

МВА ГАЗПРОМ «Управление программами и проектами инновационного развития в энергетическом бизнесе»

МОДУЛЬ 1 Новые тренды технологического развития и стратегический менеджмент в энергетическом бизнесе

Международный энергетический рынок. Глобальные тренды и перспективы развития

Конопляник Андрей Александрович,
*д.э.н., профессор, советник генерального директора
ООО «Газпром экспорт»*

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?

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 в рамках программы Корпоративного Института ПАО «Газпром»

«04 1101 567 ПМ: (1-й год) Новые тренды технологического развития и стратегический менеджмент в энергетическом бизнесе», Москва, 3-5 ноября 2020 г.

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) **Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...**

2) Три волны газовых революций

2.1. Сланцевая революция США

2.2. Глобальная революция СПГ

2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)

2.3. Глобальная зеленая революция

2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...

Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»*):

3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация**) (*шаг 1*)

3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе

3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация**)

3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)

3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)

3) Водородная революция:

4.1. Технологические аспекты

4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)

4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?

4.2. Регуляторные аспекты

4) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :

5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии

5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?

5) Выводы

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

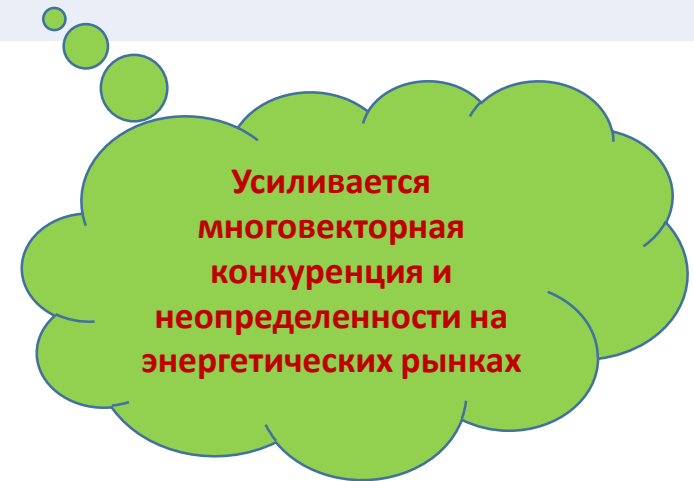
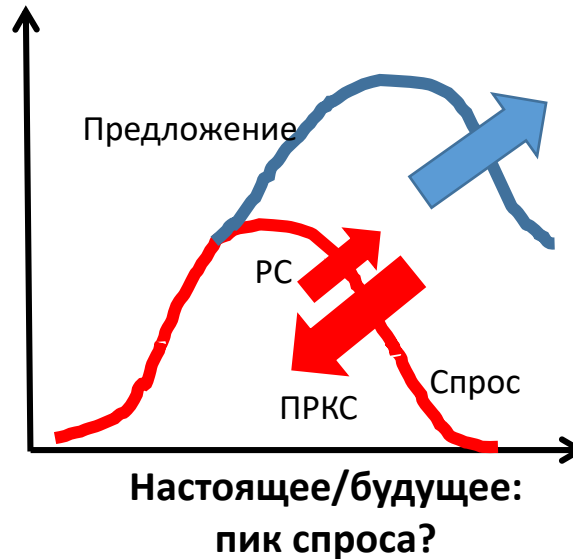
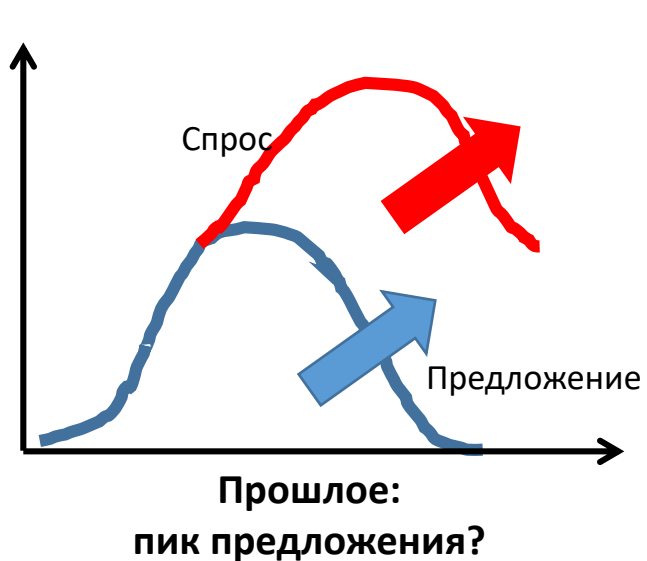
Мировая энергетика: смена парадигмы?

Предложение	Спрос
- Кривая (пик) Хабберта - Рента (теорема) Хотеллинга - Перелом Шевалье - НТП (извлечение ресурсной ренты НВЭР, эффект (экономика) масштаба) - Международное право - доступ к природным ресурсам (НВЭР)	- Экономический рост: индустриального типа, централизация и концентрация мощностей - Рост народонаселения

Будущие энергопоставки (НВЭР) **БОЛЕЕ** дороги и ограничены (рента за истощение) => **более дешевые НВЭР завоевывают рынок и ренту, освоение более дорогих НВЭР откладывается на более поздние периоды**

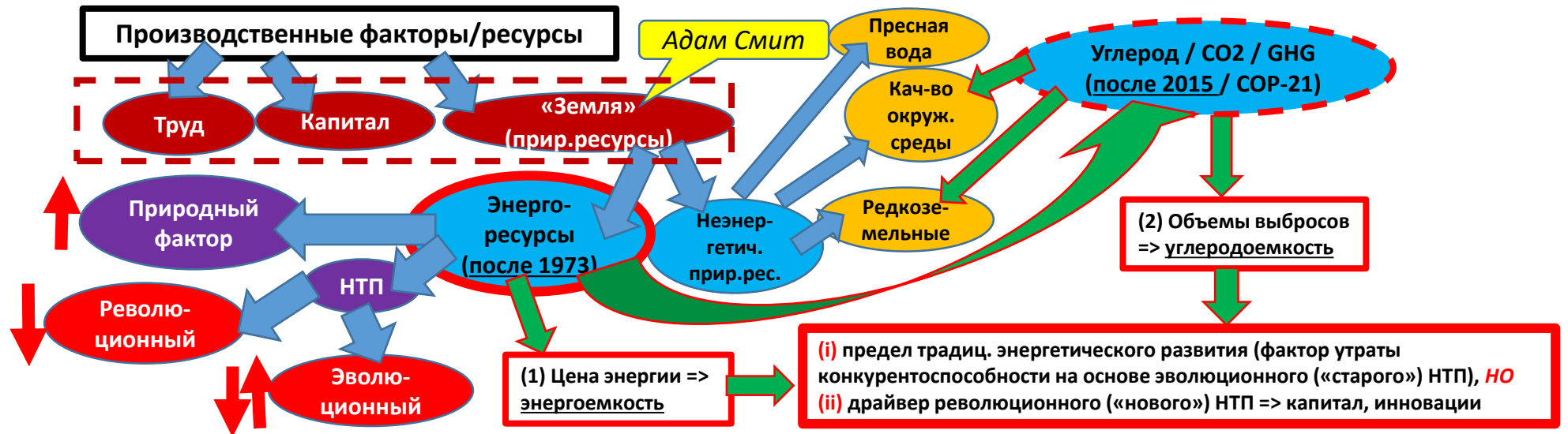
Предложение	Спрос
- НТП: извлечение технологической ренты (пример: сланцевая революция США) => анти-теорема Хотеллинга	- Четыре этапа ухода от нефти (ПРС) - Рост энергоэффективности (разрыв связи энергопотребления и экономического роста), экономический рост пост-индустриального типа - Парижское соглашение по климату (COP-21, 2015) (верхний предел выбросов <2°C) => COP-24 (Катовице, 2018) <1.5°C - Новый тип экономического роста в ПРС (пост-индустриальный, ВИЭ) и в беднейших РС (неиндустриальный, децентрализованное энергоснабжение, ВИЭ)

Будущие энергопоставки (НВЭР) **МЕНЕЕ** дороги и обильны (отчасти вследствие рукотворных ограничений спроса) => усиление конкуренции поставщиков => **более дешевые НВЭР завоевывают весь рынок, более дорогие НВЭР полностью отсекаются от освоения в перспективе**



РС – развивающиеся страны
 ПРС – промышленно развитые капиталистические страны
 НТП – научно-технический прогресс
 НВЭР – невозобновляемые энергоресурсы
 ВИЭ – возобновляемые источники энергии

Политэкономия мировой энергетики: факторы производства, межфакторная конкуренция и НТП в энергетике – и текущая конкурентная позиция России



Зоны конкурентных преимуществ стран:

- **труд**: развивающиеся (цена), развитые (качество)
- **капитал** (фин.рынки + инновации, технологии): развитые (англо-сакс.),
- **энергоресурсы** (НВЭР/УВС): ОПЕК/СА, США, РФ => **нынешняя (вне ВПК) зона конкурентных преимуществ РФ = в осн. нетехнологические, но природно-ресурсные преимущества (?) =>**

дилемма: уйти из зоны сегодняшних конкурентных преимуществ (НВЭР) или остаться в ней, но на новой конкурентной основе ?

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)

Сергей Лавров: взгляд из Москвы

«...нам пытаются навязать сомнительный статус «энергетической сверхдержавы». Наверняка **есть желающие** использовать его, чтобы **способствовать закреплению России в энергосырьевой нише международного разделения труда. Допустить этого нельзя.**

Другое дело, что **возможности**, предоставляемые поступлениями **от продажи энергоресурсов**, и укрепление позиций наших сырьевых компаний в транснациональном предпринимательстве **необходимо использовать для наращивания динамики интеграции в глобальную экономику и перевода собственной на инновационный путь развития**».

*Источник: С.Лавров. Настоящее и будущее глобальной политики: взгляд из Москвы. // «Россия в глобальной политике», т.17, 2019, №6, с.14 (Статья была опубликована в журнале «Россия в глобальной политике», №2 за **2007** год.)*

Бернард Луней (BP): глядя из Лондона...

«Вы можете **рассматривать «энергетический переход» как риск, с которым нужно бороться, или как новую возможность, которой нужно воспользоваться.** Я вижу огромные возможности для BP и для всей нашей отрасли чтобы перемонтировать мировую систему энергоснабжения для нужд низкоуглеродного будущего. В грядущий ключевой год для климатических дебатов, ... хороший шанс, чтобы обсудить, что мы все хотим, можем и должны сделать.»

'You can see the energy transition as a risk to be managed or an opportunity for us to take. I see huge opportunities for BP and for our industry in helping rewire the global energy system for a low carbon future. In a crucial year for the climate debate, IP Week in February is a welcome chance to discuss what we all want, can and need to do.'

Bernard Looney FEng FEI (the incoming from 02/02/2020 Group Chief Executive of **BP**) - Speaking on 05/12/2019, ahead of the IP Week Dinner on 27 February 2020 where he will be the keynote speaker and guest of honour at the event

Китайская каллиграфия...

Кризис !!!???



Подготовил Zhao Yuan Jing (园静), магистрант группы ЭММ-1702, РГУ нефти и газа (НИУ) им.Губкина

Не повторять прошлых ошибок...

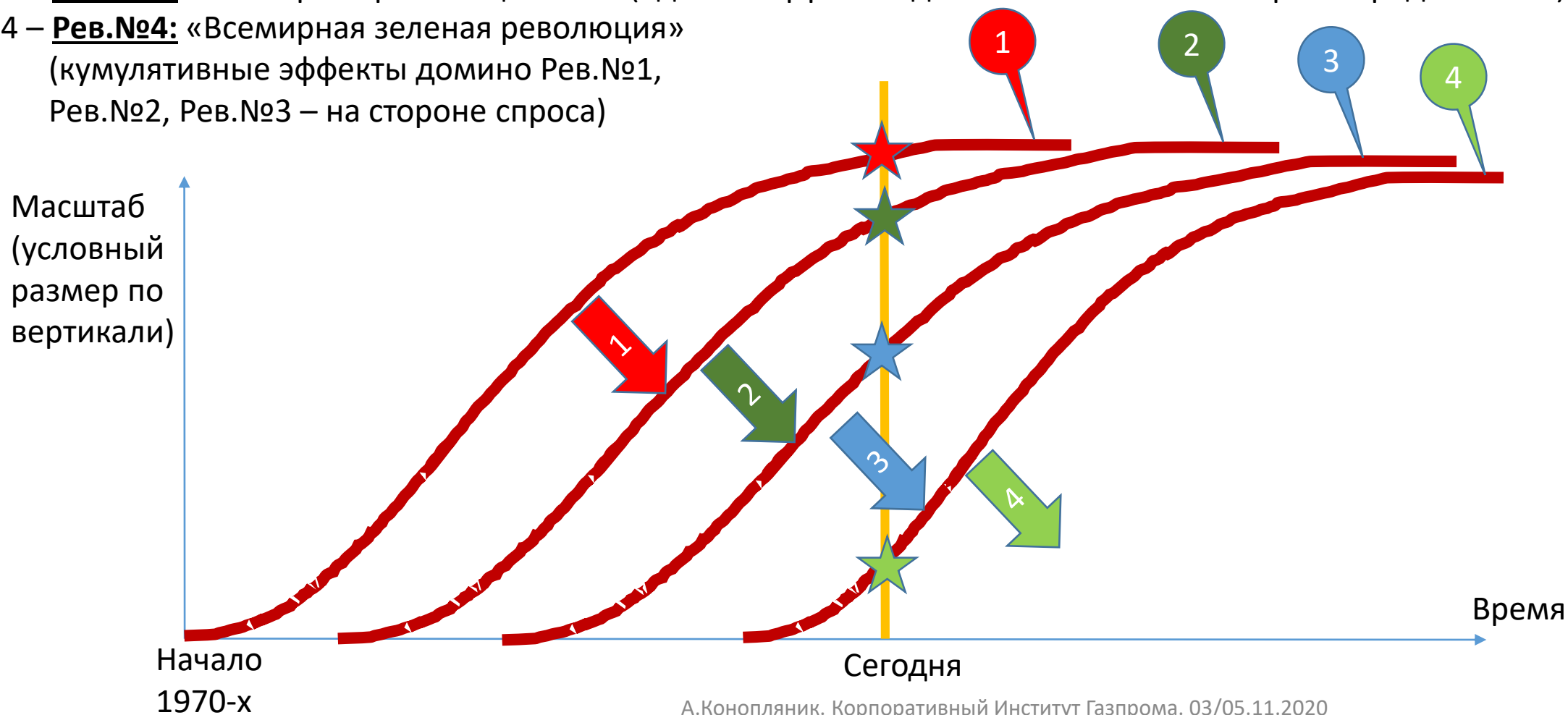
- НАПРИМЕР: Учесть ошибки восприятия Третьего энергопакета ЕС (ТЭП) Российскими институтами власти (аналогия):
 - Первоначальное отношение к ТЭП (с 09.2007 и примерно до 2013 (?) г.): резкое и длительное неприятие и противодействие со стороны РФ на разных официальных двух- (РФ-ЕС) и многосторонних (ВТО) уровнях,
 - Причина (обоснованная): ТЭП создает риски и угрозы для продолжения существования действующей между СССР/РФ и ЕС с 1968 г. (внутри ЕС с 1962 г.) системы ДСЭГК по Гронингенской модели – основы экспорта газа из СССР/РФ в ЕС
 - Одновременно (на неофициальном уровне): Поиск взаимоприемлемых развязок:
 - ТЭП = суверенное право ЕС, но РФ (Газпром) – крупнейший экспортер; приспособление к новой архитектуре формирующегося единого внутреннего рынка газа ЕС не может быть одномоментным; конфликт административного и контрактного права (sanctity of contracts) => радикальная смена регулятивных правил чревата системными рисками для обеих сторон
 - Механизм адаптации:
 - неформальные газовые консультации РФ-ЕС с янв.2010 г. => КСГ РФ-ЕС с окт.2011 г. (Ф.Лоу: «снизить риски и неопределенности до взаимоприемлемого уровня...») => 13.11.2020: 32-е заседание РГ2 КСГ (декарбонизация)
 - 2013-2016: росс. представители (РГ2 КСГ) – беспрецедентно! – в составе раб.группы ENTSOG готовили проекты Сетевых кодексов ЕС к ТЭП (CAM NC INC, TAR NC) + совместно с ЕК «тестовая проверка» (reality check) CAM NC INC
 - Сегодняшнее отношение: ГП/ГПЭ уже работает по правилам ТЭП в ЕС; с 2020 г. (по окончании контрактов 2009-2019) - работает по правилам ТЭП на Украине и в Молдове (обе страны – члены ДЭС с 2011 г.)
- Развилки декарбонизации: низкоуглеродное развитие – это...
 - Препятствие для (запрет на) использование органического топлива (угроза, опасность), **или**
 - Возможность для использования органического топлива на новом технологическом уровне и конкурентной основе в рамках низко-углеродного развития (возможность, шанс)

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) **Три волны газовых революций**
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

Волны энергетических революций (повторяющаяся динамика) и их эффекты домино

- 1 – **Рев.№1:** «революция энергоэффективности» (ответ – на стороне мирового предложения и спроса – промышленно-развитых экономик на нефтяные шоки 1970-х гг.)
- 2 – **Рев.№2:** «Американская сланцевая революция» (один из эффектов домино Рев.№1 - стремления к энергонезависимости - на стороне предложения)
- 3 – **Рев.№3:** «Всемирная революция СПГ» (один из эффектов домино Рев.№2 – на стороне предложения)
- 4 – **Рев.№4:** «Всемирная зеленая революция» (кумулятивные эффекты домино Рев.№1, Рев.№2, Рев.№3 – на стороне спроса)

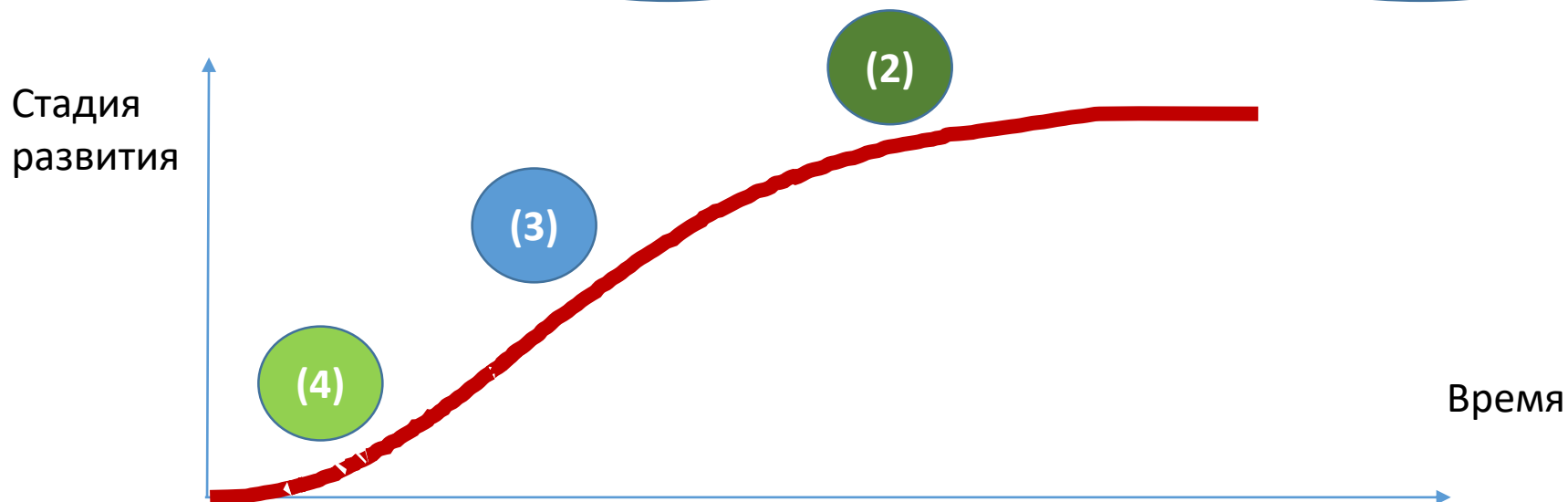


Три глобальных газовых революции: волновое развитие

(2) Американская сланцевая революция и ее глобальные эффекты домино: состоялась, сегодня испытываем ее многовекторные последствия, затухающий прямой эффект (волна на пике)

(3) Революция глобального СПГ и ее глобальные эффекты домино: в стадии ускоренного развития, не все последствия проявились в полной мере (волна на подъеме)

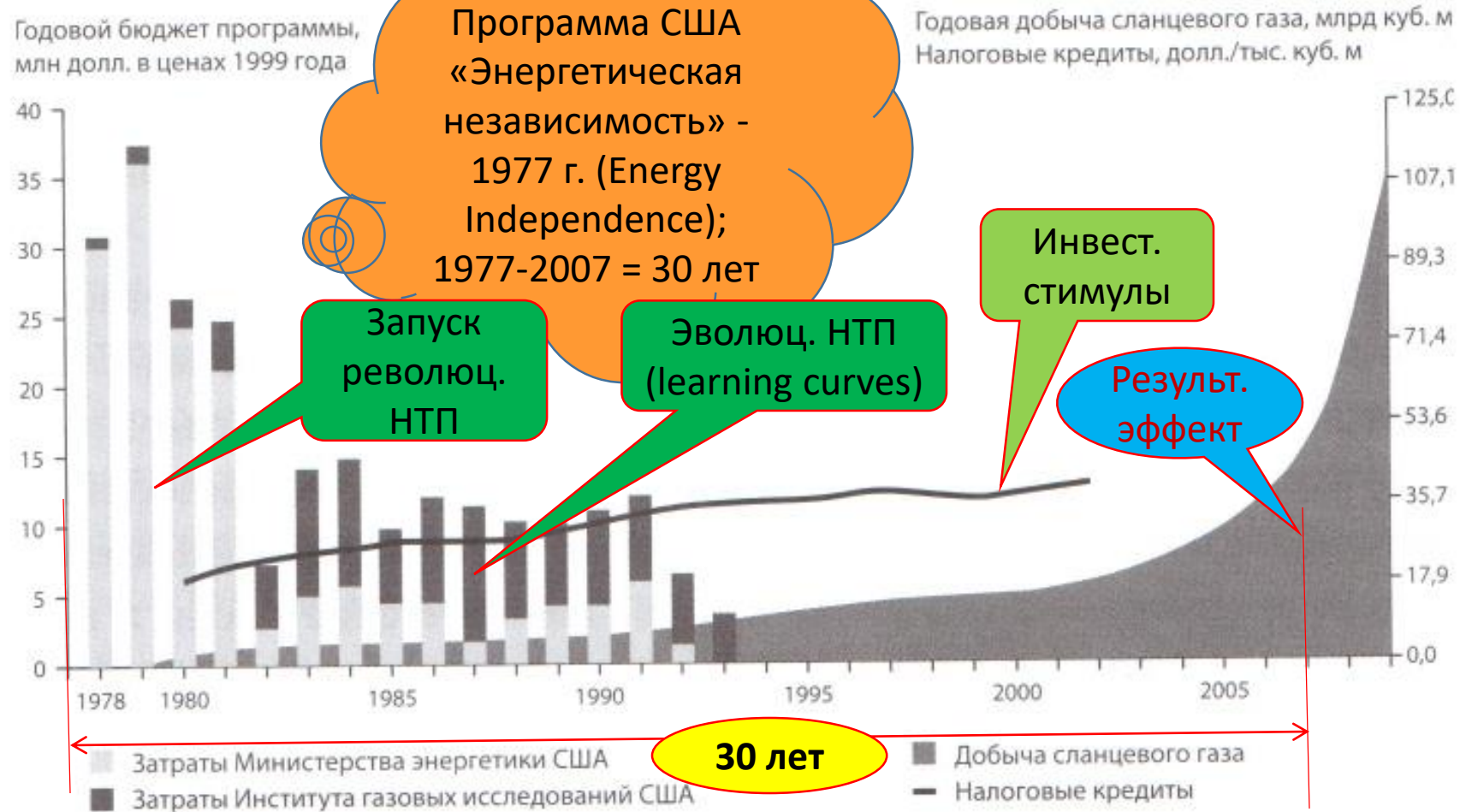
(4) Глобальная зеленая революция и ее глобальные эффекты домино – надвигается, пока на стадии становления (технологически в поиске, не в полной мере коммерциализирована, регуляторно пока не подготовлена) (волна зарождается)



План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. **Сланцевая революция США**
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

Стимулирование развития сланцевых технологий в США



Источник: MIT "The Future of Natural Gas", 2011

Источник (базовый график): Е.И.Геллер, С.И.Мельникова. Новая газовая революция? На сей раз – «мокрая». – «Россия в глобальной политике», май-июнь (спецвыпуск) 2015, с.177-189 (189).

Американская сланцевая революция

12+ причин, почему в США

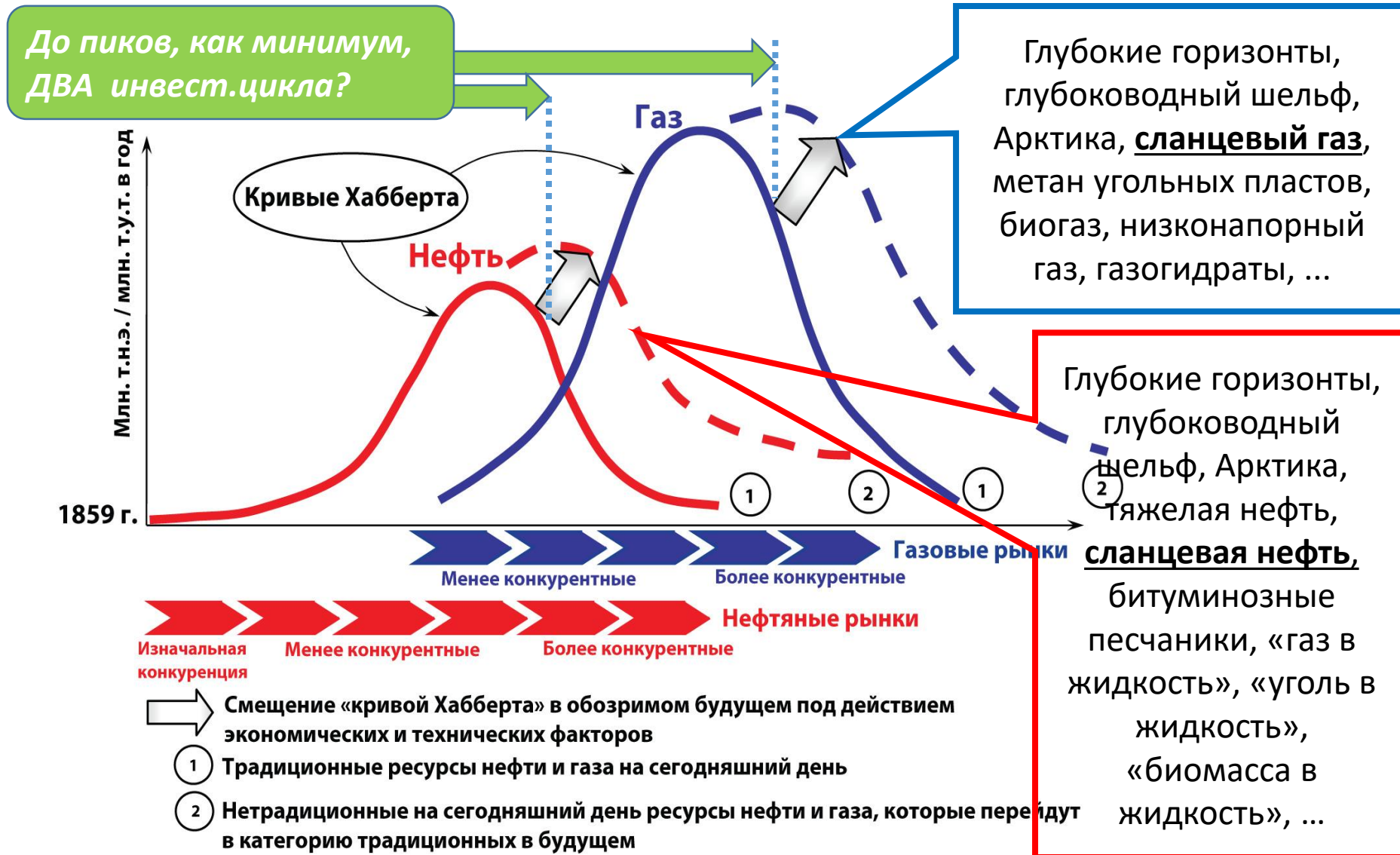
- 1) Ресурсная база
- 2) Плотность населения
- 3) Ресурсы воды
- 4) Гос.финансирование фундамент. НИОКР
- 5) Историч. *минусы* в *плюсы* (сервисная пром-ть)
- 6) Либеральная экон.модель
- 7) Модель недропользования
- 8) Развитая трубопр. система
- 9) Развитая финанс. система
- 10) Налогов. и инвест. стимулы
- 11) «Преимущество незнания»
- 12) И др. ...

«Такой комбинации факторов нет более нигде в мире» (Д.Йергин)

12+ «эффектов домино»

- 1) Избыток предложения газа в США
- 2) Для рынка газа ЕС (избыток предложения в ЕС) и его институциональной структуры (либерализация)
- 3) Для экспортеров трубопр. газа в ЕС и нефтепродукт. индексации
- 4) Для рынка газа Азии и нефтяной индексации
- 5) Для формирования глобального рынка газа (через СПГ США)**
- 6) Для продления эры УВС со стороны предложения (эффект «кривой Хабберта»)
- 7) Уголь США (вытеснение на экспорт)
- 8) Экология (США vs. ЕС)
- 9) Сланцевая нефть США
- 10) Мировой рынок нефти
- 11) Мировой рынок капитала (реверс потоков ПИИ)
- 12) И др. ...

Эволюция рынков нефти и газа: пик «кривых Хабберта» движется вправо-вверх (вкл. эффект сланцевой революции США)



Сланцевые и традиционные нефть и газ: основные различия инвестиционных циклов

Параметры	Сланцевые нефть и газ	Традиц. нефть и газ
Доля CAPEX в общих затратах	Низкая	Высокая
Доля OPEX в общих затратах	Высокая	Низкая
Экономич. жизненный цикл, лет	Короткий (2-3)	Длинный (10-15+)
Врем.лаг: ОИР (FID) - первая нефть/газ	Короткий (недели)	Длинный (годы)
Чувствительн. к колебаниям цен	Высокая	Низкая
Тип извлекаемой экономической ренты	Технологическая	Природно-ресурсная (эффект масштаба)
Темп падения дебитов скважин	Высокий	Низкий
Как инвест. цикл влияет на волатильность рыночных цен	Смягчает/«амортизатор шоков» (1) (быстрый инвест. эффект)	Усиливает (отложенный инвест. эффект)
Основные производители и их финанс. характеристики	Мелкие и средние компании (2)	Крупные, фин.устойчивые компании (3)
Финансирование («проектное финансирование» - это ...)	...конвейер, стандартизированная процедура (4)	...индивидуальное искусство (5)

(1) Термин Спенсера Дэйла (BP); (2) недостаточный для финансирования проектов поток свободных денежных средств; полностью зависят от долгового финансирования; (3) располагают обычно достаточным объемом свободных денежных средств для финансирования проектов из прибыли; долговое финансирование как механизм распределения/минимизации рисков, но не результат нехватки собственных средств; (4) каждое проектное решение типовое, поэтому простые решения; (5) каждое проектное решение уникально, поэтому решения лишены простоты

Составлено автором с использованием, в том числе: Spencer Dale (BP Group chief economist). The New Economics of Oil. Society of Business Economists Annual Conference, London, 13 October 2015, p.7

СЛАНЦЕВАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД



Под редакцией Н. А. Иванова

УДК 339.166.2
ББК 65.42
С 47

Рецензенты:

А. Н. Дмитриевский, доктор геолого-минералогических наук, академик;
Б. Н. Порфирьев, доктор экономических наук, академик

С 47 Сланцевая революция и глобальный энергетический переход / Под ред.
Н. А. Иванова. — М. : СПб. : Нестор-История, 2019. — 540 с.

