

Водородная энергетика: ключевые направления развития, пересмотр планов, инвестиции

А. ПАШКЕВИЧ – ведущий маркетолог Группы «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ»

Водород как энергоноситель, выполняет роль важного инструмента по сокращению выбросов парниковых газов, декарбонизации энергетики, транспортного сектора и промышленности. Роль водорода в энергобалансе будет возрастать. Во-первых, идет процесс декарбонизации, переход к безуглеродной энергетике. Во-вторых, остро стоит вопрос сбалансированности системы, построенной на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ). Для того, чтобы обеспечить надежность энергосистемы, необходимо отработать технологии хранения энергии. И роль водорода как элемента системы хранения будет расти. В-третьих, все государства стремятся к энергобезопасности, энергонезависимости. Именно водород сегодня находится в центре мировой энергетической повестки, и даже самые консервативные оценки говорят о том, что к 2050 г. его роль в энергобалансе может составить порядка 18–20%. Фактически он будет сопоставим с такими энергоносителями, как газ, нефть, уголь.

Принято выделять цветовые градации водорода, соответствующие степени его экологичности и способу получения.

В настоящее время порядка 75% объема мирового производства водорода приходится на «серый» водород. Для его получения природный газ нагревают и смешивают с паром, что является самым дешевым и одновременно наименее экологичным способом производства водорода. В данном процессе выделяется большое количество углекислого газа.

Больше 20% водорода относится к «коричневому» или «бурому» типу. Его получают путем газификации угля. Этот метод также после себя оставляет парниковые газы.

«Голубой» водород получают из природного газа, при этом вредные отходы улавливаются для вторичного использования. Тем не менее, идеально чистым этот метод назвать нельзя, поскольку диоксид углерода нужно утилизировать, а это снижает экономическую эффективность энергетики.

«Розовый» или «красный» водород производят при помощи атомной энергии.

Для получения «бирюзового» водорода природный газ нагревают до 900°C в вакууме. Побочным продуктом такого метода производства является твердый углерод, который можно использовать в промышленности и легко утилизировать.

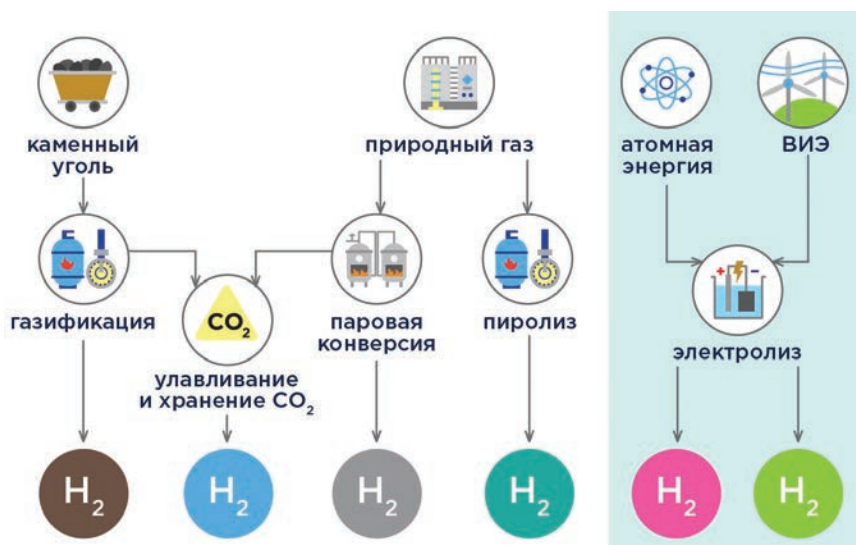


Рис. 1. Способы получения водородного топлива
Источник: ACIL ALLEN Consulting, анализ ИЦ «Энерджинет»

Но самым экологически чистым считается «зеленый» водород – он производится из возобновляемых источников энергии (ВИЭ) методом электролиза воды. Все, что необходимо для этого: вода, электролизер и большое количество электроэнергии. Именно на «зеленый» водород делают ставку в альтернативной энергетике, т.к. он в будущем может полностью заменить ископаемое топливо.

