	Обеспечивает соблюдение стандартов безопасности и охраны окружающей среды при производстве водорода
	Турция: Турецкий институт стандартов (TSE), TÜBİTAK	Устанавливает стандарты качества и НИОКР	Поддерживает роль Турции в качестве транзитного узла энергоносителей
	ЕС: ЕСНА, ЕЭЗ, Европейская водородная стратегия, Fit for 55, TEN-EISO — международные стандарты	Устанавливает экологические и инфраструктурные стандарты	Влияет на стандарты импорта водорода в Европу
Международные организации	Международное энергетическое агентство (МЭА), Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA), Водородный совет	Предоставляют данные, анализ, рекомендации по политике и информационно-разъяснительной работы в отрасли для поддержки глобального перехода к чистой энергетике, уделяя особое внимание внедрению возобновляемых источников энергии, развитию водорода и стратегиям декарбонизации.	Ключевые факторы, влияющие на глобальную политику и стандарты в области водорода, определяющие международную энергетическую политику, способствующие сотрудничеству в области возобновляемых источников энергии и продвигающие водород как важнейшее условие перехода к чистой энергии.
	Организация стран-экспортёров нефти (ОПЕК)	Управляет политикой в области производства энергии между странами-членами.	Влияет на глобальную политику в области производства и экспорта водорода среди нефтедобывающих стран.
	Агентства Организации Объединенных Наций (ООН) — Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), Организация Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО), Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН)	Обеспечивают экологические стандарты, содействие устойчивому промышленному развитию и содействие экономическому сотрудничеству и нормативно-правовой базе, особенно в отношении водородных проектов и инфраструктуры.	Решающее значение имеет для продвижения водородных проектов во всем мире путём установления стандартов устойчивого развития, поддержки промышленного внедрения на развивающихся рынках и содействия согласованию политики и сотрудничеству, особенно в Европе и Центральной Азии.
	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit / Немецкое агентство развития (GIZ), Deutsche Energie-Agentur/ Немецкое энергетическое агентство (dena)	Предоставляет техническую помощь, стратегическое руководство и консультации по вопросам политики для устойчивых энергетических решений, уделяя особое внимание возобновляемым	Ключевые партнёры в продвижении энергетического перехода путём поддержки международного сотрудничества, оказания помощи таким странам, как Казахстан, в создании устойчивой

		источникам энергии, энергоэффективности и развитию водорода.	энергетической инфраструктуры, интеграции водорода и использования немецкого и европейского опыта в области водородных технологий для сокращения выбросов углерода.
Природоохранные агентства и НПО	Гринпис, WWF, Охрана природы	Защитник окружающей среды	Мониторинг водородных проектов и влияние на них для обеспечения экологической безопасности
	Каспийская экологическая программа, Программа Центральноазиатского регионального экономического сотрудничества (ЦАРЭС)	Региональное управление окружающей средой	Акцент на защите экосистем, особенно Каспийского моря. ЦАРЭС способствует внедрению устойчивых энергетических практик и региональной взаимосвязанности в Центральной Азии. Её работа в области энергетического сотрудничества и инфраструктуры поддерживает страны-члены в переходе на возобновляемые источники, укреплении энергетической безопасности.
	Ассоциация сохранения биоразнообразия Казахстана (АСБК)	Реализует проекты по сохранению исчезающих видов и мест обитания, поддерживает создание охраняемых территорий, а также способствует экологическому просвещению и устойчивому использованию ресурсов.	Играет решающую роль в сохранении биоразнообразия Казахстана, содействии сохранению экосистем и поддержке устойчивого развития, что жизненно важно для экологически чувствительных районов, связанных с водородными и другими энергетическими проектами.
Логистические провайдеры и частный сектор	DP World, Maersk, Средиземноморское морское пароходство (MSC)	Транспорт и логистика для водорода	Обеспечение эффективного транзита водорода через Каспийский и Черноморский регионы
	Каспийское морское пароходство	Морские перевозки на Каспии	Ключевой региональный игрок в водородной логистике
	Siemens Energy, Linde, Air Liquide, Shell, TotalEnergies	Развитие инфраструктуры	Предоставление технологий для производства, хранения и транспортировки водорода
	Водородная Европа	Отраслевая ассоциация по водороду	Способствует сотрудничеству между

