



ИПЕМ

Институт проблем
естественных монополий

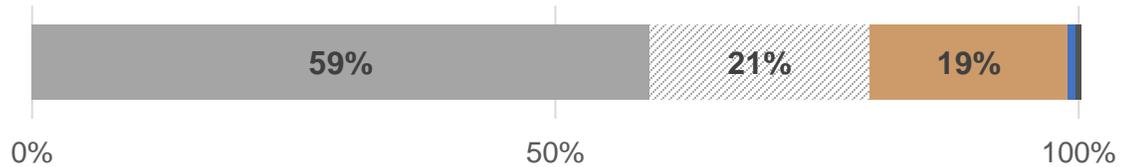
Водород: формирование рынка и перспективы России

Апрель 2022

Производство и потребление водорода в мире

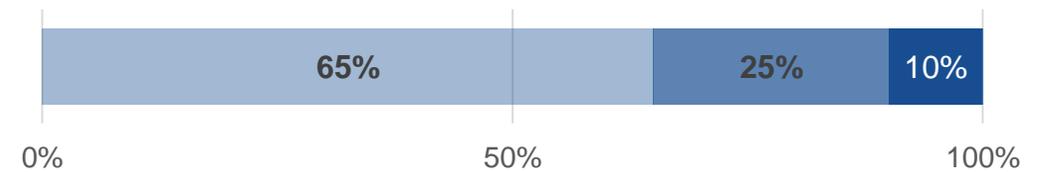


Структура производства водорода, %



- Паровая конверсия метана
- ▨ Производство в качестве побочного продукта
- Газификация угля
- Паровая конверсия метана + CCS (0,7%)
- Паровая конверсия лёгких нефтяных фракций (0,6%)
- Электролиз на базе ВИЭ (0,03%)

Структура применения водорода, %



- Производство аммиака
- Производство метанола
- Прямое восстановление железа
- Прочее (<1%)

Годовой объём производства:

- ~ **70 млн т** чистого водорода
- ~ **50 млн т** синтез-газа ($H_2 + CO$)

Годовой объём выбросов CO_2 :

- **830 млн т** (что эквивалентно совокупным выбросам CO_2 Великобритании и Индонезии)

Перспективные сферы потребления водорода и продуктов на его основе:

- Создание систем хранения и накопления электроэнергии
- Балансировка нагрузки энергосетей
- Декарбонизация транспорта
- Декарбонизация промышленности
- Декарбонизация коммунального хозяйства и жизнедеятельности человека в целом

