

**ВОДОРОДНАЯ
ЭНЕРГЕТИКА:**
ключевые направления развития,
пересмотр планов, инвестиции

H₂



CAUTION



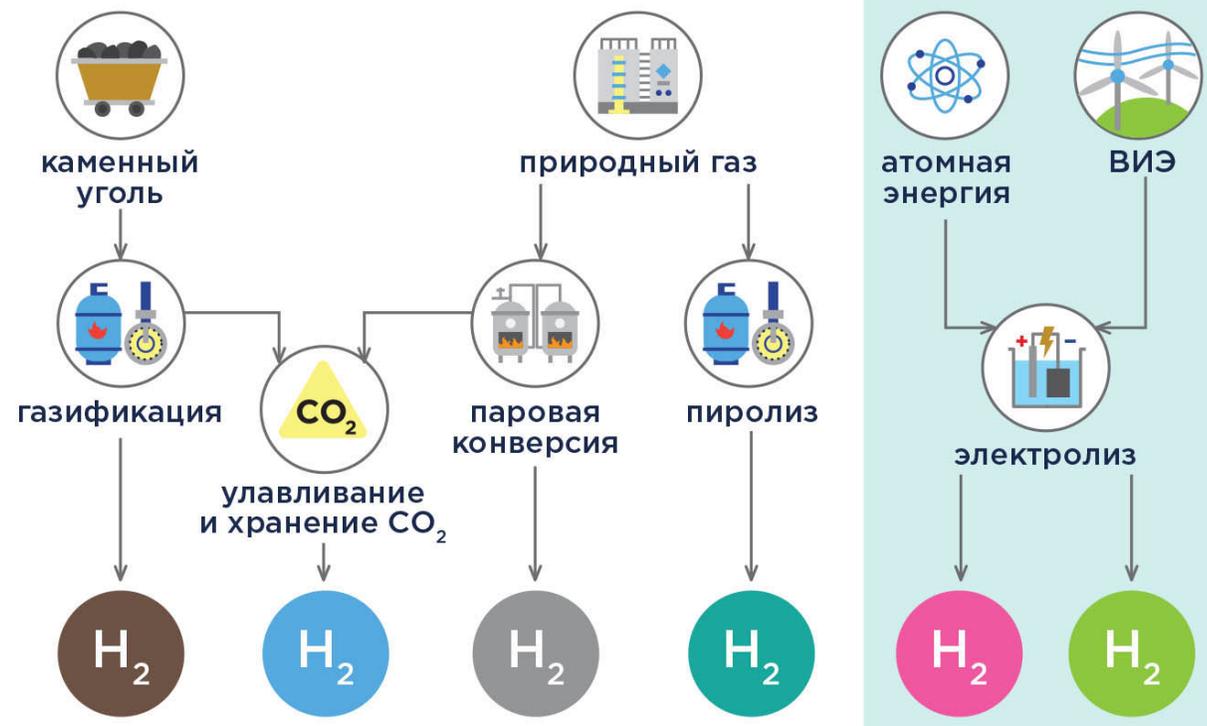
ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ключевые направления развития

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 году 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.

Рис.1. Способы получения водородного топлива



Источник: ACIL ALLEN Consulting, анализ ИЦ «Энерджинет»

- H₂** 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.
- H₂** Больше 20% водорода относится к **«коричневому»** или **«бурому»** типу. Его получают путем газификации угля. Этот метод также после себя оставляет парниковые газы.
- H₂** **«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.
- H₂** **«Розовый»** или **«красный»** водород производят при помощи атомной энергии.
- H₂** Для получения **«бирюзового»** водорода природный газ нагревают до 900 °С в вакууме. Побочным продуктом такого метода производства является твердый углерод, который можно использовать в промышленности и легко утилизировать.
- H₂** 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.

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 1900 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 2005 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

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.

Рис. 2. Три варианта прогноза развития объемов мирового рынка водородного топлива



Источник: данные Центра EnergyNet

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.**

Таблица 2 – Основные характеристики мирового рынка водорода

	Ед. измерения	2020	2025	2035	2050
Производство энергии	ЭксаДжоуль	589	620	661	674
Производство водорода	млн т	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 из РФ водорода	млн т	0	0,2	2-12	15-50
Доля экспорта РФ на мировом рынке водорода	%	0	4	5-32	12-40

Источник: данные МЭА

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 тонн** 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 году общее потребление чистого водорода и водорода в смеси в мире составит **156 млн тонн**, что на 37 млн тонн превышает нынешний объем потребления этого продукта, который оценивается в 119 млн тонн.