Состояние водородной энергетики в мире

Ведущие страны мира, отдельные регионы и крупные корпорации декларируют свои долгосрочные стратегические цели по снижению выбросов парниковых газов (или углеродного следа в выпускаемой продукции) для борьбы с глобальным изменением климата.

В десятку лидеров по абсолютным значениям выбросов парниковых газов входят такие страны, как Китай, США, Индия, Россия, Япония, Германия, Южная Корея, Иран, Саудовская Аравия и Канада, на долю которых в 2021 г. пришлось 68% общих мировых выбросов.

Согласно умеренному сценарию специалистов Центра EnergyNet, принятому в качестве базового, к 2025 г. мировой рынок водородной энергетики должен достичь 26 млрд долл., при этом в период 2025–2040 гг. цены на водородное топливо должны снижаться с 4 тыс. до уровня 2 тыс. долл. за тонну.

Согласно прогнозам компании Persistence Market Research, в период 2020–2025 гг. среднегодовой рост мирового рынка водорода в целом составит 6,1%

и к концу 2025 г. стоимость рынка достигнет 200 млрд долл.

Следует подчеркнуть, что водородный рынок – это не только сам водород, но и способы его производства, транспорта, использования. Это большой зарождающийся рынок разнообразной продукции машиностроения, химии и новых материалов. Оценка его объемов на нынешнем этапе – весьма приблизительная. В настоящее время этого рынка, по сути, нет. Почти все 90 млн т производимого водорода используются на месте, для удовлетворения собственных нужд. Согласно сценарию APS (Announced Pledges Scenario) МЭА, заложенный в водородных стратегиях государств объем годового производства должен вырасти в среднем до 150 млн т в 2035 г. и 250 млн т в 2050 г.

Из приведенных данных видно, что официально декларируемая доля водородной энергетики в мировом масштабе в 2050 г. в лучшем случае составит 0,5% в массовом (в пересчете на тонны условного топлива), 2% в энергетическом и 2,5% в денежном исчислении.

С финансовой точки зрения такая доля соответствует уровню сегодняшнего рынка каменного угля; с точки зрения энергоемкости – находится на уровне сегодняшней гидроэнергетики.

По прогнозу МИЭ к 2030 г. общее потребление чистого водорода и водорода в смеси в мире составит 156 млн т, что на 37 млн т превышает нынешний объем потребления этого продукта, который оценивается в 119 млн т.

Несмотря на мировые тенденции перехода на возобновляемый водород, большая доля технологий производства водорода в ближайшее время будет основываться на производстве ископаемого водорода с улавливанием углекислого газа. Этот факт находит подтверждение в действующих национальных водородных стратегиях.

Анализируя водородные стратегии, следует заключить, что начало масштабного производства чистого водорода в большинстве стран намечено на 2030-е годы. В переходный период, до 2050-х годов, политика стран по применению водорода в качестве энергоносителя, не направлена на единственное применение технологий «зеленого» производства водорода. По планам и перспективам большинство стран намерены реализовывать декарбонизацию промышленности

Таблица 1. Заявленные национальные цели по сокращению выбросов парниковых газов

Страна	Декларируемые сокращения выбросов парниковых газов
США	к 2025 г. сократить выбросы парниковых газов на 26–28% от уровня 2005 г.
Канада	к 2030 г. – на 30% от уровня 2005 г.
Германия	к 2030 г. – на 40–55% от уровня 1990 г., к 2050 г. – на 80–95%
Франция	к 2030 г. – на 40% от уровня 1990 г.
Норвегия	к 2030 г. – на 40% от уровня 1990 г.
Бразилия	к 2025 г. – на 40% от уровня 2005 г.
Мексика	к 2030 г. – на 22–36% от базовой линии
Китай	к 2030 г. сократить удельные выбросы парниковых газов на 1 долл. ВВП на 65% с выходом на пик по абсолютной величине выбросов не позднее 2030 г.
Австралия	к 2030 г. – на 26–28% от уровня 2005 г.

