

# Седьмой глобальный энергопереход: разные философии, архитектуры новых рынков, последствия для разных государств. Водород в энергопереходе и в повестке энергетического сотрудничества взаимозависимых РФ и ЕС

**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,

Почетный профессор Центра энергетического права Университета г.Абердин (Шотландия),

Заслуженный приглашенный научный сотрудник Института энергетики стран Юго-Восточной Европы (Афины, Греция)

Выступление на семинаре Блока по устойчивому развитию и работе с инвестиционным сообществом ПАО «ГМК «Норильский никель»», г. Сочи (курорт Роза Хутор), 28.01.2022

**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.** Информация, используемая для/в настоящей презентации получена исключительно из открытых публичных источников и общеизвестных знаний.

# Содержание

- 1) **Разная философия разных «энерготрансформаций»: терминология имеет значение**
- 2) 2015+ (эмиссионная емкость: ЕС) и 1973+ (энергоемкость: ОПЕК): существенные аналогии в рамках мотивационной экономики
- 3) ЕС и РФ: два пути к нетто-нулевым выбросам в энергетике
- 4) Водородная стратегия ЕС: энерготрансформация на полуправде => искаженные «преимущества», мнимая экологическая исключительность, завышенные ожидания от «зеленого/возобновляемого» водорода
- 5) Два пути развития внешнеэкономического сегмента водородной энергетики России: следовать мягко навязываемой нам европейской концепции, отражающей национальные интересы ЕС/ФРГ, - или отстаивать концепцию водородного сотрудничества, построенную на балансе интересов сторон?
- 6) Правительственная концепция развития водородной энергетики России – почему по европейской модели? И как насчет конкурентоспособности?
- 7) Европейская модель «зеленого энерготрансформации» - геополитические аспекты
- 8) Альтернативная концепция, построенная на балансе интересов сторон, неискаженной системе аргументов и принципе технологической нейтральности: удешевляет декарбонизацию ЕС, ведет к повышению благосостояния граждан РФ и ЕС, повышает монетизацию ресурсов российского газа на Западе и Востоке

# Энергопереход(ы) (ЭП): продолжительность учитываемого исторического периода имеет значение (концепция А.Конопляника)



# Понимание сути энергоперехода: терминология имеет значение

Доминирующая концепция на Западе		Альтернативное видение (в т.ч в России?)	
Неверный термин, ...	... ибо создает искаженное восприятие процесса	Более корректный термин, ...	...ибо отражает верно сущность процесса
Декарбонизация (decarbonisation)	<i>Искажение:</i> отказ от «С» => уход от НВЭР в пользу ВИЭ	Декарбондioxidизация (decarbondioxidization) (К.Неуймин)	Достижение нетто-нулевых выбросов CO2 в рамках НВЭР+ВИЭ
Низкоуглеродный (low carbon)	<i>Искажение:</i> с низким содержанием «С»	Низкоэмиссионный (low emission)	С низкими выбросами (CO2 и других тепличных газов)
Выбросы (эмиссия) углерода (carbon emissions)	<i>Искажение:</i> выбросы не климатич. агрессивного CO2, но климатич. нейтрального «С»	Выбросы тепличных газов: COX + NOX + SOX (GHG emissions)	Твердый «С» не является климатически вредным продуктом (побочный продукт пиролиза метана - H2 без CO2)
Углеродный след (carbon track)	<i>Искажение:</i> замер не климатич. агрессив. CO2, но климатич. нейтр. «С»	Эмиссионный след (emission track)	Суммарный объем выбросов CO2/тепличных газов по технологической цепочке
Искажение сути энергоперехода, отказ от НВЭР в пользу ВИЭ, фактич. отрицание НТП => в основе - используемый энергоресурс		В основе энергоперехода – используемые энерготехнологии по всему спектру ставших в рез-те НТП экономически доступными и экологически приемлемыми энергоресурсов	

# Содержание

- 1) Разная философия разных «энерготрансформаций»: терминология имеет значение
- 2) 2015+ (эмиссионная емкость: ЕС) и 1973+ (энергоёмкость: ОПЕК): существенные аналогии в рамках мотивационной экономики**
- 3) ЕС и РФ: два пути к нетто-нулевым выбросам в энергетике
- 4) Водородная стратегия ЕС: энерготрансформация на полуправде => искаженные «преимущества», мнимая экологическая исключительность, завышенные ожидания от «зеленого/возобновляемого» водорода
- 5) Два пути развития внешнеэкономического сегмента водородной энергетики России: следовать мягко навязываемой нам европейской концепции, отражающей национальные интересы ЕС/ФРГ, - или отстаивать концепцию водородного сотрудничества, построенную на балансе интересов сторон?
- 6) Правительственная концепция развития водородной энергетики России – почему по европейской модели? И как насчет конкурентоспособности?
- 7) Европейская модель «зеленого энерготрансформации» - геополитические аспекты
- 8) Альтернативная концепция, построенная на балансе интересов сторон, неискаженной системе аргументов и принципе технологической нейтральности: удешевляет декарбонизацию ЕС, ведет к повышению благосостояния граждан РФ и ЕС, повышает монетизацию ресурсов российского газа на Западе и Востоке

## (1973+) и (2015+): сущностные аналогии в рамках мотивационной экономики => введение (увеличение) платы за ресурс ускоряет повышение эффективности его использования

	1973+ (энергоёмкость продукции => ресурс.рента)	2015+ (эмиссионная ёмкость продукции => климатическая рента)
Экономическая сущность явления	Рента за истощение невозобновляемых природных ресурсов (ресурсная рента)	Рента за климатическое загрязнение природной среды (климатическая рента)
Промежут.рез-тат для конечной продукции	Рост стоимостной энергоёмкости	Рост стоимостной эмиссионной ёмкости (цена выбросов, включаемая в затратную смету)
Последствия	Утрата конкурентоспособности в случае непринятия радикальных ответных мер	
Инициаторы	Страны ОПЕК	Страны ЕС (но: эффект сланцевой революции США)
Алармистский мех-м запуска ответных мер (готовность к ним)	1949/56: Кривая Хабберта => 1970: США пик добычи => 1972: Доклад Римскому клубу (пределы роста)	1956: Киллинг, 1969: Будыко => 1992: ЦУР (Рио) => 1988: МГЭИК => Киото 1,2 => 2015: Париж (2) => 2018: Катовице (1.5) (пределы роста темп-ры)
Инструменты реализации: административн. (А) и экономич. (Э)	<p>Э: Повышение отпускных (экспортных) цен на нефть (ограничение спроса);</p> <p>А: эмбарго на поставки (ограничение предложения)</p>	<p>Э: Плата за выбросы в рамках производственного цикла импортируемой в ЕС продукции (CBAM); ESG-финансирование;</p> <p>А: прямой запрет МФИ на финансирование НВЭР</p>
Стадия произв.процесса/мех-м реализации	Объём подведенной энергии на входе в производств. процесс (снижение энергоёмкости)	Побочный результат на выходе из производственного процесса (сокращение удельных выбросов или их улавливание на выходе)
Экономич. возмож-ть реализации	Двойная монополия: (1) нефть основной первичный НВЭР, (2) ОПЕК основной производитель	Жесткая привязка экспортеров к рынку ЕС
Конечный результат и путь его достижения	Переход от энергорасточительного к энергоэффективному пути развития ( <u>оптимальный путь = универсальное решение</u> )	Переход от высоко- к низкоэмиссионному пути развития => но: ВИЭ + возобн.Н2 = <b>основной в ЕС</b> , но <u>неоптимальный путь, тем более как универсальное решение, навязываемое другим</u> => <b>цель ЕС:</b> глобальный рынок (оборудования для) возобн. Н2 на основе Евро

# Политэкономия мировой энергетики: факторы производства, межфакторная конкуренция и НТП в энергетике – и текущая конкурентная позиция России (аналогия: пост-1970-е и пост-2015)



**(1) Цена энергии => стоимостн. энергоемкость => Ответы:**

Зоны конкурентных преимуществ стран:

- **труд**: развивающиеся (цена), развитые (качество)
- **капитал** (фин.рынки + инновации, технологии): развитые (фин. = англо-сакс.),
- **энергоресурсы** (НВЭР/УВС): ОПЕК/КСА, США, РФ => **нынешняя (вне ВПК) зона конкурентных преимуществ РФ = в осн. нетехнологические, но природно-ресурсные преимущества (?) => Дилемма РФ: уйти из зоны сегодняшних конкурентных преимуществ (НВЭР) или остаться в ней, но на новой конкурентной/технологич.основе ? => низкоэмиссионное развитие без или с/на основе НВЭР?**

Варианты повышения эффективности использования ЭР (уменьшение доли затрат на энергию в ВВП/ВНП) = **замещение**:

1. другими ЭР => внутри-/межтопливная конкуренция (НТП)
2. (живым) трудом => вывоз энергоемких производств в (развивающиеся) страны (дешевый труд + требов. к экологии)
3. капиталом (прошлым трудом) => повышение энергоэффективности по всей энергетической цепочке (НТП)
4. неэнергетическими материалами (при неэнергетическом использовании ЭР) => (НТП)

# Содержание

- 1) Разная философия разных «энерготрансформаций»: терминология имеет значение
- 2) 2015+ (эмиссионная емкость: ЕС) и 1973+ (энергоемкость: ОПЕК): существенные аналогии в рамках мотивационной экономики
- 3) **ЕС и РФ: два пути к нетто-нулевым выбросам в энергетике**
- 4) Водородная стратегия ЕС: энерготрансформация на полуправде => искаженные «преимущества», мнимая экологическая исключительность, завышенные ожидания от «зеленого/возобновляемого» водорода
- 5) Два пути развития внешнеэкономического сегмента водородной энергетики России: следовать мягко навязываемой нам европейской концепции, отражающей национальные интересы ЕС/ФРГ, - или отстаивать концепцию водородного сотрудничества, построенную на балансе интересов сторон?
- 6) Правительственная концепция развития водородной энергетики России – почему по европейской модели? И как насчет конкурентоспособности?
- 7) Европейская модель «зеленого энерготрансформации» - геополитические аспекты
- 8) Альтернативная концепция, построенная на балансе интересов сторон, неискаженной системе аргументов и принципе технологической нейтральности: удешевляет декарбонизацию ЕС, ведет к повышению благосостояния граждан РФ и ЕС, повышает монетизацию ресурсов российского газа на Западе и Востоке



# Уменьшение выбросов: формула (\*) успеха и ее составляющие для разных стран

Изменение модели потребительского поведения => отказ от экономики избыточного потребления => изменение модели капиталистического уклада (в т.ч. концепция «degrowth»)

В странах с более низким уровнем энергоемкости ВВП в результате достижений прошлых периодов (например, ЕС) и более эмиссионно-емким энергобалансом, в т.ч. по производству электроэнергии, на первый план сегодня выходят меры по снижению (удельной) эмиссионной емкости ВВП и отдельных технологий производства и потребления.

