

# ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ: ВЕРНОЙ ЛИ ДОРОГОЙ ИДЁМ, ТОВАРИЩИ?

*Плюнь тому в глаза, кто скажет, что можно объять  
необъятное! - Козьма Прутков*



Центр  
макроэкономического  
анализа и  
краткосрочного  
прогнозирования

В.Сальников, диспут в АНЦЭА, 21.10.2021



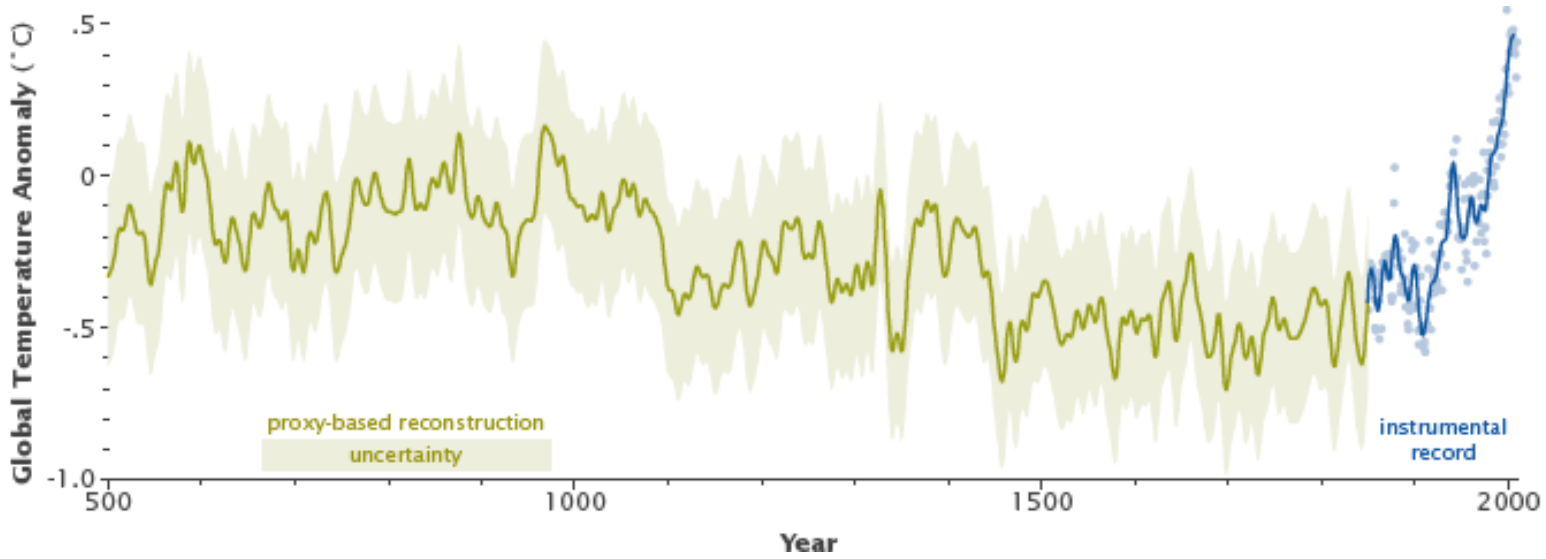
Институт  
Народнохозяйственного  
Прогнозирования РАН

# ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

- Вокруг темы – слишком много шумихи: от хайпа (цифровизации) к хайпу (декарбонизации)
- Чем больше шума, тем сложнее разобраться
  - но автор попробовал и готов поделиться некоторыми наблюдениями
- Будем отталкиваться от (почти) бесспорных данных
  - хотя по ряду вопросов сохраняются дискуссия, да и вообще – модельные оценки есть модельные оценки
    - наиболее корректные работы приводят оценку вероятности не только численных оценок, но и утверждений
- Автор признаёт, что:
  - температура повышается
  - температура повышается, высоковероятно, достаточно быстро
  - температура повышается, высоковероятно, достаточно быстро, в том числе (и, видимо, преимущественно) вследствие деятельности человека
- Поехали!