			заинтересованными сторонами в области водорода по всей Европе
	Европейский инвестиционный банк (ЕИБ), Азиатский банк развития (АБР), Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР)	Финансовые учреждения	Их инвестиции и опыт имеют важное значение для содействия переходу к низкоуглеродной экономике, особенно на развивающихся рынках, и для продвижения экологической устойчивости в соответствии с региональными и глобальными климатическими целями.
Государственно-частное партнёрство (ГЧП)	Водородная Европа, Альянс ЕС по чистому водороду	Продвижение водородных технологий в Европе	Поддержка совместных усилий по распространению водорода в Европе
	Европейская водородная магистраль	Сеть газотранспортных компаний по водороду	Создание сети водородных трубопроводов для соединения Европы
	Сотрудничество КМГ и SOCAR	Возможность развития региональной транспортной системы для водорода	Использование существующих активов для экспорта водорода и развития инфраструктуры
	SVEVIND	SVEVIND — девелопер проектов, базирующийся в Германии, специализирующийся на крупномасштабных проектах в области ветровой и солнечной энергетики.	SVEVIND играет ключевую роль в продвижении производства зелёного водорода в Казахстане, где она развивает один из крупнейших в мире проектов по производству зелёного водорода.

Таблица 23. Заинтересованные стороны, их роль и актуальность

В Таблице 24 представлены основные маршруты и методы транспортировки нефти, природного газа и водорода — от трубопроводов и железнодорожного транспорта до морского

судоходства — с учётом адаптируемости инфраструктуры для водорода и его последствий для региональной торговли энергоносителями.

Ресурс	Способ транспортировки	Описание	Ключевой маршрут
Нефть	Каспийский Трубопроводный Консорциум (КТК)	Основной маршрут транспортировки нефти из Казахстана на Сангачальский терминал в Азербайджане.	Трубопровод КТК проходит от месторождения Тенгиз до Новороссийска (Россия), а затем отправляется в Азербайджан.
	Железнодорожный транспорт	Используется для небольших объёмов нефти или при ограниченной пропускной способности трубопровода.	Железные дороги транспортируют нефть с внутренних производственных площадок до Сангачальского терминала.
	Интеграция с трубопроводом Баку-Тбилиси-Джейхан (БТД)	Нефть перерабатывается на Сангачальском терминале и готовится к поступлению в трубопровод БТД для экспорта в Турцию и Европу.	Сангачальский терминал служит хабом для консолидации нефти из различных источников.

Газ	Каспийский Трубопроводный Консорциум (КТК)	Основной маршрут транспортировки природного газа из Туркменистана и Узбекистана через Казахстан в Россию.	Подключается к различным трубопроводам для дальнейшей дистрибуции в Европе.
	Газопровод Казахстан-Китай	Транспортирует природный газ напрямую из Казахстана в Китай.	Соединяет западный Казахстан с восточными границами для выхода на китайский рынок.
Газ	Интеграция с региональными сетями	Газ интегрируется с региональными сетями для экспорта в соседние страны и Европу.	Ключевые трубопроводы, такие как Центр Центральной Азии (ЦАЦ) и Бухара-Урал, имеют решающее значение для транспортировки природного газа через Казахстан в другие регионы.
	Экспорт СПГ	Разведано для экспорта сжиженного природного газа, хотя и менее развито по сравнению с трубопроводным транспортом.	Установки СПГ позволяют транспортировать газ в сжиженном виде на мировые рынки.
Водород	Строительство трубопроводов	Могут быть построены новые трубопроводы или существующие газопроводы, приспособленные для транспортировки водорода.	Предлагаемый маршрут: Транскаспийский международный транспортный маршрут
	Сжатый водород	Транспортировка водорода в баллонах высокого давления или специализированных транспортных средствах для мелкомасштабной дистрибуции.	Прямой транспорт до распределительных пунктов или АЗС в пределах Казахстана и соседних регионов.
	Жидкий водород	Водород охлаждается до криогенных температур и транспортируется в виде жидкости в криогенных резервуарах.	Отгрузка из порта Актау в Баку, Азербайджан, далее морскими путями в порты Черного моря.
	Водородоносители	Транспортировка водорода в химических формах (например, аммиаке, метаноле), которые выделяют водород при обработке.	Аналогичные морские маршруты, перевозки из Казахстана в Баку и далее на европейские рынки.
	Железнодорожный транспорт	Использование железнодорожной инфраструктуры для транспортировки водорода по суше.	Железная дорога от производственных площадок в Казахстане до порта Актау, далее через Каспийское море.
	Морской транспорт	Доставка водорода специализированными судами либо в жидком виде, либо в качестве водородного танкера.	Из порта Актау в Баку и далее в черноморские порты, такие как Констанца (Румыния) или Варна (Болгария).

