Основные вопросы устойчивого энергетического развития

Хольгер Рогнер

Международный институт прикладного системного анализа (IIASA)

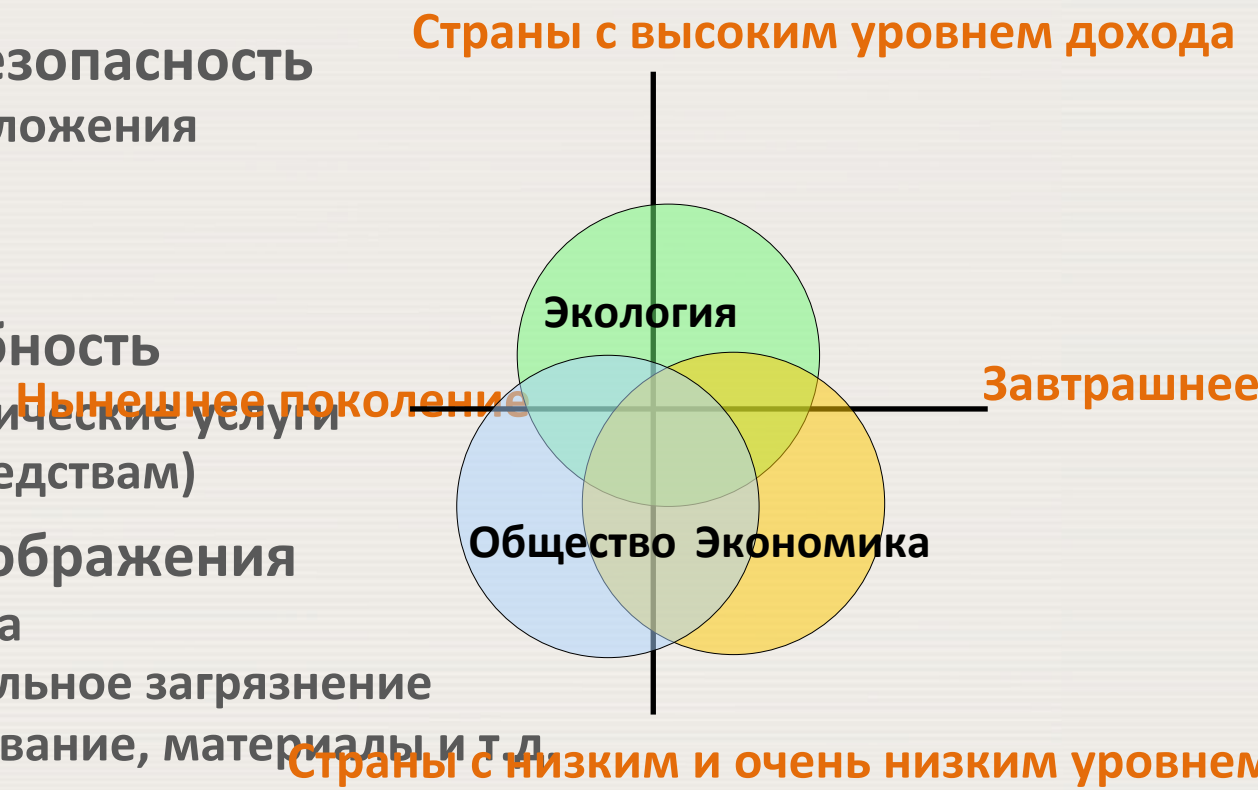
Королевский технологический институт (KTH), Стокгольм

Центрально-Азиатское региональное экономическое сотрудничество - Координационный комитет энергетического сектора (ЦАРЭС ККЭС) Обучение прогнозированию

1-3 июня 2018 года, Манила, Филиппины

Энергетическая трилемма

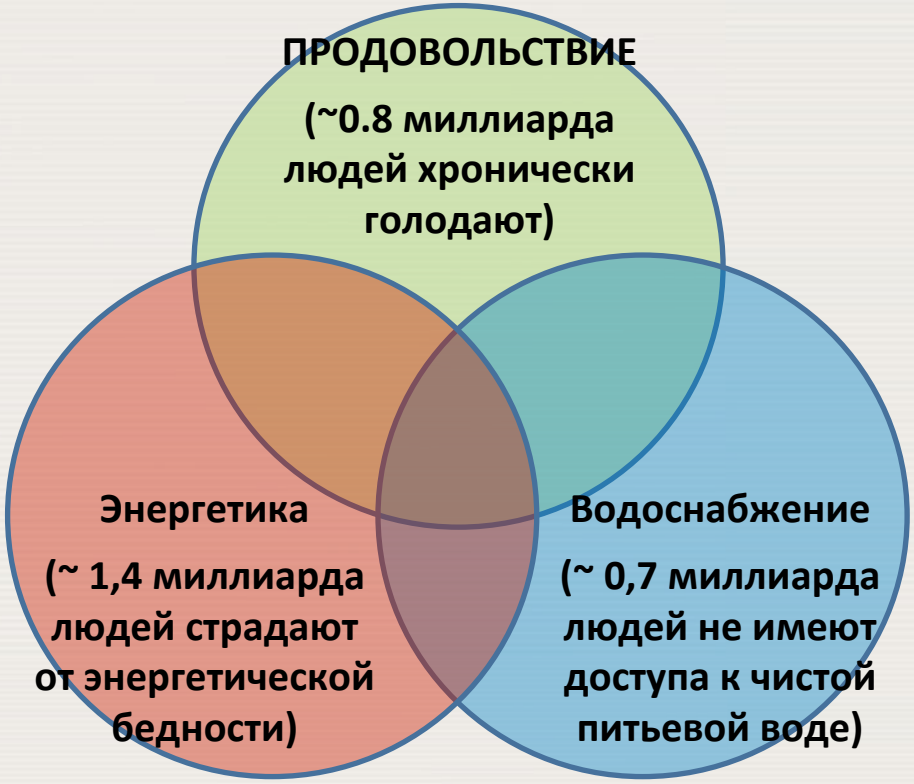
- **Энергетическая безопасность**
  - Безопасность предложения
  - Надежность
  - Доступ
- **Конкурентоспособность**
  - Затраты на энергетические услуги
  - Доступность (по средствам)
- **Экологические соображения**
  - Изменение климата
  - Местное и региональное загрязнение
  - Вода, землепользование, материалы и т.д.



1. Все эти факторы (и многое другое) определяют устойчивость конкретной технологии, топлива или инфраструктуры (на основе жизненного цикла)!
2. Лица, принимающие решения, постоянно сталкиваются с компромиссами между ними

Но энергия - это только одна проблема устойчивого развития….

- Энергетика, вода и землепользование (продукты питания) тесно взаимосвязаны
- Все влияет на климат и подвержено влиянию климата
- Поэтому вопросы, связанные с водой, энергетикой или землепользованием, не могут рассматриваться изолированно - только в комплексе с явно изученными компромиссами
- Тем не менее, большая часть вопросов в области планирования, принятия решений и политики происходят в отдельных и оторванных институциональных учреждениях

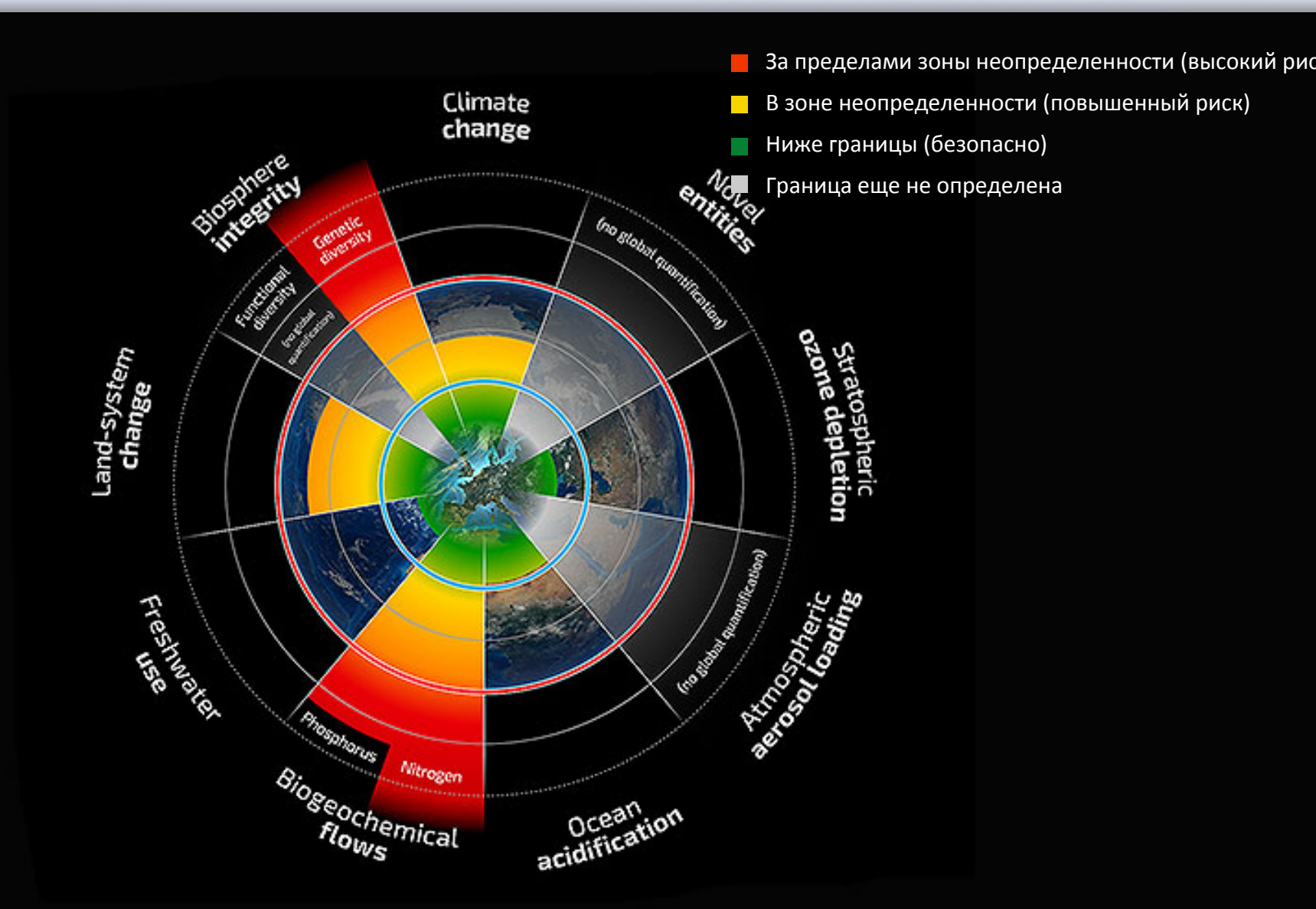


Источник: Sharif, 2017

Повестка устойчивого развития на 2030 год

- Чистые и доступные энергетические услуги - это предпосылка для реализации практически всех 17 ЦУР - но прогресс в области энергетики происходит в ущерб другим целям и задачам - это вызов (и наоборот)