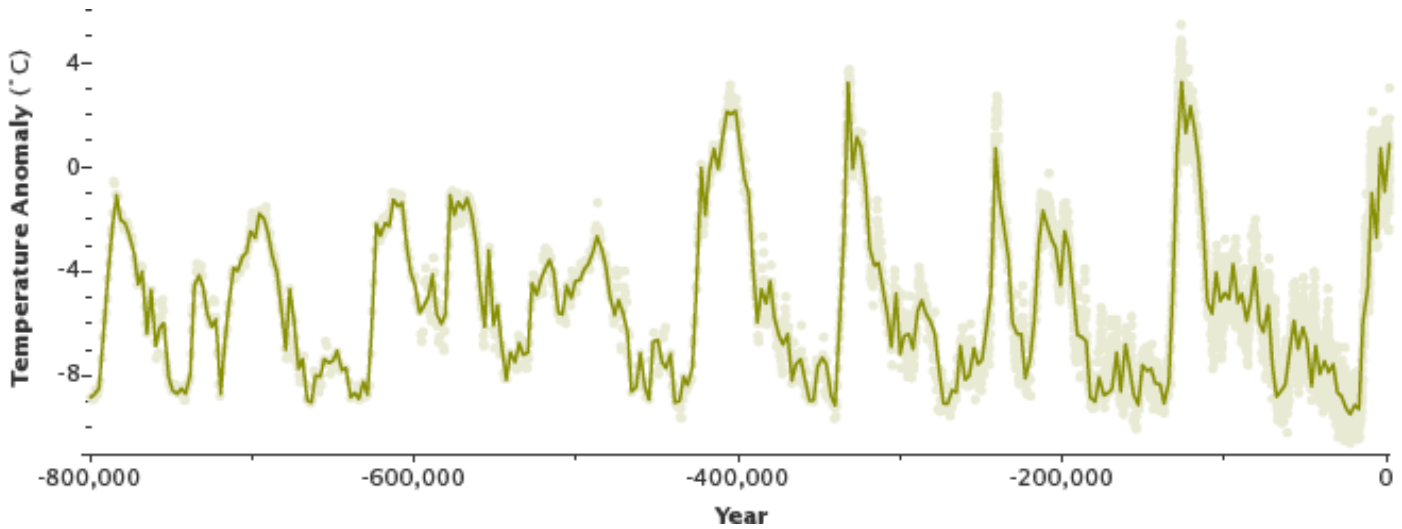
# АСПЕКТ №1. А ЧТО У НАС БЫЛО С ТЕМПЕРАТУРОЙ? (1500 ЛЕТ)

- Да: повышается, и достаточно быстро.
- Однако, есть нюансы: доверительный интервал оценок прошлого, строго говоря, не позволяет говорить о беспрецедентной скорости нынешнего повышения
  - или всё-таки надо аккуратно посчитать вероятность такой траектории (а не просто изображать интервалы)
  - есть оценки беспрецедентности одновременности повышения по континентам