ISBN 978-5-4469-1664-1

В книге описаны и проанализированы тектонические сдвиги, произошедшие в мировой энергетике в результате американской сланцевой революции. Бурный рост добычи сланцевого газа и нефти плотных коллекторов в США, сопровождаемый ростом эффективности и снижением себестоимости, привёл к кардинальным изменениям в распределении мировых рыночных ролей, ускорил технологические прорывы на всех энергетических направлениях и приблизил возможность перехода к чистому и устойчивому развитию человеческой цивилизации.

Авторский коллектив:

Член-корр. РАН, докт. экон. наук, профессор *Телегина Е. А.* — введение, глава 16; докт. экон. наук, профессор *Халова Г. О.* — введение, глава 16; докт. экон. наук, профессор *Милошлов К. П.* — введение, глава 20; канд. экон. наук *Иванов Н. А.* — введение, главы 1, 10, 17, 28, заключение; докт. экон. наук, профессор *Конопляник А. А.* — главы 2, 19; канд. экон. наук *Борисов Д. В.* — глава 3; *Абрамов А. Е.* — глава 4; канд. экон. наук *Дребенцов В. В.* — глава 5; *Чен А. О.* — глава 6; канд. экон. наук *Катяжа П. Б.* — глава 7; *Цветаев Ю. В.* — глава 7; канд. техн. наук *Махаличев А. Г.* — глава 8; канд. экон. наук *Семикашов В. В.* — глава 9; канд. экон. наук *Колотков А. Ю.* — глава 9; канд. хим. наук *Собко А. А.* — глава 11; докт. экон. наук *Еремин С. В.* — глава 12; канд. экон. наук *Орлова Е. С.* — глава 13; канд. полит. наук *Андреев В. В.* — глава 14; *Летова К. С.* — глава 15; *Иккерицкий Н. И.* — глава 16; докт. экон. наук, профессор *Шуркалин А. К.* — глава 17; докт. экон. наук *Мастетов А. М.* — глава 18; докт. экон. наук, профессор *Краснянский Г. Л.* — глава 21; канд. экон. наук *Сарычев А. Е.* — глава 21; докт. экон. наук, профессор *Волынская Н. А.* — глава 22; канд. экон. наук *Филатов С. А.* — глава 22; Ph. D. *Густафсон Тэйв* — глава 23; Ph. D. *Сейгерс Мэттью* — глава 23; *Гальцова А. О.* — глава 23; докт. экон. наук, профессор *Козеняева М. М.* — глава 24; *Козловский А. В.* — глава 25; *Мимкина Е. В.* — глава 26; канд. экон. наук *Кружмалева Я. С.* — глава 27; *Южик М. А.* — глава 29; канд. экон. наук *Сидорович В. А.* — глава 30; канд. техн. наук *Чудное Д. А.* — глава 31.

В оформлении обложки использованы фото
USGS, NREL/DOE, КАРАКАН-ИН ВЕСТ

ISBN 978-5-4469-1664-1



9 785446 191664

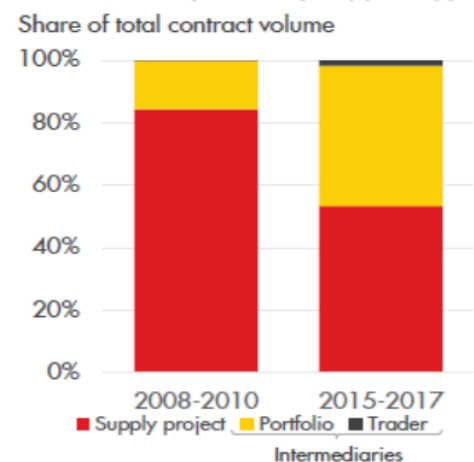
УДК 339.166.2
ББК 65.42

© Коллектив авторов, 2019
© Издательство «Нестор-История», 2019

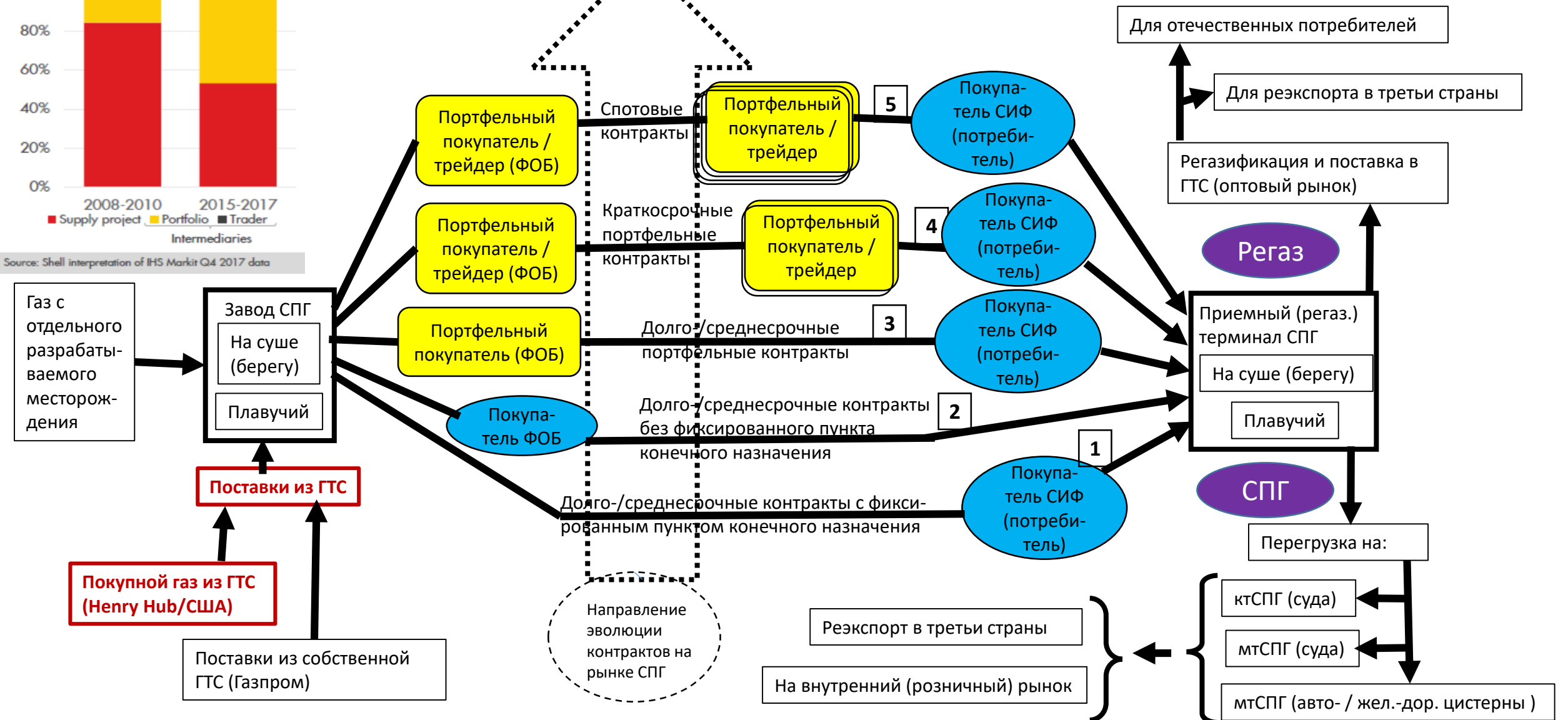
План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ**
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

Term sales to importers by supplier type



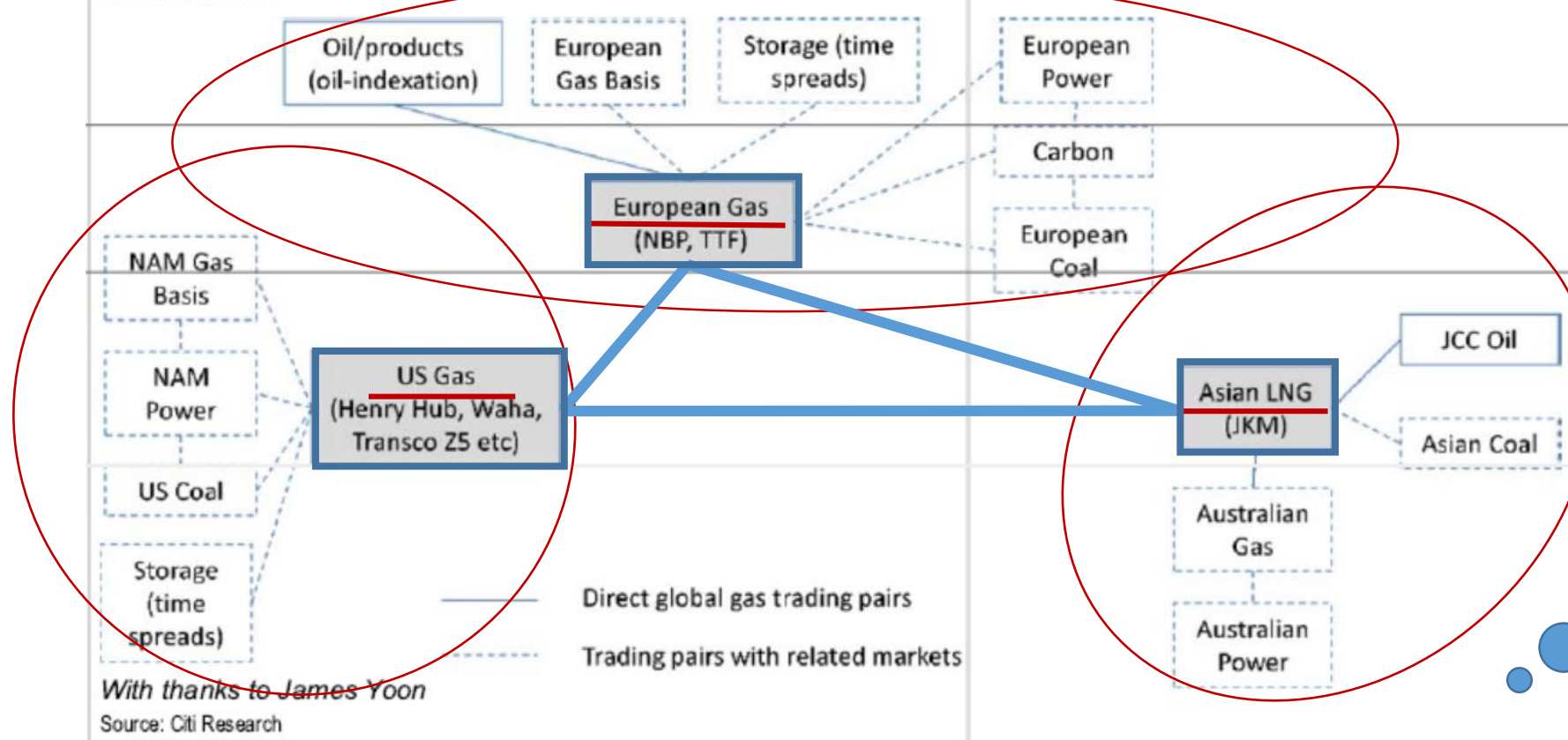
Рынок СПГ: эволюция контрактных структур => повышение гибкости, сокращение срочности поставок



Источник: составлено автором на основе адаптированной базисной схемы (позиции 1-5) из работы Говарда Роджерса [H.Rogers. Does the Portfolio Business Model Spell the End of Long-Term Oil-Indexed LNG Contracts? // OIES, Energy Insight: 10, April 2017, 21 pp.].
ктСПГ – крупнотоннажный СПГ; мтСПГ – малотоннажный СПГ

Расширяющиеся возможности арбитражных операций на формирующемся глобальном газовом рынке - и между энергетическими рынками

Figure 3. Various arbitrage opportunities within global gas and across energy commodities as the global gas market is becoming much more interlinked



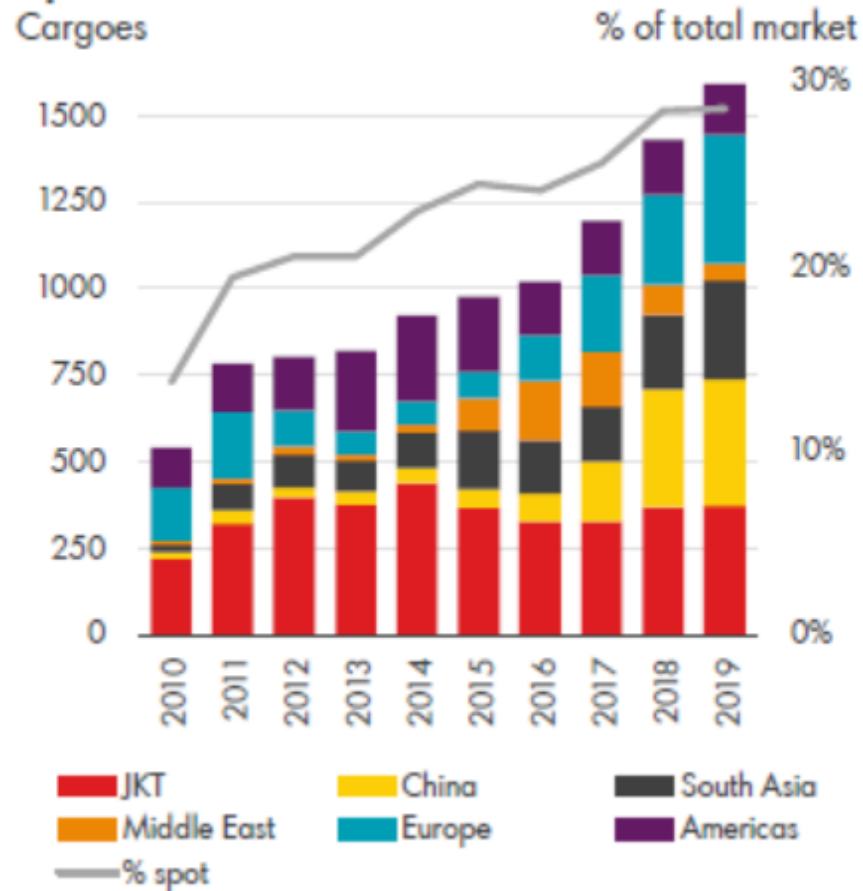
Источник диаграммы: Ed Morse.
Global Gas: War and Peace - Russia's
stance on a Gas-OPEC & market
share war to dictate global gas'
future, other energy. // Citi,
18.11.2019

From price
differences –
to price
differentials
(spreads)
(Dr. Wolfgang
Peters)

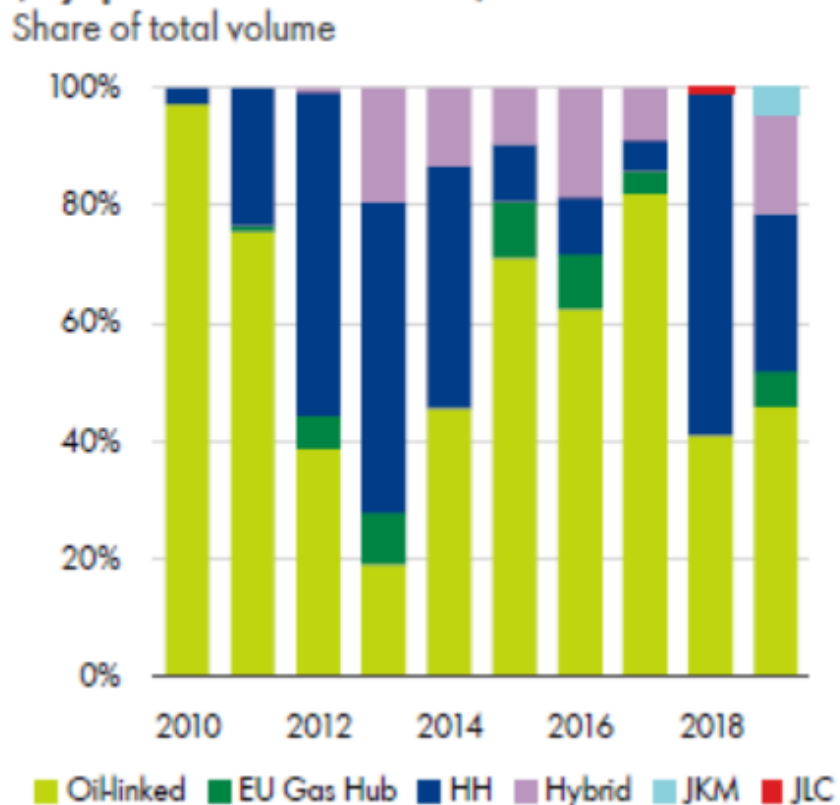
В прошлом «газовые регионы» были изолированы друг от друга и цены в одних не оказывали влияния на цены в других. Сегодня эти ценовые различия квалифицируются как «спреды», что является термином торговли: **ценовые различия можно квалифицировать как спреды, если их можно уторговывать в рамках арбитражных операций** (покупка и продажа на различных рынках с целью получения прибыли, если товары являются свободно обращающимися). Это - ситуация на рынке СПГ с открытыми пунктами назначения (отгрузки на условиях не DES/CIF, но FOB - модель СПГ США). «Спреды» формируют основу для коммерческих решений поставщиков СПГ: является ли поставка из пункта А (завод СПГ) в пункт Б более коммерчески привлекательной, чем из пункта А в пункт В, или в иной пункт. Предпосылки: наличие разветвленной инфраструктуры для перехода к торговле на основе «портфеля сделок»

Мировой рынок СПГ находится на этапе развития, соответствующей мировому рынку нефти 1980-х гг.: выходит на стадию коммодитизации

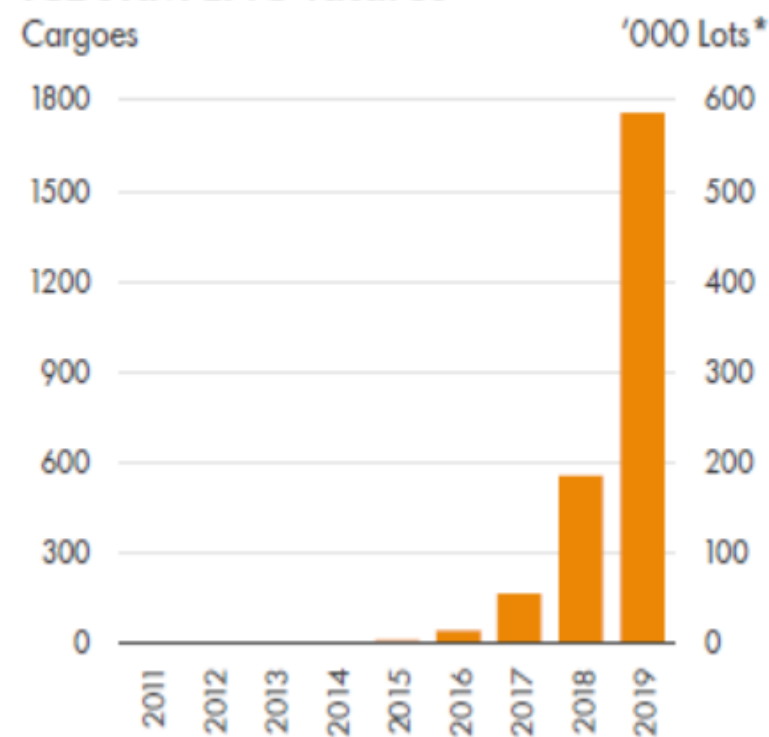
Spot LNG deliveries



Share of new LNG contract volumes (by price indexation)



ICE JKM LNG futures



Source: Shell interpretation of IHS Markit, S&P Global Platts and ICE 2019

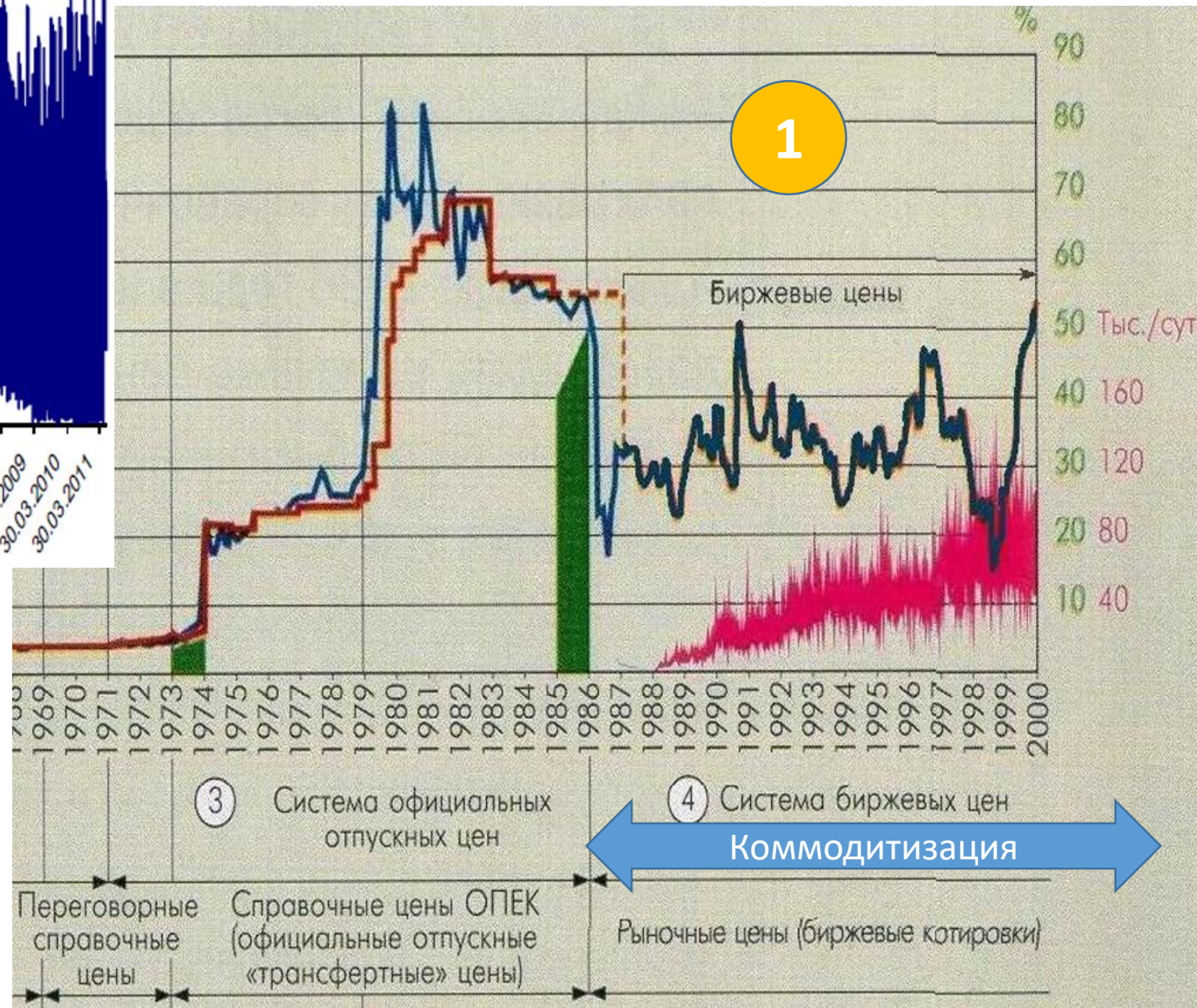
Мировой рынок нефти: начало коммодитизации – превращение нефти в биржевой товар (1980-е гг.)

Динамика открытых позиций по
нефтяным фьючерсам (синий – WTI
NYMEX, красный – Brent IPE),
зеленый – доля спотовых сделок на
мировом рынке нефти

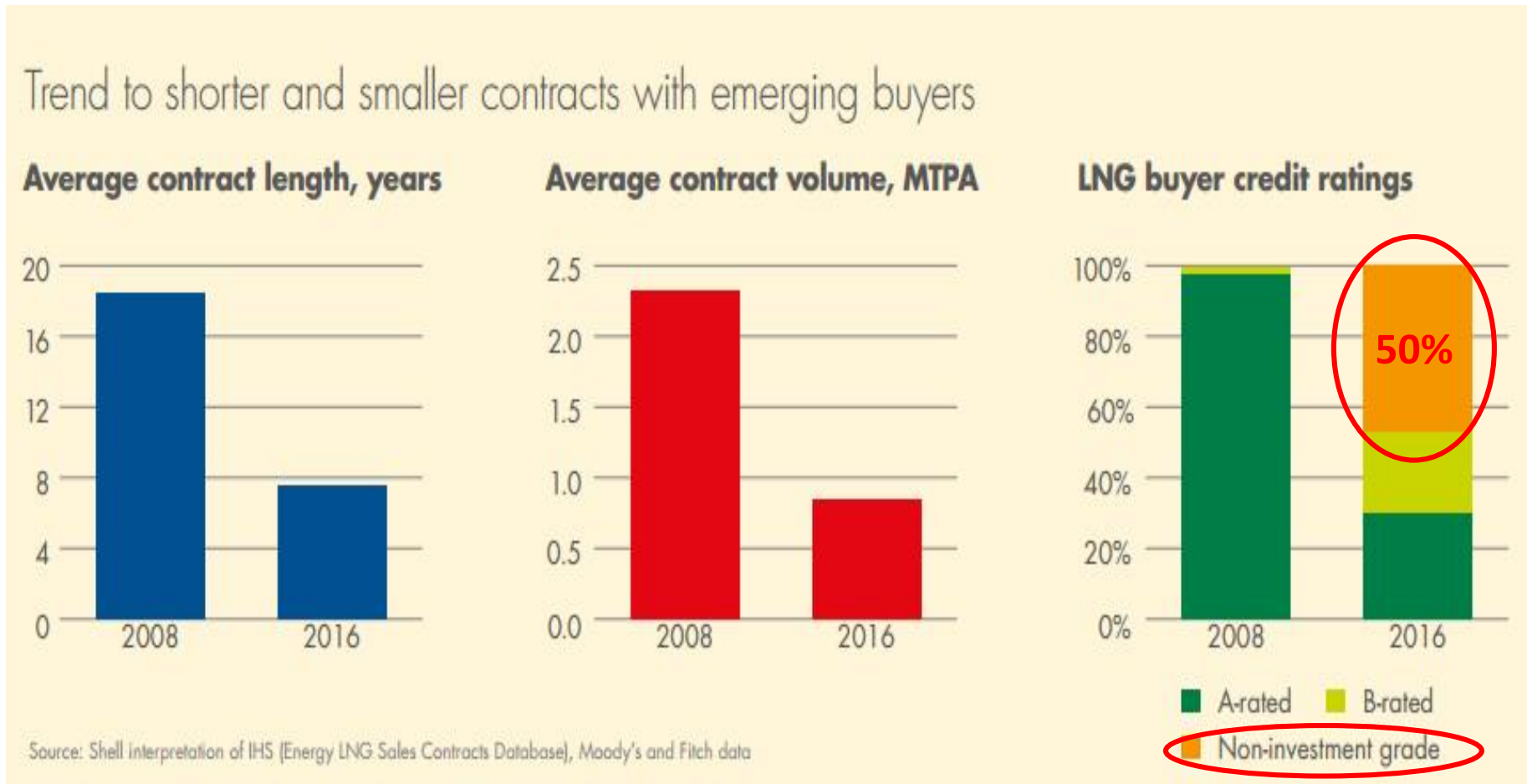


Источник: (1) Составлено М.А.Беловой и
Е.П.Мельниковой, студентами Государственной
Академии Управления, 2001 (правый график);
(2) Я.М.Миркин. Финансовый механизм
формирования цен на нефть. // Презентация на
семинаре «Нефтегазовый диалог», ИМЭМО РАН,
22.06.2011 (верхний график)

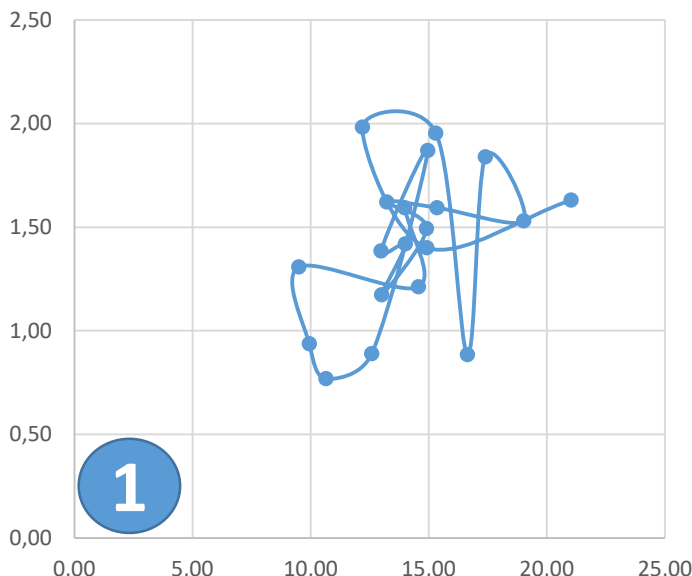
А.Конопляник. Корпоративный Институт Газпрома.
03/05.11.2020



Эволюция рынка СПГ обеспечивает гибкость поставок ценой повышения рисков, в т.ч. за счет выхода на рынок новых игроков с низкими кредитными рейтингами



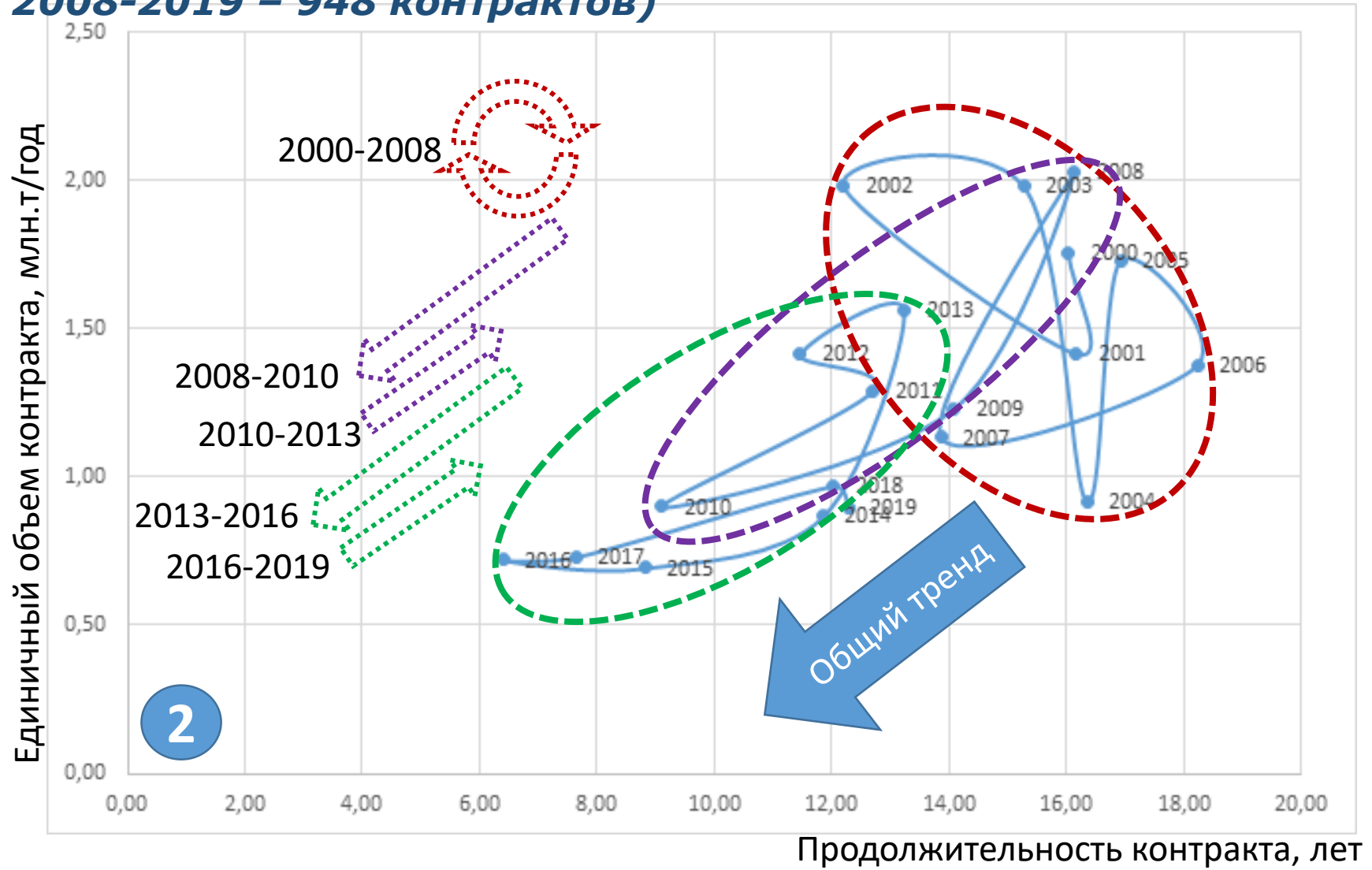
Source: http://www.shell.com/energy-and-innovation/natural-gas/liquefied-natural-gas-lng/lng-outlook/_jcr_content/par/textimage_1374226056.stream/1488553857051/a705af89455bb6e099374be9bef73e24dea0dc130e468cdd5c23e7f4a7c7344f/shell-lng-outlook-2017-infographic.pdf



Примечание:

- (1) Все контракты
- (2) Все контракты минус отмененные и необязывающие, а также контракты участников СП больших проектов, так как они отличаются очень долгими сроками и имеют другую коммерческую логику (инвестиционные), чем обычные торговые (купли-продажи) контракты.

