

Перспективы дальнейшей монетизации российского газа на европейском направлении, препятствия на этом пути и возможности их преодоления

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,

Профессор кафедры «Международный нефтегазовый бизнес»,

РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М.Губкина

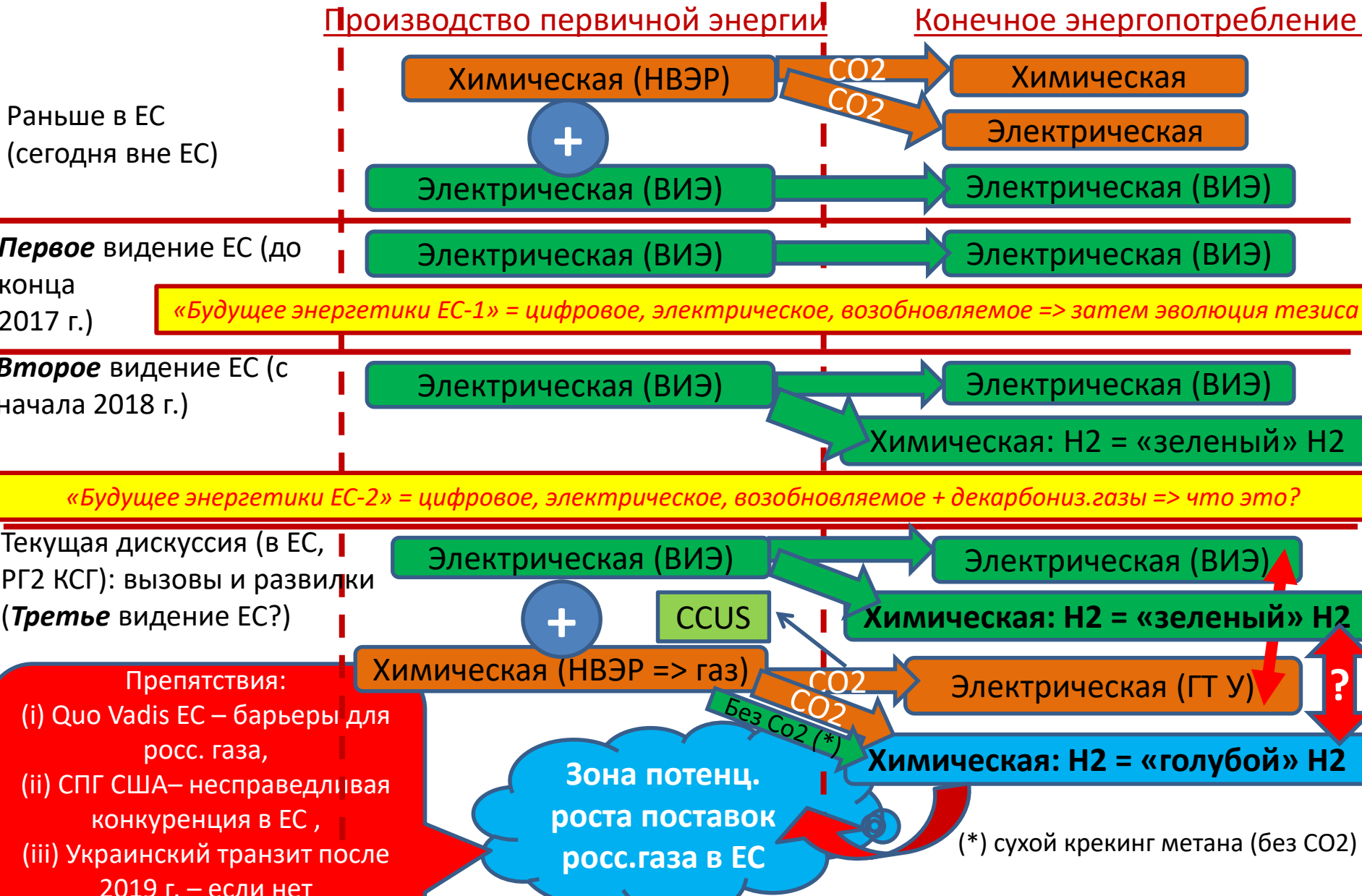
Мастер-класс на программе «Нефтегазотрейдинг», модуль 5 (природный газ и СПГ), Школа международного бизнеса РГУ нефти и газа (НИУ) им.Губкина,
Москва, 31.05.2019

Disclaimer: Views expressed in this presentation do not necessarily reflect (may/should reflect) and/or coincide (may/should be consistent) with official position of Gazprom Group (incl. Gazprom JSC and/or Gazprom export LLC), its stockholders and/or its/their affiliated persons, or any Russian official authority, and **are within full personal responsibility of the author of this presentation.**

Содержание

- **Декарбонизация ЕС и монетизация российского газа: возможно ли совмещение интересов?**
- Три этапа возможного участия российского газа в декарбонизации ЕС («трех-ходовка Аксютина»)
 - Черноморско-дунайский анклав для российского мтСПГ как элемент структурной декарбонизации ЕС
 - Технологическая декарбонизация: две или три доминантных технологии получения водорода?
 - Российское окно возможностей в рамках глубокой технологической декарбонизации
- Препятствия и возможные пути их преодоления:
 - Регулирование ЕС
 - СПГ США
 - Украинский транзит

Эволюция политики ЕС по декарбонизации и задачи российской стороны по ее адаптации , в т.ч. в рамках РГ2 КСГ: вызовы и развилки



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

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, Н.Зеландия и (?) Швеция)
- душевой ВВП ниже, чем в ЕС
- Преждевременный переход к последующим (технологическим) шагам в декарбонизации (*) в России контрпродуктивен => уроки истории:

– 1980-х: Каспий - переброска Сибирских рек,

– 1960-х: проект Верхне-Обской ГЭС

- => **Экспортно-ориентированная на ЕС декарбонизация ?**

Совместно найти сбалансированные, экономически обоснованные и взаимоприемлемые решения

(*) декарбонизация = процесс снижения углеродоемкости экономики, переход к низкоуглеродному развитию

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

Подход/приоритет **ЕС:** (монетизация газовой инфраструктуры)

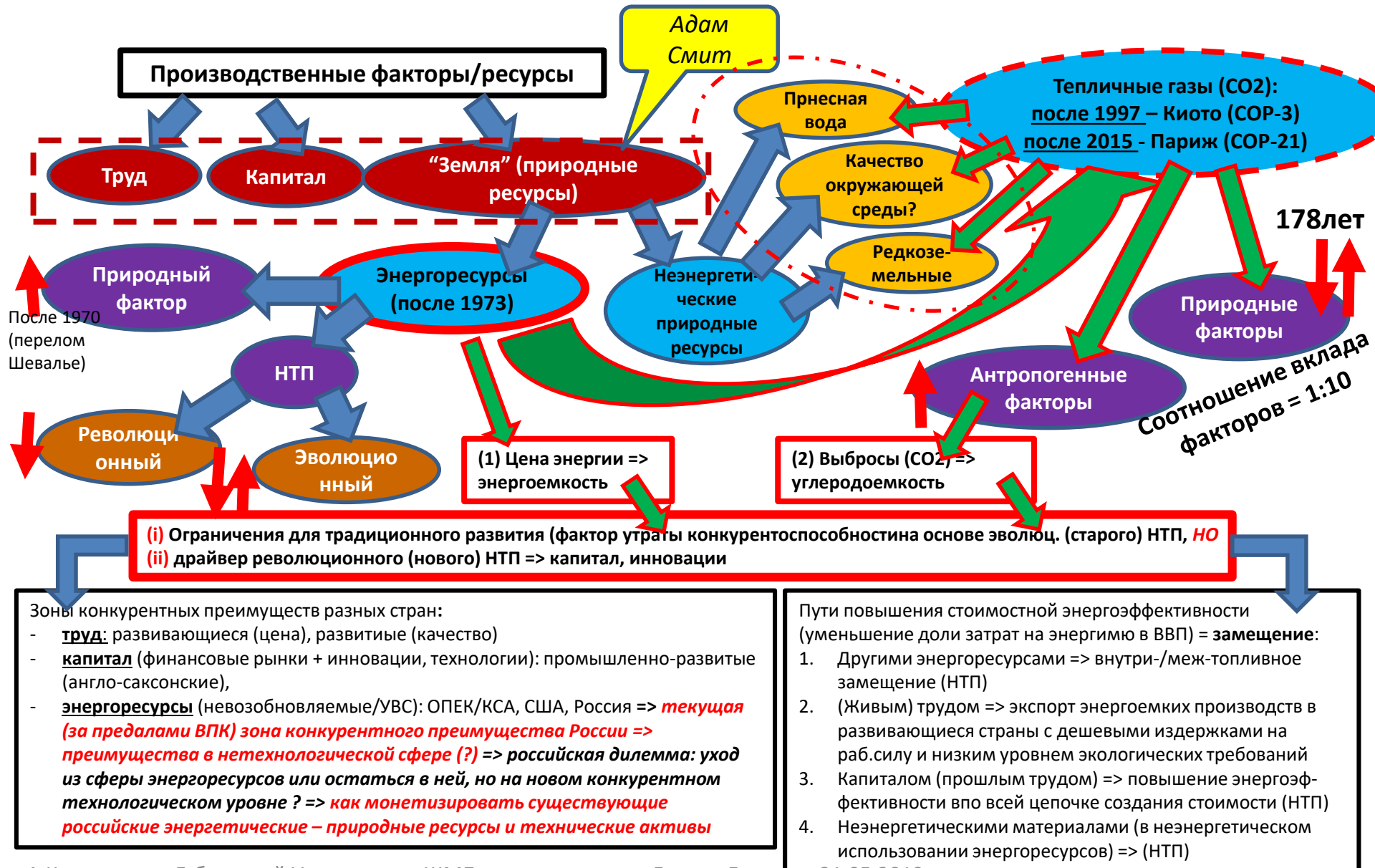
- Преобразование избыточной электроэнергии ВИЭ (неподлежащего хранению энергетич.товара), по нулевым или отрицат.ценам, в т.н. «**зеленый** водород» (хранимый энерготовар) + доп.окупаемость гос.субсидий в ВИЭ =>
- Монетизировать существующую газовую инфраструктуру (амортизация 25-50 лет)
- + Доп.эффект: уменьшить импортную зависимость (заменить «грязные импортные молекулы» на «чистые (зеленые) отечественные электроны»)

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

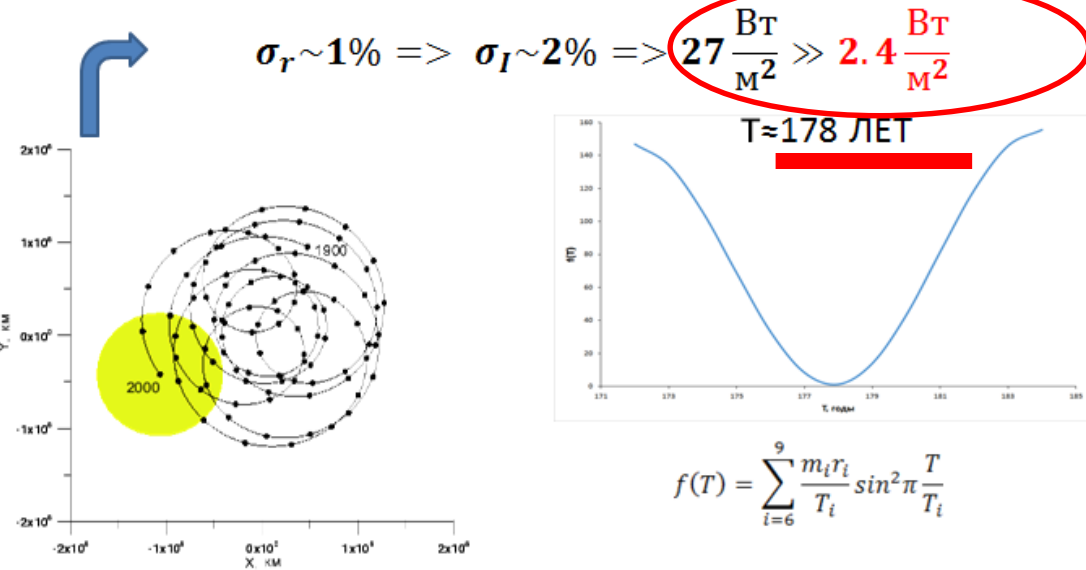
- Монетизировать огромные ресурсы/запасы газа => (i) *сначала* «структурная декарбонизация» – замещение газом более грязных органических топлив, (ii) *затем* «технологическая декарбонизация» - газ как сырье для производства «**голубого** водорода», в т.ч. без выбросов CO2 (сухой крекинг метана), в оптимальных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

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

Политэкономия мировой энергетики: факторы производства, межфакторная конкуренция (замещение) и НТП в энергетике – **текущая конкурентная ниша России** Общность двух подходов: **энергоёмкость (1970е+)** и **углеродоемкость (2010е+)**

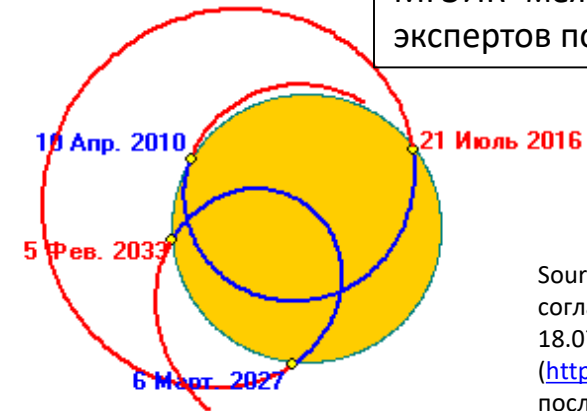


Долгосрочный климатический цикл (178 лет) вызван циклическим колебанием ЦМСС относительно Солнца (к вопросу о том, какие факторы - природные или антропогенные - доминируют в глобальном тепловом загрязнении/повышении температуры окружающей среды)



ЦМСС = центр масс Солнечной системы
МГЭИК- межправительственная группа экспертов по изменению климата

Земля вращается вокруг ЦМСС, а не вокруг Солнца. Входящий поток солнечной радиации зависит от расстояния Земля-Солнце, а не от Земля-ЦМСС. Если эти расстояния различаются на диаметр Солнца, то колебания потока солнечной радиации в рамках долгосрочного цикла ($\pm 24 \text{ W/sq.m}$) на порядок (в 10 раз) превышают приращение этого объема (2.4 W/sq.m), которое МГЭИК называет результатом антропогенного увеличения эмиссии тепличных газов.



Официальная позиция РАН: “Киотский протокол не имеет под собой научного обоснования” (Письмо Президента РАН Ю.Осипова Президенту РФ В.Путину, 17.05.2004)

Source: Крученицкий Г.М. Презентация на Круглом столе «Риски реализации Парижского климатического соглашения для экономики и национальной безопасности России». Аналитический центр при Правительстве РФ, 18.07.2016; он же. Климатическая доктрина РФ против национальных интересов России. [IA REGNUM](https://regnum.ru/news/2143236.html), 09.06.2016 (<https://regnum.ru/news/2143236.html>); Возможности предотвращения изменения климата и его негативных последствий. М. "Наука", 2006, с.258-259.

Два глобальных вызова и возможное сходство реакции на них

Прошлый вызов (2-я половина XX века):

Энергоемкость экономики

- Внутритопливное замещение (нефть ОПЕК на нефть не-ОПЕК) => **структурный** эффект
- Межтопливное замещение (нефть на нефтяное топливо => ископаемое топливо и ВИЭ) => **структурный** эффект
- Межфакторное замещение (1): энергия на живой труд (замещение дорогой энергии дешевым живым трудом => географический перенос энергоемких производств) => **структурный** эффект
- Межфакторное замещение (2): энергия на капитал (энергоэффективность => **технологический** (революц. НТП) эффект
- **Новая инфраструктура** должна развиваться с момента начала первого замещения

- Каждый следующий шаг (этап) в дополнение к предыдущему => кумулятивный эффект;
- Последовательность мер (шагов): от более легких, дешевых, с краткосрочным эффектом к более сложным, дорогим, с долгосрочным эффектом

Текущий/будущий вызов (1-я половина XXI века):

Углеродоемкость экономики

- Межтопливное замещение (1) => другие виды ископаемого топлива на газ (уголь на газ в электро- и теплоэнергетике; нефть на газ в мобильной энергетике) => **структурный** эффект
- Межтопливное замещение (2) => газ на метановодородную смесь (МВС) (как топливный газ в существующей газовой инфраструктуре и приборах) => **структурный и технологический** (революц. НТП) эффект
- Межтопливное замещение (3) => газ и МВС на водород => технологический (революц. НТП) эффект:
 - водород из газа: (+ монетизация природных ресурсов газа)
 - Из негазовых источников (электроэнергия ВИЭ)
- **Существующую газовую инфраструктуру** можно использовать и затем адаптировать

Содержание

- Декарбонизация ЕС и монетизация российского газа: возможно ли совмещение интересов?
- **Три этапа возможного участия российского газа в декарбонизации ЕС («трех-ходовка Аксютина»)**
 - Черноморско-дунайский анклав для российского мтСПГ как элемент структурной декарбонизации ЕС
 - Технологическая декарбонизация: две или три доминантных технологии получения водорода?
 - Российское окно возможностей в рамках глубокой технологической декарбонизации
- Препятствия и возможные пути их преодоления:
 - Регулирование ЕС
 - СПГ США
 - Украинский транзит

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

Шаг 1:
структурная
декарбонизация

Шаг 2: технологическая декарбонизация на основе существующих технологий и инфраструктуры

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

ОБЩИЕ ВЫБРОСЫ
ПАРНИКОВЫХ
ГАЗОВ В ЕС, 2016

Быстрое снижение
выбросов
парниковых газов

Достижение климатических целей ЕС
на 2030 год на основе существующей
газовой инфраструктуры

Переход к водородной
энергетике на основе
эффективных
низкоэмиссионных
технологий
производства водорода
из метана

~80 %

Возможность
реализации
амбициозных
целей ЕС 2050

4,3
млрд т CO₂ экв.

13-18 %

25-35 %

ЗАМЕЩЕНИЕ УГОЛЬНОЙ
ЭНЕРГОГЕНЕРАЦИИ И
НЕФТЯНЫХ МОТОРНЫХ
ТОПЛИВ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ

КПГ/СПГ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
МЕТАНО-ВОДОРОДНОГО
ТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИКЕ
И ТРАНСПОРТЕ БЕЗ
ЗАТРАТНЫХ
ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

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

Низкоуглеродное энергетическое будущее ЕС и вызовы и развилки возможного российско-европейского сотрудничества: повестка для РГ2 КСГ?