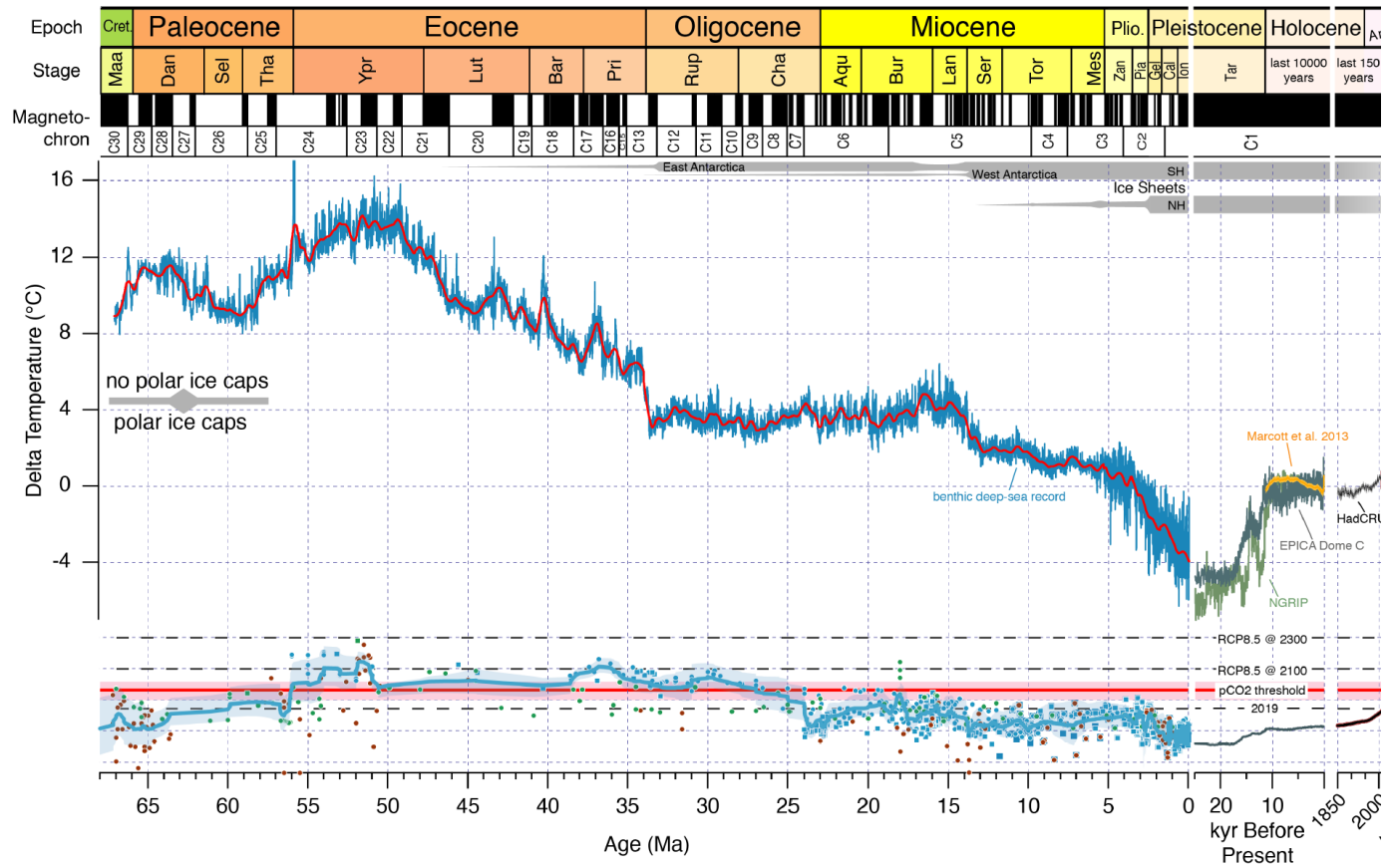


# АСПЕКТ №1. А ЧТО У НАС БЫЛО С ТЕМПЕРАТУРОЙ? (800 000 ЛЕТ)

- Нынешнее потепление просто "теряется" на фоне колебаний, наблюдавшихся даже в относительно недавнем (по геологическим меркам) прошлом
- У нас нет точных данных, чтобы судить об особенностях быстрых процессов
- Следствие №1: даже на коротком (по геологическим меркам) интервале не стоит переоценивать значимость антропогенного фактора
- Следствие №2: когда и в какую сторону механизмы заработают – до конца неясно



# АСПЕКТ №1. А ЧТО У НАС БЫЛО С ТЕМПЕРАТУРОЙ? (67 000 000 ЛЕТ)

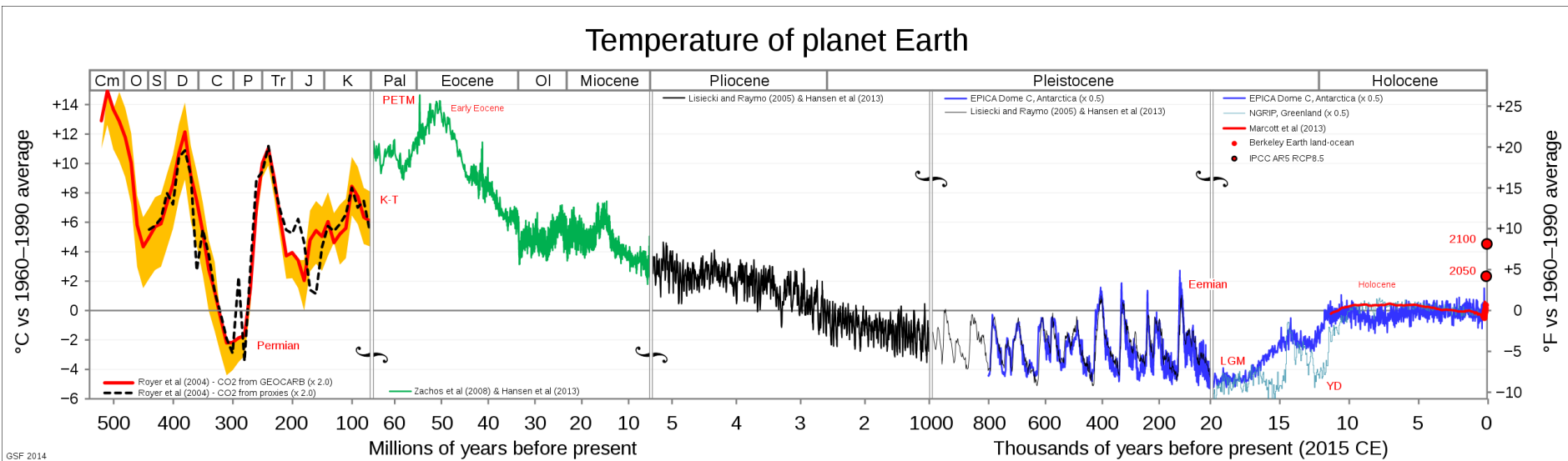


Источник: *An astronomically dated record of Earth's climate and its predictability over the last 66 million years* (10.1126/science.aba6853)

# АСПЕКТ №1. А ЧТО У НАС БЫЛО С ТЕМПЕРАТУРОЙ? (500 000 000 ЛЕТ)

Основной вывод по разделу – (при всей очевидности) не будем забывать, что нынешний дискурс – это:

- не про то, что мы "спасаем планету",
- а про то, что мы минимизируем потери от (неизбежного?) глобального потепления



Источник: [https://en.wikipedia.org/wiki/Geologic\\_temperature\\_record](https://en.wikipedia.org/wiki/Geologic_temperature_record)

# АСПЕКТ №2. ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

- ОК. Исходим из того, что «нагреваемся и надо срочно что-то делать»
- А именно: за охлаждение планеты надо будет заплатить снижением (обнулением) чистых выбросов  $\text{CO}_2$  (Парижское соглашение, ПС)
- Вопрос: кому и сколько платить?
- Здесь минимум 4 подаспекта (ПС их во многом игнорировало):
  - а сколько стоит?
  - кто платит? (потребитель или производитель)
  - учитываются ли прошлые "заслуги" (выбросы)?
  - как учитывать (если учитывать) индивидуальный страновой баланс выгод/потерь?

