

Декарбонизация: о неудобных, но важных вопросах

В.А.Сальников



Центр
макроэкономического
анализа и краткосрочного
прогнозирования

44-й научно-практический семинар ЦМАКП
16.12.2021

КОРОТКО О ВАЖНОМ

- I. О свежем докладе МГЭИК*(2021): точка в споре?
- II. О цене перехода: так сколько стоит-то?
- III. О договороспособности: человечество не (будет?) готово?
- IV. О будущих траекториях (штрихи)



О свежем докладе МГЭИК*(2021): точка в споре?

Что смущает? Что "наметился консенсус". Нездоровый консенсус.

** Межправительственная группа экспертов по изменению климата*

IPCC-2021 (Доклад межправительственной группы экспертов по изменению климата)

- Это по-хорошему необычный доклад в смысле представления утверждений
 - каждое значимое суждение сопровождается вероятностной оценкой
- Правда, большинство интерпретаторов это смело игнорирует...



likelihood of an outcome/result	probability
exceptionally unlikely	0–1%
extremely unlikely	0–5%
very unlikely	0–10%
unlikely	0–33%
as likely as not	33–66%
more likely than not	50–100%
likely	66–100%
very likely	90–100%
extremely likely	95–100%
virtually certain	99–100%

* 'main driver' means responsible for more than 50% of the change

IPCC-2021 (Доклад межправительственной группы экспертов по изменению климата, А.1.3): читаем внимательно (!)

It is *likely* that

- well-mixed GHGs contributed a warming of 1.0°C to 2.0°C (2010-2019/1850-1900)
- other human drivers (principally aerosols) contributed a cooling of 0.0°C to 0.8°C

It is *very likely* that

- well-mixed GHGs were the main driver* of tropospheric warming since 1979

likelihood of an outcome/result	probability
exceptionally unlikely	0–1%
extremely unlikely	0–5%
very unlikely	0–10%
unlikely	0–33%
as likely as not	33–66%
more likely than not	50–100%
likely	66–100%
very likely	90–100%
extremely likely	95–100%
virtually certain	99–100%

* 'main driver' means responsible for more than 50% of the change

IPCC-2021 (Доклад межправительственной группы экспертов по изменению климата, А.1.3): перевод на русский

С вероятностью >66% истинно утверждение, что:

- парниковые газы* (ПГ) ответственны за потепление на 1.0-2.0°C (2010-2019/1850-1900)
- другие антропогенные факторы (в основном, аэрозоли) обеспечили охлаждение на 0.0-0.8°C

С вероятностью >90% истинно утверждение, что:

- ПГ ответственны за более чем 50% потепления тропосферы с 1979 года

* более точно, в тексте про "смешивающиеся газы" (это ПГ за вычетом озона и углеводородов, но включая метан)

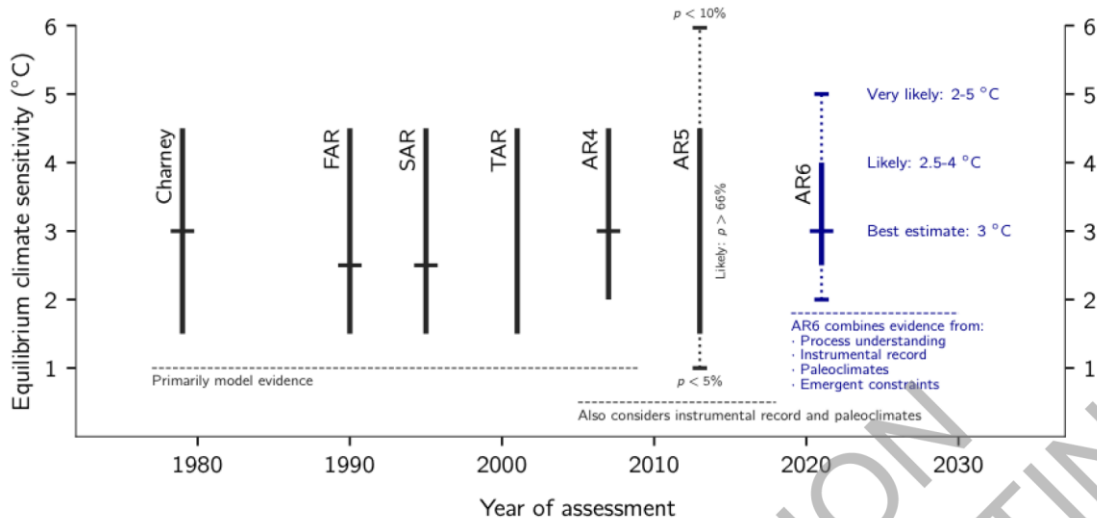
Для справки: оценки чувствительности климата к удвоению CO₂ (прогресс оценок в докладах МГЭИК)