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



Источник: МИЭ

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 «зелёного» производства водорода. По планам и перспективам большинство стран намерены реализовывать декарбонизацию промышленности в сочетании нескольких производственных процессов, в том числе используя технологии улавливания CO₂ или применяя атомную энергетику.

Таблица 3 – Выдержки из водородных стратегий некоторых стран мира

Страна	Название стратегии	Ориентиры
Япония	Базовая водородная стратегия 2017 года	Технологическая демонстрация возможности хранения и транспортировки водорода из-за рубежа к 2022 году. Внедрение полномасштабного производства «зелёного» водорода в объёме 300 000 т примерно к 2020 году. Реализация полноценного внутреннего использования водорода, не содержащего двуокиси углерода, в объёме 3-5 млн. т примерно к 2050 году
ЕС	Building a hydrogen economy for a climate-neutral Europe	Производство «зелёного» водорода к 2030 году до 10 млн т в год; Производство «зелёного» водорода с 2030 по 2050 год в системно значимых масштабах
Германия	Национальная водородная стратегия 2020 года	Производство «зелёного» водорода к 2030 г. До 152 000 т в год
Франция	Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France	Производство низкоуглеродного водорода к 2030 году около 197 000 тонн в год; Производство низкоуглеродного водорода к 2030 году на 30% основывается на производстве с применением атомной энергии
Россия	Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации	Запуск к 2024 году пилотных проектов с применением технологии улавливания и использования углекислого газа, а также электролиза воды. Производство водорода на экспорт с объёмами до 2 млн. т в 2035, вывоз на серийное производство чистого водорода. Поставка 15 млн. т водорода на экспорт к 2050 году. Переход на масштабное использование зелёного водорода, за счёт удешевления технологии производства от ВИЭ

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), 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



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



Источник: АРВЭ

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 года 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 года была утверждена «дорожная карта» развития водородной энергетики до 2024 года, 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 года 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.



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.

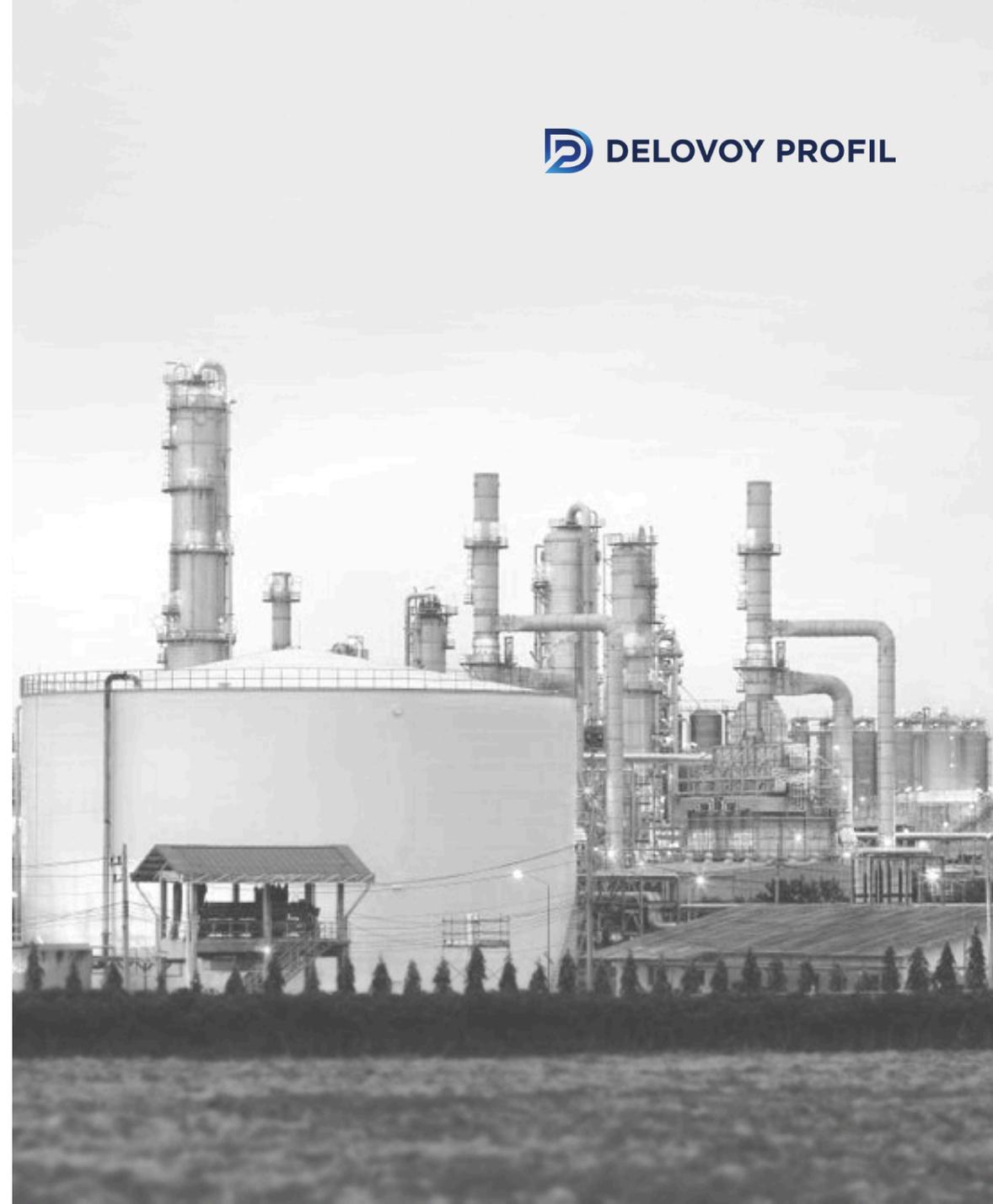
Последние данные Минэнерго утверждают создание **5 кластеров**, включающих реализацию производства водорода и аммиака:

- **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 Еп+ «зеленого» водорода в Китай по железной дороге).
- **Северо-Запад** (проекты «зеленого» водорода «Росатома», «Роснано», «H2 Чистая энергетика»).

В первых числах декабря 2021 года 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 года комплексная программа развития отрасли низкоуглеродной водородной энергетики в Российской Федерации до 2035 года.

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.

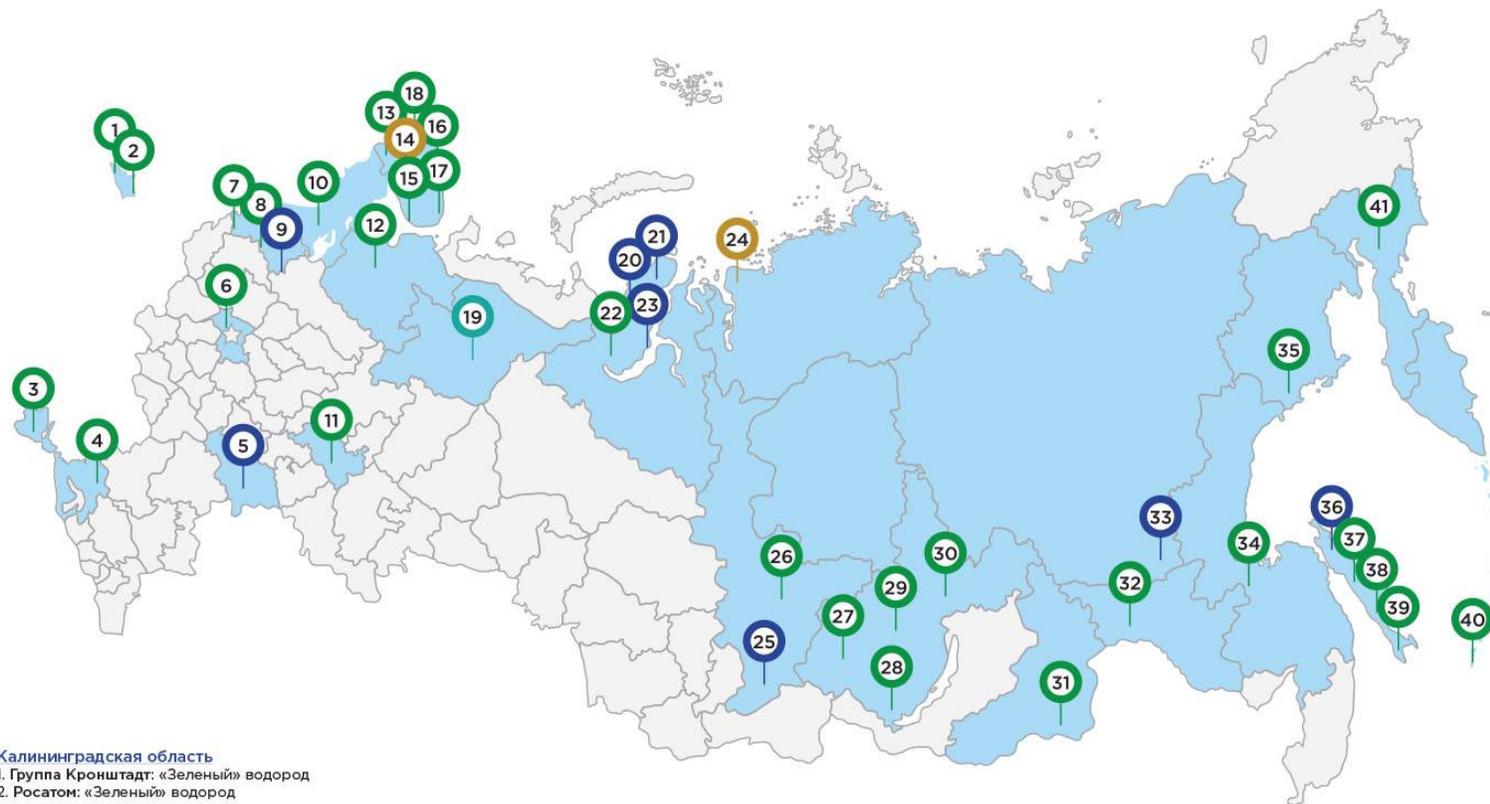


Состояние водородной энергетики в России

В настоящее время водородными технологиями в России занимается несколько десятков компаний, в их числе «Газпром», «Росатом», «РОСНАНО», НОВАТЭК, H2 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.

Рис.5. Атлас российских проектов по производству низкоуглеродного и безуглеродного водорода и аммиака



Калининградская область
 1. Группа Кронштадт: «Зеленый» водород
 2. Росатом: «Зеленый» водород

Республика Крым
 3. Н2: «Зеленый» водород

Краснодарский край
 4. Лукойл: «Зеленый» водород

Саратовская область
 5. СПК Горный: «Голубой» аммиак

Московская область
 6. НИЦ РКП: «Зеленый» водород

Ленинградская область
 7. Агентство экономического развития
 Ленинградской области: «Зеленый» водород.

8. Агентство экономического развития
 Ленинградской области: «Зеленый» водород

9. Агентство экономического развития
 Ленинградской области: «Голубой»
 водород/аммиак

Республика Карелия
 10. Ep+ Group: «Зеленый» водород/аммиак

Республика Татарстан
 11. Татэнерго: «Зеленый» водород

Архангельская область
 12. Агентство регионального развития
 Архангельской области: «Зеленый» водород

Мурманская область
 13. Роснано: «Зеленый» водород

14. Росатом: Низкоуглеродный водород