отдельная тема: увязка с приоритетами развития мира (SDG) и разных стран

# АСПЕКТ №2/1. СКОЛЬКО СТОИТ?

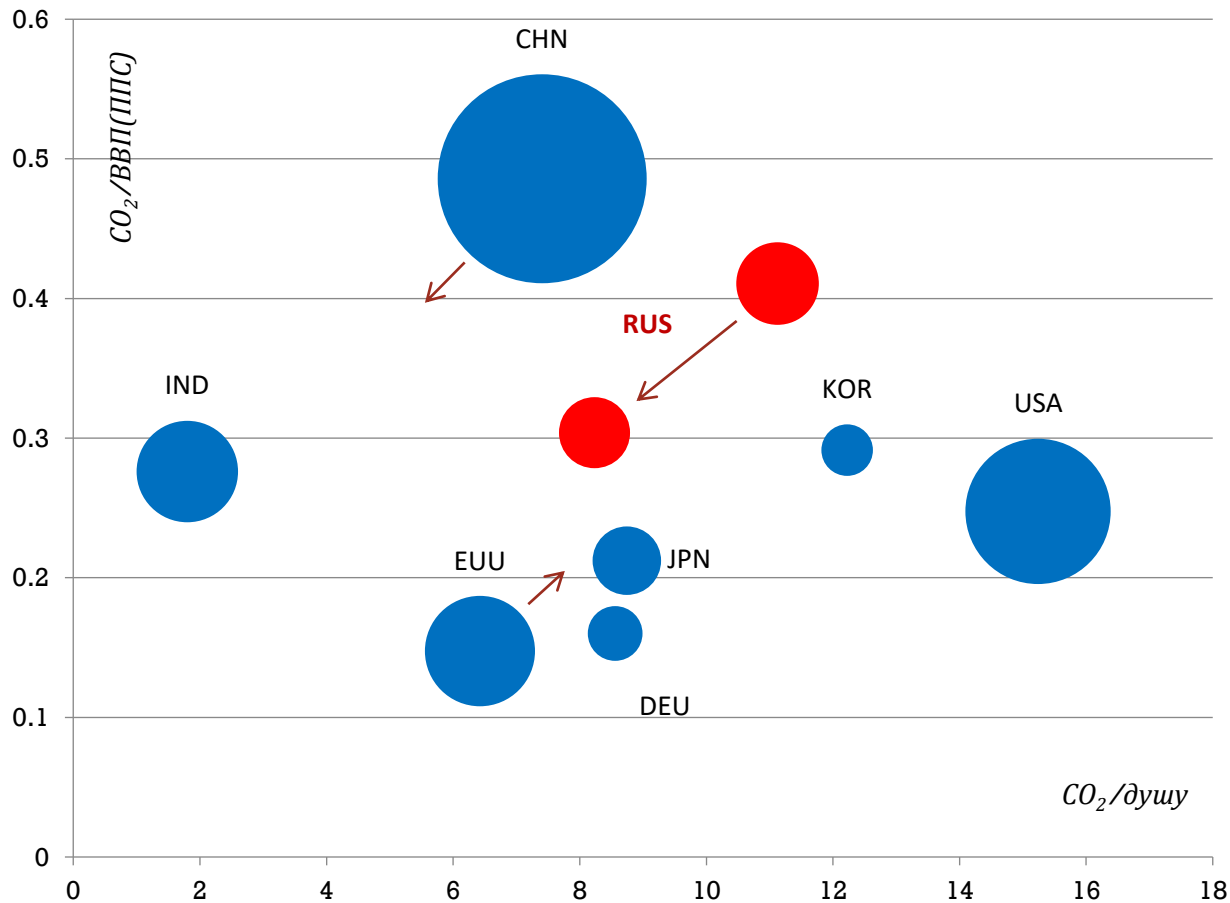
- Точных оценок нет
  - основной неопределённость – в прогрессе технологий
- В рамках существующих технологий – за пределами дорого (очень грубо: втрое дороже)
- При быстром прогрессе – очень дорого (вдвое дороже)
  - 1 месяц в году будем работать "бесплатно" (на охлаждение планеты)
- При крайне быстром прогрессе – непонятно
- Простой пример – электромобили
  - если полная стоимость владения в 2-3 раза выше, а ряд потребительских свойств хуже – это не решение!



