

Разработка стратегии развития водородной энергетики России и направления взаимодействия с ЕС в сфере декарбонизации

Андрей А. Конопляник, д.э.н., профессор

Советник Генерального директора, ООО «Газпром экспорт»,

Соруководитель Рабочей группы 2 «Внутренние рынки» Консультативного совета Россия-ЕС по газу,

Член Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике

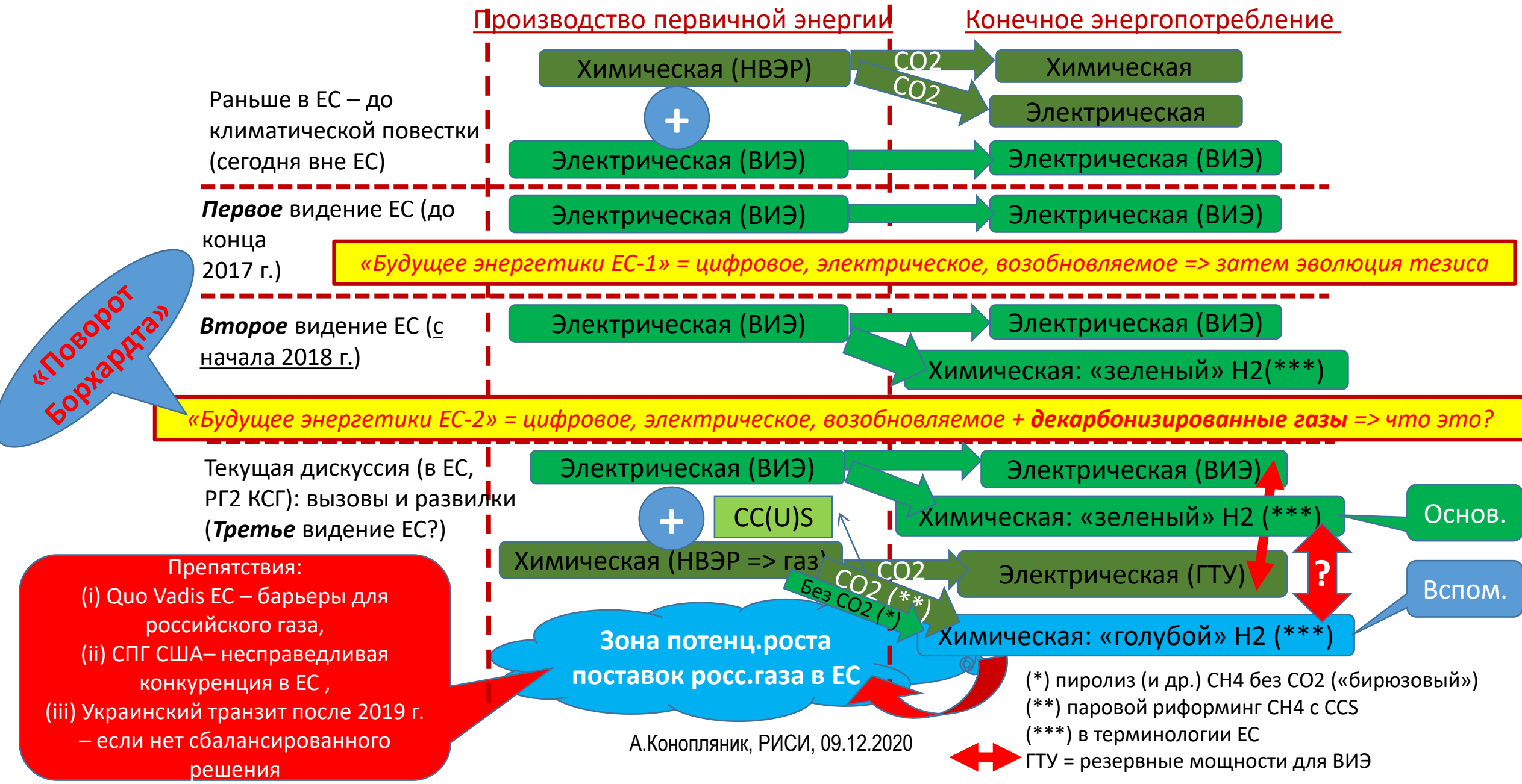
Выступление на круглом столе « «Европейский зеленый курс» в контексте российских интересов», РИСИ, Москва, 09.12.2020, онлайн

Заявление об ограничении ответственности: Взгляды, изложенные в настоящей презентации, не обязательно отражают (могут/должны отражать) и/или совпадают (могут/должны совпадать) с официальной позицией Группы Газпром (вкл. ОАО Газпром и/или ООО Газпром экспорт), ее/их акционеров и/или ее/их аффилированных лиц, **отражают личную точку зрения автора настоящей презентации и являются его персональной ответственностью.**

План доклада

- 1) «Европейский зелёный курс» ЕС: роль газовой отрасли => почему водород?
- 2) Основные водородные технологии и понятийный аппарат
- 3) Приоритеты для ЕС и развилка для России
- 4) Разработка водородной стратегии России: что в пакете документов?
- 5) Водородные стратегии России, ЕС, ФРГ - сопоставление
- 6) Международное сотрудничество с ЕС в водородной энергетике: как мост строить будем?

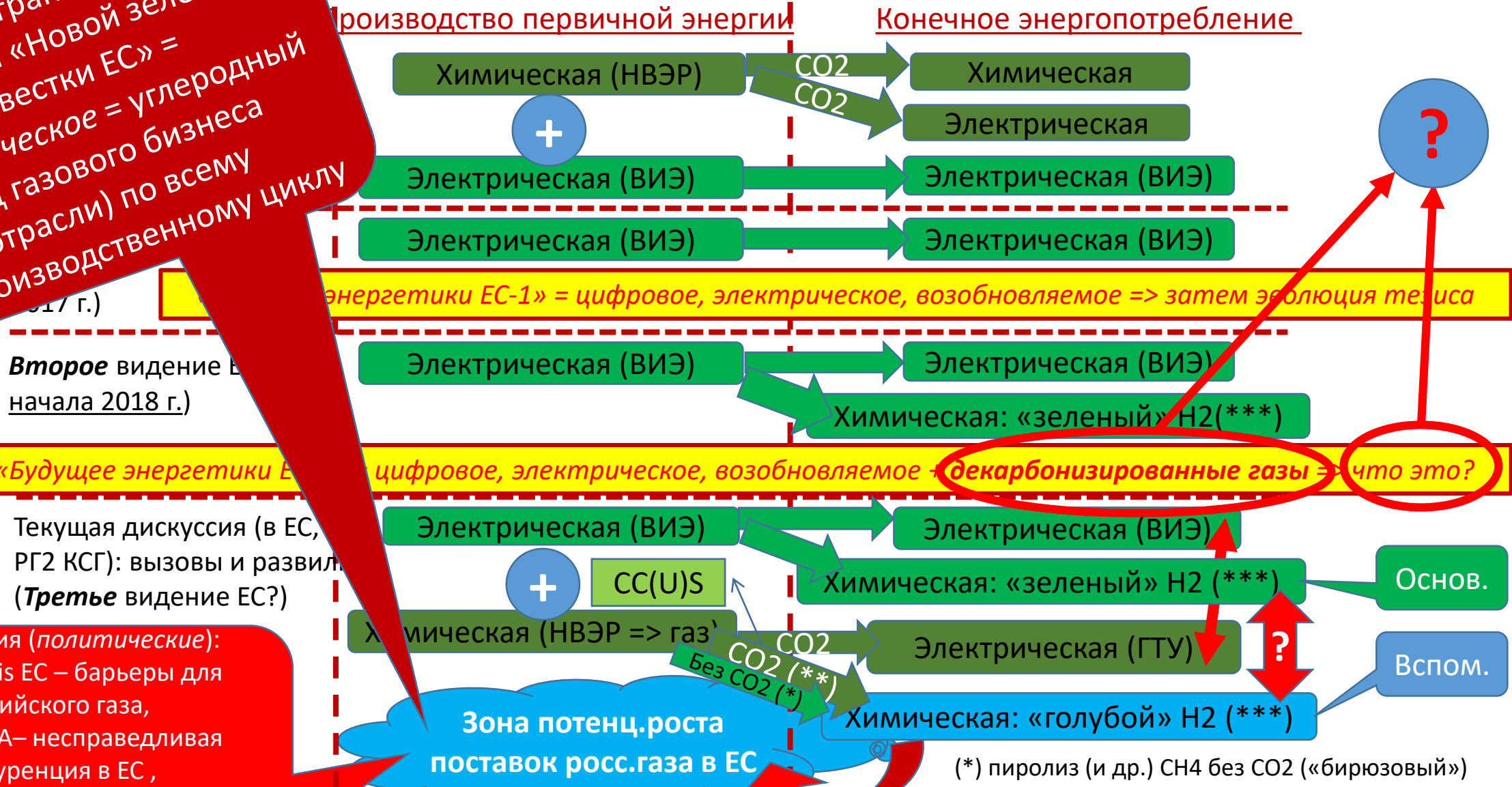
Эволюция политики ЕС по декарбонизации (вызовы и развилки, искривления и перегибы) и задачи российской стороны по ее адаптации, в т.ч. в рамках РГ2 КСГ (1/3)



Эволюция ЕС по декарбонизации (вызовы и развилки, искривления и перегибы) / Европейской стороны по ее адаптации, в т.ч. в рамках РГ2 КСГ (3/3)

Основное ограничение после принятия «Новой зеленой повестки ЕС» = климатическое = углеродный след газового бизнеса (отрасли) по всему воспроизводственному циклу

«Поворот Борхардта»