Планетарные границы

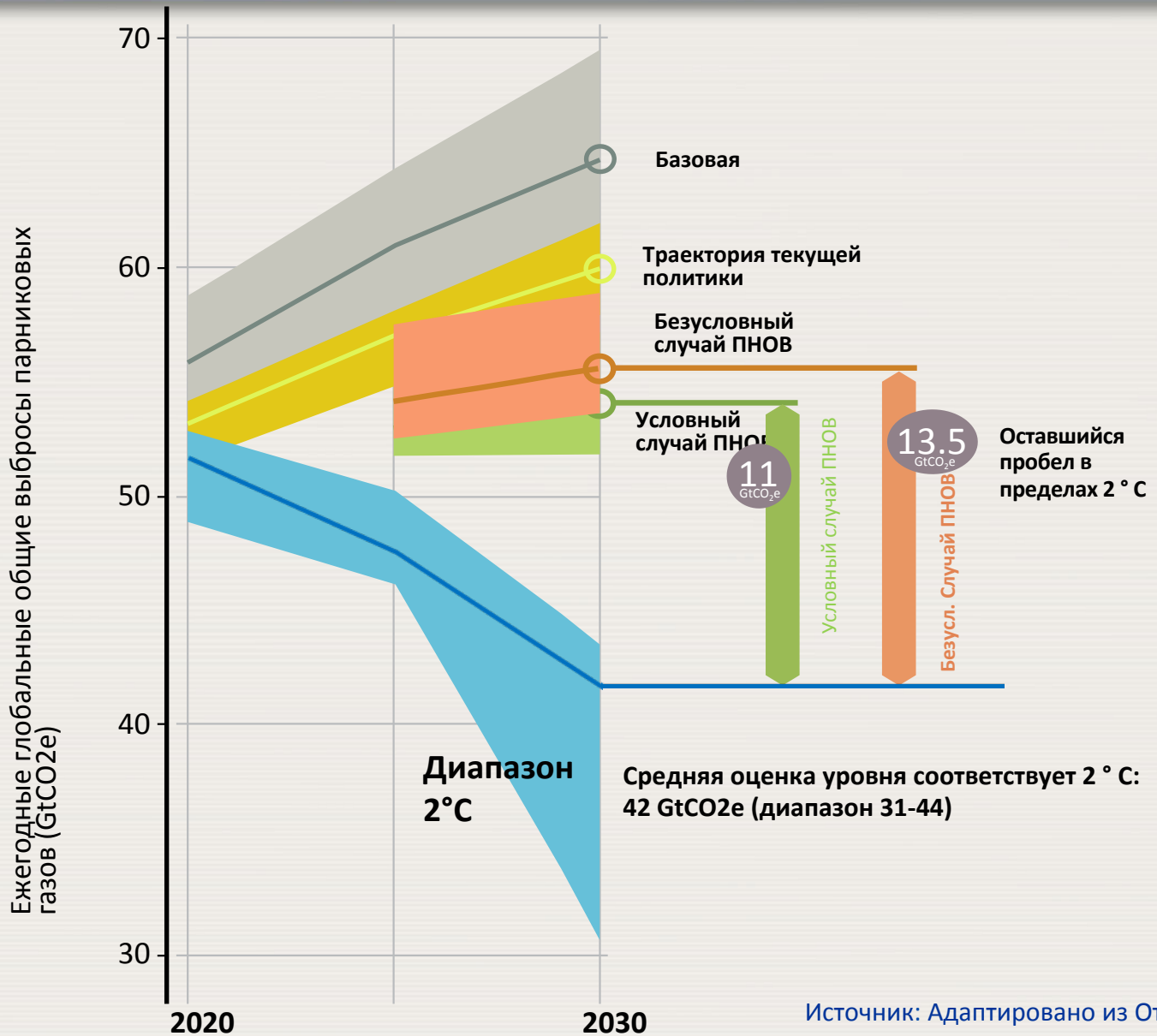


Источник: J Rockström, 2016 год

Риск дестабилизации климата - мир находится на стадии потепления

- Парижское соглашение (ПС)
- Предотвращение «опасного» антропогенного вмешательства в климатическую систему
  - Сегодня принято ограничивать глобальное повышение температуры ниже 2°C
  - Глобальные выбросы должны были достигнуть пика в течение нескольких лет
- Окно для действия быстро закрывается
- Национально определяемые вклады (НОВ) являются средством достижения целей в области климата
- В рамках ПС каждая страна представляет национальный план, то есть НОВ, о том как она будет заниматься выбросами своих парниковых газов
- Что мы видели до сегодняшнего дня, что НОВ являются обязательными, но не строгими или достаточными для достижения цели в области климата