Источник: Центр энергетики СКОЛКОВО



Рис. 2. Три варианта прогноза развития объемов мирового рынка водородного топлива
Источник: данные Центра EnergyNet

Таблица 2. Основные характеристики мирового рынка водорода

	Единица измерения	2020	2025	2035	2050
Производство энергии	ЭксаДжоуль	589	620	661	674
Производство водорода	млн тонн	90	105	150	250
Доля энергетического водорода	%	1	5	25	50
Себестоимость взвешенная	долл./кг	1,22	1,55	2,05	2,37
Общая себестоимость	млрд долл.	1	8	77	296
Экспорт водорода из РФ	млн тонн	0	0,2	2-12	15-50
Доля экспорта РФ на мировом рынке водорода	%	0	4	5-32	12-40

Источник: данные МЭА

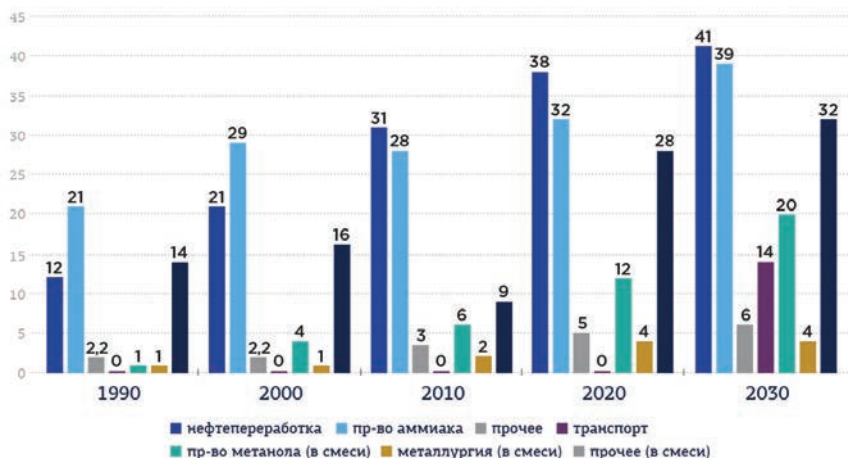


Рис. 3. Динамика потребления чистого водорода и водорода в смеси в мире по сегментам производства, млн тонн
Источник: МИЭ



Таблица 3. Выдержки из водородных стратегий некоторых стран мира

Страна	Название стратегии	Ориентиры
Япония	Базовая водородная стратегия 2017 г.	<ul style="list-style-type: none"> Технологическая демонстрация возможности хранения и транспортировки водорода из-за рубежа к 2022 г. Внедрение полномасштабного производства «зеленого» водорода в объеме 300 тыс. т примерно к 2030 г. Реализация полноценного внутреннего использования водорода, не содержащего двуокиси углерода, в объеме 3–5 млн т примерно к 2050 г.
ЕС	Развитие водородной стратегии для достижения цели климатически нейтральной Европы	<ul style="list-style-type: none"> Производство «зеленого» водорода к 2024 г. до 1 млн т в год. Производство «зеленого» водорода к 2030 г. до 10 млн т в год. Производство «зеленого» водорода с 2030 по 2050 гг. в системно значимых масштабах.
Германия	Национальная водородная стратегия 2020 г.	<ul style="list-style-type: none"> Производство «зеленого» водорода к 2030 г. до 152 тыс. т в год.
Франция	Национальная стратегия развития декарбонизации и водородной энергетики Франции	<ul style="list-style-type: none"> Производство низкоуглеродного водорода к 2030 г. около 197 тыс. т в год. Производство низкоуглеродного водорода к 2030 г. на 30% основывается на производстве с применением атомной энергии.
Россия	Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации	<ul style="list-style-type: none"> Запуск к 2024 г. пилотных проектов с применением технологии улавливания и использования углекислого газа, а также электролиза воды. Производство водорода на экспорт с объемами до 2 млн т в 2035 г., выход на серийное производство чистого водорода. Поставка 15 млн т водорода на экспорт к 2050 г. Переход на масштабное использование зеленого водорода, за счет удешевления технологии производства от ВИЭ.