Final Government Distribution

Technical Summary

IPCC AR6 WGI

a) Evolution of equilibrium climate sensitivity assessments from Charney to AR6



Прогресс есть, но за 40 лет – не слишком ли медленный?

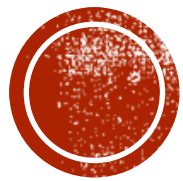
Ещё раз: давайте быть осторожными в суждениях!

IPCC-2021

Климатоскептики разгромлены??

ИМНО, это слишком сильное утверждение...

Хорошо. Дальше – в логике "нагреваемся и надо срочно что-то делать" ;)



О цене перехода:
СКОЛЬКО СТОИТ?

Сколько стоит: вводные замечания

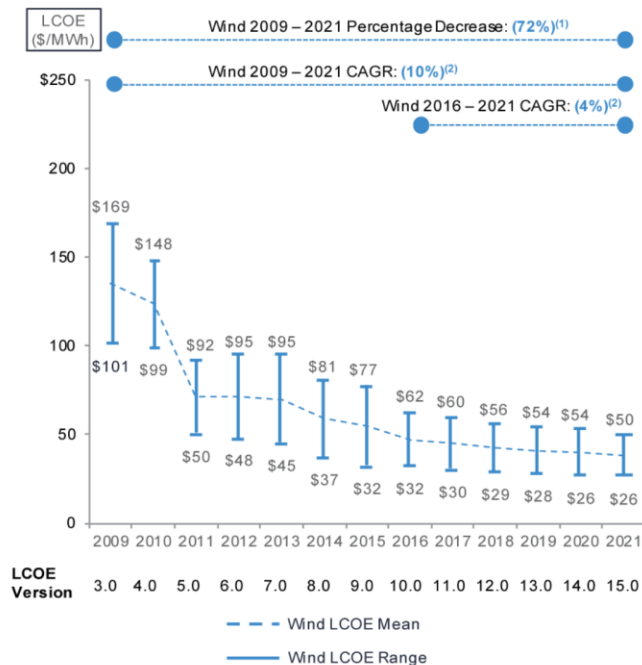
- Фундаментальный вопрос / сценарная развилка
 - если будет дешево (полные издержки – сопоставимы с нынешней ценой, что означает ещё двух-/трёхкратное общее удешевление), то "и разговаривать не о чем"
 - но есть большие сомнения, что это будет легко достигнуто (в обозримой перспективе, до 2030-2035 гг.)
- Что смущает? Что тоже намечается "нездоровый консенсус".

Нормированная стоимость ветра и солнца. Прогресс затормозил? – Похоже на то...