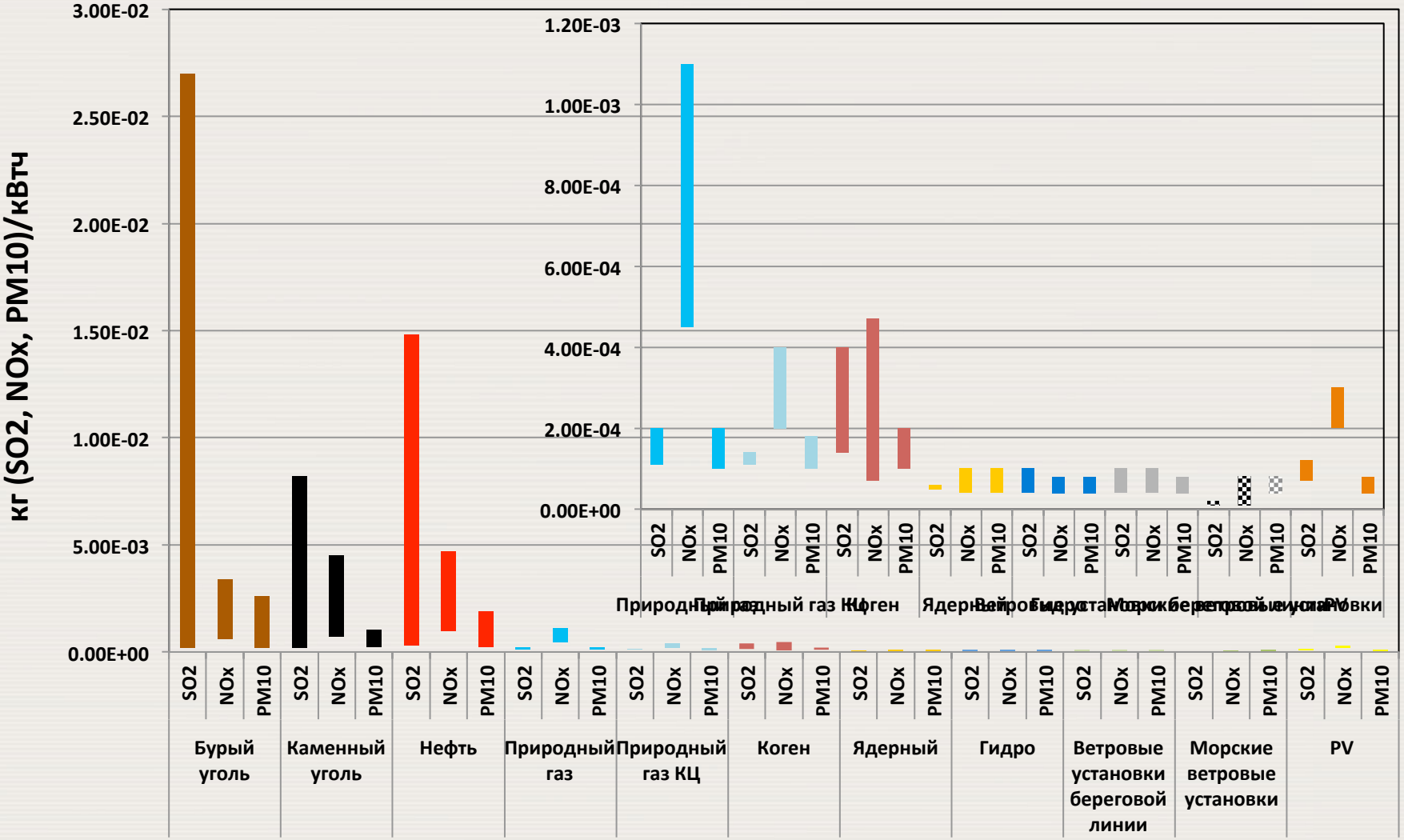
Отчет о пробелах в выбросах 2015/6



Источник: Адаптировано из Отчета о пробелах в выбросах 2015 -

Загрязнение воздуха

Загрязнение воздуха от отдельных электрических цепей

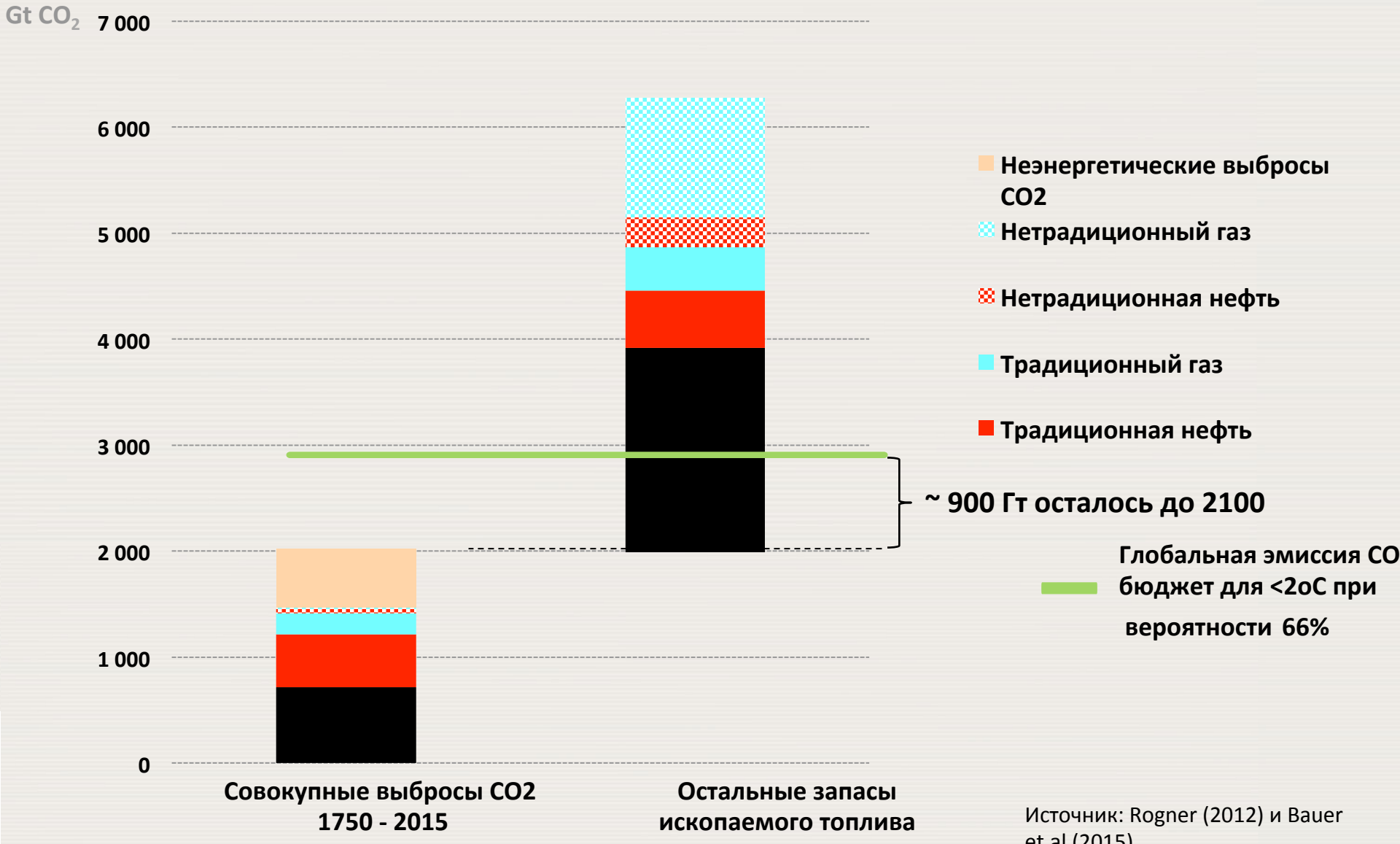


Источник: Адоптировано от Агентства по ядерной энергии (2007)

Ключевые вопросы (неполный список)

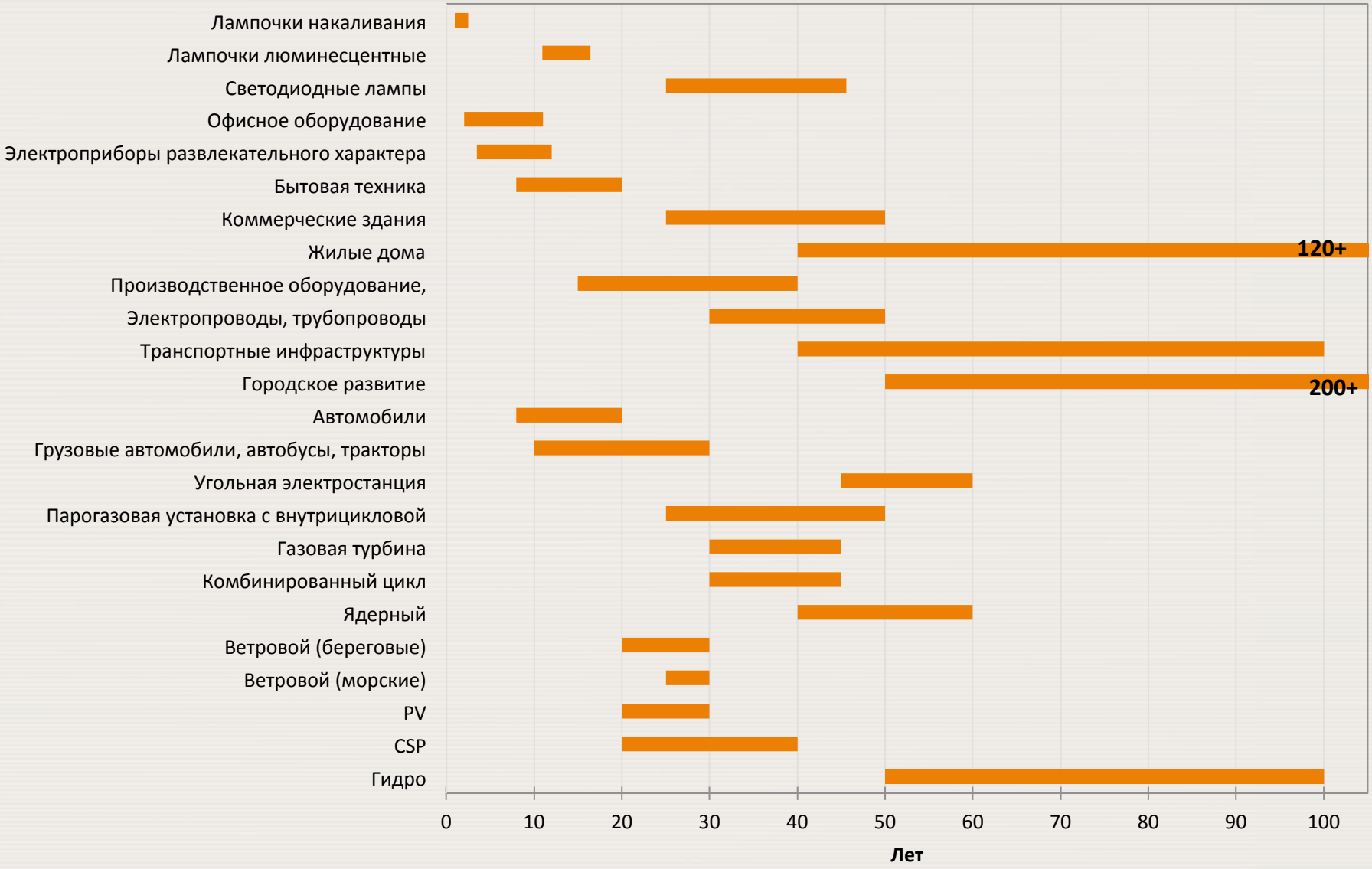
- Вопрос 1: По прежнему достаточный объем ископаемого топлива
  - зачастую доступны для стран с низким и очень низким доходом
  - субсидированный
- Вопрос 2: Долговечность энергетических инфраструктур
- Вопрос 3: Политика часто является технологически предписывающей, а не нейтральной по отношению к технологии и ориентированной на производительность
  - Одно решение не универсально
  - Все страны различны
- Цены не отражают полные социальные издержки
- Вопрос 3: Финансы – «ахиллесова пята» системной трансформации
  - Финансовые потоки согласуются с путями к низким выбросам парниковых газов и развитию устойчивого противодействия к изменению климату (адаптации)
- Вопрос 4: Адаптация и справедливое распределение бремени
- Вопрос 5: Международный консенсус, уверенность и доверие

Запасы ископаемых, содержание углерода и бюджет выбросов

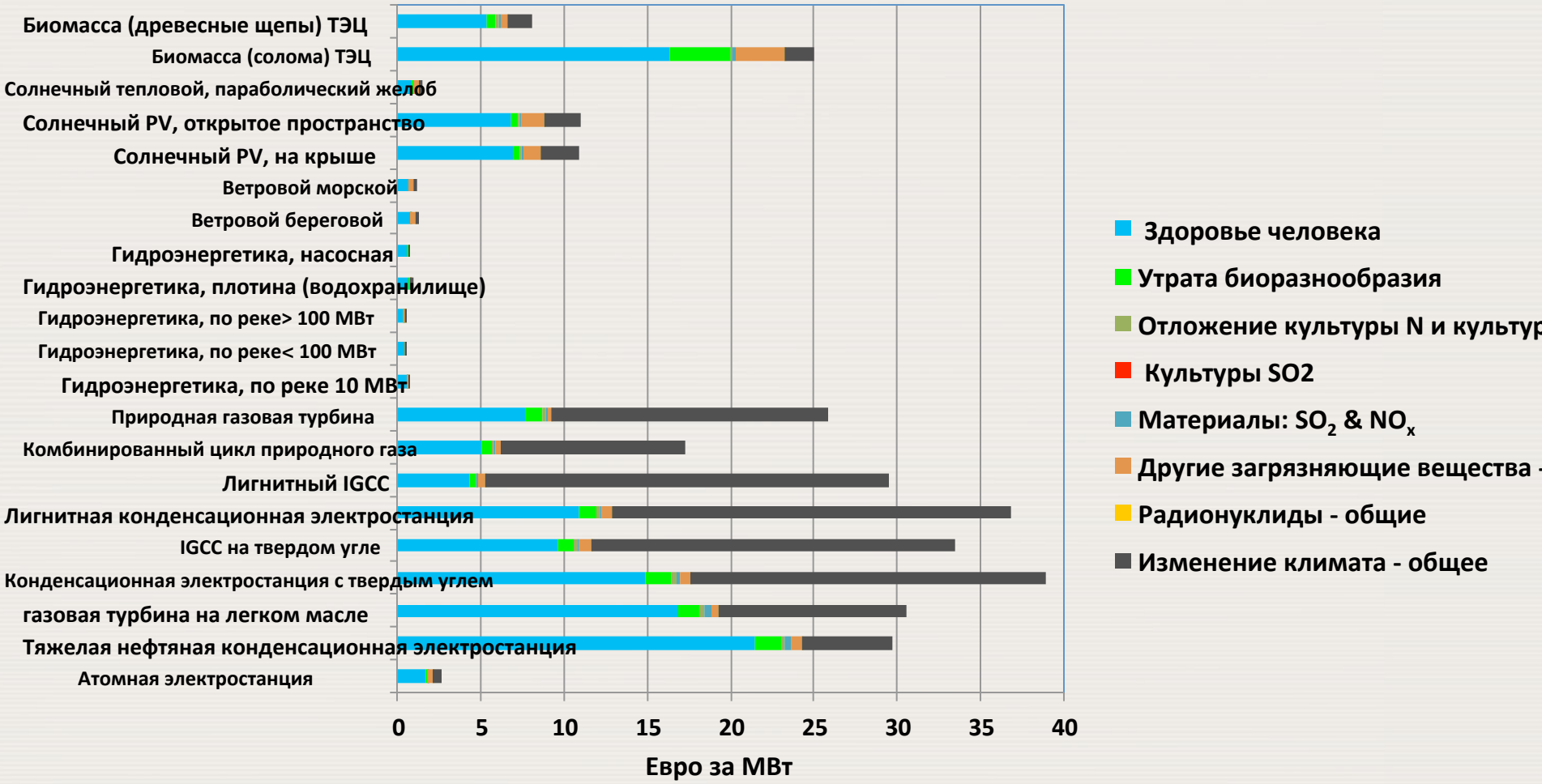


Источник: Rogner (2012) и Bauer et.al (2015)