в сочетании нескольких производственных процессов, в том числе используя технологии улавливания CO₂ или применяя атомную энергетику.

Кроме того, более 20 стран и объединений обнародовали свои стратегии, концепции и «дорожные карты» в сфере водородной энергетики. Условно их можно разделить на три группы:

- ориентированные на внутреннее производство и / или импорт водорода – страны Европейского союза (в частности, Германия), Япония, Республика Корея и другие;
- ориентированные на внутреннее производство и экспорт водорода – Россия, Австралия, Чили и другие;
- ориентированные на внутреннее производство и потребление водорода – Великобритания, Китай.

Нормативно-правовая база по развитию водородной экономики в России

Тренд на декарбонизацию, предложенный Парижским соглашением по климату (2015 г.), поддержан Россией, что свидетельствует о взвешенной позиции страны в обозначенном вопросе.

В настоящее время в России сформирован пакет нормативно-правовых актов и стратегических документов, нацеленных на активизацию производственных мощностей внутри страны и завоевание мирового рынка водородной энергетики.

Первые цели и задачи по развитию производства и потребления, экспорта водорода из России и вхождению РФ в число мировых лидеров в этой отрасли были зафиксированы в июне 2020 г. в Энергетической стратегии РФ. Согласно данной стратегии, водород, используемый сегодня в основном в химической и нефтехимической промышленности, в перспективе способен стать новым универсальным энергоносителем и сформировать «водородную экономику».

В октябре 2020 г. была утверждена «дорожная карта» развития водородной энергетики до 2024 г., в которой приводится комплекс мероприятий, направленных на успешную реализацию проектов в области водородной энергетики в России, поддержку НИОКР, а также на совершенствование нормативно-правового регулирования и соответствующих механизмов государственного стимулирования.

В августе 2021 г. Правительство утвердило Концепцию развития водородной энергетики. Совместно с «дорожной картой» эти два документа определяют цели и задачи развития новой индустрии на различных горизонтах планирования. В числе стратегических инициатив Концепции выделены:

- запуск пилотных проектов по производству низкоуглеродного водорода;
- создание консорциумов по производству оборудования и комплектующих;
- формирование инфраструктуры для хранения и транспортировки энергоносителя.



Рис. 4. Стратегические документы, стимулирующие развитие водородной экономики в России

Источник: АРВЭ

Помимо этого, отмечается необходимость создания водородных и промышленных кластеров, развитие возобновляемых и иных низкоуглеродных источников энергии для производства водорода.

Положения Концепции водородной энергетики России декларируют создание минимум четырех территориальных производственных водородных кластеров в целях именно комплексного развития водородной энергетики, включающего генерацию ВИЭ, электролиз, производство, хранение и транспортировку водорода:

1. Северо-Западный кластер с ориентацией на экспорт в страны Евросоюза;
2. Восточный кластер с ориентацией на экспорт в Азию и развитие водородных инфраструктур в сфере транспорта и энергетики;
3. Арктический кластер с ориентацией на создание низкоуглеродных систем энергоснабжения территорий Арктической зоны РФ и экспорт водорода;
4. Дополнительно может быть создан Южный кластер, который в качестве источника энергии и ресурсов будет базироваться на природном газе и ВИЭ.