## АСПЕКТ №2/2. ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ. ПЛАТИТ ПОТРЕБИТЕЛЬ ИЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ?

- В рамках принятого подхода считают выбросы ПГ стран.
- Но: насколько это справедливо?
  - вообще говоря, не очень...
- В рамках такого подхода за экологичность должны заплатить производители, хотя результатами производства пользуются все!
  - Китай и Россия – одни из самых пострадавших
- Величина – ощутимая. Например, оценки по МОБ (*Широв, Колпаков, 2016*) показывают, что 26% выбросов  $CO_2$  от экономической деятельности в России обусловлены чистым экспортом.

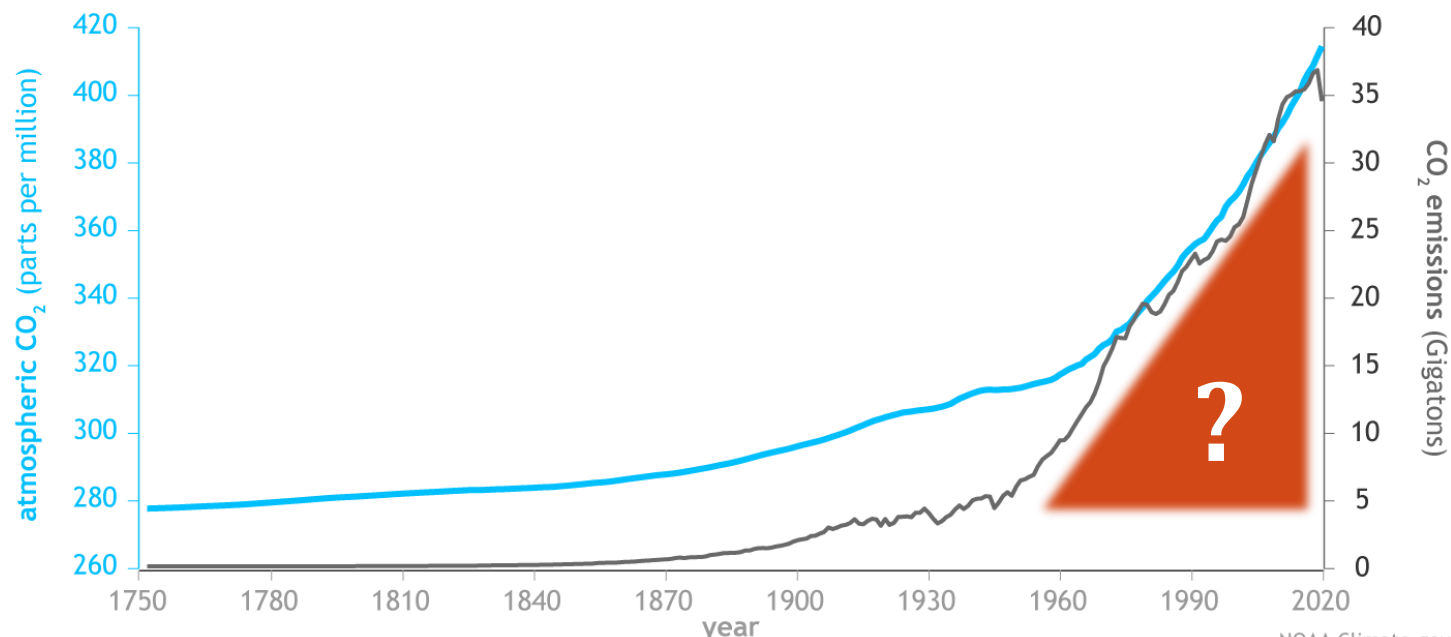
# АСПЕКТ №2/2. ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ. СЧЁТ ПО ПОТРЕБЛЕНИЮ МЕНЯЕТ КАРТИНКУ



# АСПЕКТ №2/3. ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ. УЧИТЫВАЮТСЯ ЛИ ПРОШЛЫЕ "ЗАСЛУГИ" (ВЫБРОСЫ)?

- В рамках принятого подхода акцент – на будущих выбросах:
  - индустриализация развившихся стран оказывается (углеродно) бесплатной
  - а кто сейчас хочет повторить их путь – должен платить!

Carbon dioxide emissions and atmospheric concentration (1750-2020)



NOAA Climate.gov  
Data: NOAA, ETHZ, Our World in Data

## АСПЕКТ №2/4. ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ. КАК УЧИТЫВАЕТСЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ СТРАНОВЫЕ БАЛАНСЫ ВЫГОД/ПОТЕРЬ И ДРУГИЕ ПРИОРИТЕТЫ?