Долговечность энергетических технологий и инфраструктур

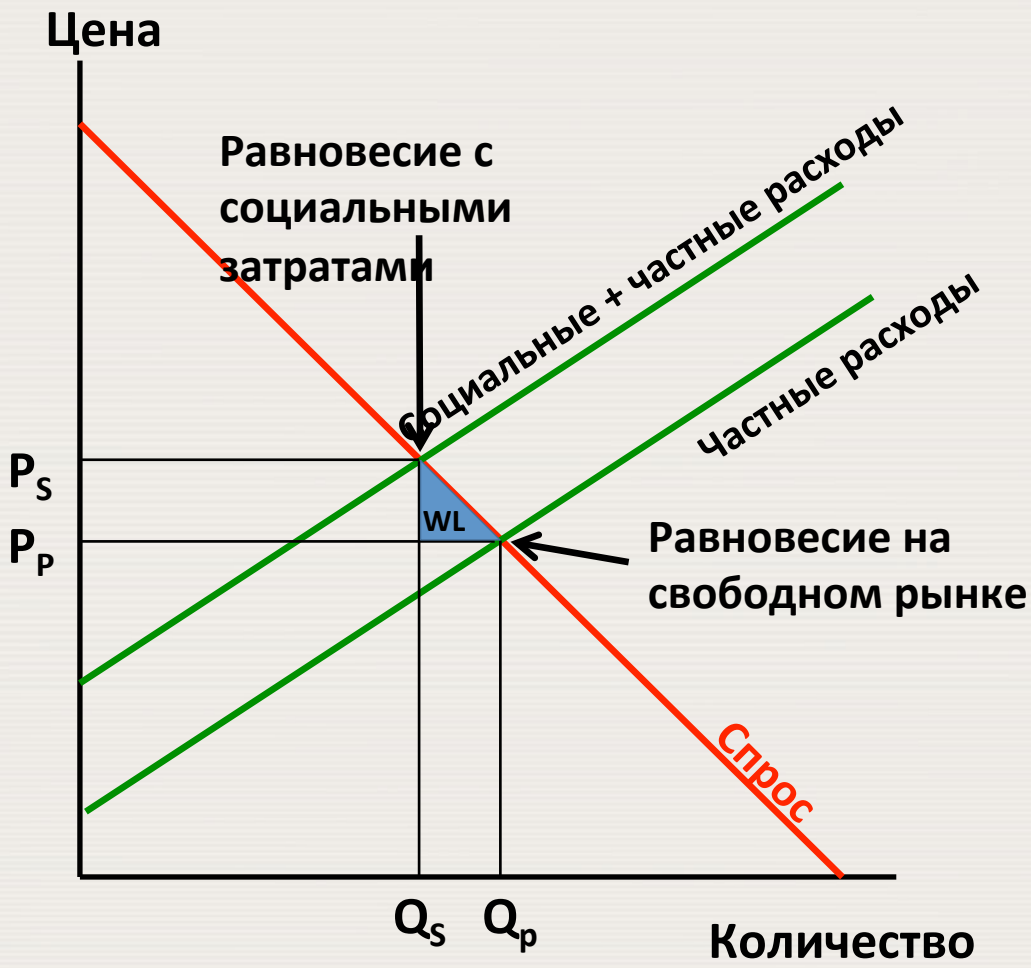


Внешние явления - выработка электроэнергии



Источник: Проект EC CASES (Markandya et al., 2011)

Современные проблемы: Внешние факторы



Что из себя представляют внешние факторы?

Стоимость или выгода, которая является «внешней» для транзакции...

Любые примеры?

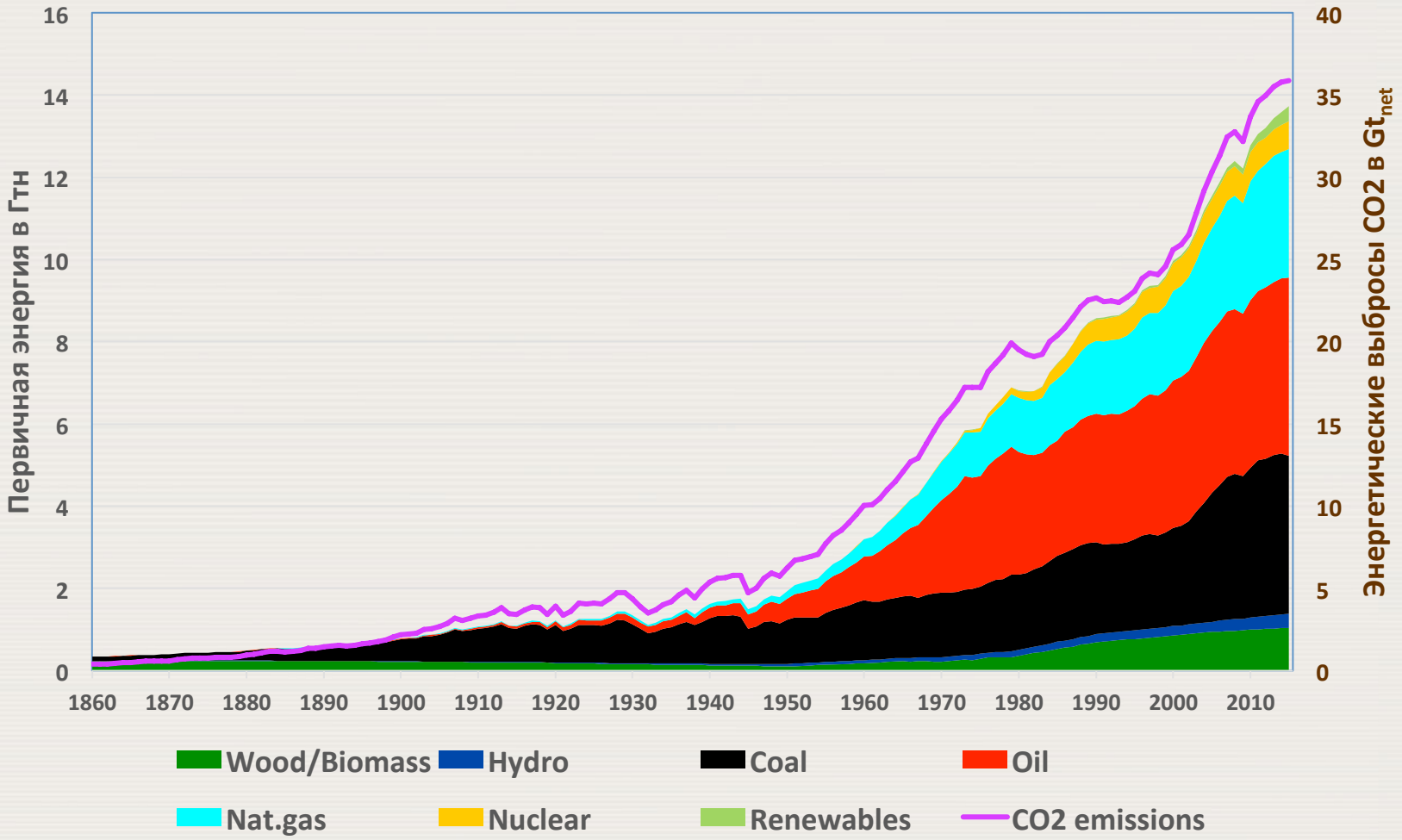
Хорошо, мы наносим вред окружающей среде ... сколько вы готовы заплатить за это:

- избежать ущерба?
- устранить ущерб?
- жить с нанесенным вредом?