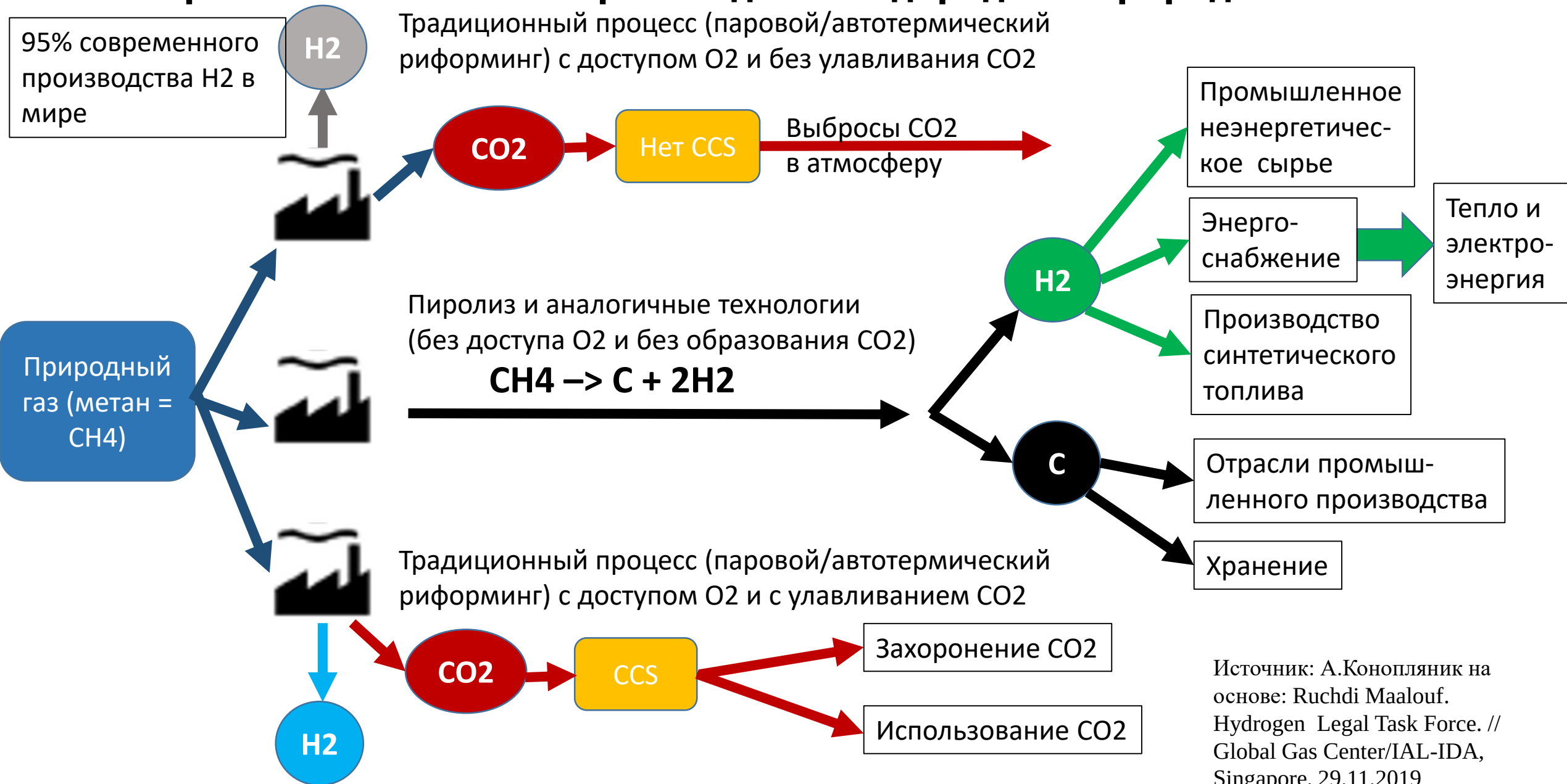
Препятствия (политические):
 (i) Quo Vadis ЕС – барьеры для российского газа,
 (ii) СПГ США – несправедливая конкуренция в ЕС,
 (iii) Украинский транзит после 2019 г. – если нет сбалансированного решения

(*) пиролиз (и др.) CH₄ без CO₂ («бирюзовый»)
 (**) паровой риформинг CH₄ с CCS
 (***) в терминологии ЕС
 ГТУ = резервные мощности для ВИЭ

План доклада

- 1) «Европейский зелёный курс» ЕС: роль газовой отрасли => почему водород?
- 2) Основные водородные технологии и понятийный аппарат**
- 3) Приоритеты для ЕС и развилка для России
- 4) Разработка водородной стратегии России: что в пакете документов?
- 5) Водородные стратегии России, ЕС, ФРГ - сопоставление
- 6) Международное сотрудничество с ЕС в водородной энергетике: как мост строить будем?

Три основных схемы производства водорода из природного газа



Источник: А.Конопляник на основе: Ruchdi Maalouf. Hydrogen Legal Task Force. // Global Gas Center/IAL-IDA, Singapore, 29.11.2019

Основные технологии по производству H₂

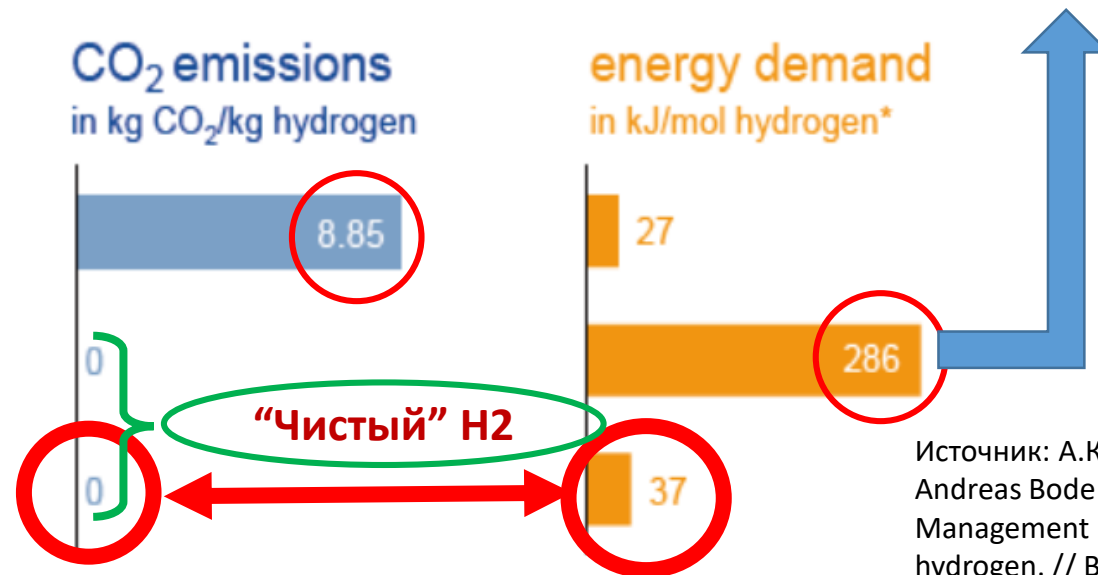
- **Электролиз воды** (ЕС: «возобновляемый» («зеленый») H₂ = единственный «чистый» H₂ для ЕС), но:
 - Не является «зеленым»/«чистым», если эл.энергия из сети для пр-ва H₂
 - В случае использования эл.энергии ВИЭ для пр-ва H₂:
 - Если использовать только «избыточную» эл.энергию ВИЭ (на что основной расчет – по нулевой или отрицательной цене): такие проекты пр-ва H₂ будут плохо или нефинансируемы (прерывистое формирование доходной части => резкое ухудшение окупаемости инвестиций в проекты)
 - Если непрерывные поставки эл.энергии ВИЭ: такое возможно только с использованием резервных мощностей (угольные и/или газовые ТЭС) => выбросы CO₂ => такой H₂ не будет «зеленым»/«чистым»
 - Выбросы CO₂ в добывающих, перерабатывающих и обрабатывающих отраслях по производству энергетического оборудования (вверх по отраслям технологического цикла), + материалоемкость производства оборудования для ВИЭ многократно выше, чем для топливных отраслей электроэнергетики => *чистого H₂ не может быть по определению (где считать выбросы...)*
 - Д.Йергин (25.09.2020): «New supply chains for net-zero carbon requires carbon! They require diesel to operate shuttle in mining...»
- **Паровой риформинг метана (ПРМ)** (ЕС: единственный «голубой» H₂ - из природного газа)
 - Т.к. ПРМ - с доступом O₂ => выбросы CO₂ => необходим CCS, но:
 - CCS – это не «хранение» (storage), но «захоронение» (sequestration) =>
 - не является началом нового инвестиционного цикла (не является окупаемыми инвестициями/не генерирует доход), но лишь существенный доп.элемент в затратной смете проектов пр-ва H₂ методом ПРМ
- **Пиролиз метана** (и иные технологии пр-ва H₂ без доступа O₂ => без выбросов CO₂ => нет потребности в CCS)
 - Практически не упоминались в публичном пространстве ЕС до недавней поры
 - Введены в активное публичное пространство РФ-ЕС в презентации Газпрома (О.Аксютин) на заседании РГ2 КСГ в СПб 10.07.2018
 - **Пиролиз = взаимовыгодный экономический приоритет для РФ и ЕС !!!**

При прочих равных условиях, пиролиз метана (и иные сходные технологии) имеют конкурентное преимущество против: (1) электролиза как ключевого и (2) парового риформинга с CC(U)S как временного/вспомогательного направления производства водорода в ЕС

CC(U)S необходим!!! => дополнительные вмененные затраты (CAPEX + OPEX) => + 20-30% и более (ЕС: до 100%) => дополнительный элемент затратной сметы => ухудшение финансируемости