В странах с более высоким уровнем энергоемкости ВВП, но менее эмиссионно-емким энергобалансом, в т.ч. по производству электроэнергии (например, Россия) приоритетным инструментом снижения выбросов является повсеместное повышение энергоэффективности

$$CO_2 = \text{population} \times \frac{\text{GDP}}{\text{capita}} \times \frac{\text{energy}}{\text{GDP}} \times \frac{CO_2}{\text{energy}}$$

Жизненный уровень      Энергоемкость      Эмиссионная емкость

Приоритет РФ

Приоритет ЕС

В странах, где возможности для природного поглощения эмиссий меньше (например, ЕС), акцент на уменьшение выбросов и/или на возможности техногенных поглощений. В странах, где возможности для природного поглощения выше (например, Россия), им уделяется приоритетное внимание наряду с комплексом мер по уменьшению выбросов (баланс выбросов-поглощений)

(\*) приписывается Йоичи Кайя (Yoichi Kaya), японскому экономисту-энергетику. См.: The Search for Stability. // The Economist Special Report: Stabilising the Climate, October 30<sup>th</sup>, 2021, p.9

Переход к рециркуляционной экономике (повторного использования материалов)

Снижение энергоемкости по первичной и подведенной энергии во всех звеньях энергетических цепочек

Уменьшение выбросов и/или уменьшение баланса выбросов-поглощений

# Разный уровень в системе национальных приоритетов вопросов климатической повестки вследствие объективных причин

## ЕС:

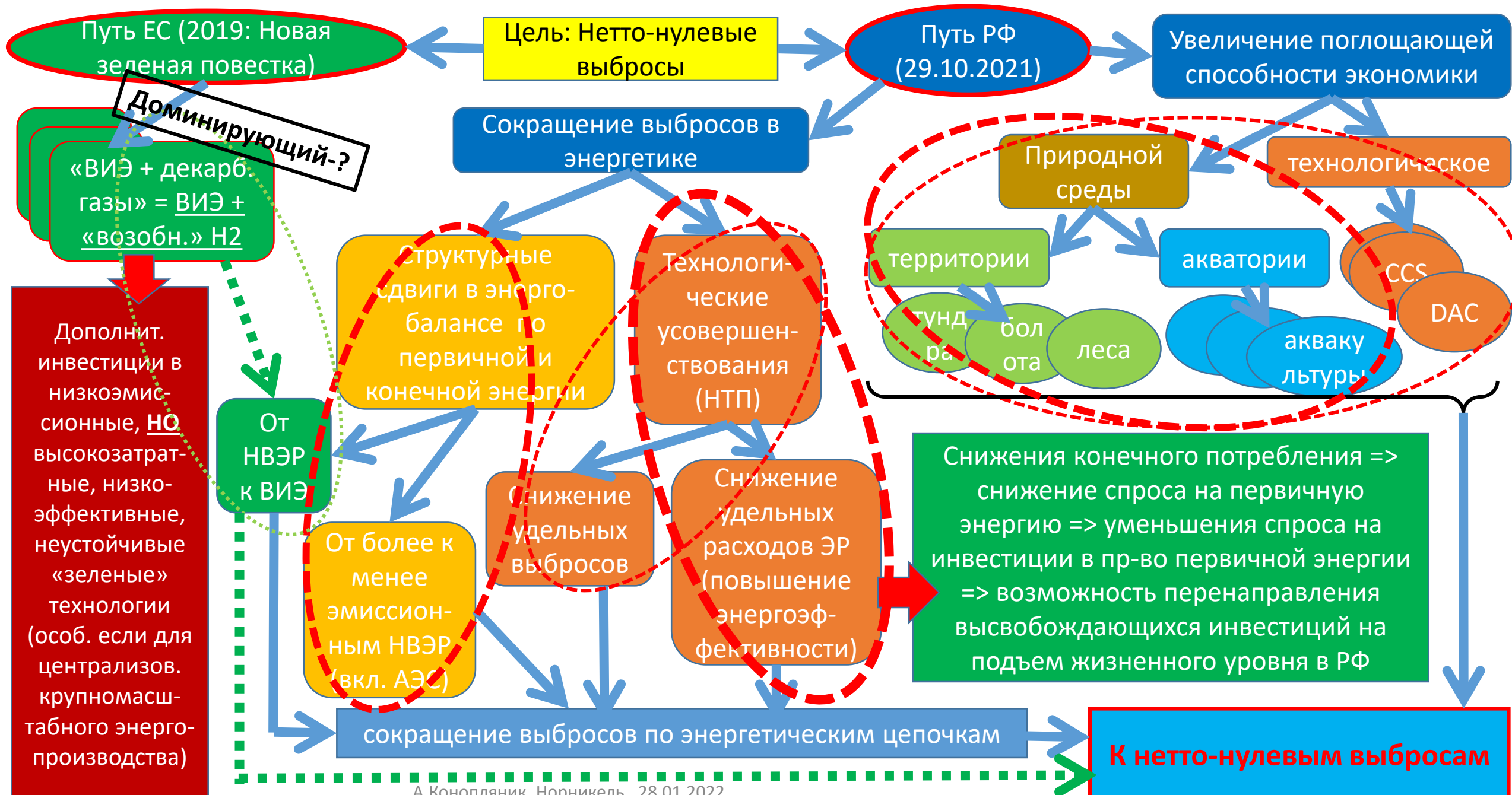
- 1) Ранняя индустриализация => более длительный период накопления негативных экологических последствий + «кривая обучения» («свой! опыт»)
- 2) Меньшая территория, более высокая плотность населения => выше удельный эффект накопленных и текущих негативных экологических последствий
- 3) Вырубка лесов (последствия более ранней индустриализации) => малая природная восстановительная экологическая способность => выбросы тепличных газов **в 4 раза** превышают их природное поглощение => **ЕС = НЕТТО-ЗАГРЯЗНИТЕЛЬ** по выбросам тепличных газов (наряду с США, Китаем, Индией...)
- 4) Душевой ВВП выше, энергоемкость ВВП ниже, зимние температуры выше, чем в РФ => более высокая готовность к капиталоемким «зеленым» мерам
- 5) Зависимость от импортного газа => «газофобия» (в т.ч. результат газовых транзитных кризисов РФ-Украина - янв.2006/2009 => целенаправленный уход от преимущ. импортного газа) => приоритет «возобновляемый Н2» => **формирование глобального рынка возобновляемого Н2 на основе Евро и технологий ЕС**

**РФ и ЕС взаимозависимы => совместно найти сбалансированные, экономически обоснованные и взаимоприемлемые решения**

## Россия:

- 1) Более поздняя индустриализация (короче период накопления...) + «кривая обучения»: (чужой опыт)
  - 2) Территория много больше, плотность населения много ниже – много меньший удельный эффект негативных накопленных и текущих экологических последствий
  - 3) Значительные территории покрыты лесами => наивысшая природная восстановительная способность, **в несколько раз** превышает выбросы тепличных газов => **РОССИЯ = НЕТТО-ПОГЛОТИТЕЛЬ** тепличных газов (+ Канада, Бразилия, Австралия, Нов.Зеландия и (?) Швеция)
  - 4) Душевой ВВП ниже, энергоемкость ВВП выше, зимние температуры ниже, чем в ЕС => меньшая готовность к капиталоемким «зеленым» мерам (особ. к менее энергоэффективным (ВИЭ) => ценой замедления эк.роста)
  - 5) Высокая роль газа в энергобалансе с опорой на собственные его ресурсы/запасы
- **Преждевременный переход к последующим (технологическим) шагам в декарбонизации в России (уход из сферы текущих конкурентных преимуществ) контрпродуктивен!!! => экспортно-ориентированная декарбонизация (взаимовыгодное участие в декарбонизации ЕС) на основе НВЭР – газовых поставок с пр-вом Н2 внутри ЕС без выбросов CO2 (пиролиз + ПРМ+CCS)**

# ЕС и РФ: два пути к нетто-нулевым выбросам в энергетике/экономике



# Содержание

- 1) Разная философия разных «энерготрансформаций»: терминология имеет значение
- 2) 2015+ (эмиссионная емкость: ЕС) и 1973+ (энергоемкость: ОПЕК): существенные аналогии в рамках мотивационной экономики
- 3) ЕС и РФ: два пути к нетто-нулевым выбросам в энергетике
- 4) Водородная стратегия ЕС: энерготрансформация на полуправде => искаженные «преимущества», мнимая экологическая исключительность, завышенные ожидания от «зеленого/возобновляемого» водорода**
- 5) Два пути развития внешнеэкономического сегмента водородной энергетики России: следовать мягко навязываемой нам европейской концепции, отражающей национальные интересы ЕС/ФРГ, - или отстаивать концепцию водородного сотрудничества, построенную на балансе интересов сторон?
- 6) Правительственная концепция развития водородной энергетики России – почему по европейской модели? И как насчет конкурентоспособности?
- 7) Европейская модель «зеленого энерготрансформации» - геополитические аспекты
- 8) Альтернативная концепция, построенная на балансе интересов сторон, неискаженной системе аргументов и принципе технологической нейтральности: удешевляет декарбонизацию ЕС, ведет к повышению благосостояния граждан РФ и ЕС, повышает монетизацию ресурсов российского газа на Западе и Востоке

**При прочих равных условиях, пиролиз метана (и сходные технологии: без доступа O2 и выбросов CO2) имеют конкурентное преимущество против: (1) электролиза как ключевого и (2) ПРМ+CCS как временного/вспомогательного направления производства H2 в ЕС**

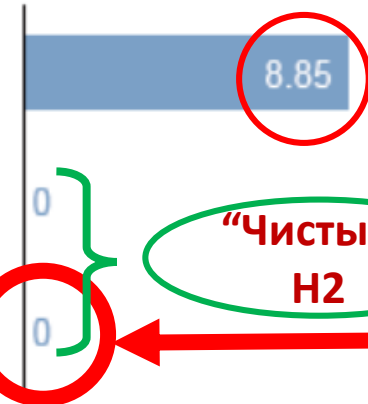
Допускается в Водородной стратегии ЕС в качестве временного решения

CCS необходим! => дополнительные временные затраты (CAPEX + OPEX) => +20-30% и более (Еврокомиссия: до +100%) => CCS = дополнительный элемент затратной сметы => **ухудшение** финансируемости

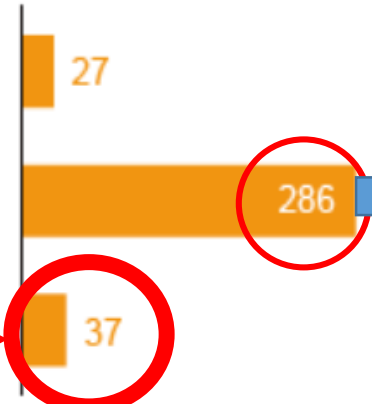
Требуются дополнит. энергетические мощности с более высокой материалоемкостью их производства (дополнит. выбросы CO2 при производстве оборудования ВИЭ) => решение проблемы высокой стоимостной энергоемкости = использование «избыточной» электроэнергии ВИЭ по нулевой и/или отрицательной цене => это ведет к рваному характеру и удлинению сроков окупаемости инвестиций => **ухудшение** финансируемости