Последние данные Минэнерго утверждают создание 5 кластеров, включающих реализацию производства водорода и аммиака:

- Сахалин (проект Росатома по транспортировке «голубого» водорода морем в Китай);
- Якутия (проект Северо-Восточного альянса по транспортировке «голубого» водорода в Китай по железной дороге);
- Ямал (проект НОВАТЭКа по экспорту «голубого» водорода морем в Германию);
- Восточная Сибирь (поставки H₂ «зеленого» водорода в Китай по железной дороге);
- Северо-Запад (проекты «зеленого» водорода Росатома, Роснано, Н2 Чистая энергетика).

Одним из важных документов, стимулирующих развитие водородной энергетики в России, является Стратегия социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. Реализация Стратегии предусматривает создание комплексов по производству низкоуглеродного водорода, создание экспортного сектора для выхода на международный рынок, наращивание доли водорода в экспортируемой продукции.

В первых числах декабря 2021 г. утверждена «дорожная карта» развития высокотехнологичной области «Развитие водородной энергетики и декарбонизация промышленности и транспорта на основе природного газа» с целью развития конкурентоспособных отечественных технологий производства «низкоуглеродного» водорода из природного газа, хранения, транспортировки и применения водорода, определения геологических структур, пригодных для закачки и хранения диоксида углерода, а также развития экономически и технически обоснованных технологий по улавливанию, хранению и использованию диоксида углерода и др.

Все вышеперечисленные документы нацелены на то, чтобы Россия стала ведущим игроком на мировом рынке водородной энергетики, что обусловило в настоящее время активное взаимодействие государственных органов власти и бизнеса в этом направлении. По инициативе и координации Роснано крупнейшие компании РФ сформировали Рабочую Группу по разработке комплексной национальной Программы развития отрасли водородной энергетики РФ. В состав рабочей группы вошли 26 крупнейших энергетических компаний РФ, представителей финансовых организаций и институтов развития. Сегодня в стадии доработки до конца 2022 г. комплексная программа развития отрасли низкоуглеродной водородной энергетики в Российской Федерации до 2035 г.

Направление развития водородных технологий по-прежнему является одним из самых приоритетных, несмотря на санкционное давление. В настоящее время корректируются целевые показатели программы в пользу увеличения доли отечественных технологий и сокращения экспортных планов.

Состояние водородной энергетики в России

В настоящее время водородными технологиями в России занимается несколько десятков компаний, в их числе Газпром, Росатом, Роснано, НОВАТЭК, Н2 Чистая Энергетика и др. Данные компании разрабатывают и инвестируют в разработки технологий производства, хранения и транспортировки водорода, утилизации CO₂, а также над использованием водорода в различных областях промышленности, в энергетике и транспорте.

Все планируемые к реализации проекты по производству водородной энергетики в России представлены в Атласе российских проектов по производству низкоуглеродного и безуглеродного водорода и аммиака, подготовленном Минпромторгом РФ. В данном атласе приведены 41 пилотный проект в 18 регионах России, реализация которых будет способствовать созданию полноценной водородной индустрии в России.

Одним из ключевых проектов по производству водородной энергетики следует считать формирование водородного кластера в Сахалинском регионе. Несколько крупнейших компаний, в том числе Росатом, Н2 Чистая Энергетика планируют к реализации организационный механизм по производству, экспорту в страны АТР и развитию внутреннего потребления водорода, прежде всего, зеленого. Территория Сахалина обладает избыточными ресурсами для запуска подобных проектов, в том числе, сырьевыми (природный газ, уголь) и энергетическими (развитая инфраструктура генерации с применением ВИЭ).

Планируется строительство завода по производству водорода из природного газа методом паровой конверсии метана, реализуется пилотный проект по использованию водорода на железнодорожном транспорте, в том числе, в перспективе создание железнодорожной ветки, по которой будут ходить только водородные поезда. Также власти региона рассматривают в качестве перспективного направления получение «зеленого» водорода и намерены до 2030 г. наладить его производство до 100 тыс. т/год. Росатом рассматривает Сахалин как ключевую площадку для крупнотоннажного производства водорода.