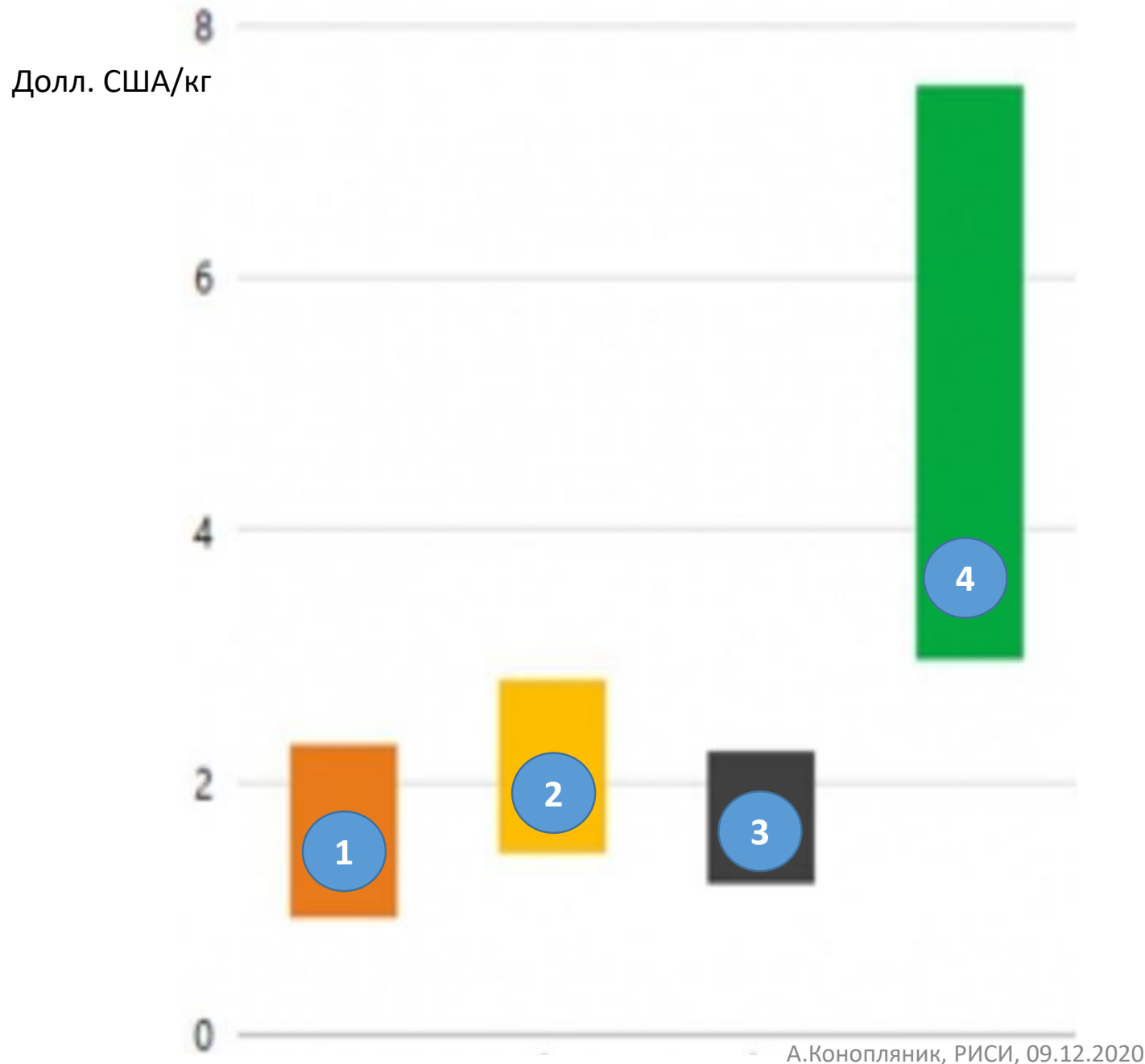
Дополнительн. произв. энергетич. мощности => решение проблемы высокой стоимостной энергоемкости = использование «избыточной» электроэнергии ВИЭ по нулевой и/или отрицательной цене => но это ведет к рваному характеру и удлинению сроков окупаемости инвестиций => ухудшение финансируемости

Steam reforming of natural gas	$\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_2 + \text{CO}_2$
Water electrolysis	$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
Methane pyrolysis	$\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}$



Источник: А.Конопляник на основе: Dr. Andreas Bode (Program leader Carbon Management R&D). New process for clean hydrogen. // BASF Research Press Conference on January 10, 2019 / (<https://www.basf.com/global/en/media/events/2019/basf-research-press-conference.html>)

(1) Нет необходимости в CC(U)S !!! => экономия затрат (CAPEX + OPEX)
(2) Маркетинг твердого углерода = дополнительный элемент доходной сметы => запуск новых инвестиционных циклов на основе «С»
(3) В случае хранения не обладает негативным эффектом CO₂ для окружающей среды
=> улучшение финансируемости



Затраты на производство водорода, по данным МЭА за 2018 г.

Легенда:

- (1) Из природного газа
 - (2) Из природного газа с применением технологий улавливания, утилизации и хранения углерода
 - (3) Из угля
 - (4) На основе ВИЭ
- (1) – (3) – паровой риформинг
(4) – электролиз

Источник: Jose M Bermudez. IEA: The Future of Hydrogen // IEA Webinar “The Swiss Army knife of the Circular Carbon Economy: hydrogen has the potential to Reduce, Reuse, Recycle and Remove carbon emissions”, 3 June 2020

https://www.iaee.org/en/webinars/rewind/webinar_kapsarc.aspx

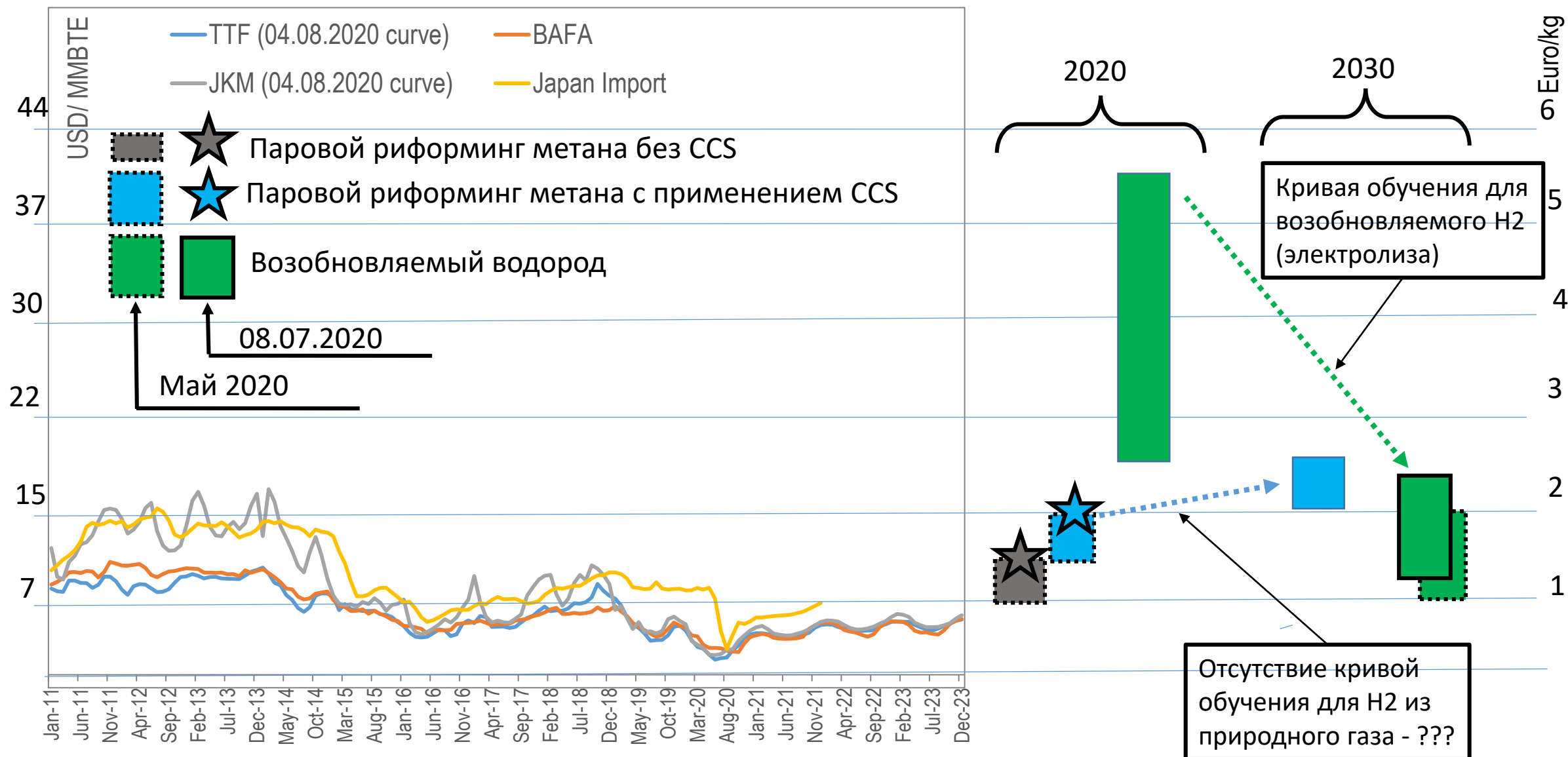
Три технологии производства водорода: наличие выбросов CO2 на входе-выходе => не бывает совсем чистых технологических цепочек с учетом полного воспроизводственного цикла



План доклада

- 1) «Европейский зелёный курс» ЕС: роль газовой отрасли => почему водород?
- 2) Основные водородные технологии и понятийный аппарат
- 3) Приоритеты для ЕС и развилка для России**
- 4) Разработка водородной стратегии России: что в пакете документов?
- 5) Водородные стратегии России, ЕС, ФРГ - сопоставление
- 6) Международное сотрудничество с ЕС в водородной энергетике: как мост строить будем?