15. H4Energy: «Зеленый» водород/аммиак

16. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород,

17. Н2: «Зеленый» водород,
 18. Газпром энергохолдинг:
 «Зеленый» водород/аммиак

Республика Коми
 19. Коми Центр развития предпринимательства:
 «Бирюзовый» водород

Ямало-ненецкий автономный округ
 20. НОВАТЭК: «Голубой» водород/аммиак

21. Фонд Энергия: «Зеленый» водород

22. Фонд Энергия: «Зеленый» водород

23. Фонд Энергия: «Голубой» аммиак/водород

Красноярский край
 24. Северная Звезда: Низкоуглеродный водород

25. СУЭК: «Голубой» аммиак

26. Ep+ Group: «Зеленый» водород/аммиак

Иркутская область
 27. Ep+ Group: «Зеленый» водород/аммиак

28. Ep+ Group: «Зеленый» водород/аммиак

29. Ep+ Group: «Зеленый» водород/аммиак

30. Ep+ Group: «Зеленый» водород/аммиак

Забайкальский край
 31. Юнигрин Энерджи: «Зеленый» водород,

Амурская область
 32. Агентство Амурской области по
 привлечению инвестиций: «Зеленый» водород

Республика Саха (Якутия)
 33. СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ АЛЬЯНС:
 «Голубой» аммиак

Хабаровский край
 34. АФК Система: «Зеленый» водород

Магаданская область
 35. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

Сахалинская область
 36. Росатом: «Голубой» водород/аммиак

37. Росатом: «Зеленый» водород

38. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

39. H4Energy: «Зеленый» водород/аммиак

40. Н2: «Зеленый» водород

Камчатский край
 41. Н2 Чистая Энергетика: «Зеленый» водород

Источник: Минпромторг РФ

Одним из ключевых проектов по производству водородной энергетики следует считать формирование водородного кластера в Сахалинском регионе. Несколько крупнейших компаний, в том числе «Росатом», H2 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.