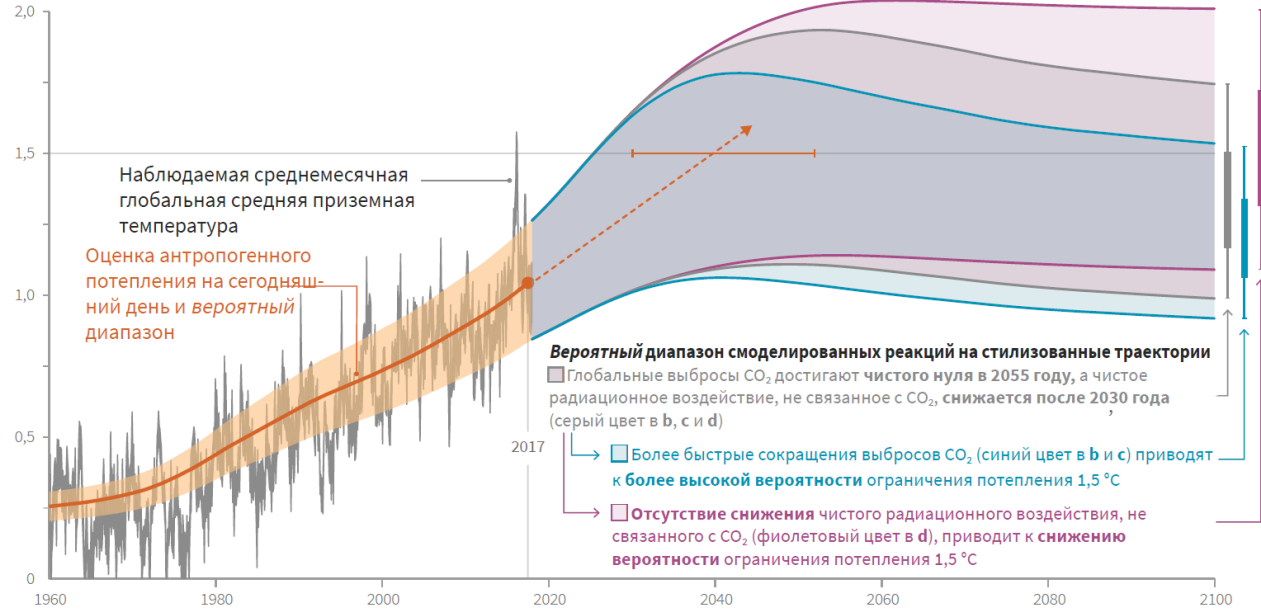
- Не забываем: есть продекларированные общие цели (SDG) и страновые приоритеты
- Декарбонизация прямо противоречит большинству из них
- Распределение же выгод и потерь непосредственно от потепления – отдельная большая и очень слабо проработанная тема
  - объективно: очень сложно посчитать
  - ещё сложнее прийти к консенсусу
- Есть разные оценки, но большинство работ потенциально не слишком точные
  - а риски смещённых оценок очень велики (как и асимметрия информации и компетенций)

# АСПЕКТ №3. А НЕ ПОЗДНО?

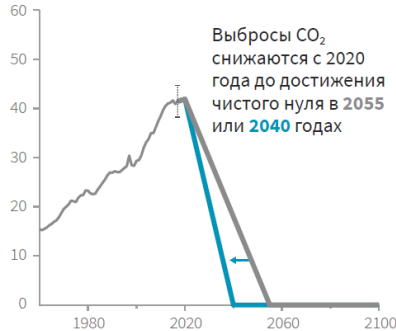
- Материалы Конференции ООН по вопросам изменения климата:  
*"К 2030 году нетто-нулевые технологии могут стать конкурентно-способными в секторах экономики, охватывающих более 70% глобальной эмиссии"*.
  - могут стать?.. а могут и не стать?..
- Вопрос стоимости – не акцентирован
- Вообще говоря, если климатологи правы и не возникнет новых сильных факторов, нас неминуемо ждёт серьёзное глобальное потепление.

# АСПЕКТ №3. ПОХОЖЕ, ЧТО ПОЗДНО (1)?

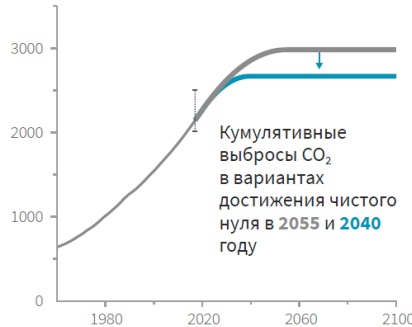
Глобальное потепление относительно 1850–1900 годов (°C)



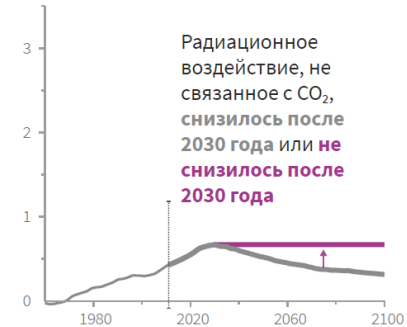
**b) Стилизованные траектории чистых глобальных выбросов CO<sub>2</sub>**  
Млрд тонн CO<sub>2</sub> в год (ГтCO<sub>2</sub>/год)