Steam reforming of natural gas	$CH_4 + 2H_2O \rightarrow 4H_2 + CO_2$
Water electrolysis	$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$
Methane pyrolysis	$CH_4 \rightarrow 2H_2 + C$

CO<sub>2</sub> emissions in kg CO<sub>2</sub>/kg hydrogen



energy demand in kJ/mol hydrogen\*



«Чистый» H2

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>)

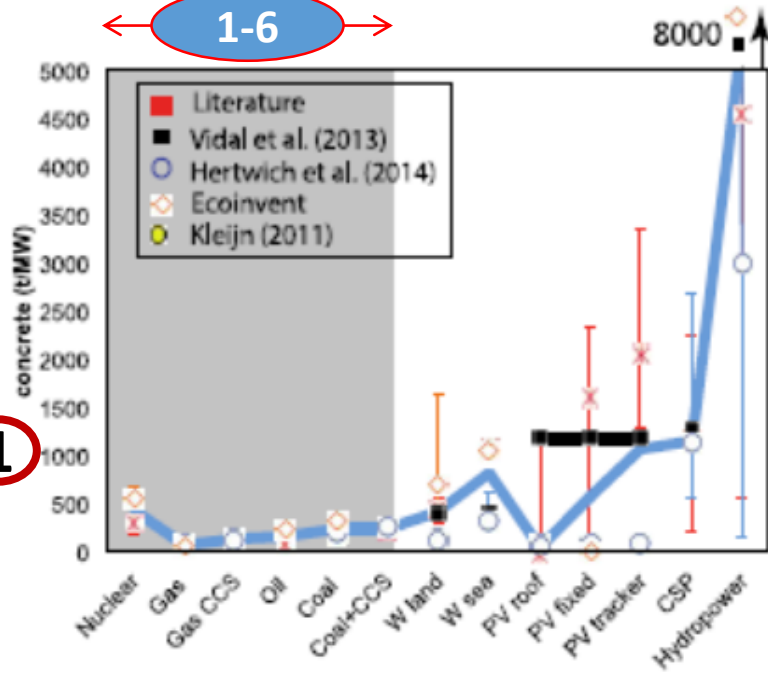
Безусловный долгосрочный приоритет ЕС

Игнорируется в Водородной стратегии ЕС !

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

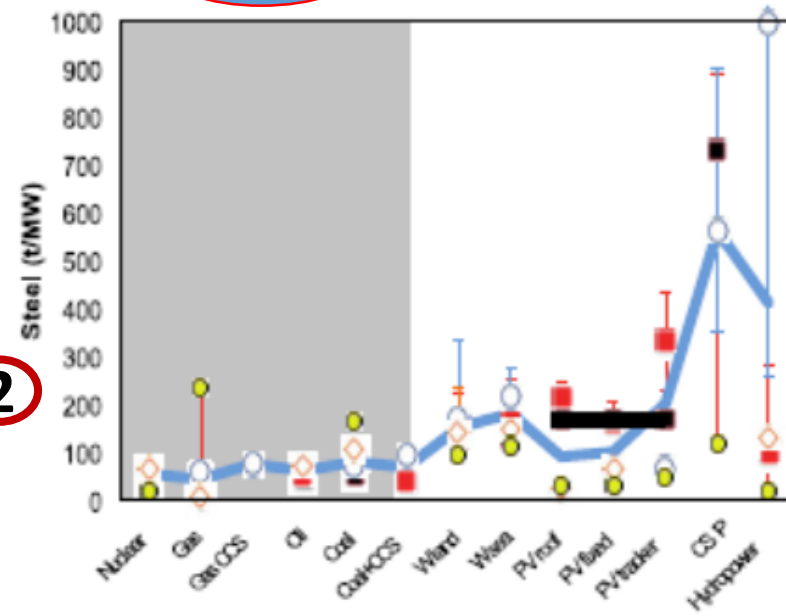
1-6

1



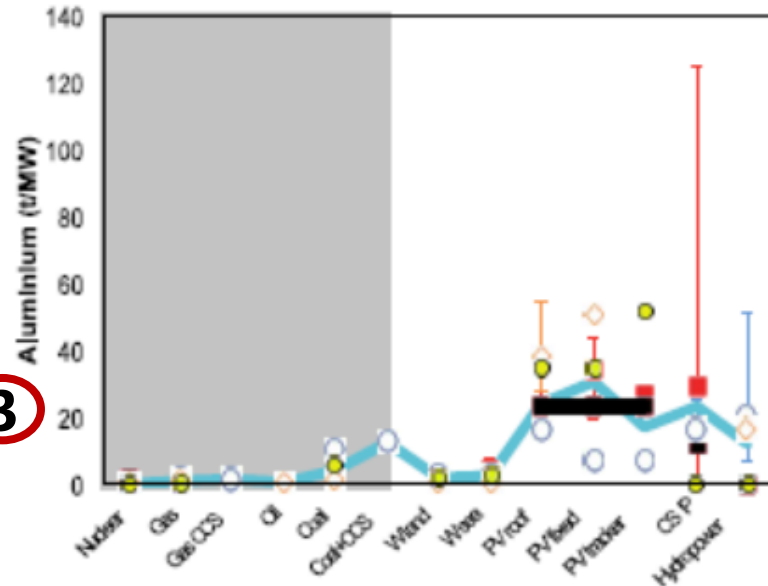
1-6

2



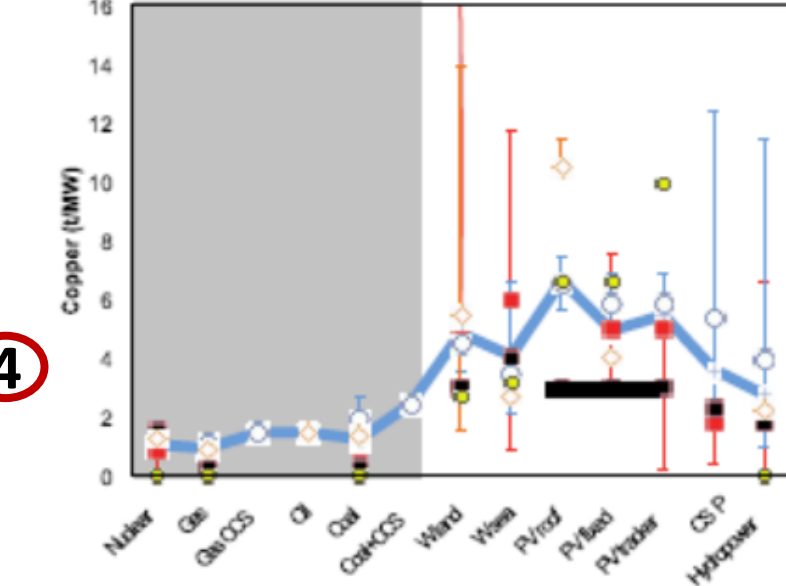
1-6

3



1-6

4



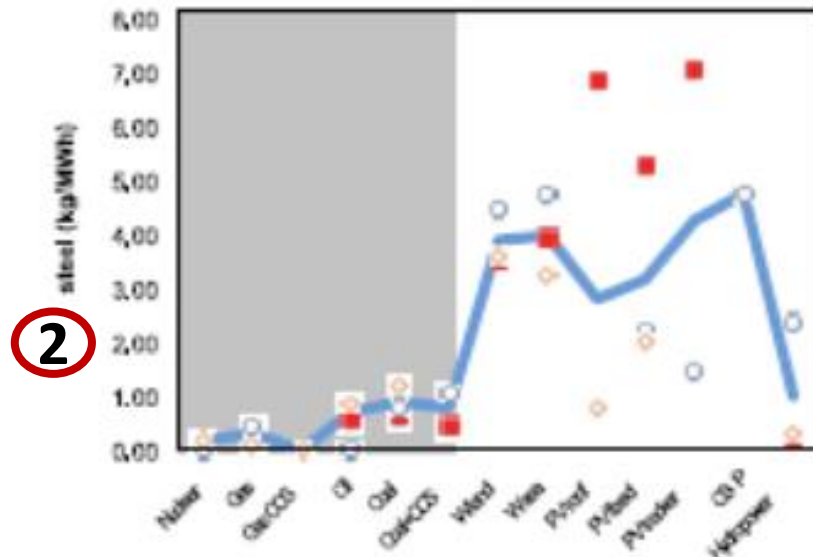
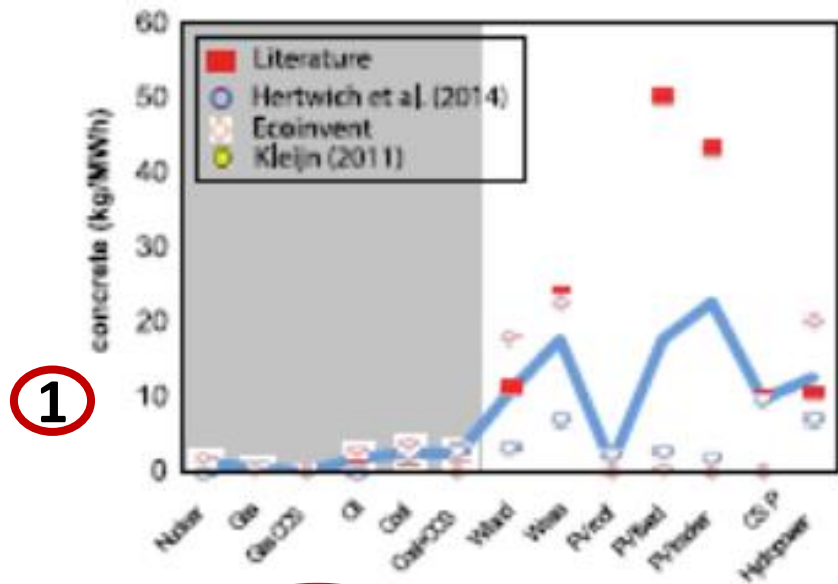
**Удельные расходы (т/МВт) четырех конструкционных материалов, применяемых при производстве энергооборудования для различной энергетической инфраструктуры:**

- 1 - бетон,
- 2 - сталь,
- 3 - алюминий,
- 4 - медь

(энергогенерирующие технологии на органическом топливе – в серой зоне)