Примечание: составлено по данным IEA 2019



Классификация водорода

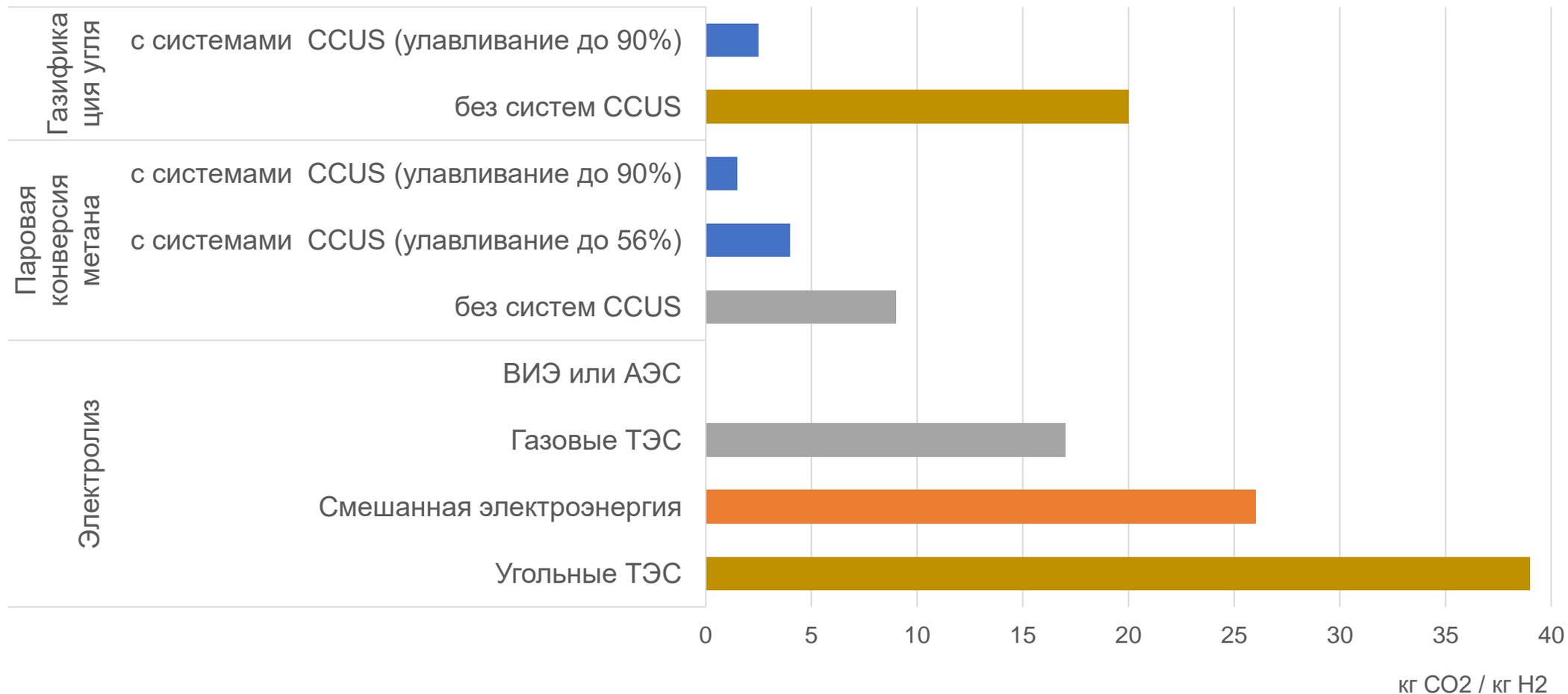


Примечания: составлено по данным журнала Энергетическая политика

* технология не предполагает прямые выбросы CO₂

** при условии, что выбросы ПГ за жизненный цикл производства существенно ниже, чем при паровой конверсии метана

Углеродоёмкость водорода по способам производства



Примечание: составлено по данным IEA 2019



Барьеры и препятствия на пути к развитию водородной энергетики



1. Высокие издержки производства «чистого» водорода

Издержки производства водорода в мире, долл. / кг H₂

Способ производства водорода (тип 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 (зелёный водород)	3,7 – 6,1	1,8 – 2,7	0,9 – 1,9

Примечание: составлено по данным Hydrogen Council 2021



2. Отсутствие дешёвых технологий транспортировки и хранения водорода

Хранение

- В **газообразном виде** – высокие потери, сложность обеспечения безопасности.
- В **сжиженном состоянии** (при температуре -253°C) – высокая энергоёмкость, высокие потери при сжижении.
- В **жидких носителях водорода** (аммиаке и метаноле) – высокие потери при конверсии и реконверсии.
- В **жидких органических носителях водорода** (liquid organic hydrogen carriers, LOHC) – высокие потери при конверсии и реконверсии.
- В **твёрдых носителях водорода** (например, металлогидридах) – отсутствие промышленных технологий.

Транспортировка

- через **подмешивание водорода** к природному газу в действующих газопроводах – проблема «водородного охрупчивания» (разрушение металла под воздействием водорода) и др. проблемы.
- через специальные **водородные трубопроводы**.
- **наземным или ж/д транспортом** в компримированном виде (в баллонах под давлением) или в сжиженном виде (в контейнерах-цистернах), в виде неорганических жидких носителей (аммиак, метанол).
- **морским транспортом** в сжиженном виде, в виде неорганических и органических жидких носителей.

