



РГУ нефти и газа  
имени И.М. Губкина

Центр энергетических исследований ИМЭМО РАН им. Е.М. Примакова  
Факультет международного энергетического бизнеса  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

# ВОДОРОДНЫЕ СТРАТЕГИИ КРУПНЕЙШИХ ЧАСТНЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ

**Копытин И.А.**  
руководитель ЦЭИ ИМЭМО, к.э.н.  
**Попадько А.М.**  
м.н.с. ЦЭИ ИМЭМО

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**«Ускорение мирового энергетического перехода:**  
**основные направления и риски»**  
Москва, ИМЭМО РАН  
23 декабря 2021 г.

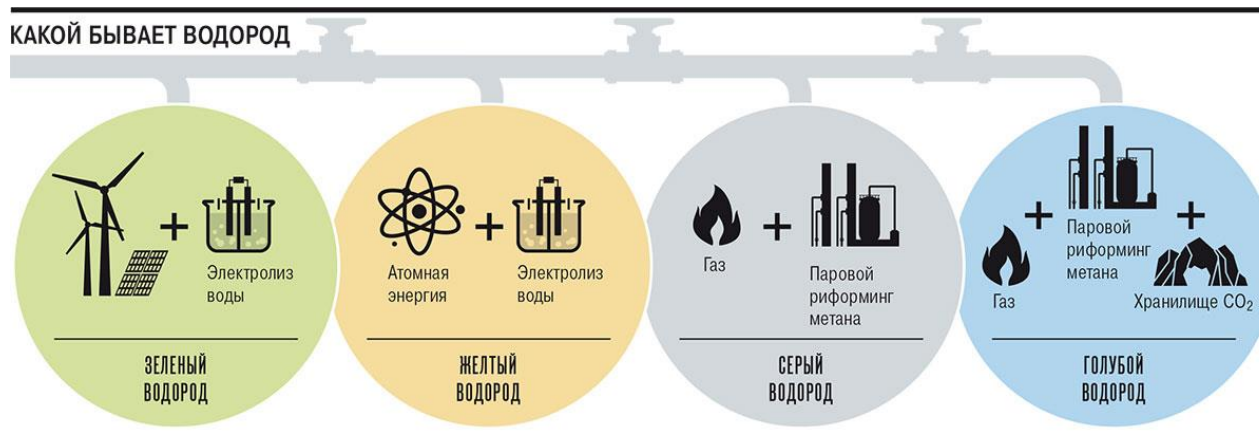
## Оптимистичный взгляд на стратегии развития водорода

- ✓ Согласно оценкам Водородного совета (Hydrogen Council) в оптимистическом сценарии к 2050 г. водород обеспечит 15% мирового спроса на первичную энергию
- ✓ На начало 2021 г. долгосрочные стратегии развития водорода разной степени детализации обнародовали 18 стран, на которые приходится 70% мирового ВВП
- ✓ Водород является одним из ключевых элементов дорожной карты ЕС по достижению нулевых чистых выбросов парниковых газов к 2050 г., в частности до 2030 г. намечено построить электролизеры совокупной мощностью 40 МВт для производства зеленого водорода



# Водород в энергетике

- ✓ На VII Водородной конференции в 1988 г. были определены основные направления развития водородной энергетики
- ✓ После резкого скачка цен на конвенциональные ископаемые топлива в 2000-е и начала активного продвижения НВИЭ вновь возник интерес к водородному топливу
- ✓ Важной вехой стало Парижское соглашение по климату 2015 г., которое предопределило окончательный переход к низкоуглеродной энергетике