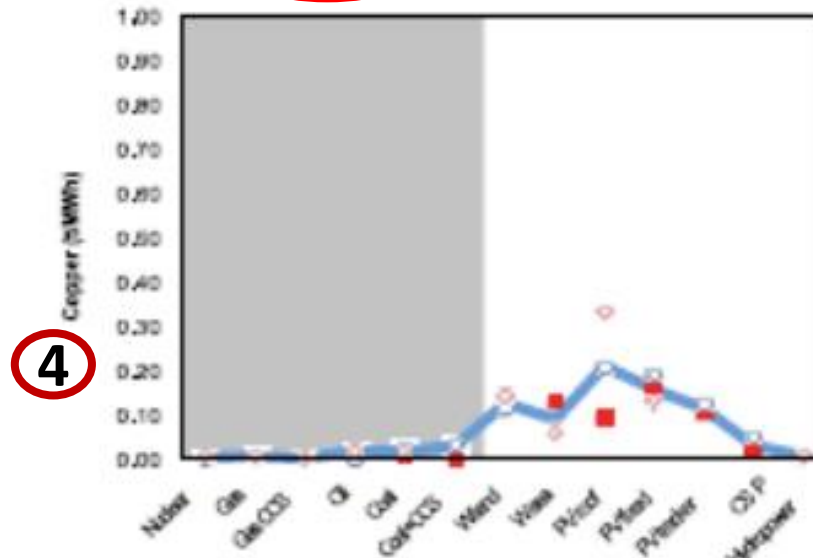
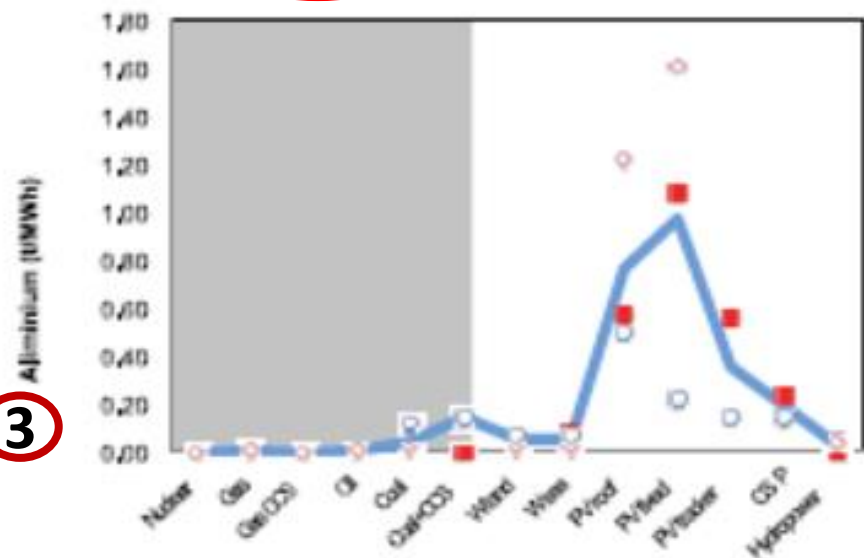
Источник: Olivier Vidal. Mineral Resources and Energy. Future Stakes in Energy Transition. // ISTE Press Ltd - Elsevier Ltd, UK-US, 2018, 156 pp. (Figure 5.2./p. 72) (цветная версия на: [www.iste.co.uk/vidal/energy/zip](http://www.iste.co.uk/vidal/energy/zip))

Слева направо: (1) АЭС, (2) газ, (3) газ + CCS, (4) нефть (мазут), (5) уголь, (6) уголь + CCS, (7) ветер/суша, (8) ветер/море, (9) ФЭП индивид./кровельн., (10) ФЭП стац., (11) ФЭП следящие, (12) гелиотерм., (13) ГЭС



1-6

1-6



**Удельные расходы (кг/МВт\*час) четырех конструкционных материалов на производство электроэнергии:**  
 ① – бетона,  
 ② – стали,  
 ③ – алюминия,  
 ④ – меди  
 (энергогенерирующие технологии на органическом топливе – в серой зоне)

Source: Olivier Vidal. Mineral Resources and Energy. Future Stakes in Energy Transition. // ISTE Press Ltd - Elsevier Ltd, UK-US, 2018, 156 pp. (Figure 5.3./p. 74) (расчет с использованием уровней материалоемкости с табл.5.1 и на риск.5.2; цветная версия на: [www.iste.co.uk/vidal/energy/zip](http://www.iste.co.uk/vidal/energy/zip))

From left to right: (1) Nuclear, (2) Gas, (3) Gas+CCS, (4) Oil, (5) Coal, (6) Coal+CCS, (7) Wind land, (8) Wind sea, (9) PV roof, (10) PV fixed, (11) PV tracker, (12) CSP, (13) Hydropower

# Что есть «чистая» энергия? Зависит от того, как считать углеродный след... и/или от системы допущений... => Энергопереход на полуправде...

Водородная стратегия ЕС (Brussels, 8.7.2020 COM(2020) 301 final):

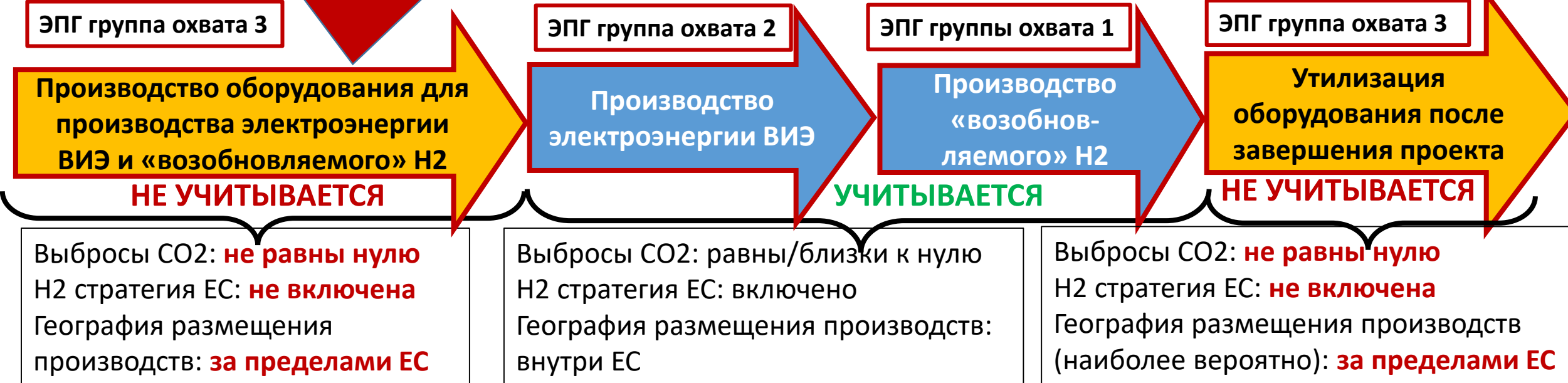
«**Возобновляемый H2**» – это H2, произведенный электролизом воды (в электролизере, питаемом электроэнергией), и с использованием электроэнергии, полученной из ВИЭ. Эмиссия тепличных газов за полный жизненный цикл производства возобновляемого H2 **близка к нулю**. «**Чистый H2**» относится к возобновляемому H2»

Siemens/Gascade/Nowega («Водородная инфраструктура – основа энергоперехода...», сент.2020):

«Если электроэнергия для электролиза поступает только от ВИЭ, источников свободных от выбросов CO2, весь производственный процесс **полностью свободен от выбросов CO2**».

Более высокие выбросы при пр-ве оборуд. эл.эн. ВИЭ по сравн. с пр-вом оборуд. эл.эн. НВЭР

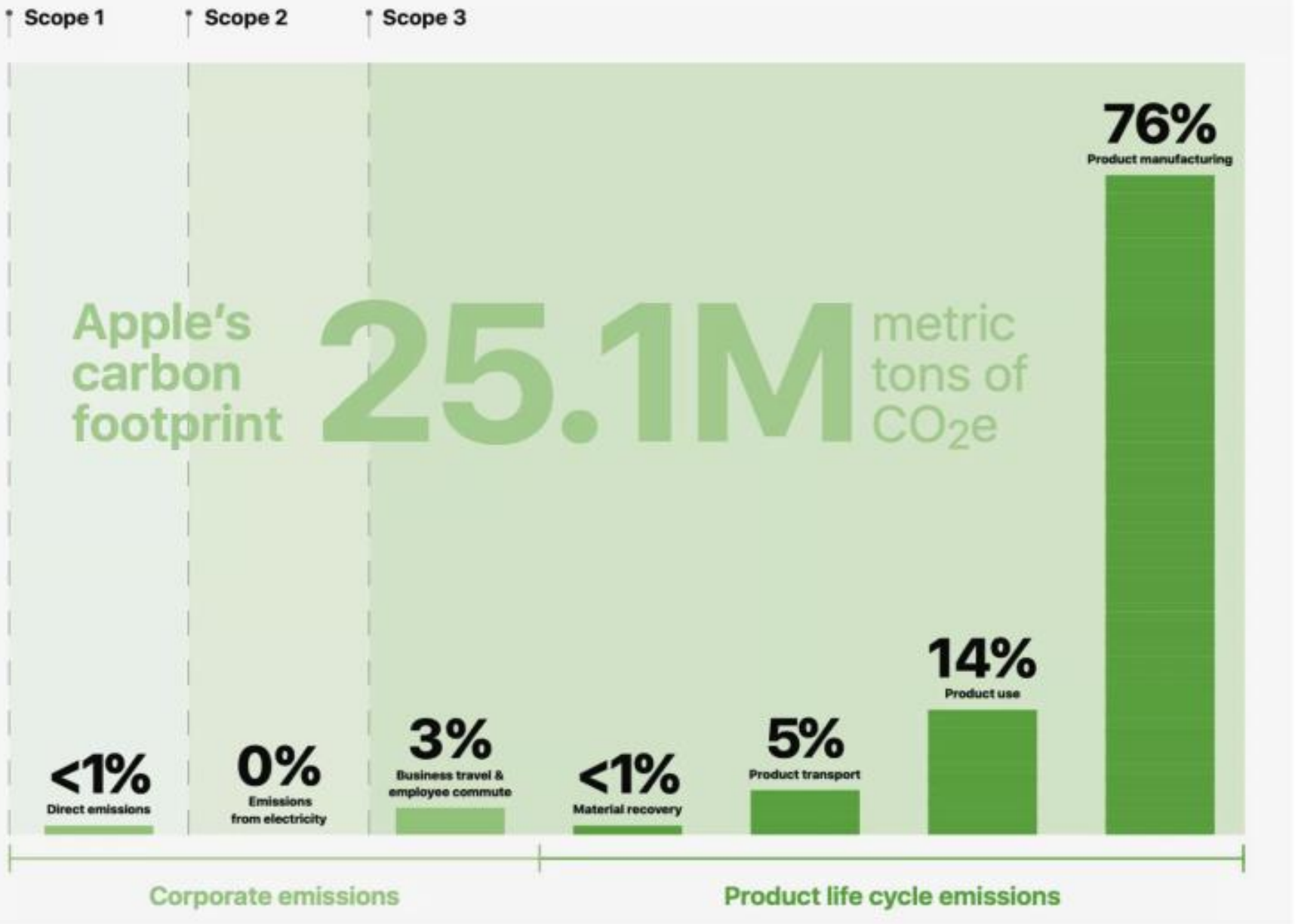
## Эмиссионный след «возобновляемого» H2 за полный жизненный цикл его производства (в соответствии с Водородной стратегией ЕС)