Водородные стратегии стран мира



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

Потенциальные импортёры водорода



Европейский союз



Германия

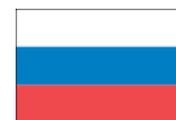


Япония



Республика Корея

Потенциальные экспортёры водорода



Россия



Австралия



Чили



Норвегия



Саудовская Аравия



ОАЭ



Оман



Марокко



Тунис



Мавритания



Намибия



Потенциальные импортёры водорода

Водородная стратегия ЕС принята в июле 2020 г.

ЦЕЛЬ ► **Выполнение плана по достижению углеродной нейтральности к 2050 г.**

Направления использования водорода:

- Создание систем хранения э/э, получаемой из ВИЭ
- Декарбонизация транспорта, производство ТЭ
- Декарбонизация промышленности (производство стали, удобрений)

Типы водорода:

- «Низкоуглеродный» (до 2030 г.)
- «Возобновляемый» (приоритет)

Международное сотрудничество:

- Международное партнёрство по водородной экономике (IPHE)
- Укрепление сотрудничества со странами «Восточного партнёрства» и «Южного партнёрства» (создание 40 ГВт электролизных мощностей)
- Развитие структурированного международного рынка водорода, валютные операции на котором осуществляются в евро

Необходимые инвестиции:

2020–2030 гг. – € 320–458 млрд*

2020–2050 гг. – € 180–470 млрд (создание производства)**

Примечания: составлено по данным European Commission 2021

** по данным Hydrogen Roadmap Europe 2019*

*** по данным European Commission (Hydrogen generation in Europe: Overview of costs and key benefits., 2020)*

Фазы развития водородной энергетики

I фаза (2020–2024 гг.)

- Установка электролизёров на базе ВИЭ – не менее 6 ГВт
- Производство «возобновляемого» водорода – не менее 1 млн т/год
- Производство крупных электролизёров (до 100 МВт)
- Строительство заправочных станций
- Модернизация предприятий системами CCUS
- Проектирование магистральной инфраструктуры
- Создание нормативно-правовой базы

II фаза (2025–2030 гг.)

- Установка электролизёров на ВИЭ – не менее 40 ГВт
- Производство «возобновляемого» водорода – не менее 10 млн т/год
- Создание сети заправочных станций и крупных хранилищ водорода
- Развитие международной торговли

III фаза (2030–2050 гг.)

- Полный переход на «возобновляемый» водород
- Декарбонизация авиации, морского транспорта, промышленных предприятий
- Доля водорода в энергобалансе ЕС – 13–14% (сейчас – менее 2%)

Примечание: составлено по данным European Commission 2021

Меры по стимулированию спроса и производства «возобновляемого» и «низкоуглеродного» водорода:

- Введение минимальных квот на использование «возобновляемого» водорода
- Разработка общего стандарта для продвижения электролизёров на основе сравнения с существующим бенчмарком ETS
- Разработка общеевропейских критериев для сертификации «возобновляемого» и «низкоуглеродного» водорода
- Разработка пилотной схемы для программы углеродных контрактов на разницу цен (CCfD)
- Введение схемы прямой рыночной поддержки производства «возобновляемого» и «низкоуглеродного» водорода через тендеры на конкурсной основе
- **Предложение по включению водорода в СВМ**

Перспективы направления исследований:

- Разработка электролизёров большой мощности (в несколько ГВт, для начала – в 100 МВт)
- Разработка новых технологических решений (производство водорода из морских водорослей, прямое расщепление воды с помощью солнечной энергии, пиролиз метана с получением технического углерода в виде побочного продукта)
- Разработка инфраструктурных решений для транспортировки, хранения и распределения водорода в больших объёмах
- Разработка предложений по вариантам конечного использования (в крупных масштабах) и соответствующих стандартов безопасности

Содействовать демонстрации инновационных технологий планируется путём объявления конкурсов в рамках **Инновационного фонда ETS (€10 млрд с 2020 по 2030 гг.)**