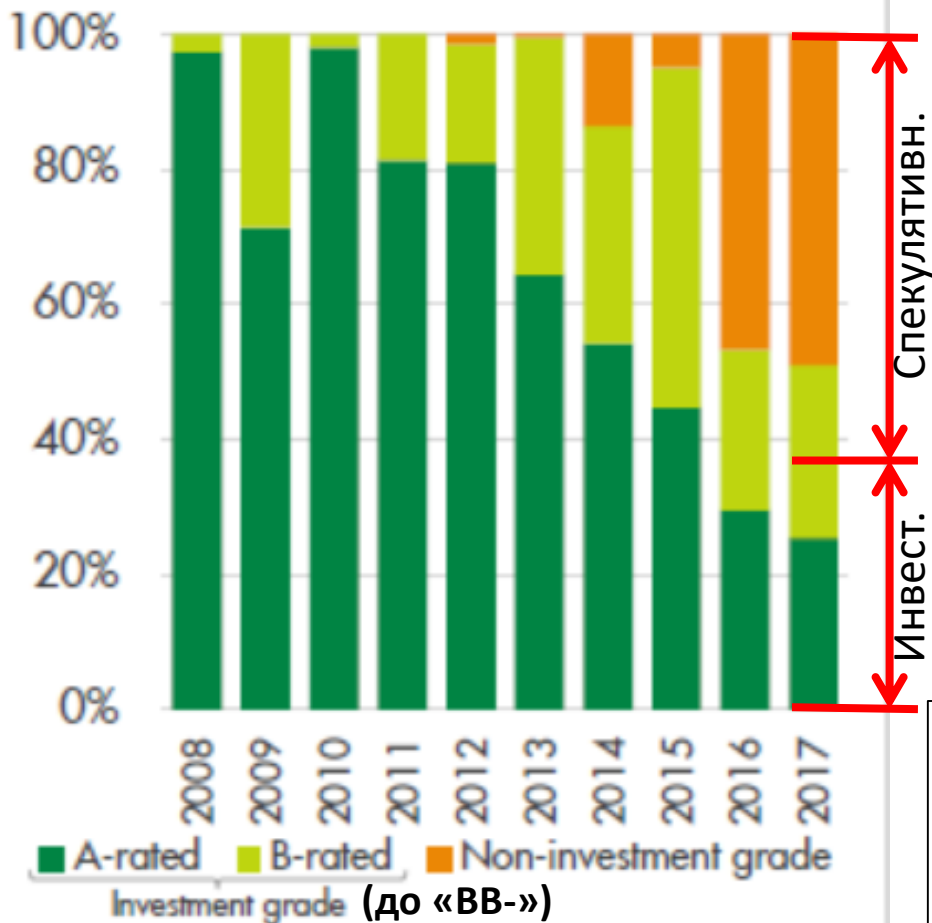
Изменение продолжительности и единичного объема новых заключаемых контрактов СПГ – реакция «эффектом маятника» на изменение конъюнктуры (расчет А.Хауга на основе базы данных компании IHS Markit, по ... контрактам: 2008-2019 – 948 контрактов)



Финансовые последствия текущей стадии развития рынка СПГ

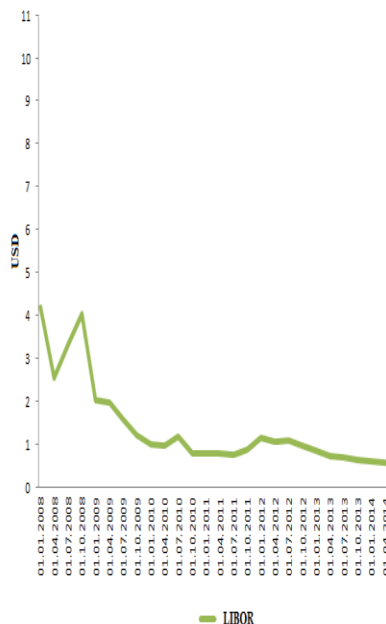
New long-term contract credit rating

Share of contract volume

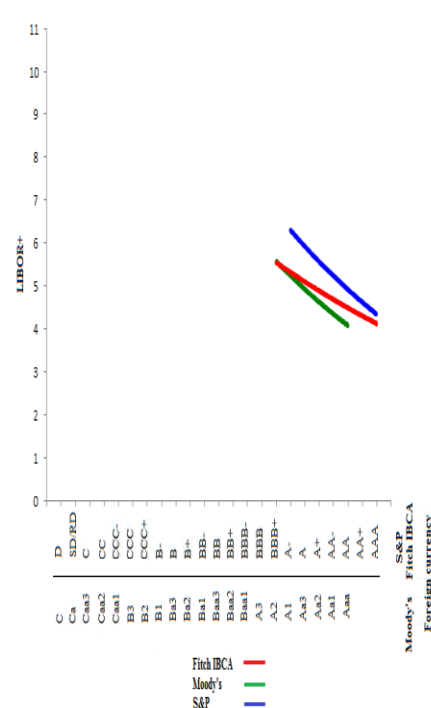


Источник:

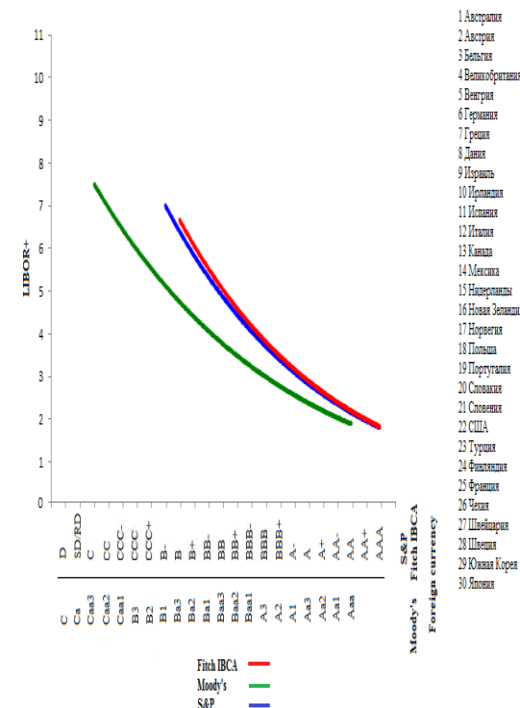
Значение ставок LIBOR (1 year)



LIBOR+ для стран ОЭСР на 02.01.08



LIBOR+ для стран ОЭСР на 23.05.14



Расчеты выполнены М.Ларионовой, магистром кафедры «Международный нефтегазовый бизнес» 2013-2015 гг. РГУ нефти и газа (НИУ) им.Губкина, по данным рейтинговых агентств.

Уменьшение единичных объемов и срочности контрактов облегчает выход на рынок СПГ новых участников с худшими кредитными рейтингами, что увеличивает риски и финансовые издержки развития рынка СПГ и требует появление инструментов их хеджирования => как более широкого применения FSRU, так и ускоренного перехода к стадии финансиализации, с одной стороны, и реверсивного возврата к ДСК, с другой

CURRENT & FORECASTED PROJECTS 2008 – 2020

Country	Terminal Name	Start-Up Year	Nameplate Receiving Capacity (MTPA)
1. United States	Northeast Gateway	2008	4.5
2. Argentina	GNL Escobar - Excolerate Exemplar	2011	3.8
3. Indonesia	Nusantara Rogas Satu - FSRU Jawa Barat	2012	3.8
4. Israel	Hadera Deepwater LNG - Excolerate Expedient	2013	3
5. Italy	Toscana - Toscana FSRU	2013	2.7
6. Indonesia	Lampung LNG - PGN FSRU Lampung	2014	1.8
7. Lithuania	Klaipeda LNG - Hoogh Independence	2014	3
8. Brazil	Bahia LNG - Golar Winter	2014	3.8
9. Kuwait	Mina Al Ahmadi - Golar Igloo	2014	5.8
10. Jordan	Aqaba LNG - Golar Eskimo	2015	3.8
11. UAE	Dubai Jebel Ali - Excolerate Explorer	2015	6
12. Pakistan	Port Qasim Karachi - Excolerate Exquisite	2015	3.8
13. Brazil	Pecem LNG - Excolerate Experience	2016	3.9
14. Indonesia	Benoa LNG	2016	0.3
15. Colombia	SPEC FSRU - Hoogh Grace	2017	3
16. Egypt	Sumed - BW Singapore	2017	5.7
17. Pakistan	Port Qasim GasPort - BW Integrity	2017	5.7
18. China	Tianjin FSRU - Hoogh Esperanza	2018	6
19. Bangladesh	Moheshkhali - Excolerate Excellence	2018	3.75
20. Turkey	Dortyol LNG terminal	2018	5.4
21. Bangladesh	Moheshkhali - Excolerate Excolerate	2019	3.8
22. Jamaica	New Fortress LNG - Golar Freeze	2019	3.6
23. Russia	Kaliningrad FSRU	2019	2.7

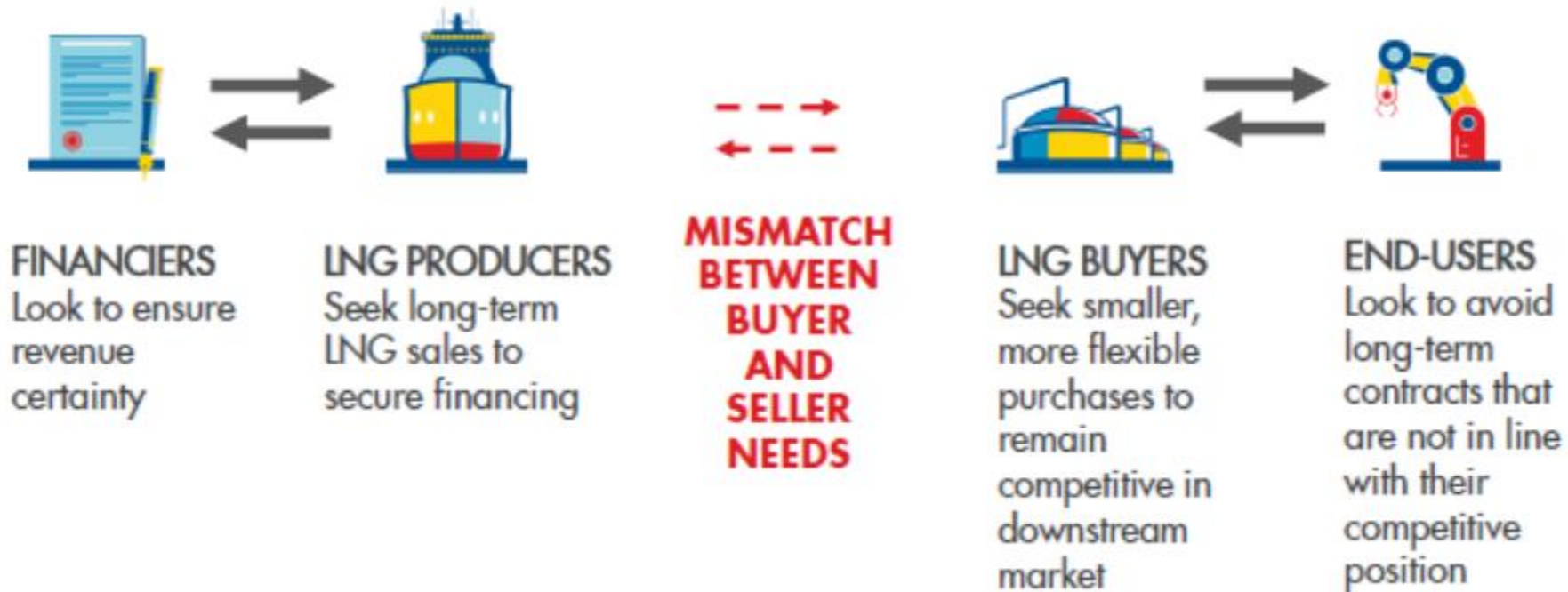
Country	Terminal Name	Start-Up Year	Nameplate Receiving Capacity (MTPA)
24. Turkey	Etili LNG terminal - Turquoise	2019	7.5
25. India	H-Gas LNG Gateway (Jaigarh) - Hoogh Cape Ann	2020	4
26. Brazil	Sergipe LNG Terminal	2020	3.6
27. India	Jafrabad FSRU	2020	5
28. Brazil	Acu Port LNG	2021	5.6
29. Croatia	Krk LNG terminal	2021	1.9
30. Indonesia	Cilamaya - Jawa 1 FSRU	2021	2.4
31. El Salvador	El Salvador FSRU	2021	0.5
32. Cyprus	Cyprus FSRU	2022	0.6

Проекты FSRU в мире в начале 2020-х гг.

Источник: THE FSRU MARKET: 2020 AND BEYOND. IQPC Ltd: 129 Wilton Road, London, SW1V 1JZ, United Kingdom. // https://plsadaptive.s3.amazonaws.com/eco/files/event_content/fsru-2020-speaker-interview-02tQ4YkFv21PHTmUBqZfBifvJEJsHlZJHNgbwPZ62B.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIFDCUHI33FU3JW5A%2F20200225%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200225T165537Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=600&X-Amz-Signature=2bff78456755ef554e37e3a3c22ae9c478a1f1b280d2df8b0aabfb2325c52d79

Основная проблема быстрорастущего рынка СПГ: конфликт интересов производителей-потребителей

STALEMATE CONSTRAINING GROWTH OF LNG SUPPLY



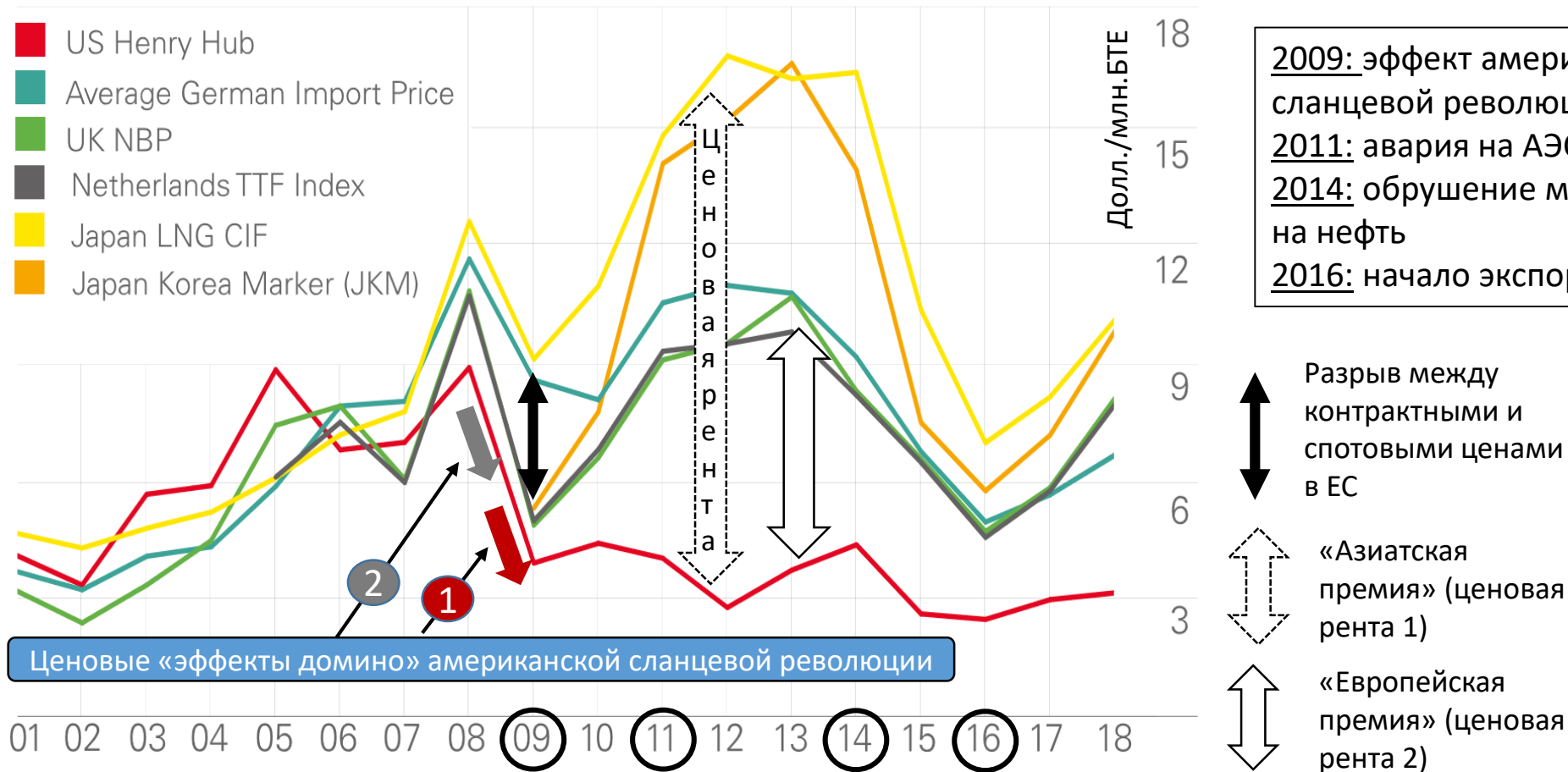
Источник: Shell LNG Outlook 2018

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)**
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

Динамика региональных газовых цен и экономическая логика (ожидаемая и фактическая) развития экспорта СПГ США

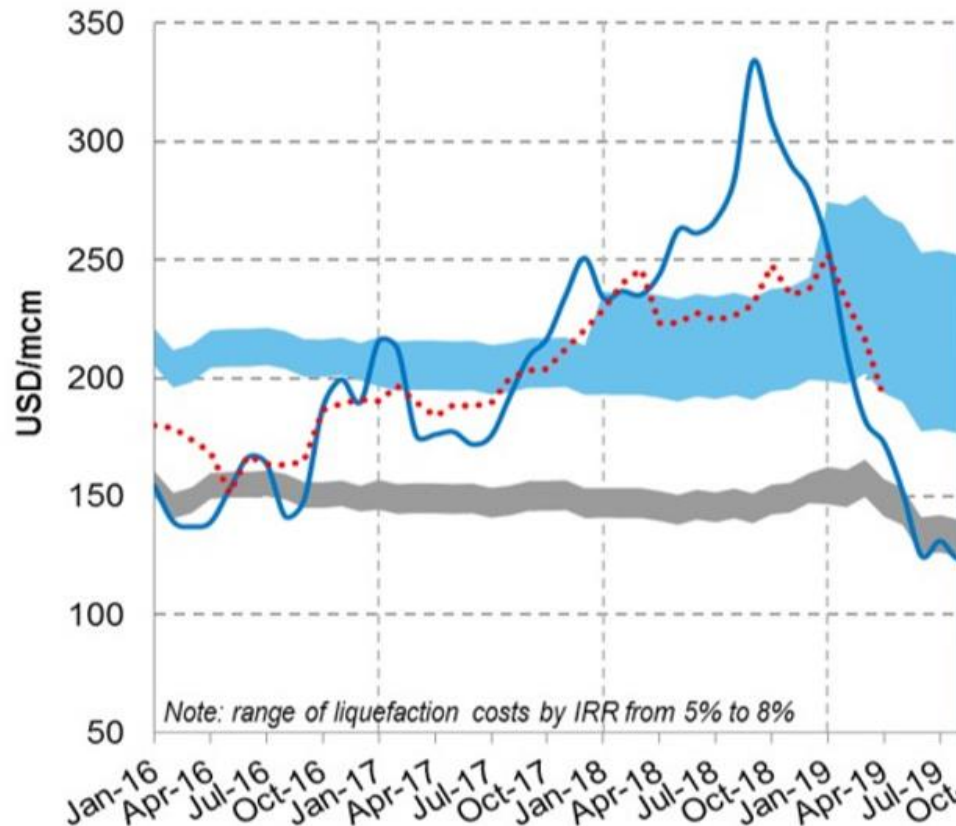
Закупка сетевого газа на внутреннем рынке США по низким (эффект сланцевой революции) ценам «кост-плюс» (Генри-Хаб), сжижение на заводах в США (толлинг) и продажа СПГ в Азии по высоким ценам по «стоимости замещения» (с нефтяной индексацией)



Составлено на основе базового графика из: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/natural-gas.html.html#natural-gas-prices>

Европейские спотовые цены не покрывают текущих затрат на поставки СПГ США в ЕС. Но независимо от этого поставки будут продолжаться...

European Spot Prices Do Not Cover Cash Costs of US LNG Supplies. But Regardless of Price Deliveries Will Continue



Источник: Sergei Komlev (Head of Contract Structuring and Price Formation Directorate Gazprom Export*). European Gas Market in 2019: State and Perspectives, slide 15 // The XI International Scientific Conference “ENERGETIKA XXI: Economy, Policy, Ecology”, St. Petersburg, November 14, 2019

- US LNG breakeven prices (full cycle costs)
- US LNG short-run marginal costs (excl. tolling fees)
- TTF Month Ahead and Futures (23 July, 2019)
- Germany border price (BAFA)

*Views expressed in this presentation are the author's sole responsibility and do not necessarily represent that of Gazprom Export

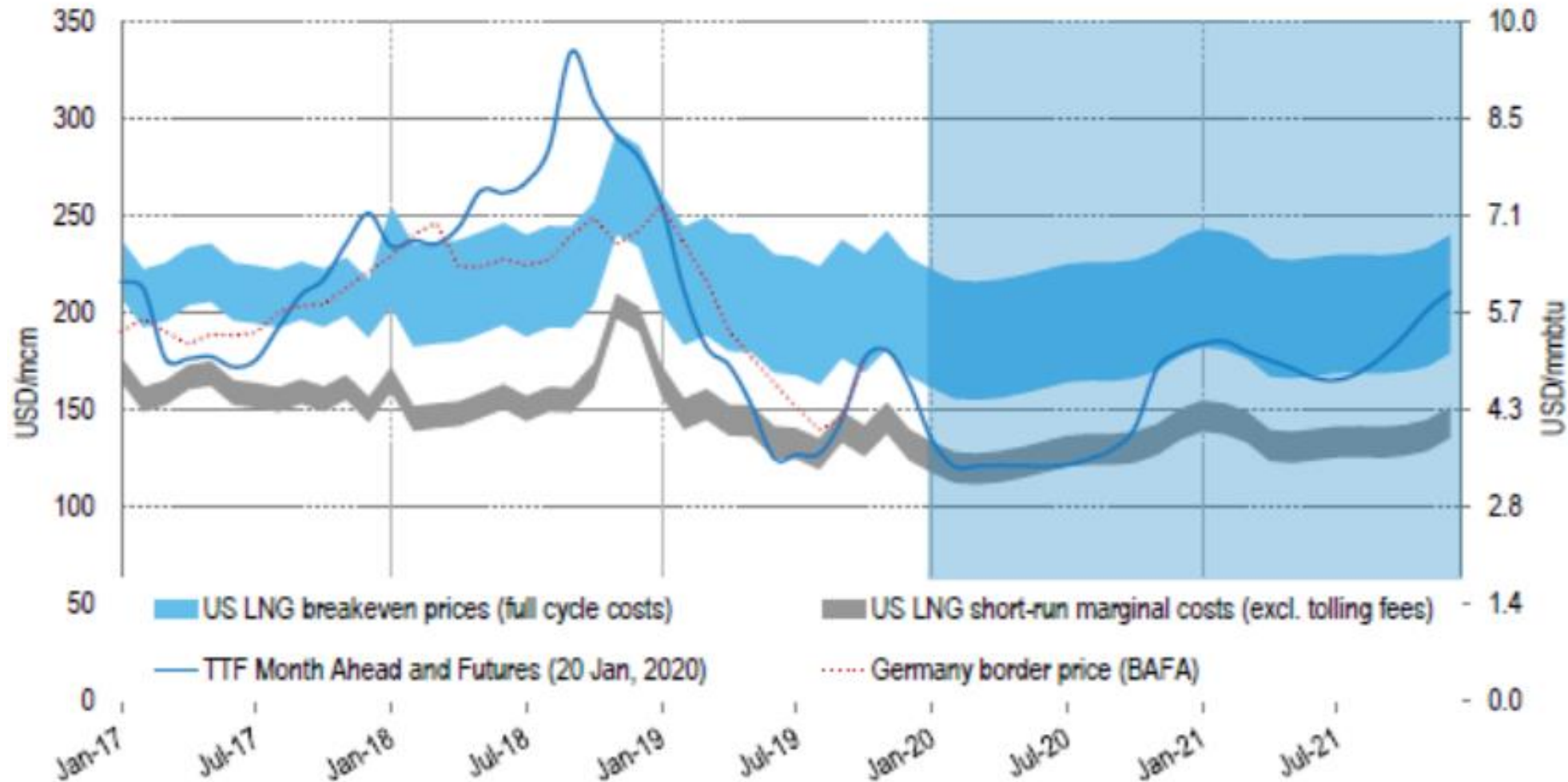
А.Конопляник. Корпоративный
Институт Газпрома. 03/05.11.2020

Sources: Bloomberg, IHS

Calculated on the basis of Henry Hub Futures prices, $P = HH * 115\% + X$, where X – liquefaction costs, shipping to Europe, regasification
Range of liquefaction costs by IRR from 5% to 8%

Газпром имеет конкурентное преимущество на европейском рынке против СПГ США

EUROPEAN GAS PRICES DYNAMICS AND FULL COST* OF US LNG SUPPLIES TO EUROPE



Источник: К. Polous, Е. Burmistrova, F. Sadygov. "Next chapter: Balanced CFs. Higher shareholders returns", Gazprom Investors Day 2020, 11.02.2020, New York, slide 29

*Calculated on the basis of Henry Hub Futures prices, $P = HH * 115\% + X$, where X = liquefaction costs, shipping to Europe, regasification.
Range of liquefaction costs by IRR from 5% to 8%.
Sources: Bloomberg, IHS

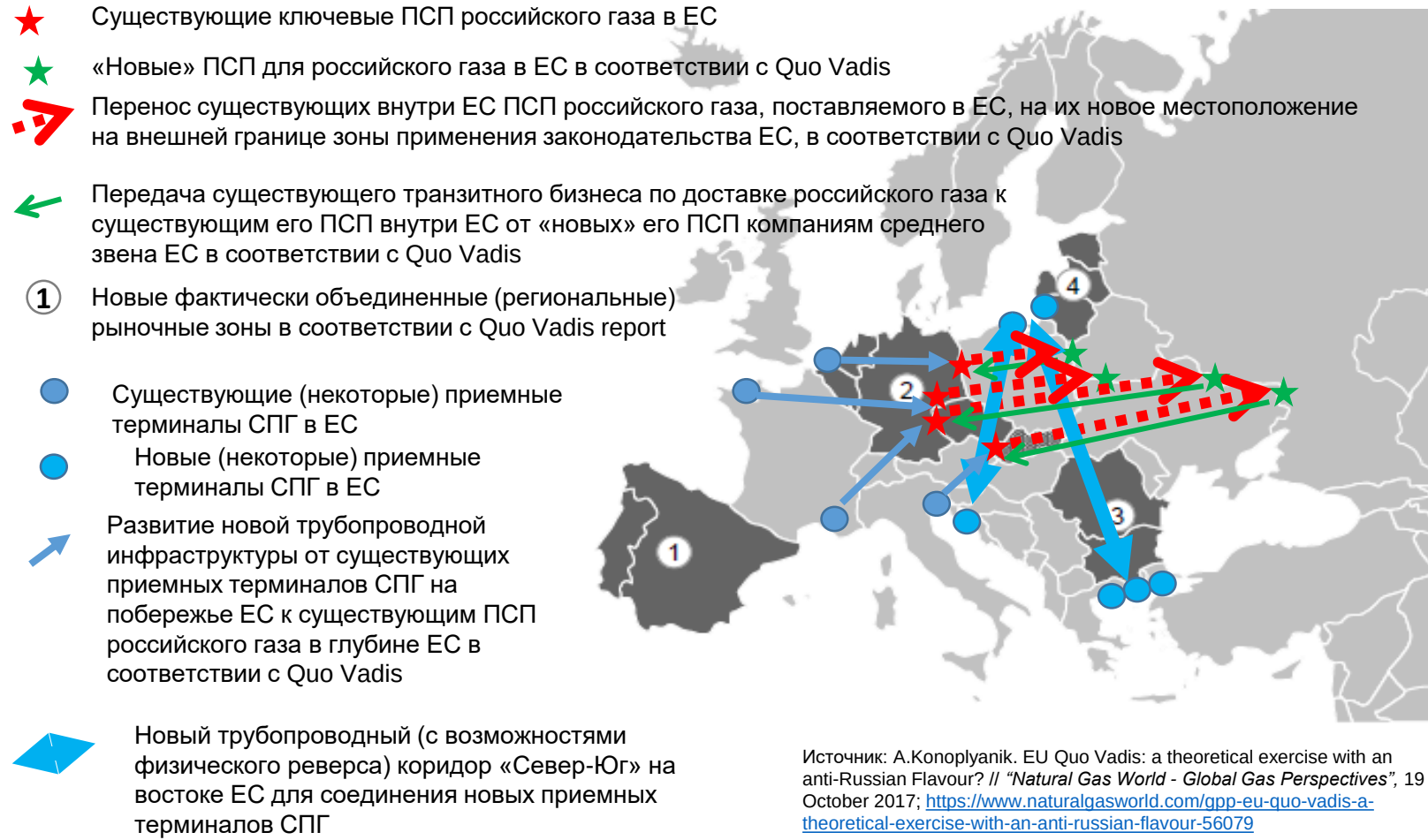
Многовекторные ответы США в поддержку своего СПГ и для ослабления конкурентов в энергетике и за ее пределами (1)

- 2016-2018: Quo Vadis Евросоюза барьеры для России = открытие рынка ЕС для СПГ США
 - 5 сценарных барьеров для российского газа
 - «Инициатива трех морей» => проект «Междуморье» (Пилсудский) => «линия Керзона»
- 2017: Американские антироссийские санкции: в защиту Украины или в поддержку США?
Закон США №115-44 от 02.08.2017 «Противодействие противникам США посредством закона о санкциях» (Countering America's Adversaries Through Sanctions Act - CAATSA)
 - Раздел 257 «Энергетическая безопасность Украины»:
 - п.9: «официальной политикой США является ... продолжение противодействия трубопроводному проекту «Северный поток 2»
 - п.10: «...правительство США должно уделять первостепенное внимание экспорту американских энергоресурсов с целью создания новых рабочих мест в США...»
 - Раздел 232 «Санкции в отношении развития трубопроводов в Российской Федерации» (в т.ч. экспортных)
 - в т.ч. путем ослабления ЕС в глобальной конкуренции за пределами энергетики?
 - Санкции против России бьют в первую очередь по ЕС
- **Американский след датского маршрута** для «Северного потока-2»?
 - СП-2 по трассе СП-1, но: прохождение трассы СП-1 через терр.воды Дании – по просьбе Датского пр-ва (неурегулированность границы между ИЭЗ Дании и Польши)
 - Датское противодействие СП-2 (роль личности в истории): роль Андерса Фог Расмуссена? (2001-09: Премьер-Министр Дании, 2009-14: Ген.секретарь НАТО, май 2016 – 17.05.2019: Внештатный советник Президента Украины П.Порошенко)
 - *А также: «как можно поддерживать проект, продлевающий зависимость ЕС от органического, т.е. «грязного» топлива?» (отражение полемики в ЕС о путях декарбонизации)*

Многовекторные ответы США в поддержку своего СПГ и для ослабления конкурентов в энергетике и за ее пределами (2)

- 2018: Саммит НАТО в Брюсселе (10-11.07.2018)
 - Трамп: Расходы стран ЕС на оборону <2% ВВП (порог в НАТО, США=4.2%), а их затраты на импорт российских ЭР много больше
- 2018: Саммит США-ЕС в Вашингтоне (25.07.2018) и американский СПГ
 - Трамп-Юнкерк: «Обязательства» ЕС по закупкам СПГ США и расходам на стр-во терминалов СПГ и иной инфраструктуры в ЕС
- 2018: Американские сенаторы в поддержку Европы. Или США?
 - «Акт о европейской энергобезопасности и диверсификации» (10.08.2018) => 1 млрд.долл.США на стр-во инфраструктуры в ЕС
- 2018: СПГ США для Европы или польский (PG) контракт для американского СПГ (17.10.2018+)?
- 2018: Меркель – Трамп: СПГ США для Германии (октябрь+ 2018)
- 2019: СПГ США = «молекулы американской свободы» (=> имеют премиальную цену)
 - май, Минэнерго США на министерской конф. по чистой энергетике в Ванкувере
- 2019: «Акт о защите энергетической безопасности Европы» (Protecting Europe's Energy Security Act of 2019 - PEESA) –
 - законопроект о санкциях против подрядчиков «Северного потока-2» и «Турецкого потока»
 - внесен в мае 2019, одобрен профильными комитетами Палаты представителей и Сената США в июне/июле 2019, вступил в силу

Возможные последствия применения пяти сценариев Еврокомиссии Quo Vadis, предложенных для дальнейшего количественного моделирования (2016-2018): худшее прочтение = новая «Линия Керзона»?