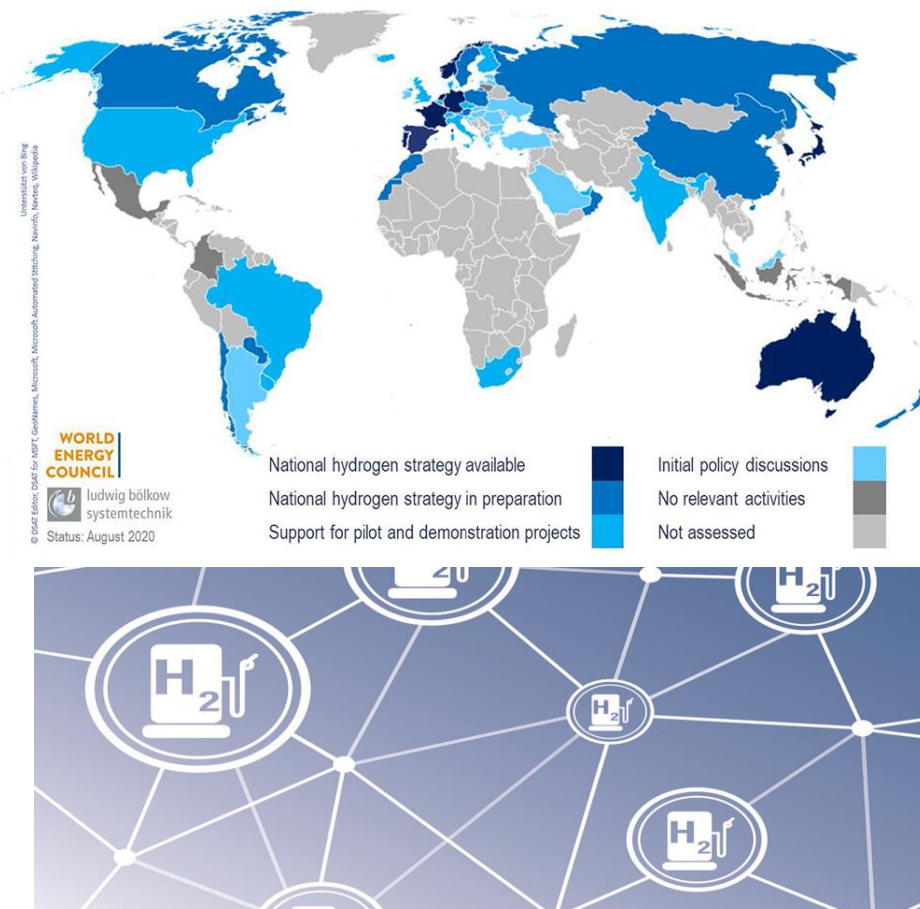
# Водород в мировой экономике

- ✓ 70 млн тонн водорода используется как промышленное сырье в нефтепереработке для очистки нефти и нефтепродуктов и химической промышленности при производстве аммиака.
- ✓ В составе смеси других газов еще 45 млн тонн водорода используется в сталелитейной промышленности и при производстве метанола.
- ✓ Использование водорода как энергоносителя находится в зачаточном состоянии.
- ✓ Гипотетически самые значительные экономические выгоды и бизнес-возможности для компаний могло бы принести расширение использования водорода на транспорте. Однако при том, что число автомобилей на топливных элементах в мире в 2019 г. составило всего 23,35 тысячи, продвижение водорода в качестве субститута нефтяных моторных топлив на транспорте следует ожидать не ранее 2040 года.
- ✓ Последние расчеты S&P Global подтвердили, что критическим фактором, который определит скорость развития энергетического водорода, является наличие государственной поддержки



# Текущие проблемы продвижения водородной энергетики

- ✓ Отсутствие достаточных мощностей для синтеза водорода
- ✓ Спорная целесообразность синтеза из НВИЭ
- ✓ Вопрос с достаточностью пресной воды в многих регионах мира
- ✓ Высокая стоимость генерации из конвенциональных источников + неотработанность технологии CCS
- ✓ Целесообразность создания дополнительных мощностей по производству водорода в связи со скромным ростом спроса на существующем рынке





Издержки производства серого, голубого и зеленого водорода, долл. за 1 кг  
(данные на октябрь 2020 г.)

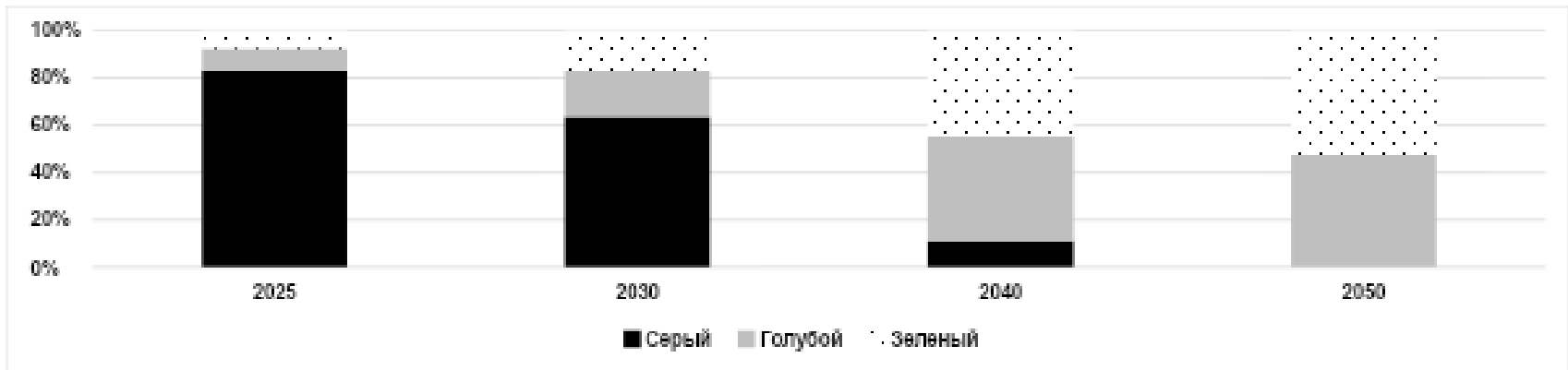
	Нидерланды	США	Япония
Серый водород	1.7	1.25 – 2	2.7
Голубой водород	1.9		
Зеленый водород (электролиз с протонной обменной мембраной (PEM))	4.3	2.8 – 4.3	5.3