Примечание: составлено по данным European Commission 2021



Критика водородной стратегии ЕС от аналитиков Центра европейской политики (Германия)

- Государственные субсидии в проекты по инвестициям в развитие водородных технологий должны быть отменены
- Необходимо избегать дискриминации «низкоуглеродного» («голубого») водорода в пользу «возобновляемого»
- Лучшие альтернативы для обеспечения конкурентоспособности «чистого» водорода: кредитование проектов по производству водорода в качестве альтернативного топлива или целевые квоты

Примечание: составлено по данным Центра европейской политики 2021

Германия

Водородная стратегия Германии принята в июне 2020 г.



ЦЕЛЬ ► **Выполнение плана по достижению углеродной нейтральности к 2045 г.**

Направления использования водорода:

- Декарбонизация промышленности
- Декарбонизация транспорта
- Теплоснабжение зданий

Типы водорода:

- «Низкоуглеродный» (кратко- и среднесрочная перспективы)
- «Возобновляемый» (приоритет)

Объём инвестиций: 2016–2026 гг. – € 12,5 млрд

Потребности в импорте:

2030 г. – 2,3–2,9 млн т

2035-2040 гг. – 1,9–2,5 млн т

Строительство электролизных мощностей:

- **2030 г. – 5 ГВт**
- **2035–2040 гг. – ещё 5 ГВт** (при необходимости)

Возможные варианты транспортировки:

- Действующие ГТС
- Водородные трубопроводы
- В сжиженном виде
- В форме аммиака и метанола
- В форме ЛОНС

Международное сотрудничество:

- Страны ЕС
- Прочие страны, в том числе развивающиеся (страны Африки)

Примечание: составлено по данным Федерального министерства экономики и защиты климата Германии 2021



Япония

Водородная стратегия Японии принята в декабре 2017 г.

ЦЕЛИ ► **Выполнение плана по достижению углеродной нейтральности к 2050 г.**
Построение «водородного общества»

Направления использования водорода:

- Декарбонизация транспорта, производство ТЭ
- Декарбонизация энергетики
- Теплоснабжение зданий

Типы водорода:

- «Низкоуглеродный» (до 2030 г.)
- «Чистый» (после 2030 г., в том числе получаемый конверсией метана с CCS)

Объём инвестиций: 2020-2030 гг. – € 16,6 млрд

(в том числе € 1,2 млрд выделено в 2020–2021 гг.)

Потребности в импорте:

2030 г. – 0,3 млн т

2050 г. – 5–10 млн т

Варианты транспортировки:

- В сжиженном виде на танкерах (есть пилот)
- В форме аммиака (есть поставки из ОАЭ)
- В форме LOHC (есть поставки из Брунея)

Развитие технологий:

- Производство H_2 на АЭС с ВТГР
- Высокотемпературный электролиз водяного пара
- Искусственный фотосинтез
- Новое поколение топливных элементов
- Один из лидеров по производству водородных а / м

Международное сотрудничество:

- Страны Ближнего Востока
- Австралия
- Россия и пр.

Примечание: составлено по данным Министерства экономики, торговли и промышленности Японии 2017, 2019, 2021

Республика Корея



«Дорожная карта» развития водородной экономики Южной Кореи принята в 2019 г.

ЦЕЛИ ► **Выполнение плана по достижению углеродной нейтральности к 2050 г.**
Построение «водородного общества»

Направления использования водорода:

- Декарбонизация транспорта, производство ТЭ
- Декарбонизация энергетики

Типы водорода:

- «Низкоуглеродный»
- «Возобновляемый»

Потребности в водороде (транспорт и ТЭ):

2018 г. – 0,13 млн т / год

2022 г. – 0,47 млн т / год

2040 г. – 5,26 млн т / год

Варианты транспортировки:

- Действующие водородные трубопроводы (200 км)
- Действующий парк трейлеров для перевозки сжатого H₂
- Развитие инфраструктуры для импорта H₂ (план)

Развитие технологий:

- Один из лидеров по производству водородных а / м
- Электростанция на водородных топливных ячейках (введена в ноябре 2021 г.)
- Разработка турбины, работающей на H₂
- Разработка мощного локомотива (2,7 МВт), работающего на жидком водороде

Международное сотрудничество:

- Страны Ближнего Востока
- Австралия
- Россия

Примечание: составлено по данным Министерства торговли, промышленности и энергетики Республики Корея 2019



Потенциальные экспортёры водорода



Австралия

Водородная стратегия Австралии принята в 2019 г.