- 1) **Энергетическое будущее ЕС:** только электрическое (на основе ВИЭ) **или** электроэнергия + газ (ВИЭ + **декарбонизированные газы**)
- 2) **ВИЭ + декарбонизированные газы:** “ВИЭ (электроэнергия) + ВИЭ («возобновляемые» газы)? [(H₂ = P2G = только «зеленый» H₂) + биогазы] **или** ВИЭ (электроэнергия) + ВИЭ (возобновляемые газы) + **невозобновляемые газы**
 - a. зеленый H₂ = ВИЭ электроэнергия (технически доступна, но мало и нефинансируема), или
 - b. “зеленый” H₂ = электроэнергия из сети (технически доступна, но не является зеленой)
- 3) **ВИЭ + декарбонизированные (возобновляемые и невозобновляемые) газы:** зеленый H₂ + голубой H₂ с выбросами CO₂ **или** зеленый H₂ + голубой H₂ как с выбросами, так и **без выбросов CO₂** => что такое «голубой» водород?:
 - a. Голубой H₂ с выбросами CO₂ => необходим CC(U)S => технически доступно, но дороже (+20-30+%), менее финансируемо (путь Норвегии/Equinor)
 - b. Голубой H₂ **без выбросов CO₂** => нет необходимости в CC(U)S => пока менее доступен технически (не коммерциализирован пока под H₂(*), но менее затратен (нет CC(U)S), более финансируем => путь России/Газпрома («трехходовка Аксютин» - А.К.) => НО в общих интересах РФ и ЕС => совместная коммерциализация? (теперь под H₂ как основной продукт) от текущих НИОКР?
- 4) **Где производить H₂ в рамках трансграничной газовой промыслово-сбытовой цепи РФ-ЕС:** апстрим **или** даунстрим
 - a. Апстрим (в России) – **НЕ ОТВЕЧАЕТ** балансу интересов

А.Конопляник, Губкинский Университет, ШМБ,
мастеркласс для Группы Газпром, 31.05.2019

б. Даунстрим (внутри ЕС) – ОТВЕЧАЕТ балансу интересов
Зеленый H₂ (ЕС/CertifHy): произведен с помощью ВИЭ (био/гидро/ветровая/солнечная) с уровнем выбросов CO₂ менее 60% от порогового значения (определяемого паровым риформингом природного газа на основе которого производится 95% современного рынка H₂).

Голубой H₂ (ЕС/CertifHy): произведен с помощью НВЭР (АЭС/ископаемое топливо вместе с CC(U)S (т.е. с необходимостью утилизировать произведенный CO₂) с выбросами ниже того же уровня => **Голубой H₂ без выбросов CO₂ (без**

CC(U)S) не учитывается в ЕС !!! (похоже является общераспространенным мнением в ЕС)

В обоих случаях выбросы должны быть менее 60% от средних уровней по промышленности (от уровня парового риформинга), поэтому и зеленый, и голубой H₂ по определению ЕС имеют одинаковый предел уровня выбросов тепличных газов и одинаковое влияние на климат

(*) в 1998-2001 в Канаде для пр-ва углерода, H₂ побочный продукт

80% выбросов CO₂ в рамках трансграничной производственно-сбытовой газовой цепи РФ-ЕС - в даунстриме, у конечного потребителя внутри ЕС => декарбонизация в даунстриме на основе экспортных поставок российского газа и экспорта российских (если своевременно коммерциализированы и конкурентоспособны) технологий по получению водорода из метана без выбросов CO₂ => справедливая рыночная конкуренция, технологическая нейтральность => взаимодополнение технологий получения водорода из метана **с выбросами CO₂** (паровой риформинг вкл. CCS – **норвежский путь** (Equinor) и **без выбросов CO₂** и без CCS (пиролиз метана и др. – **русский путь** (Газпром))

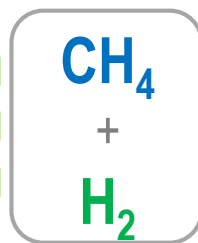
ГАЗОХИМИЯ
И ДР.



ТОЛЬКО
МЕТАН

ВОЗМОЖНЫЕ
ПОТРЕБИТЕЛИ
РАЗЛИЧНЫХ
МЕТАНО-
ВОДОРОДНЫХ
СМЕСЕЙ

X %
Y %
Z %



ПОТРЕБИТЕЛИ
ВОДОРОДА

ТОЛЬКО
ВОДОРОД

Применение
эффективных
технологий
производства H₂
без выбросов CO₂

ГАЗ

**ДОБЫЧА
ГАЗА**



**ТРУБОПРОВОДНЫЙ
ТРАНСПОРТ ГАЗА**

РФ-ЕС: Выбор места производства водорода

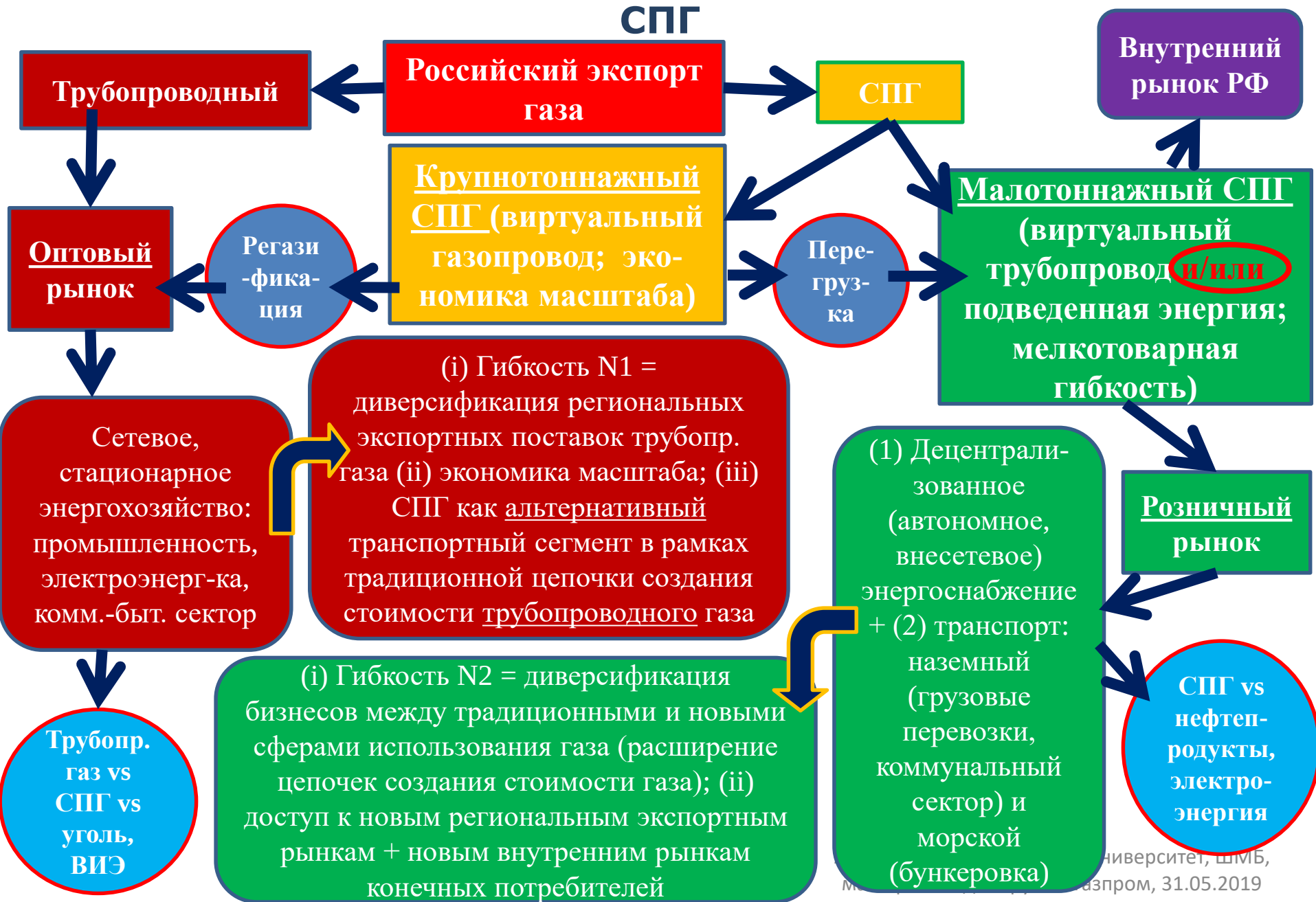
Источник: O.Aksyutin, A.Ishkov, K.Romanov. Potential of natural gas decarbonization: Russian view of the cross-border gas value chain. // 27th meeting of GAC WS2, Brussels, 07.12.2018 (www.fief.ru/GAC)

А.Конопляник, Губкинский Университет, ШМБ, мастеркласс для Группы Газпром, 31.05.2019

Содержание

- Декарбонизация ЕС и монетизация российского газа: возможно ли совмещение интересов?
- Три этапа возможного участия российского газа в декарбонизации ЕС («трех-ходовка Аксютина»)
 - **Черноморско-дунайский анклав для российского мтСПГ как элемент структурной декарбонизации ЕС**
 - Технологическая декарбонизация: две или три доминантных технологии получения водорода?
 - Российское окно возможностей в рамках глубокой технологической декарбонизации
- Препятствия и возможные пути их преодоления:
 - Регулирование ЕС
 - СПГ США
 - Украинский транзит

Перспективы экспорта российского газа и рыночные ниши СПГ



Решение Турции о закрытии проливов для прохода СПГ-танкеров и переход Россией от «Южного» к «Турецкому потоку» – предпосылка для формирования черноморско-дунайского замкнутого анклава поставок российского мтСПГ



53 города на Дунае – зона первоочередного потребления мтСПГ



Крупные города на Дунае – первоочередные объекты локализации потенциального спроса на мтСПГ



Крупные города, которые расположены на Дунае: <https://inostranno.ru/2013/12/danube-cities/>

Регенсбург — Германия (151 тыс.чел./2017)

Пассау — Германия (52 тыс.чел./2017)

Линц — Австрия (194 тыс.чел./2013)

Вена — Австрия (1822 тыс.чел./2018)

Братислава — Словакия (426 тыс.чел./2017)

Будапешт — Венгрия (1798 тыс.чел./2017)

Вуковар — Хорватия (28 тыс.чел./2011)

Белград — Сербия (1234 тыс.чел./2014)

Русе — Болгария (159 тыс.чел./2016)

Видин — Болгария (47 тыс.чел./2016)

Брэила — Румыния (210 тыс.чел./2007)

Галац — Румыния (249 тыс.чел./2011)

Измаил — Украина (76 тыс.чел./2011)



После постройки в Германии канала Майн-Дунай в 1992 году, река стала частью трансевропейского водного пути от Роттердама на Северном море до Сулина на Чёрном море (3500 км) (через Рейн, чьим притоком является Майн). Объём транспортных перевозок по Дунаю достиг 100 миллионов тонн (1987 год). В нижнем течении Дуная существует румынский судоходный канал «Дунай – Черное море», а в дельте реки - украинский судоходный канал «Дунай – Черное море». Оба канала обеспечивают проход крупных судов из Дуная в Черное море. Судоходство на Дунае продолжается в течение большей части года и прерывается лишь на 1—2 месяца. В особенно тёплые зимы оно не прекращается круглый год. Водные пути на реке подходят для плавания судов максимальным размером 110×11.45 м.

Вопросы для проработки

- Интерес ЕС: дополнительное конкурентное предложение чистого топлива в секторах конечного потребления (+ снижение цен?)
- Интерес РФ: монетизация доп.ресурсов газа + созданных мощностей ГТС, расширение присутствия на рынке ЕС
- Оценка спроса по секторам потребления мтСПГ (А.Сергаева): замещающий спрос и новый спрос (точечный и линейный)
 - Точечный (города – на реках и прибрежные): коммерческий и муниципальный транспорт, ритейловые сети и т.п.
 - Линейный: грузовые транс-европейские перевозки
- Рост спроса на мтСПГ в судовом секторе (А.Хауг) => нормы МАРПОЛ в Черноморско-Дунайском бассейне (как на Балтике) => роль ОЧЭС
 - Бункеровка судов всех типов в акватории Черного и Азовского морей, на реках Черноморского (Дунай, Днестр, Прут и др. → Днепр???) и Волго-Донского бассейна, а также сухогрузов и нефтеналивных (кроме СПГ-танкеров) идущих через Босфор-Дарданеллы в обоих направлениях,
 - Объемы перевозки мтСПГ по рекам для использования на суше
- Консолидация спроса => предмет для сотрудничества РФ-ЕС (РГ2 КСГ)

Содержание

- Декарбонизация ЕС и монетизация российского газа: возможно ли совмещение интересов?
- Три этапа возможного участия российского газа в декарбонизации ЕС («трех-ходовка Аксютина»)
 - Черноморско-дунайский анклав для российского мтСПГ как элемент структурной декарбонизации ЕС
 - **Технологическая декарбонизация: две или три доминантных технологии получения водорода?**
 - Российское окно возможностей в рамках глубокой технологической декарбонизации
- Препятствия и возможные пути их преодоления:
 - Регулирование ЕС
 - СПГ США
 - Украинский транзит

Три ключевые современные технологии производства H2

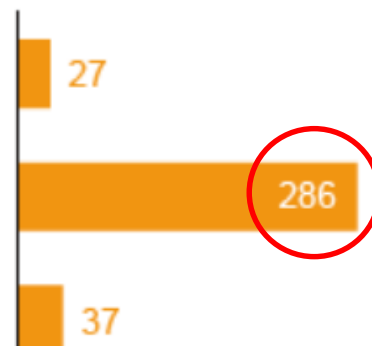
CC(U)S is needed!!! => additional imputed costs (CAPEX + OPEX)

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	$\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}$

CO₂ emissions
in kg CO₂/kg hydrogen



energy demand
in kJ/mol hydrogen*



"Clean" H2

Water electrolysis (water as feedstock => "clean" H₂, but only if RES-electricity; if electricity from the grid, CO₂ emissions higher than under SR (*)):

- First small industrial-scale plants
- Very high energy intensity (8-10 times higher to SR/MP)

Steam reforming (Fossil fuel as feedstock) => not "clean" H₂:

- Main (95%) H₂ production method today at global level
- Low energy intensity
- **BUT:** CO₂ emissions (globally ~1% of the anthropogenic GHG emissions comes from steam reforming) =>
- CC(U)S is needed!!! => additional costs (CAPEX + OPEX)

Methane pyrolysis (fossil fuel as feedstock => "clean" H₂):

- First pilot plants
- Low energy intensity
- Solid carbon as 2nd product => Outlet needed for 3 kg carbon per kg hydrogen

Options for solid carbon utilization and storage

1. Utilization in major carbon markets
 - Aluminum – positive tests
 - Steel – positive tests
 - Others (tires, concrete admixtures, ...)
2. Storage/sequestration
 - Soil improver / Terra preta
 - Filling material

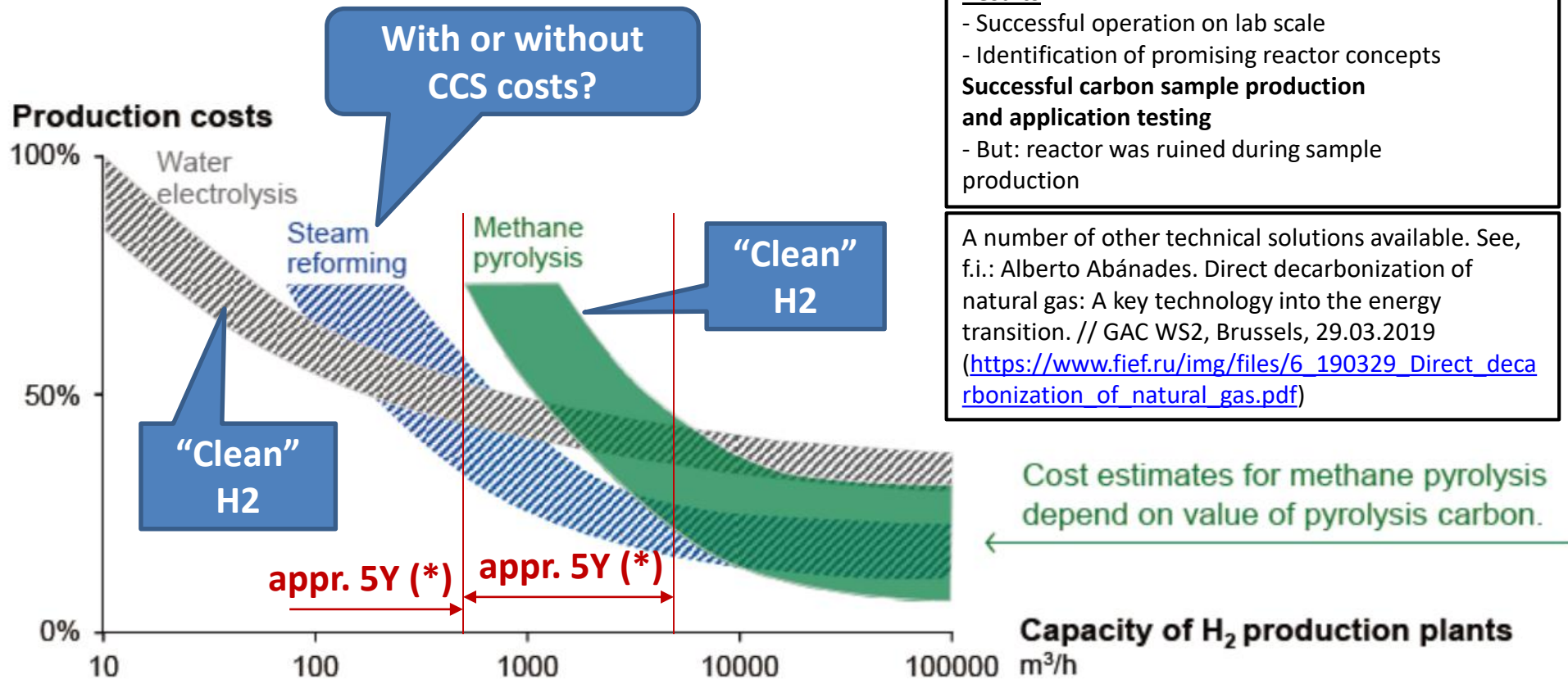
Based on: Dr. Andreas Bode (Program leader Carbon Management R&D). New process for clean hydrogen. // BASF Research Press Conference on January 10, 2019 / (<https://www.basf.com/global/en/media/events/2019/basf-research-press-conference.html>)

(*) René Schutte (N.V. Nederlandse Gasunie). Production of Hydrogen. // Masterclass in Hydrogen, May 2019, Moscow

BASF: “Load curves” (economy of scale effect) for three key H₂ production technologies

BASF Research Press Conference 2019

Is methane pyrolysis cost competitive?



BASF: 2013 – 2017 Basic, ambitious R&D

- Theoretical and experimental assessment of various reactor concepts
- Carbon sample production on 100 kg scale

Results

- Successful operation on lab scale
- Identification of promising reactor concepts

Successful carbon sample production and application testing

- But: reactor was ruined during sample production

A number of other technical solutions available. See, f.i.: Alberto Abánades. Direct decarbonization of natural gas: A key technology into the energy transition. // GAC WS2, Brussels, 29.03.2019 (https://www.fief.ru/img/files/6_190329_Direct_decarbonization_of_natural_gas.pdf)

(*) acc. to author’s discussion with Alberto Abánades at GAC WS2 meeting, Brussels, 29.03.2019

Carbon sales price or cost for storage is critical



Based on: 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>)

А.Конопляник, Губкинский Университет, ШМБ, мастеркласс для Группы Газпром, 31.05.2019

Why “Hydrogen Roadmap Europe” does not consider methane pyrolysis? What are consequences? Who might be interested in more costly pathways for EU and why so?

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

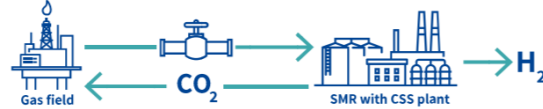
No issues with political/societal acceptance compared to CCS

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

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)

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

-> CCS as integral element of **as if** the only one (*due to dominant view in the EU*)

technological option for methane-based hydrogen production, predetermines permanent existence of additional cost-element in value chain of H₂ production
-> cost of CCS. This will permanently decrease competitiveness of H₂ production from methane.