Оценки Еврокомиссией издержек производства водорода основными технологиями - и цены на газ



Источник: цены на газ – Газпром экспорт; издержки – Еврокомиссия, Водородная стратегия ЕС (пунктирный контур – проект стратегии, май 2020 г., сплошной контур – окончательный документ, 08.08.2020)

РФ-ЕС: Основные «водородные» развилки

- Водородная стратегия ЕС, 08.07.2020:
 - Ставка на т.н. «зеленый» («возобновляемый») H₂
 - т.к. он, якобы, единственно «чистый» => осознанное заблуждение (окно Овертона)
 - Внутреннего пр-ва ЕС «зеленого» H₂ недостаточно для достижения нетто-нулевой нейтральности по CO₂ к 2050 г. => импорт «зеленого» H₂ (2 X 40 GW) + согласие на временное использование т.н. «голубого» H₂ =>
 - При этом: «голубой» H₂ (ЕС) = только ПРМ + CCS, технологии пр-ва H₂ из метана без выбросов CO₂ (пиролиз и др.) де факто игнорируются
 - Предложение соседним с ЕС странам развивать внутреннее пр-во H₂ (Марокко, Украина – «зеленый» (ВИЭ/солнце); Россия – «голубой» (ПРМ + CCS) в местах добычи газа) и экспорт «чистого» H₂/МВС в ЕС
- РФ: принять мягко навязываемую концепцию ЕС/ФРГ (поддерживаемую ее сторонниками внутри РФ) **или** вырабатывать взаимоприемлемую стратегию сотрудничества с ЕС/ФРГ в водородной сфере? Развилка:
 - **(А)** Пр-во H₂ («зеленого» или «голубого») внутри РФ и дальний транспорт H₂/МВС в ЕС/ФРГ, для чего необходима глубокая модернизация ГТС РФ-ЕС, **или**
 - **(Б)** Экспорт природного газа в ЕС и пр-во «чистого» (пиролиз) или «голубого» H₂ (ПРМ+CCS) внутри ЕС, у потребителя H₂, в «водородных долинах» ЕС
 - Существующие правовые документы РФ по водороду не дают пока четкой картины и/или допускают контр-продуктивные толкования

План доклада

- 1) «Европейский зелёный курс» ЕС: роль газовой отрасли => почему водород?
- 2) Основные водородные технологии и понятийный аппарат
- 3) Приоритеты для ЕС и развилка для России
- 4) Разработка водородной стратегии России: что в пакете документов?**
- 5) Водородные стратегии России, ЕС, ФРГ - сопоставление
- 6) Международное сотрудничество с ЕС в водородной энергетике: как мост строить будем?

Декарбонизация РФ: основные правоустанавливающие документы

1



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О сокращении выбросов парниковых газов

В целях реализации Российской Федерацией Парижского соглашения от 12 декабря 2015 г. постановляю:

1. Правительству Российской Федерации:

а) обеспечить к 2030 году сокращение выбросов парниковых газов до 70 процентов относительно уровня 1990 года с учетом максимально возможной поглощающей способности лесов и иных экосистем и при условии устойчивого и сбалансированного социально-экономического развития Российской Федерации;

б) разработать с учетом особенностей отраслей экономики Стратегию социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года и утвердить ее;

в) обеспечить создание условий для реализации мер по сокращению и предотвращению выбросов парниковых газов, а также по увеличению поглощения таких газов.

2. Настоящий Указ вступает в силу со дня его официального опубликования.



Президент
Российской Федерации В.Путин

Москва, Кремль
4 ноября 2020 года
№ 666

2



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 9 июня 2020 г. № 1523-р

МОСКВА

1. Утвердить прилагаемую Энергетическую стратегию Российской Федерации на период до 2035 года (далее - Стратегия).

2. Федеральным органам исполнительной власти руководствоваться положениями Стратегии при разработке и корректировке государственных программ Российской Федерации и иных документов стратегического планирования.

3. Рекомендовать органам государственной власти субъектов Российской Федерации руководствоваться положениями Стратегии при разработке и корректировке государственных программ субъектов Российской Федерации и иных документов стратегического планирования.

4. Минэнерго России совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти:

представить в 6-месячный срок в Правительство Российской Федерации проект плана мероприятий по реализации Стратегии; обеспечить реализацию Стратегии.

5. Признать утратившим силу распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р (Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, № 48, ст. 5836).

Председатель Правительства
Российской Федерации

М.Мишустин

3



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 12 октября 2020 г. № 2634-р

МОСКВА

1. Утвердить прилагаемый план мероприятий "Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года" (далее - план).

2. Федеральным органам исполнительной власти, ответственным за реализацию плана, обеспечить его реализацию.

3. Минэнерго России осуществлять мониторинг и контроль реализации плана и ежегодно, до 30 марта, представлять в Правительство Российской Федерации информацию о ходе его реализации.

Председатель Правительства
Российской Федерации

М.Мишустин

Source: (1)

<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202011040008>; (2)

<http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf>; (3)

<http://static.government.ru/media/files/7b9bstNfV640nCkAzCRJ9N8k7uhW8mY.pdf>

А.Конопляник, РИСИ, 09.12.2020

2 Энергетическая стратегия России – водородный раздел (с. 47)

- Цель: вхождение в число мировых лидеров по производству и экспорту H₂ (*)
- Ключевые меры:
 - гос.поддержка создания инфраструктуры транспортировки (*) и потребления H₂/МВС
 - законодательная поддержка пр-ва H₂
 - увеличение масштабов пр-ва водорода из природного газа, в т.ч. с использ. ВИЭ, АЭС
 - разработка отечественных низкоуглеродных технологий пр-ва H₂ методами конверсии, пиролиза метана, электролиза и других технологий, в т.ч. локализация зарубежных техн.
 - стимулирование спроса на внутр. рынке на топливные элементы на основе H₂ и природного газа, ...в кач-ве накопителей и преобразователей энергии
 - нормативная база в области безопасности H₂
 - интенсификация международного сотрудничества в области развития водородной энергетики и выхода на зарубежные рынки
- Показатель решения задачи водородной энергетики = экспорт H₂ (*):
 - 2024 – 0.2 млн.т,
 - 2035 – 2 млн.т
- (*) эти термины/задачи допускают неоднозначную интерпретацию, вкл. контр-продуктивное толкование

Справочно: сегодня мировой рынок H₂ = 75-80 млн.т/год;
Европа = 8.3 млн.т/год => 2030: 20 млн.т/год (2 X 40 ГВт)

3

План мероприятий Пр-ва РФ до 2024 г. по развитию водородной энергетики – обеспечивающие меры
(цель: создание высокопроизводительной экспортно ориентированной области водородной энергетики)

№	Задачи	Время
1.1-3	Разработка концепции развития водородной энергетики, проектного офиса, формирование Межвед.Раб.Группы	2021-Q1
2.7	Разработка мер господдержки приоритетных пилотных проектов, вкл.демонстр.установки	2021-Q1
2.8	Разработка мер господдержки <u>экспорта энергетич. H2</u> (возможны различные интерпретации)	2021-Q2
3.11	Порядок отбора приоритетных пилотных проектов	2021-Q1
3.12	Определение и актуализация перечня приоритетных пилотных проектов	2021-Q1
3.14	Предложения по созданию и развитию инжиниринговых центров	2021-Q1
4.15	Создание производство и применение пилотных установок по пр-ву H2 без выбросов CO2	2024
4.16	Опытные полигоны низкоуглеродного пр-ва H2 на объектах переработки УВС и добычи природного газа	2023
4.17	Разработка, изготовление ... газовых турбин на МВС	2024
4.19	Пилотный проект пр-ва H2 с АЭС	2023
5.20	Реестр существующих и перспективных H2 технологий	2021-Q1
5.21	Разработка энергоэффективных технологий пр-ва, транспорт-ки и хранения H2; апробация применения H2/МВС в энергоустановках и как моторного топлива	2021-2024
5.22	Исследование технологий и выбросов парник.газов в произв.цепочке для разных схем пр-ва, тр-та и использ. H2	2021-2024
5.24	Исследования по применению «черного углерода»	2021-2024
5.25	Система сертификации декарбонизированного H2	2021-Q2
6.27,32	Национальная система стандартизации H2/МВС, межд.сотр-во в сфере стандартизации МВС	2021-Q1,4
8.39-43	Междунар.сотр-во (подготовка предложений) (=> сейчас критически важная стадия для обсуждений!!!)	2020-2024

А.Конопляник, РИСИ,
09.12.2020

Инновационный метано-водородный сценарий низкоугле-родного развития ЕС в рамках «третьего видения ЕС»: «трех-ходовка Аксютин»

Шаг 1: структурная декарбонизация

Шаг 2: технологическая декарбонизация на основе существующих технологий и инфраструктуры

Шаг 3: глубокая технологическая декарбонизация на основе инновационных технологических решений/прорывов



Экспертная оценка выполнена на основании данных по:

- удельным выбросам CO₂ при использовании различных видов топлива (U.S. Energy Information Administration estimates);
- углеродному следу различных видов моторных топлив (European Natural gas Vehicle Association report, 2014-2015);
- выбросам парниковых газов ЕС (Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2016 гг., Международное энергетическое агентство);

Источник базового графика: О.Аксютин. Future role of gas in the EU: Gazprom's vision of low-carbon energy future. // 26th meeting of GAC WS2, Saint-Petersburg, 10.07.2018 (www.fief.ru/GAC); PJSC Gazprom's feedback on Strategy for long-term EU greenhouse gas emissions reduction to 2050 // https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiatives/ares-2018-3742094/feedback/F13767_en?p_id=265612

А.Конопляник, РИСИ, 09.12.2020

Инструменты внедрения «трех-ходовки Аксютина» (видение А.Конопляника)



План доклада

- 1) «Европейский зелёный курс» ЕС: роль газовой отрасли => почему водород?
- 2) Основные водородные технологии и понятийный аппарат
- 3) Приоритеты для ЕС и развилка для России
- 4) Разработка водородной стратегии России: что в пакете документов?
- 5) Водородные стратегии России, ЕС, ФРГ - сопоставление**
- 6) Международное сотрудничество с ЕС в водородной энергетике: как мост строить будем?