ЦЕЛИ ► **Выполнение плана по достижению углеродной нейтральности к 2050 г.**
Становление крупным мировым поставщиком водорода

Направления использования водорода:

- Экспорт
- Декарбонизация транспорта
- Декарбонизация промышленности

Типы водорода:

- «Чистый» («возобновляемый» и «низкоуглеродный»)

Планы по производству и экспорту:

2030 г. – 1 млн т / год (0,5 млн т на экспорт)

2050 г. – 9 млн т / год (6,75 млн т на экспорт)

Международное сотрудничество:

- Страны Восточной Азии
- Страны ЕС (Германия)

Преимущества:

- Высокие установленные мощности ВИЭ
- Действующие проекты по производству «возобновляемого» водорода
- Действующие проекты CCUS
- Активное международное сотрудничество

Недостатки:

- Дефицит пресной воды, потребность в дополнительных мощностях ВИЭ для опреснения
- Длинное плечо перевозок

Примечание: составлено по данным COAG Energy Council Hydrogen Working Group 2019



Чили

Водородная стратегия Чили принята в ноябре 2020 г.

ЦЕЛИ ► **Выполнение плана по достижению углеродной нейтральности к 2050 г.**
Становление крупным мировым поставщиком водорода

Направления использования водорода:

- Экспорт
- Внутренний рынок

Тип водорода:

- «Возобновляемый»

Планы по производству и экспорту:

2025 г. – 1 млн т / год (0,5 млн т на экспорт)

2035 г. – 16 млн т / год (11 млн т на экспорт)

2050 г. – 33 млн т / год (24 млн т на экспорт)

Международное сотрудничество:

- Китай, Япония, Республика Корея
- Страны ЕС
- США и страны Латинской Америки

Преимущества:

- Достаточно высокие установленные мощности ВИЭ
- Очень высокий уровень инсоляции
- Действующие проекты по производству «возобновляемого» водорода
- Ориентация на производство исключительно «возобновляемого» водорода

Недостатки:

- Дефицит пресной воды, потребность в дополнительных мощностях ВИЭ для опреснения
- Длинное плечо перевозок в страны ЕС и Азии

Примечание: составлено по данным Министерства энергетики Чили 2020

Прочие страны



Норвегия

- Водородная стратегия принята в июне 2020 г.
- Не планирует экспорт в Европу в крупных масштабах
- Рассматривает вариант создания мощностей по производству водорода в странах ЕС из норвежского природного газа с транспортировкой CO₂ обратно в Норвегию
- Намерена способствовать равной конкуренции «возобновляемого» и «низкоуглеродного» водорода на энергетическом рынке ЕС



Саудовская Аравия



ОАЭ



Оман

- Амбициозные проекты по производству водорода и аммиака
- Близость к рынкам Европы и Азии
- Активное международное сотрудничество
- Основное препятствие – острый дефицит водных ресурсов



Марокко



Тунис

- Близость к рынкам Европы
- Высокий уровень инсоляции
- Основные препятствия – острый дефицит водных ресурсов, зависимость от финансирования со стороны стран ЕС



Мавритания



Намибия

Развивать производство и экспорт водорода планируют также Новая Зеландия, Уругвай, Малайзия, Бруней и др. страны



Страны, планирующие самообеспечение водородом



Великобритания

Водородная стратегия Великобритании принята в августе 2021 г.