Линия разграничения (или главная цель США в Европе) – по мнению Дж. Фридмана (СТРАТФОР)



Источник: Выступление Джорджа Фридмана, основателя частного разведывательного агентства «Стратфор» на конференции The Chicago Council on Global Affairs, 4 февраля 2015 г.,
<https://www.youtube.com/watch?v=iOY1dDqa7F0>;
https://www.youtube.com/watch?v=xewzbMYmC_I

Дж.Фридман: «Конечная цель США заключается в строительстве «Междуморья» – территории между Балтийским и Черным морями, концепцию которого придумал еще Пилсудский. **Для США** первая цель – **не допустить, чтобы немецкий капитал и немецкие технологии соединились с русскими природными ресурсами и рабочей силой в непобедимую комбинацию.** ... США работают над этим уже целый век. ... Козырь США, бьющий такую комбинацию, – линия разграничения между Прибалтикой и Черным морем... Россия и Германия, действуя вместе, становятся единственной силой, представляющей для США существенную угрозу».

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция**
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

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

ЕС:

- Ранняя индустриализация => более длительный период накопления негативных экологических последствий + «кривая обучения» («свой! опыт»)
- Меньшая территория, более высокая плотность населения => выше удельный эффект накопленных негативных экологических последствий
- 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...)
- душевой ВВП выше, чем в РФ, «газофобия» (?)



Россия:

- Более поздняя индустриализация (короче период накопления...) + «кривая обучения»: (чужой опыт)
- Территория много больше, плотность населения много ниже – много меньший удельный эффект негативных экологических последствий
- 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)
- душевой ВВП ниже, чем в ЕС, высокая роль газа
- **Преждевременный переход к последующим (технологическим) шагам в декарбонизации в России (уход из сферы конкурентных преимуществ) контрпродуктивен!!! => сначала экспортно-ориентированная декарбонизация (взаимовыгодное участие в декарбонизации ЕС)**

ЕС и РФ: две разные исходные позиции к декарбонизации газовой отрасли не должны разъединить стороны в поиске решения

Подход/приоритет ЕС: (монетизация газовой инфраструктуры)

- Преобразование избыточной электроэнергии ВИЭ (нехранимого энерготовара), по нулевым или отрицат. ценам, в «**зеленый** водород» (хранимый энерготовар) + доп. окупаемость гос. субсидий в ВИЭ =>
- Монетизировать существующую газовую инфраструктуру (амортизация 25+ лет)
- + Доп. эффект: уменьшить импортную зависимость (заменить «грязные импортные молекулы» на «чистые (зеленые) отечественные электроны»)

Подход/приоритет РФ: (монетизация ресурсов газа и газовой инфраструктуры)

- Монетизировать огромные ресурсы/запасы газа =>
 - (i) *сначала* «структурная декарбонизация» ЕС: замещение (росс.) газом более грязных органических топлив в ЕС,
 - (ii) *затем* «технологическая декарбонизация» ЕС: газ как сырье для производства т.н. «**голубого** водорода», в т.ч. без выбросов CO₂ (сухой крекинг метана), в оптимальных звеньях трансграничной цепочки газоснабжения РФ-ЕС, +
 - экспорт *технологий* для декарбонизации у потребителя
- Монетизировать доступные ресурсы газа и существующую (и новую?) инфраструктуру
- **Декарбонизация, скорее, средство для монетизации ресурсов газа, чем самостоятельная и первоочередная цель => НЕ ценой утраты Россией своих конкурентных преимуществ в энергетической сфере**

«Декарбонизация» в РФ и ЕС = две разные истории, но с «общим знаменателем» (хоть и в разной системе приоритетов): монетизация существующей трансграничной ГТС «Большой Энергетической Европы» => материальная деполитизированная основа для сотрудничества РФ-ЕС по декарбонизации

Парижское соглашение (COP-21, 2015) и новые пределы роста

- **МЭА (2012)/МГЭИК (2014):** накопленный будущий объем выбросов CO₂ от освоения текущих доказанных извлекаемых запасов (ТДИЗ) невозобновляемых энергоресурсов (НВЭР) (*) в **три** (МЭА)/**три-четыре** (МГЭИК) раза **превышает верхний предел разрешенных выбросов**, согласованных в Париже для целей устойчивого развития (потепление в пределах 2°C):
 - МЭА: 2/3 этих потенциальных выбросов CO₂ приходится на уголь, 22% на жидкое топливо и 15% на газ
- **ИЛИ:** чтобы удержать глобальное потепление в пределах **2°C** без широкомасштабного применения технологий улавливания и хранения CO₂ (**), не удастся использовать больше **1/3** (МЭА) / **1/3-1/4** (МГЭИК) мировых ТДИЗ НВЭР до 2050
- Катовице (COP-24, 2018): целевой предел понижен до **1.5°C** => конкурентная «квота» использования ТДИЗ НВЭР в рамках существующих технических решений опустилась **ниже 1/3-1/4**.
- 23.09.2019 Премьер-министр РФ Д.Медведев подписал постановление Правительства РФ о принятии Парижского соглашения по климату.

(*) в рамках технологических цепочек от добычи до конечного потребления каждого НВЭР (уголь, жидкое топливо, газ) в каждой энергетической/неэнергетической сфере их использования; (**) CCS (carbon capture & storage/sequestration); МЭА = Международное энергетическое агентство; МГЭИК = Межправительственная группа экспертов по исследованию климата;

Три глобальных газовых революции => путь к H2?

Две революции, пришедшие со стороны предложения (расширяют глобальное предложение):

- 1) Американская сланцевая
- 2) Формирование глобального рынка СПГ => глобального газового рынка

Одна революция, пришедшая со стороны спроса (сжимает глобальный спрос):

- 3) «зеленая»/декарбонизация/низкоуглеродное развитие (результат роста значимости, вплоть до обострения, климатической повестки):
 - **технологическая** (ВИЭ) с геополитическим подтекстом (отечественные «зеленые электроны» против импортных «грязных молекул»), но
 - ЕС (2018 – «поворот Борхардта»): От полностью электрического будущего (на основе ВИЭ) – к «электроэнергия ВИЭ плюс декарбонизированные газы»
 - **регуляторная**: от разделения/атомизации (unbundling) рынков, компаний – к реинтеграции (re-bundling) рынков и компаний при нарастающих низко-углеродных ограничениях
 - **Непрямолинейная** траектория (искривления и перегибы)... (learning by doing => как с ТЭП)

Эти три революции наложились на долгосрочный эффект от материализовавшихся последствий адаптации мировой экономики к нефтяным кризисам 1970-х гг.

=>Формируется новая более конкурентная реальность, в которой производителям НВЭР все труднее найти свою сжимающуюся конкурентную нишу

=>Дилемма для РФ: уйти из зоны сегодняшних конкурентных преимуществ или остаться в зоне НВЭР на новой конкурентной основе ?

=>у РФ есть конкурентная ниша, позволяющая стране монетизировать свои огромные запасы НВЭР (природного газа), но на новой технологической основе => водород (как одно из взаимовыгодных для РФ и ЕС решений)

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...**
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

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



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

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

Поворот Борхардта

конца 2017 г.)

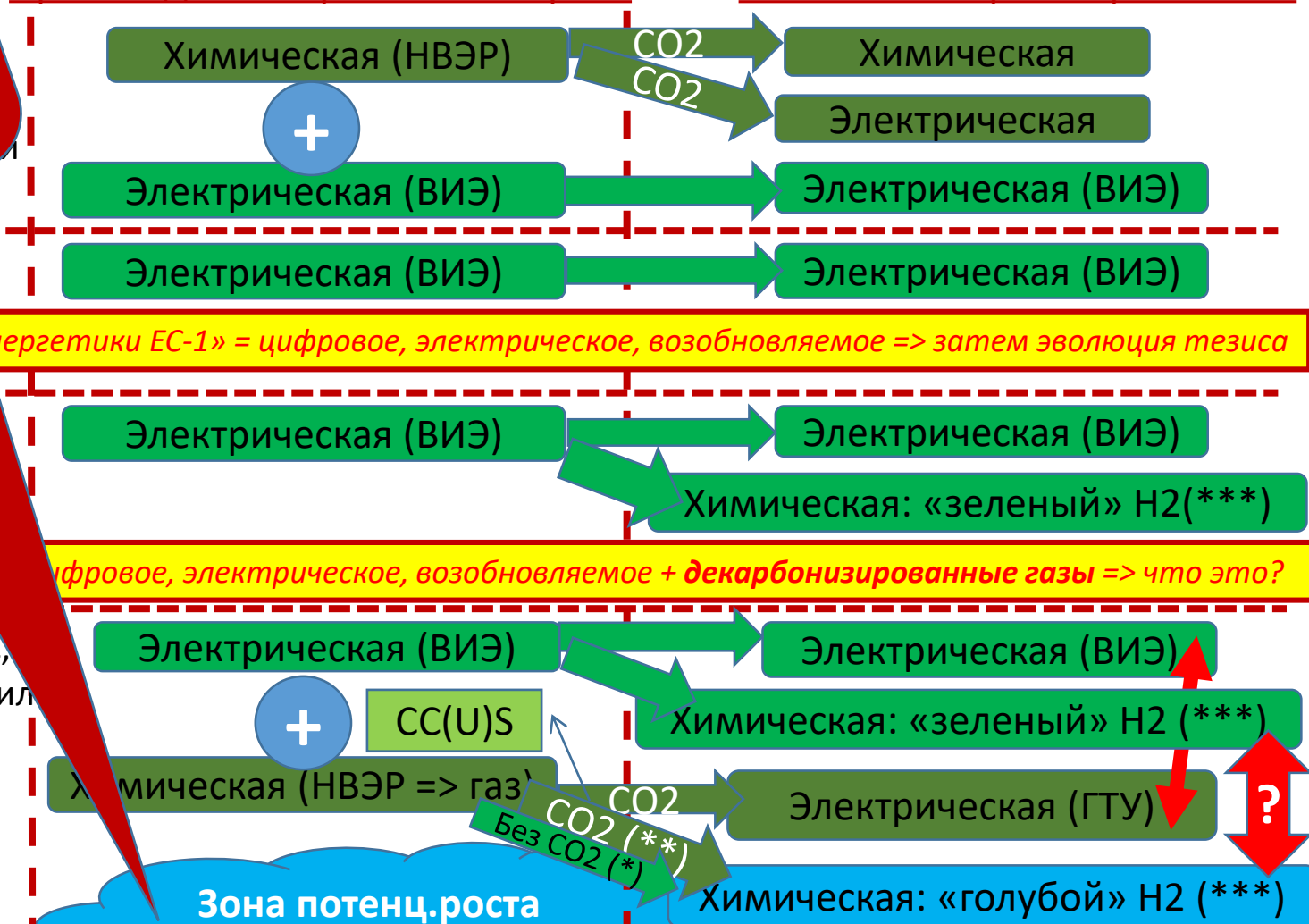
Второе видение начала 2018 г.)

Текущая дискуссия (в ЕС, РГ2 КСГ): вызовы и развилки (**Третье** видение ЕС?)

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

Производство первичной энергии

Конечное энергопотребление



Зона потенц. роста поставок росс.газа в ЕС

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

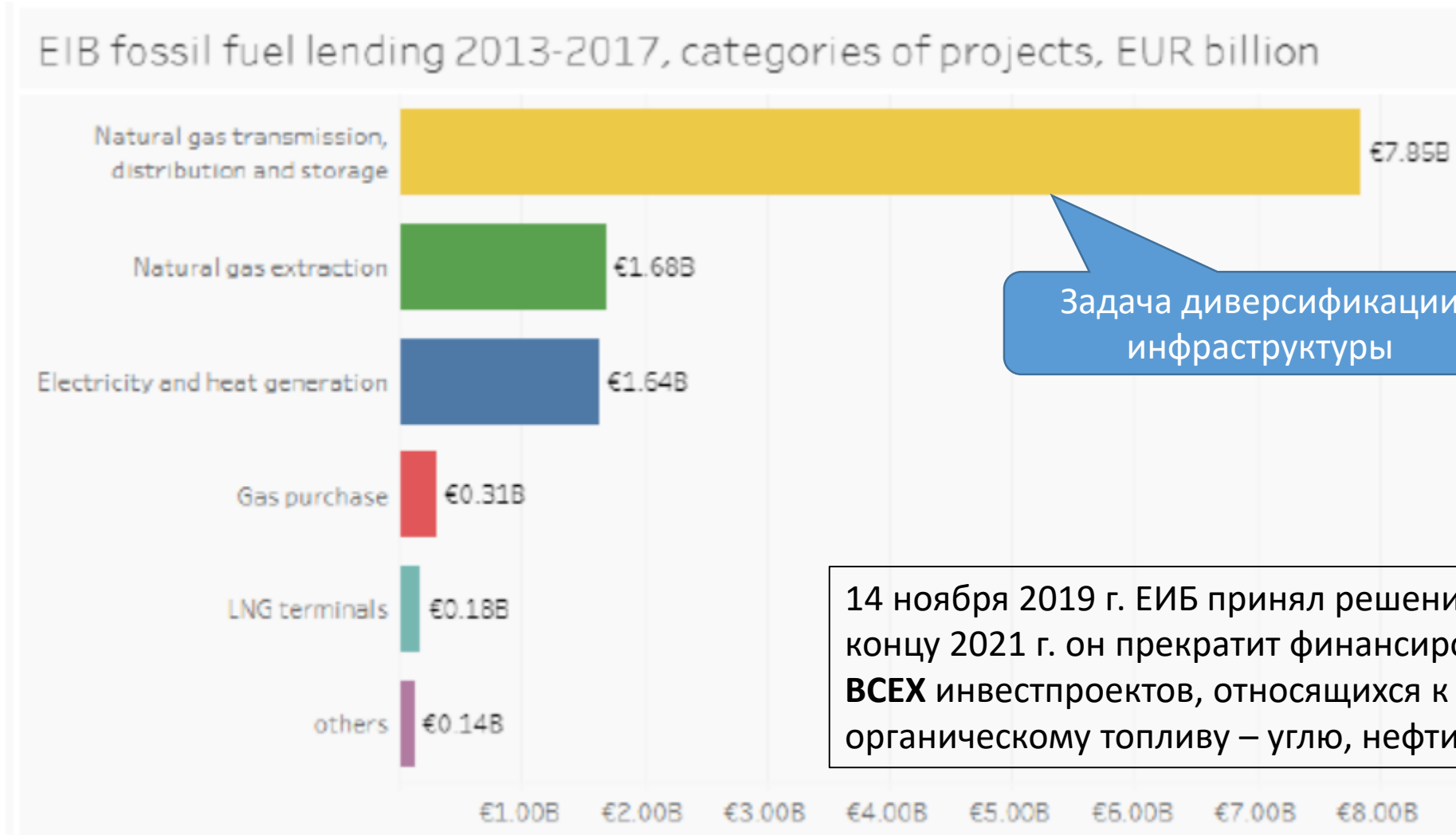
«Зеленая революция» - финансовые перегибы (решение ЕИБ 14.11.2019) (1)

- Обострение климатической повестки ведет к размаху крайностей, вкл. принятие нерациональных решений серьезными финансовыми институтами
- 14 ноября 2019 г. ЕИБ принял решение, что к концу 2021 г. он прекратит финансирование ВСЕХ инвестпроектов, относящихся к органическому топливу – углю, нефти и природному газу (ПГ)
- Ожидается, что примеру ЕИБ вскоре могут последовать ЕБРР и крупнейшие коммерческие банки
- Если решение ЕИБ в отношении финансирования новых угольных ТЭС соответствует политике ЕС по декарбонизации и достижению «углеродного нейтралитета» к 2050 г., то оно необъяснимо в отношении ПГ. По молчаливому соглашению между ЕК и газовым бизнесом, ПГ считается «переходным топливом», ведущим нас к более чистой окружающей среде. ПГ предлагает эффективное краткосрочное решение по снижению выбросов CO₂, ибо замена угольной генерации на газовую уменьшает выбросы примерно вдвое (1-й шаг «трехходовки Аксютин»).
- В силу непостоянного поступления солнечной и/или ветровой энергии, эти ВИЭ-электростанции не могут надежно работать в системе без достаточного производства электроэнергии в базе графика нагрузки, что могут обеспечить в Европе лишь газовые ТЭС. Уже поэтому решение ЕИБ не только иррационально, но и прямо противоречит заявленной энергополитике ЕС.

«Зеленая революция» - финансовые перегибы (решение ЕИБ 14.11.2019) (2)

- Европейский газовый бизнес, начиная с 2020 г., будет вынужден начинать искать альтернативные источники финансирования не только для новых проектов, но также для поддержания и расширения действующей инфраструктуры.
- Хотя источники в ЕИБ и дали понять, что утвержденные «проекты общего интереса» (PCI) не будут затронуты этим решением, последние покрывают лишь незначительную часть инфраструктуры, которую необходимо будет создать в ближайшее время.
- Поэтому закрыто финансирование от ЕИБ (за ним, очевидно, последует аналогичное от ЕБРР, и вскоре, скорее всего, также и крупных коммерческих банков) для новых проектов ПХГ, приемных регаз-терминалов (наземных и плавучих/FSRU), расширения сетевого хозяйства и, конечно, для новых трубопроводов-интерконнекторов
 - Что будет иметь особые негативные последствия для экономического развития стран ЦЮВЕ, где плотность инфраструктурыкратно ниже, чем в странах СЗЕ
- «Решение ЕИБ отражает разгоняемую бюрократиями ООН и ЕС волну борьбы против органического топлива» (К.Стамболис, Исп.директор IENE)
- Участие ЕИБ в финансировании инвестпроектов органического топлива невелико (11.8 млрд.Евро за 2013-2017 гг.) относительно крупнейших коммерческих банков
 - только в одном 2018 г. более дюжины коммерческих банков вложили в проекты в топливных отраслях больше, чем ЕИБ за 5 лет, в т.ч. крупнейшие инвесторы: JP Morgan Chase – 62.7; Wells Fargo – 61.4 млрд.долл.США
- Однако если МФИ (ЕИБ и т.п.) выходят из финансирования этих отраслей, это сигнал частным инвесторам об утрате их поддержки со стороны принимающих государств, цена заемного капитала для них становится дороже, а их конкурентоспособность падает => решение в пользу «полностью ВИЭ-электрического» будущего ЕС

Масштабы финансирования отраслей ископаемого топлива Европейским инвестиционным банком, 2013-2017, млрд.Евро

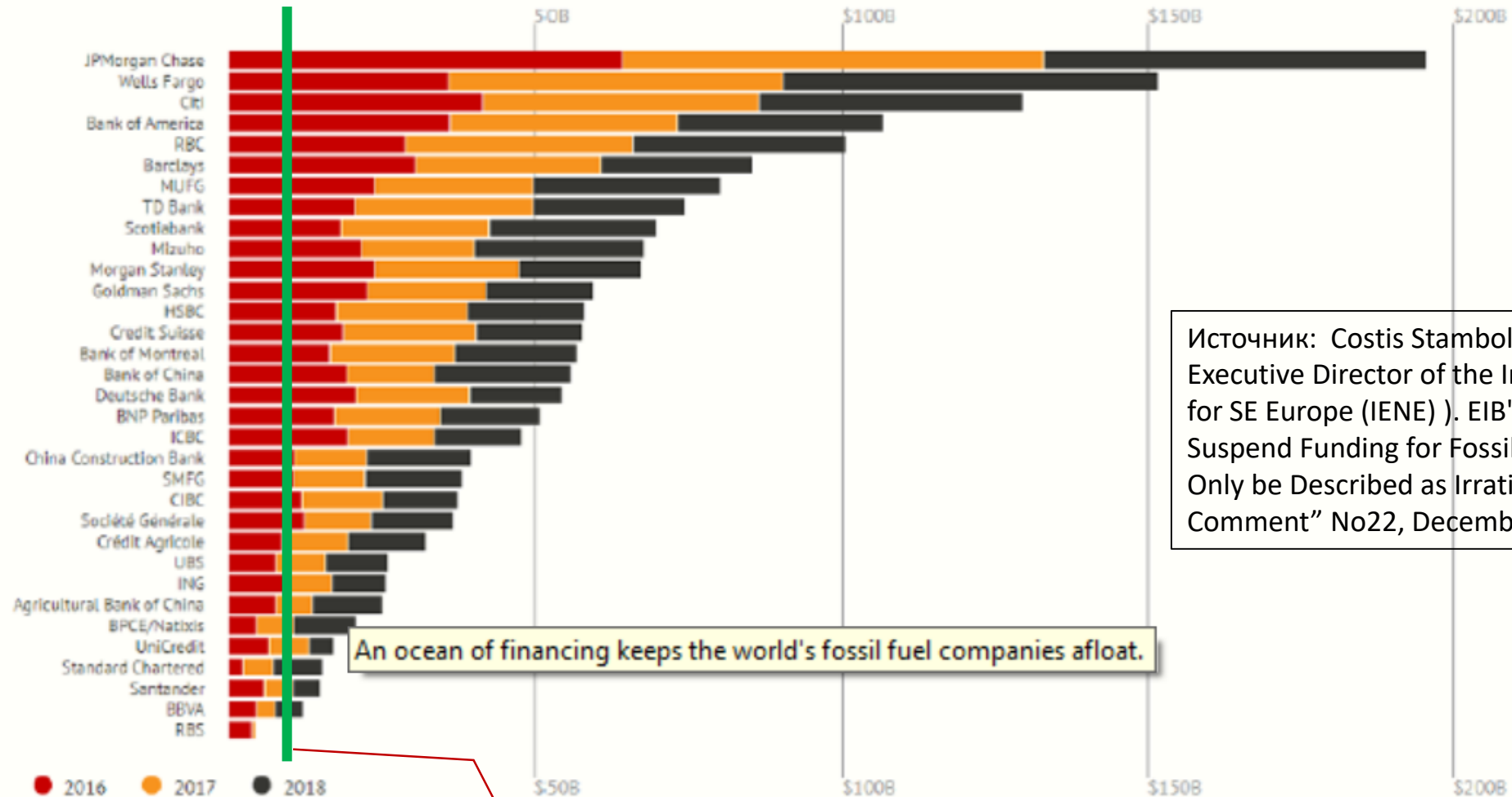


Источник: Costis Stambolis (Chairman and Executive Director of the Institute of Energy for SE Europe (IENE)). EIB's Decision to Suspend Funding for Fossil Fuels Projects Can Only be Described as Irrational. // "IENE Comment" No22, December 5, 2019, p.2

Sources: CEE Bankwatch Network, EIB

Масштабы финансирования отраслей ископаемого топлива мировой энергетикой крупнейшими коммерческими банками, 2016-2018, млрд.долл.США

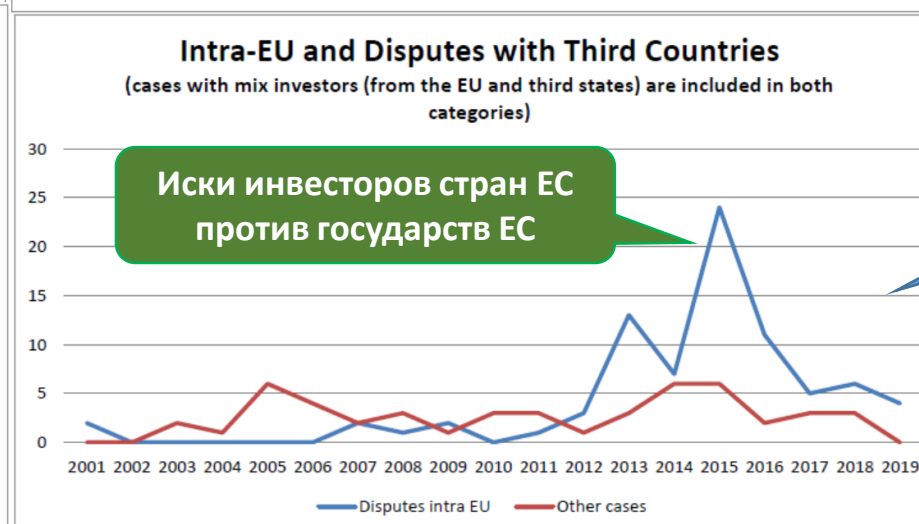
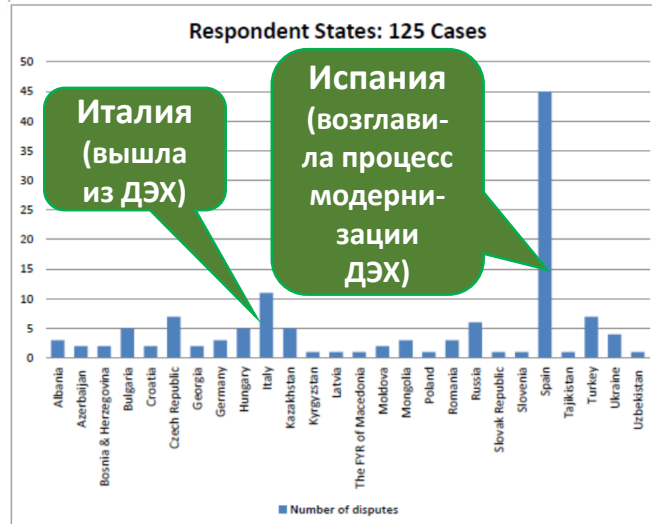
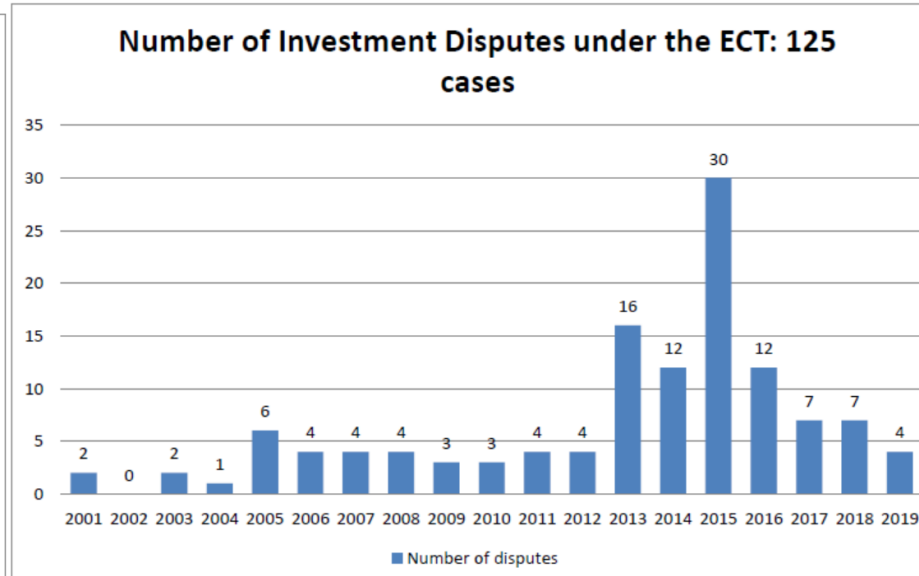
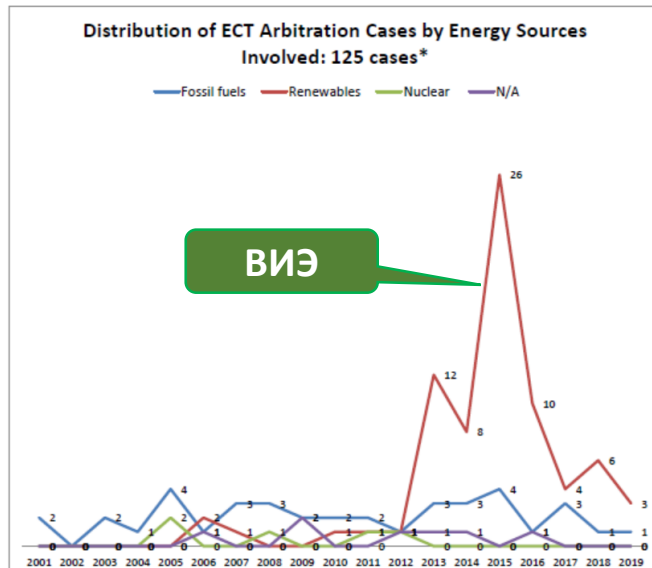
TOTAL FINANCING FOR ALL FOSSIL FUELS BY YEAR, 2016 - 2018, IN US DOLLARS



Суммарный масштаб финансирования ЕИБ топливных отраслей 2013-2017

Зеленая революция: судебные исправления перегибов

Иски по ДЭХ в ЕС: (1) форсированная «зеленая революция» + (2) ТЭП = регуляторная революция в ЕС = радикальная смена архитектуры газового рынка ЕС => нарушение положений инвест. контрактов по ВИЭ (поначалу активная гос.поддержка и впоследствии преждевременный отказ от нее для ВИЭ в отд.странах) => Испания, Италия: две страны – две разные ответные политики...