-> Since “S” in CCS means not “storage” but “sequestration” (injected CO₂ cannot be re-used within given project cycle), cost of CCS (CAPEX + OPEX) can not act as “investment”, but just as additional element in cost budget

Major proponents of SMR/ATR with CCS might be:

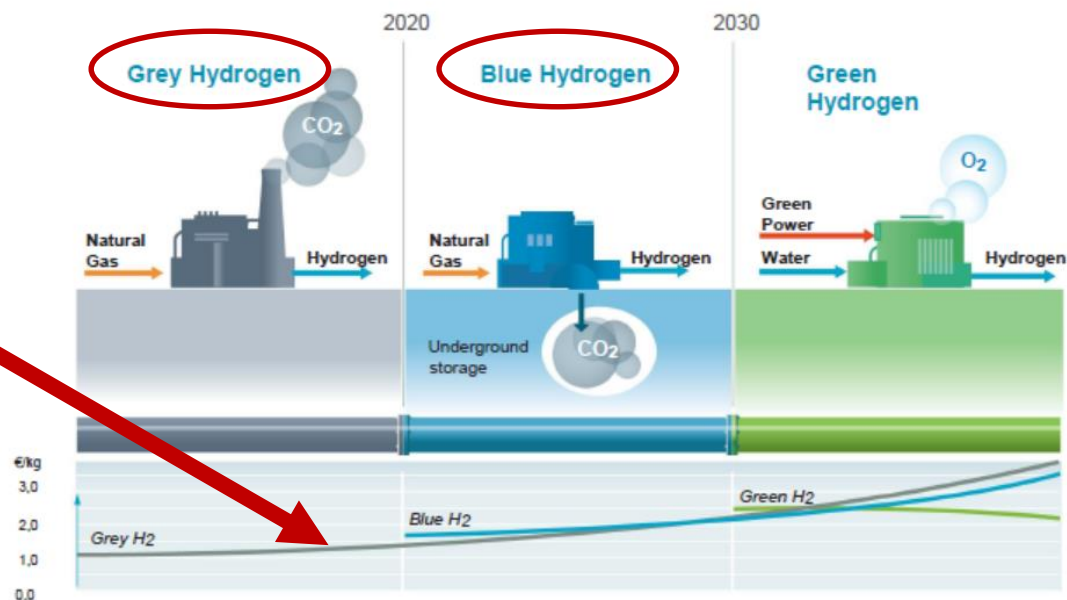
- Holders of deposits for CO₂ sequestration nearby H₂ production areas (North Sea oil & gas producers),
- Developers of CCS technologies,
- Those lacking (or as if lacking) knowledge (by good or bad reason) on methane pyrolysis’ technologies,

К вопросу о формировании общественного мнения в ЕС и за его пределами в пользу «зеленого водорода», электролиза, "RES only..." - или как создаются "wrong perceptions"

Вопросы:

- (1) Почему не указаны технологии производства водорода из природного газа БЕЗ выбросов CO₂? Это изымает из сопоставления потенциально наиболее конкурентную технологию производства «чистого» H₂,
- (2) Кривая Евро/кг H₂ (воспринимается как «кривая затрат») – это, на самом деле, **НЕ** «кривая затрат» (learning curve, experience curve), но кривая оптовой цены H₂, т.е. вкл. **ДОПУЩЕНИЯ** о налогах (видимо, разные для разных технологий получения H₂), цене газа (что она будет расти «из-за падения добычи газа в ЕС» - ?),
- (3) Отражение философии «domestic electrons to substitute imported molecules» (после 2030 – конец газовой эры)?

Hydrogen: from Grey to Green

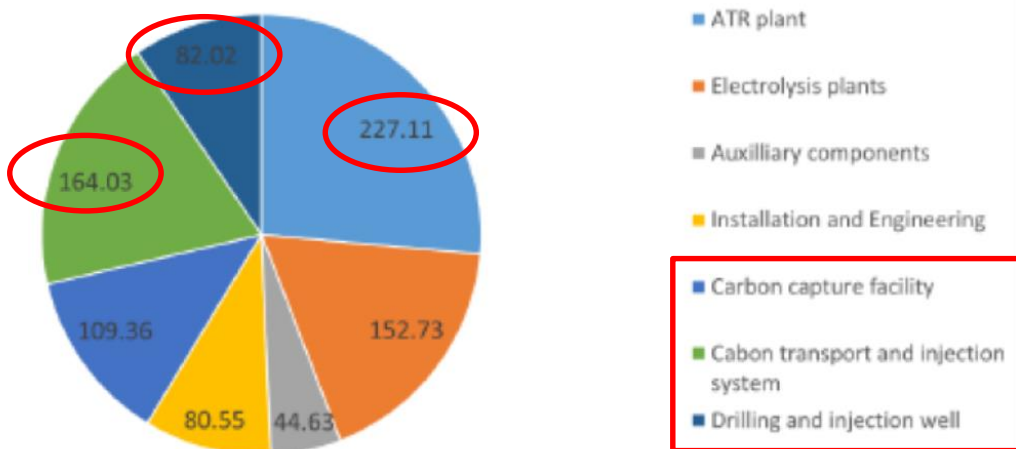


ECN, december 2017

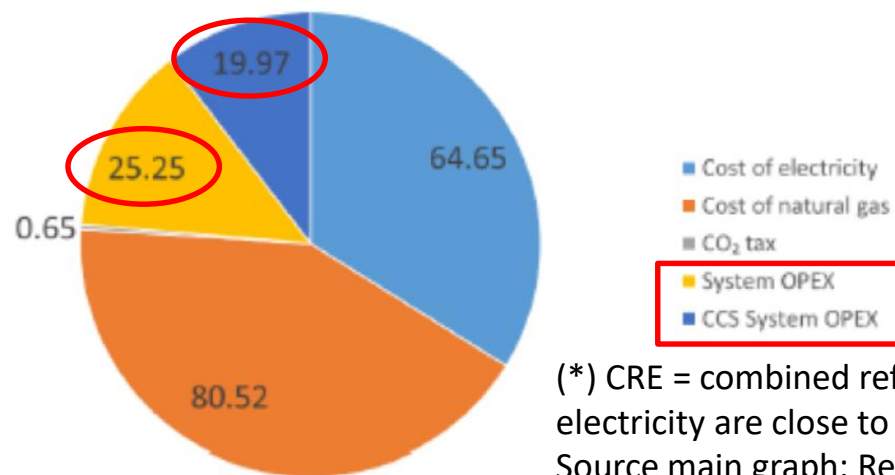
Источник базового графика: René Schutte (N.V. Nederlandse Gasunie). Production of Hydrogen. // Masterclass in Hydrogen, May 2019, Moscow (Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО, мастер-класс по водороду, совместно с Energy Delta Institute Energy Business School, 23.05.2019)

Ключевая (инвестиционно-запретительная) роль CCS в невозможности для парового риформинга сохранить место основной технологии производства водорода в будущем ?

CAPEX Breakdown CRE [M€] (*)



OPEX Breakdown - CRE [M€ per year] (*)



- (1) CCS-related CAPEX covers more than half (50%+) of total CAPEX
- (2) System OPEX & CCS system OPEX are almost equal
- (3) Electricity is not RES-based electricity (at least not only RES-based); it's price is not zero or negative
- (4) It is not "cost", but "price" of natural gas and electricity in OPEX => depends on state policy (price = cost + tax) and not on companies efforts (aimed at cost decrease)
- (5) Wholesale NG prices in EUI tend to decrease (competition), but electricity prices tend to increase (growing role of RES/Mark P.Mills)

(*) CRE = combined reforming and electrolysis system; Here, the cost of natural gas and electricity are close to equal

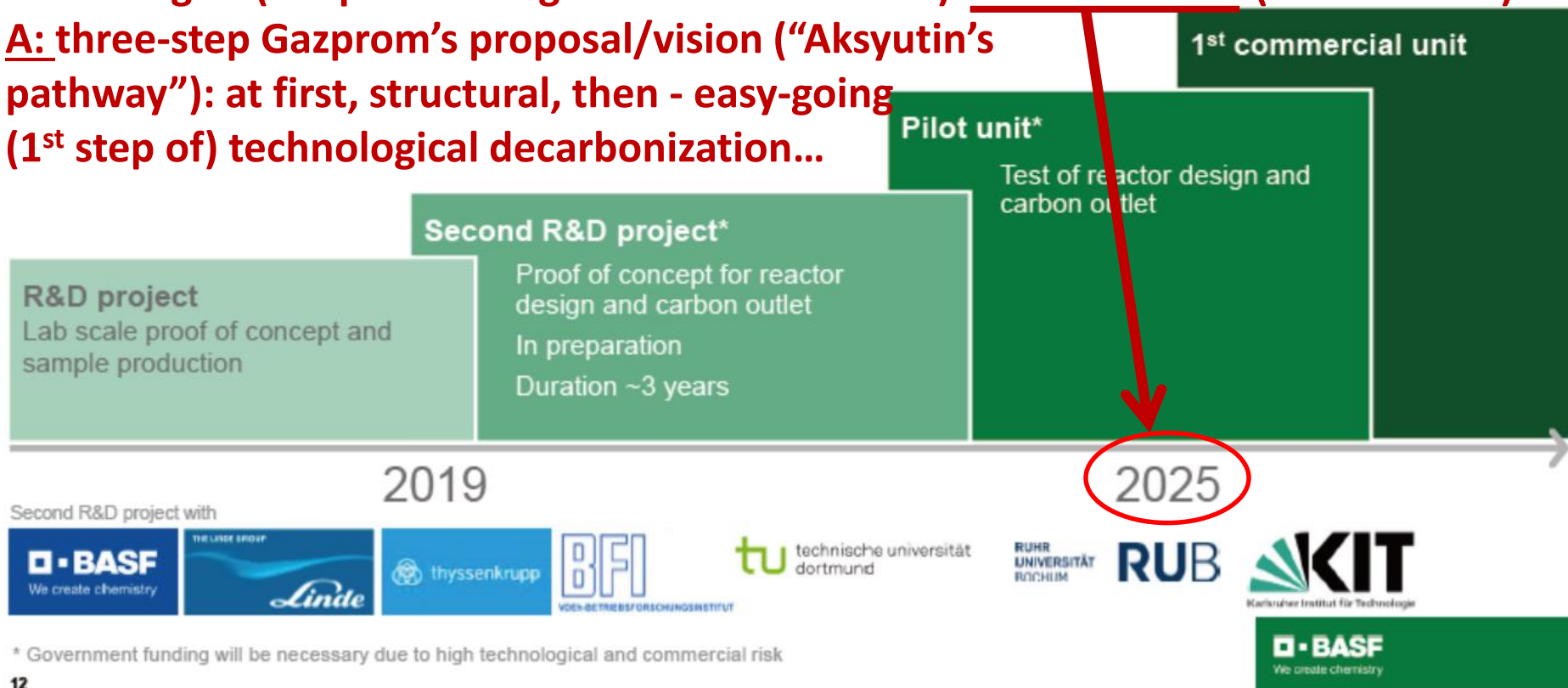
Source main graph: René Schutte (N.V. Nederlandse Gasunie). Production of Hydrogen.

// Masterclass in Hydrogen, May 2019,

Project outlook – methane pyrolysis for clean hydrogen

Q: How to fill the gap before large-scale commercial utilization of clean H₂ technologies (deep technological decarbonization) will commence (BASF: 2025+)?

A: three-step Gazprom's proposal/vision ("Aksyutin's pathway"): at first, structural, then - easy-going (1st step of) technological decarbonization...



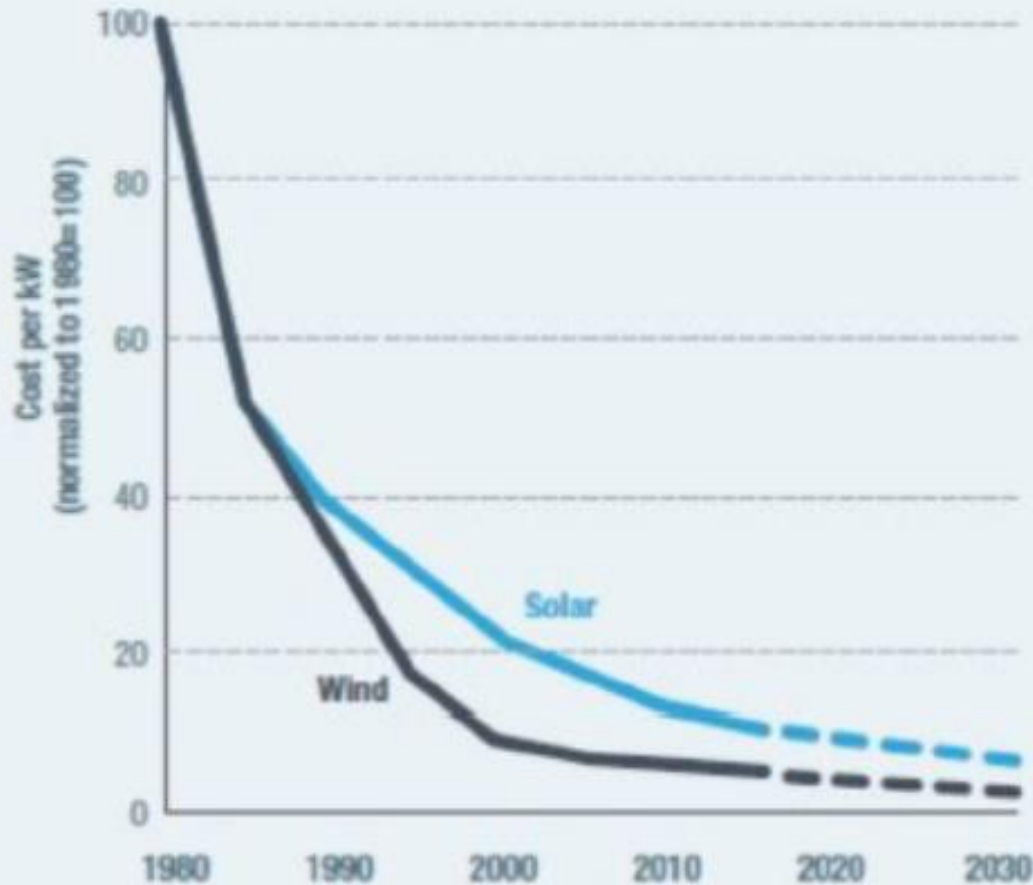
Based on: Dr. Andreas Bode (Program leader Carbon Management R&D). New process for clean hydrogen. // BASF Research Press Conference on January 10, 2019 / (<https://www.basf.com/global/en/media/events/2019/basf-research-press-conference.html>)

А.Конопляник, Губкинский Университет,
ШМБ, мастеркласс для Группы Газпром,
31.05.2019

Содержание

- Декарбонизация ЕС и монетизация российского газа: возможно ли совмещение интересов?
- Три этапа возможного участия российского газа в декарбонизации ЕС («трех-ходовка Аксютина»)
 - Черноморско-дунайский анклав для российского мтСПГ как элемент структурной декарбонизации ЕС
 - Технологическая декарбонизация: две или три доминантных технологии получения водорода?
 - **Российское окно возможностей в рамках глубокой технологической декарбонизации**
- Препятствия и возможные пути их преодоления:
 - Регулирование ЕС
 - СПГ США
 - Украинский транзит

Cost Reductions for Wind and Solar Power, 1980–2030



Source: Data drawn from Massachusetts Institute of Technology, Energy Initiative, "The Future of Solar Energy: An Interdisciplinary MIT Study," 2015; Johannes N. Mayer, "Current and Future Cost of Photovoltaics," Agora Energiewende, February 2015; David Feldman et al., "NREL Photovoltaic Pricing Trends: Historical, Recent, and Near-Term Projections," National Renewable Energy Laboratory (NREL), Aug. 25, 2015; Ryan Wiser et al., "Forecasting Wind Energy Costs and Cost Drivers," Lawrence Berkeley National Laboratory, June 2016; Ran Fu, David Feldman, and Robert Margolis, "U.S. Solar Photovoltaic System Cost Benchmark: Q1 2018," NREL, November 2018

Source: Mark P.Mills. The "New Energy Economy" : An Exercise in Magical Thinking [Gas Transitions]

Apr 10, 2019

(https://www.naturalgasworld.com/the-new-energy-economy-an-exercise-in-magical-thinking-69193?utm_medium=email&utm_campaign=Weekend%20Edition%20-%202018-19%20May%202019&utm_content=Weekend%20Edition%20-%202018-19%20May%202019+CID_de15f853a61da208dd1f4599ab24745b&utm_source=Campaign%20Monitor&utm_term=THE%20NEW%20ENERGY%20ECONOMY%20%20AN%20EXERCISE%20IN%20MAGICAL%20THINKING%20GAS%20TRANSITIONS)

А.Конопляник, Губкинский Университет, ШМБ, мастеркласс для Группы Газпром,

31.05.2019

Wright's, Swanson's & Moore's laws: the learning curves (experience curves), incl. for photovoltaics

- **Experience curve** expresses the relationship between efficiency gains and investment in the effort. It says that *each doubling of the cumulative production of virtually any product or service is accompanied by an approximate constant percentage reduction in the unit cost*. The acknowledged first documented qualitative description of this dates from 1885 (*)
- **Wright's Law**, formulated & published in 1936 (**), states that progress increases with experience — specifically, that each percent increase in cumulative production in a given industry results in a fixed percentage improvement in production efficiency. T.P.Wright determined this while studying airplane manufacture - for every doubling of airplane production the labor requirement was reduced by 10-15%.
- **Swanson's law** (***) is the observation that the price of solar photovoltaic modules tends to drop **20 percent for every doubling** of cumulative shipped volume. At present rates, costs go **down 75% about every 10 years**.
- Swanson's law has been compared to **Moore's law** (****), which predicts the growing computing power of processors. Crystalline silicon photovoltaic cell prices have fallen from \$76.67 per watt in 1977 to \$0.36 per watt in 2014. Plotting the module price (in \$/Wp) versus time shows a **dropping by 10% per year**.

(*) by German psychologist [Hermann Ebbinghaus](#).

(**) named by Theodore P. Wright

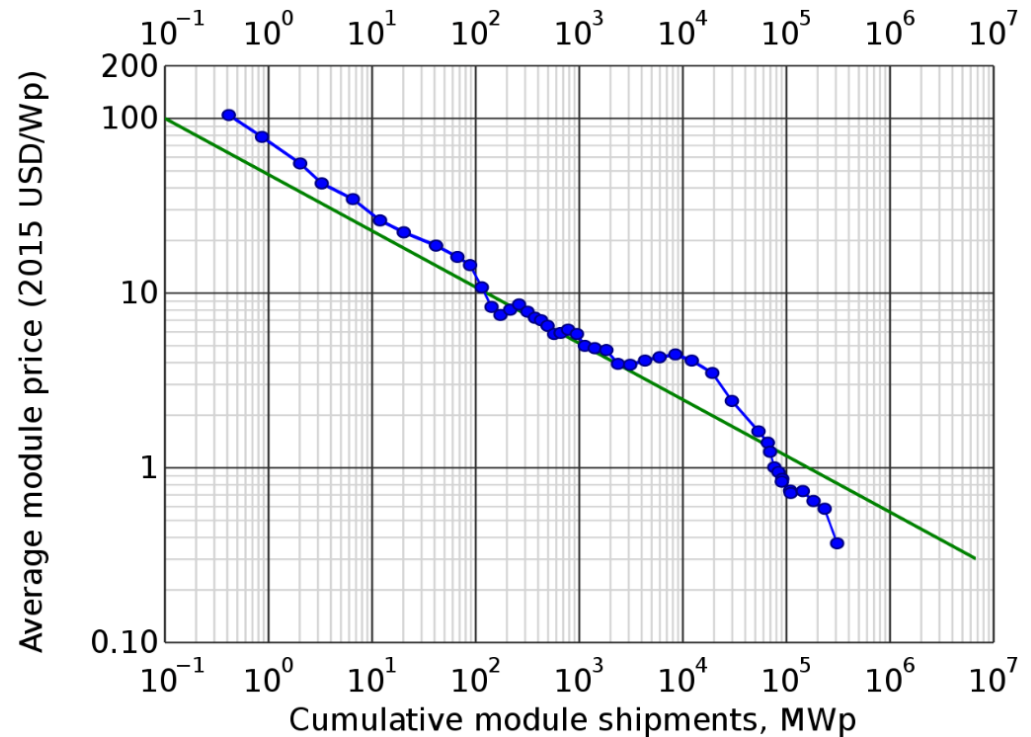
(***) named after Richard Swanson, the founder of SunPower Corp., a solar panel manufacturer

(****) The observation is named after [Gordon Moore](#), the co-founder of [Fairchild Semiconductor](#) and CEO of [Intel](#), whose 1965 paper described a [doubling every year](#) in the number of components per integrated circuit and projected this rate of growth would continue for at least another decade. In 1975, looking forward to the next decade, he revised the forecast to doubling every two years.