ЦЕЛЬ ► **Выполнение плана по достижению углеродной нейтральности к 2050 г.**

Направления использования водорода:

- Декарбонизация промышленности
- Декарбонизация транспорта
- **Теплоснабжение зданий**

Типы водорода:

- «Низкоуглеродный» (CCUS)
- «Возобновляемый»

Планируемые инвестиции: £1,8 млрд (~€ 2,1 млрд)

Критика:

- Доклад ARUP (2021) об опасности применения H₂ в быту
- Открытое письмо Б. Джонсону от группы учёных с просьбой отказаться от применения H₂ в быту и транспорте

Примечание: составлено по данным Правительства Великобритании 2021, ARUP, СМН

ИПЕМ

I фаза (2022–2024 гг.)

- Решение по поводу создания первого кластера CCUS
- Разработка стандарта по «низкоуглеродному» водороду
- Пилотный проект по теплоснабжению зданий

II фаза (2025–2027 гг.)

- Создание мощностей по производству «низкоуглеродного» водорода (1 ГВт)
- Создание 2 кластеров CCUS
- Пилотный проект по переводу сельского поселения на водородное отопление

III фаза (2028–2030 гг.)

- Создание мощностей по производству «низкоуглеродного» водорода (5 ГВт)
- Создание 4 кластеров CCUS
- Пилотный проект по созданию «водородного города»
- Строительство морских ВЭС (40 ГВт)

IV фаза (после 2030 г.)

- Увеличение мощностей по производству водорода и количества способов (АЭС)

План развития водородной энергетики Китая утверждён в марте 2022 г.

ЦЕЛЬ ► **Выполнение плана по достижению углеродной нейтральности к 2060 г.**

Направления использования водорода:

- Декарбонизация промышленности
- Декарбонизация транспорта
- Декарбонизация энергетики

Типы водорода:

- «Низкоуглеродный»
- «Возобновляемый»

Планы к 2025 г.:

- производство «чистого» водорода – 0,1–0,2 млн т/год
- автомобили на водородном топливе – 50 тыс. шт.

Задачи на период 2021–2035 гг.:

- Создание централизованной инновационной платформы для продвижения исследований и разработки прорывных технологий
- Строительство водородной энергетической инфраструктуры
- Работа по расширению направлений использования водорода
- Разработка и улучшение законодательства в водородной сфере



Российская Федерация

Российская Федерация



Концепция развития водородной энергетики РФ принята в августе 2021 г.

Программа развития низкоуглеродной водородной энергетики разработана в декабре 2021 г.

- ЦЕЛИ** ►
- Развитие отечественных технологий в сфере водородной энергетики
 - Обеспечение конкурентоспособности экономики страны в условиях глобального энергетического перехода

Направления использования водорода:

- Экспорт
- Декарбонизация промышленности
- Декарбонизация транспорта
- Декарбонизация сектора ЖКХ
- Робототехника

Типы водорода:

- «Низкоуглеродный» (паровая конверсия метана и газификация угля с CCUS, в т.ч. на базе АЭТС, электролиз на базе АЭС, ГЭС)
- «Возобновляемый»

Необходимые инвестиции: \$ 26 млрд

Четыре сценария развития:

- «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

Примечание: составлено по данным Правительства РФ 2021, СМИ

Проекты РФ в сфере развития водородной энергетики



Атлас российских проектов по производству низкоуглеродного и безуглеродного водорода и аммиака от Минпромторга

Октябрь 2021 г. – 33 проекта

Ноябрь 2021 г. – 41 проект

В число приоритетных (по версии Минэнерго России) вошли 10 проектов, расположенных в:

- ЯНАО (ПАО «НОВАТЭК», Фонд «Энергия»)
- Мурманской области (ГК «РОСАТОМ», H4Energy)
- Восточной Сибири (ООО «НПО «Северо-Восточный альянс», Агентство Амурской области по привлечению инвестиций)
- Сахалинской области (ГК «РОСАТОМ», H4Energy)

Оценка объёмов производства водорода на базе атласа Минпромторга (только водородные проекты)