ЕС намерен на переговорах по модернизации ДЭХ предложить отказаться от правовых механизмов защиты инвестиций, закрепленных в ДЭХ, в отношении проектов ископаемого топлива (поначалу – всех, вкл. действующие, сейчас – только новых) => «позитивная дискриминация» в угоду климатической повестке и политической конъюнктуре

Источник:

https://energycharter.org/media/news/article/the-energy-charter-treaty-ect-remains-the-most-frequently-invoked-ia/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=4b7f59380a66e07d026d71f9d4823302

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»*):**
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация**) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация**)
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

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



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.Аksyutin. 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

ВЫБОР МЕСТА ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА



Источник базового графика: Dr. Oleg Aksyutin, Dr. Alexander Ishkov, Dr. Konstantin Romanov. Potential of natural gas decarbonization: Russian view of the cross-border gas value chain. // 27th meeting of the EU-Russia Gas Advisory Council's Work Stream 2 on Internal Markets issues (GAC WS2), Brussels, 07.12.2018

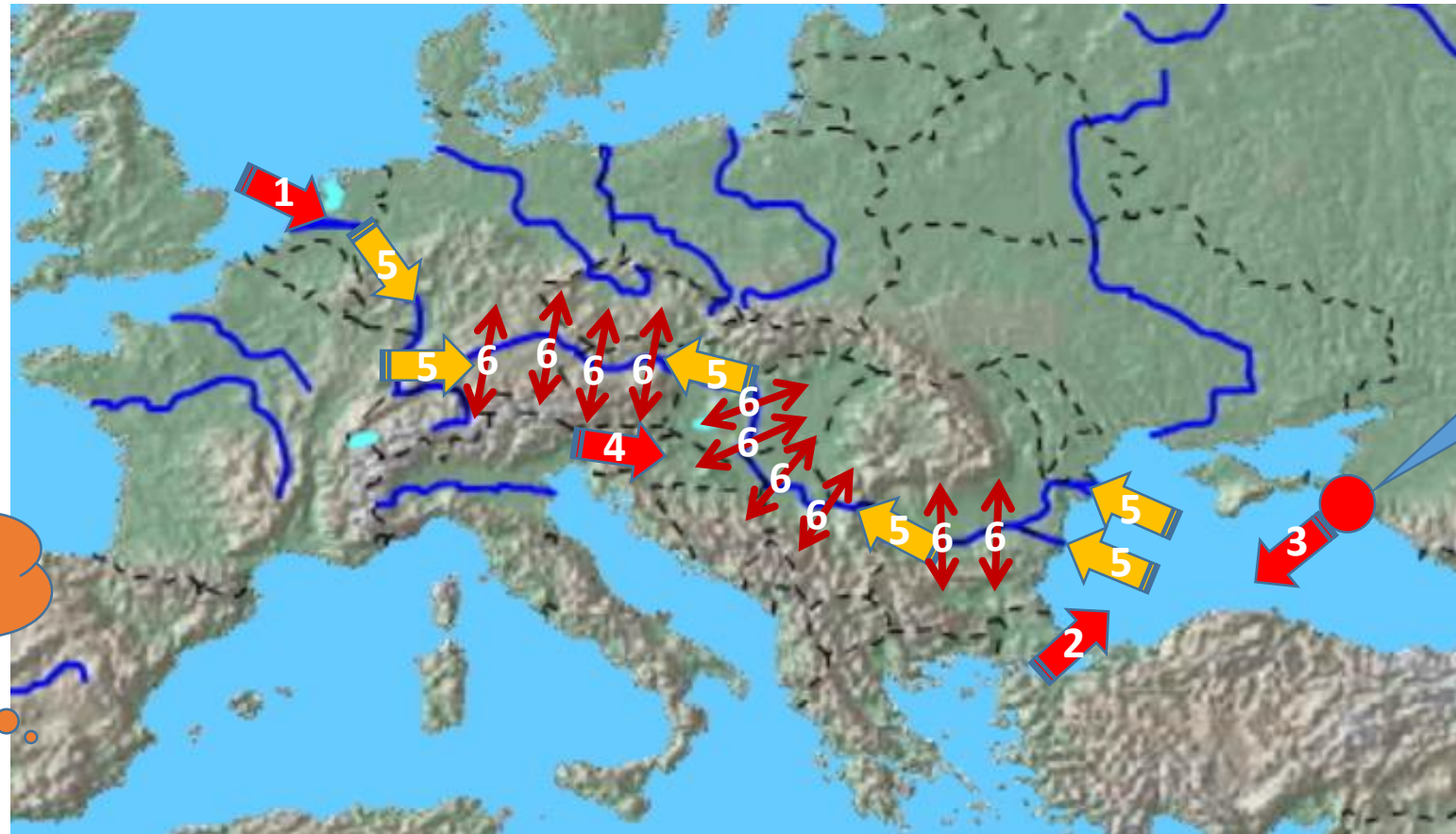
Инструменты внедрения «трех-ходовки Аксютина» (видение А.Конопляника)



План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (шаг 1)**
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе**
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (шаг 2)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (шаг 3)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

Перспективы формирования рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском бассейне



Завод
мт/стСПГ на
российском
побережье
Черного
моря

Меры 1-го
этапа

1-4 = поставки мтСПГ в ЦЮВЕ (1 = из р-на Сев.моря баржами; 2 = через Турецкие проливы (огранич.); 3 = с завода мт/стСПГ на росс.побережье ЧМ судами река-море; 4 = грузовым тр-том через Сев.Италию); 5 = поставки по водному пути Рейн-Дунай баржами / судами река-море; 6 = СПГ АЗС

Black sea plant

Location	Black sea coast of Russia
Capacity	0.5 – 1.5 mtpa
Status	Prefeasibility study
Delivery countries	Countries of South-Eastern Europe, countries of Danube river region, Turkey.

— potential bunkering areas

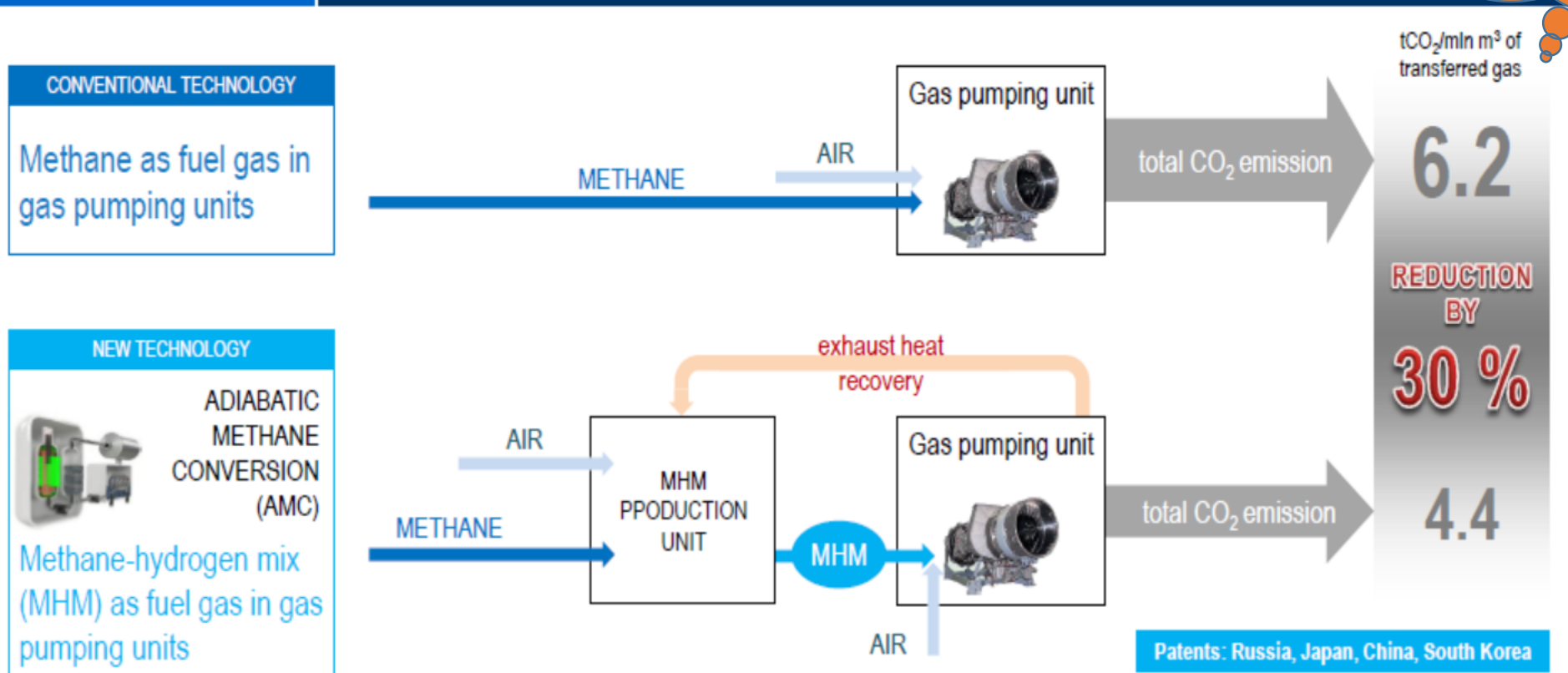


Источник: K.Neuymen (Gazprom).
Development of Small and Medium
–Scale LNG Infrastructure in Russia.
Presentation at 9th SPB
International Gas Forum, 1-
4.10.2019

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (шаг 1)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})**
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (шаг 2)**
 - 3.2.2. Водород (H₂) (шаг 3)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

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



План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»*):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация**) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация**)**
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)**
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

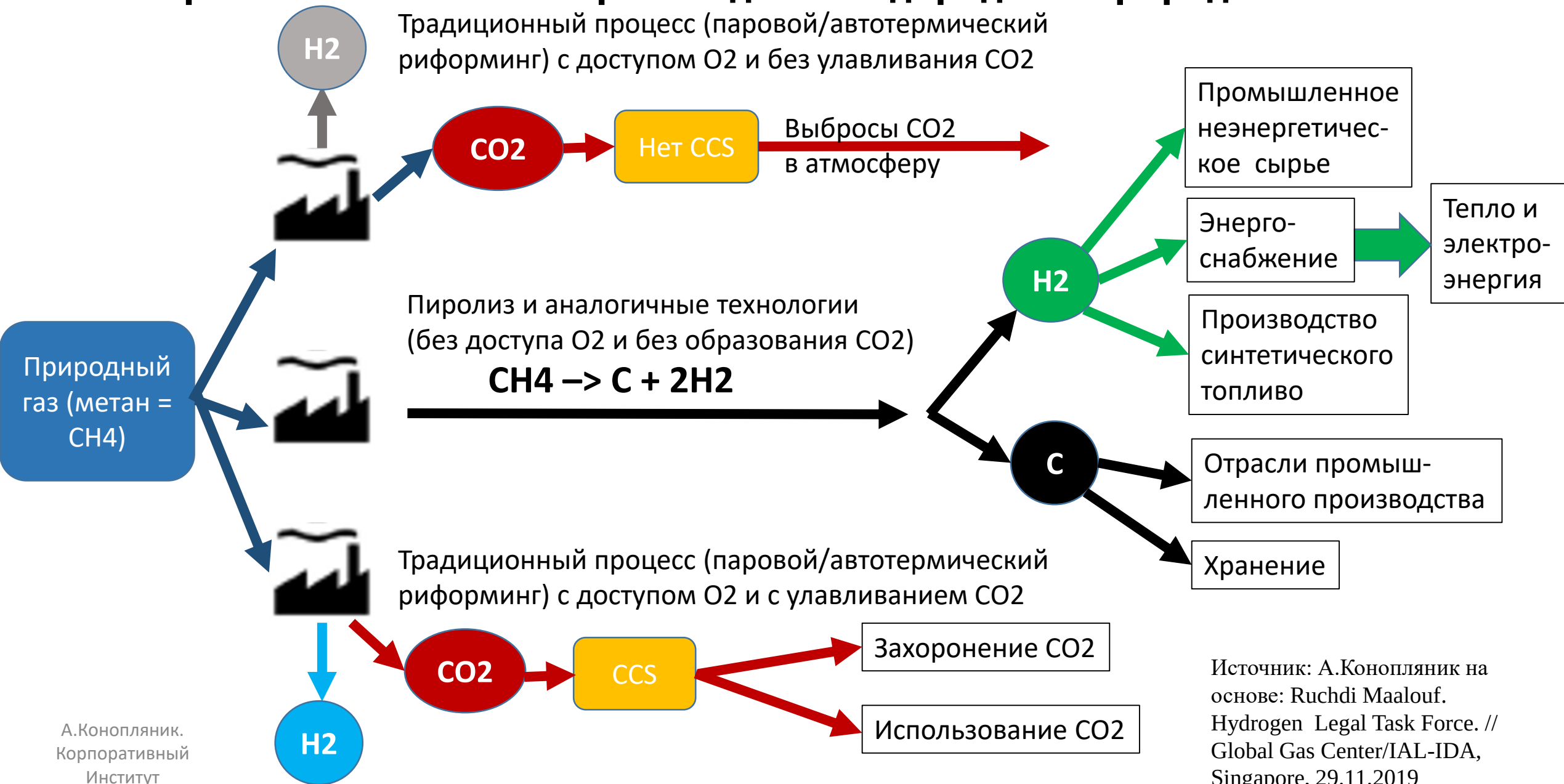
Зеленая революция => ВИЭ и водород

- Декарбонизация (низко-углеродное развитие) в доминирующем в ЕС представлении = преимущественно ВИЭ
 - только ВИЭ в ЕС считаются «зеленой (чистой) энергией» +
 - геополитический подтекст: отечественные «зеленые» (чистые) электроны против импортных «грязных» молекул, но
- Эволюция видения энергетического будущего ЕС:
 - До 2018: «цифровое, электрическое, возобновляемое» (только/100% электроэнергия ВИЭ в будущем ЕС)
 - Начиная с 2018: отход от полностью электрического (ВИЭ) будущего – к «электроэнергия ВИЭ **ПЛЮС** декарбонизированные газы» => **водород как один из декарбонизированных газов**
- Ошибочные представления: якобы «декарбонизированные газы»:
 - это только «зеленые» газы на основе ВИЭ => PtG (электроэнергия в газ) => H₂ методом электролиза (ЕС: «зеленый» H₂) – наиболее/единственно приветствуемый путь получения H₂ в ЕС
 - неископаемый источник получения H₂, ибо необходимо отсутствие «С» в исходном сырье для получения H₂ => H₂ **не** из метана (CH₄ = ископаемое топливо) => на худой конец, из метана, но с использованием CCS =>
 - **в результате: взаимовыгодные для РФ и ЕС технологии прямого получения H₂ без выбросов CO₂ выпадали из рассмотрения до недавней поры...**

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты**
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

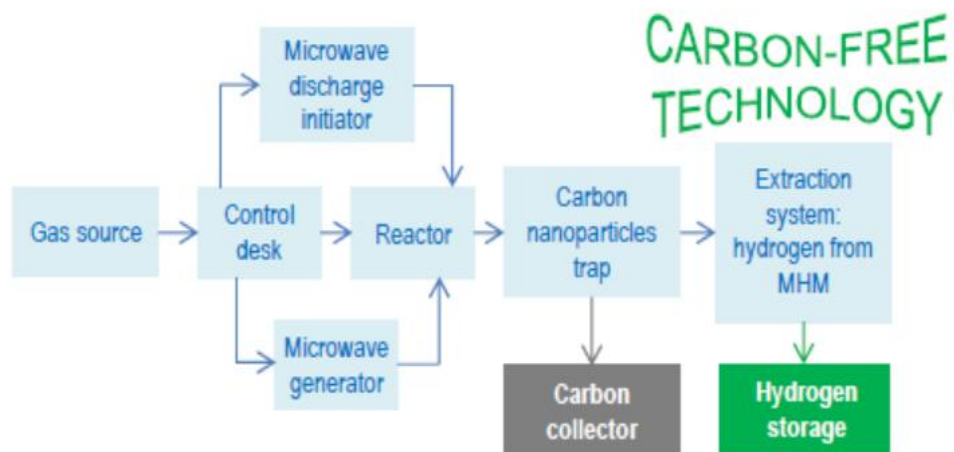
Три основных схемы производства водорода из природного газа



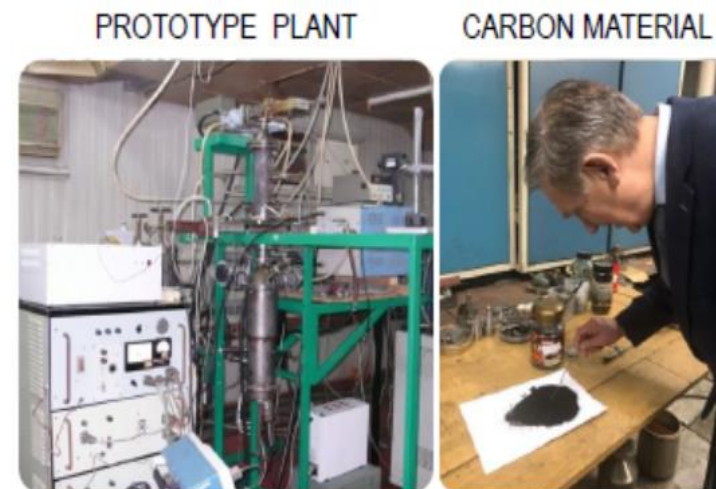
Зеленая революция: основные технологии по производству H₂

- **Электролиз воды** (единственный «зеленый» H₂ в ЕС среди трех опций), но:
 - Не является «зеленым», если эл.энергия из сети (20% пр-ва эл.энергии в ЕС – угольные ТЭС с выбросами CO₂ и др.)
 - В случае использования эл.энергии ВИЭ:
 - 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»
- **Паровой риформинг** (единственный «голубой» H₂ в ЕС)
 - Т.к. производство с доступом O₂, то выбросы CO₂ => необходимость CCS, но:
 - CCS – это не «хранение» (storage), но «захоронение» (sequestration) =>
 - CO₂ не является началом нового инвестиционного цикла (=> не инвестиции), но лишь существенный доп.элемент в затратной смете проектов пр-ва H₂ этим методом
- **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 (Аксютин) на заседании РГ2 КСГ в СПб 10.07.2018
 - **Экономический приоритет для РФ и ЕС !!!**

The impact of low-temperature non-equilibrium microwave-induced plasma on hydrocarbon gas molecules



The hydrocarbon gas conversion takes place in a closed plasma-chemical flow reactor in the absence of oxygen and at ambient pressure



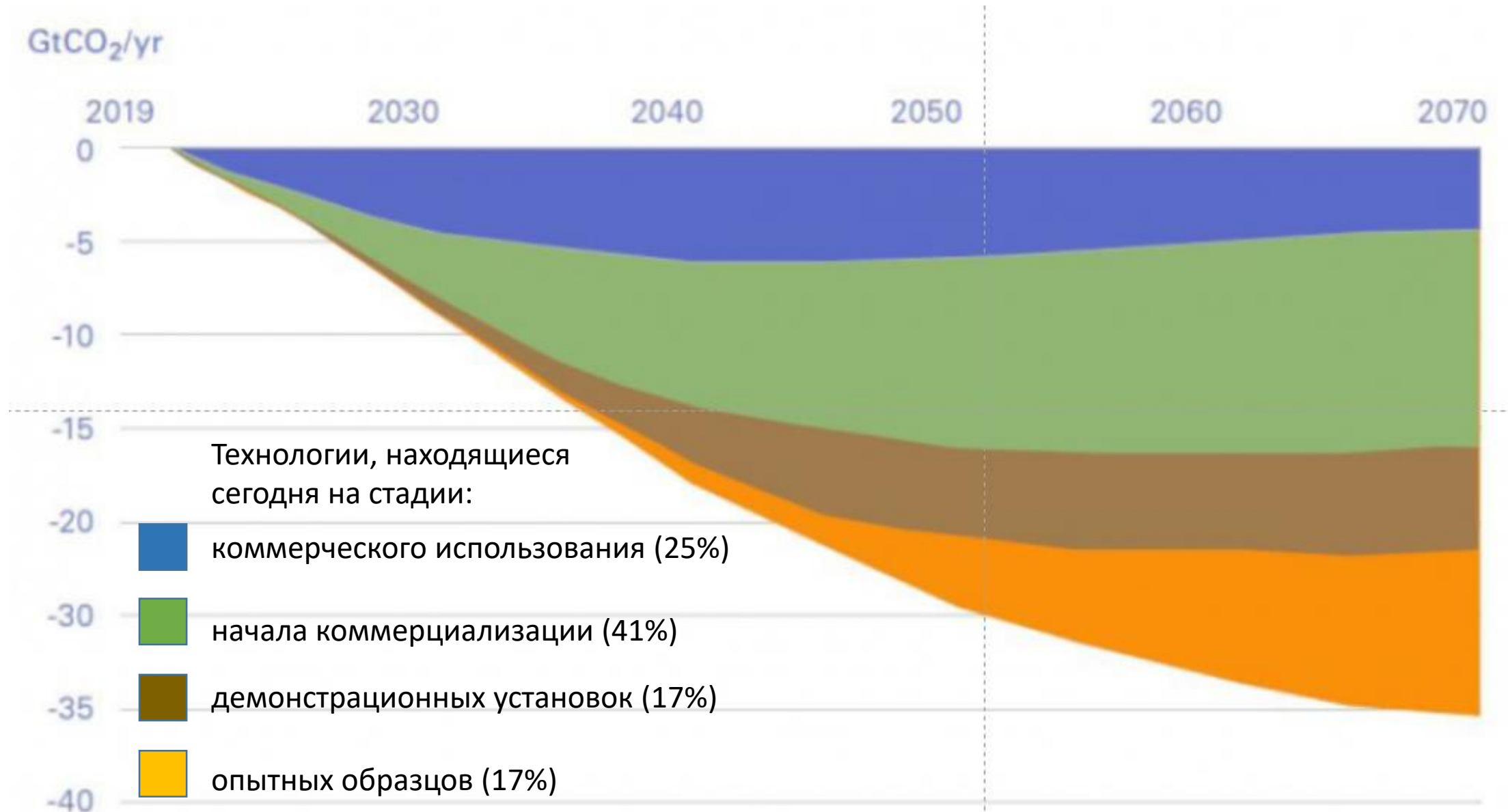
CAPACITY OF:
- hydrogen – up to 1 m³/h;
- carbon material – up to 80 g/h

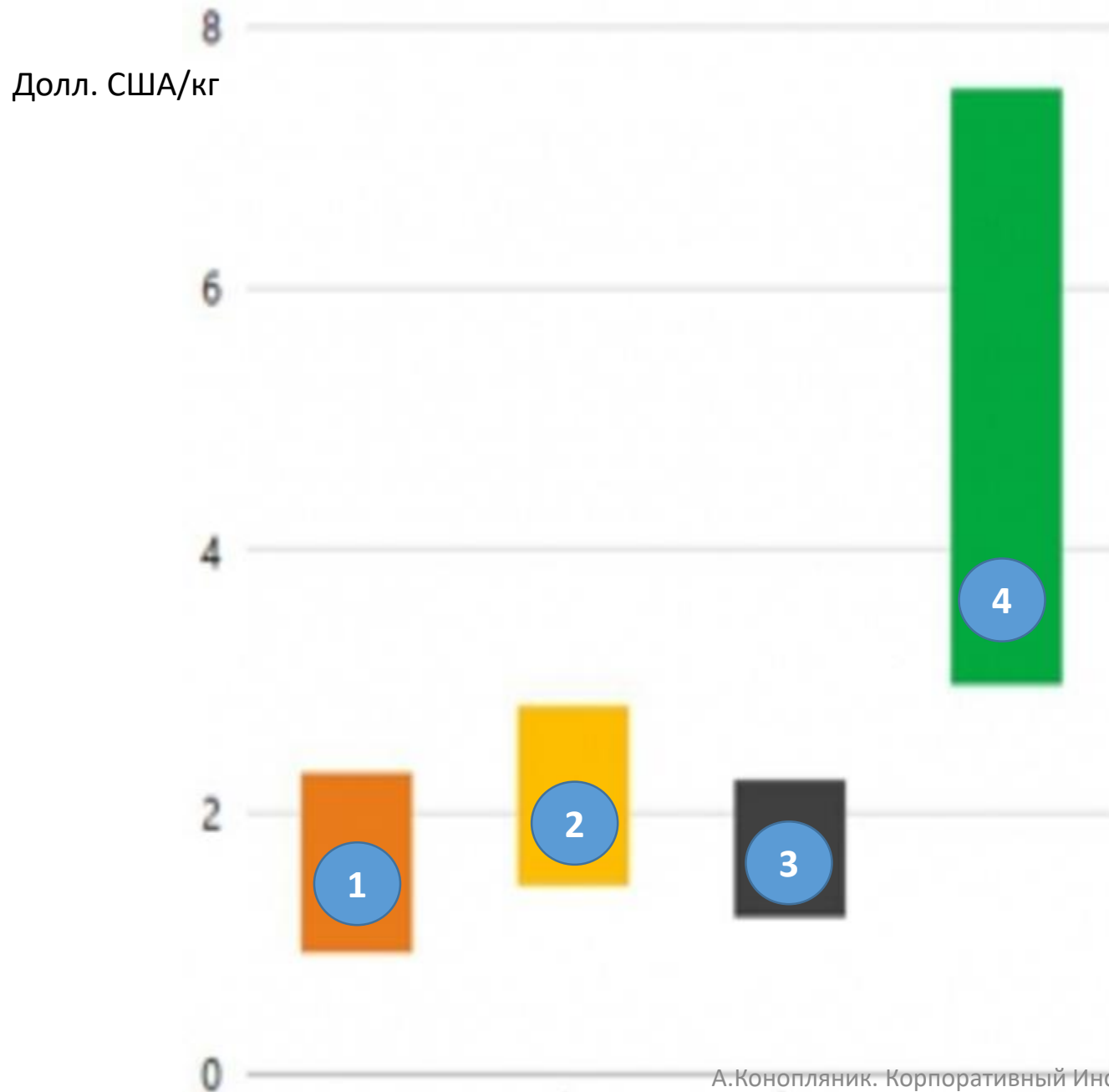
Технологические процессы производства водорода и оценка их сегодняшнего размещения на кривой технологического развития



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

Технологическая готовность к достижению уровней снижения выбросов CO₂ в соответствии со «Сценарием устойчивого развития» МЭА





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

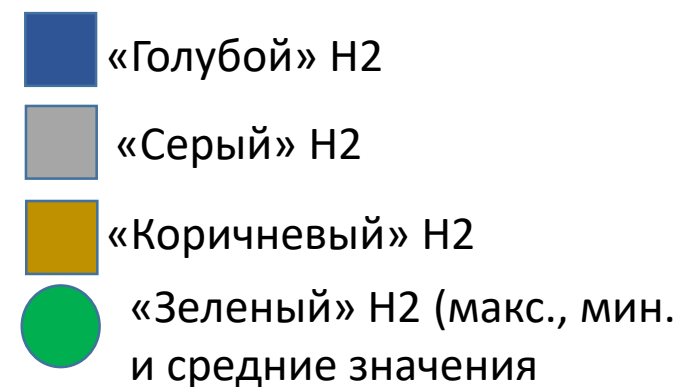
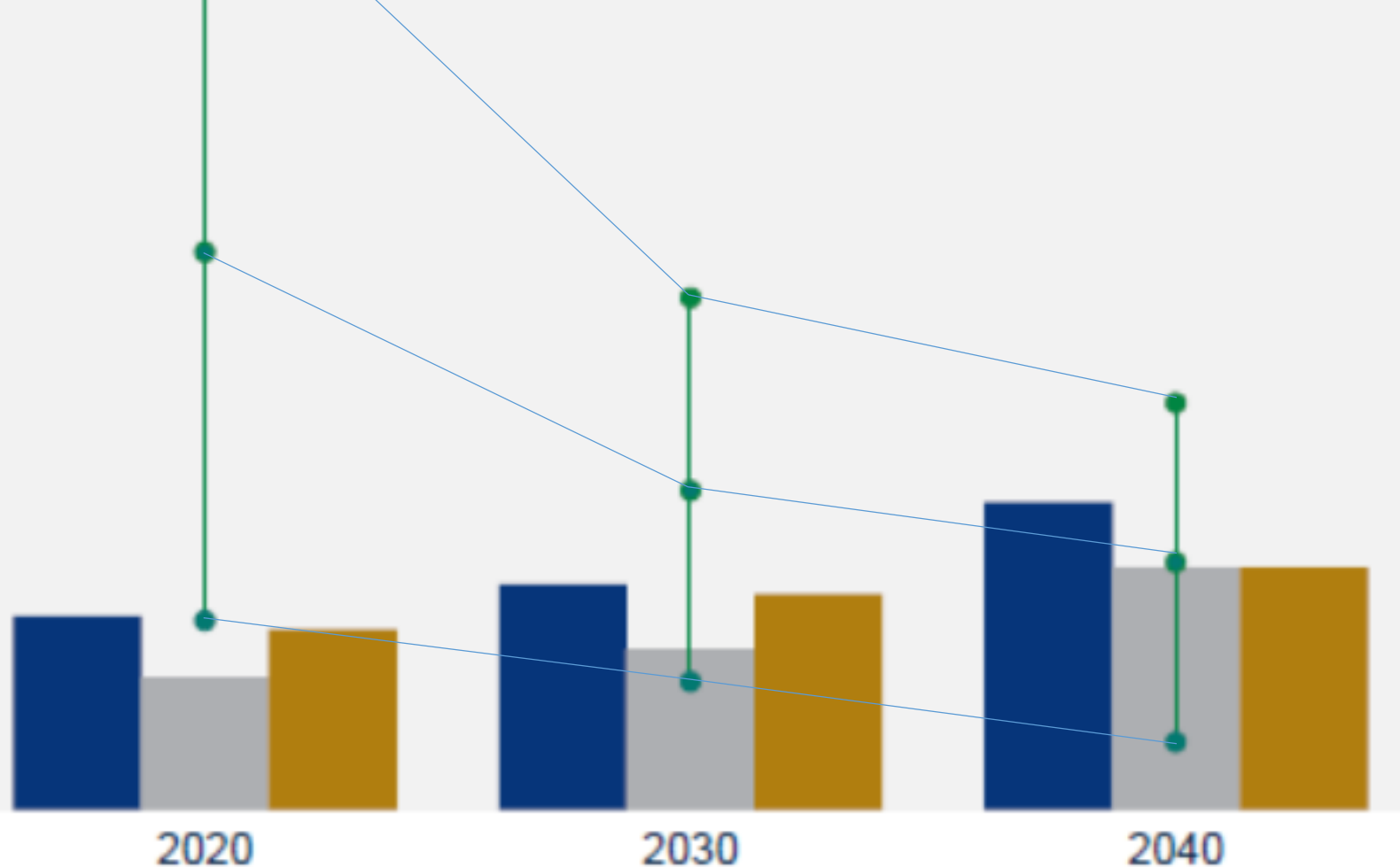
Легенда:

- (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

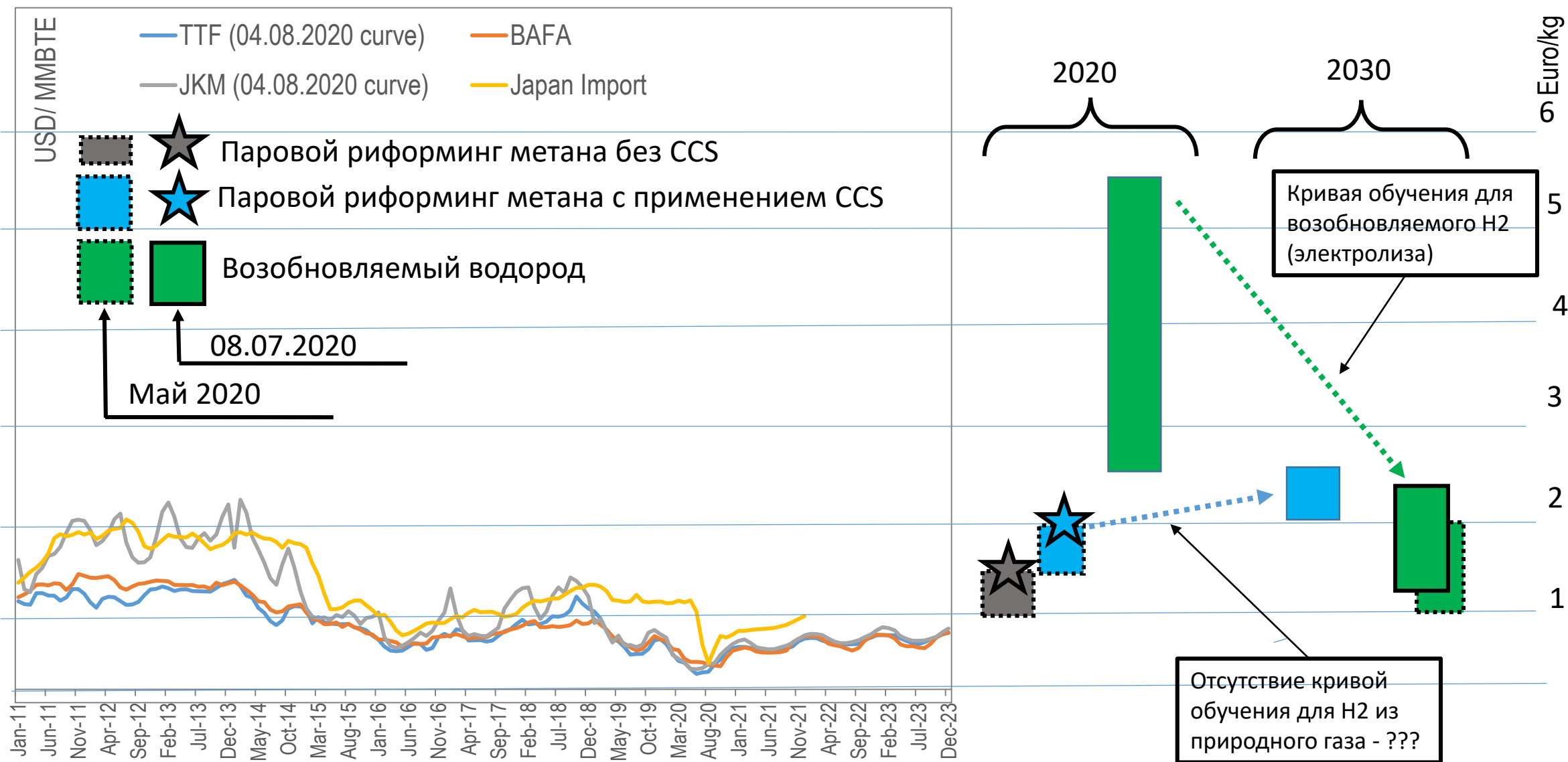
(https://www.iaee.org/en/webinars/rewind/webinar_kapsarc.aspx)

Соотношение среднемировых издержек производства водорода, по типам сырья для его производства (цветовой гамме водорода – в терминологии ЕС, общеупотребительной на Западе), и его изменение на перспективу (оценка WoodMackenzie)



Источник: Hydrogen production costs: is a tipping point near? Report brochure. // Wood Mackenzie, 20.08.2020, p.5
(http://go.woodmac.com/l/131501/2020-08-20/21x123/131501/119200/Report_Brochure_Hydrogen_Costs_Is_A_Tipping_Point_Near.pdf)

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)

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»*):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация**) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация**)
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

Почему «Дорожная карта по водороду Европы» не учитывает пиролиз метана (дает искаженную картину)? Каковы последствия? Кто может быть заинтересован в более дорогой декарбонизации Европы и почему?

ROADMAP

HYDROGEN PRODUCTION WILL BE A MIX OF MOSTLY ELECTROLYSIS AND SMR/ATR WITH CCS IN EUROPE

Water electrolysis



Carbon-free production method for hydrogen if fueled by renewables

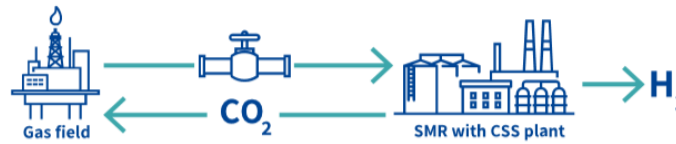
Long-term potential to match or even beat SMR costs in case of low-cost solar and/or electrolyzer capex decrease

Provision of sector-coupling mechanism required for integration of renewables

No issues with political/societal acceptance compared to CCS

Decentral production taking load off the grid and providing power at remote locations or points of sale (e.g., at refueling stations)

SMR/ATR with CCS



In combination with carbon capture (CCS), carbon emissions are reduced significantly by up to 90%

Hydrogen production method for large scale as required for the industry

Higher infrastructure costs for natural gas and CO₂ handling

SMR is established and mature technology

Reliable constant production possible

SMR is currently lowest-cost hydrogen production

Основными сторонниками электролиза и парового риформинга с CCS (оппонентами пиролиза, ибо он – конкурентоспособный конкурент) могут быть:

- Электролиз: скандинавские страны (гидро), Франция (АЭС)
- Паровой риформинг: держатели выработанных залежей УВС, пригодных для захоронения CO₂, вблизи крупных зон энергопотребления и пр-ва H₂ (Норвегия, Великобритания); разработчики технологий CCS,
- Те, у кого отсутствует информация (знания) о технологиях пр-ва H₂ без доступа O₂

(1) CCS как неотъемлемый элемент парового риформинга - *якобы единственной (согласно доминирующему в ЕС мнению) технологии пр-ва H₂ из метана* – предопределяет наличие дополнительного элемента затрат в цепочке пр-ва H₂ – CCS (CAPEX & OPEX) **добавляет 20-30+% к смете затрат.** Это будет постоянно снижать конкурентные позиции пр-ва H₂ из метана.

(2) “S” в CCS означает не «хранение» (“storage”), а «захоронение» (“sequestration”), т.к. закачанный обратно в пласт CO₂ не сможет быть возвращен в хоз. оборот (использован в след. произв. цикле) => затраты на CCS не могут рассматриваться как инвестиции в след. инвест. цикл, но лишь как доп. элемент затрат данного инвест. цикла

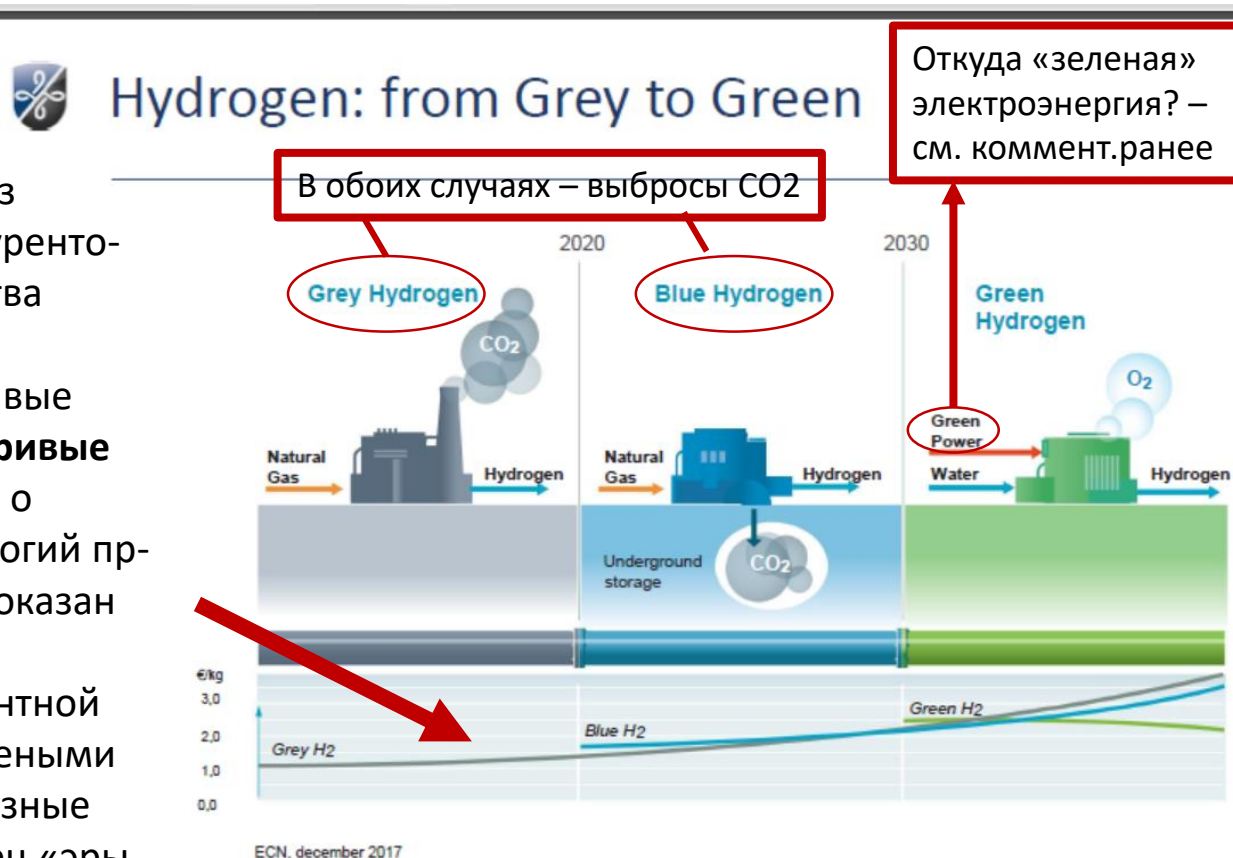
(3) => картина искажена дважды

Source: HYDROGEN ROADMAP EUROPE: A sustainable pathway for the European energy transition. // Fuel cells & Hydrogen Joint Undertaking, February 6, 2019

(https://fch.europa.eu/sites/default/files/20190206_Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Keynote_Final.pdf)

Пример: каким образом общественное мнение в ЕС и за его пределами формируется в поддержку «зеленого» H₂ => электролиза => «100%-но ВИЭ-электрического» будущего ЕС => как создаются неверные ожидания

- (1) Почему не показаны технологии пр-ва H₂ без выбросов CO₂? Это исключает из сопоставления потенциально наиболее конкурентоспособные технические решения производства «чистого» H₂ (без выбросов CO₂),
- (2) Кривые Euro/kg H₂ воспринимаются как «кривые затрат» (кривые обучения), в реальности - «кривые оптовых цен H₂», т.е. включают ДОПУЩЕНИЯ о налогах (вероятно, разные для разных технологий пр-ва H₂), ценах на газ как сырья для пр-ва H₂ (показан их рост - в связи с падением добычи в ЕС?),
- (3) Отражает сохраняющуюся в качестве доминантной философию «заместить отечественными (зелеными значит чистыми) электронами импортные грязные молекулы» (газ как переходное топливо, конец «эры газа» после 2030 г.?)
- (4) *Мой коммент.: (i) эффект 25-го кадра, (ii) «Вам ехать или шашечки?» - зеленый (цвет) или чистый (содержание)?*



Источник базового графика: René Schutte (N.V. Nederlandse Gasunie). Production of Hydrogen. // Masterclass in Hydrogen, May 2019, Moscow, Energy Center of Moscow Skolkovo School of Management jointly with the Energy Delta Institute Energy Business School, 23.05.2019

ВИЭ-центрические развилки декарбонизационной повестки ЕС



План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?**
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

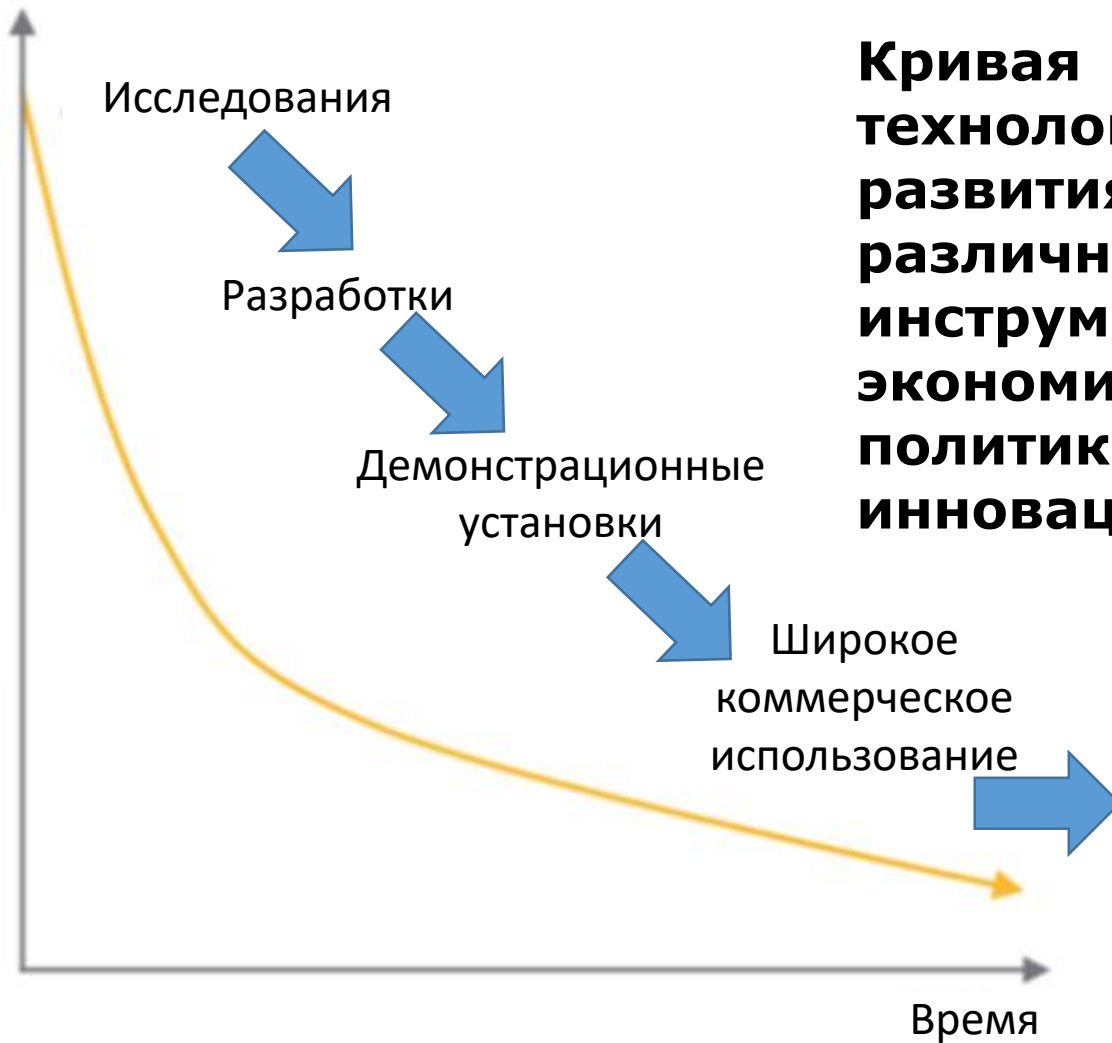
Верхний график: иллюстративный упрощенный график динамики технологических издержек инноваций с течением времени по стадиям процесса НИОКР («кривая обучения», «кривая накопления опыта») от стадии исследований до стадии широкомасштабного коммерческого использования.

Нижний график: инструменты инновационной политики и периоды наиболее эффективного их применения. Степень затемненности полосок политик соответствует уровню их эффективности

Технические издержки с течением времени

Источник: Dr. Varun Sivaram and Dr. Noah Kaufman, The Next Generation of Federal Clean Electricity Tax Credits, Center for Global Energy Policy, Columbia University /SIPA, NY, NY, USA, June 3, 2019

(<https://www.energypolicy.columbia.edu/research/commentary/next-generation-federal-clean-electricity-tax-credits>)



А.Конопляник.
Корпоративный
Институт
Газпрома.
03/05.11.2020

Эффективность
политических
инструментов

низкая высокая

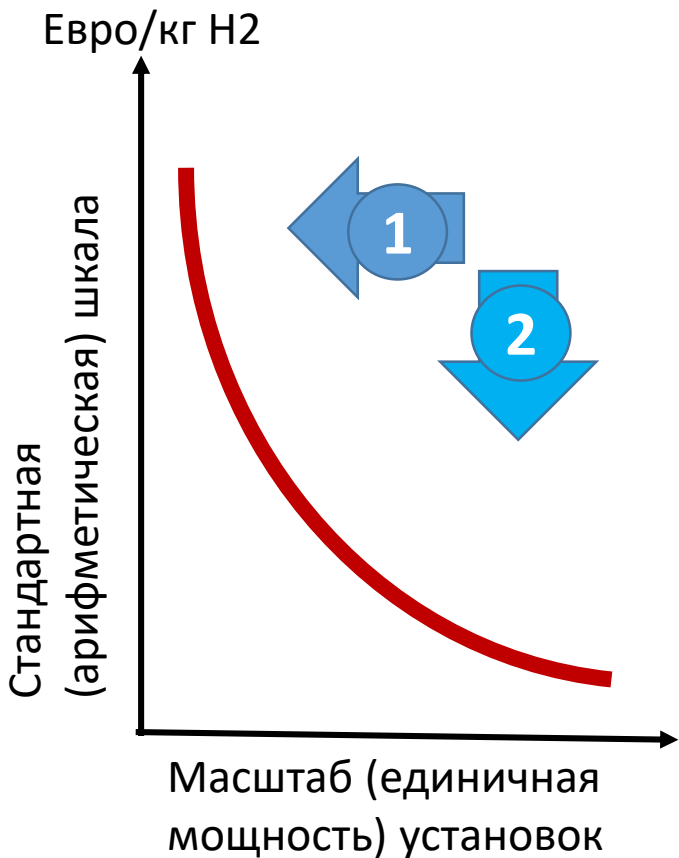
Финансирование
НИОКР

Налоговые стимулы

Цена на выбросы

«Эффект обучения (накопления опыта)» и «эффект концентрации (эффекта масштаба)»

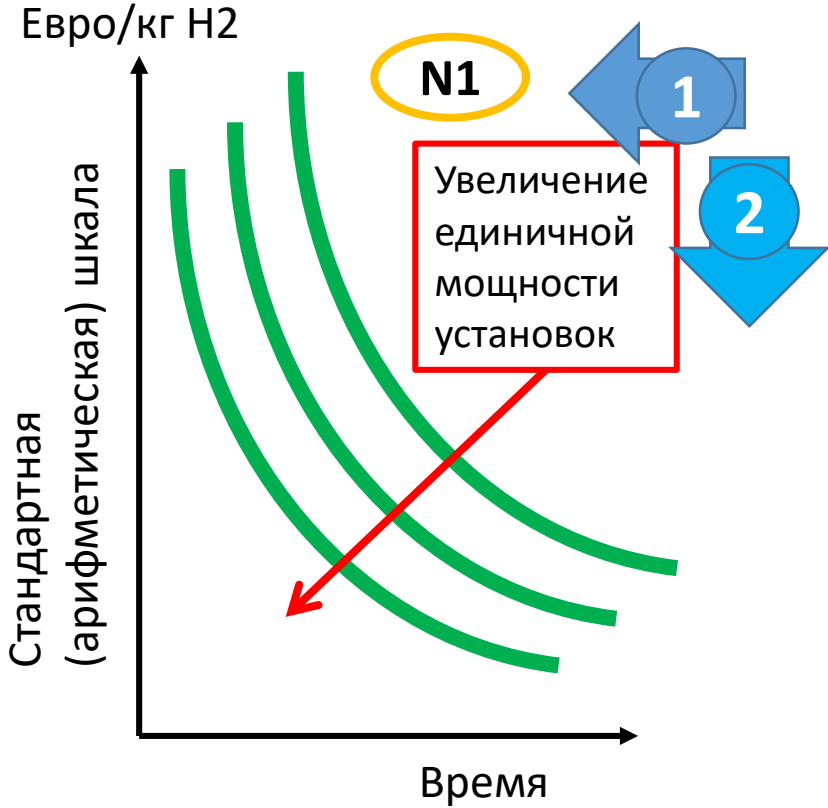
Эффект масштаба (эффект концентрации)



1 Эффект (международного) сотрудничества

2 Эффект господдержки / госстимулирования

Эффект обучения (накопления опыта)



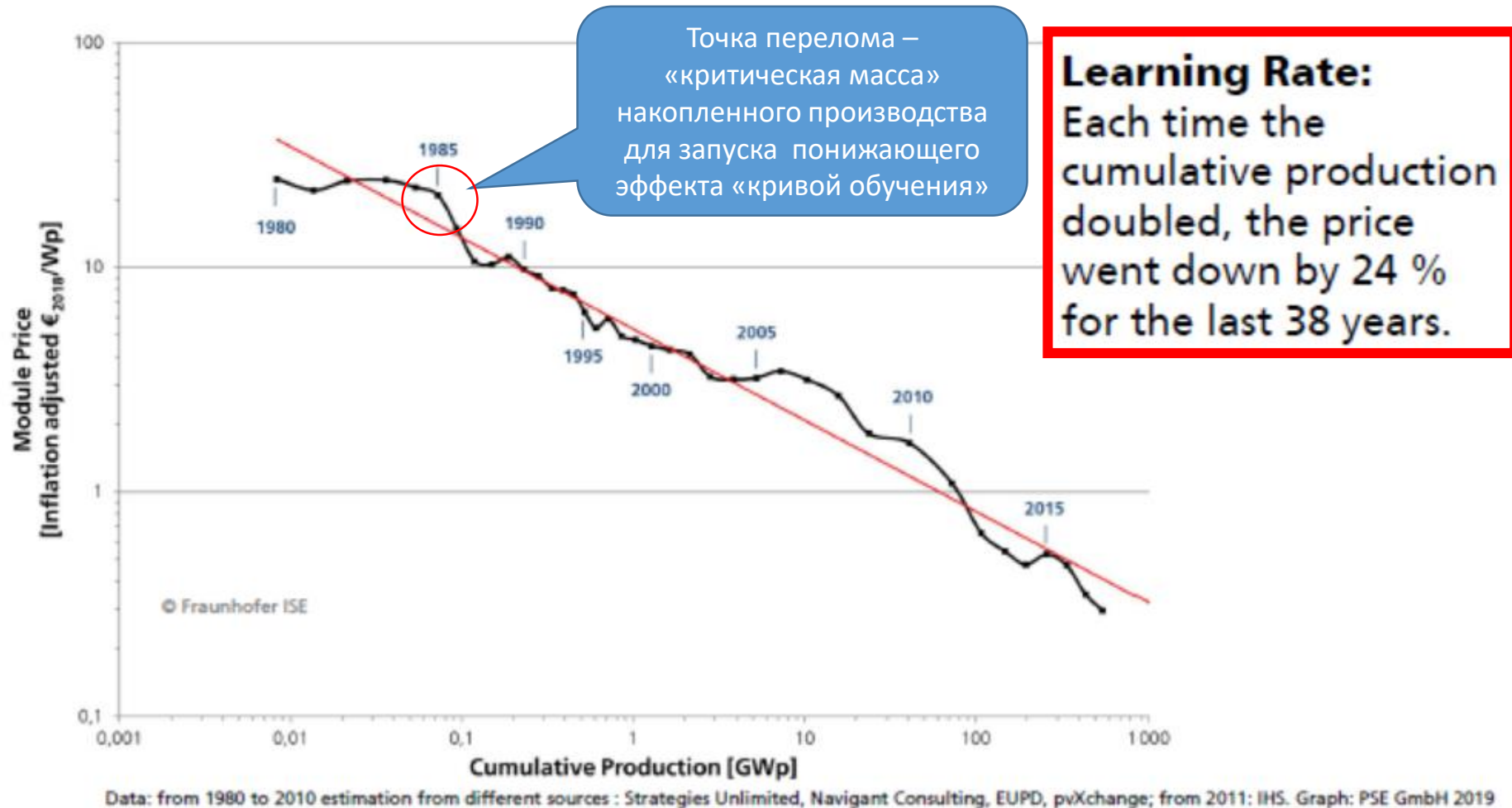
«Точка перелома» = критическая масса накопленного объема установленных мощностей (накопленного объема производства) для запуска процесса снижения издержек в соответствии с «кривой обучения»

Источник: А.Конопляник

Price Learning Curve

Includes all Commercially Available PV Technologies

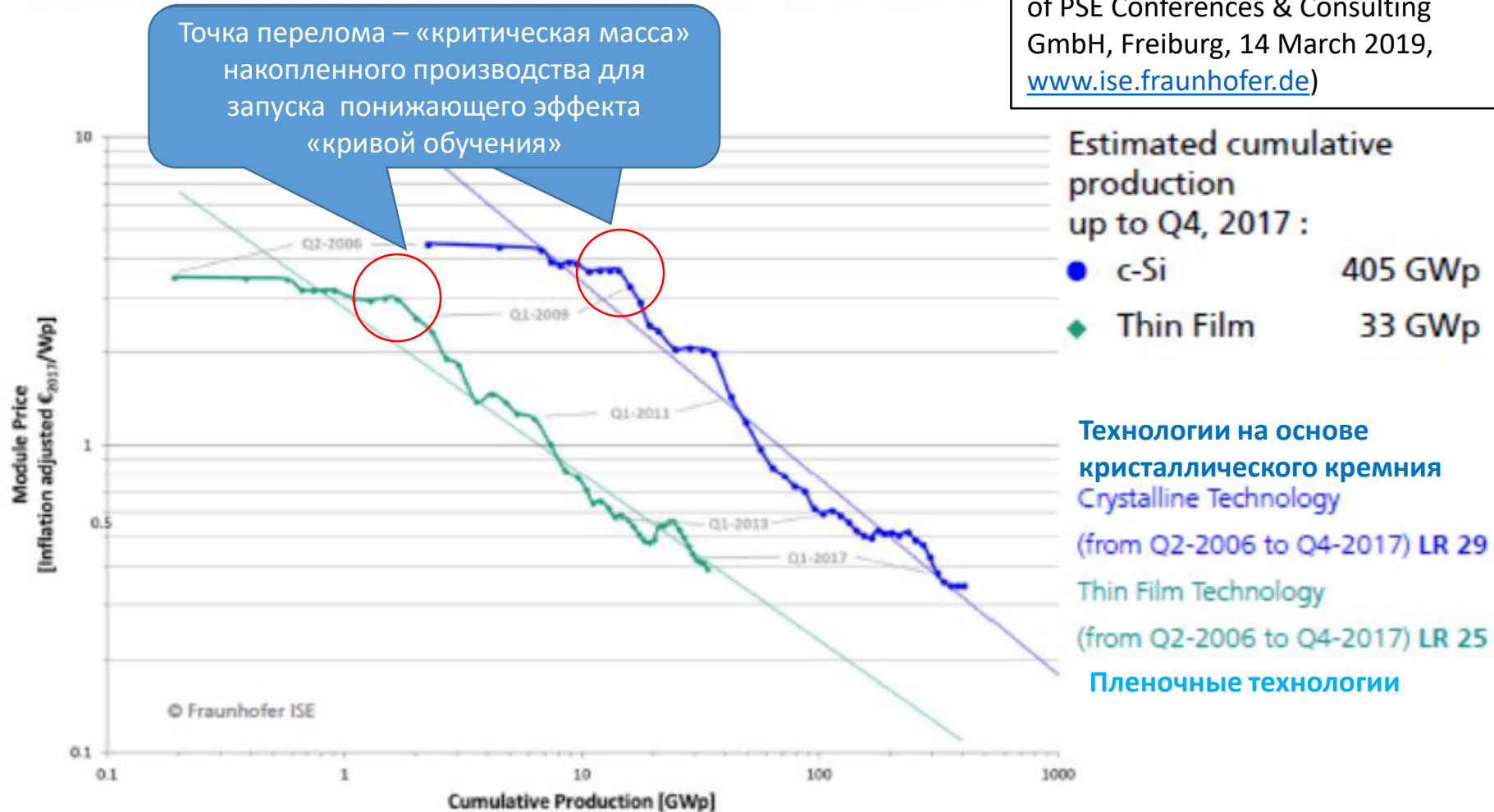
(Source: **PHOTOVOLTAICS REPORT**. Prepared by Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE, with support of PSE Conferences & Consulting GmbH, Freiburg, 14 March 2019, www.ise.fraunhofer.de)



Price Learning Curve by Technology

Cumulative Production up to Q4. 2017

(Source: PHOTOVOLTAICS REPORT.
Prepared by Fraunhofer Institute for
Solar Energy Systems, ISE, with support
of PSE Conferences & Consulting
GmbH, Freiburg, 14 March 2019,
www.ise.fraunhofer.de)