Swanson's law – the learning (experience) curves for photovoltaics



Цены на солнечные (кристаллические кремниевые) ФЭП отвесно рухнули вниз за первую половину почти 50-летнего периода своего существования и в 2014 г. они в 200 раз ниже, чем в 1977 г.



Источник:

<http://costofsolar.com/management/uploads/2013/06/price-of-solar-power-drop-graph.jpg>; Sunny uplands. Alternative energy will no longer be alternative. // The Economist, Nov 21st 2012; https://en.wikipedia.org/wiki/Swanson%27s_law; https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_law



2014 price: \$0.36/watt

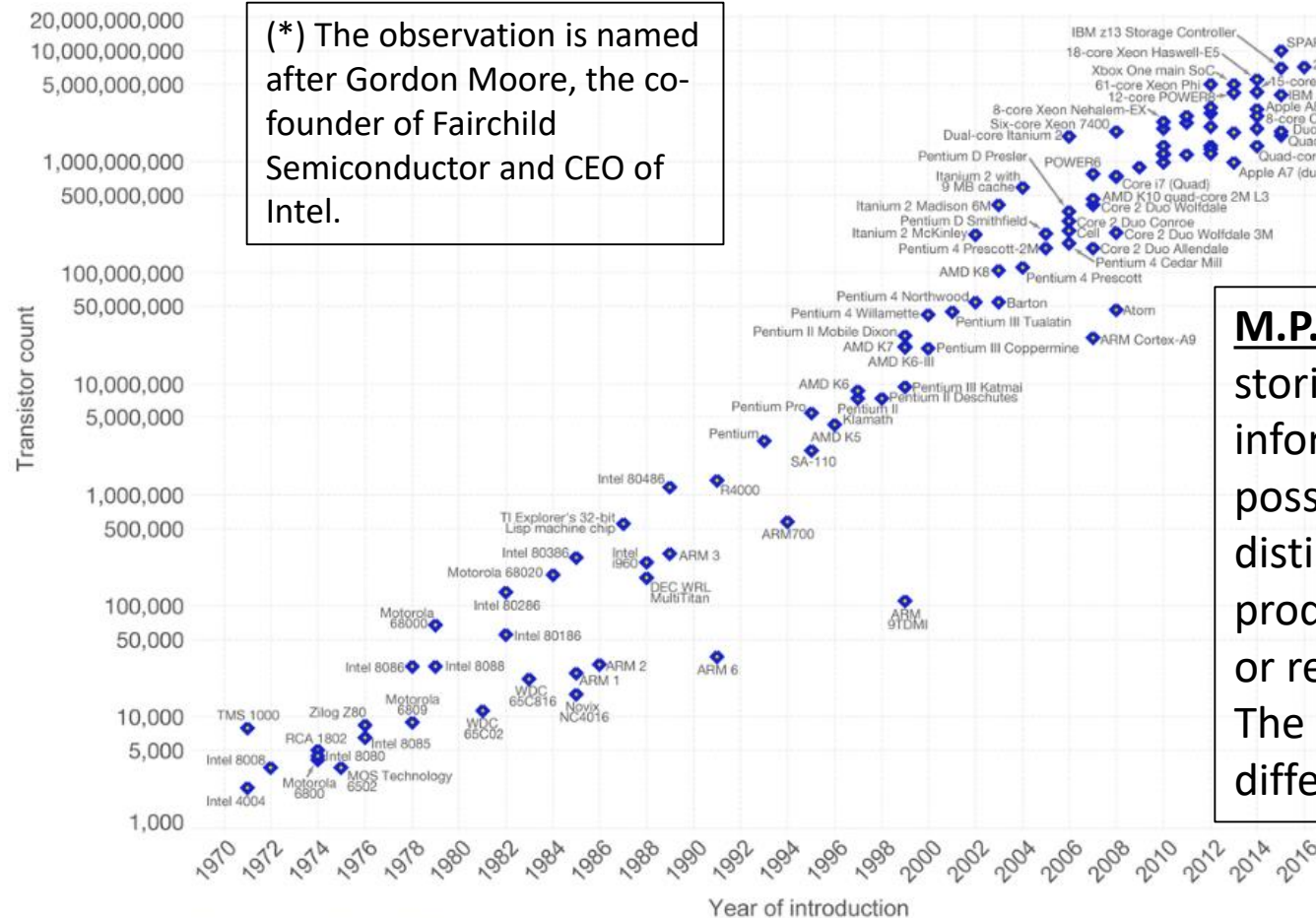
А.Конопляник, Губкинский Университет, ШМБ, мастеркласс для Группы Газпром,

31.05.2019

Our World
in Data

**Moore's law
(*): good for
information
systems, not
applicable to
material
systems**

M.P.Mills: The challenge in storing and processing information using the smallest possible amount of energy is distinct from the challenge of producing energy, or of moving or reshaping physical objects. The two domains entail different laws of physics.



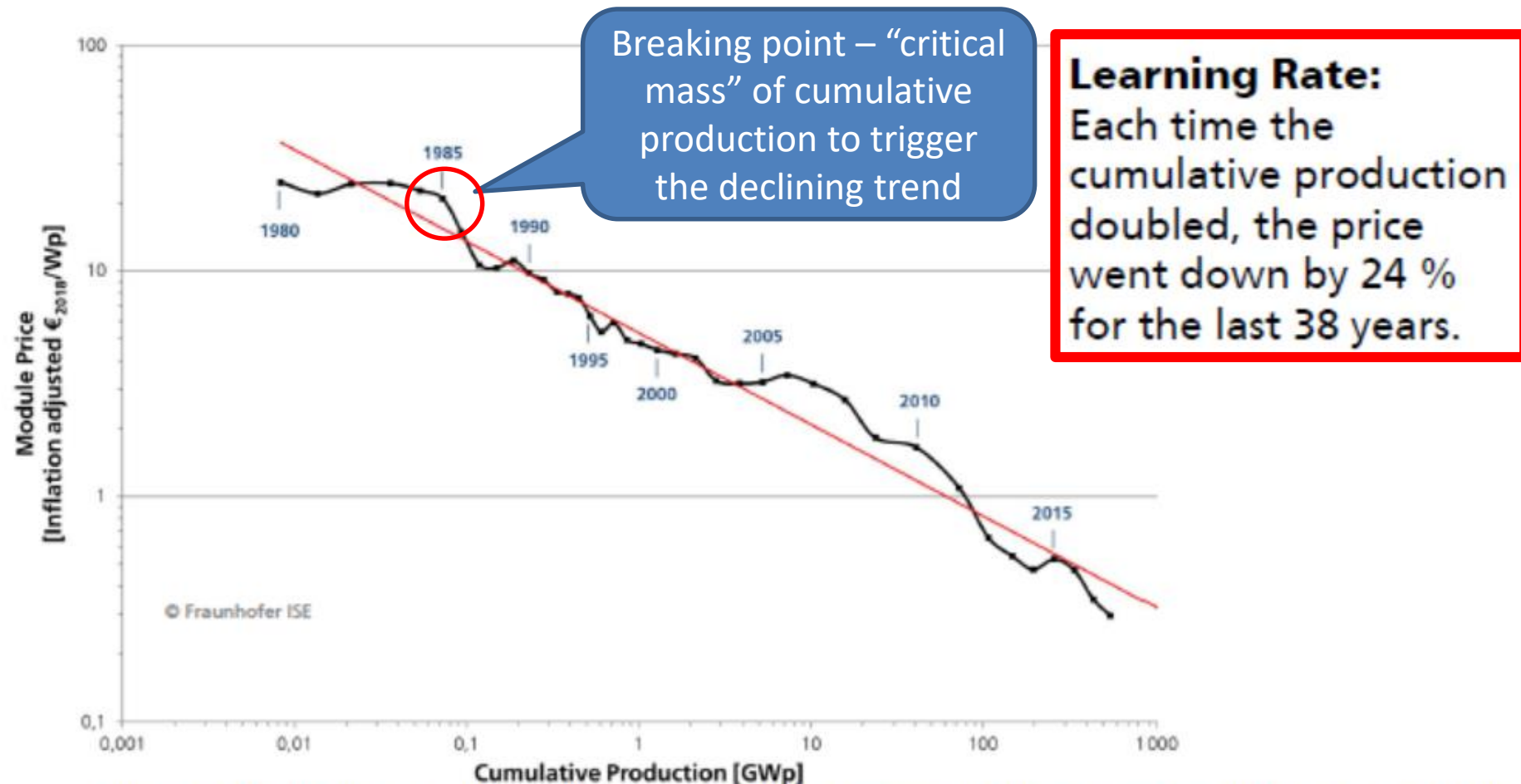
Licensed under [CC-BY-SA](#) by the author Max Roser.

His **1965** paper described a **doubling every year** in the number of components per integrated circuit and projected this rate of growth would continue for at least another decade. In **1975**, looking forward to the next decade, he revised the forecast to **doubling every two years**.

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)



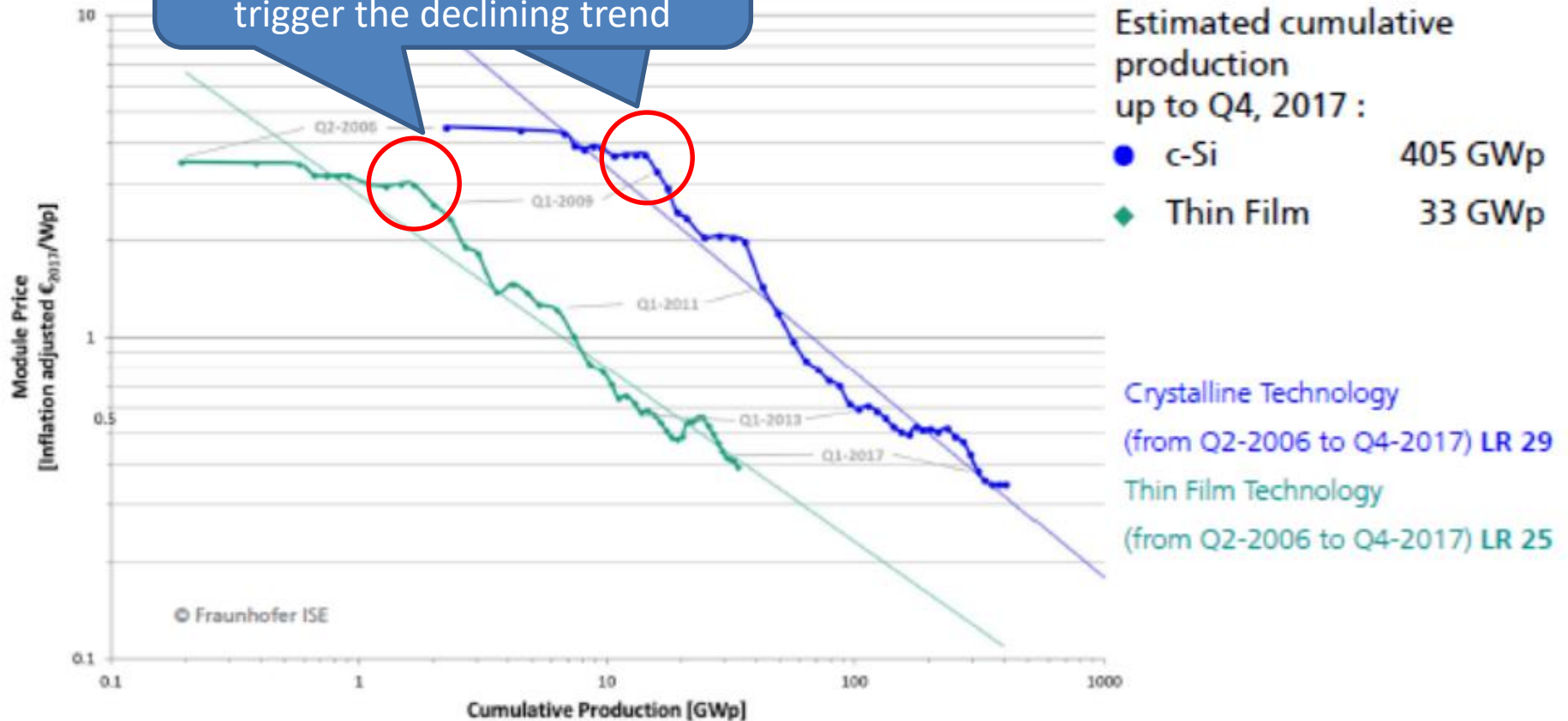
Data: from 1980 to 2010 estimation from different sources : Strategies Unlimited, Navigant Consulting, EUPD, pvXchange; from 2011: IHS. Graph: PSE GmbH 2019

Price Learning Curve by Technology

Cumulative Production up to Q4. 2017

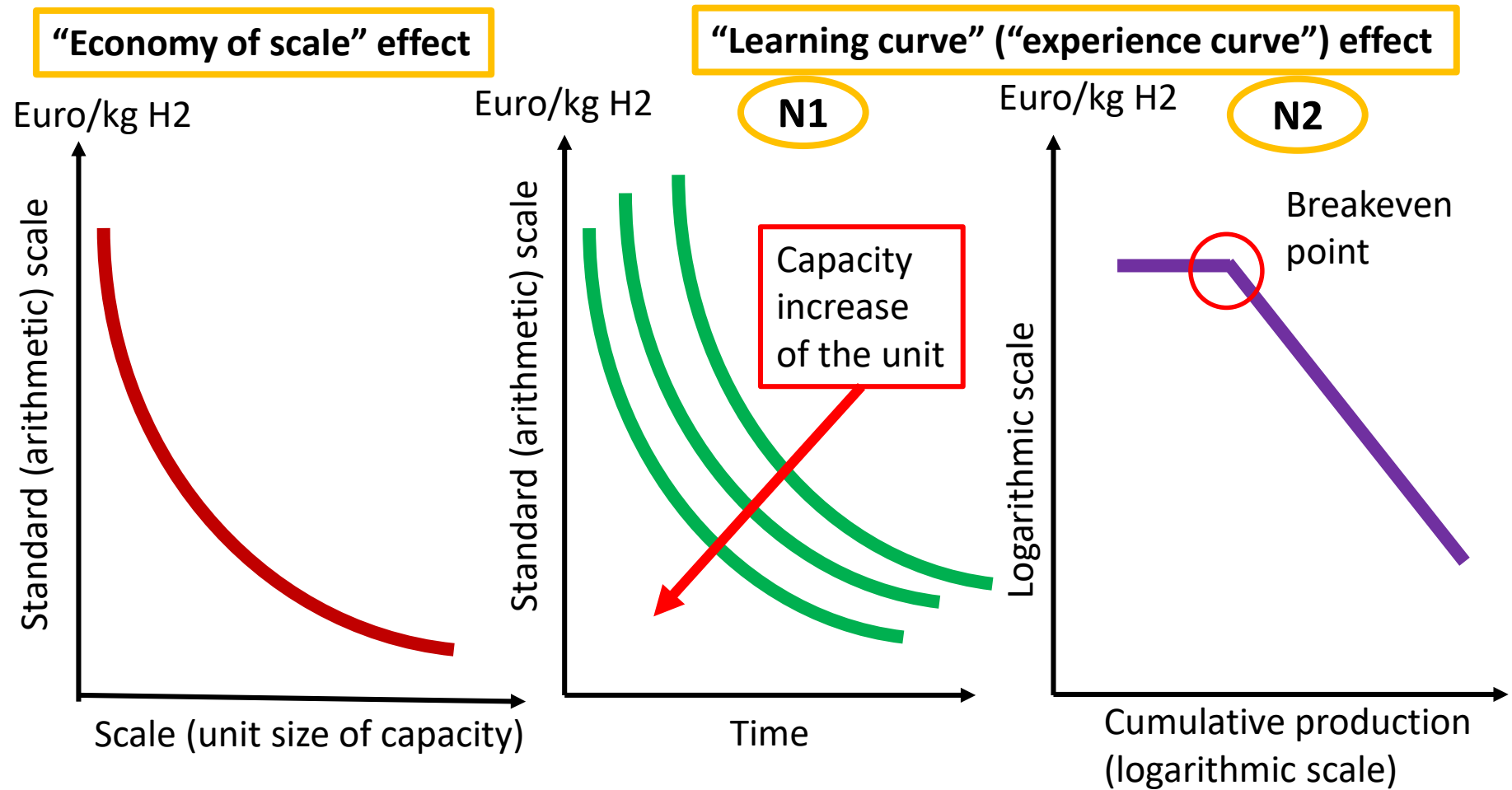
(Source: **PHOTOVOLTAICS REPORT**.
Prepared by Fraunhofer Institute for
Solar Energy Systems, ISE, with support
of PSE Conferences & Consulting
GmbH, Freiburg, 14 March 2019,
www.ise.fraunhofer.de)

Breaking points – “critical mass”
of cumulative production to
trigger the declining trend



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

What is the current placement of three key H2 production technologies at three types of cost curves? A key possible area of RF-EU research cooperation in decarbonization sphere (WS2 GAC)?