National hydrogen strategy available

National hydrogen strategy in preparation

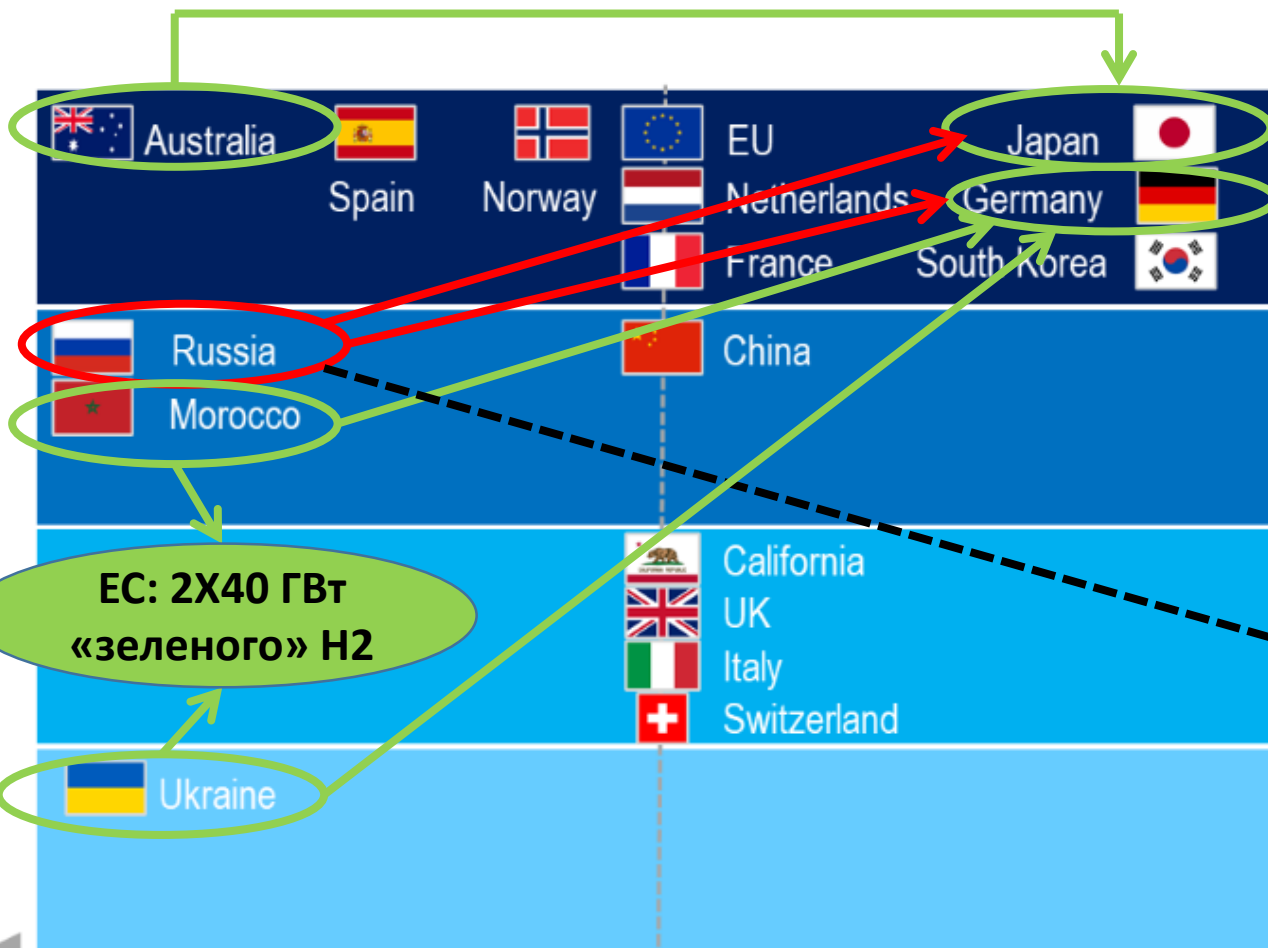
Support for pilot and demonstration projects

Initial policy discussions

Hydrogen export

Восприятие России как страны, ориентирующейся на экспорт H₂

Hydrogen import



Source: INTERNATIONAL HYDROGEN STRATEGIES. A study commissioned by and in cooperation with the World Energy Council Germany, FINAL REPORT. Dr. Uwe Albrecht, Dr. Ulrich Büniger, Dr. Jan Michalski, Tetyana Raksha, Reinhold Wurster, Jan Zerhusen, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, September 2020, https://www.weltenergierrat.de/wp-content/uploads/2020/10/WEC_H2_Strategien_finalreport.pdf, P.6

Этот вывод - на основе:

- (1) прямолинейной интерпретации положений водородного раздела ЭС-2035;
- (2) внутренней дискуссии в РФ в ходе ее подготовки;
- (3) доминирующего в ЕС (напр. в ФРГ) и предпочтительного видения направления развития водородной стратегии РФ

Figure 4: Selected countries classification in respect to availability of a dedicated strategy and hydrogen imports/exports

В действительности, пиролиз в ЕС игнорируется! Термин упомянут всего дважды в «Водородной стратегии ЕС» от 08.07.2020 (56 стр.): *один раз* – неверно – как синоним ПРМ+CCS и «голубой H2», т.е. как нежелательный временный попутчик «зеленого» H2; *второй* – в разделе НИОКР мельком в конце

Национальная H2 стратегия ФРГ: «По мнению Пр-ва ФРГ, только H2 произведенный на основе ВИЭ («зеленый» H2) обеспечивает устойчивое развитие в долгосрочной перспективе»

Единственная страна в обзоре с множественным набором опций по пр-ву H2 по всему временному горизонту

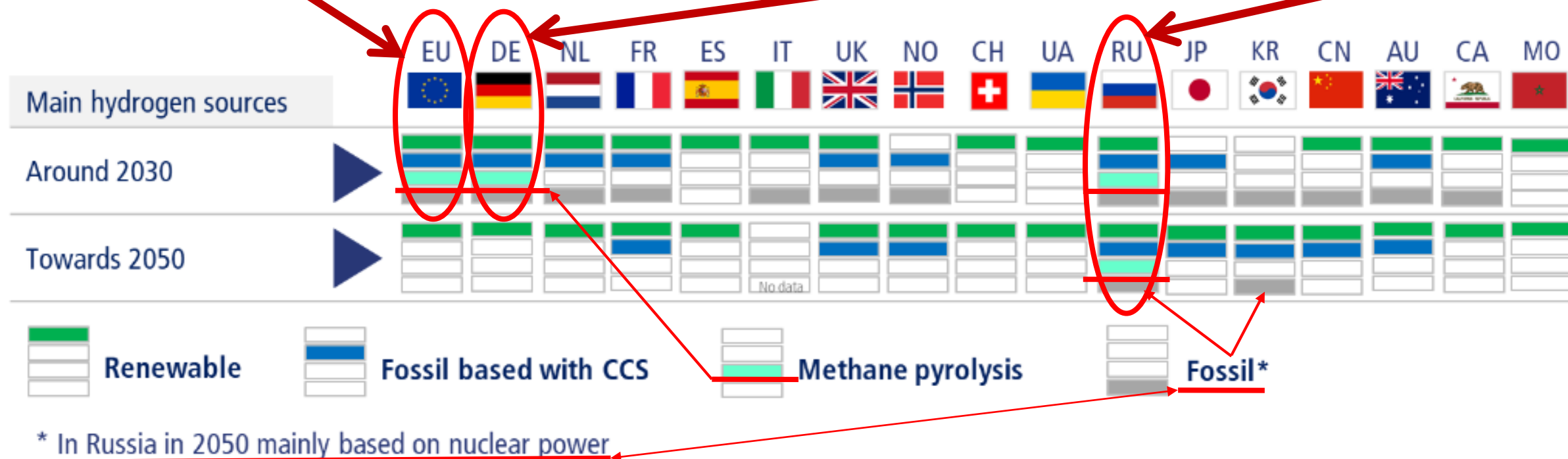


Figure 19: Considered medium- and long-term hydrogen production options by country

Source: INTERNATIONAL HYDROGEN STRATEGIES. A study commissioned by and in cooperation with the World Energy Council Germany, FINAL REPORT. Dr. Uwe Albrecht, Dr. Ulrich Bünger, Dr. Jan Michalski, Tetyana Raksha, Reinhold Wurster, Jan Zerhusen, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, September 2020, https://www.weltenergiesrat.de/wp-content/uploads/2020/10/WEC_H2_Strategies_finalreport.pdf, P.33