Преобразование энергетической системы

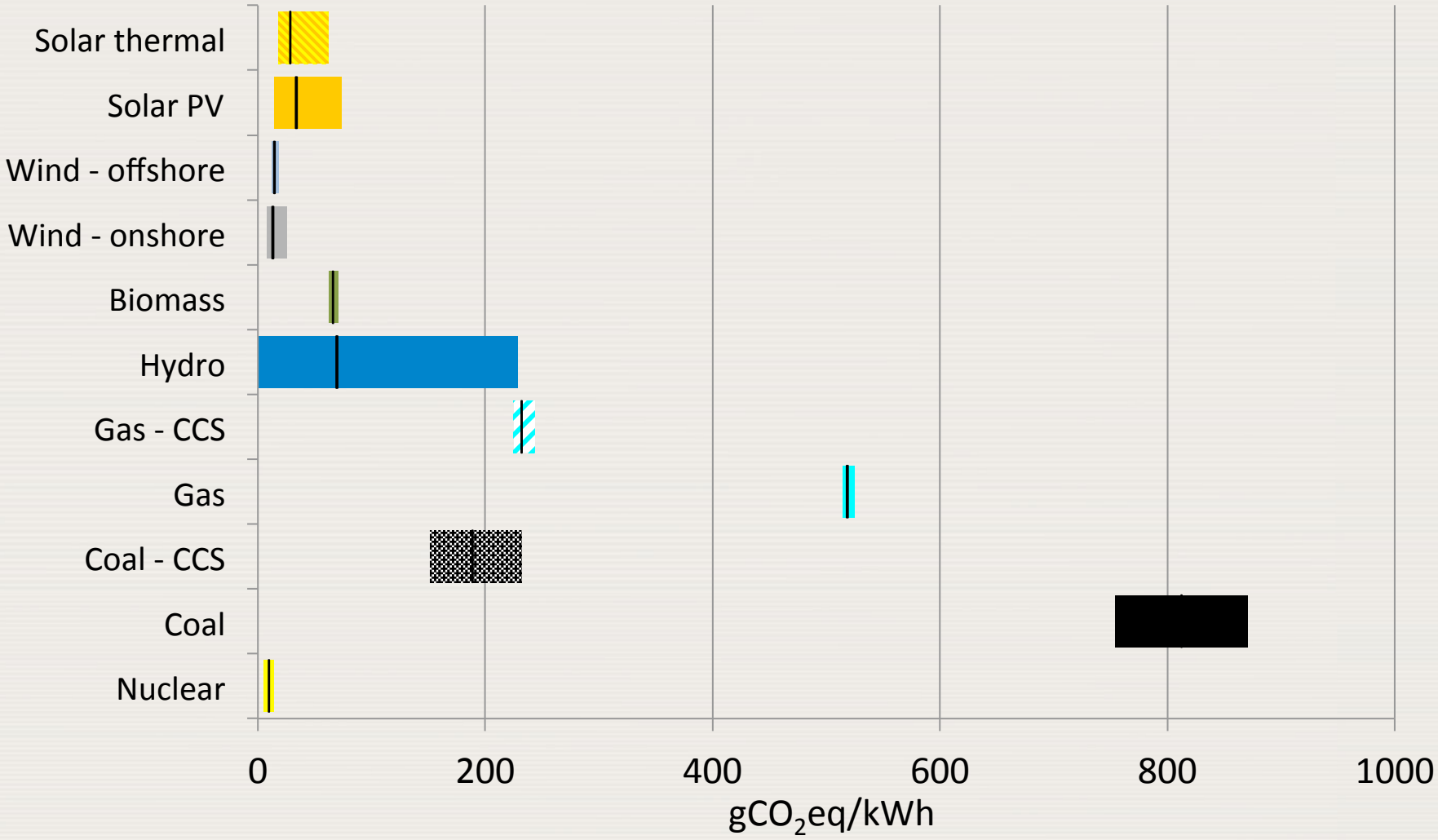
- Как повестка до 2030 года, так и ПС требуют *трансформации фундаментальной (энергетической) системы* по направлению к будущим энергетическим системам, которые
  - с низким выбросом ПГ
  - устойчивы и адаптивны к воздействию изменения климата
  - являются неотъемлемой частью общего процесса социально-экономического перехода
  - обусловлены поставкой энергетических услуг, а не продажей кВтч или MJ
  - больше с меньшим - сокращать, перерабатывать, повторно использовать
  - используют рыночные механизмы
  - учитывают внешние эффекты
  - осознают связь между энергетикой и водой
- Международное сотрудничество и передача технологии
  - торговля
  - общие региональные инфраструктуры

Первичное использование энергии и выбросы углерода



Источник: Адаптировано из баз данных МИПСА и МЭА

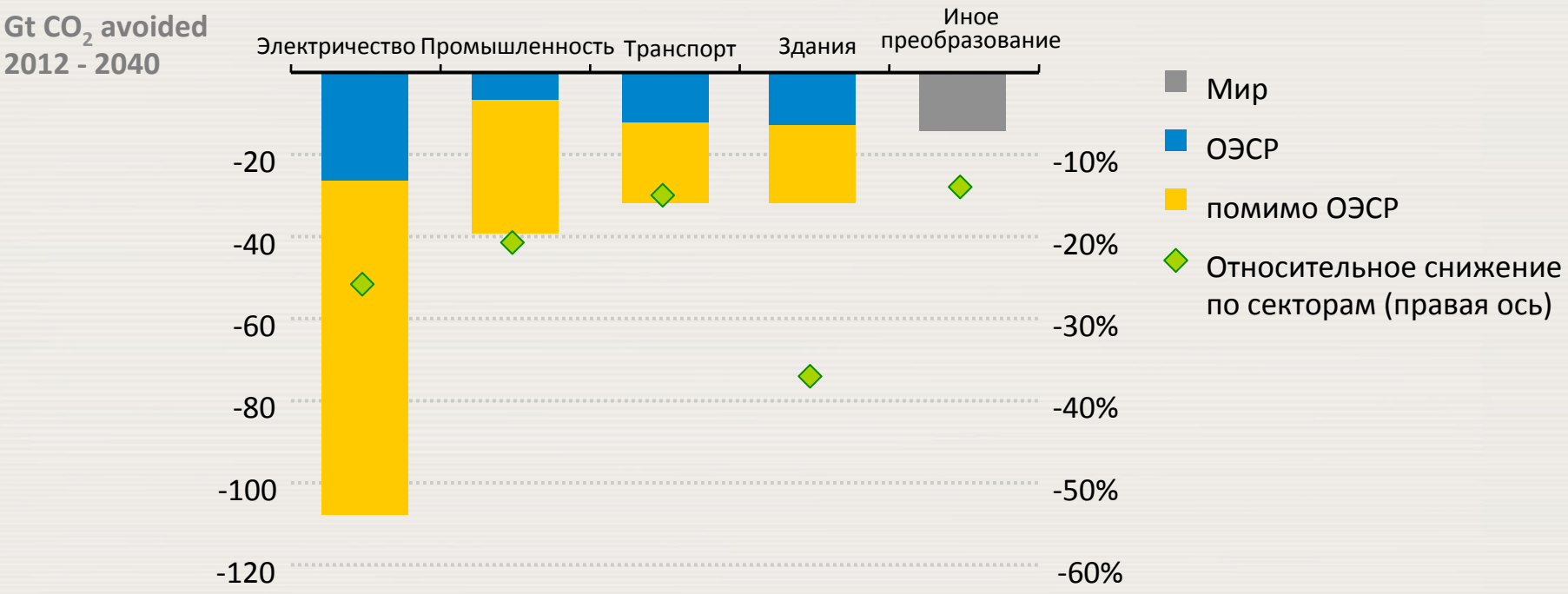
Смягчение последствий - Роль различных технологий по производству электроэнергии



Источник: на основе данных ЮНЕП, Ecoinvent, 2017

Выработка электроэнергии предлагает максимальную возможность сокращения выбросов в краткосрочной и среднесрочной перспективе

Кумулятивное сокращение выбросов CO2 по секторам и регионам в Сценарии 450 по сравнению с Сценарием новых политик

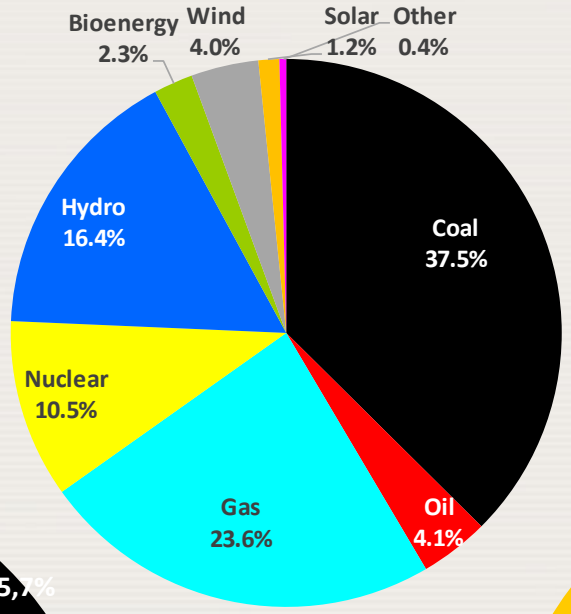


Декарбонизация производства электроэнергии на 2040 г. примерно на 25% приведет к тому, что мир на полпути к ограничению повышения температуры до 2 ° C

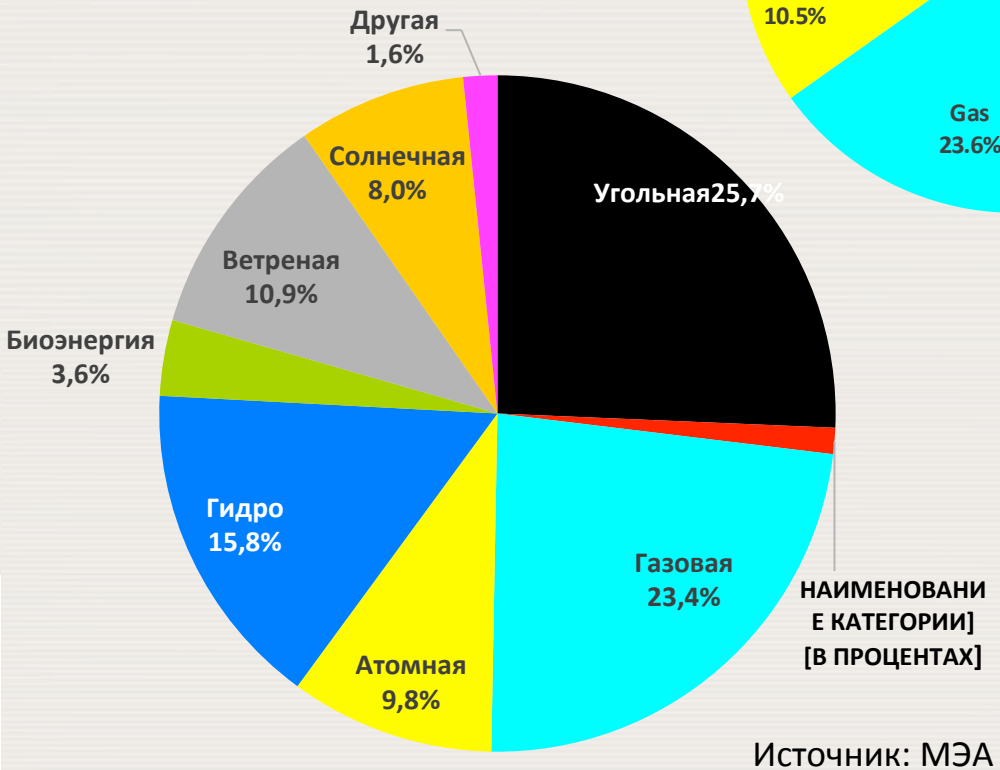
Источник: МЭА МЭП 2014

Глобальное электричество в 2040 году: новый сценарий политики (НСП) по сравнению с сценарием устойчивого развития (СУР)