Дэн Ергин (Пуллитцеровская премия за книгу “The Prize”) на презентации своей новой книги “The New Map”: **“NEW SUPPLY CHAINS FOR NET-ZERO CARBON REQUIRES CARBON!!! ... They require diesel to operate shuttle in mining...”**

(Source: A conversation with Pulitzer Prize winner and energy expert Daniel Yergin, Atlantic Council, 25.09.2020; <https://www.youtube.com/watch?v=hWMOU8IjRhI>)





Scope of emissions. Apple

**Почему важно учитывать выбросы в рамках всех трех «сфер охвата»? (Иллюстративный пример на основе данных Apple, добровольно представленных компанией) – прямая аналогия с «зеленым» H2**

Source: What are Scopes 1, 2 and 3 of Carbon Emissions? // PlanA Academy, 12.08.2020 (<https://plana.earth/academy/what-are-scope-1-2-3-emissions/>)

# Содержание

- 1) Разная философия разных «энерготрансформаций»: терминология имеет значение
- 2) 2015+ (эмиссионная емкость: ЕС) и 1973+ (энергоемкость: ОПЕК): существенные аналогии в рамках мотивационной экономики
- 3) ЕС и РФ: два пути к нетто-нулевым выбросам в энергетике
- 4) Водородная стратегия ЕС: энерготрансформация на полуправде => искаженные «преимущества», мнимая экологическая исключительность, завышенные ожидания от «зеленого/возобновляемого» водорода
- 5) **Два пути развития внешнеэкономического сегмента водородной энергетики России: следовать мягко навязываемой нам европейской концепции, отражающей национальные интересы ЕС/ФРГ, - или отстаивать концепцию водородного сотрудничества, построенную на балансе интересов сторон?**
- 6) Правительственная концепция развития водородной энергетики России – почему по европейской модели? И как насчет конкурентоспособности?
- 7) Европейская модель «зеленого энерготрансформации» - геополитические аспекты
- 8) Альтернативная концепция, построенная на балансе интересов сторон, неискаженной системе аргументов и принципе технологической нейтральности: удешевляет декарбонизацию ЕС, ведет к повышению благосостояния граждан РФ и ЕС, повышает монетизацию ресурсов российского газа на Западе и Востоке

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

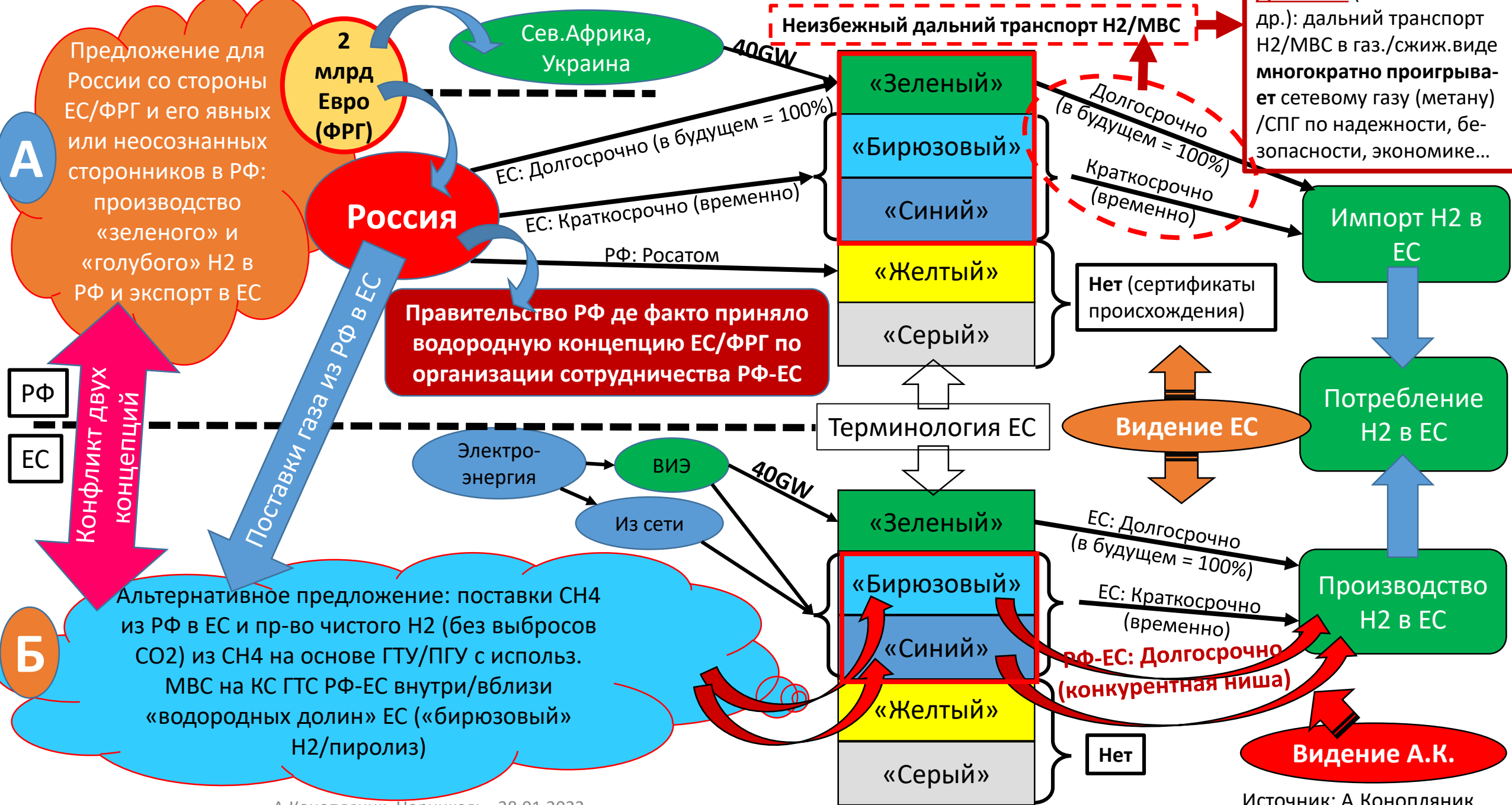


Источник: цены на газ – Газпром экспорт; издержки – Еврокомиссия, Водородная стратегия ЕС (пунктирный контур – проект стратегии, май 2020 г., сплошной контур – окончательный документ, 08.08.2020)

# Проблемы и предлагаемые решения для «возобновляемого/зеленого» H2 в ЕС



# Две концепции сотрудничества РФ-ЕС в области водородной энергетики



## Физико-химические барьеры для дальнего транспорта водорода (Литвиненко и др.)(\* )

- (1) Эффективность трубопроводной транспортировки газа напрямую зависит от объема продукции, а значит от плотности газа. Но с увеличением концентрации  $H_2$  в МВС с 10% до 90% **плотность смеси снижается в 4,3 раза**.
- (2) При увеличении объемной доли  $H_2$  в МВС с 10 до 100%, теплота сгорания смеси уменьшается в 3,3 раза, то есть **энергия, получаемая из одного объема водорода, в 3,5 раза меньше**, получаемой из того же объема метана.
- (3) Увеличение требуемой энергии на сжатие 1 кг МВС для повышения давления на 1 МПа: по мере увеличения доли  $H_2$  в смеси с нуля до 100% **энергозатраты вырастают в 8,5 раз**.
- (4) **Растет взрывоопасность** МВС по мере увеличения объемной доли  $H_2$ .
- (5) Если экспорт  $H_2$  в жидкой фазе (сжижается при атм. давлении при минус 253 °С, уменьшается в объеме в 848 раз) по аналогии с СПГ (сжижается при атм. давлении при минус 162 °С, уменьшается в объеме в 600 раз), то: (1) по мере приближения температуры вещества к абсолютному нулю в нем все более начинают **проявляться квантовые свойства**. А это требует дополнительного изучения для каждого контактирующего с жидким водородом материала; (2) при прочих равных условиях в одном и том же объеме резервуара можно хранить или транспортировать **почти в 5,9 раз больше СПГ, чем жидкого  $H_2$** .
- (6) Из-за минимального размера молекулы,  $H_2$  обладает чрезвычайно высокой проницаемостью, его молекулы проходят практически через любые металлы, при длительном хранении он **способен улетучиваться даже из герметичных резервуаров**.
- (7) Одна из наиболее критичных проблем - взаимодействие  $H_2$  с металлом трубопровода (**процесс водородного охрупчивания**). Еще в 1967 году в СССР было сделано открытие «Водородный износ металлов», но реакционная способность водорода еще недостаточно хорошо изучена, хотя ее негативные проявления уже являются большой технической проблемой (**стресс-коррозия**). Особенно это касается мест стыков конструктивных частей **в действующих трубопроводных системах**.

(\* ) Среди **43** пп. плана Правительства РФ по  $H_2$  (12.10.2020), СПб Горный Университет указан как соисполнитель в **42** пп.

Источник: Барьеры реализации водородных инициатив в контексте устойчивого развития глобальной энергетики / В.С.Литвиненко, П.С.Цветков, М.В.Двойников, Г.В.Буслаев // «Записки Горного Института». 2020. Т.244. С.428-438. DOI: 10.31897/PMI.2020.4.5