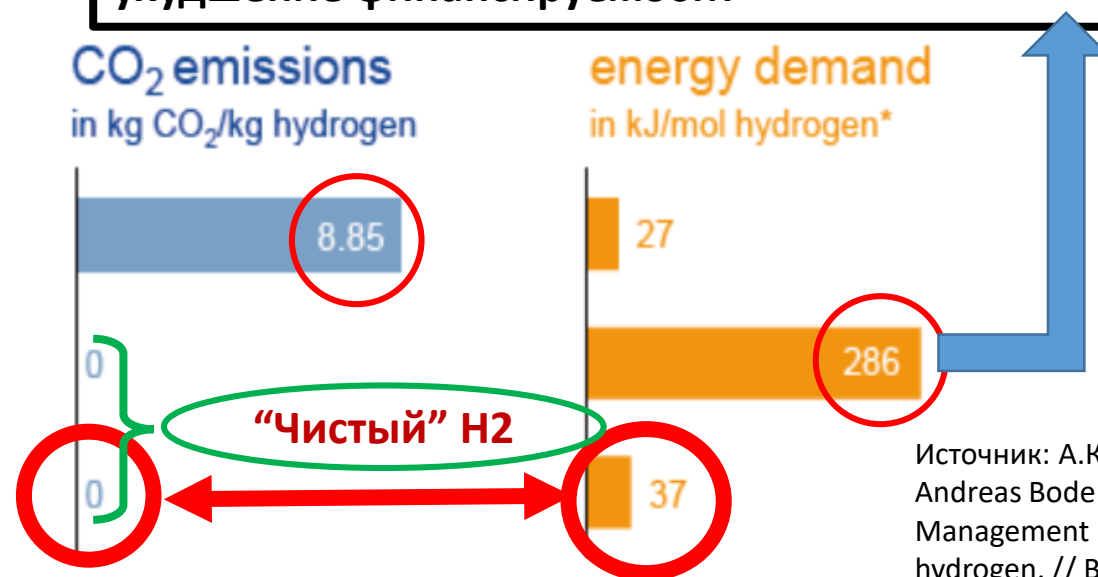
Data: from 2006 to 2010 estimation from different sources : Navigant Consulting, EUPD, pvXchange; from 2011: IHS. Graph: PSE GmbH 2018

При прочих равных условиях, пиролиз метана (и иные сходные технологии) имеют конкурентное преимущество против двух других технологий производства водорода (электролиза и парового риформинга с CC(U)S) при технологически нейтральном госрегулировании

CC(U)S необходим!!! => дополнительные
вмененные затраты (CAPEX + OPEX) => +
20-30% и более => дополнительный
элемент затратной сметы => 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	$\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}$

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



- (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 «C»
- (3) В случае хранения не обладает негативным эффектом CO2 для окружающей среды
=> улучшение финансируемости

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>)

Примерное условное пространственное расположение кривых технологических издержек (кривых обучения) производства водорода

Паровой риформинг метана с CCS

Электролиз
воды

Основная задача в отношении пиролиза метана и аналогичных ему технологий – выйти на ускоренную коммерциализацию (наращивание числа проектов), чтобы запустить кривую обучения для этой группы технологий и начать по ней снижение издержек, чтобы реализовать сравнительные конкурентные преимущества по сравнению с двумя другими группами технических решений по производству H₂

Несмотря на эффект «кривой обучения» для CCS, эта технология останется дополнительным элементом затрат по сравнению с пиролизом и аналогичными ему технологиями получения чистого H₂ без выбросов CO₂

Пиролиз метана и аналогичные (без CCS)

Ключевая задача = сдвиг влево «кривой обучения» для пиролиза

Затраты на CCS

Сегодня

Дополнительные
доходы

- (1) Отсутствует необходимость в CC(U)S => экономия капиталовложений и эксплуатационных расходов
- (2) Маркетинг твердого углерода = дополнительный элемент доходной сметы => начало нового инвест. цикла на основе этого продукта
- (3) При необходимости хранения, твердый углерод не производит негативного климатического эффекта в отличие от CO₂

А.Конопляник.
Корпоративный
Институт
Газпрома.
03/05.11.2020



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

-  Электролиз - ветер
-  Электролиз - солнце
-  Электролиз - гидро
-  Электролиз - АЭС
-  Паровой риформинг
метана плюс CC(U)S
-  Прямой крекинг метана
и аналоги - потенциал
для РФ

Составлено автором по итогам
дискуссии с Ральфом Дикелем
Источник карты: ENTSG

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты**
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

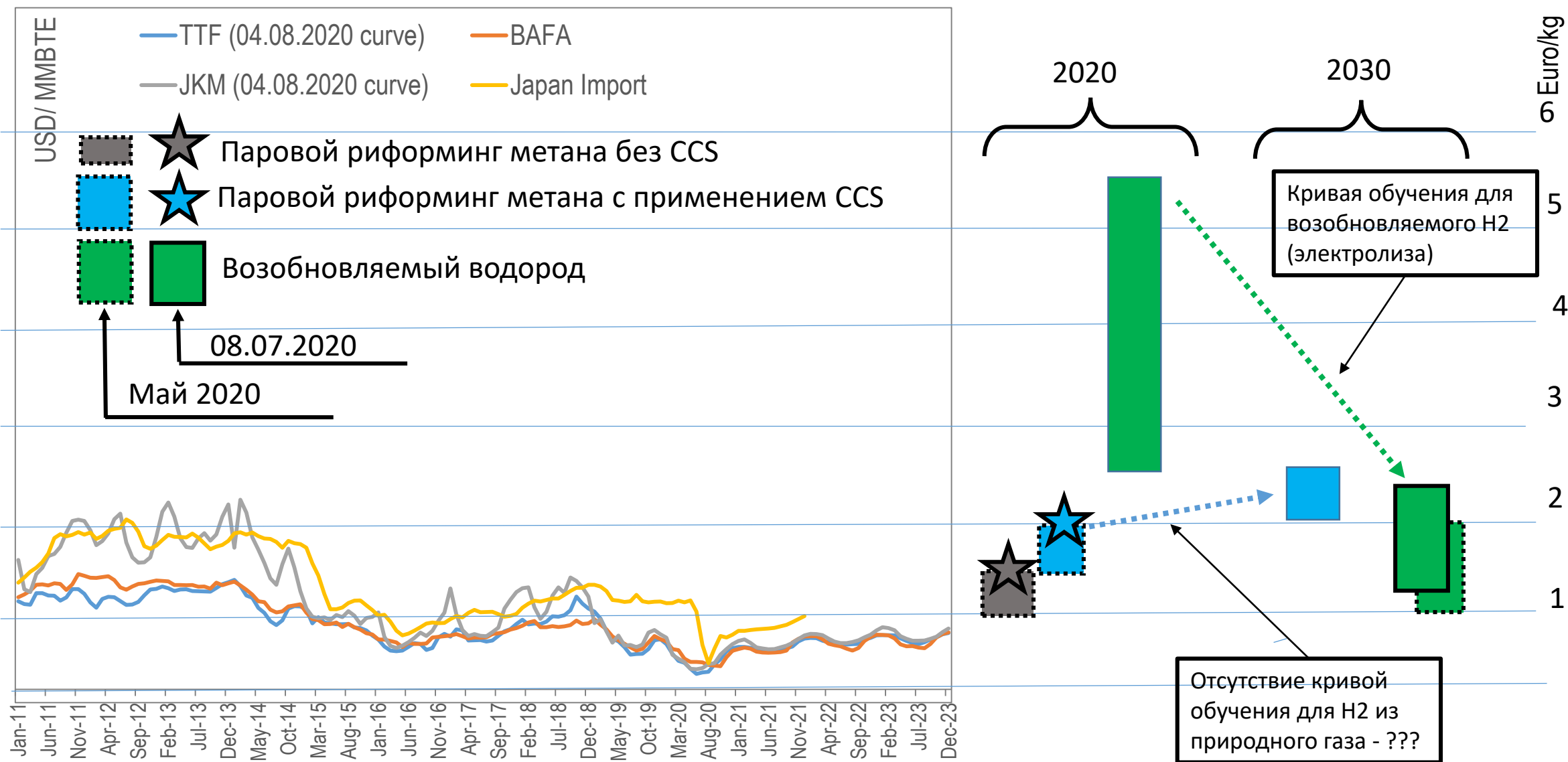
Зеленая революция => водород: регуляторные аспекты (запрос на реинтеграцию)

- От дезинтеграции (unbundling) и атомизации (рынков, компаний) в соотв. со 2-м и 3-м Энергопакетами ЕС – фактический возврат к реинтеграции (re-bundling) рынков и компаний как результат новой «зеленой» (декарбонизационной) повестки ЕС
- От газа к газам: от единого товарного продукта (прир.газ = метан) к множеству газов (метан, МВС, H₂, CO₂ и др.)
 - От единого стандарта качества единого (однородного по составу, после промышленной подготовки) продукта (отклонения наказуемы – жесткие контрактные требования) – к множеству товарных продуктов разного состава и качества – в рамках единой трансграничной сложнзамкнутой ГТС
 - Разные стандарты содержания H₂ в МВС в разных странах: от 0 (Великобрит., Бельгия) до 12% (Нидерланды)
 - Различные потребители нуждаются в разных газах (1/3 поставок росс. газа в ЕС идет в химич.отрасль, примеси недопустимы, нужен чистый метан)
- В рамках «Большой Энергетической Европы (БЭЕ)» - и формирующегося единого энергетического пространства/рынка Евразии - с трансграничной стационарной сетевой инфраструктурой:
 - Интеграция систем электро- и газоснабжения => совместимое регулирование рынков газа и электроэнергии
 - Межгосударственный характер регулирования (однородная для всех участников единого пространства конкурентная / рыночная среда) => Варианты:
 - Экспорт региональных законодательных систем: экспорт законодательства ЕС => неприемлемо для ряда стран БЭЕ, в частности для гос-в Евроазиатского экономического сообщества (ЕАЭС)
 - Адаптация существующих многосторонних межгосударственных инструментов (миним. стандарт):
 - Международная энергетическая хартия (МЭХ) как оптимальная (?) (увы, сегодня – пока? - без РФ) в рамках процесса «модернизации ДЭХ» (попытка запуска «РГ МЭХ по H₂» осенью 2019 г. как «тестовое испытание»)?
 - Иное?

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :**
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

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)

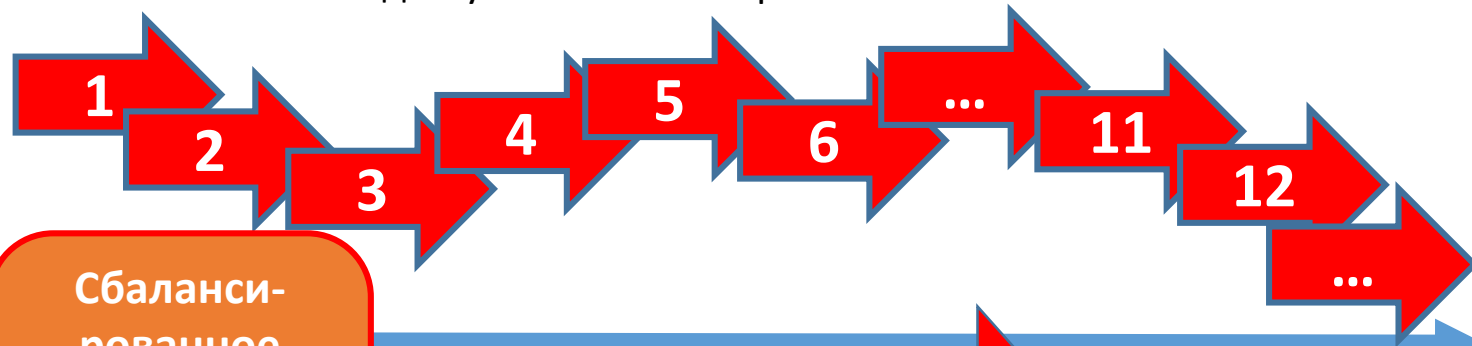
Механизм смещения «Окна Овертона» в водородной политике ЕС

Утверждения по H2, используемые для смещения «Окна Овертона» в нужном направлении (порядок неприоритетный):

1. Чистый (без выбросов CO₂) = зеленый
2. Зеленый = возобновляемый
3. Все ископаемые топлива содержат углерод => все ископаемые топлива одинаково неприемлемы
4. Ископаемый = грязный
5. Оценка по содержанию C на входе в технологический процесс, а не CO₂ на выходе из него
6. Голубой = из природного газа
7. Голубой = ПРМ/АРМ + CCS
8. Голубой без CCS = грязный
9. Голубой допустим лишь в кратко/средне-срочной перспективе как переходный к 100% зеленому
10. CCS = хранение (или «постоянное геологическое» хранение), не захоронение
11. Из природного газа без CCS = грязный
12. От грязных импортных молекул к чистым отечественным электронам

1. Игнорирование пиролиза и аналогов =>
 2. Дискуссия внутри ЕС: не 3H₂, а 2H₂ =>
 3. Электрическое лобби против газового =>
 4. Возврат к будущему ЕС на основе 100% электроэнергии ВИЭ =>
- В результате:** более дорогая политика декарбонизации ЕС ведет к ухудшению глобальной конкурентоспособности ЕС

Последовательная цепь мелких логических однонаправленных шагов (на основе пошаговой подмены понятий) ведет к финальному существенному сдвигу основного направления политики



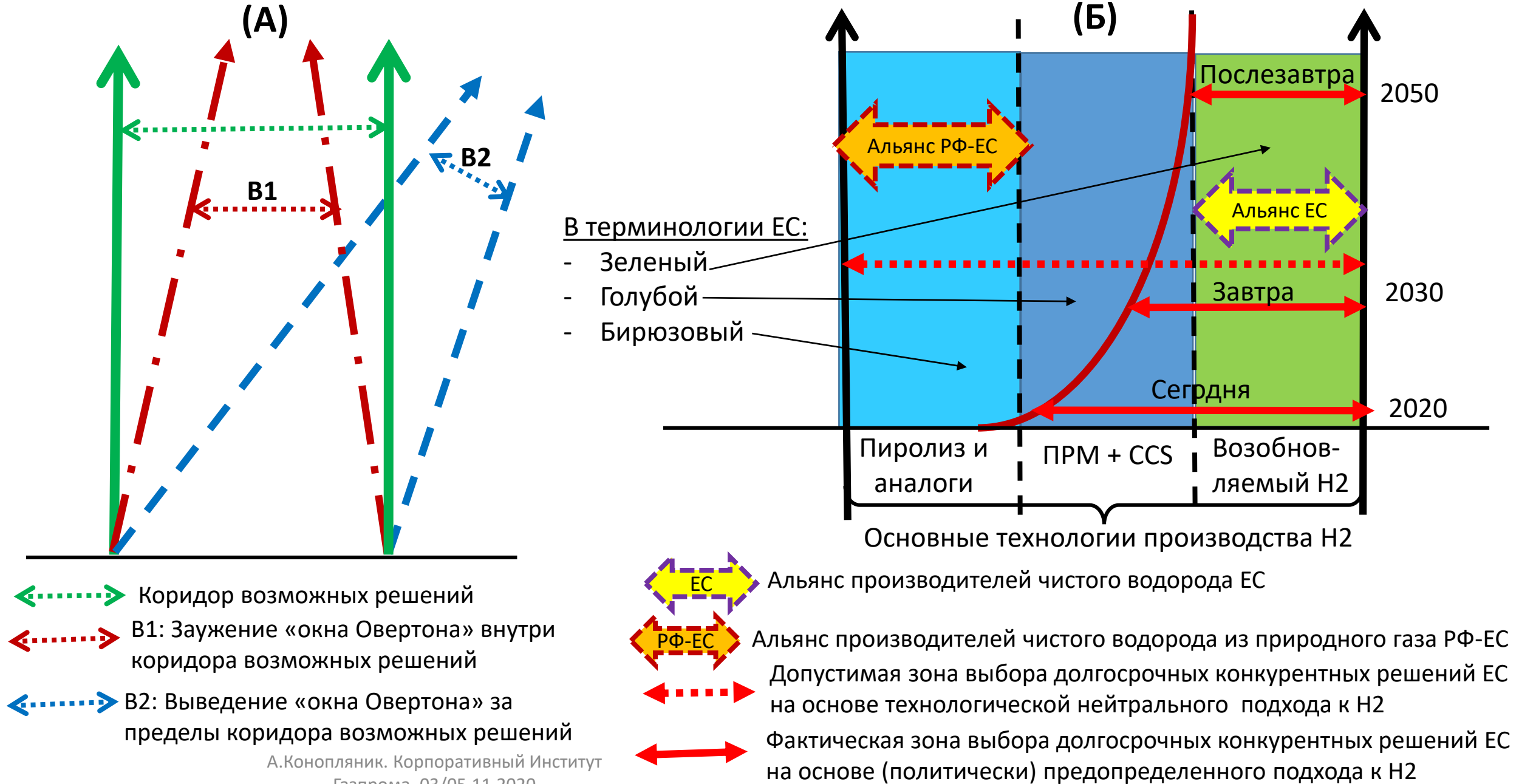
ЕС не является «энергетическим островом», он часть «Большой Энергетической Европы», => невозможны сбалансированные изолированные решения в рамках только ЕС

Сбалансированное конкурентное предложение (проект решения)

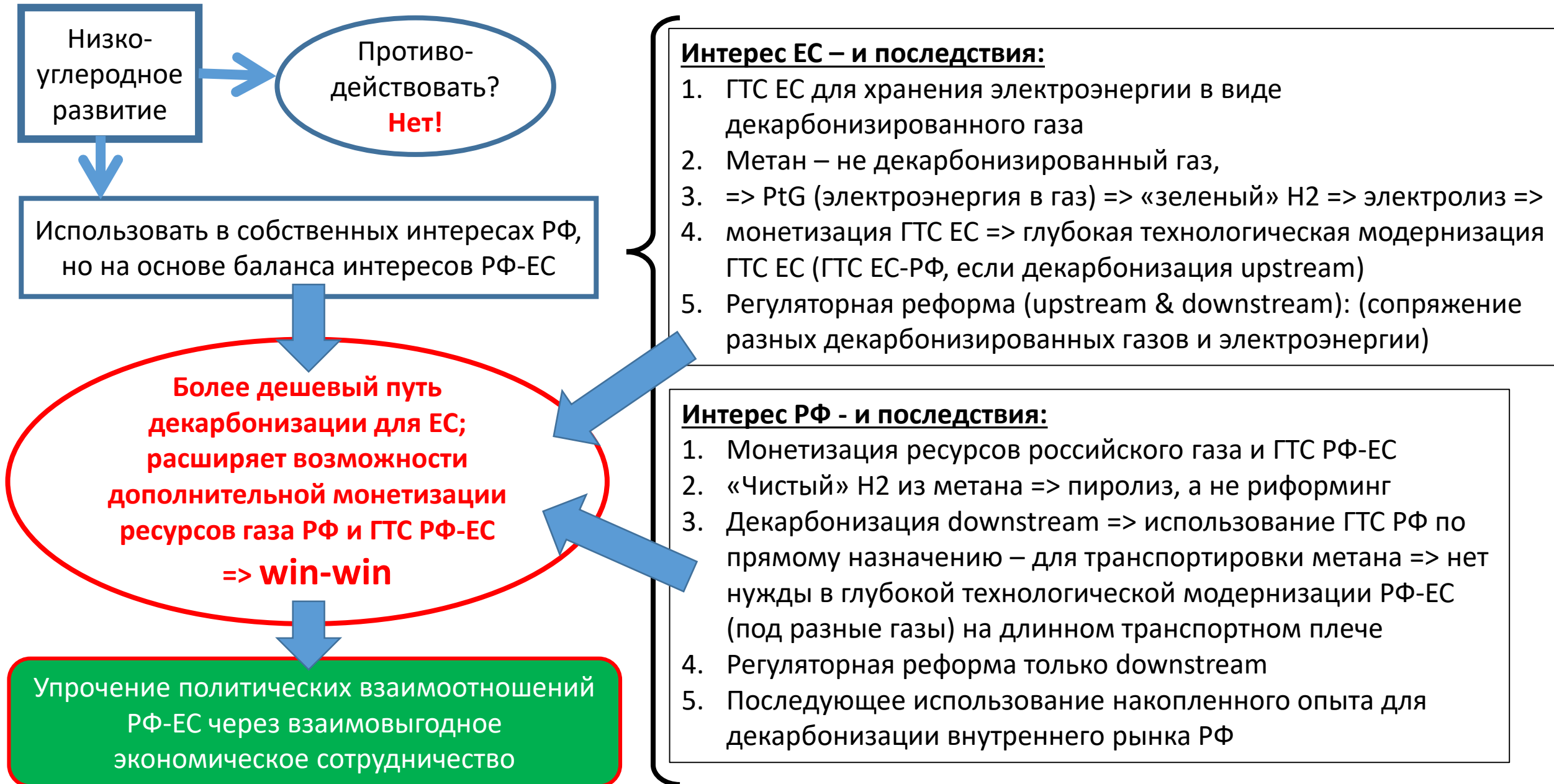
«Позитивная дискриминация» в пользу политически-мотивированного решения (серия когнитивных искажений)

Желаемая политика («рационализация»)

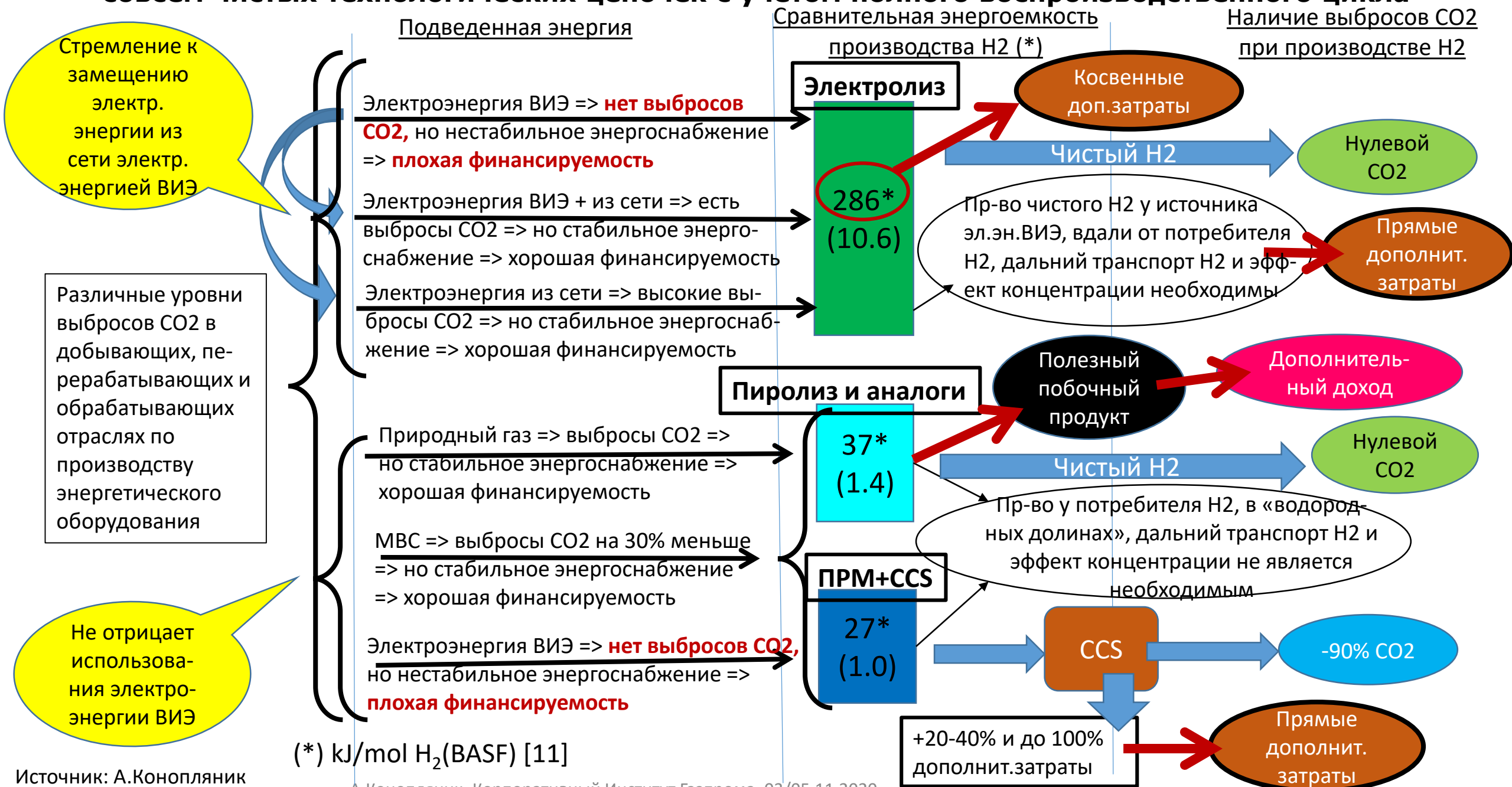
Рисунок 1. Смещение «окна Овертона»: (А) принципиальная схема и (Б) результат в водородной политике Евросоюза, создающий возможности для двух Альянсов



Участие РФ в декарбонизации ЕС: баланс интересов РФ-ЕС возможен



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



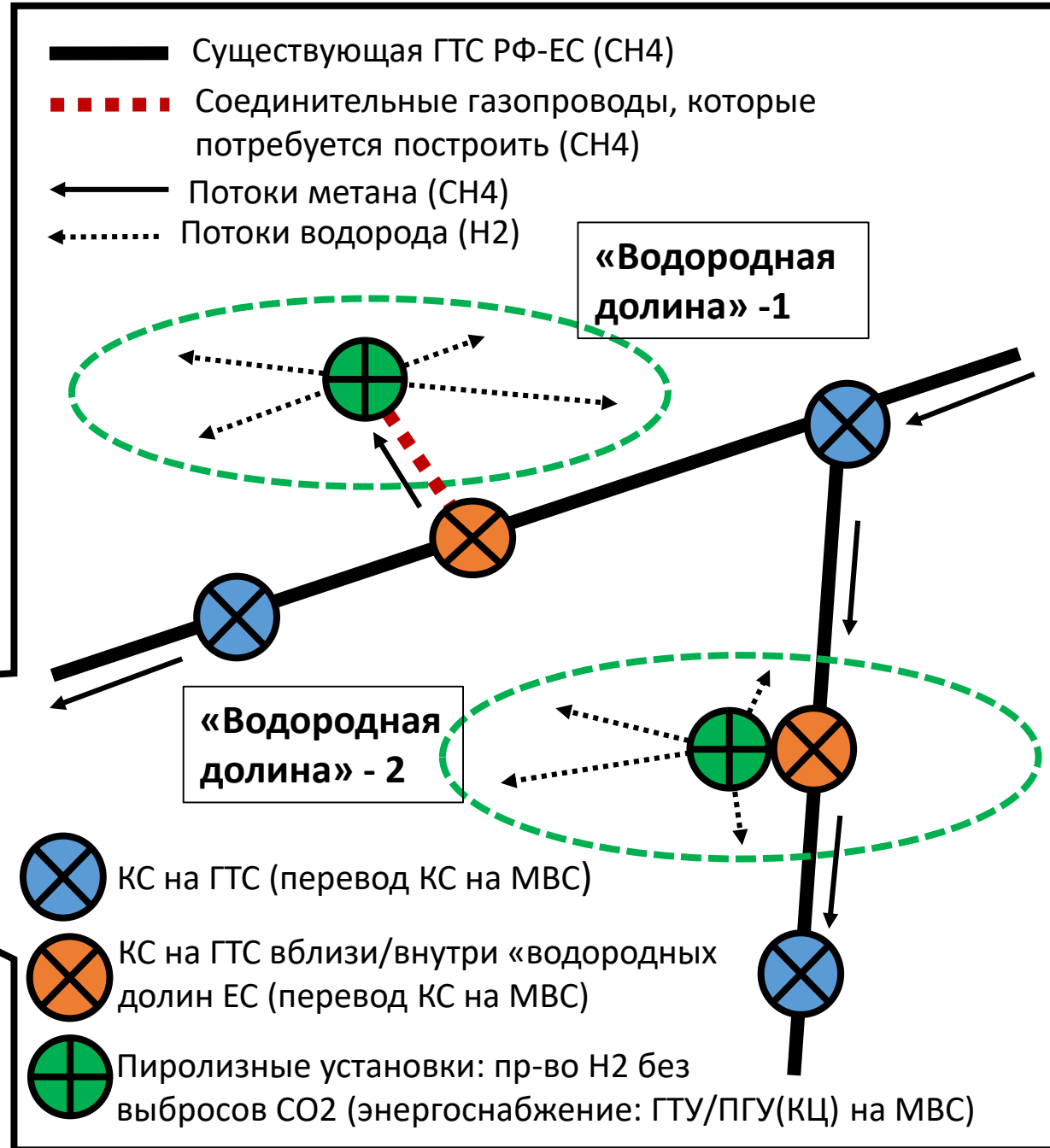
План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии**
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?
- 6) Выводы

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

- 
- Электролиз с использованием различных источников первичной электроэнергии
- 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»).

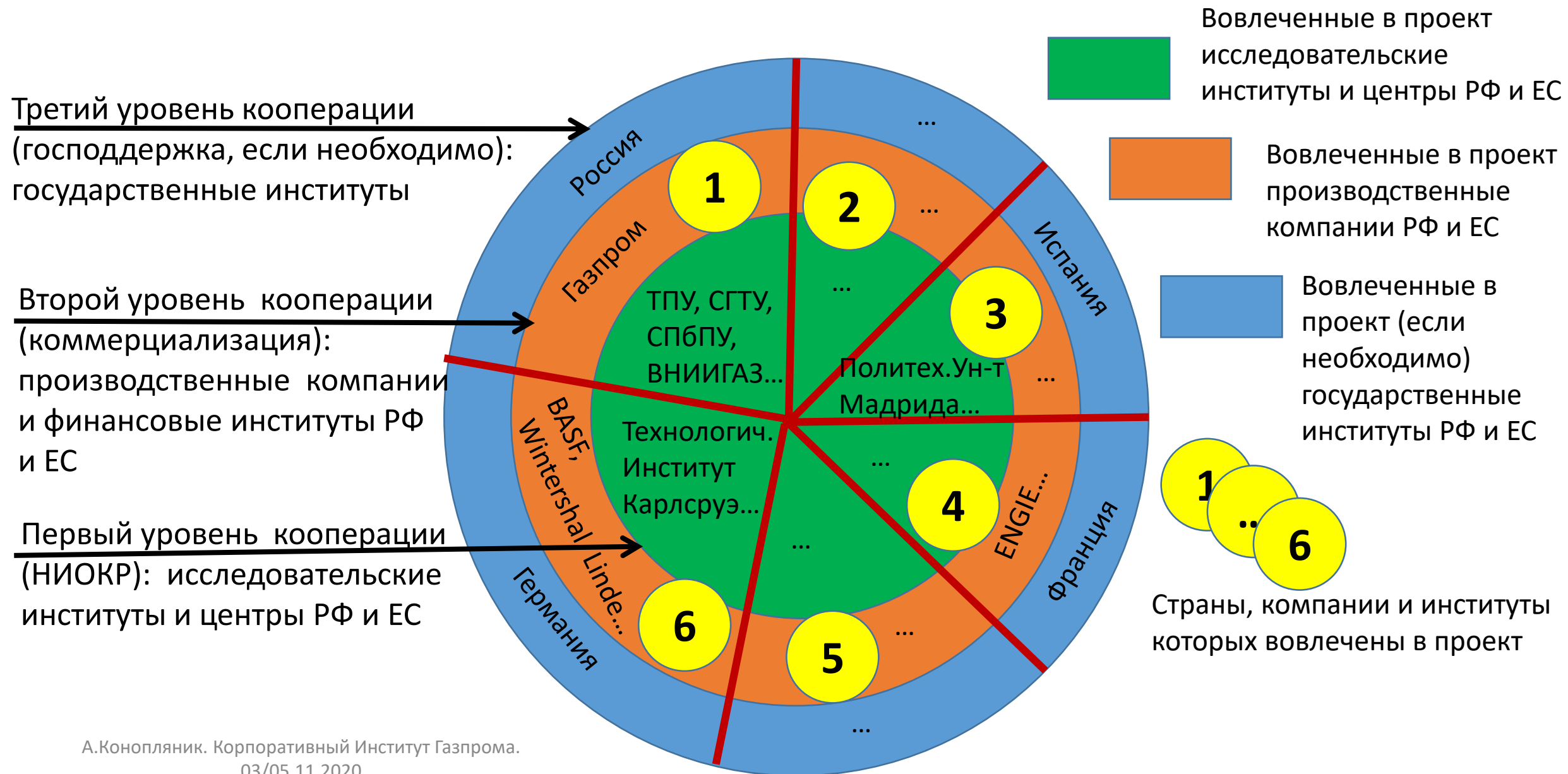
Источник: А.Конопляник; штрих-пунктирные линии — по итогам бесед с Ральфом Дикелем; точно-пунктирные линии — с добавлением Украины и Северной Африки согласно документу «Инициатива 2х40 ГВт» ассоциации «Водородная Европа», приводится в иллюстративных целях с учетом скептицизма автора в отношении дальней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



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.