**с) Кумулятивные чистые выбросы CO<sub>2</sub>**  
Млрд тонн CO<sub>2</sub> (ГтCO<sub>2</sub>)



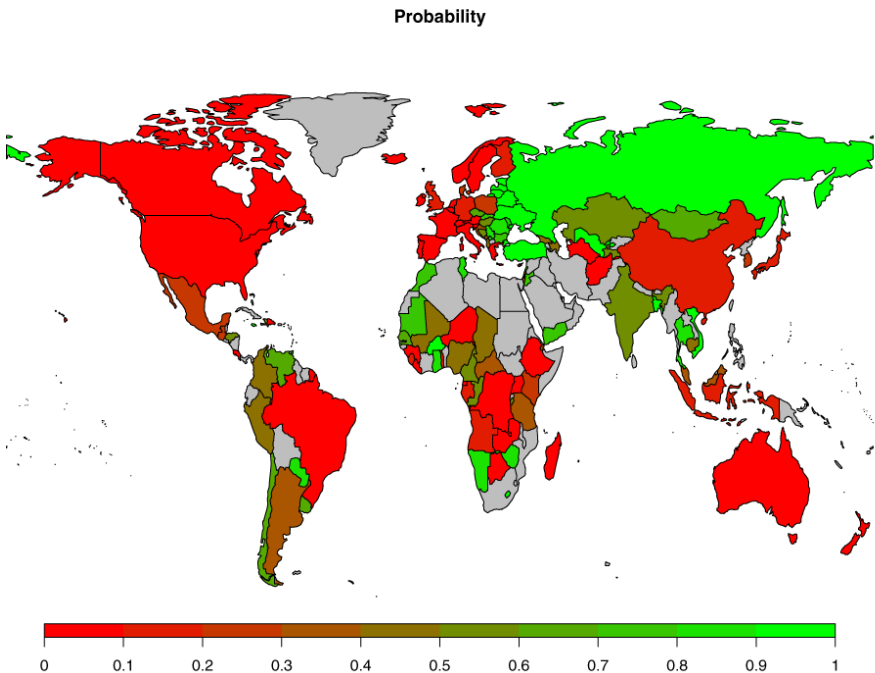
**d) Траектории радиационного воздействия, не связанного с CO<sub>2</sub>**  
Ватт на квадратный метр (Вт/м<sup>2</sup>)



Источник:  
МГЭИК, 2018

# АСПЕКТ №3. ПОХОЖЕ, ЧТО ПОЗДНО (2)?

Вероятность того, что страны достигнут целей Парижского соглашения в соответствии с их целями на национальном уровне (NDC)



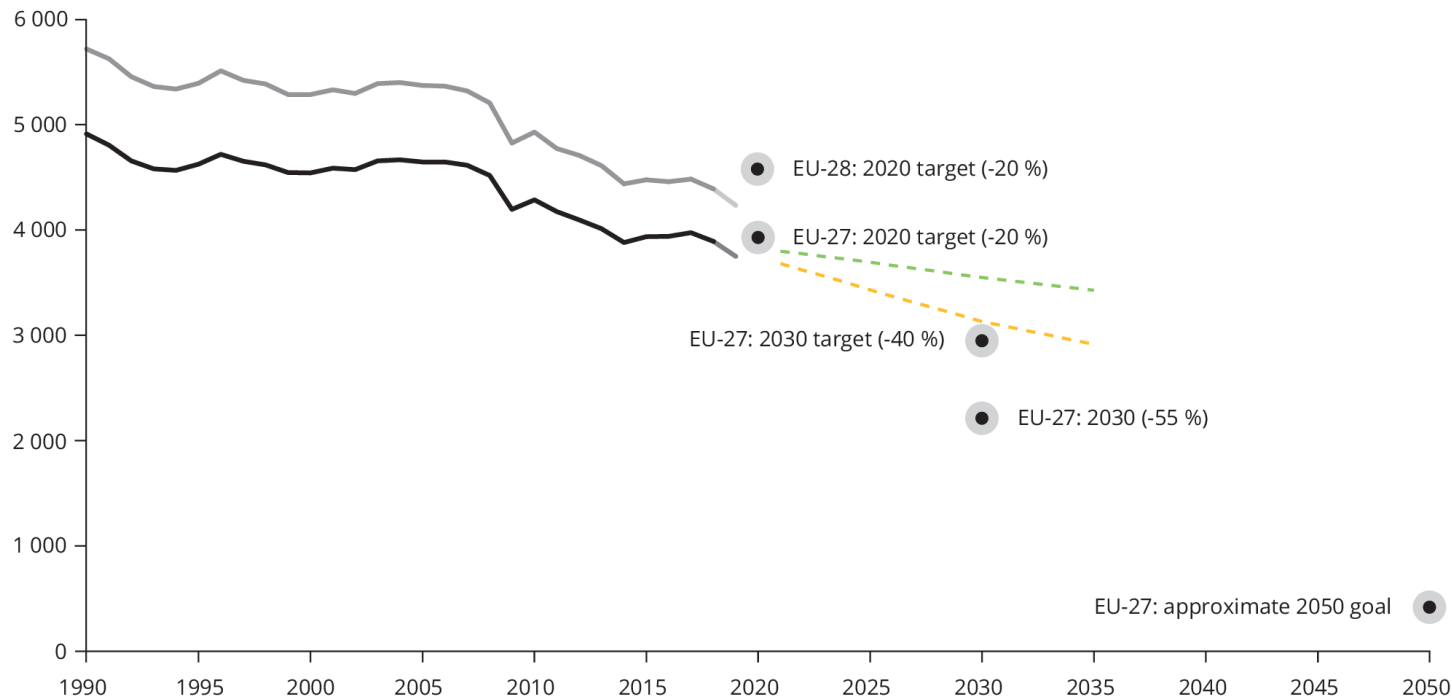
The 2015 Paris Agreement aims to keep global warming by 2100 to below 2 °C, with 1.5 °C as a target. To that end, countries agreed to reduce their emissions by nationally determined contributions (NDCs). Using a fully statistically based probabilistic framework, we find that the probabilities of meeting their nationally determined contributions for the largest emitters are low, e.g. 2% for the USA and 16% for China. On current trends, the probability of staying below 2 °C of warming is only 5%, but if all countries meet their nationally determined contributions and continue to reduce emissions at the same rate after 2030, it rises to 26%. If the USA alone does not meet its nationally determined contribution, it declines to 18%. To have an even chance of staying below 2 °C, the average rate of decline in emissions would need to increase from the 1% per year needed to meet the nationally determined contributions, to 1.8% per year.