Levelized Cost of Energy Comparison—Historical Renewable Energy LCOE Declines

In light of material declines in the pricing of system components and improvements in efficiency, among other factors, wind and utility-scale solar PV have exhibited dramatic LCOE declines; however, as these industries have matured, the rates of decline have diminished

Unsubsidized Wind LCOE

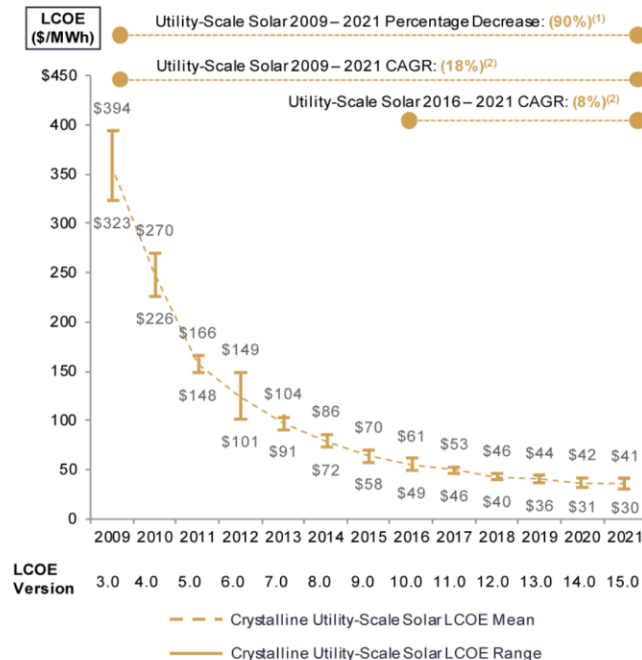


Source: Lazard estimates.

(1) Represents the average percentage decrease of the high end and low end of the LCOE range.

(2) Represents the average compounded annual rate of decline of the high end and low end of the LCOE range.

Unsubsidized Solar PV LCOE



Источник: Lazard Ltd, LCOE 15., 2021

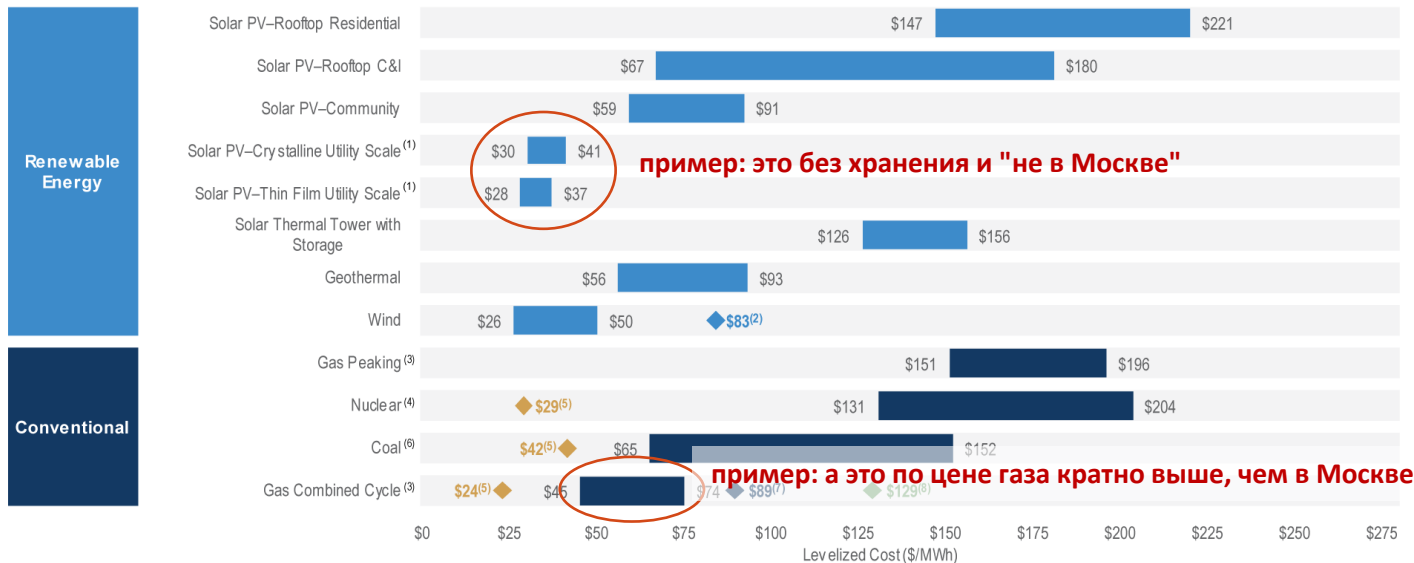
Где затормозил прогресс? – Вряд ли там, где это устраивало бы...