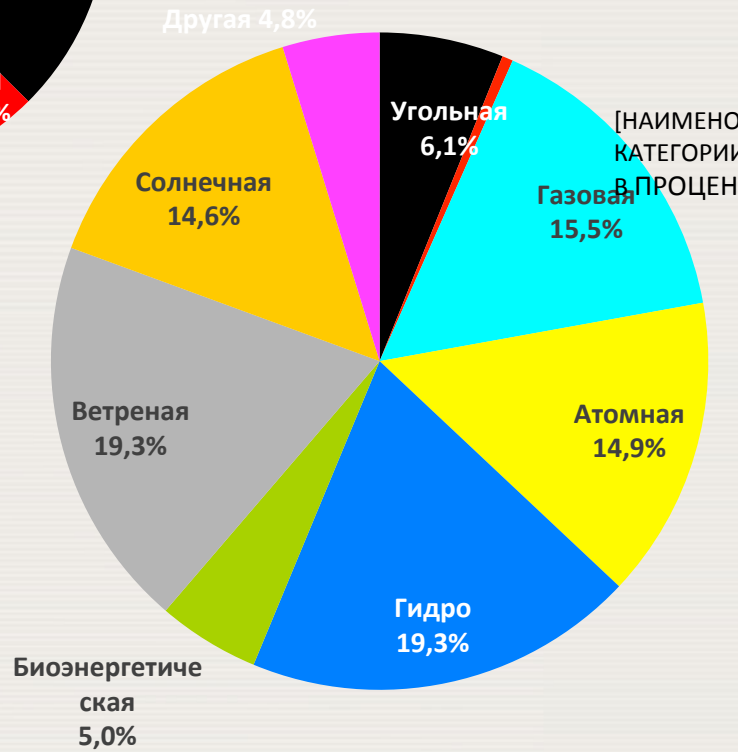
Поколение 2016:
24 770 TWh



Поколение НСП 2040:
39 290 ТВт

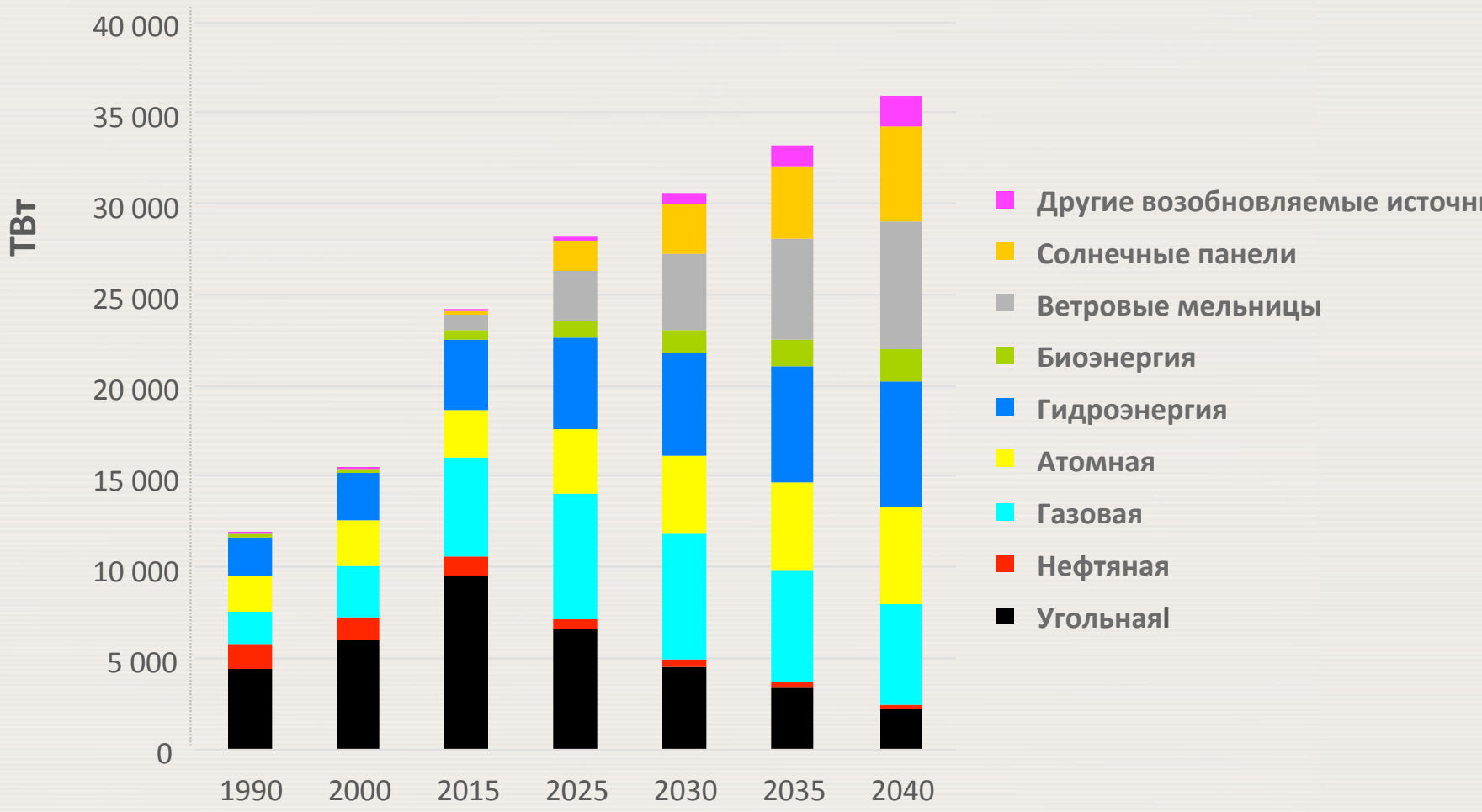


Поколение СУР 2040:
35 981 ТВт



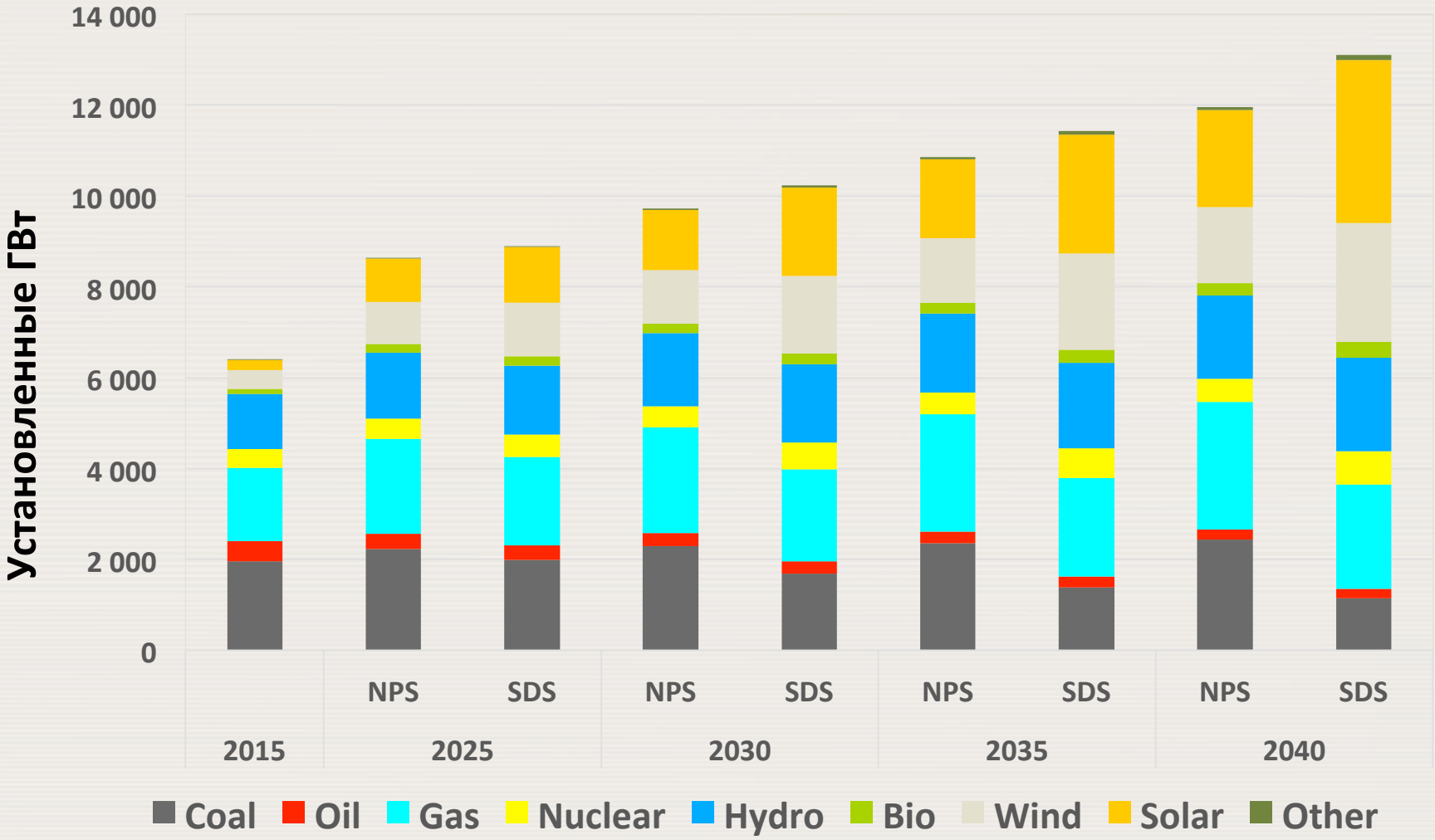
Источник: МЭА МЭП 2017

Мировое производство электроэнергии в будущем при 2°C



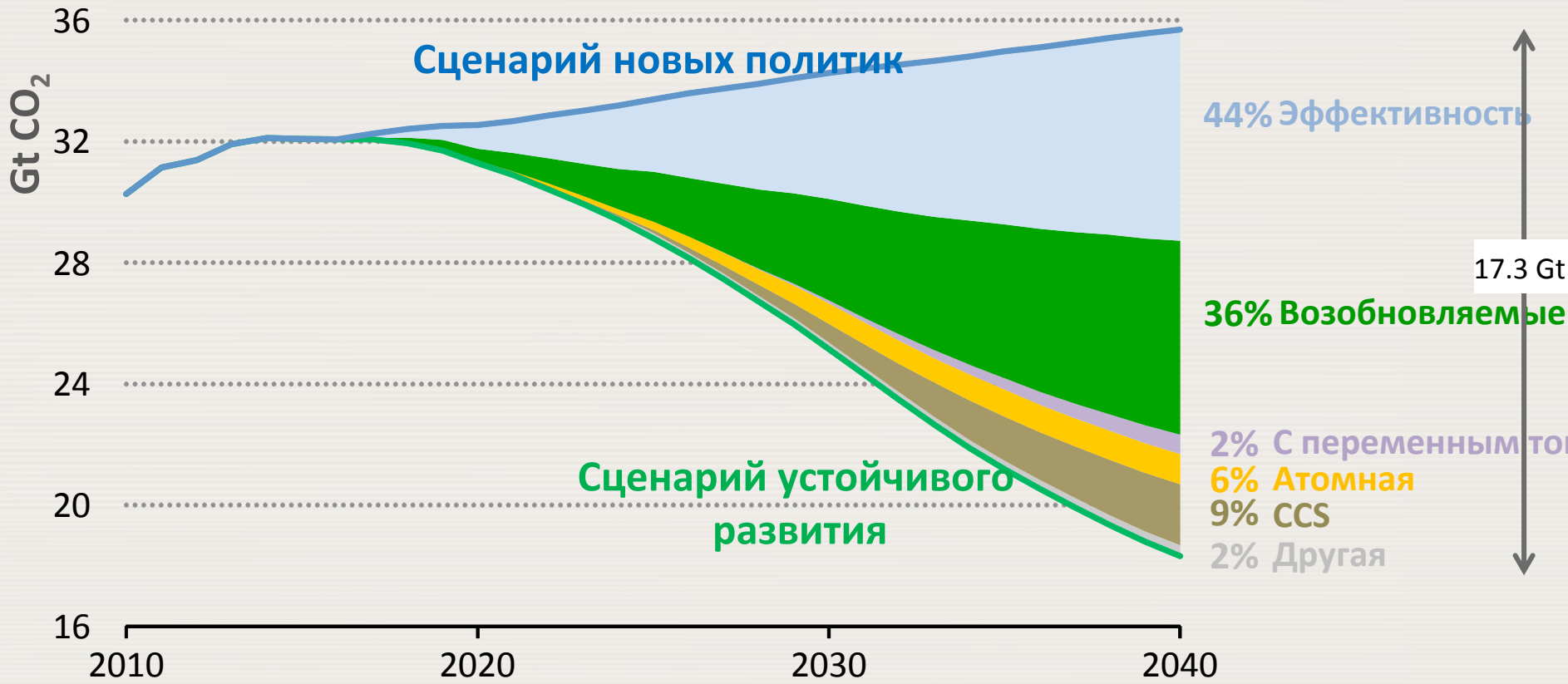
Источник: МЭА МЭП 2017

Мировые электрогенерирующие мощности по выбросам углекислого газа, связанного с топливом и энергетикой



Путь в 2° С все еще требует дальнейших усилий

Глобальные сокращения выбросов CO2 от НСП до СУР



Энергоэффективность и возобновляемые источники энергии составляют 80% совокупной экономии выбросов CO2 в сценарии устойчивого развития

Источник: МЭА МЭП 2017– **Рисунок 3.15 стр. 139**

ЦУР 7: Обеспечение доступа к доступной, надежной, устойчивой и современной энергии для всех