А.Конопляник, РИСИ, 09.12.2020

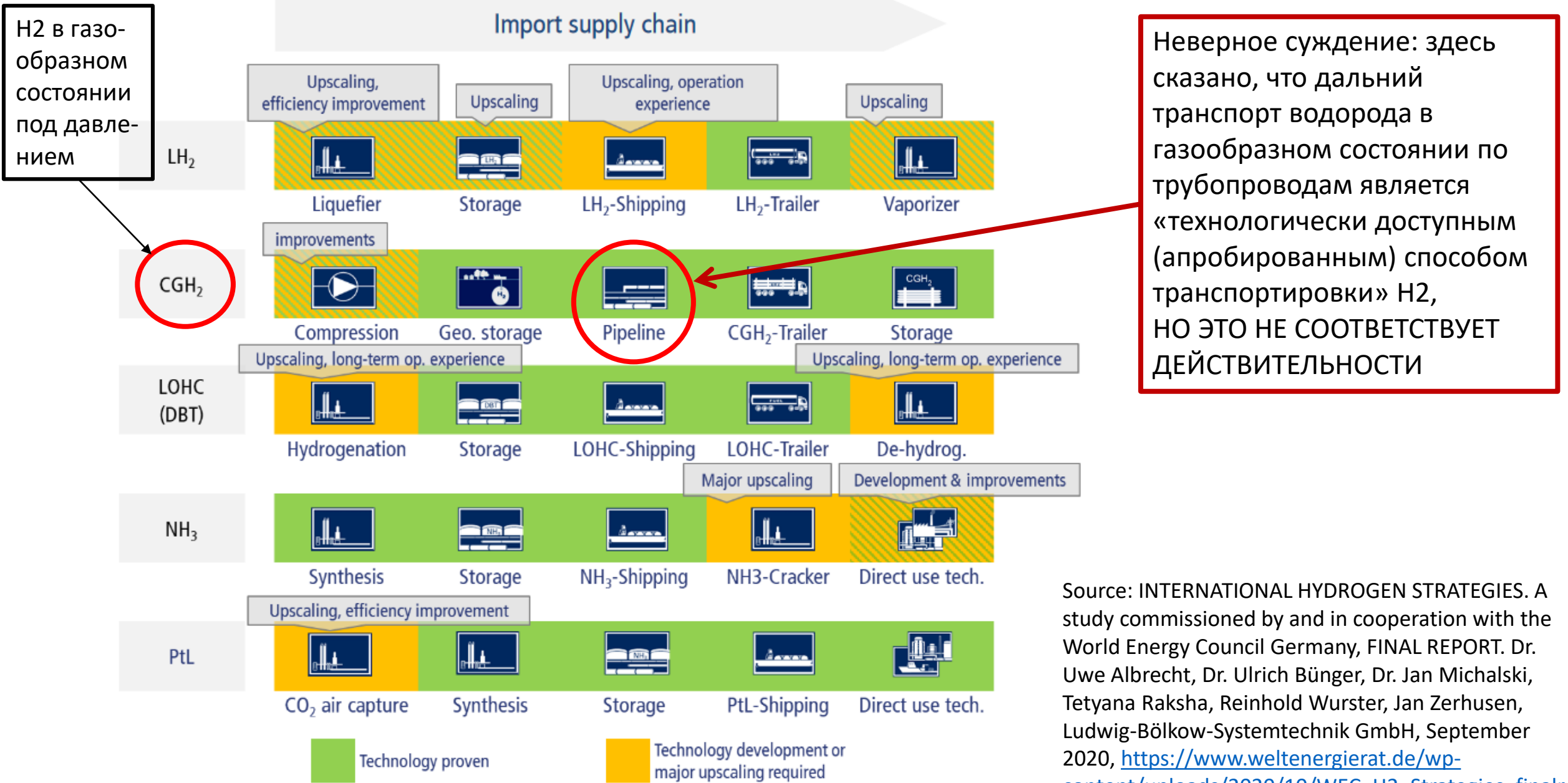


Figure 24: Principle technology availability of main export/import technologies

Source: INTERNATIONAL HYDROGEN STRATEGIES. A study commissioned by and in cooperation with the World Energy Council Germany, FINAL REPORT. Dr. Uwe Albrecht, Dr. Ulrich Bünger, Dr. Jan Michalski, Tetyana Raksha, Reinhold Wurster, Jan Zerhusen, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, September 2020, https://www.weltenergierat.de/wp-content/uploads/2020/10/WEC_H2_Strategies_finalreport.pdf, P.64

Декарбонизация апстрим газовой производственно-сбытовой цепи: разные взгляды с Востока и Запада на дальний транспорт H2 по трубопроводам высокого давления и ПХГ

Литвиненко и др. (СПБ Горный Ун-т)

- 1) При росте концентрации H2 в МВС с 10% до 90 %, **плотность МВС падает в 4+ раз**
- 2) **Энергия**, получаемая из одного объема H2, **в 3,5 раза меньше**, получаемой из того же объема метана
- 3) при увеличении доли H2 в МВС с 0 до 100% **энергозатраты** (на сжатие) **вырастают в 8,5 раз**
- 4) в одном и том же объеме резервуара можно хранить или транспортировать **в 5,9 раз больше СПГ, чем жидкого H2**
- 5) при длительном хранении H2 **способен улетучиваться** даже из герметичных резервуаров.
- 6) процесс **водородного охрупчивания + стресс-коррозия**: из-за нее Газпром был вынужден заменить более 5000 км трубопр. большого диаметра

Siemens/Gascade/Nowega

- 1) Энергетич. плотность H2 в трубопроводах:
 - a) **сопоставима** с плотностью метана...
 - b) **несколько меньше** плотности метана... поэтому переход с транспорта метана на H2 оказывает незначительное влияние...
 - c) H2 имеет плотность **в 9 раз меньше** и скорость потока в 3 раза меньше, чем метан...
 - d) примерно в **3 раза больше H2 можно прокачать** по трубопр. **за то же время при том же давлении**. Энергетич. плотность потока **лишь слегка уменьшится**.
 - e) транспорт H2 по трубопроводу особенно экономичен. Может быть достигнута **чрезвычайно высокая энергетич.плотность**.
- 2) Имеющиеся ГТС могут постепенно конвертироваться под H2 с кап. влож. 10-15% от дорогостоящего нового стр-ва. => *Но (АК):* для H2 необходимо больше турбин и компрессоров, т.к. мощность компрессоров для H2 **примерно в 3 раза** выше, чем для метана
- 3) ...возможна **конверсия существующих стальных трубопр.** для метана на H2. Существенного **снижения срока службы** трубопр. высокого давления из-за влияния H2 **не предвидится**.
- 4) ...трубопроводные мощности для H2 могут поначалу строиться параллельно и наряду с существующей ГТС ... **Параллельная инфраструктура для дальнего транспорта H2 и ПГ** дает возможность адаптировать состав газа (???)

Источник: Litvinenko V.S., Tsvetkov P.S., Dvoynikov M.V., Buslaev G.V., Eichlseder W. Barriers to implementation of hydrogen initiatives in the context of global energy sustainable development. Journal of Mining Institute 2020. Vol. 244, p. 428-438.

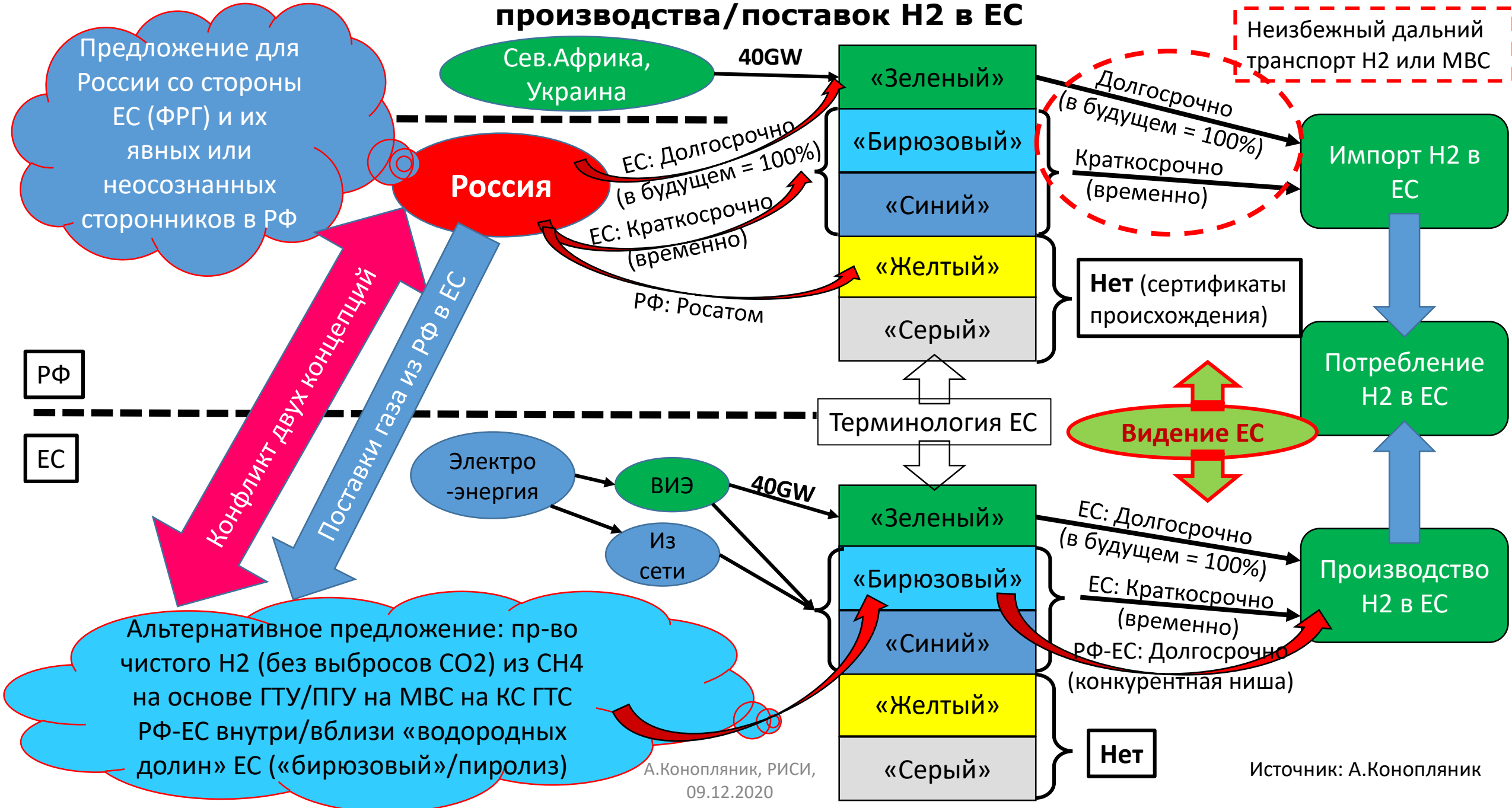
Источник: Hydrogen infrastructure – the pillar of energy transition. The practical conversion of long-distance gas networks to hydrogen operation. // Whitepaper. Siemens Energy, Gascade Gas Transport GmbH, Nowega GmbH, 2020, 32 p.