H2 pyrolysis has cost-advantage compared to electrolysis (10 times lower energy intensity) and to steam reforming (no need in CCS → 20-30+% saving), but it seems to be placed today at the earlier stage of the cost curves or even not yet been placed at the cost curves

«Кривые обучения» и роль государства

A: эволюционный НТП (кривые обучения)

В: революционный НТП (технологические прорывы)

С: Государственное финансирование фундаментальных НИОКР + экономическое стимулирование внедрения инноваций

D: инвестиционные стимулы для повышения конкурентоспособности (от прямых налоговых эффектов – к совокупности прямых, косвенных и мультипликативных эффектов как критерия для государства)

Сокращение сроков
инновационно-инвестиционного
цикла (оборачиваемости
инвестиций) + снижение
издержек (сокращение срока
окупаемости инвестиций)

Напр.: государств.
финансирование в
США долгосрочных
фундамент. НИОКР с
1977 г. (с Программы
«Энергетическая
Независимость»)

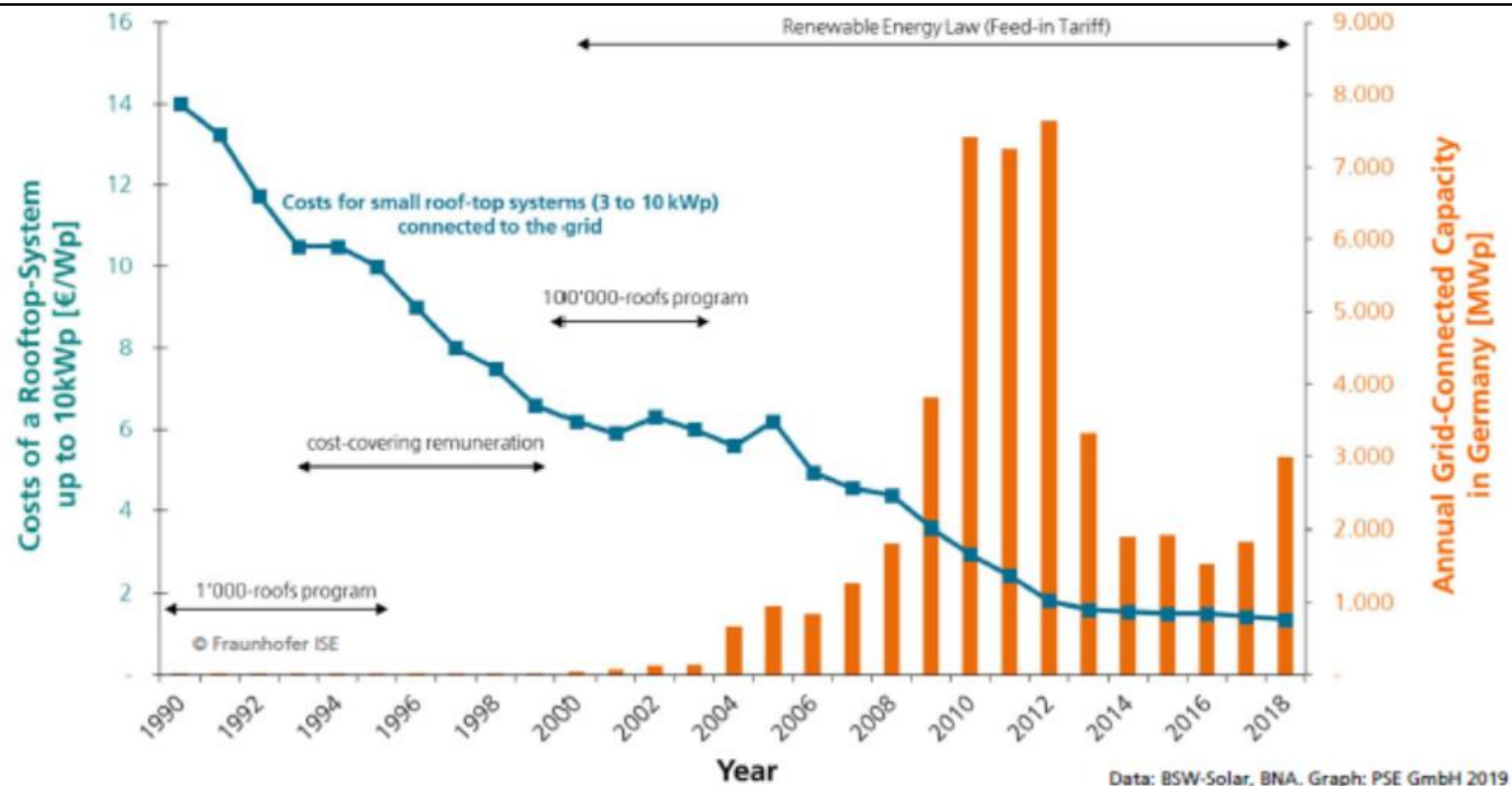
Напр.:
форсированное
развитие ВИЭ в ЕС
(«обязательная»
эл.эн. + госсубсидии
вне зависимости от
правил ВТО)

А.Конопляник, Губкинский Университет, ШМБ,
мастеркласс для Группы Газпром, 31.05.2019

Timing to reach “breaking points” (“critical mass” of cumulative production to trigger the declining trend of “experience curve”) is dependent on state support for new technologies

Investment for Small Rooftop PV Systems in Relation to Market Development and Subsidy Schemes in Germany

(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)



Вопросы для проработки

- Обобщить сегодняшнее состояние практических работ по трем основным технологиям получения водорода ((i) *электролиз воды*, (ii) *паровой риформинг метана в связке с CCS*, (iii) *пиролиз и иные технологии получения H₂ из метана без выбросов CO₂*) и сопоставить их сравнительное положение на трех «кривых затрат»
- Оценить горизонт выхода технологии получения водорода без выбросов CO₂ на широкомасштабное конкурентоспособное производство (как в крупномасштабных, так и в мелкомасштабных установках)
- Возможность сотрудничества РФ-ЕС в этой сфере (РГ2 КСГ):
 - Интерес ЕС: получение возможности водородного решения климатической проблемы за счет (iii) при существенно меньших затратах по сравнению с (i) и (ii),
 - Интерес РФ: получение возможности дополнительной монетизации национальных ресурсов газа путем экспортно-ориентированной «коммерческой помощи» странам ЕС в декарбонизации их экономик, **плюс** возможность перехода к экспорту инновационных технологий (по производству водорода без выбросов CO₂) в рамках ресурсно-инновационного пути развития экономики РФ и ее постепенного перевода на низко-углеродное развитие (в т.ч. с учетом водородного опыта ЕС и сотрудничества РФ-ЕС, если сложится, в этой сфере)

Содержание

- Декарбонизация ЕС и монетизация российского газа: возможно ли совмещение интересов?
- Три этапа возможного участия российского газа в декарбонизации ЕС («трех-ходовка Аксютина»)
 - Черноморско-дунайский анклав для российского мтСПГ как элемент структурной декарбонизации ЕС
 - Технологическая декарбонизация: две или три доминантных технологии получения водорода?
 - Российское окно возможностей в рамках глубокой технологической декарбонизации
- **Препятствия и возможные пути их преодоления:**
 - **Регулирование ЕС**
 - СПГ США
 - Украинский транзит

Проект Еврокомиссии Quo Vadis (QV): насколько корректна формулировка основной задачи?

- Цель (сайт ЕК/ДЭЕК): «провести подтвержденный доказательствами анализ, **является ли сегодняшняя система регулирования газового сектора в ЕС максимально эффективной с точки зрения всемерного повышения благосостояния ЕС или же для этого необходимо внести в нее коррективы**, в каком случае (Консультанту) необходимо представить соответствующие рекомендации»
- **НО: Несбалансированность исследования (заложено в ТЗ ДЭЕК):**
 - подход к моделированию «благосостояния ЕС», исходя **только из интересов конечных потребителей ЕС и европейских участников рынка газа ЕС**, без учета обоснованных интересов поставщиков газа извне ЕС в зависимый от его импорта ЕС
 - ЕС и Россия = взаимозависимые части «Большой энергетической Европы», неразрывно связанные трансграничной капиталоемкой стационарной крупномасштабной сетевой инфраструктурой
 - моделируется «рост благосостояния ЕС» за счет сценарных разработок в рамках «**игры с нулевой суммой**» путем:
 - перекладывания дополнительных рисков и затрат на поставщиков газа извне ЕС (то есть в первую очередь на российскую сторону) и
 - передачи полученных выгод (их перераспределения в пользу) конечным потребителям ЕС плюс оптовым покупателям-перепродавцам газа - от его производителей вне ЕС
 - Благосостояние **конечных потребителей** моделируется **по оптовым** (не по розничным) ценам,
 - Начало применения всего интегрированного Третьего энергопакета – апрель 2017 г.; цикл процедуры CAM NC INC = 2 года; => первые итоги применения лишь в 2019 г. =>
 - Моделирование по допущениям, не пройдя “learning curve” применения на практике ?

Quo Vadis: Пять (*) отобранных для моделирования сценариев (**)

1) тарифная реформа:

- обнуление внутризоновых и компенсаторное повышение входных тарифов, централизованное перераспределение доходов операторов

2) реальное слияние рыночных зон в региональные:

- выравнивание тарифов в рамках рыночных зон с однородными условиями

3) условное (виртуальное) слияние рыночных зон в региональные:

- выравнивание тарифов в рамках рыночных зон с разнородными условиями

4) перенос ПСП на внешнюю границу ЕС (ЕС + ДЭС):

- отрыв российского экспортера от конъюнктуры рынка газа ЕС, передача транзитного бизнеса компаниям ЕС,

5) расширение трубопроводной инфраструктуры для доставки СПГ из приемных терминалов на границе ЕС к основным ПСП внутри ЕС:

- Замещение российского газа внутри ЕС (американским?) СПГ

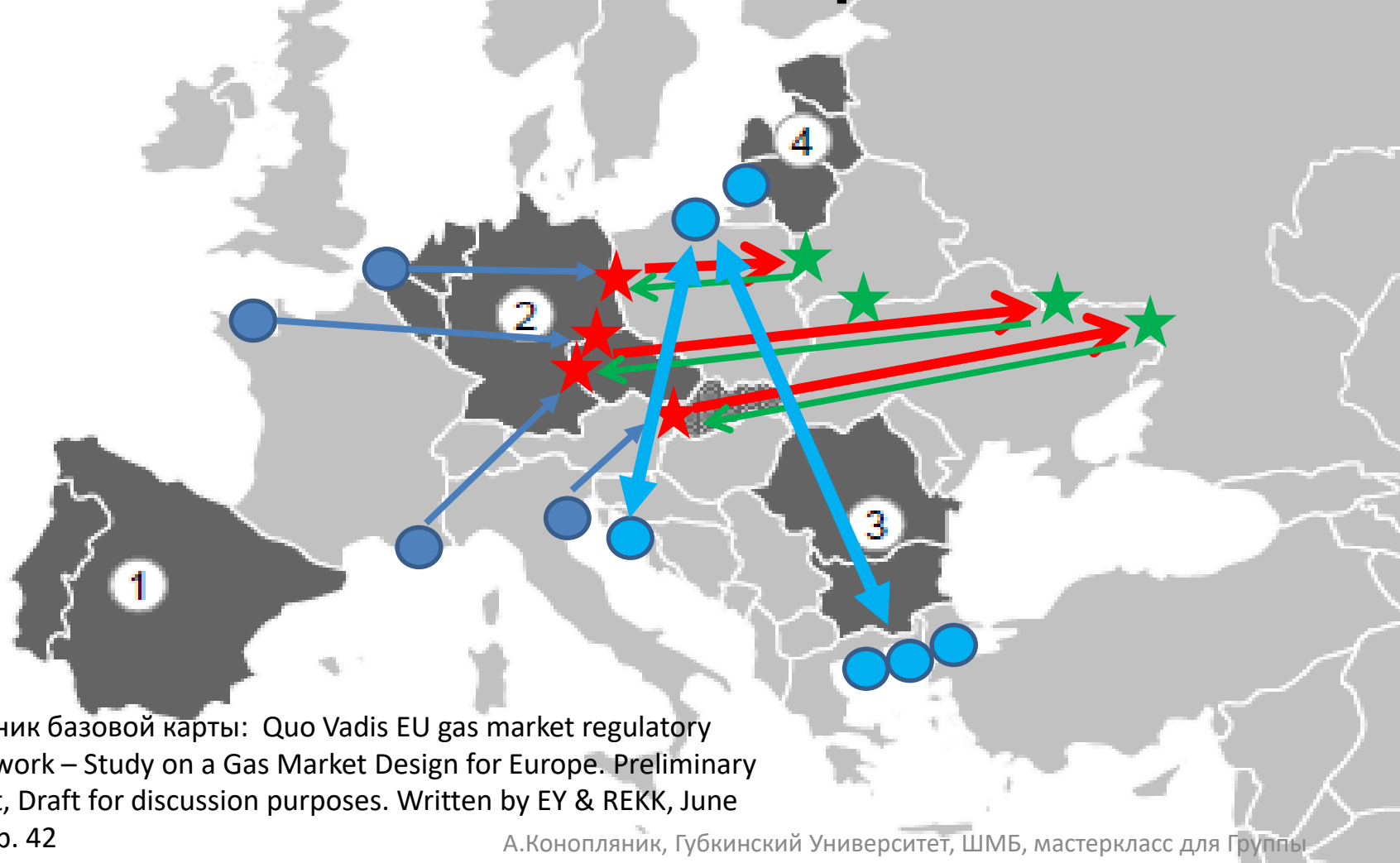
Мой итоговый вывод (худшая интерпретация): Quo Vadis в сегодняшнем виде = комплексная программа вытеснения российских трубопроводных поставок газа на периферию зоны ЕС+ДЭС и его в ней замещение СПГ (из США) ???

(*) среди 8 **исключенных** из моделирования сценариев первый – слияние всех рыночных зон в рамках ЕС в единую рыночную зону (т.е. формирование «единого внутреннего рынка газа ЕС» по модели, заявленной в рамках Второго Энергетического пакета ЕС 2003 г.)

(**) Каждый из предложенных сценариев предлагает существенное изменение по крайней мере одного регулятивного параметра (существенного элемента существующей архитектуры рынка газа ЕС на основе Третьего энергопакета), ведущего к «росту благосостояния ЕС».

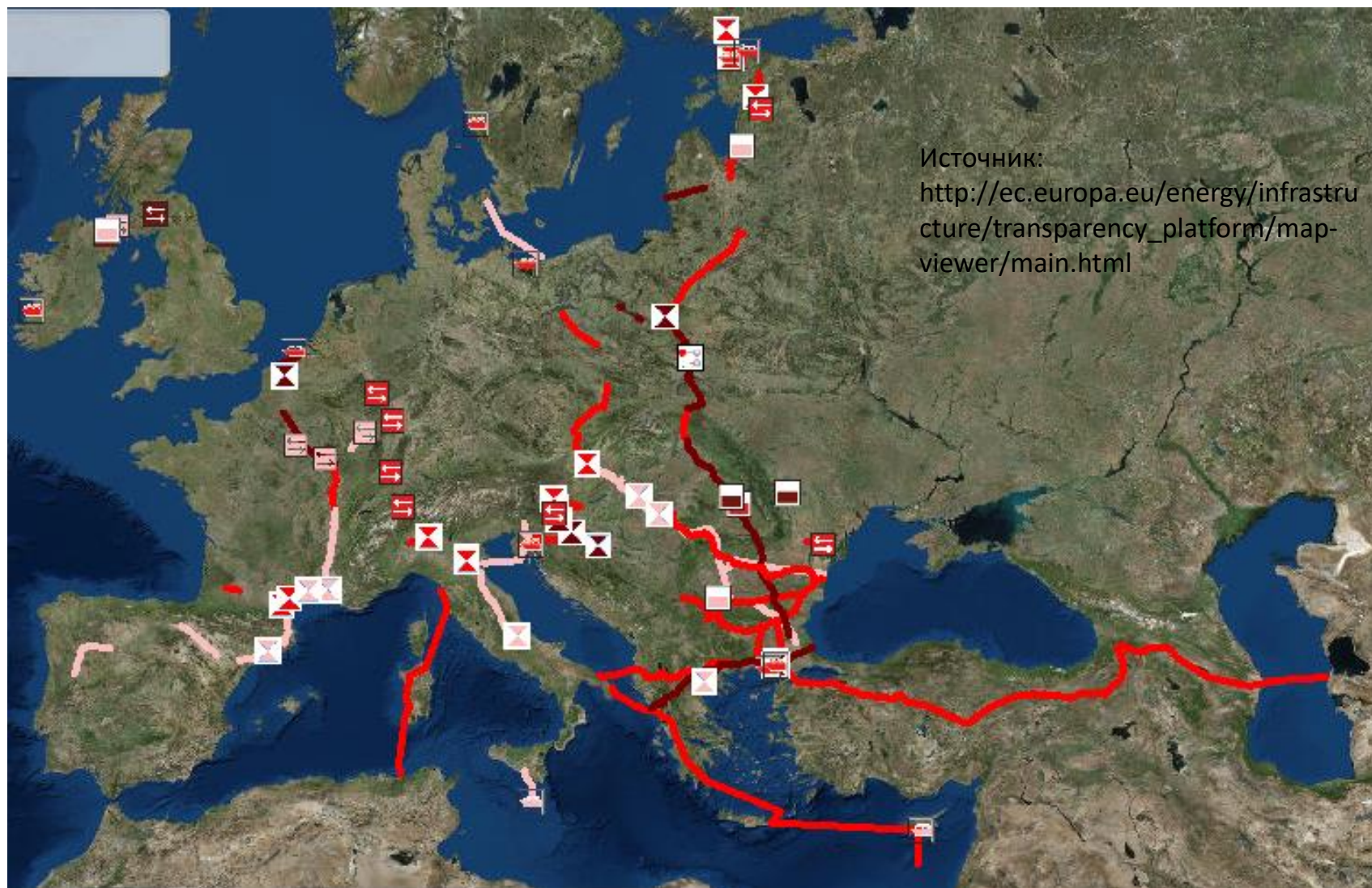
Более подробно: см. статьи/презентации автора на эту тему (2017-2018 гг.) на www.konoplyanik.ru

Возможные последствия применения пяти сценариев Quo Vadis, предложенных для дальнейшего количественного моделирования Консультантом (EY & REKK): худшее прочтение = новая «Линия Керзона»?



Источник базовой карты: Quo Vadis EU gas market regulatory framework – Study on a Gas Market Design for Europe. Preliminary Report, Draft for discussion purposes. Written by EY & REKK, June 2017, p. 42

Новая (дополнительная) газовая инфраструктура на востоке ЕС («проекты общего интереса»/PCI): технико-экономическая логика и требования регулирования ЕС (3+ источников поставок для каждой страны ЕС) дополняется политическими интересами в рамках смены парадигмы развития мировой энергетики



Quo Vadis, российский сетевой газ и СПГ США в ЕС: попытка недобросовестной конкуренции? за счет ЕС?

- В нынешнем виде «Quo Vadis» фактически нацелено на обоснование замены в ЕС более дешевого российского трубопроводного газа, на пути которого в ЕС предлагается создать дополнительные барьеры, более дорогим СПГ из США. Сценарии Quo Vadis хорошо коррелируются с содержанием расширенных антироссийских санкций США, препятствующих созданию обходящих Украину газопроводов, но ведут не к повышению, а **к снижению «уровня благосостояния ЕС»**. Похоже, сценарии проекта выстроены не в интересах ЕС, а **в интересах США**:
 - Президент США Д.Трамп (Варшава, 04.07.2017): «Возможно, цены немного подрастут, но это ничего...» (стратегия “US Energy Dominance” и “America First”)
 - Премьер РФ Д.Медведев (СПб, 21.09.2017): «американская администрация – и Конгресс ...– пытается продвинуть своих поставщиков и заместить Российскую Федерацию на этом рынке»
 - Президент РФ В.Путин (Красная поляна, 19.10.2017): «... недавний санкционный пакет, принятый американским Конгрессом, откровенно нацелен на то, чтобы вытеснить Россию с европейских рынков энергоносителей, заставить Европу перейти на более дорогой сжиженный газ из США. ...»