- ✓ Дорожная карта ЕС по достижению нулевых чистых выбросов парниковых газов к 2050 г. нацеливает на расширение производства и использования именно зеленого водорода
- ✓ По оценкам S&P Global Ratings для того, чтобы составить конкуренцию ископаемым видам топлива издержки производства зеленого водорода должны к 2030 г. снизиться более чем на 50% до 2 – 2.5 долл. за кг. Это может быть достигнуто за счет трех факторов: во-первых, снижения издержек производства зеленой электроэнергии; во-вторых, снижения стоимости производства электролизеров; в-третьих, повышения коэффициента загрузки оборудования на всех стадиях производственного процесса. Добавим к этому четвертый фактор, который может оказаться решающим – введение Евросоюзом механизма Carbon Border Adjustment.

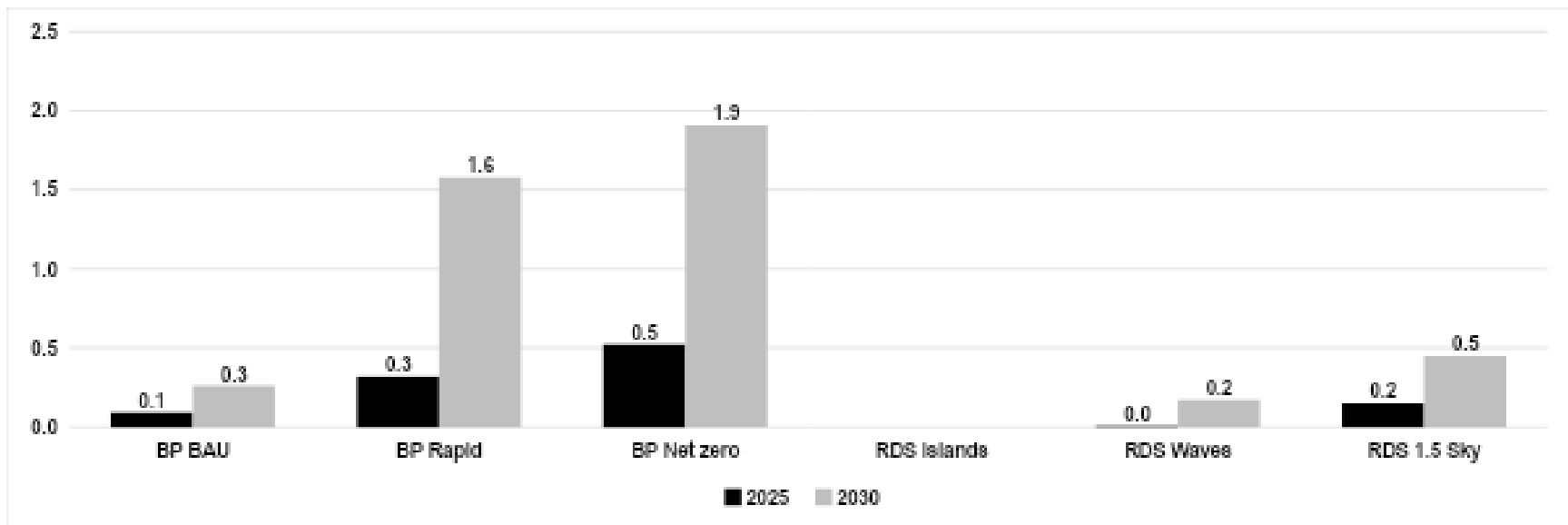


# Водородные стратегии европейских ВИНК

**BP: прогноз производства энергетического водорода по типам – сценарий нулевые выбросы CO<sub>2</sub> к 2050 г., доля в структуре совокупного производства водорода, %**