А.Конопляник, РИСИ, 09.12.2020

План доклада

- 1) «Европейский зелёный курс» ЕС: роль газовой отрасли => почему водород?
- 2) Основные водородные технологии и понятийный аппарат
- 3) Приоритеты для ЕС и развилка для России
- 4) Разработка водородной стратегии России: что в пакете документов?
- 5) Водородные стратегии России, ЕС, ФРГ - сопоставление
- 6) Международное сотрудничество с ЕС в водородной энергетике: как мост строить будем?**

Перспективы сотрудничества РФ-ЕС в водородной энергетике: альтернативы для производства/поставок H2 в ЕС



География **АЭС**, **ГЭС** - и основной район газодобычи в России (Надым-Пур-Таз/Ямал) (к вопросу о производстве H₂ внутри РФ и экспорте его в ЕС в виде H₂/MBC)



АЭС на карте России

- — Остановленные
- — Эксплуатируемые
- — Строящиеся

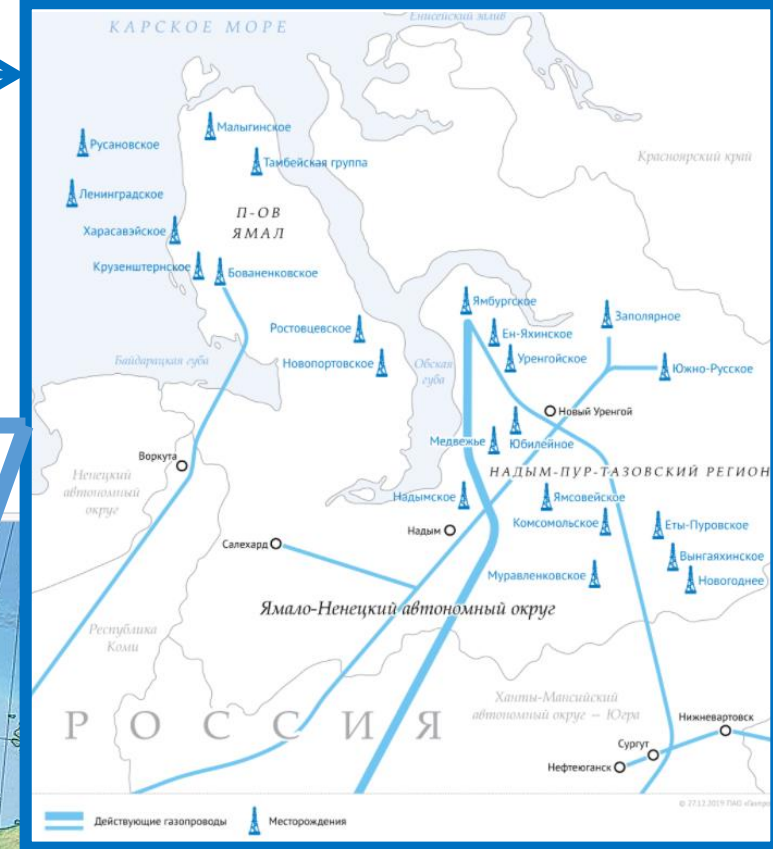
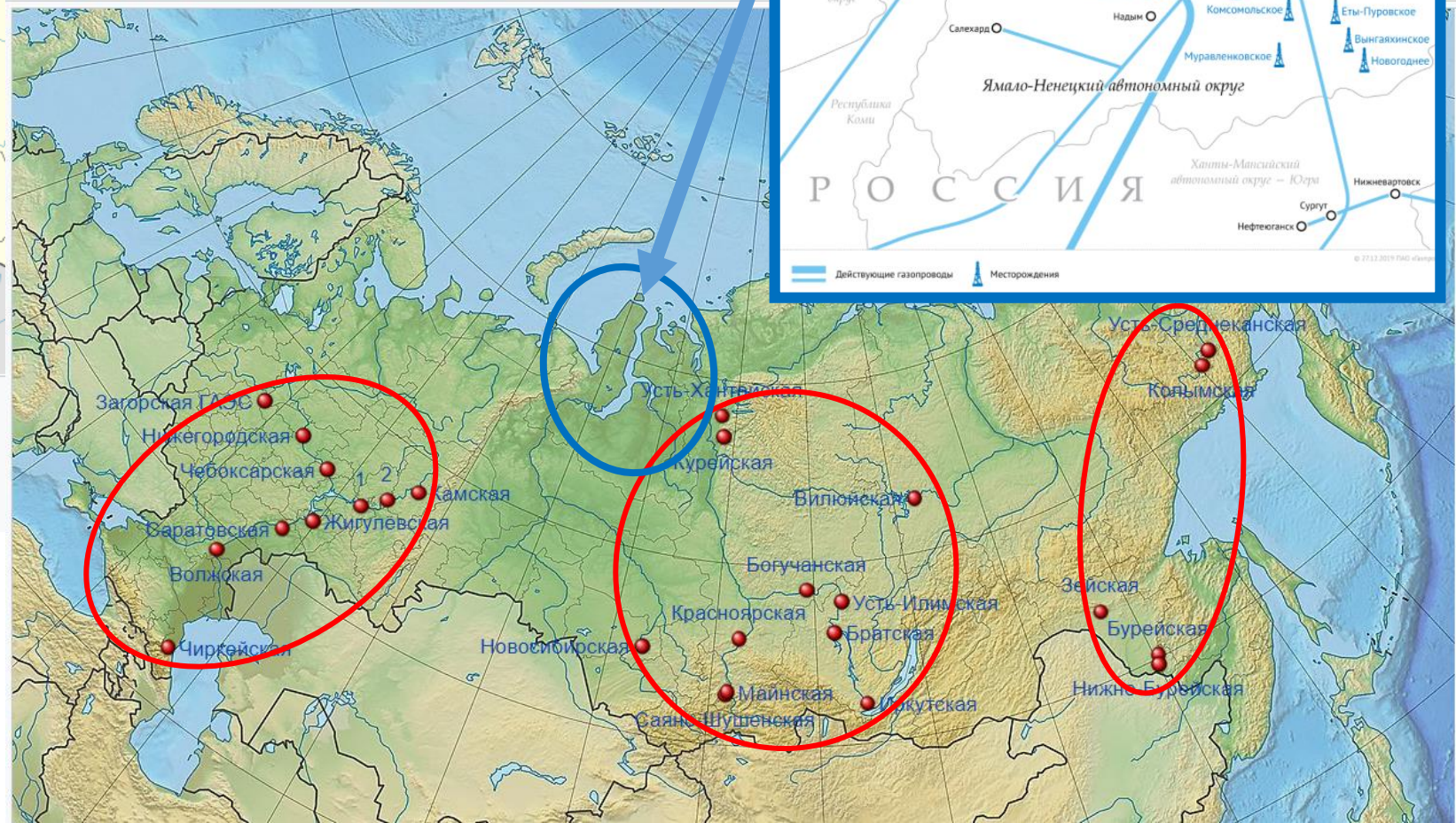
Источник:

<https://www.gazprom.ru/f/posts/15/770293/map-yamal-ru-2019-12-30.png>;

https://ru.wikipedia.org/wiki/Атомная_энергетика_России;

https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_гидроэлектростанций_России;