Линия разграничения между Прибалтикой и Черным морем (проект «Междуморье»/Intermarium) - главная цель США в Европе (по мнению Дж.Фридмана, СТРАТФОР)



«...конечная цель США заключается в строительстве «Междуморья» - территории между Балтийским и Черным морями, концепцию которого придумал еще Пилсудский. Первая цель для США – не допустить, чтобы немецкий капитал и немецкие технологии соединились с русскими природными ресурсами и рабочей силой в непобедимую комбинацию. ... Козырь США, бьющий такую комбинацию, - линия разграничения между Прибалтикой и Черным морем»

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; <https://www.thechicagocouncil.org/event/europe-destined-conflict>

А.Конопляник, Губкинский Университет, ШМБ, мастеркласс для Группы Газпром, 31.05.2019

Содержание

- Декарбонизация ЕС и монетизация российского газа: возможно ли совмещение интересов?
- Три этапа возможного участия российского газа в декарбонизации ЕС («трехходовка Аксютина»)
 - Черноморско-дунайский анклав для российского мтСПГ как элемент структурной декарбонизации ЕС
 - Технологическая декарбонизация: две или три доминантных технологии получения водорода?
 - Российское окно возможностей в рамках глубокой технологической декарбонизации
- **Препятствия и возможные пути их преодоления:**
 - Регулирование ЕС
 - **СПГ США**
 - Украинский транзит

Многовекторные вызовы для США: ужесточение конкуренции на газовых рынках, в мировой энергетике и за ее пределами

- Энергетическая политика США:
 - America First (каждый Президент США) + Global US Energy Dominance (Президент Трамп)

Несколько уровней нарастания конкуренции для США и СПГ США в Европе и мире:

(1) Газовые рынки:

- Закономерности развития рынков (газ): усиление многовекторной конкуренции
- Развитие международных газовых рынков: глобальный рынок СПГ как акселератор перемен
- Рынок газа ЕС: конкуренция российского газа и импортного СПГ => США-РФ: *убрать конкурента*
 - Росс.трубопр.газ выигрывает конкуренцию у импортного СПГ (загрузка регаз.терминалов ЕС 25%)
 - Энергополитика ЕС: от ВИЭ к «ВИЭ + декарбонизированный газ»
 - Декарбонизация как потенциальное дополнительное конкурентное преимущество для росс.газа (трубопроводные ДСЭГК vs спотовый СПГ) + мтСПГ (черноморско-дунайский анклав)

(2) Мировая энергетика: смена парадигмы:

- От «пика предложения» к «пику спроса»

(3) Усиление глобальной конкуренции за пределами энергетики:

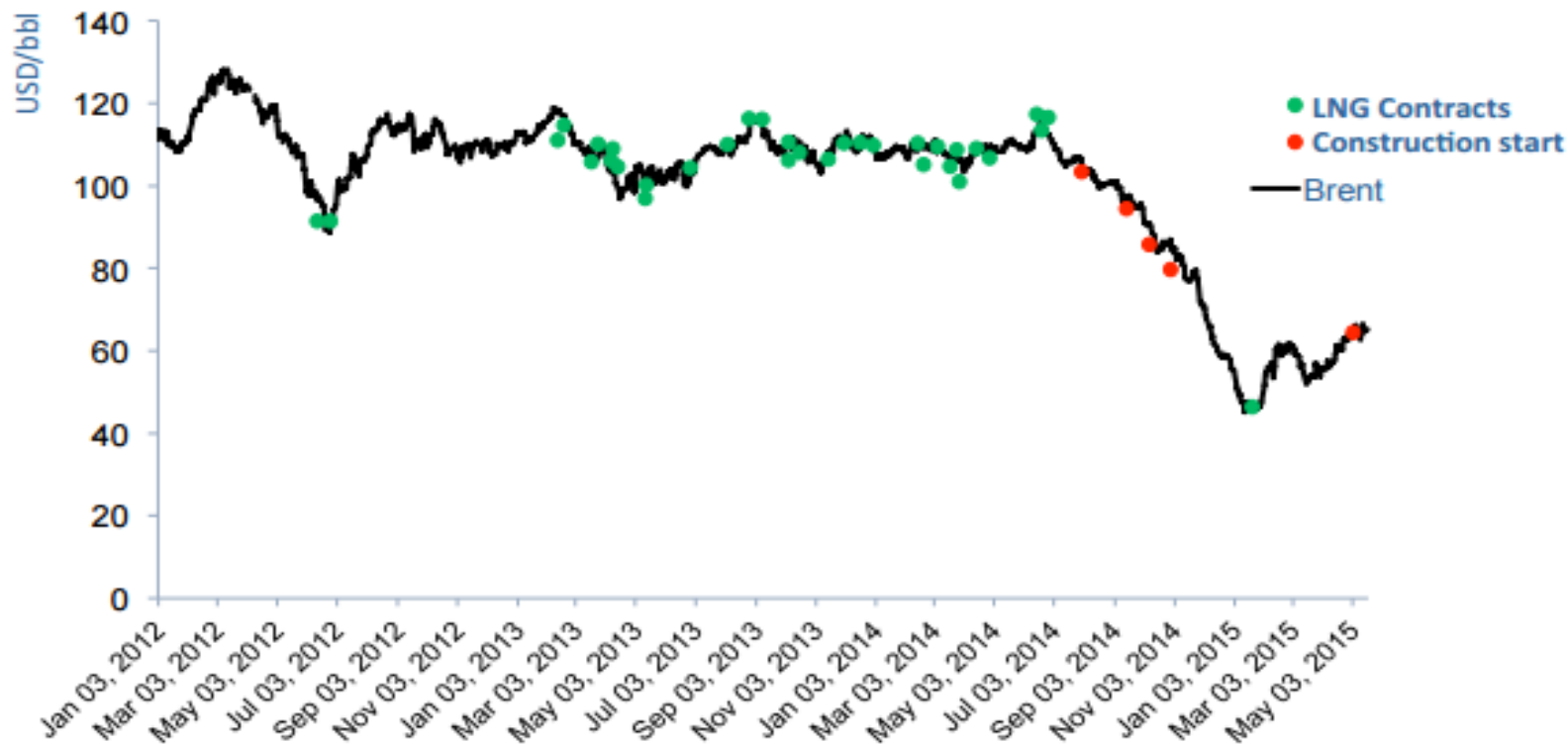
- ЕС как слабое звено? («старые» и «новые» страны-члены ЕС, внутренние кризисы в ЕС) => США-ЕС: *убрать конкурента*

Экспортная стратегия СПГ США: предыстория

- «Эффекты домино» американской сланцевой революции для газового рынка США:
 - Вертикальный взлет добычи сланцевого газа в США после 2007 привел к избытку его предложения на рынке США =>
 - Внутренний рынок США практически закрылся для импорта СПГ после 2007
 - До февраля 2016 США - «энергетический остров» => цена на Генри-Хаб упала и остается на низком уровне => ценовой разрыв с региональными ценами газа в Европе и Азии => оба региона рассматривались как премиальные рынки для СПГ США
 - Долговое финансирование освоения сланцевого газа в США => рост задолженности сланцевых компаний США в условиях «энергетического острова» =>
- Переориентация США с импорта на экспорт СПГ на премиальные рынки для погашения задолженности производителей сланцевого газа в условиях низких цен на газ на внутреннем рынке =>
 - Конверсия (=> экономия затрат и времени) приемных регаз.терминалов (ранее: для импорта СПГ) в заводы по сжижению (теперь: для экспорта СПГ)
 - Ключевой целевой рынок для СПГ США – АТР с ценообразованием на СПГ на основе нефтяной индексации (плюс пост-Фукусимская премия после 2011)
 - Третья очередь расширения Панамского канала (лето 2016) специально под СПГ-танкеры США для АТР (допустимый для проводки дедвейд СПГ-танкеров вырос втрое)
- **НО:** Новая экспортная СПГ стратегия США была разработана/запущена в реализацию в конце 2000-х/первой половине 2010-х, когда нефтяные цены стояли высоко (выше 100 долл./барр.)

Buyers seem to become cautious on the competitiveness of Henry Hub based LNG

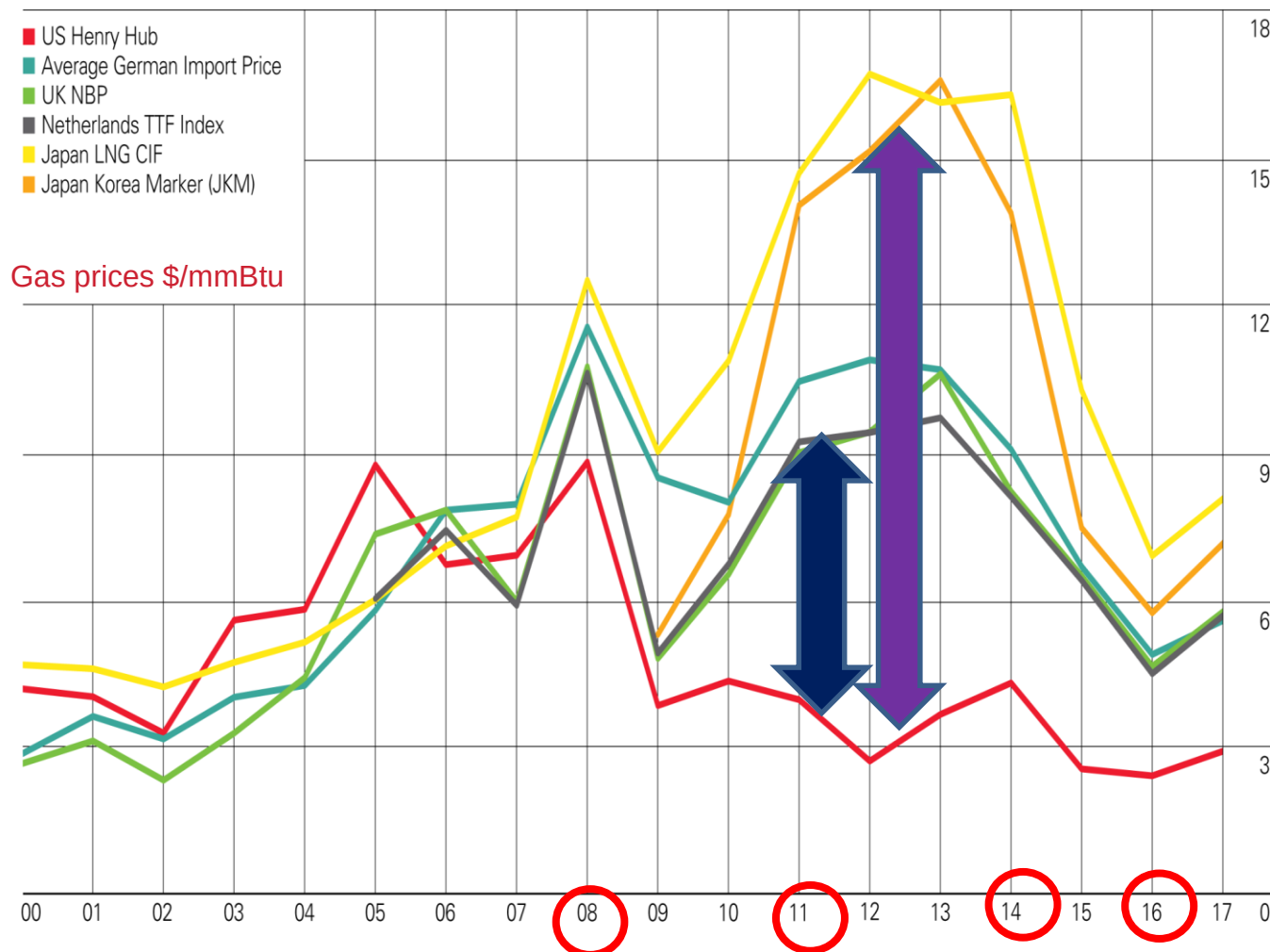
Medium-Term
Market Report
2015



- *Financing of projects with previously signed contracts is unproblematic*
- *Only one small contract (0.75 Mt/Y) was signed since oil peaked*

Source: Costanza Jacazio, Senior gas analyst, International Energy Agency. Gas: medium-Term Market Report 2015. Market Analysis and Forecast to 2020. – Presentation at The Center on Global Energy Policy, Columbia University, New York, NY, USA, 20.06.2016, <https://energywatch-inc.com/wp-content/uploads/2015/07/IEA-Medium-Term-Gas-Market-Report-Presentation.pdf>

Экономическая логика развития экспорта СПГ США: закупка сетевого газа на внутреннем рынке США по низким ценам «кост-плюс», сжижение на заводах в США и продажа СПГ в Азии по высоким ценам по «стоимости замещения» (с нефтяной индексацией)



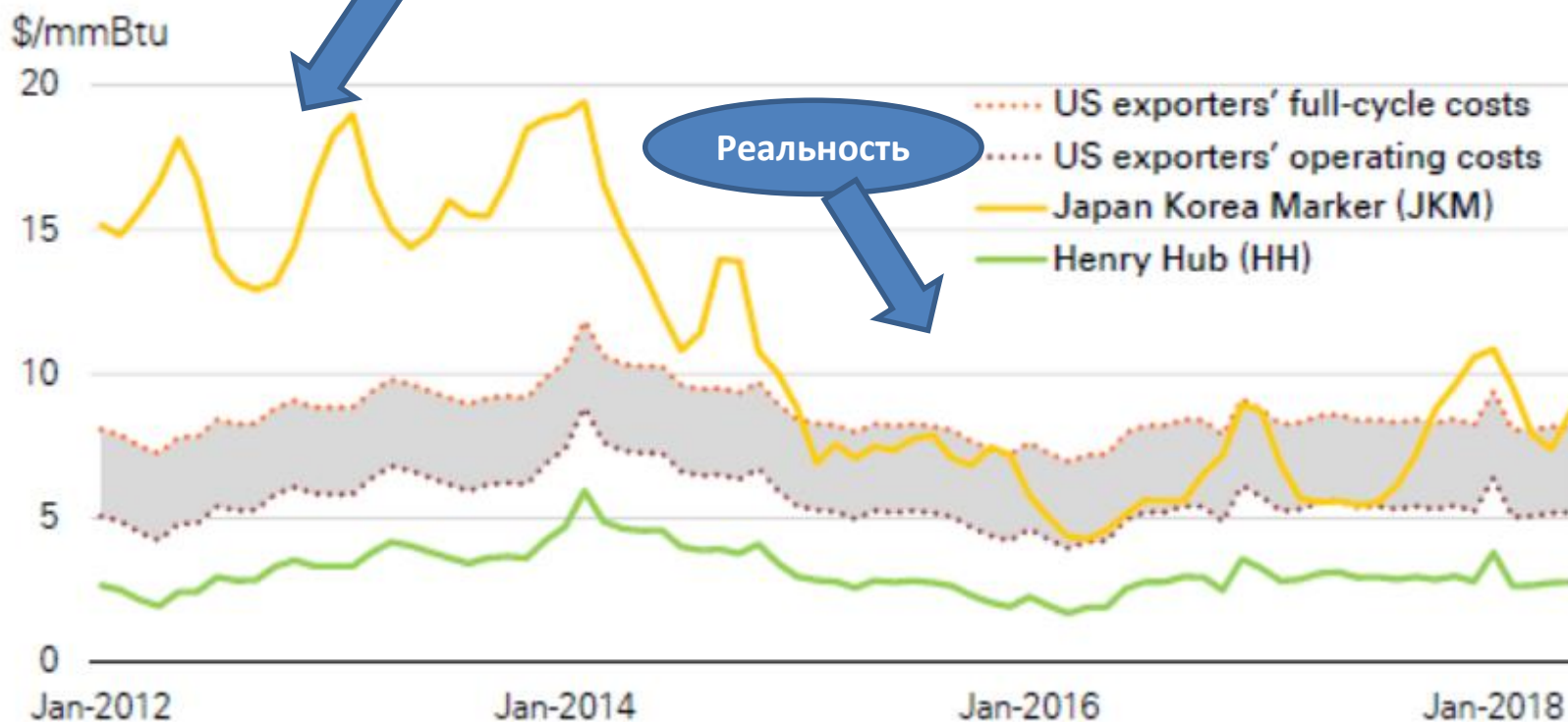
Источник: на основе BP Statistical Review of World Energy 2018, www.bp.com



US LNG exporters' costs and Asian spot prices

Ожидания

Реальность



* Operating costs = 115* Henry Hub + \$2/mmBtu (transport) ; Full costs also include liquefaction fee (\$3/mmBtu)

BP Statistical Review of World Energy

© BP p.l.c. 2018

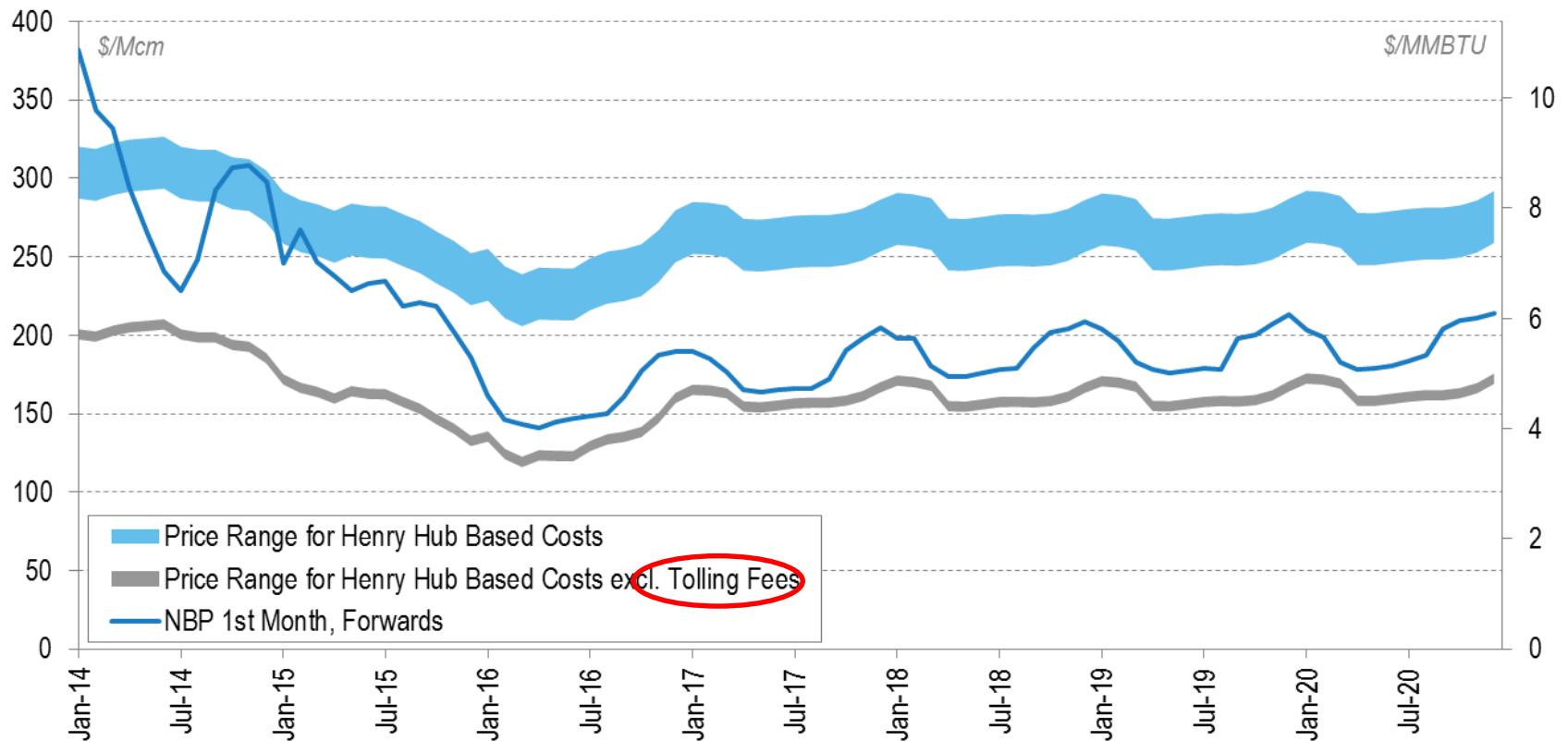
43

Источник: Spencer Dale (BP group chief economist). Energy in 2017: two steps forward, one step back (slide 43). // Moscow, 20 September 2018 (<http://oilandgasforum.ru/archive/?id=1138>); <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/chief-economist-analysis.html#analysis-natural-gas>

US Benchmark Prices are Poised to Rise Within a Year, Meaning Export Costs to Europe Will Also Gain

2016

Estimated Costs* of US LNG Deliveries to Europe in comparison with European Traded Forwards**



* Based on Henry Hub Forward Curve, $P = HH * 115\% + X$, where X – costs of liquefaction, shipping, regasification