В Мурманской области планируется реализация 6 пилотных проектов по производству водорода, в частности, крупный пилотный проект по производству низкоуглеродного водорода на площадке Кольской АЭС.

В Архангельской области и на Камчатке прорабатываются вопросы производства «зеленого» водорода с использованием электроэнергии приливных электростанций. Так, в Архангельской области рассматривается Мезенская ПЭС мощностью до 12 ГВт с прогнозируемым объемом производства водорода до 500000 т/год к 2030 г. и до 1 млн т/год к 2033 г. Ключевыми участниками проекта выступают Агентство регионального развития Архангельской области и НордЭнергоГрупп. В Камчатском крае – Пенжинская ПЭС мощностью до 100 ГВт с производством водорода до 5 млн т/год к 2031 г. Ключевыми участниками проекта являются Н2 Чистая Энергетика и Корпорация развития Камчатского края.





Рис. 5. Атлас российских проектов по производству низкоуглеродного и безуглеродного водорода и аммиака
 Источник: Минпромторг РФ

Таблица 4. Российские проекты по производству водородной энергетики на Сахалине

Название проекта	Участники	Пуск производства	Прогнозный объем производства
Производство «голубого» водорода / аммиака методом паровой конверсии метана с улавливанием CO ₂	Росатом Air Liquide	В 2024 г.	В 2024 г. — 30 тыс. т в год
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии ВЭС	Росатом	В 2025 г.	В 2024 г. — 150 тыс. т в год
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии ВЭС	H2 Чистая Энергетика	В 2025 г.	В 2025 г. — 50 тыс. т в год
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии ВЭС	H4Energy H2Trasition Capital Eurasia Mining Сахалинская нефтяная компания	В 2024 г.	В 2024 г. — 16 тыс. т в год

Источник: по данным Минпромторга РФ

Таблица 5. Российские проекты по производству водородной энергетики в Мурманской области

Название проекта	Участники	Пуск производства	Прогнозный объем производства
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии Кольской ВЭС	Роснано; Enel	В 2024 г.	В 2024 г. — 12 тыс. т в год
Производство низкоуглеродного водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии Кольской АЭС	Росатом	В 2024 г.	В 2024 г. — 150 тыс. т в год
Производство «зеленого» водорода / аммиака методом электролиза воды с использованием электроэнергии ГЭС	H4Energy; H2Trasition Capital; Eurasia Mining	В 2024 г.	В 2024 г. — 17 тыс. т в год
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии ГЭС	H2 Чистая Энергетика; ТГК-1	В 2025 г.	В 2025 г. — 16 тыс. т в год
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии ВЭС	H2 Чистая Энергетика	В 2024 г.	В 2024 г. — 10 тыс. т в год
Производство «зеленого» водорода / аммиака методом электролиза воды с использованием электроэнергии ГЭС	Газпром энергохолдинг; ТГК-1	В 2024 г.	В 2024 г. — 2 тыс. т в год

Источник: по данным Минпромторга РФ

Переход на производство водорода и метано-водородной смеси рассматриваются в качестве вариантов низкоуглеродного развития Газпрома до 2050 г. Одним из направлений низкоуглеродного развития госкомпании может стать переход на производство и использование водорода и метано-водородных смесей для диверсификации и повышения эффективности использования природного газа, говорится в документе. Компания «Газпром энергохолдинг», которая является дочерней структурой Газпрома в электроэнергетике, планирует начать производство «зеленого» водорода в Мурманской области в 2024 г. При этом, прогнозный объем производства H₂ в 2024 г. составит 2 тыс. т, а в 2030 г. будет увеличен в 10 раз – до 20 тыс. т. Предполагается, что участниками проекта наряду с Газпром энергохолдингом станут ТГК-1 и другие партнеры.