А.Конопляник. Норникель, 28.01.2022

# Содержание

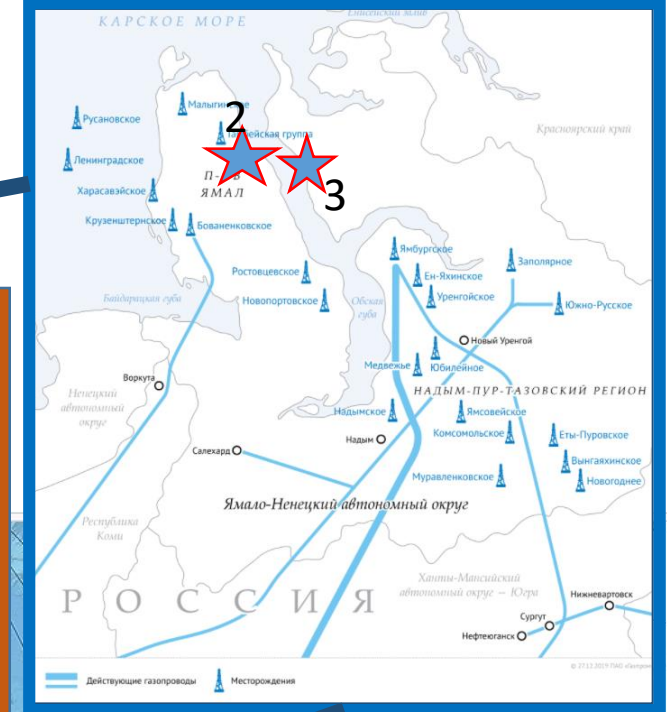
- 1) Разная философия разных «энерготрансформаций»: терминология имеет значение
- 2) 2015+ (эмиссионная емкость: ЕС) и 1973+ (энергоемкость: ОПЕК): существенные аналогии в рамках мотивационной экономики
- 3) ЕС и РФ: два пути к нетто-нулевым выбросам в энергетике
- 4) Водородная стратегия ЕС: энерготрансформация на полуправде => искаженные «преимущества», мнимая экологическая исключительность, завышенные ожидания от «зеленого/возобновляемого» водорода
- 5) Два пути развития внешнеэкономического сегмента водородной энергетики России: следовать мягко навязываемой нам европейской концепции, отражающей национальные интересы ЕС/ФРГ, - или отстаивать концепцию водородного сотрудничества, построенную на балансе интересов сторон?
- 6) Правительственная концепция развития водородной энергетики России – почему по европейской модели? И как насчет конкурентоспособности?**
- 7) Европейская модель «зеленого энерготрансформации» - геополитические аспекты
- 8) Альтернативная концепция, построенная на балансе интересов сторон, неискаженной системе аргументов и принципе технологической нейтральности: удешевляет декарбонизацию ЕС, ведет к повышению благосостояния граждан РФ и ЕС, повышает монетизацию ресурсов российского газа на Западе и Востоке

# География АЭС, ГЭС и основной район газодобычи в России (Надым-Пур-Таз, Ямал): предлагаемое производстве H2 внутри РФ и экспорт его в ЕС - дальняя крупномасштабная транспортировка в виде H2/МВС по существующей ГТС - требует глубокой дорогостоящей модернизации ГТС => контрпродуктивно, по мнению автора



**Концепция Водородной стратегии РФ (05.08.2021) => 4 территориальных экспортно-ориентированных водородных кластера:**

1. Северо-Западный: экспорт H2 в страны ЕС,
2. Восточный: экспорт H2 в Азию,
3. Арктический: безуглеродные системы энерго-снабжения Арктической зоны РФ и/или экспорт H2 и энергетических смесей на его основе,
4. Южный (на базе ПГ и ВИЭ): близость к экспортным портам



  АЭС  
   ГЭС  
   Надым-Пур-Таз и Ямал  
★ Действующие кт-СПГ проекты:: (1) Сахалин-2; (2) Ямал СПГ; (3) Арктик СПГ



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/Атомная_энергетика_России);  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_гидроэлектростанций\\_России](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_гидроэлектростанций_России);





Региональные "карбоновые полигоны" (\*\*):

- A - Ямал (Семь лиственниц);
- B - Калининградск. обл.;
- C - Чечня;
- D-Краснодар. край;
- E – Свердловск. обл.;
- F - Кузбасс;
- G – Новосибирск.обл.;
- H - Сахалин => будет расширено до 14 регионов

# Минпромторг: Атлас российских проектов по пр-ву низкоуглеродного и безуглеродного (\*) H2 и аммиака – и 4 экспортных водородных кластера

## Минобрнауки: региональные карбоновые полигоны

**Суммарное производство H2: 16 млн т (Атлас/2031/Комлев)**

- 1
- 2
- 3
- 1

Экспортно-ориентированные H2 кластеры (Концепция H2 стратегии РФ, 05.08.2021):

- 1 – Северо-Западный,
- 2 - Арктический,
- 3 – Восточный,
- 4 – Южный

(\*\*) Пилотные проекты Минобрнауки по созданию комплексной системы мониторинга движения тепличных газов



(\*) более корректно: низко-эмиссионного и без-эмиссионного (по прямым выбросам)

- 33 проекта в 18 регионах, вкл.:
- 25 - зеленый H2 (ВЭС, ГЭС, ПЭС),
  - 5 - голубой H2
  - 1 - бирюзовый H2
  - 2 - желтый (низко-эмиссионный) H2
  - 11 – вкл. аммиак

П.9: Логистика: Транспортировка водорода заказчикам на территории России и в страны Европы/АТР

П.10: Потребление: Долгосрочные контракты с заказчиками на территории России и в странах Европы/АТР



# Минэнерго/Правительство РФ: все более амбициозная ставка на экспорт H2, но вопрос о его доставке на экспортные рынки технически не решен.

Однако заявленные объемы экспорта H2 не оставляют иного понимания у мирового сообщества: экспорт H2 намерен осуществляться путем закачки H2/МВС в действующую ГТС. Невзирая на возражения Газпрома

Экспорт, млн.т	2024 г.	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2050 г.
(1) Энергостратегия РФ ( <u>июнь 2020</u> )	0.2			2	-
(2) План мероприятий Пр-ва (октябрь 2020)	-			-	-
(3) Проект концепции развития водородной энергетики РФ ( <u>апрель 2021</u> )	0.2-1.0		-	2-7	7.9-33.4
(4) Ю.Добровольский (*) («Мы с Минэнерго... по консервативному прогнозу») (НГВ, июнь 2021)	-	2-3	20-30 и более	-	-
(5) Концепция развития водородной энергетики РФ ( <u>август 2021</u> )	0.2-1.0		16 млн т (2031)	2-12	15-50

*Риск решения по закачке H2/МВС в действующую ГТС для экспорта*

*Атлас МПТ: 16 млн т (2031)*

(1) Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р (<http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4lgsApssm6mZRb7wx.pdf>)

(2) План мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 г.». "Утвержден распоряжением Правительства РФ от 12 октября 2020 г. № 2634-р (<http://static.government.ru/media/files/7b9bstNfV640nCkkAzCRJ9N8k7uhW8mY.pdf>)

(3) Итоги работы Минэнерго России и основные результаты функционирования ТЭК в 2020 году. Задачи на 2021 год и среднесрочную перспективу. Материалы заседания Коллегии Минэнерго России, 12 апреля 2021 г., слайд 7 (<https://minenergo.gov.ru/system/download-pdf/20322/154219>)

(4) Ю.Добровольский. Водороду нужна господдержка. // «Нефтегазовая Вертикаль», июнь 2021, №11-12, с.80-84 (84)

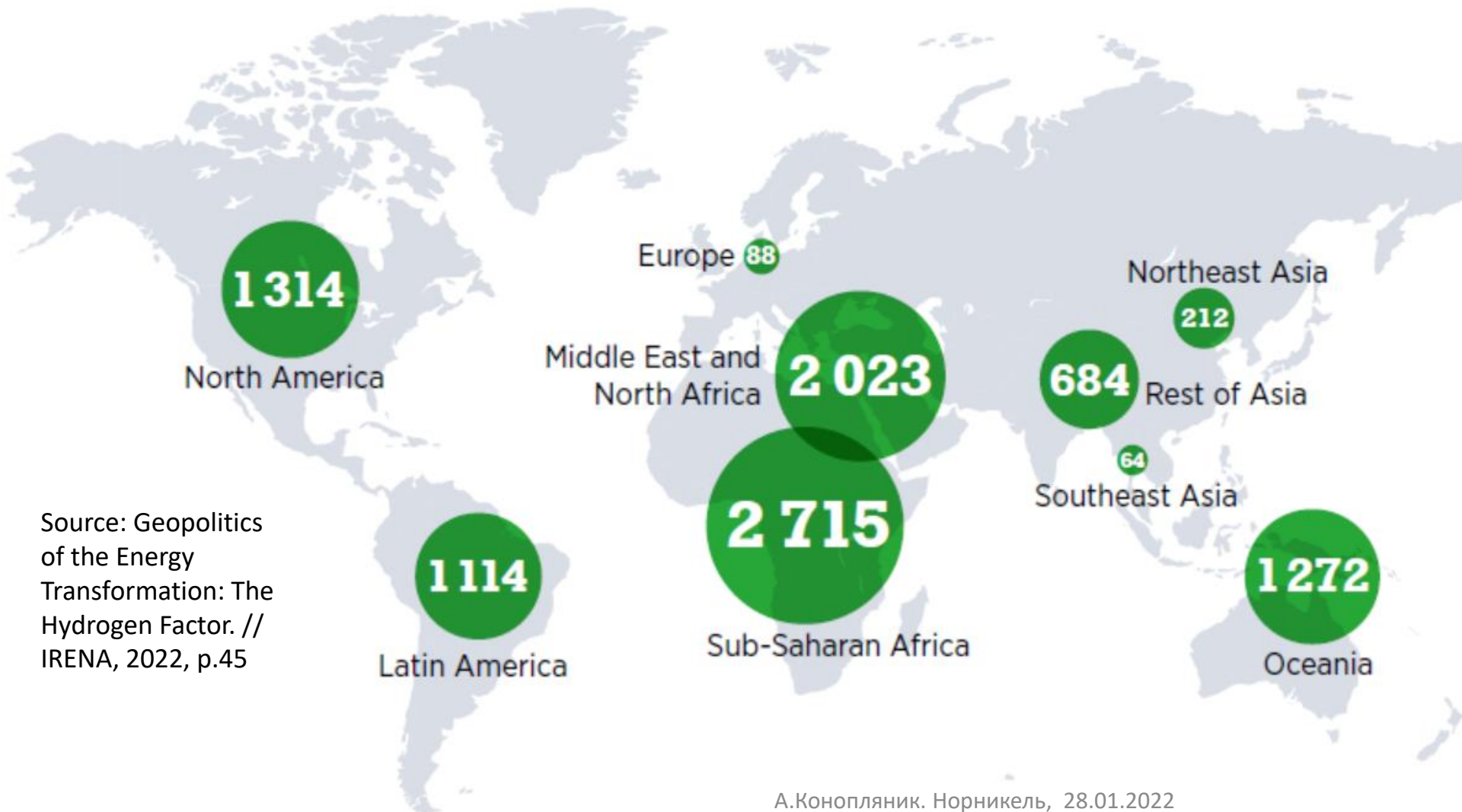
(\*) позиционирует себя как один из основных разработчиков водородной стратегии России

(5) Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 5 августа 2021 г. № 2162-р

(<http://static.government.ru/media/files/5JFns1CDAKqYKzZ0mnRADAw2NqcVsexl.pdf>)

# Несмотря на амбиции российского правительства по экспорту H2, Россия отсутствует на карте перспективных производителей «зеленого» H2 по конкурентоспособной цене (IRENA)

Figure 3.4 Technical potential for producing green hydrogen under USD 1.5/kg by 2050, In EJ



Source: Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor. // IRENA, 2022, p.45