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 году	В 2024 году - 30 000 тонн в год
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии ВЭС	Росатом	В 2025 году	-
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии ВЭС	H2 Чистая Энергетика	В 2025 году	В 2025 году - 50 000 тонн в год
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии ВЭС	H4Energy H2Trasition Capital Eurasia Mining Сахалинская нефтяная компания	В 2024 году	В 2024 году - 16 000 тонн в год

Источник: по данным Минпромторга РФ

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

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 году	В 2024 году - 12 000 тонн в год
Производство низкоуглеродного водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии Кольской АЭС	Росатом	В 2024 году	В 2024 году - 150 000 тонн в год
Производство «зеленого» водорода / аммиака методом электролиза воды с использованием электроэнергии ГЭС	H4Energy; H2Trasition Capital; Eurasia Mining	В 2024 году	В 2024 году - 17 000 тонн в год
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии ГЭС	H2 Чистая Энергетика; ТГК-1	В 2025 году	В 2025 году - 16 000 тонн в год
Производство «зеленого» водорода методом электролиза воды с использованием электроэнергии ВЭС	H2 Чистая Энергетика	В 2024 году	В 2024 году - 10 000 тонн в год
Производство «зеленого» водорода / аммиака методом электролиза воды с использованием электроэнергии ГЭС	Газпром энергохолдинг; ТГК-1	В 2024 году	В 2024 году - 2 000 тонн в год

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 году** и до **1 млн т/год к 2033 году**. 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 году. Ключевыми участниками проекта являются Н2 Чистая Энергетика и Корпорация развития Камчатского края.

Переход на производство водорода и метано-водородной смеси рассматриваются в качестве вариантов низкоуглеродного развития «Газпрома» до 2050 года.

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 году. При этом, прогнозный объем производства H₂ в 2024 году составит 2 тыс. т, а в 2030 году будет увеличен в 10 раз - до 20 тыс. тонн. Предполагается, что участниками проекта наряду с «Газпром энергохолдингом» станет «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 АЭТС, 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

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. тонн** водородного топлива.





Таблица 6 - Планируемые объёмы импорта и экспорта водорода в ряде стран, млн т

СТРАНА	2030	2035	2050
Планируемый объём импорта			
Германия	2,3-2,9*	1,9-2,5*	н/д
Япония	0,3	н/д	5-10
Планируемый объём 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

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 года. 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 тонн** в год к 2030 году. На создание производства в РФ потребуется \$21,1 млрд инвестиций, экспортная выручка в настоящее время оценивается в \$12,8 млрд.

Таблица 7 - Сравнение России и её 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											
с Германией	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-
С Японией/ Ю. Кореей	+/-	+/+	-/-	-/-	+/-	-/-	+/+	-/-	-/-	-/-	-/-
Действующие проекты по производству «возоб». H2	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Действующие проекты по CCS	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-
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	средне-высокий



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 серьёзных 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 год производство голубого и зеленого водорода сопровождается высоким уровнем издержек.

Способ производства водорода	Издержки производства водорода, долл./кг H		
	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 (зелёный водород)	3,7 – 6,1	1,8 – 2,7	0,9 – 1,9

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 года 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.

Свяжитесь с нами

По вопросам проведения аналитических исследований



ОЛЕГ ПАХОМОВ

Руководитель
практики Управленческого консалтинга

☎ +7 (495) 740-16-01

✉ pakhomov@delprof.ru

🌐 www.delprof.ru

По вопросам подготовки экспертных комментариев и статей



АЛЕКСАНДРА ПАШКЕВИЧ

Ведущий маркетолог
Департамента маркетинга и PR

☎ +7 (495) 740-16-01 (доб. 1048)

✉ pashkevich@delprof.ru

🌐 www.delprof.ru

Представленные в документе мнения учитывают ситуацию на дату публикации материала и могут быть неактуальными на момент прочтения. Документ носит исключительно ознакомительный характер и не может служить основанием для вынесения профессионального суждения. Группа «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ» не несет ответственности за действия, совершенные на основе изложенной в документе информации. По всем конкретным вопросам следует обращаться к специалисту по соответствующему направлению.



☎ +7 (495) 740-16-01

🌐 delprof.ru

✉ info@delprof.ru