Таблица 24. Способы транспортировки существующей нефти, газа и, возможно, водорода из Казахстана

В Таблице 25 представлены основные трансграничные инициативы, направленные на экспорт зелёной энергии из Каспийского региона в Европу, с подробным описанием

мощностей, маршрутов, инвестиционных затрат и геополитических соображений для соединения подводных кабелей и электросетей.

Проект	Черноморский подводный кабель	Проект по электроснабжению Каспийского моря
Описание	Транспортирует зелёную энергию из Азербайджана в Европу	Соединяет энергосистемы Азербайджана, Казахстана, Узбекистана для экспорта электроэнергии
Мощность	1000 МВт	Ожидается, что мощность достигнет 1000 МВт
Длина/ местоположение	1200 км, через Чёрное море от Грузии до Румынии	Через Каспийское море
Источник энергии	В первую очередь ветровая (наземная и морская) и солнечная энергия в Азербайджане	Ветровая и солнечная энергия в Каспийском регионе
Партнеры	Азербайджан, Грузия, Румыния, Венгрия	Азербайджан, Казахстан, Узбекистан
Хронология	Соглашения, подписанные в 2022 году; СП создано в 2023 году	Меморандум о взаимопонимании подписан в 2024 году; технико-экономическое обоснование продолжается
Инвестиционные затраты	Оценка > 2,3 млрд евро из-за технических/геополитических проблем	Еще не завершено; выполняется технико-экономическое обоснование
Цель	Экспорт зелёной электроэнергии для снижения зависимости ЕС от ископаемого топлива	Экспорт экологически чистой электроэнергии в Европу
Геополитические риски	Близость к Крыму; потенциальные угрозы безопасности со стороны России	Региональная нестабильность, инфраструктурная безопасность
Воздействие на воду и окружающую среду	Минимальное потребление воды	Минимальное потребление воды

Таблица 25. Проекты Зелёного энергетического коридора Каспий – ЕС

Список рисунков

Рисунок 1.
Потенциальные поставки водорода и конечные потребители в Казахстане (Абуов Ердәулет и др. «Реализация преимуществ водородной промышленности в Казахстане». *International Journal of Hydrogen Energy*, 2024. Web.)..... 39

Рисунок 2.
Делегированный акт к ст. 27 REDII устанавливает критерии для закупки электроэнергии для производства RFNBO (dena, 2024, Введение в сертификацию водорода) 51

Рисунок 3.
Правовая база RED III: процесс сертификации (PoS) (dena, 2024, Введение в сертификацию водорода) 56

Список таблиц

Таблица 1. Классификация водорода по цветовой гамме	13
Таблица 2. Производство электроэнергии объектами ВИЭ за девять месяцев 2024 года	15
Таблица 3. Законодательная и нормативная база для интеграции ВИЭ в производство зелёного водорода.....	18
Таблица 4. Основные вызовы и геополитическая динамика для крупных портов Черноморского региона.....	31
Таблица 5. Использование зелёного водорода	35
Таблица 6. Продукты Power-to-X. https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024	46
Таблица 7. Нефтехимические заводы в Казахстане	47
Таблица 8. Будущие нефтехимические заводы в Казахстане	47
Таблица 9. Расчёт экономии ПГ, Источник: dena 2024, Введение в сертификацию водорода.....	53
Таблица 10. Инструменты финансирования зелёного водорода в Казахстане.....	59
Таблица 11. Международные финансовые инструменты.....	61
Таблица 12. Инструменты поддержки внешней торговли и инвестиций	64
Таблица 13. Инструменты финансирования, специфичные для H2	66
Таблица 14. Банки развития и инвестиции	67
Таблица 15. Дополнительные меры по продвижению зарубежных проектов и инвестиций.....	69
Таблица 16. Гранты и субсидии	71
Таблица 17. Ключевые показатели эффективности.....	77
Таблица 18. Исходные данные для совмещения солнечной и ветровой электростанции.....	80
Таблица 19. Входные данные для солнечной электростанции	81
Таблица 20. Исходные данные для ветровой электростанции.....	81
Таблица 21. Водородные стратегии в странах Среднего коридора.....	82
Таблица 22. Соглашения и конвенции, касающиеся Каспийского моря	83
Таблица 23. Заинтересованные стороны, их роль и актуальность	84
Таблица 24. Способы транспортировки существующей нефти, газа и, возможно, водорода из Казахстана.....	88
Таблица 25. Проекты Зелёного энергетического коридора Каспий – ЕС.....	90