А.Конопляник, РИСИ, 09.12.2020

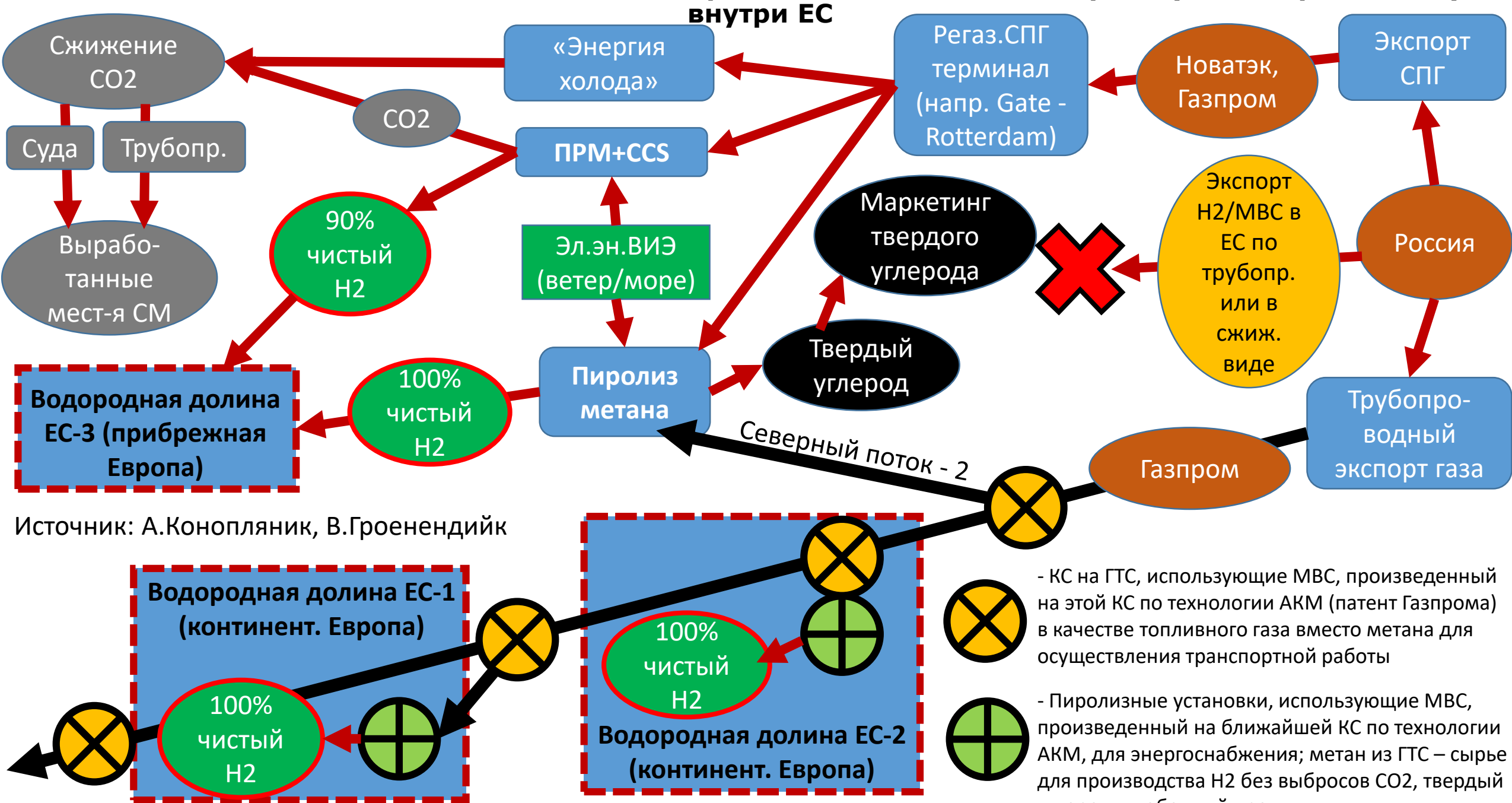


Примерные возможные зоны распространения (преимущественного применения) основных технологий производства водорода в Европе при государственном регулировании ЕС, основанном на принципах «технологического нейтралитета»

- 
- ветровая гидро
- солнечная ядерная
- Паровой/автотермический риформинг метана плюс улавливание и захоронение CO₂
- Пиролиз метана, плазмохимический и другие методы производства чистого водорода без выбросов CO₂ (с учетом реализации совместных мер, предусмотренных шагами 2 и 3 «Трехходовки Аксютин»).
- Электролиз с использованием различных источников первичной электроэнергии

Источник: А.Конопляник; штрих-пунктирные линии — по итогам бесед с Ральфом Дикелем; точно-пунктирные линии — с добавлением Украины и Северной Африки согласно документу «Инициатива 2х40 ГВт» ассоциации «Водородная Европа», приводится в иллюстративных целях с учетом скептицизма автора в отношении дальней транспортировки водорода, произведенного в этих географических регионах; источник карты - Европейская сеть операторов газотранспортных систем (ENTSOG)

2 потока газовых поставок из РФ в ЕС для производства чистого водорода (без выбросов CO2)



Производство чистого H₂ из природного газа внутри ЕС на основе ГТС и МВС

- Производство чистого водорода из природного газа у центров спроса на территории ЕС («водородные долины/острова»), расположенных вблизи существующих компрессорных станций (КС) на трансграничной ГТС РФ–ЕС. Использовать природный газ из этой сети:
- в качестве энергоресурса:
 - для совершения транспортной работы: для производства МВС на КС ГТС по маршрутам транспортировки российского газа в ЕС и использования МВС на этих же КС в качестве топливного газа (вместо метана) для дальнейшей прокачки газа по сети. Такое замещение метана на МВС в качестве топливного газа на КС дает уменьшение выбросов CO₂ на КС на треть;
 - для производства чистого водорода из природного газа: на заводах, которые будут (должны быть) построены в непосредственной близости от этих КС в зонах опережающего спроса на H₂ («водородные долины/острова» ЕС), в масштабах, соответствующих ожидаемому спросу на водород на прилегающей территории этих «долин/островов». Привод газовых (паро-газовых) турбин соответствующей мощности может проходить по той же схеме, что указана в предыдущем пункте, только замещение метана на МВС происходит не для совершения транспортной работы, а для выработки необходимой для производства чистого H₂ электрической и/или тепловой энергии;
- в качестве сырья:
 - для новых заводов по производству чистого водорода из метана, которые будут расположены вблизи этих КС и нацелены на удовлетворение локального (а не общеевропейского, чтобы минимизировать потребность в дальней транспортировке водорода и в создании новых специализированных транспортных его систем) спроса в рамках ближайших «водородных долин/островов» ЕС.

Возможные ключевые вопросы для дальнейшего обсуждения в рамках сотрудничества РФ-ЕС в области производства чистого водорода из природного газа (неисчерпывающий список)

- Программа постепенного перевода компрессорных станций на трансграничной газотранспортной системе РФ-ЕС с метана на МВС в качестве топливного газа
- Вопросы маркетинга твердого углерода
- Формирование «Альянса производителей чистого водорода из природного газа»
 - состав заинтересованных участников, их готовность к объединению и формы объединения усилий, требуемые меры поддержки и т.д.
- Вопросы, связанные с утечками/эмиссией метана
 - методология, терминология, корректность расчетов в отношении газа вообще, принимая во внимание более короткий жизненный цикл метана в атмосфере по сравнению с CO₂, а также сравнительная корректность расчетов в отношении сетевого газа и СПГ, принимая во внимание различный набор составляющих их энергетических цепочек, особенно в случае производства СПГ на базе освоения сланцевых месторождений, и т.п.
 - эти вопросы (с учетом более негативного краткосрочного климатического эффекта выбросов/утечек метана, чем выбросов CO₂) постепенно выходят (выводятся) в ЕС на первый план в дискуссии о приемлемости газа в качестве источника производства (даже чистого) водорода. И могут стать очередным потенциальным ограничителем для развития водородной энергетики ЕС на газовой основе (в первую очередь – на основе российского газа и существующей трансграничной ГТС РФ-ЕС), как это не раз, увы, бывало в прошлом, когда в качестве таких ограничителей предлагались разнообразные иные – иногда/зачастую надуманные – поводы и предлоги

Публикации/презентации автора по теме выступления (www.konoplyanik.ru)

- (650) Чистый водород из природного газа — новое перспективное направление сотрудничества России и ЕС. // «Газпром», сентябрь 2020, №9, с. 2-11
- (647) Декарбонизация газовой отрасли в Европе и перспективы для России. Чистый водород из природного газа как новая основа для взаимовыгодного сотрудничества РФ и ЕС в газовой сфере. // «Нефтегазовая Вертикаль», 2020, №16, с. 30-41 (часть 1); №17, с. 29-38 (часть 2); №18, с. 50-56 (часть 3); № 19, с. 66-74 (часть 4); № 20, с. 39-45 (часть 5)
- (643) Decarbonising European Gas: A New EU-Russia Partnership? // “Global Gas Perspectives”, 07 July 2020
- (639) Декарбонизация ЕС: угроза или возможность? // «Эксперт», 18-24.05.2020, №21, с.23
- (622-624) Перспективы взаимодействия РФ и ЕС в сфере декарбонизации. Есть ли возможности для расширения рынка для российского газа в Европе? // «Нефтегазовая вертикаль», август 2019, №13, с.101-105 (часть 1); сентябрь 2019, №14, с.43-49 (часть 2); сентябрь 2019, №15, с.26-32 (часть 3)
- (2020/10): Hydrogen strategies EU, Germany, Russia: how to correlate different interests & the role of Russia-EU Energy Dialogue. // Presentation at the XIII International Scientific Conference “ENERGETIKA-XXI: Economics, Politics, Ecology” – “World energy after pandemia COVID-19”, November 26, 2020, Saint-Petersburg, online
- (2020/7) Russia’s Hydrogen Strategy in the making & prospects for effective Russia-EU cooperation in this field: different aspects for WS2 GAC discussions. // Presentation at the 32-th meeting of WS2 GAC, online, 13.11.2020
- (2020/6): Три мировые газовые революции: их вызовы и возможные пути адаптации для России. Возможно ли совмещение интересов РФ и ЕС на пути декарбонизации (низко-углеродного развития) с разным уровнем его приоритетности для каждой из сторон? // Выступление в рамках программы MBA ГАЗПРОМ «Управление программами и проектами инновационного развития в энергетическом бизнесе», МОДУЛЬ 1 «Новые тренды технологического развития и стратегический менеджмент в энергетическом бизнесе», Москва, Корпоративный институт ПАО «Газпром», онлайн, 3-5 ноября 2020 г.
- (2020/5) A “Clean Hydrogen from Natural Gas Alliance” Proposal – why it is in mutual benefit for the EU and Russia; proposal for creation of the platform. // Presentation at the 31-th meeting of WS2 GAC, online, 18.09.2020
- (2020/4) GAC WS2 - reflection on GAC WS2 evolution to its 30th meeting. // Presentation at the 30-th meeting of WS2 GAC, online 13.07.2020
- (2020/3) Decarbonization of gas industry: The Challenge or The Crisis? // Presentation for IGU Strategy Committee meeting, Tel-Aviv, Israel, 26-27.02.2020
- (2020/1) Pyrolysis: Can it be a Pathway to a “win-win” Russia-EU collaboration in regard to decarbonisation? // Presentation at the 12th Annual European Gas Conference, Vienna, 27-29.01.2020

Благодарю за внимание!

**www.konoplyanik.ru
andrey@konoplyanik.ru
a.konoplyanik@gazpromexport.com**

Заявление об ограничении ответственности

- Взгляды, изложенные в настоящей презентации, не обязательно отражают (могут/должны отражать) и/или совпадают (могут/должны совпадать) с официальной позицией Группы Газпром (вкл. ОАО Газпром и/или ООО Газпром экспорт), ее/их акционеров и/или ее/их аффилированных лиц, **отражают личную точку зрения автора настоящей презентации и являются его персональной ответственностью.**

Примечание: Исследование осуществляется при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта «Влияние новых технологий на глобальную конкуренцию на рынках сырьевых материалов», проект № [19-010-00782](#)