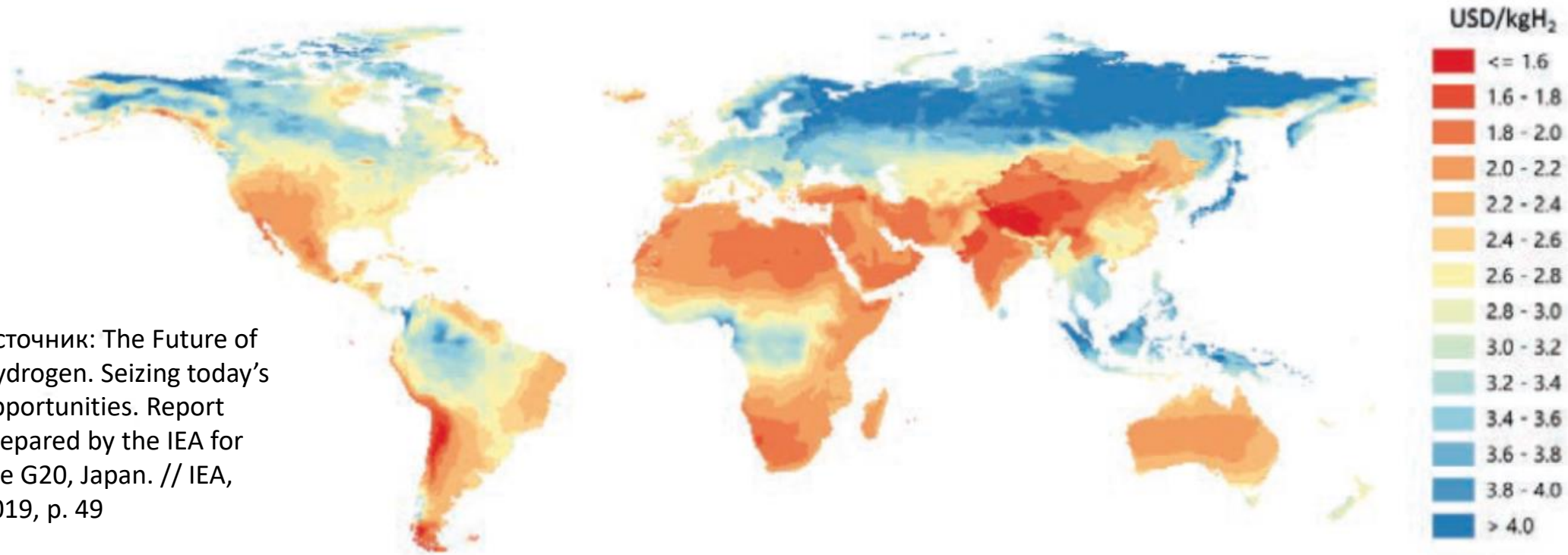
Source: IRENA (forthcoming-a). Map source: Natural Earth, 2021

Note: Assumptions for capital expenditures (CAPEX) 2050 are as follows: PV: USD 225-455/kW; onshore wind: USD 700-1 070/kW; offshore wind: USD 1 275-1 745/kW. Weighted average cost of capital: Per 2020 values without technology risks across regions. Technical potential has been calculated based on land availability considering several exclusion zones (protected areas, forests, permanent wetlands, croplands, urban areas, slope of 5% [PV] and 20% [onshore wind], population density). Water availability was not considered in the analysis. EJ = exajoule; kW = kilowatt.

Disclaimer: This map is provided for illustration purposes only. Boundaries and names shown on this map do not imply any endorsement or acceptance by IRENA.

# МЭА: прогнозные издержки производства H<sub>2</sub> на материковых комбинированных ВЭС и СЭС. Россия в зоне самых высоких значений. Плюс издержки доставки до основных потенциальных потребителей...

Figure 14. Hydrogen costs from hybrid solar PV and onshore wind systems in the long term



Источник: The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities. Report prepared by the IEA for the G20, Japan. // IEA, 2019, p. 49

Notes: This map is without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area. Electrolyser CAPEX = USD 450/kW<sub>e</sub>, efficiency (LHV) = 74%; solar PV CAPEX and onshore wind CAPEX = between USD 400–1 000/kW and USD 900–2 500/kW depending on the region; discount rate = 8%.

Source: IEA analysis based on wind data from Rife et al. (2014), NCAR Global Climate Four-Dimensional Data Assimilation (CFDDA) Hourly 40 km Reanalysis and solar data from renewables.ninja (2019).

А.Конопляник. Норникель, 28.01.2022



### In this week's edition

1. SPECIAL REPORT | Why shipping pure hydrogen around the world might already be dead in the water
2. 'Expensive and wasteful, with limited CO<sub>2</sub> reduction: Blending hydrogen into the gas grid should be avoided'
3. EXCLUSIVE | 'It would be crazy to import green hydrogen into Europe', Acciona Energía CEO tells Recharge

Accelerate Hydrogen  
[newsletter@rechargenews.com](mailto:newsletter@rechargenews.com)  
OT 27/01/2022

## 2 'Expensive, wasteful, limited CO<sub>2</sub> reduction: Blending hydrogen into gas grid should be avoided'

Adding 20% green H<sub>2</sub> to Europe's distribution networks would increase end-user costs by up to 43%, while cutting greenhouse gases by just 6-7%, says Fraunhofer Institute study

26 January 2022 22:01 GMT UPDATED 26 January 2022 22:01 GMT

By [Leigh Collins](#)

## 1 SPECIAL REPORT | Why shipping pure hydrogen around the world might already be dead in the water

Physics and cost mean that ammonia is a far more economic option for long-distance seaborne transportation, writes Leigh Collins

27 January 2022 9:20 GMT UPDATED 27 January 2022 9:20 GMT

By [Leigh Collins](#)

## 3 'It would be crazy to import green hydrogen into Europe', says Acciona Energía CEO

26 January 2022 11:03 GMT UPDATED 26 January 2022 16:54 GMT

By [Leigh Collins](#)

Europe would be "crazy" to import green hydrogen from places such as Chile and Australia, according to the chief executive of one of the continent's largest renewable-energy producers, Spain's Acciona Energía, which recently started up its first green H<sub>2</sub> plant.

"The advantage of renewables, and the advantage of green hydrogen, is that it's local, using autonomous resources — so each country can secure its own low-carbon energy at stable prices for 30 years — it's crazy to import if you have these resources," Rafael Mateo tells *Recharge*.

# Содержание

- 1) Разная философия разных «энерготрансформаций»: терминология имеет значение
- 2) 2015+ (эмиссионная емкость: ЕС) и 1973+ (энергоемкость: ОПЕК): существенные аналогии в рамках мотивационной экономики
- 3) ЕС и РФ: два пути к нетто-нулевым выбросам в энергетике
- 4) Водородная стратегия ЕС: энерготрансформация на полуправде => искаженные «преимущества», мнимая экологическая исключительность, завышенные ожидания от «зеленого/возобновляемого» водорода
- 5) Два пути развития внешнеэкономического сегмента водородной энергетики России: следовать мягко навязываемой нам европейской концепции, отражающей национальные интересы ЕС/ФРГ, - или отстаивать концепцию водородного сотрудничества, построенную на балансе интересов сторон?
- 6) Правительственная концепция развития водородной энергетики России – почему по европейской модели? И как насчет конкурентоспособности?
- 7) Европейская модель «зеленого энерготрансформации» - геополитические аспекты**
- 8) Альтернативная концепция, построенная на балансе интересов сторон, неискаженной системе аргументов и принципе технологической нейтральности: удешевляет декарбонизацию ЕС, ведет к повышению благосостояния граждан РФ и ЕС, повышает монетизацию ресурсов российского газа на Западе и Востоке

# Россию пытаются заманить в «догоняющее развитие» по контрпродуктивной для РФ европейской модели «зеленого энергоперехода» - мы уже заглотели наживку??? (1)

- Энергопереход на полуправде (абсолютизация связки «ВИЭ + зеленый H<sub>2</sub>» в ЕС). Искаженная система координат/аргументов для обоснования «зеленого энергоперехода» по модели ЕС:
  - Рост глобальной температуры: техногенные (энергетика) vs природные + техногенные факторы, цикл (синусоида) vs линейный рост
  - Выбросы: оценка только по выбросам CO<sub>2</sub> (+CH<sub>4</sub>) vs совокупность всех выбросов (+ NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, твердые) => климат vs (климат + экология)
  - Энергетика (назначенный в ЕС основной виновник): НВЭР vs ВИЭ (учет только выбросов по группам 1 и 2, неучет группы 3) => борьба с углеродом (отказ от ископаемого топлива), а не с эмиссиями (НТП во всех сферах по всем энергетич.цепочкам)
  - Терминология: углеродный vs эмиссионный; H<sub>2</sub> из прир.газа = голубой (PPM+CCS) vs голубой + пиролиз (бирюзовый)
- Смена элит и глобальная конкуренция: климат не главная цель, но лишь средство передела рынков?
  - «Зеленый переход»: цель - автономия ЕС на основе Евро, формирование глобального рынка технологий для зеленого H<sub>2</sub>, где у ЕС сегодня приоритет
    - К.Симсон: ЕС = 31% мировых патентов электролизеров, только компании ЕС производят все их типы
  - Возврат США в COP-21 – не дать ЕС возглавить процесс и потеснить доллар...
  - «Зеленый переход ЕС» = попытки убрать РФ из сферы наших конкурентных преимуществ:
    - Де факто игнорирование НТП в НВЭР (1-й/4-й энергопереход как «отказ от ископаемого топлива») +
    - Неадекватный учет территории и акватории РФ с их поглотит. способностью (методологии оценки).