2030 г. – 1,5 млн т (в том числе **0,5 млн т** на базе Мезенской ПЭС)

2050 г. – 7,4 млн т (в том числе **6,4 млн т** на базе Мезенской, Пенжинской и Тугурской ПЭС)

Проекты по производству аммиака (в основном – в ЯНАО)

2030 г. – 13,4 млн т (~ 2,4 млн т водорода)

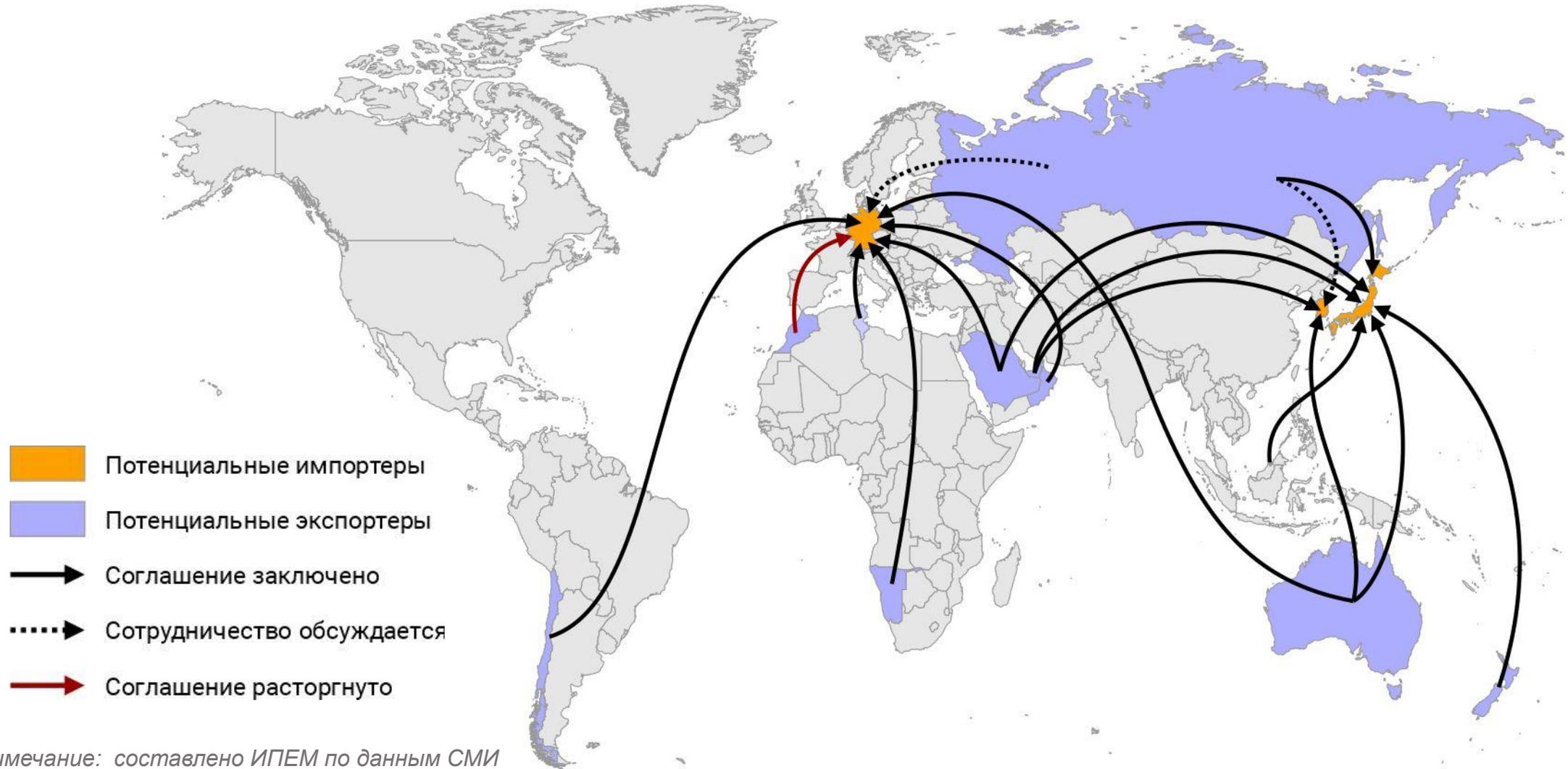
Все проекты находятся на раннем этапе реализации