** NBP Forward Curve

Source: Bloomberg, Wood McKenzie

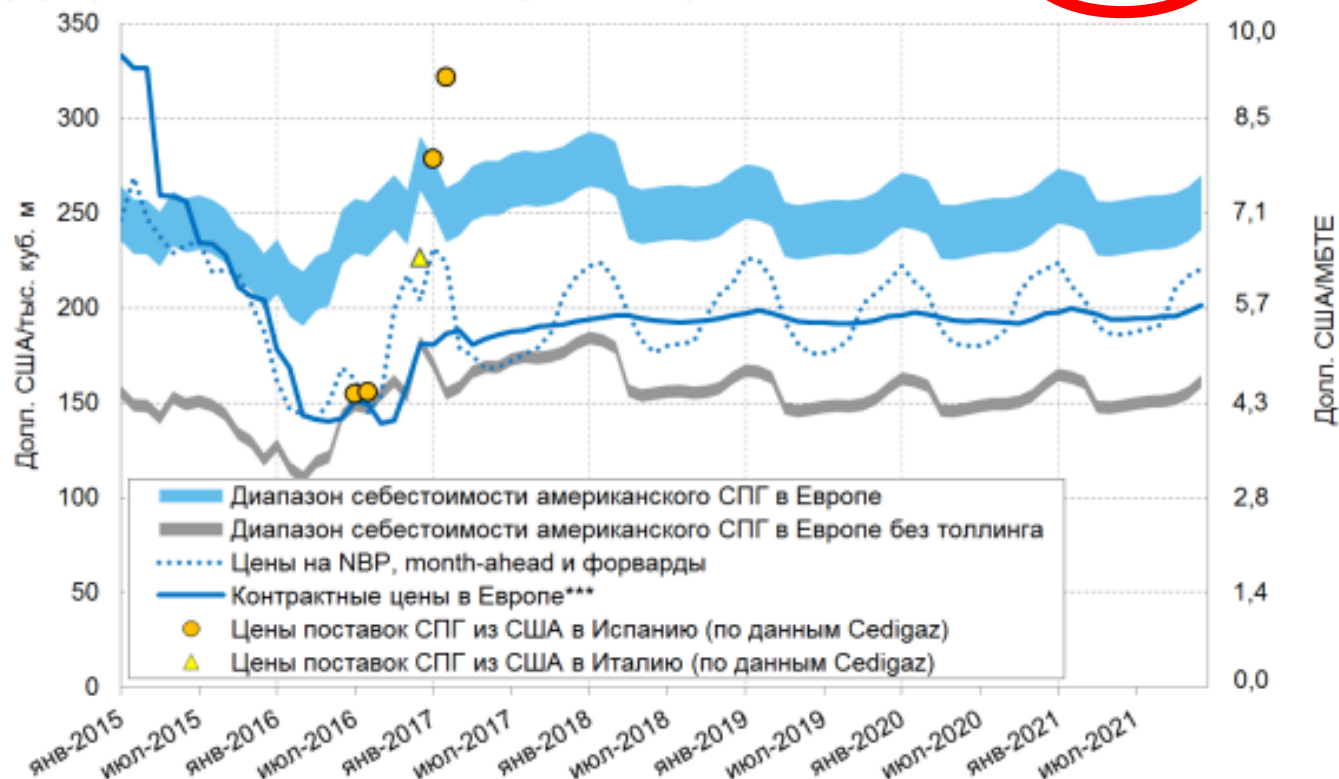
Source: S.Komlev. Gazprom on the European Market Problems and Solutions . ETCSEE2016, 15-16 June, 2016, Bucharest, Romania

НИЗКАЯ КОММЕРЧЕСКАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТАВОК СПГ ИЗ США В ЕВРОПУ

Оценка стоимости* поставок СПГ из США в Европу в сравнении с форвардными ценами** на газ на европейском рынке

2017

В текущих условиях цены форвардных контрактов на европейских торговых площадках не покрывают полных издержек будущих поставок СПГ из США с привязкой к ценам Henry Hub



* На основе форвардных цен Henry Hub, $P = HH * 115\% + X$, где X – затраты (сжижение, транспорт, регазификация)

** Форвардные цены на NBP

*** Исторические значения: цены российского газа с поставкой на границе Германии (по данным Всемирного Банка), прогнозные: на основе текущих форвардных цен Brent и TTF

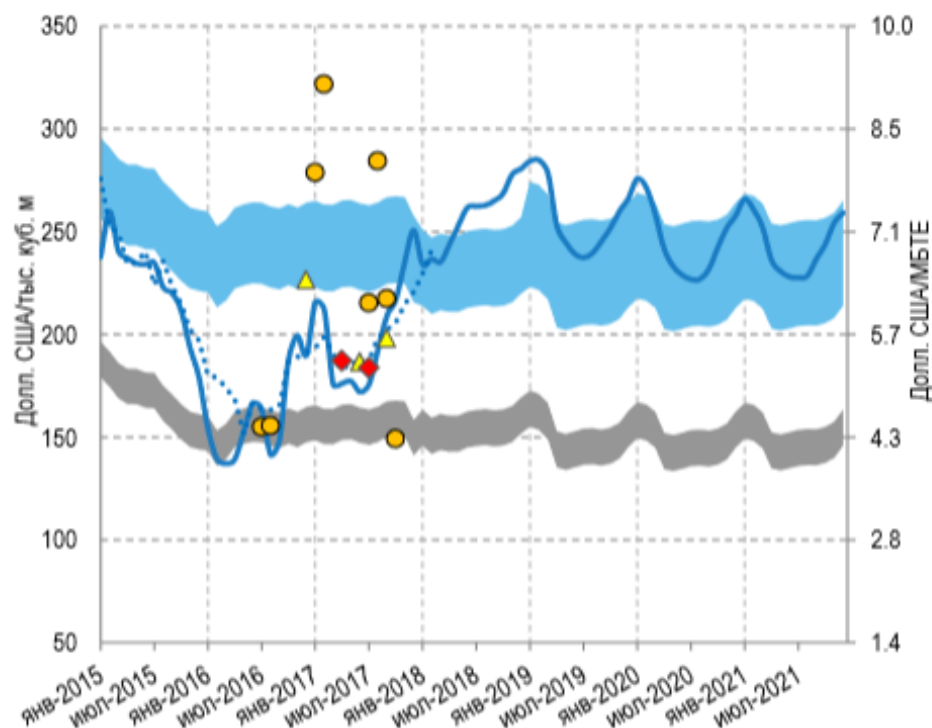
Источник: Bloomberg, Cheniere Energy, WoodMackenzie, Всемирный Банк

Источник: А.И. Медведев, Экспорт и повышение надежности поставок газа в Европу, пресс-конференция 6 июня 2017 г. (<http://www.gazprom.ru/f/posts/93/251838/presentation-press-conf-2017-06-06-ru.pdf>)

ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПОСТАВОК СПГ ИЗ США В ЕВРОПУ

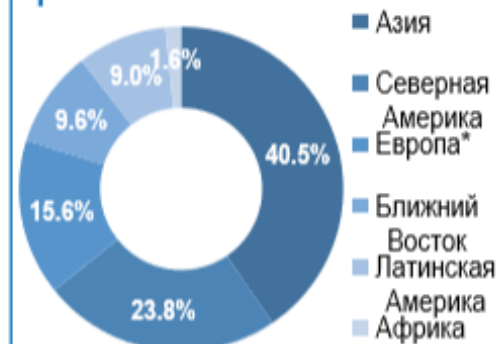
Динамика цен на газ в Европе и себестоимости* поставок СПГ из США в Европу

2018



* На основе форвардных цен Henry Hub, $P = HH * 115\% + X$, где X – затраты на сжижение, транспортировку, регазификацию
Источники: Bloomberg, Cedigaz, IHS

Поставки СПГ из США по регионам в 2017 г.

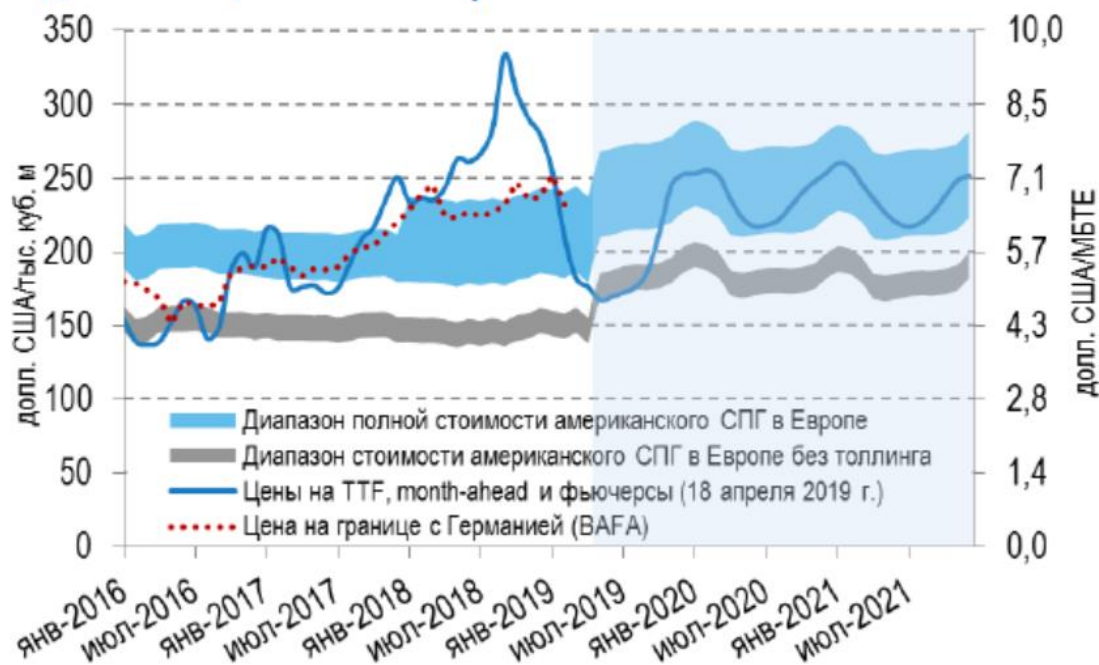


В 2017 г. уровень цен на европейских торговых площадках не покрывал полные издержки поставок СПГ из США, в результате чего большая их часть была направлена на другие рынки. В то же время, во второй половине 2018 г. отдельные поставки СПГ из США в Европу могут оказаться маргинальными даже с учетом полной стоимости.

Важно, что на конкурентоспособность этих поставок влияет не только маржинальность, но и соотношение цен СПГ с ценами трубопроводного газа на рынке.

* вкл. Литей

Динамика цен на газ в Европе и себестоимости* поставок СПГ из США в Европу



Котировки с поставкой на месяц вперед на торговой площадке TTF приблизились к нижней границе диапазона стоимости СПГ из США в Европе без толлинга, что, тем не менее, не оказало отрицательного влияния на поставки СПГ из США на фоне снижения привлекательности иных регионов (в первую очередь, АТР).

В среднесрочной перспективе форвардные кривые, согласно ожиданиям, будут находиться в диапазоне полной стоимости СПГ из США в Европе, приближаясь к нижней границе в летние месяцы, что означает рентабельность большей части поставок американского СПГ в Европу даже с учетом всех затрат.

* На основе форвардных цен Henry Hub, $P = HH * 115\% + X$, где X – затраты на сжижение, шиппинг, регазификацию
Источники: Bloomberg, IHS

Conclusion (From: **A.Konoplyanik. US LNG vs Russian pipeline gas in the EU: to get rid of the rival?** // Presentation at the **Free webinar “US LNG and European gas market”**, organized by Vostock Capital prior to “LNG 2017 Congress Russia”, Moscow-London, 26.10.2016)

- J.Henderson (OIES): “The potential of North American LNG is huge...”, but (*different authors*) **economics is poor when it is to be delivered to the EU**
- A.Konoplyanik: ...so whether US LNG can be competitive in Europe based on free market forces without administrative support to US LNG from the opponents of Russian gas in the EU? Maybe (one of) the real reason(s) of current campaign against Russian gas in the EU is **to create administratively competitive advantages for US LNG aimed at getting rid of Russian gas as its rival in the EU?**

Добавлю: убрать конкурента (с более дешевым газом) и тем самым повысить цены на газ в Европе (для своих экспортеров)

Многовекторные ответы США в поддержку своего СПГ и для ослабления конкурентов в энергетике и за ее пределами: последовательная линия

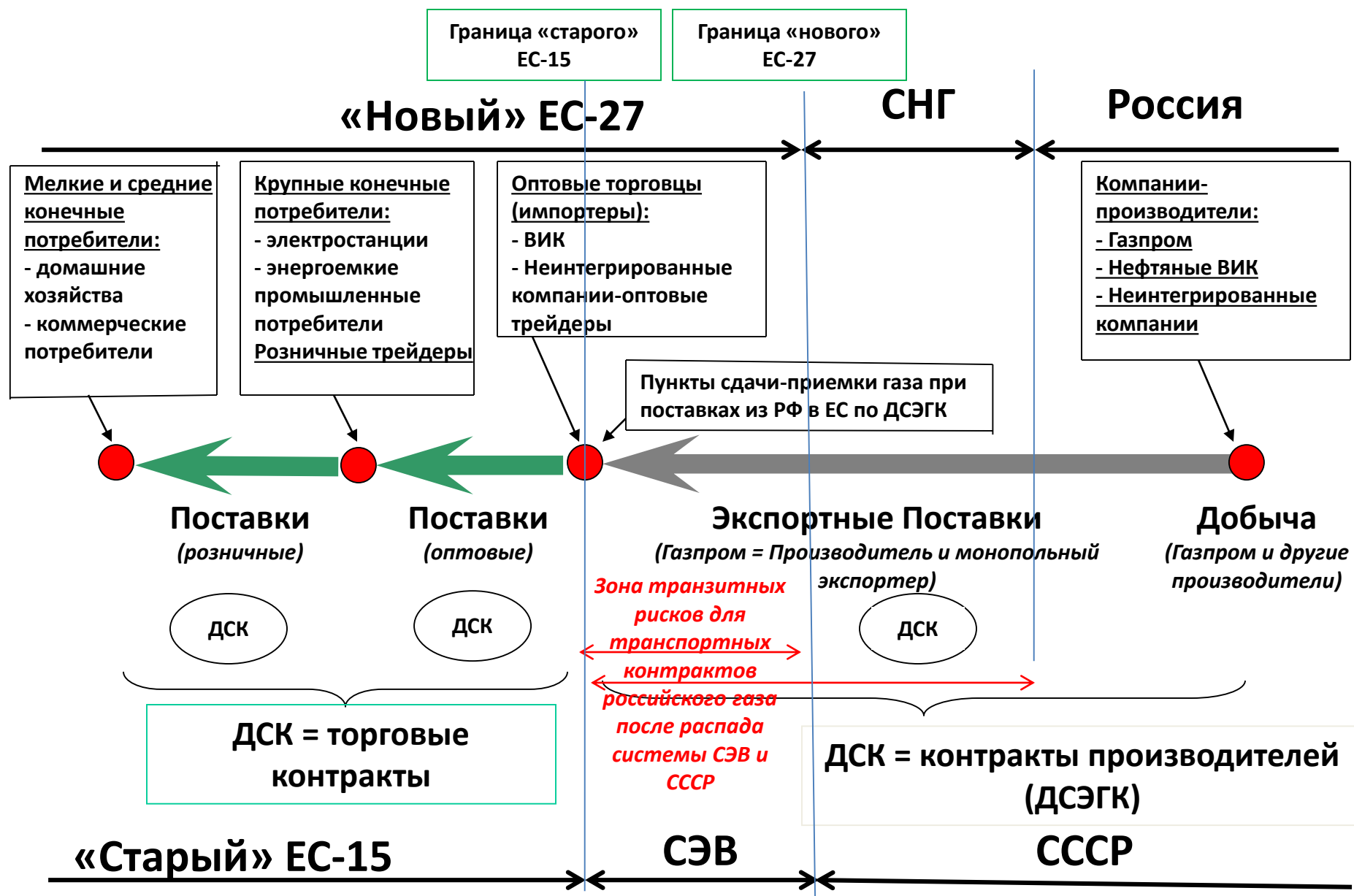
- Quo Vadis Евросоюза: барьеры для России – открытие рынка ЕС для СПГ США
 - 5 сценарных барьеров для российского газа
 - «Инициатива трех морей» => проект «Междуморье» (Пилсудский) => «линия Керзона»
- Американские антироссийские санкции: в защиту Украины или в поддержку США?
 - Закон США №115-44 от 02.08.2017 «Противодействие противникам США посредством закона о санкциях»
 - 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?
- 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 Андерса Фог Расмуссена? (2001-09: Премьер-Министр Дании, 2009-14: Ген.секретарь НАТО, с мая 2016: Советник Президента Украины)
- 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 росс.ЭР много больше
- 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
- Американские сенаторы в поддержку Европы. Или США?
 - «Акт о европейской энергобезопасности и диверсификации» (10.08.2018) => 1 млрд.доллл.США на стр-во инфраструктуры в ЕС
- СПГ США для Европы или польские (PG) контракты для американского СПГ (17.10.2018+)?
- Меркель – Трамп: СПГ США для Германии (октябрь+ 2018)
- 14.05.2019: новый санкционный законопроект США против «Северного потока-2»

См. А.Конопляник. Серия из четырех статей (СПГ США vs российский трубопроводный газ в Европе) в «Нефтегазовой Вертикали»: (1) НГВ №23-24/2018, (2) НГВ №1-2/2019, (3) НГВ №3-4/2019, (4) НГВ №5/2019 и др.