## Россию пытаются заманить в «догоняющее развитие» по контрпродуктивной для РФ европейской модели «зеленого энергоперехода» - мы уже заглотили наживку??? (2)

- Декарбонизация России по западной модели – это догоняющее развитие по чужим лекалам.
- Бенефициары:
  - глобальные финанс.институты (англо-сакс.):
    - финансирование энергоперехода (проекты) +
    - финансиализация энергоперехода (торговля квотами на выбросы и их деривативами)
  - компании обрабатывающих отраслей ЕС:
    - Россия и др. страны как рынки сбыта оборудования ВИЭ и электролизеров «Сделано в ЕС/ФРГ»
- Раньше был «экспорт законодательства ЕС» для энергетич.рынка РФ, теперь «экспорт модели энергоперехода». Для этого - кнут и пряник.
  - Кнут:
    - Ужесточение параметров коллективных амбиций: от 2 градусов (COP-21) к 1,5 градусам (COP 24)
    - Переход от «мягкого» правового языка («стороны должны стремиться»: COP-21) к «жесткому» («стороны обязаны») в рамках международно-правовых соглашений по реализации COP-21 (COP-26)
    - Судебные решения на корпоративном и государственном уровне. Прецеденты:
      - судебное решение по Шелл в Гааге (апрель 2021) +
      - решение конституционного суда ФРГ (апрель 2021)
    - Односторонние защитные меры под эгидой климатической повестки (СВАМ)
  - Пряник:
    - «водородная морковка ценой 2 млрд.Евро» (ФРГ) => *Правительство РФ заглотило наживку?*



# Содержание

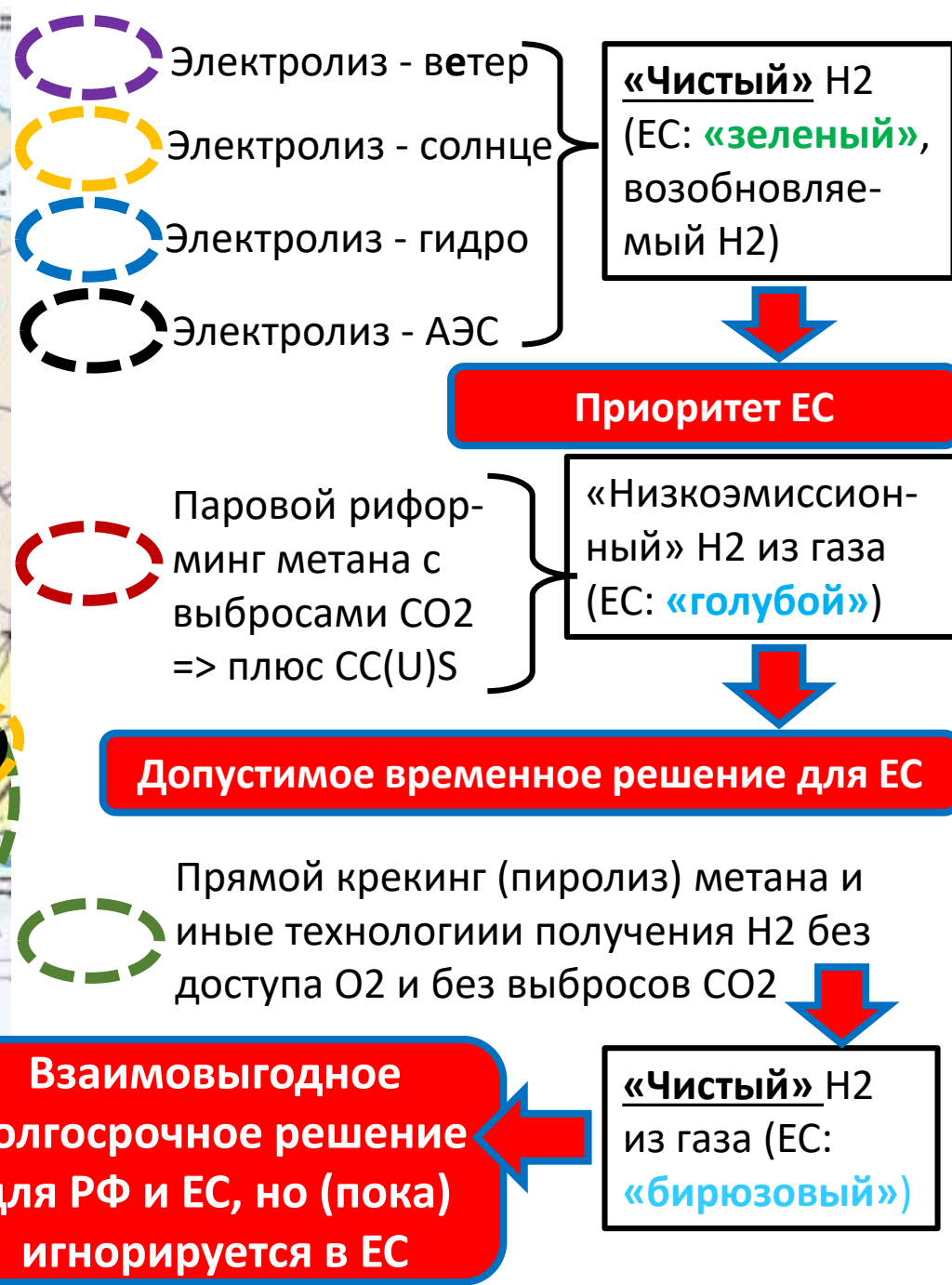
- 1) Разная философия разных «энерготрансформаций»: терминология имеет значение
- 2) 2015+ (эмиссионная емкость: ЕС) и 1973+ (энергоемкость: ОПЕК): существенные аналогии в рамках мотивационной экономики
- 3) ЕС и РФ: два пути к нетто-нулевым выбросам в энергетике
- 4) Водородная стратегия ЕС: энерготрансформация на полуправде => искаженные «преимущества», мнимая экологическая исключительность, завышенные ожидания от «зеленого/возобновляемого» водорода
- 5) Два пути развития внешнеэкономического сегмента водородной энергетики России: следовать мягко навязываемой нам европейской концепции, отражающей национальные интересы ЕС/ФРГ, - или отстаивать концепцию водородного сотрудничества, построенную на балансе интересов сторон?
- 6) Правительственная концепция развития водородной энергетики России – почему по европейской модели? И как насчет конкурентоспособности?
- 7) Европейская модель «зеленого энерготрансформации» - геополитические аспекты
- 8) **Альтернативная концепция, построенная на балансе интересов сторон, неискаженной системе аргументов и принципе технологической нейтральности: удешевляет декарбонизацию ЕС, ведет к повышению благосостояния граждан РФ и ЕС, повышает монетизацию ресурсов российского газа на Западе и Востоке**

# Взаимодополняемость применения водородных технологий в Европе (видение А.Конопляника)

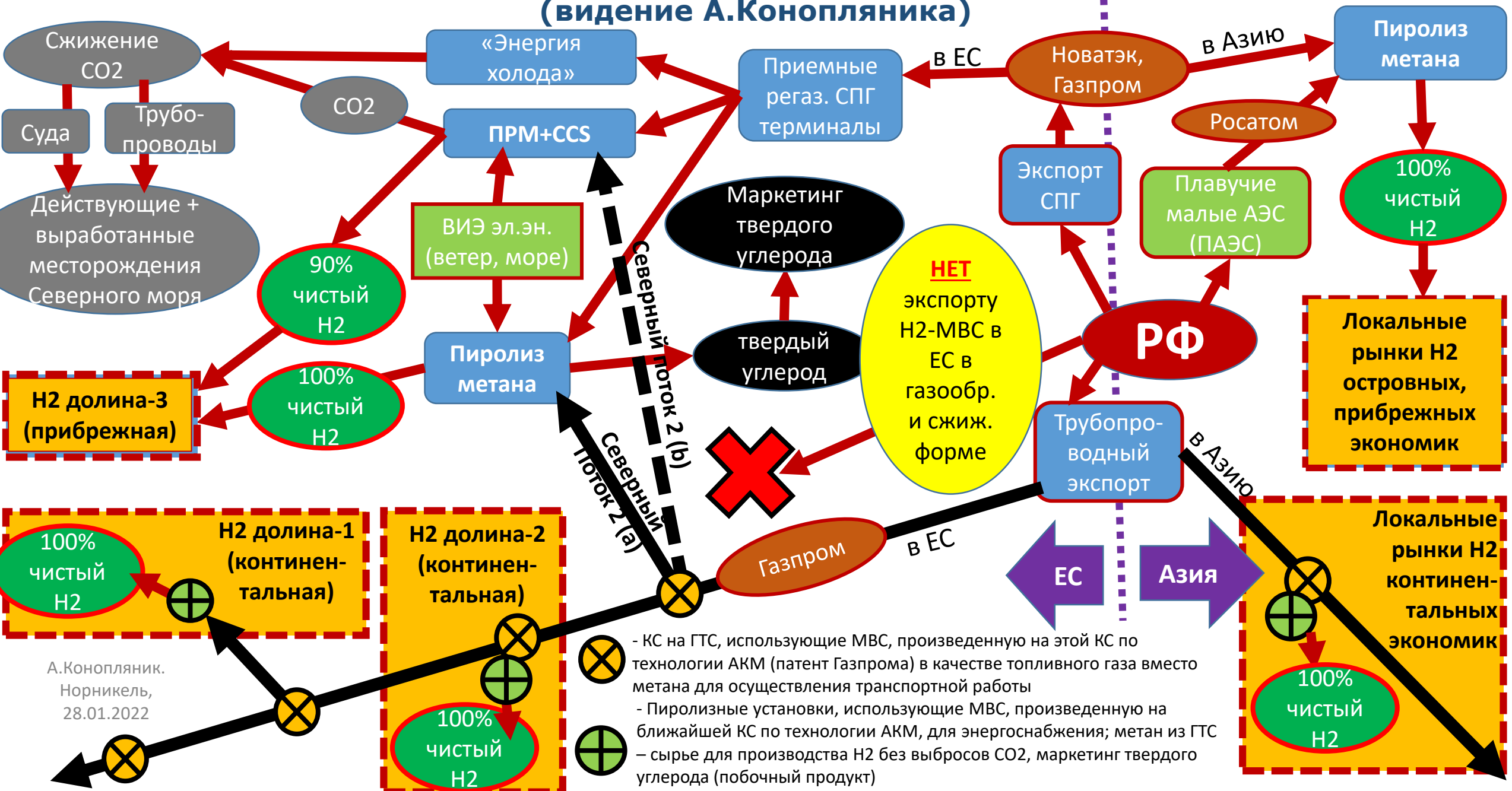
Составлено по итогам дискуссий с Ральфом Дикелем и материалам проекта водородной стратегии ЕС "Towards a hydrogen economy in Europe: a strategic outlook" (будет опублик. 24.06.2020)

Источник карты: ENTSOG

А.Конопляник, Zoom-заседание Экономического клуба ФБК "Россия без нефти: рецепты выживания", 09.06.2020



# Альтернативная концепция внешнеэкономического раздела Водородной стратегии РФ на основе чистого H2 (без выбросов CO2 при его производстве) из природного газа (видение А.Конопляника)



А.Конопляник.  
Норникель,  
28.01.2022

- ⊗ - КС на ГТС, использующие МВС, произведенную на этой КС по технологии АКМ (патент Газпрома) в качестве топливного газа вместо метана для осуществления транспортной работы
- ⊕ - Пиролизные установки, использующие МВС, произведенную на ближайшей КС по технологии АКМ, для энергоснабжения; метан из ГТС – сырье для производства H<sub>2</sub> без выбросов CO<sub>2</sub>, маркетинг твердого углерода (побочный продукт)

# Существующие и возможные дополнительные конкурентные ниши для российского газа на рынке ЕС: до начала и в процессе движения ЕС по пути декарбонизации



# Благодарю за внимание!

[www.konoplyanik.ru](http://www.konoplyanik.ru)  
[andrey@konoplyanik.ru](mailto:andrey@konoplyanik.ru)  
[a.konoplyanik@gazpromexport.com](mailto:a.konoplyanik@gazpromexport.com)

С публикациями и презентациями автора, в том числе по теме выступления, можно ознакомиться на сайте [www.konoplyanik.ru](http://www.konoplyanik.ru)

## 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.** Информация, используемая для/в настоящей презентации получена исключительно из открытых публичных источников и общеизвестных знаний.