Примечание: составлено по данным Минпромторга РФ 2021, СМИ



Международное сотрудничество

Международное сотрудничество



Примечание: составлено ИПЕМ по данным СМИ



Перспективы России в сфере водородной энергетики

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, в т. ч.:											
с Германией	-	+	+	-	+	+	-	-*	+	+	-
с Японией / Ю. Кореей	+ / -	+ / +	- / -	- / -	+ / -	- / -	+ / +	- / -	- / -	- / -	- / -
Действующие проекты по пр-ву «возоб.» водорода	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
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	средний – высокий

Примечание: составлено ИПЕМ по данным водородных стратегий стран мира, Global CCS Institute, IRENA, Rystad Energy и др. источников



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

Страна	2030	2035	2050
<i>Планируемый объём импорта</i>			
Германия	2,3–2,9*	1,9–2,5*	н / д
Япония	0,3	н / д	5–10
<i>Планируемый объём экспорта</i>			
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)

Примечания: составлено ИПЕМ по данным водородных стратегий и «дорожных карт» стран;

* оценка ИПЕМ по данным водородных стратегий и «дорожных карт» стран;
для России в скобках указаны оптимистические планы по экспорту



Ключевые выводы

Ключевые выводы



- Масштабное применение водорода в различных сферах хозяйственной деятельности – принципиально новое направление, перспективы которого до сих пор остаются неопределёнными. При этом объём инвестиций, который необходимо затратить на развитие водородной энергетики, весьма высок – только для Евросоюза он оценивается в 320-458 млрд евро в период с 2020 по 2030 гг., и без государственной поддержки в обозримой перспективе «водородное будущее» не может быть построено.
- Тема водорода очень неоднозначна и порождает активную борьбу лоббистов водородной энергетики и её критиков. В первую очередь критика касается возможного применения водорода для теплоснабжения жилых помещений и в автомобильном транспорте из соображений безопасности и эффективности. В то же время использование водорода для декарбонизации промышленности (при выплавке стали, производстве цемента и удобрений), в энергетике, а также в качестве альтернативного топлива для крупнотоннажного грузового транспорта признаётся вполне целесообразным многими экспертами.
- 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.



Ключевые выводы (продолжение)

- Развитие водородной энергетики должно сопровождаться тщательными исследованиями в области экологии и климатологии, т.к. негативные эффекты от значительных утечек водорода в атмосферу могут превысить положительный эффект в части сокращения выбросов парниковых газов.
- О желании занять свои ниши на зарождающемся рынке водорода заявило достаточно большое количество стран с различным потенциалом в этой сфере. В связи с этим России перед выходом на рынок целесообразно провести тщательный анализ всех возможных конкурентов и разработать оптимальную стратегию в части позиционирования на глобальном рынке водорода.
- Целевые показатели по экспорту водорода, заложенные в российской концепции развития водородной энергетики и программе развития низкоуглеродной водородной энергетики, достаточно амбициозны с учётом отсутствия многих технологий и компетенций (например, в части улавливания и хранения CO₂).
- В свете сложной геополитической ситуации России следует ориентироваться в первую очередь на расширение объёмов и направлений внутреннего потребления водорода. Для сохранения конкурентного преимущества необходимо разрабатывать и развивать водородные технологии, направлять инвестиции в НИР, НИОКР и создание пилотных установок.
- В рамках расширения возможностей по реализации экспортного потенциала России необходимо ускорить принятие решений по сотрудничеству в сфере водородной экономики, в особенности со странами Восточной Азии (поскольку они уже начали пилотные поставки водорода из других стран).