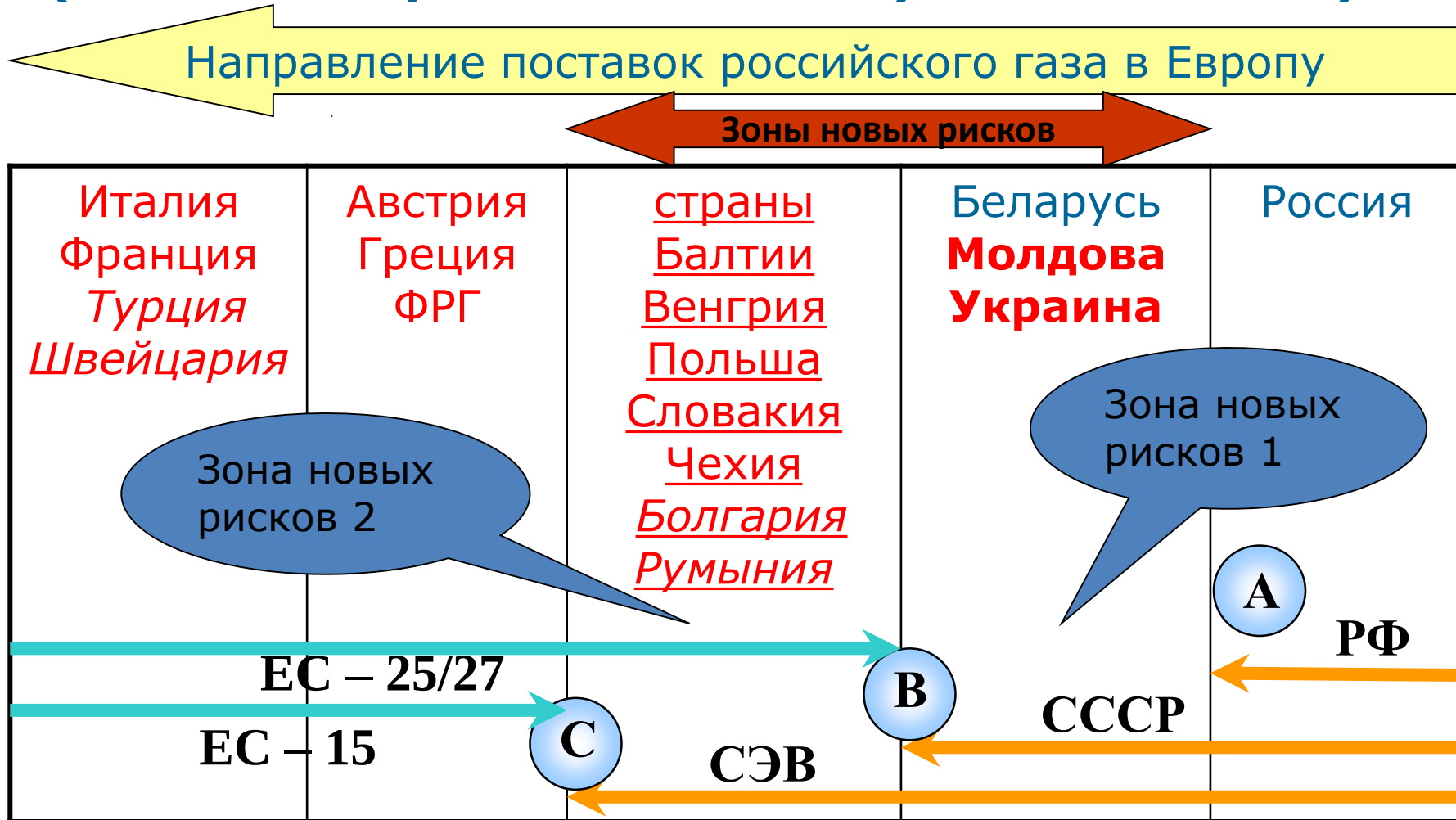
Содержание

- Декарбонизация ЕС и монетизация российского газа: возможно ли совмещение интересов?
- Три этапа возможного участия российского газа в декарбонизации ЕС («трехходовка Аксютина»)
 - Черноморско-дунайский анклав для российского мтСПГ как элемент структурной декарбонизации ЕС
 - Технологическая декарбонизация: две или три доминантных технологии получения водорода?
 - Российское окно возможностей в рамках глубокой технологической декарбонизации
- **Препятствия и возможные пути их преодоления:**
 - Регулирование ЕС
 - СПГ США
 - **Украинский транзит**

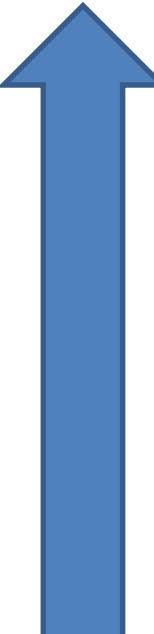
Исторически сложившаяся контрактная структура сегодняшней трансграничной производственно-сбытовой цепи газоснабжения Россия - ЕС



Экспорт российского газа в Европу: изменения после распада СССР и СЭВ (зоны новых рисков для действующих поставок)



Страны (кроме СНГ), не входящие в ЕС - *курсив*; Новые государства ЕС: присоединившиеся с 01.05.2004 – подчеркнуто, с 01.01.2007 – курсив и подчеркнуто; страны СНГ – члены Договора об Энергетическом Сообществе ЕС-ЮВЕ (жирн.); А, В, С – пункты изменения права собственности на российский газ и/или трубопровод на пути в Европу; **красным цветом** - зона применения энергетического законодательства ЕС



Направление
логической цепи
роста транзитных
рисков – движение
«снизу-вверх»:

*название транзитной
страны является
последним элементом
в цепочке значимых
факторов
транзитных
рисков*

**Полити-
ческий**

компонент:
изменения

в отношениях между
транзитными странами и их
соседями, которые могут
привести к прерыванию поставок
через страну транзита

Технический компонент: поддержание
надежного инженерного состояния транзитной
системы для технического обеспечения
стабильности и бесперебойности
(безаварийности) транзита

Правовой (суверенное право независимой страны),
регуляторный (адекватность правового режима транзита для
выполнения обязательств по поставкам по ДСЭГК между третьими
странами), и **контрактный** компонент (исключить появление
проблемы «контрактного несоответствия»)

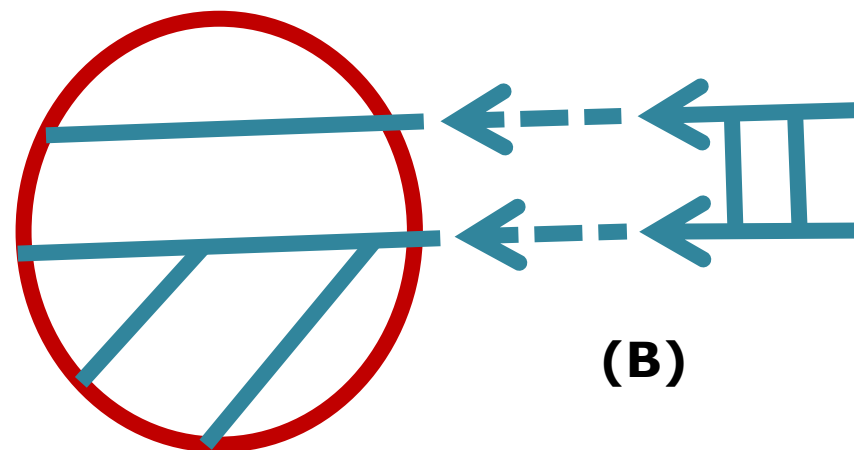
**Представление автора
о пирамиде (природе
и трех основных
составляющих)
транзитных рисков в
трансграничных
газопроводных
системах**

Россия-ЕС: общий интерес и механизм минимизации транзитных рисков

- В период до распада СЭВ/СССР:
 - Пункты сдачи-приемки (ПСП) - на границе СЭВ-ЕС, фактически отсутствует «транзит» (в классическом юридическом понимании) через страны СЭВ (ограниченный их суверенитет в рамках СЭВ/МСС), поскольку страна добычи газа/экспортер имеет полный операционный контроль над производственно-сбытовой газовой цепочкой от устья скважины (в СССР) до ПСП (на западной границе СЭВ)
- После распада СЭВ/СССР:
 - Появление новых суверенных независимых государств между страной-производителем/экспортером газа (РФ) и странами-импортерами (ЕС) => производитель утратил контроль над транзитной частью газовой цепочки => появление феномена «транзитных рисков»
 - Диверсификация как механизм минимизации транзитных рисков для экспортера и импортера, НО:
 - Для импортера: множественность источников поставки, **путей доставки** (+ поставщиков)
 - Для экспортера: множественность рынков, **путей доставки** (+ покупателей)
 - => диверсификация путей (маршрутов) = общий интерес для производителя/экспортера и импортера => полностью исключить транзит ИЛИ альтернативные (обходные) трубопроводы

(А) Схема Московского метро – иллюстративный пример радиально-кольцевой системы;

(В) упрощенная иллюстративная схематическая версия системы газовых поставок из РФ в ЕС до 2019 г. (радиальная*) и после 2019 г. (радиально-кольцевая**)

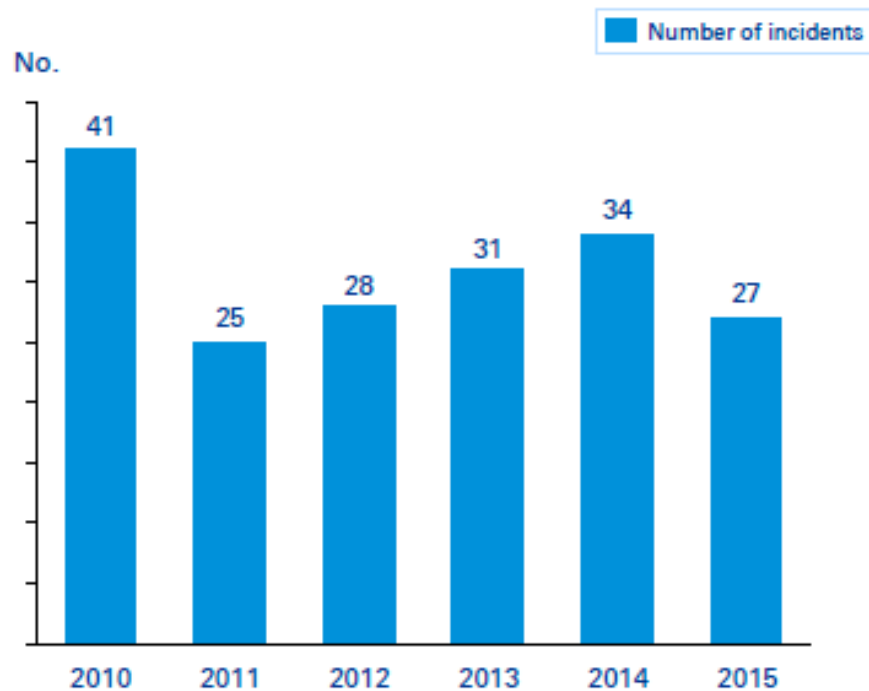


(*) радиальная = голубой
(**) радиально-кольцевая = голубой +
красный

«Эффект матрицы» для российской экспортной газовой стратегии в Европу - поставки на «разделенный» (unbundled) рынок ЕС: (1) Надым-Пур-Таз vs Ямал, (2) Риски и затраты Украинского транзита пост-2019 вырастут => (3) модернизация старых или создание новых маршрутов доставки? (сугубо технико-экономическая сопоставительная задача)



There was a slight improvement in 2011, but since then the number of incidents has been increasing

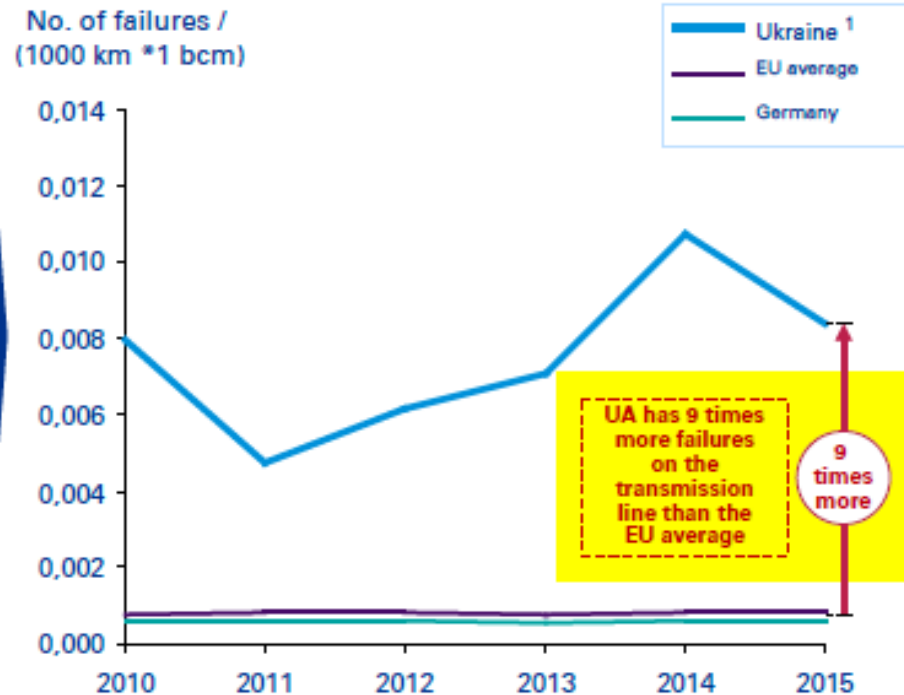


KPMG calculation methodology for failure index (No. of failures/(1000 km *1 bcm)):

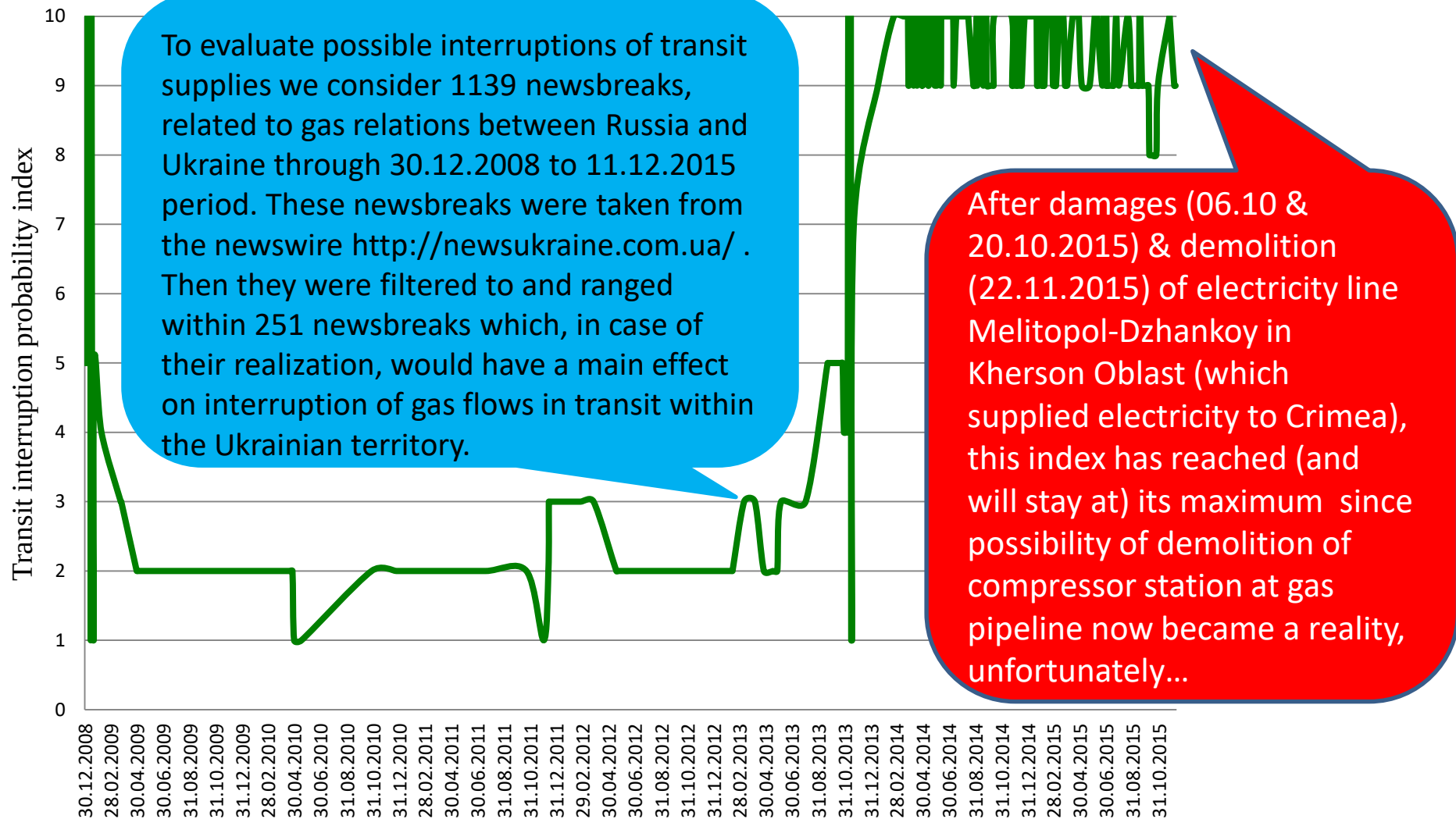
- (1) Ukraine: Calculated on the basis of number of failures (published by Ukrtransgaz, 2015) and 38.5 th km long transmission system and sum of transit and net imports from Russia were taken into account.
- (2) EU average: Number of incidents per 1000 km from EGIG 2015 report and quantity of imports from Eurostat Statistical Dashboard.
- (3) Germany: Number of incidents per 1000 km from DVGW 2011-2015 statement and quantity of imports from Eurostat Statistical Dashboard.

Source: Ukrtransgaz Publication on Incidents on the transmission system („У 2015 році кількість відмов на магістральних газопроводах України зменшилась на 21%“ Published on 2016.06.15), 9th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group on period 1970 – 2013 (2015); Sicherheit von Gasfernleitungen – das Technische Regelwerk im Licht der aktuellen Rechtsprechung (2011; 2013; 2015)

Compared to the international benchmark, Ukraine has the most failures per 1000 km times natural gas throughput



Ukraine: “transit interruption probability” index (2009–2015)



Calculated by M.Larionova, Russian Gubkin State Oil & Gas University, Chair “International Oil & Gas Business”, Master’s programme 2013-2015, on methodology, jointly developed with A.Konoplyanik, based on principles of credit ratings evaluation by major international credit agencies

Сравнение протяженности и ряда других параметров российских экспортных газовых маршрутов в Германию (в ЕС)

	Yamal-Greifswald	NPTR-UA-Waidhaus
Pressure, bars	120/90	75/55
Distance between CS, km	240	120
Inner coating	Yes	No
Efficiency GCU	Twice high	18-25%
Gas-compressor units capacity, MWt	32, 25	12, 16 (new/UA)

Compiled from public sources, incl.: С.Правосудов. Почему Газпром не доверяет украинской трубопроводной системе. // «НГ-Энергия», 16.01.2018

	Yamal – Germany routes	km
①	Yamal – Greifswald:	4166
	Yamal – Ust-Luga (within RF)	2977
②	Ust-Luga – Greifswald	1189
	Yamal – NPTR – UA - Waidhaus:	6051
	Yamal – Sudja (within RF)	3987
	Sudja – Waidhaus	2064



После Второго энергопакета ЕС поставки в любую страну ЕС = поставки в ЕС!!!

Протяженность маршрута с Ямала через «Северный Поток» на 1885 км короче, чем через Надым-Пур-Таз (НПТ) и Украину, в т.ч. протяженность участка на территории РФ короче на 1010 км. Маршрут с Ямала через НПТ и Украину на 45% длиннее, чем через «Северный поток».

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.**

Резервные слайды

- **Парижское соглашение по климату (COP-21)** — соглашение в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, регулирующее меры по снижению выбросов парниковых газов в атмосферу с 2020 года:
 - - подготовлено взамен Киотскому протоколу,
 - - принято консенсусом в ходе Конференции в Париже 12 декабря 2015 года,
 - - подписано 22 апреля 2016 года,
 - - вступило в силу 04 ноября 2016 г. (55+ стран и 55+% суммарной эмиссии CO₂)
 - - РФ поддерживает COP-21 и рассматривает вопрос о его ратификации
- Цель соглашения (статья 2): *«активизировать осуществление»* Рамочной конвенции ООН по изменению климата, в частности, удержать рост глобальной средней температуры **«намного ниже» 2 °C** и *«приложить усилия»* для ограничения роста температуры величиной 1,5 °C
- - (COP-24 – декабрь 2018, Катовице. Польша).

Парижское соглашение и новые пределы роста (МЭА/МГЭИК)

- **МЭА (2012)/МГЭИК (2014):** накопленный будущий объем выбросов CO₂ от освоения текущих доказанных извлекаемых запасов (ТДИЗ) 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
 - *- почему основная дискуссия вокруг газа (росс. газа в ЕС)?*
- **ИЛИ:** чтобы удержать глобальное потепление в пределах 2°C без широкомасштабного применения технологий улавливания, использования и хранения CO₂ (**), **не удастся использовать больше 1/3 (МЭА) - 1/3-1/4 (МГЭИК) мировых ТДИЗ НВЭР до 2050**

(*) в рамках технологических цепочек от добычи до конечного потребления каждого НВЭР (уголь, жидкое топливо, газ) в каждой энергетической/неэнергетической сфере их использования;

(**) CCUS (carbon capture, utilisation & storage/sequestration)