7.1 К 2030 году обеспечить всеобщий доступ к доступным, надежным и современным энергетическим услугам

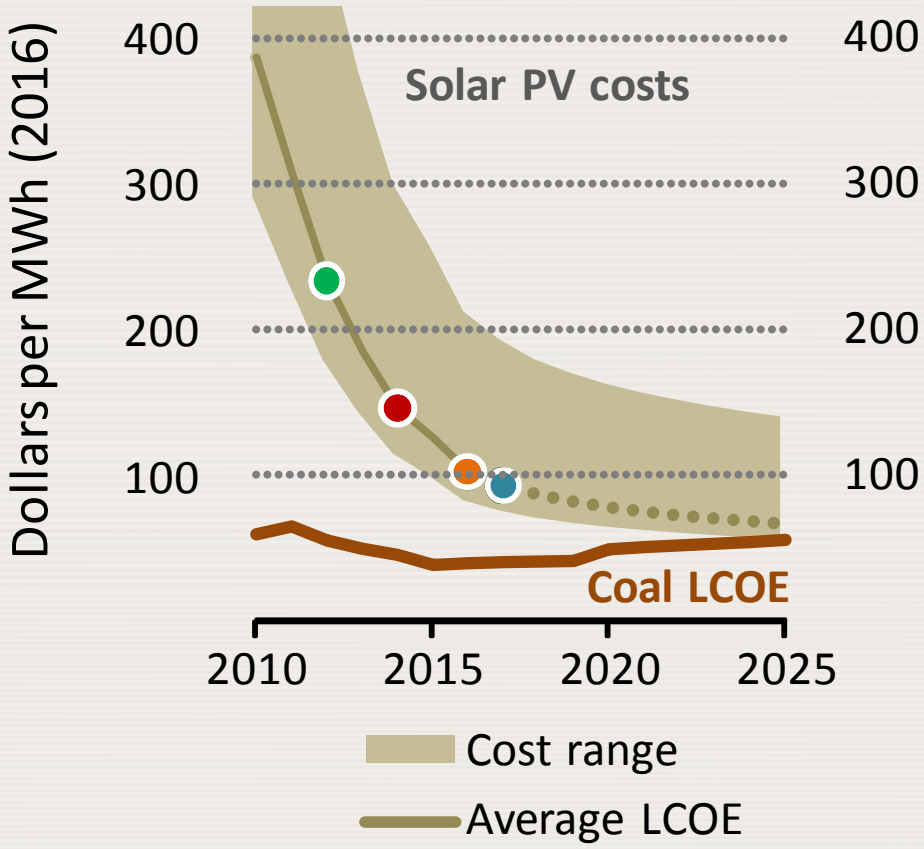
7.2 К 2030 году существенно увеличить долю возобновляемых источников энергии в глобальном энергетическом балансе

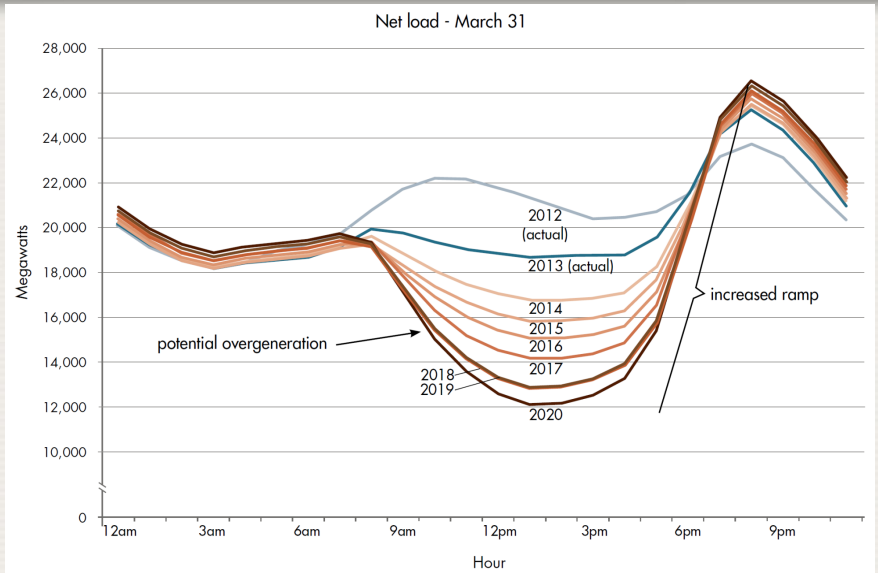
7.3 К 2030 году удвоить глобальные темпы повышения энергоэффективности

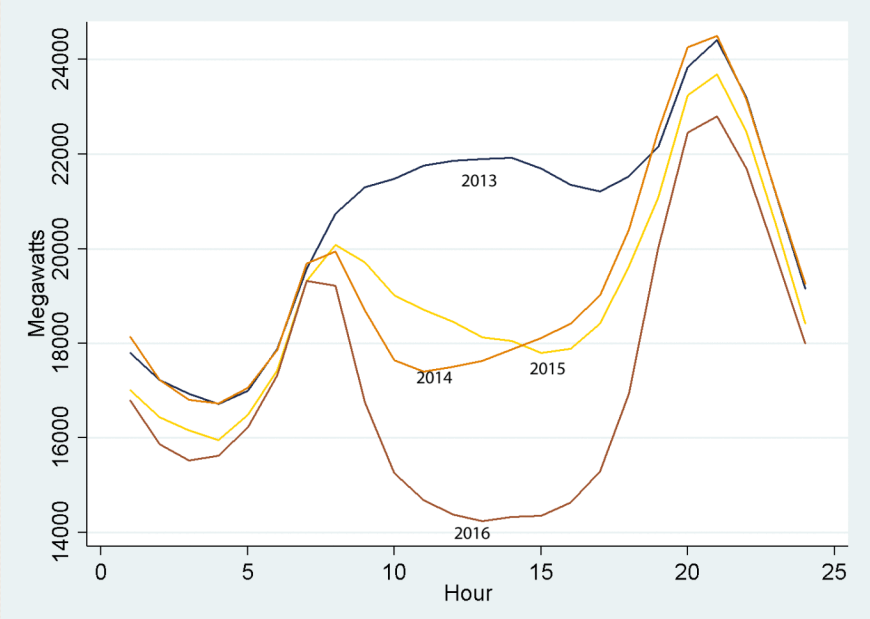
7.a К 2030 году укрепить международное сотрудничество *в целях облегчения доступа к исследованиям и технологиям* в области чистой энергии, включая возобновляемые источники энергии, энергоэффективность и передовые и экологически чистые технологии использования ископаемых видов топлива, *а также содействовать инвестициям в энергетическую инфраструктуру и технологии экологически чистой энергетики*