Источник: Liu, P.R., Raftery, A.E. Country-based rate of emissions reductions should increase by 80% beyond nationally determined contributions to meet the 2 °C target. *Communications Earth & Environment* volume 2, 29 (2021). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00097-8>

# АСПЕКТ №3. ПОХОЖЕ, ЧТО ПОЗДНО (3)?

- Даже "сверхправильная" Европа делает недостаточно...

Million tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent (MtCO<sub>2</sub>e)



— EU-28: Historical greenhouse gas emissions  
 — EU-27: Historical greenhouse gas emissions

- - - EU-27: Projections with existing measures (WEM)  
 - - - EU-27: Projections with additional measures (WAM)



# АСПЕКТ №5. ОБ АЛЬТЕРНАТИВАХ (1)

## Potential Approaches to Storing Carbon in the Ocean

- Пока только рассматриваются (и не слишком активно обсуждаются)
- Много неясного...
- Много политики



### BIOLOGICAL

#### Leveraging photosynthesis to capture more carbon through

- Restoring coastal ecosystems that store carbon
- Large scale seaweed cultivation
- Ocean Iron fertilization



### CHEMICAL

#### Adding alkalinity to store CO2 as dissolved solid minerals

- Adding carbonate or silicate minerals to the ocean
- Adding silicate minerals to coastal areas
- Using minerals from desalination plant reject brine



### ELECTROCHEMICAL

#### Using electricity to accelerate chemical reactions that store carbon

- Seawater electrodlalysis
- Seawater electrolysis can also include H2 production

# АСПЕКТ №5. ОБ АЛЬТЕРНАТИВАХ (2)

- «Энергопереход», навязанный декарбонизацией – это контрреволюция
  - важно: именно в рамках существующих технологий
- Основное условие прогрессивного энергоперехода (ведущее в промышленным революциям) – более эффективная энергия
  - больше самой энергии
  - меньше затрат на ее получение
  - +бонус – плотность энергии энергоносителя
- С ВИЭ все пока совсем не так...
- В этом смысле РБН и термояд – возможные (но не высоковероятные) эффективные варианты энергоперехода

# АСПЕКТ №5. О ДРУГИХ ПРОБЛЕМАХ И "РЕШЕНИЯХ"

- Судя по всему, макротренд на глобальное потепление есть и к середине XXI века последствия уже будут проявлены очень ощутимо
  - это мало зависит от (реальных) усилий по сдерживанию выбросов
- Но! Есть очень важный и пока крайне недооцениваемый аспект – серия демографических переходов (прежде всего в развитых странах)
  - его последствия также начнут проявлять себя к середине века
- Это означает, что полномасштабнейший мировой кризис (аналогов которому не было) разразится примерно в это время
- Изменить ситуацию смогут лишь технологические прорывы
  - или появление других (пока не просматривающихся) супер-факторов

# СПАСИБО!



Центр  
макрэкономического  
анализа и  
краткосрочного  
прогнозирования

В.Сальников, диспут в АНЦЭА, 21.10.2021



Институт  
Народнохозяйственного  
Прогнозирования РАН