ССЫЛКИ

- 1 <https://www.publikationen-bundesregierung.de/pp-de/publikationssuche/importstrategie-wasserstoff-und-wasserstoffderivate-2300640>
- 2 The average carbon intensity of pink hydrogen is approximately 0.41 kg CO₂eq/kg H₂ (Source: [MDPI Environmental Sciences](#)). Direct emissions range between 0.3 and 0.6 kg CO₂eq/kg H₂, reflecting lifecycle emissions including construction, operation, and decommissioning of nuclear power plants (Source: [Minenergia Colombia](#)).
- 3 <https://www.undp.org/ru/kazakhstan/publications/uroki-proekta-proon-gef-kazakhstan-iniciativa-razvitiya-rynka-vetroenergii-zaklyuchitelnaya-publikaciya>
- 4 [Renewable Energy as a Potential Driver of Kazakhstan's Growth* – ERI](#)
- 5 Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan No. 724 On approval of the Concept for the development of the fuel and energy complex of the Republic of Kazakhstan for 2023–2029, dated 28 June 2014
- 6 <https://www.adb.org/news/adb-kazakhstan-sign-transaction-advisory-agreement-hydropower-development-program>
- 7 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Carbon_Neutrality_Strategy_Kazakhstan_Eng_Oct2024.pdf
- 8 <https://rfc.kz/ru/res-sector/map/>
- 9 <https://legalacts.egov.kz/npa/view?id=15077769>
- 10 <https://www.neom.com/en-us/newsroom/neom-green-hydrogen-investment>
- 11 <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=12911>
- 12 <https://www.boell.de/en/2024/11/05/eu-and-azerbaijan-energy-partners-short-term-benefits-uncertain-future>
- 13 <https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/analyses/2023-12-07/eus-new-priorities-developing-energy-infrastructure>
- 14 <https://www.boell.de/en/2024/11/05/eu-and-azerbaijan-energy-partners-short-term-benefits-uncertain-future>
- 15 <https://kun.uz/en/news/2024/12/30/uzbekistan-azerbaijan-kazakhstan-sign-pact-on-green-energy-corridor>
- 16 Deutsche Energie-Agentur (Publisher) (dena, 2023). The Role of Water for Sustainable Hydrogen Production in Kazakhstan – Part I: Water management for the production of sustainable hydrogen. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH.
- 17 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Report_BR4_Updated.pdf
- 18 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319923026496>
- 19 <https://www.ceicdata.com/en/indicator/kyrgyzstan/total-exports>
- 20 <https://stat.gov.kg/media/publicationarchive/e48671aa-a0ae-49ce-a1e7-148a4db68efa.zip>
- 21 [https://unece.org/sites/default/files/2024-09/kyrgyzstans%20\(7\).pdf](https://unece.org/sites/default/files/2024-09/kyrgyzstans%20(7).pdf)
- 22 <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024/hydrogen-demand>
- 23 <https://doi.org/10.3390/asec2023-15497>
- 24 <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.05.273>
- 25 <https://www.giz.de/en/downloads/giz2025-en-kazakhstan-green-hydrogen-c-and-i-sector.pdf>
- 26 <https://www.giz.de/en/downloads/giz2025-en-kazakhstan-green-hydrogen-c-and-i-sector.pdf>
- 27 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal/fit-55-delivering-proposals_en
- 28 https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en
- 29 https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1184/oj/eng
- 30 <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1788/oj/eng>
- 31 https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1184/oj/eng
- 32 https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1185/oj/eng
- 33 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/qanda_23_595/QANDA_23_595_EN.pdf
- 34 <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1788/oj/eng>
- 35 https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/14303-Methodology-to-determine-the-greenhouse-gas-GHG-emission-savings-of-low-carbon-fuels_de
- 36 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401787&pk_campaign=todays_OJ&pk_source=EURLEX&pk_medium=X&pk_keyword=energy_sector&pk_content=Regulation&pk_cid=EURLEX_todays_OJ
- 37 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_2023.130.01.0052.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2023%3A130%3ATOC_CBAM
- 38 https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/environmental-footprint-methods_en
- 39 <https://www.akorda.kz/ru/sovместnaya-deklaraciya-o-sotrudnichestve-mezhdu-respublikoy-kazahstan-i-federativnoy-respublikoy-germaniya-1683715>
- 40 <https://carnegieendowment.org/russia-eurasia/politika/2024/09/kazakhstan-eu-hydrogen-technology?lang=en>
- 41 https://hyrasia.one/?page_id=23813270
- 42 <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/press/news/details/742376?lang=ru>
- 43 [Astana International Financial Centre](#)