Перспективы России в сфере водородной энергетики

Основной целью водородной энергетики в России следует считать развитие отечественных технологий в сфере водородной энергетики, а также обеспечение конкурентоспособности экономики страны в условиях глобального энергетического перехода.

Ключевыми направлениями использования водорода в перспективе следует считать:

- экспорт;
- декарбонизация промышленности;
- декарбонизация транспорта;
- декарбонизация сектора ЖКХ;
- робототехника.

Российская политика нацелена на производство, прежде всего:

- «Низкоуглеродного» водорода (паровая конверсия метана и газификация угля с CCUS, в т.ч. на базе АЭС, электролиз на базе АЭС, ГЭС).
- «Возобновляемого» водорода.

Ориентируясь на содержание Концепции развития водородной энергетики РФ и Программы развития низкоуглеродной водородной энергетики, существует четыре сценария развития водородной энергетики в России:

- «Развитие экспорта водорода» (базовый) – экспорт водорода 2,75–2,9 млн т к 2030 г.; 11,3–11,9 млн т – к 2050 г.
- «Ускоренное развитие экспорта водорода» – экспорт водорода 6,4 млн т к 2030 г., и 30 млн т к 2050 г.
- «Сценарий Минэнерго» – экспорт водорода и рост внутреннего потребления до 0,2 млн т к 2030 г., и 4 млн т к 2050 г. Производство 0,5–2 млн т водорода для транспорта и 1–4 млн т для заправок в 2030–2050 гг.
- «Интенсивное развитие внутреннего рынка водорода» – производство 0,6–1,2 млн т водорода для внутреннего потребления, а также 1,5–5,25 млн т для транспорта и 3–10,5 млн т для заправок.

Специалистами Центра EnergyNet представлен прогноз роста рынка систем накопления электроэнергии для экспортных поставок водородного топлива из России на основе создания крупнотоннажного электролизного производства водорода и систем его дальнейшей транспортировки.



Рис. 6. Прогноз роста российского рынка систем накопления электроэнергии в водородном цикле для экспортных поставок водородного топлива
Источник: данные Центра EnergyNet

Согласно прогнозам EnergyNet, в ближайшие годы рынок водородной энергетики в России будет активно развиваться и в 2025–2035 гг. может достичь объемов в 2,2–3,9 млрд долл. (объем мирового рынка в 2025 г. составит 26 млн. долл.). К 2030 г. Россия сможет производить уже 3,5 млн т водородного топлива.

Однако, в связи с началом военных действий на Украине Минэнерго ухудшило прогноз по экспорту водорода из РФ в своем проекте комплексной программы развития водородной энергетики до 2030 г. С началом СВО Россия потеряла крупнейших мировых импортеров «голубого» и «зеленого» водорода (Германия, Япония и Южная Корея). Рынок сбыта в итоге может сжаться только до Китая. Фактический же экспорт из РФ может снизиться с 2,2 млн до 1,4 млн т в год к 2030 г. На создание производства в РФ потребуется 21,1 млрд долл. инвестиций, экспортная выручка в настоящее время оценивается в 12,8 млрд долл.

Конкурентные преимущества России на мировом рынке водорода: существующие резервы производственных мощностей, близость к потенциальным потребителям (страны ЕС, КНР, Япония), наличие действующей инфраструктуры транспортировки природного и сжиженного природного газа.

Однако, по данным отечественных специалистов, развитию водородной энергетики препятствует ряд серьезных барьеров:

- высокие издержки производства «возобновляемого» и «низкоуглеродного» водорода;
- отсутствие оптимальных и доступных по цене технологий транспортировки и хранения водорода;
- отсутствие технологий по улавливанию и хранению углекислого газа в ряде стран, стремящихся стать значимыми производителями «низкоуглеродного» водорода;
- дефицит пресной воды в ряде стран, планирующих крупномасштабное производство водорода методом электролиза.

В частности, по данным Hydrogen Council за 2021 г. производство голубого и зеленого водорода сопровождается высоким уровнем издержек.