**Сценарные прогнозы на энергетический водород RDS и BP, эксаджоули**





# Водородные стратегии BP



Дата	Цель	Страна	Тип
2018	Первый в мире нефтеперерабатывающим заводом, использующим наряду с серым зеленый водород в процессе получения нефтепродуктов.	Германия, г. Линген, НПЗ BP	Зеленый и серый водород
2020	Производство 22 тыс. баррелей биоэнергии в день в настоящее время		
2022	Окончательное инвестиционное решение по проекту ввода новых мощностей генерации зеленого водорода, в зависимости от того, сможет ли компания получить финансовую поддержку ЕС.	Германия, г. Линген, НПЗ BP	Зеленый водород
2024	В кооперации с германскими компаниями запланировала ввести в эксплуатацию на электролизер мощностью 50 МВт, который позволит довести долю зеленого водорода в совокупном потреблении водорода до 20%. В более отдаленном будущем BP рассчитывает полностью перевести НПЗ Линген на зеленый водород, а также начать продавать его конечным потребителям.	Германия, г. Линген, НПЗ BP	Зеленый водород
2024-2027	Строительство завода по производству голубого водорода. Окончательное инвестиционное решение по проекту должно быть принято в начале 2024 г., а производство водорода начато в 2027 г. Проект планируется реализовать в несколько этапов. К 2027 г. производственные мощности завода составят 500 МВт.	Великобритания, Англия, г. Тиссайд	Голубой водород
2030	Увеличить мощность завода до 1 ГВт, что составит 20% от плана правительства Великобритании по производству 5 ГВт водорода к этому году. Углекислый газ, образующийся в процессе получения водорода, будет улавливаться и отправляться на хранение в объеме до 2 млн т углекислого газа в год. Проект завода по производству водорода интегрирован со строительством двух хранилищ углекислого газа в том же регионе, операторами которых будет BP. Компания и власти ожидают, что реализация комплекса этих проектов окажет значительное влияние на процесс декарбонизации и снизит издержки по энергетической трансформации британской промышленности.	Великобритания, Англия, г. Тиссайд	Голубой водород
2030	Выйти на производства 10% чистого зеленого водорода в мире --Производство более 100 тыс. баррелей биоэнергии в день. Планируется десятикратно увеличить инвестиции компании водородный сектор до примерно 5 млрд. долл. в год	США, Великобритания, континентальной Европе, Австралии и Китае	Зеленый водород
к 2050	Стратегия компании по достижению климатической нейтральности		





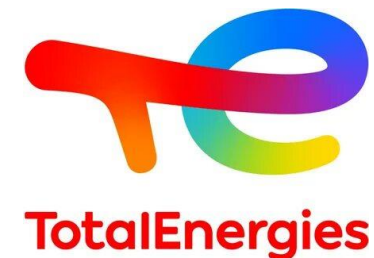
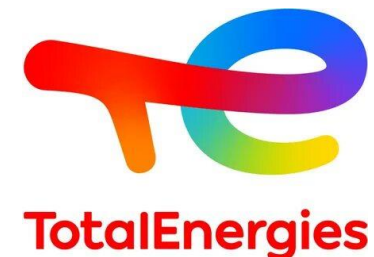
# Водородная стратегия компании RoyalDutchShell



Дата	Фаза	Проекты зеленого водорода
2020	Этап 0 Оценка рынка водорода, представление пилотных проектов, согласование проектов финансирования в рамках зеленых проектов ЕС, формирование стратегии. Запуск тестовых проектов.	Проект сети водородных заправочных станций в Германии (100 станций). Водородные заправочные станции в Калифорнии (США). Демо-проект транспортировки жидкого водорода в Японии.
2021	Этап 1 Собственное использование, удовлетворение потребностей в водороде в рамках существующих проектов, формирование генерирующих мощностей.	Проект производства зеленого водорода из НВИЭ в Германии (мощность 10 МВт с возможностью расширения до 100 МВт). Проект зеленой генерации водорода в Роттердаме (200 МВт).
?	Этап 2 Обеспечение хабов. Обслуживание покупателей в локальных хабах, создание коридоров поставок водорода и формирование рынка транспорта водорода.	Электролизёры в Китае (20 МВт). Электролизеры в Германии (100 МВт). Еще 50 станций в Калифорнии. Проект по транспорту водорода. Проект H-Vision (Нидерланды). H2Accelerate - Phase 1 в Европе.
?	Этап 3 Создание кластеров. Выход на межрегиональный и международный уровень поставок. Совершенствование инфраструктуры.	NorthH2 (4-10 ГВт). H2Accelerate - Phase 2 в Европе.
2035	Этап 4 Формирование рынка водорода. Расширение сети трубопроводов для поставок водорода, массовое внедрение водородных технологий в транспорте.	Обеспечение водородом авиационного сектора и сектора морских перевозок.