7.b К 2030 году расширить инфраструктуру и модернизировать технологии для предоставления современных и устойчивых энергетических услуг для всех в развивающихся странах, в частности в наименее развитых странах и малых островных развивающихся государствах

Солнечная энергия и ветер теперь являются самым дешевыми видами электричества - если вам не нужно его хранить



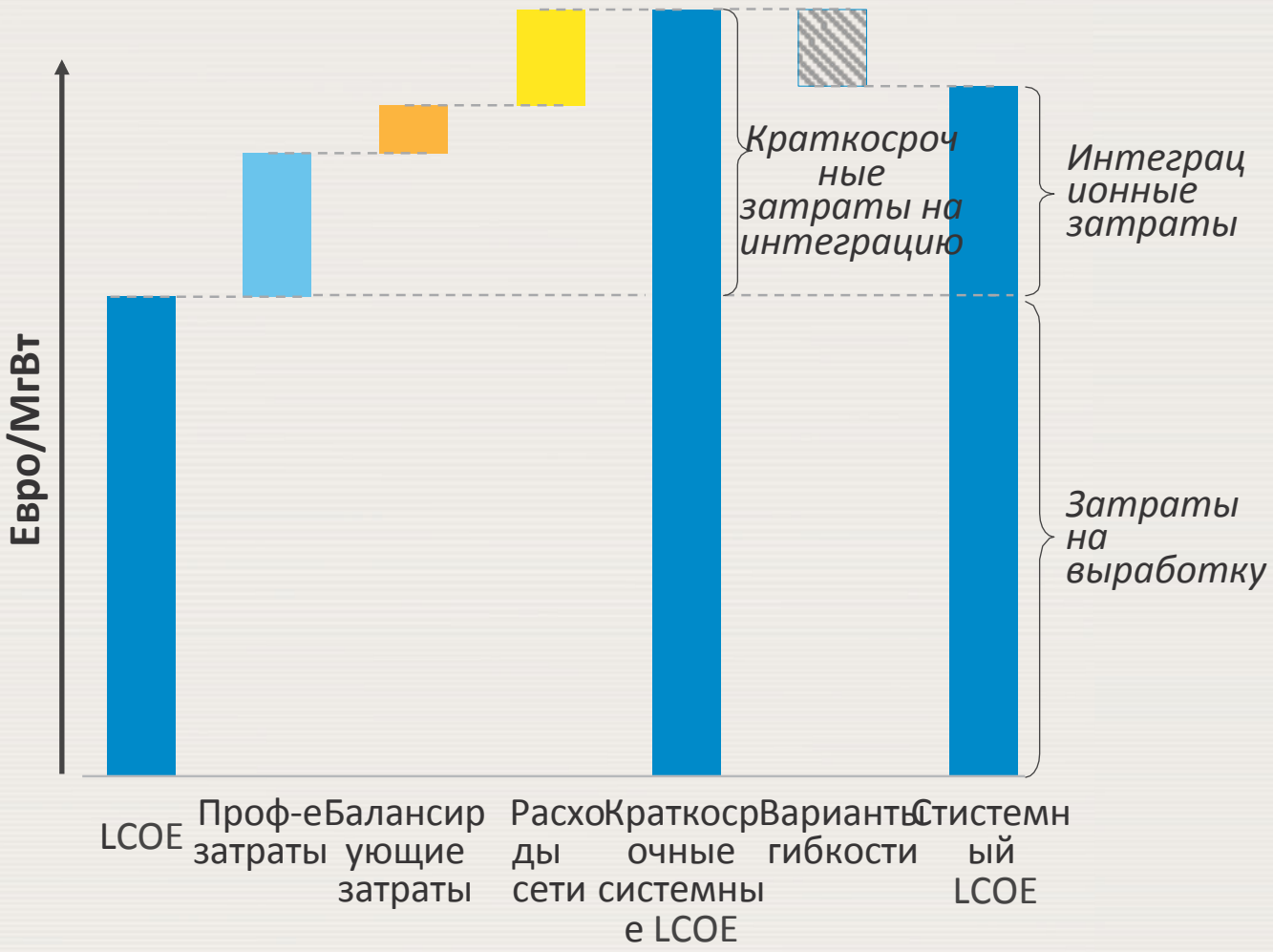




Различные уровни генерирующих затрат

Иллюстрация расходов на электроэнергию

- *Профильные затраты (изменчивость):* Затраты, вызванные изменчивостью результата прерывистости ветра, солнечной энергии и т. д. (Резервная стоимость)
- *Балансирующие затраты (неопределенность):* затраты неопределенности в производстве прерывистой генерации (частые и близкие к изменениям в реальном времени в работе агрегата, более высокие резервы)
- *Расходы, связанные с сетью (местоположение):* затраты, связанные с передачей и распределением прерывистого электричества из удаленных мест



LCOE = Выровненные затраты на электроэнергию

Ключ в городах…..

- 54% населения мира проживает в городах - и оно растет…
- Города составляют
  - ~ 85% мирового ВВП
  - ~ 67% мирового спроса на первичную энергию
  - ~ 75% выбросов парниковых газов
  - 2% от мировой территории суши
- Чистое увеличение городского населения на 2,4 млрд. человек к 2050 году
- До сих пор международные усилия в области устойчивого развития в основном сосредоточивались на сельских проблемах (электрификация, доходоприносящая деятельность, расширение прав и возможностей, доступ к рынкам, образование и т. д.) → сокращение бедности является высокоприоритетным
- Города предлагают возможности выше среднего для интеграции, переработки и повышения эффективности с существенным сокращением энергоемкости

Финансы

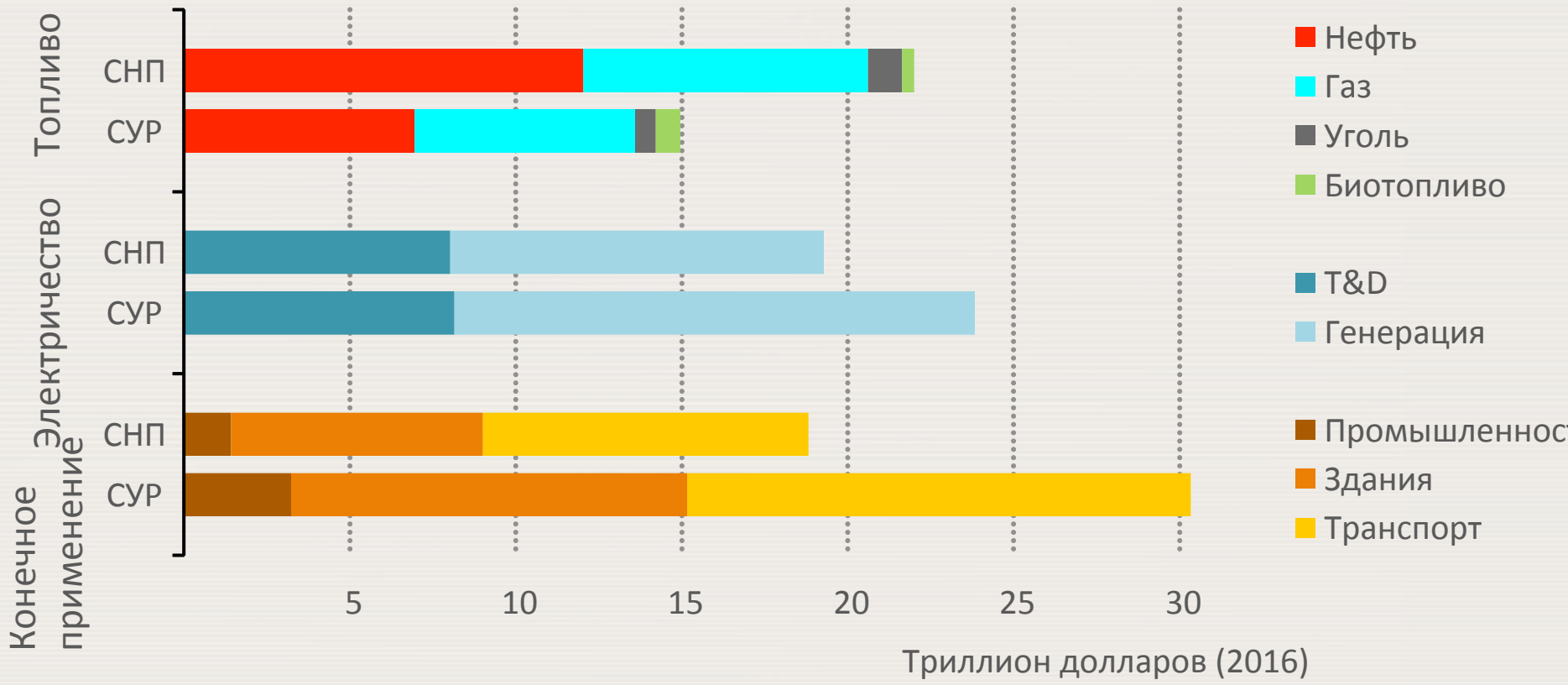
- Устойчивая энергия меняет баланс между первоначальными инвестиционными расходами и эксплуатационными расходами по всей энергетической системе

- Повышение эффективности
- Возобновляемые источники
- Улавливание и хранение углерода
- Атомная энергия
- Хранилище для энергии
- Передача энергии
- Умные электростанции
- Электрическая мобильность
- Городские структуры
- Интеграция
- Повышенная устойчивость……

Как правило, строительство всех из них обходится изначально дорого, но имеют низкие или самые низкие эксплуатационные расходы

- Требуются новые бизнес-модели, финансы, стимулирующие учреждения, хорошее управление и политика

Совокупные глобальные инвестиции в энергетику по сценарию 2017-2040 гг.



Источник: МЭА МЭП 2017

Компромиссы между тремя измерениями

- Столбцы экологической, экономической и социальной устойчивости являются равными, поскольку:
  - каждый из них незаменим, и
  - все они взаимосвязаны
- Компромиссы между тремя столпами неизбежны
- Оценочные суждения влияют на компромиссы
- Варианты энергетических технологий не являются препятствием для системной трансформации - доступное финансирование
- Моделирование энергетических систем помогает
  - определить компромиссы
  - оценить варианты
  - диаграммы дорожных карт для системной трансформации
  - информирует лиц, ответственных за политику и принятие решений

Впереди ждет долгая и неровная дорога .....