Возможная структура российско-европейского технологического консорциума по вопросам производства чистого водорода из природного газа



Сопоставление двух Альянсов: «Альянса чистого водорода» ЕС и «Альянса производителей чистого водорода из природного газа» РФ-ЕС (1)

Позиции	«Альянс чистого водорода» ЕС (в соответствии с Водородной стратегией ЕС от 08.07.2020)	«Альянс производителей чистого водорода из природного газа» РФ-ЕС (в соответствии с предложением, озвученным на заседании РГ2 КСГ 18.09.2020)
Вид производимого H2 как цель альянса	Возобновляемый H2 (без выбросов CO2 на стадии производства H2) – производимый методом электролиза при использовании возобновляемой (предпочтительно - избыточной) электроэнергии	Чистый H2 из природного газа (без выбросов CO2 на стадии производства H2) – производимый методом пиролиза и аналогичными ему
Отношение в ЕС к этому виду H2	Ныне главный для ЕС вид H2 в его водородной стратегии	Сегодня практически полностью игнорируется в ЕС
Источник сырья для производства H2 и ограничения по сырью в ЕС	Вода => природные ограничения	Природный газ => практическое отсутствие ограничений в обозримой перспективе в рамках диверсифицированной системы импортных поставок газа по трубопроводам и в виде СПГ
Энергоснабжение для производства H2	Возобновляемая электроэнергия (солнечная, ветровая), предпочтительно избыточная	ГТУ/ПГУ конденсационного и/или теплофикационного типа на МВС вблизи КС на существующей ГТС РФ-ЕС

Сопоставление двух Альянсов: «Альянса чистого водорода» ЕС и «Альянса производителей чистого водорода из природного газа» РФ-ЕС (2)

Позиции	«Альянс чистого водорода» ЕС	«Альянс производителей чистого водорода из природного газа» РФ-ЕС
Экологическая чистота подведенной энергии для энергоснабжения	Электроэнергия ВИЭ является «чистой» (в рамках традиционной системы «климатических загрязнителей»), но восходящий производственный цикл оборудования ВИЭ не является «чистым» (в традиционной системе загрязнителей)	Использование МВС не является «чистым» по сравнению с использованием электроэнергии ВИЭ, но их использование уменьшает на треть выбросы CO ₂ по сравнению с традиционными ГТУ/ПГУ; восходящий производственный цикл оборудования не является «чистым» (в традиционной системе загрязнителей)
Непрерывность энергоснабжения	Прерывистый характер энергоснабжения (и еще более прерывистый, если использовать только избыточную электроэнергию ВИЭ). Непрерывное энергоснабжение только при наличии достаточных мощностей хранения электроэнергии (пока отсутствуют технические решения адекватных масштабов)	Непрерывный характер энергоснабжения
Экологические ограничения по энергоснабжению	Традиционные экологические ограничения (в рамках системы традиционных загрязнителей) отсутствуют, влияние новых (от ВИЭ) достоверно не определено	Утечки метана (открытые вопросы: методологии учета, системы контроля и т.п.)

Сопоставление двух Альянсов: «Альянса чистого водорода» ЕС и «Альянса производителей чистого водорода из природного газа» РФ-ЕС (3)

Позиции	«Альянс чистого водорода» ЕС	«Альянс производителей чистого водорода из природного газа» РФ-ЕС
Финансируемость	Финансирование затруднено, т.к. прерывистый характер энергоснабжения удлинняет и делает непредсказуемым сроки возврата капитала	Отсутствуют трудности с финансированием, т.к. легко просчитываемые сроки возврата заемных средств
География установок по производству H ₂	В районах интенсивной солнечной и ветровой энергии => 50% далеко за пределами ЕС (Северная Африка, Украина) => на значительном удалении от центров потребления H ₂ в ЕС	В непосредственной близости и/или внутри центров потребления H ₂ в ЕС (в водородных долинах ЕС)
Ключевой инструмент снижения издержек	В первую очередь, эффект «экономики масштаба» (концентрации мощности H ₂ -производящих установок) как обязательное условие + «кривые обучения» (эффект накопления опыта)	Соответствие мощностей производящих H ₂ установок уровням локального спроса в «водородных долинах» ЕС + «кривые обучения» (эффект накопления опыта)
Единичные мощности H ₂ -производящих установок	Максимально технически достижимое увеличение единичных мощностей H ₂ -производящих установок, особенно в удаленных от ЕС районах его производства => выход на уровень единичных мощностей электролизеров в ГВт-ном диапазоне с сегодняшних единичных мощностей в диапазоне десятков-сотен киловатт и /или единиц Мегаватт	Выбор оптимальных единичных мощностей соответствующих уровням спроса в «водородных долинах» ЕС – нет необходимости выходить на уровень единичных мощностей в ГВт-ном диапазоне

Сопоставление двух Альянсов: «Альянса чистого водорода» ЕС и «Альянса производителей чистого водорода из природного газа» РФ-ЕС (4)

Позиции	«Альянс чистого водорода» ЕС	«Альянс производителей чистого водорода из природного газа» РФ-ЕС
Необходимость дальнего транспорта H ₂	Острая необходимость	Нет необходимости
Необходимость распределительных водородных систем	Необходимы (сравнительно большой протяженности)	Необходимы (сравнительно малой протяженности)
Перспективы существующей трансграничной ГТС РФ-ЕС	Риск недоиспользования и частичного превращения в невостребованный (омертвленный) актив; резкое возрастание технологических рисков эксплуатации при переводе на транспортировку МВС или H ₂	Будет оставаться востребованной и использоваться по прямому назначению, отсутствует риск омертвления из-за недовостребованности, продление экономически обоснованного жизненного цикла
Охват участников	Внутреннее предприятие ЕС	Предприятие, потенциально охватывающее всех участников «Большой энергетической Европы», вкл. РФ и 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 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

План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?**
- 6) Выводы

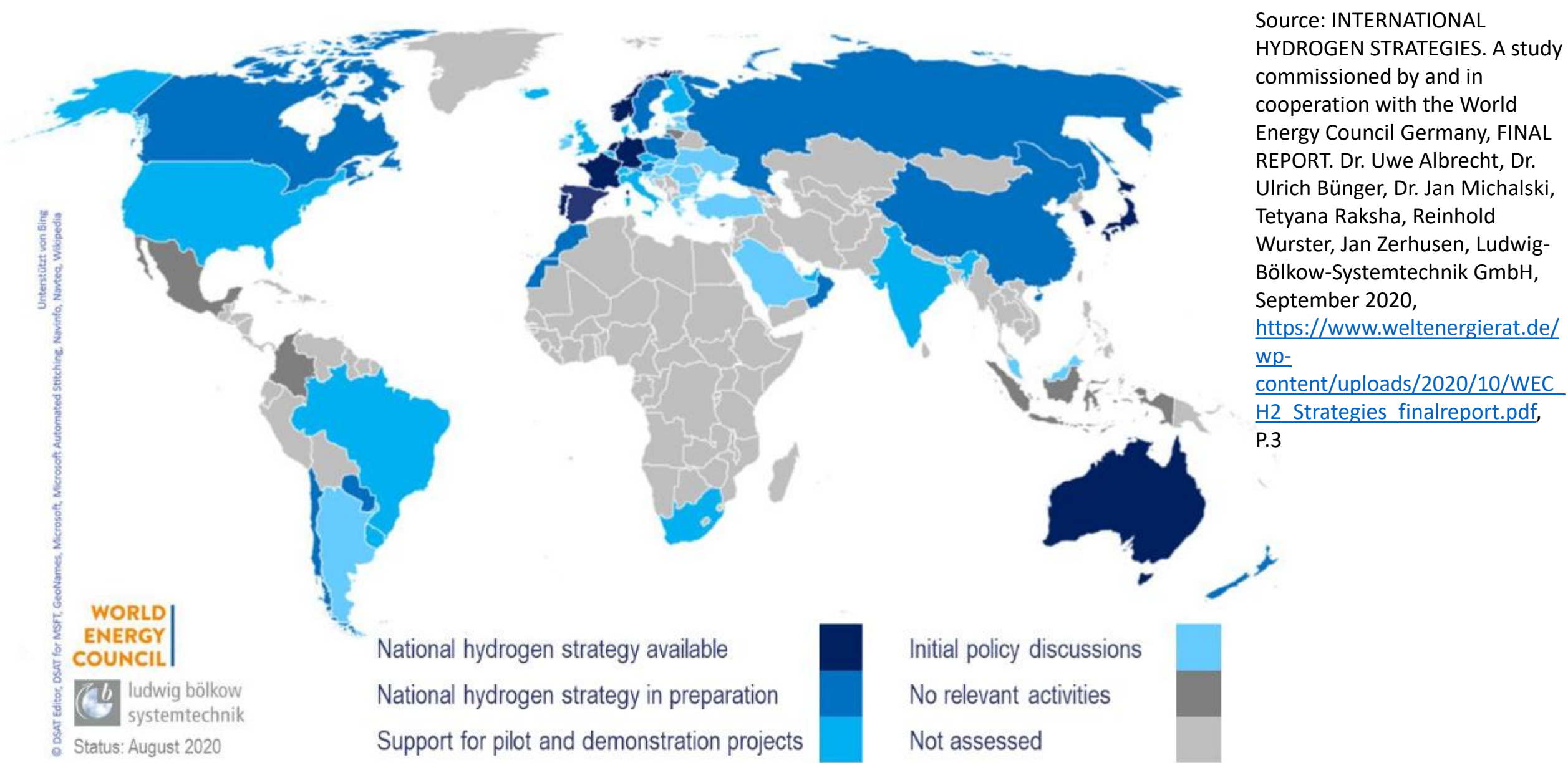
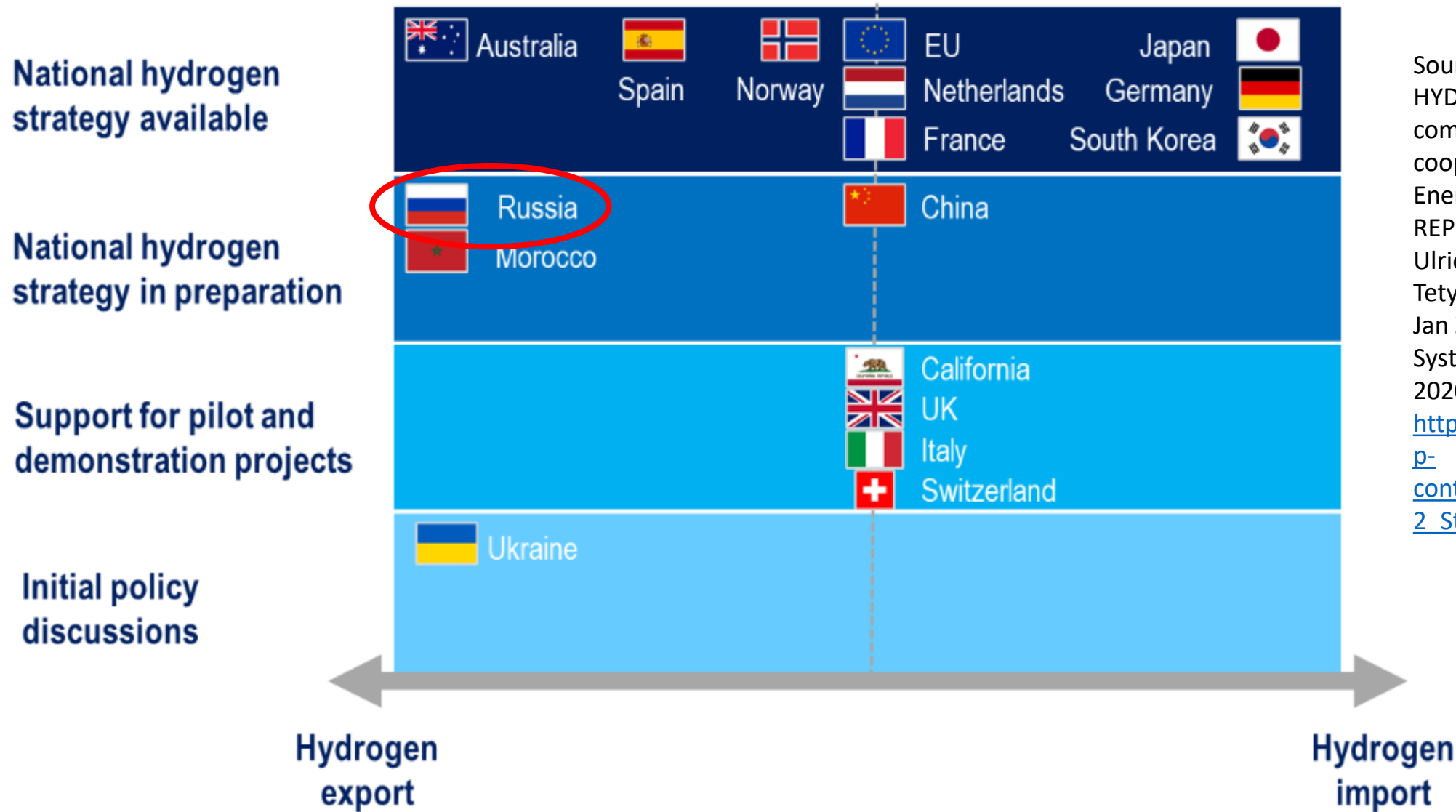


Figure 2: **Status of international hydrogen activities of national governments (August 2020)**

А.Конопляник. Корпоративный Институт Газпрома.
03/05.11.2020



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.weltenergieerat.de/wp-content/uploads/2020/10/WEC_H2_Strategies_finalreport.pdf, P.6

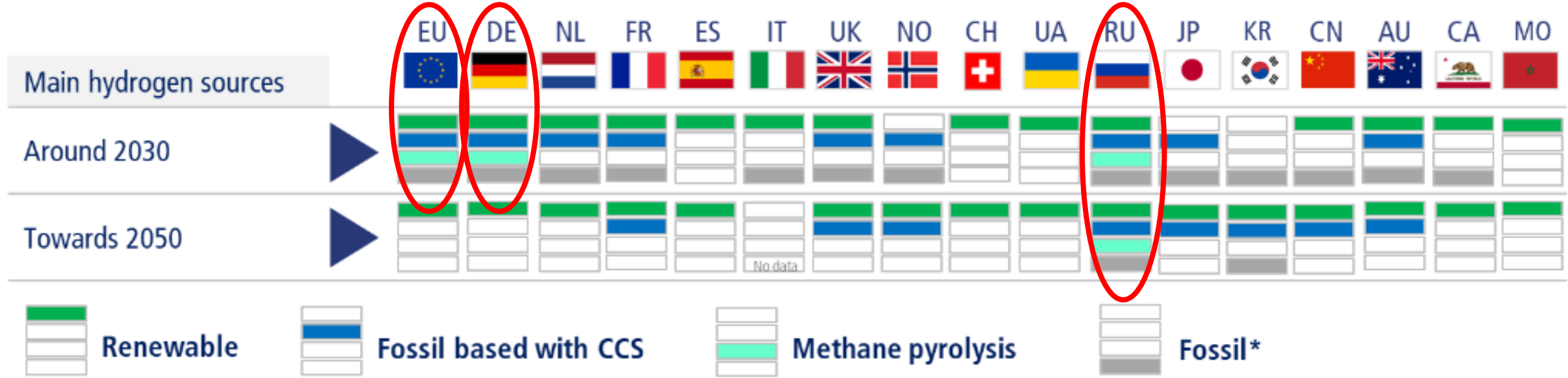
Figure 4: Selected countries classification in respect to availability of a dedicated strategy and hydrogen imports/exports

Table 1: Main goals of current hydrogen strategies per country

		EU	DE	NL	FR	ES	IT	UK	NO	CH	UA	RU	JP	KR	CN	AU	CA	MO
Strategic goals																		
	Reduce emissions	▶	✓	✓	✓	✓	(✓)	✓	✓	✓	(✓)	(✓)	✓	(✓)	✓	(✓)	✓	✓
	Diversify energy supply	▶	✓	✓	✗	(✓)	✓	(✓)	✗	(✓)	✗	✓	(✓)	✓	(✓)	✓	(✓)	✗
	Foster economic growth	▶	✓	✓	✓	(✓)	✗	(✓)	✓	(✓)	(✓)	(✓)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Support national technology develop.	▶	✓	✓	✓	(✓)	✗	✓	✓	(✓)	(✓)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Integration of renewables	▶	✓	✓	✓	✓	(✓)	✓	(✓)	(✓)	✓	✓	✓	(✓)	✓	(✓)	✓	✓
	Develop hydrogen for export	▶	✗	✗	✗ ¹⁾	✓	✗	✗	✗ ²⁾	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓
		main goal	(✓)	less relevant	not addressed													

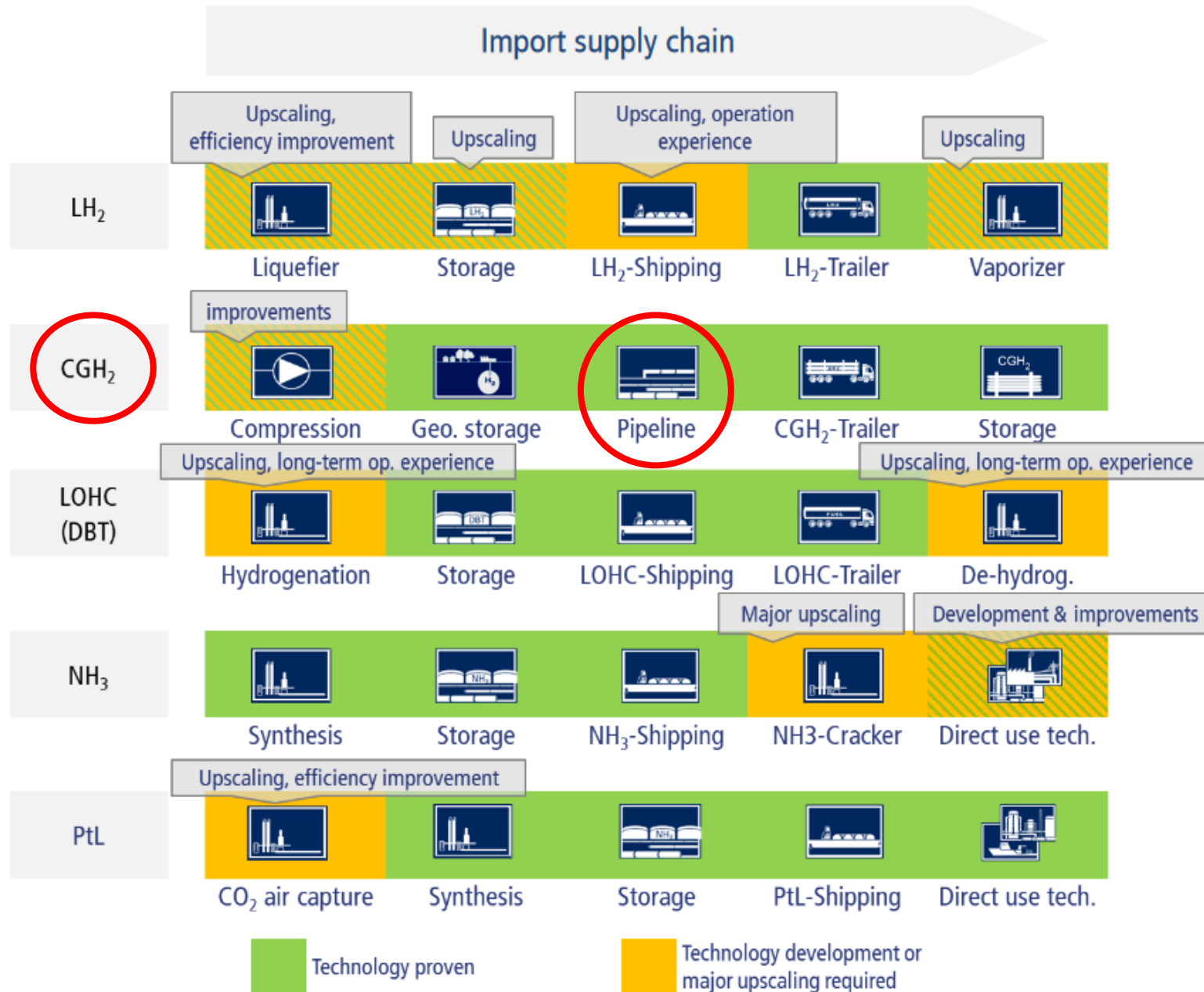
Source: INTERNATIONAL HYDROGEN STRATEGIES. A study commissioned by and in cooperation with the World Energy Council Germany, FINAL REPORT. Dr. Uwe Albrecht, Dr. Ulrich Bünger, Dr. Jan Michalski, Tetyana Raksha, Reinhold Wurster, Jan Zerhusen, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, September 2020, https://www.weltenergiesrat.de/wp-content/uploads/2020/10/WEC_H2_Strategies_finalreport.pdf, P.9

А.Конопляник. Корпоративный Институт Газпрома.
03/05.11.2020



* In Russia in 2050 mainly based on nuclear power

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.weltenergierat.de/wp-content/uploads/2020/10/WEC_H2_Strategies_finalreport.pdf, P.64

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

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

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.

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.

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.

Растет взрывоопасность МВС по мере увеличения объемной доли H_2 .

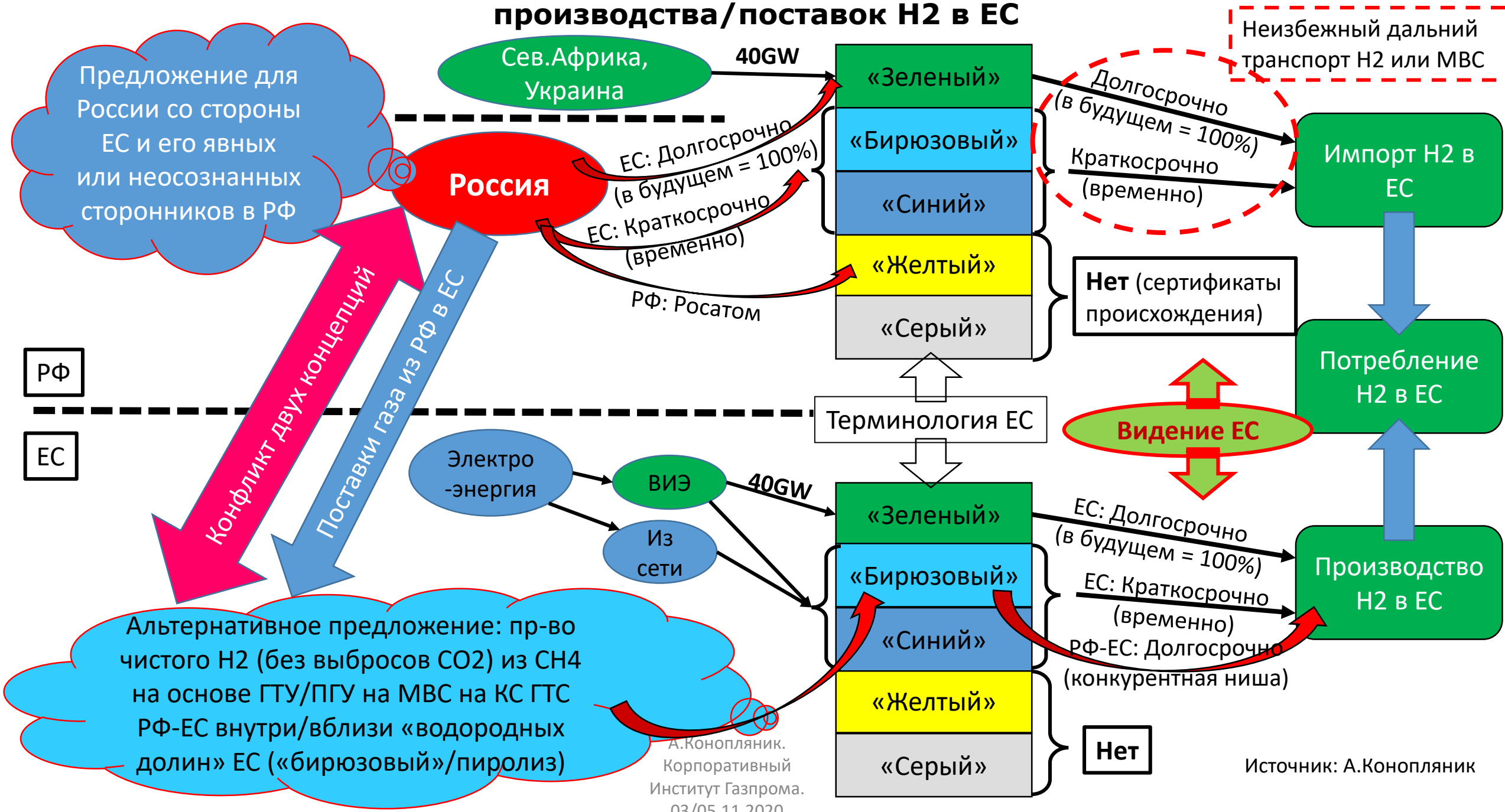
Если экспорт H_2 в жидкой фазе (сжижается при атм. давлении при минус 253 °С, уменьшается в объеме в 848 раз) по аналогии с СПГ (сжижается при атм. давлении при минус 162 °С, уменьшается в объеме в 600 раз), то: (1) по мере приближения температуры вещества к абсолютному нулю в нем все более начинают 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 .

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.

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.

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

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



План доклада

- 1) Мировая энергетика: смена парадигмы развития родом из 1970-х...
- 2) Три волны газовых революций
 - 2.1. Сланцевая революция США
 - 2.2. Глобальная революция СПГ
 - 2.2.1. СПГ США: Утрата конкурентоспособности => «убрать конкурента» (в т.ч. «игра без правил» или спец.изменение правил)
 - 2.3. Глобальная зеленая революция
 - 2.3.1. Революциям, увы, свойственны искривления и перегибы...
- 3) Зеленая революция и возможные ответы России на ее вызовы (в рамках «трех-ходовки Аксютин»^{*}):
 - 3.1. Структурная декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**}) (*шаг 1*)
 - 3.1.1. Малотоннажный СПГ (мтСПГ) => о формировании рынка мтСПГ в Черноморско-Дунайском регионе
 - 3.2. Технологическая декарбонизация (декарбондиоксидизация^{**})
 - 3.2.1. Метано-водородные смеси (МВС) => о перспективах замены топливного газа на МВС для КС ГТС РФ-ЕС (*шаг 2*)
 - 3.2.2. Водород (H₂) (*шаг 3*)
- 4) Водородная революция:
 - 4.1. Технологические аспекты
 - 4.1.1. Два или три пути производства H₂? (электролиз, паровой риформинг плюс CCS, пиролиз и аналогичные ему)
 - 4.1.2. H₂ из метана без выбросов CO₂: как превратить потенциальные конкурентные преимущества в реальные?
 - 4.2. Регуляторные аспекты
- 5) Водородная стратегия ЕС (08.07.2020) и пути нахождения баланса интересов РФ и ЕС :
 - 5.1. «Альянс чистого H₂» ЕС и «Альянс производителей чистого H₂ из природного газа» РФ-ЕС: взаимодополняющие стратегии
 - 5.2. Водородная стратегия России – как мост строить будем?

6) Выводы

Глобальные последствия трех газовых (энергетических) революций

- **Переход от ожидания «пика предложения» к ожиданию «пика спроса»** (*две революции*) =>
 - Сжатие (относительное и/или абсолютное) рынков традиционных энергоресурсов, плюс
 - Формирование новых рынков для традиционных и/или нетрадиционных энергоресурсов =>
 - Дополнительное усиление конкуренции на (традиционных?) рынках плюс игра на завоевание новых рынков =>
 - Отход некоторых ключевых игроков от ранее согласованных международно-правовых правил инвестиций и торговли (игра без правил?)
- **Декарбонизация (переход к низкоуглеродному развитию)** (*третья революция*)
 - Дополнительное ограничение или новые возможности?
 - Уроки прошлого (стоимостная энергоемкость ВВП) для настоящего и будущего (углеродоемкость ВВП) => упреждающая реакция или реакция пост-фактум (догоняющая)?

Адаптация к вызовам трех революций (в т.ч. упреждающая): возможности для России в газовой сфере (в т.ч. на рынке ЕС)

- Зона **традиционных** возможностей

- Диверсификация поставок (путей доставки) на старые и новые рынки

- Зона **новых** возможностей

- Диверсификация сфер использования газа (экономика + экология)
- Оптовые и розничные рынки (разные механизмы вхождения – отсутствие конкуренции «газ-газ» => мТСПГ)
- Газ для декарбонизации ЕС (газ для производства водорода = дополнительный сегмент спроса на газ; технологич.опции):
 - электролиз,
 - паровой риформинг метана: с выбросами CO₂ и с CCS,
 - пиролиз метана и аналогичные: без выбросов CO₂ и без CCS => **приоритет для РФ !!!**
- => От экспорта газа – к экспорту газа и технологий по его декарбонизации
 - Экспорт газа для производства водорода downstream производственно-сбытовой цепи РФ-ЕС (где 80% выбросов CO₂)
 - Технологии производства водорода без выбросов CO₂ (если коммерциализованы)
 - расширение спроса на российский газ в ЕС и технологии его пр-ва без выбросов CO₂,
 - уменьшение затрат на декарбонизацию ЕС

- Зона **взаимных выгод** для РФ и ЕС (без учета «эффектов домино»)

- повышение благосостояния ЕС за счет российского газа и (совместно коммерциализуемых) технологий
- дополнительная монетизация природных ресурсов российского газа =>
- “win-win” сценарий для РФ-ЕС в энергетической сфере (и не только) =>
- ресурсно-инновационный путь развития для российской экономики (акад. А.Н.Дмитриевский и др.)
- запрос на расширение сотрудничества РФ и ЕС в сфере декарбонизации => вписывается в заявленные цели новой Еврокомиссии, соответствует долгосрочным интересам РФ

Disruptive Change

Easter Parade on Fifth Avenue, New York, 13 years apart

1900: where's the car?



1913: where's the horse?



Images: L. National Archive, www.archives.gov/research/american-roads/maze/american-roads-101.jpg
R. sharp.com/node/204

Inspiration: Tonia Sebe's keynote lecture at AltCar, Santa Monica CA, 28 Oct 2014,
<http://www.altcar.com/inspiration/tonia-sebe-100-roads-to-inspiration-100-roads-to-7020/>

Source: Campanale, Carobntracker



Источник: Prof. Dr. Manfred Hafner (*). Global Decarbonization: Challenges and Options. // Energetika XXI, Saint Petersburg, 14 November 2019 (*) Johns Hopkins University - School of Advanced International Studies (SAIS-Europe); SciencesPo - Paris School of International Affairs (PSIA); Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM)

А.Конопляник. Корпоративный Институт Газпрома. 03/05.11.2020

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](#)

Спасибо за внимание!