Важно, что это средняя температура по больнице с разными "весами" у разных "больных"

Вообще: вредный график (неспециалиста дезориентирует, а вообще мало о чем говорит)

Levelized Cost of Energy Comparison—Unsubsidized Analysis

Selected renewable energy generation technologies are cost-competitive with conventional generation technologies under certain circumstances



Source: Lazard estimates.

Note: Here and throughout this presentation, unless otherwise indicated, the analysis assumes 60% debt at 8% interest rate and 40% equity at 12% cost. Please see page titled "Levelized Cost of Energy Comparison—Sensitivity to Cost of Capital" for cost of capital sensitivities. These results are not intended to represent any particular geography. Please see page titled "Solar PV versus Gas Peaking and Wind versus CCGT—Global Markets" for regional sensitivities to selected technologies.

(1) Unless otherwise indicated herein, the low case represents a single-axis tracking system and the high case represents a fixed-tilt system.

(2) Represents the estimated implied midpoint of the LCOE of offshore wind, assuming a capital cost range of approximately \$2,500 – \$3,600/kW.

(3) The fuel cost assumption for Lazard's global, unsubsidized analysis for gas-fired generation resources is \$3.45/MMBTU.

(4) Unless otherwise indicated, the analysis herein does not reflect decommissioning costs, ongoing maintenance-related capital expenditures or the potential economic impacts of federal loan guarantees or other subsidies.

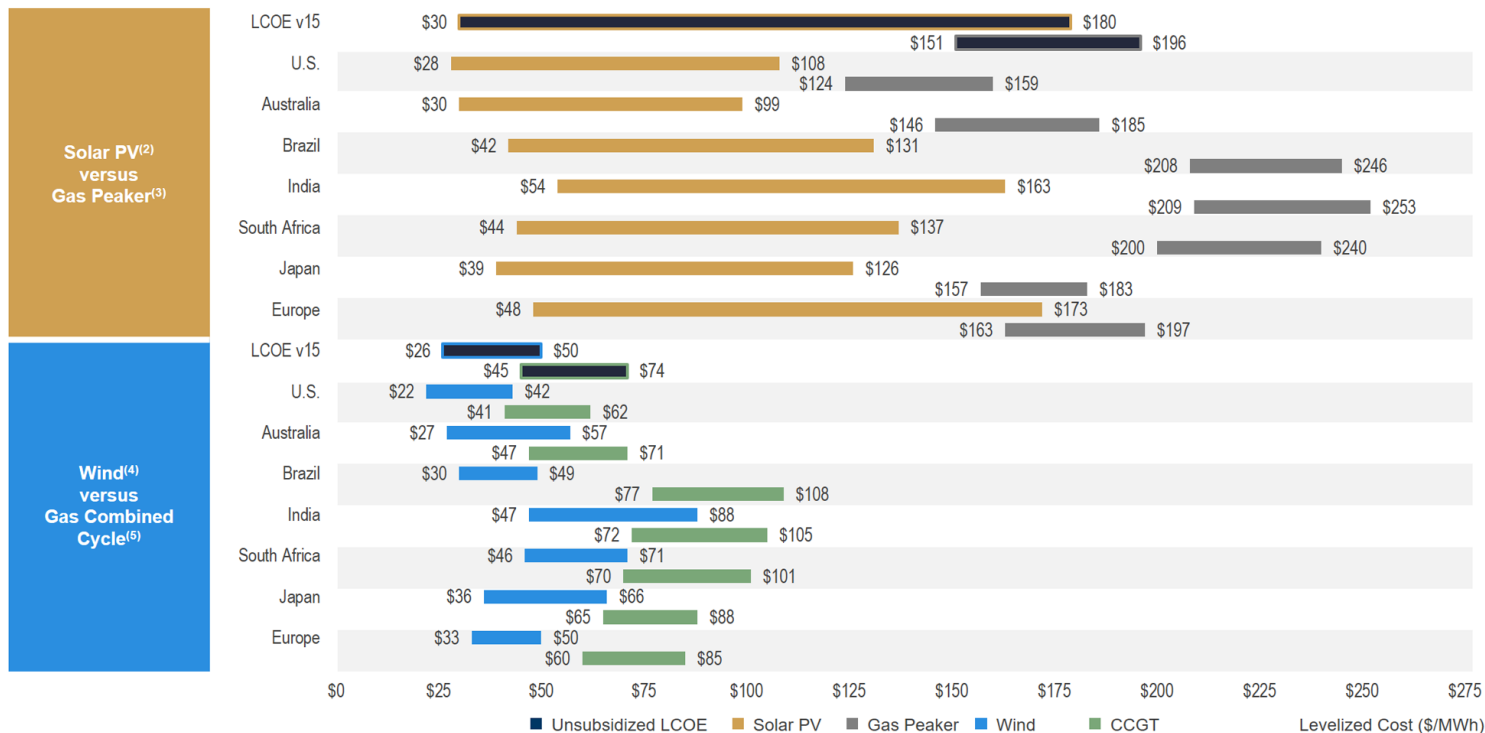
(5) Represents the midpoint of the marginal cost of operating fully depreciated gas combined cycle, coal and nuclear facilities, inclusive of decommissioning costs for nuclear facilities. Analysis assumes that the salvage value for a decommissioned gas combined cycle or coal asset is equivalent to its decommissioning and site restoration costs. Inputs are derived from a benchmark of operating gas combined cycle, coal and nuclear assets across the U.S. Capacity factors, fuel, variable and fixed operating expenses are based on upper- and lower-quartile estimates derived from Lazard's research. Please see page titled "Levelized Cost of Energy Comparison—Renewable Energy versus Marginal Cost of Selected Existing Conventional Generation" for additional details.