## Водородные планы Total более скромные:

- ✓ предусмотрены только пилотные проекты в сфере водорода
- ✓ Total концентрируется на исследовательских разработках в производстве голубого и зеленого водорода с использованием углеродно-нейтральных процессов на основе природного газа с улавливанием и хранением углерода с целью декарбонизации отраслей промышленности
- ✓ Total и Engie подписали соглашение о сотрудничестве по проектированию, разработке, строительству и эксплуатации проекта Masshyilia, крупнейшего во Франции производства возобновляемого водорода. Электролизер мощностью 40 МВт будет обеспечиваться энергией, поступающей от солнечной электростанции мощностью более 100 МВт. В рамках первой фазы проекта электролизер намечено производить 1,8 тыс. тонн зеленого водорода, который затем будет использоваться для производства биотоплива в проекте Total La Mède. Это позволит предотвратить выбросы CO<sub>2</sub> в объеме 15 тыс. тонн год. Партнеры просчитывают варианты увеличения производства зеленого водорода в рамках второй фазы до 5,5 тыс. тонн в год





# Водородные проекты крупнейших европейских энергокомпаний: электроэнергетика

Год	Компания	Описание проекта	Тип водорода
2020-2021	EON и промышленный конгломерат Thyssenkrupp	Партнерство по производству экологически чистого водорода, используя избыточную электроэнергию из ВИЭ. В рамках партнерства планируется, что виртуальная электростанция EON будет дистанционно управлять электролизерами.	Тип водорода
2021-2022	EON и DVGW	Задача проекта достигнуть более высокого насыщения водородом природного газа - до 20%, так в регионе Флеминг компания планирует добавлять до 20 процентов водорода в природный газ с конца 2021 года.	Зеленый водород
2020-2023	EON	Уникальный проект дочерней компании EON в Хольцвикеде, Германия, где существующий газопровод общественного газоснабжения переоснащается для транспортировки чистого водорода.	Зеленый водород
2024	EDF	Строительство электролизера мощностью 30 МВт (одного из крупнейших в Европе) в Хеммингштедте, на территории федеральной земли Шлезвиг-Гольштейн. Изучаются варианты расширения проекта и достижения мощности в 700 МВт, целью которого будет декарбонизация цементных заводов региона	Зеленый водород
2023-2025	EDF и еще 12 партнеров	Европейский проект H2SHIPS при бюджете в 6,4 миллиона евро, направлен на разработку технических решений и создание соответствующей нормативно-правовой и экономической базы для энергетического перехода в области речного и морского транспорта	Зеленый и Голубой водород
2023	RWE Generation, Nowega, OGE, Gascade, BP, BASF, Stadtwerke Lingen, Hydrogenious Technologies и другие.	Партнеры проекта GET H2 Nukleus планируют реализовать первые 135 километров общегерманской водородной инфраструктуры от Лингена до Гезельнкирхена. Ключевыми элементами являются строительство электролизной установки мощностью 100 МВт, которая преобразует возобновляемую электроэнергию в зеленый водород, транспортировка зеленого водорода по существующим перепрофилированным трубопроводам природного газа и использование на нефтеперерабатывающих заводах, а затем и в других секторах.	Зеленый водород
2020 - ?	RWE, Shell и Equinor, оператор газовой сети Gasunie и морские порты Гронингена	RWE усиливает команду, стоящую за одним из самых амбициозных водородных проектов Европы-NorthH2.	Зеленый водород

## Выводы

- ✓ Для европейских ВИНК развитие проектов чистого водорода является органичной политикой, так как крупнейшим конечным потребителем водорода является и останется в обозримом будущем нефтепереработка. Неудивительно, что ряд водородных проектов электроэнергетических компаний также нацелен на обслуживание спроса со стороны нефтеперерабатывающих заводов.
- ✓ Для европейских энергетических компаний, большинство из которых являются публичными, развитие низкоуглеродной водородной энергетики позволяет поддерживать ответственных экологических игроков, что крайне важно для поддержания капитализации компаний и привлечения инвестиций. Тем более, что глобальное инвестиционное сообщество во все большей степени руководствуется экологическими императивами.
- ✓ В настоящее время высокие издержки производства зеленого водорода позволяют компаниям развивать водородные проекты, только опираясь на прямую и косвенную поддержку государства.
- ✓ Водородная энергетика в Европе развивается по алгоритму, апробированному ранее в секторе возобновляемой зеленой энергетики. Драйвером водородных проектов стала не межтопливная ценовая конкуренция, а политический выбор Евросоюза в пользу зеленой экономики и декарбонизации.