Таблица 6. Планируемые объемы импорта и экспорта водорода в ряде стран, млн тонн

Страна	2030	2035	2050
Планируемый объем импорта			
Германия	2,3 – 2,9	1,9 – 2,5	н/д
Япония	0,3	н/д	
Планируемый объем экспорта			
Австралия	0,5	н/д	6,75
Чили	0,6	н/д	18
Украина	1,6	н/д	н/д
Россия	2,75 – 2,9 (6,4)	н/д	11,3 – 11,9 (30)

Источник: данные ИПЕМ

Таблица 7. Сравнение России и ее потенциальных конкурентов по экспорту водорода

Показатель	Россия	Австралия	Чили	Норвегия	Сауд. Аравия	Оман	ОАЭ	Марокко	Тунис	Намибия	Мавритания
Тип водорода	н.-угл.	н.-угл.	возоб.	н.-угл.	н.-угл.	возоб.	н.-угл.	возоб.	возоб.	возоб.	возоб.
Степень географической близости, в т. ч. к рынкам:											
стран ЕС	высокая	низкая	низкая	высокая	средняя	средняя	средняя	высокая	высокая	низкая	средняя
Японии и Ю. Кореи	высокая	средняя	низкая	низкая	средняя	средняя	средняя	низкая	низкая	низкая	низкая
Соглашения на нац. уровне в сфере водорода, в т. ч.:											
с Германией	–	+	+	–	+	+	–	*	+	+	–
с Японией / Ю. Кореей	+/-	+ / +	-/-	-/-	+/-	-/-	+ / +	-/-	-/-	-/-	-/-
Действующие проекты по пр-ву «возоб.» водорода	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–
Действующие проекты по ССЗ	–	+	–	+	+	–	+	–	–	–	–
Установленные мощности ВИЭ (СЭС и ВЭС), ГВт	3,5	27,1	5,4	4,1	0,4	0,2	2,5	2,1	0,3	0,2	0,1
Уровень дефицита пресной воды	низкий - средний	высокий	высокий	низкий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	высокий	высокий	высокий	средний - высокий

Источник: данные ИПЕМ

Таблица 8. Издержки производства водорода в мире, долл. / кг H₂

Способ производства водорода	Издержки производства водорода, долл./кг H ₂		
	2020	2030	2050
Паровая конверсия метана (серый водород)	0,6 – 1,9	0,8 – 2,1	0,8 – 4,9
Паровая конверсия метана + CCUS (голубой водород)	1 – 2,2	1 – 2,1	1 – 2,6
Электролиз воды на базе ВИЭ (зеленый водород)	3,7 – 6,1	1,8 – 2,7	0,9 – 1,9

Источник: Hydrogen Council

В связи с наметившейся перспективой перехода к низкоуглеродной энергетике в XXI веке прогнозируется резкое увеличение спроса на водород, так как многие отрасли перейдут на новые способы производства высококачественной продукции с использованием водорода, будут востребованы экологически чистый транспорт и системы распределенного энергоснабжения, работающие на водородных топливных элементах.

Ключевая задача молодой водородной энергетики: в целях наметившейся декарбонизации мировой энергетической системы развернуть эффективное производство водорода в промышленных масштабах.

В случае организации крупного конкурентоспособного отечественного производства водорода для нашей страны откроются возможности выхода на мировой рынок водорода и сопутствующих продуктов с высокой добавочной стоимостью. Установленный курс на водородную энергетику может стать мощным стимулом для развития сектора возобновляемой энергетики в России.

Учитывая, что в перспективе до 2050 г. основной рост спроса на зарубежных рынках будет приходиться именно на «зеленый» водород, необходимо усиливать поддержку развития возобновляемой энергетики для реализации крупных проектов по производству и экспорту низкоуглеродного водорода на базе ВИЭ. Тогда это позволит ВИЭ быть более конкурентоспособными по сравнению с другими видами генерации.

delprof.ru