- ⁴⁴ <https://aifc.kz/news/climate-bonds-initiative-accredited-aifc-green-finance-centre/>
- ⁴⁵ <https://aifc.kz/news/renewables-in-kazakhstan-current-state-potential-and-financing-mechanisms/>
- ⁴⁶ <https://aifc.kz/news/aifc-has-maintained-its-regional-leadership-in-green-finance-and-improved-its-position-in-the-global-ranking/>
- ⁴⁷ [Astana International Exchange \(AIX\)](#)
- ⁴⁸ <https://aix.kz/products-services/segments/green-finance-2/>
- ⁴⁹ [Development Bank of Kazakhstan](#)
- ⁵⁰ <https://kdb.kz/en/pc/news/press-releases/14305/>
- ⁵¹ https://damu.kz/en/programmi/subsidy/enterprise_development/
- ⁵² <https://damu.kz/en/>
- ⁵³ <https://www.ceicdata.com/en/indicator/kazakhstan/bank-lending-rate>
- ⁵⁴ https://damu.kz/en/programmi/subsidy/enterprise_development/
- ⁵⁵ <https://www.adb.org/>
- ⁵⁶ <https://www.adb.org/news/adb-kazakhstan-take-next-step-toward-early-coal-retirement-etm-agreement>
- ⁵⁷ <https://www.greenclimate.fund/>
- ⁵⁸ <https://eabr.org/en/>
- ⁵⁹ <https://primeminister.kz/en/news/a-mamin-eadb-otyrysyn-otkizdi-banktin-2022-2026-zhyldarga-arnalghan-strategiyasy-bekitildi-263112>
- ⁶⁰ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Aussenwirtschaft/investitionsgarantien.html>
- ⁶¹ <https://www.ufk-garantien.de/en/products/guarantees/for-untied-loan-guarantees/untied-loan-guarantees.html>
- ⁶² <https://www.exportkreditgarantien.de/en>
- ⁶³ <https://www.exportkreditgarantien.de/de/produkte/fuer-exporteure/ergaenzende-spezifische-absicherung/produktuebersicht/forfaitierungsgarantie.html>
- ⁶⁴ <https://www.ptj.de/en/project-funding/international-hydrogen-projects-bmwk-module-1>
- ⁶⁵ <https://www.ptj.de/internationale-wasserstoffprojekte-modul2>
- ⁶⁶ <https://www.giz.de/en/worldwide/127673.html>
- ⁶⁷ <https://www.h2-global.org/>
- ⁶⁸ <https://www.hintco.eu/news/hintco-starts-second-h2global-auction-worth-eur-25-billion>
- ⁶⁹ <https://www.hintco.eu/how-to-bid>
- ⁷⁰ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/Foerderung-International-Beispiele/10-h2uppp.html>
- ⁷¹ <https://www.kfw-entwicklungsbank.de/Unsere-Themen/PtX/>
- ⁷² <https://www.kfw-entwicklungsbank.de/Our-topics/PtX/>
- ⁷³ <https://www.eib.org/en/products/mandates-partnerships/donor-partnerships/trust-funds/green-hydrogen-fund>
- ⁷⁴ <https://www.kfw-entwicklungsbank.de/Our-topics/PtX/>
- ⁷⁵ <https://www.deginvest.de/>
- ⁷⁶ <https://www.kfw.de/Internationale-Finanzierung/Briefing-Gr%C3%BCner-Wasserstoff/>
- ⁷⁷ <https://www.ebrd.com/>
- ⁷⁸ <https://www.ebrd.com/news/2023/ebrd-offers-fresh-funds-to-promote-green-investment-in-kazakhstan.html>
- ⁷⁹ <https://www.greenclimate.fund/project/fp047>
- ⁸⁰ <https://www.german-energy-solutions.de/GES/Navigation/EN/Home/home.html>
- ⁸¹ <https://wirtschaft-entwicklung.de/en/partners-in-transformation/about-us>
- ⁸² <https://www.gtai.de/en/invest/industries/energy/green-hydrogen>
- ⁸³ <https://ptx-hub.org/>
- ⁸⁴ <https://www.exportinitiative-umweltschutz.de/>
- ⁸⁵ <https://www.ufk-garantien.de/en/solutions/covering-risks/project-structures.html>
- ⁸⁶ https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/ipcei_en
- ⁸⁷ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en
- ⁸⁸ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_en
- ⁸⁹ https://cinea.ec.europa.eu/programmes/connecting-europe-facility_en
- ⁹⁰ https://investeu.europa.eu/investeu-programme/investeu-fund/about-investeu-fund_en
- ⁹¹ <https://www.eib.org/en/index>
- ⁹² https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen/european-hydrogen-bank_en