(6) High end incorporates 90% carbon capture and storage. Does not include cost of transportation and storage.

(7) Represents the LCOE of the observed high case gas combined cycle inputs using a 20% blend of "Blue" hydrogen, (i.e., hydrogen produced from a steam-methane reformer, using natural gas as a feedstock and sequestering the resulting CO₂ in a nearby saline aquifer). No plant modifications are assumed beyond a 2% adjustment to the plant's heat rate. The corresponding fuel cost is \$5.20/MMBTU, assuming \$1.39/kg for Blue hydrogen.

(8) Represents the LCOE of the observed high case gas combined cycle inputs using a 20% blend of "Green" hydrogen, (i.e., hydrogen produced from an electrolyzer powered by a mix of wind and solar generation and stored in a nearby salt cavern). No plant modifications are assumed beyond a 2% adjustment to the plant's heat rate. The corresponding fuel cost is \$10.05/MMBTU, assuming \$4.15/kg for Green hydrogen.

Solar PV and wind have become increasingly competitive with conventional technologies with similar generation profiles; without storage, however, these resources lack the dispatch characteristics, and associated benefits, of such conventional technologies



Source: Lazard estimates.

Note: The analysis presented on this page assumes country-specific or regionally applicable tax rates.

(1) Equity IRRs are assumed to be 10.0% – 12.0% for Australia, 15.0% for Brazil and South Africa, 13.0% – 15.0% for India, 8.0% – 10.0% for Japan, 7.5% – 12.0% for Europe and 7.5% – 9.0% for the U.S. Cost of debt is assumed to be 5.0% – 5.5% for Australia, 10.0% – 12.0% for Brazil, 12.0% – 13.0% for India, 3.0% for Japan, 4.5% – 5.5% for Europe, 12.0% for South Africa and 4.0% – 4.5% for the U.S.

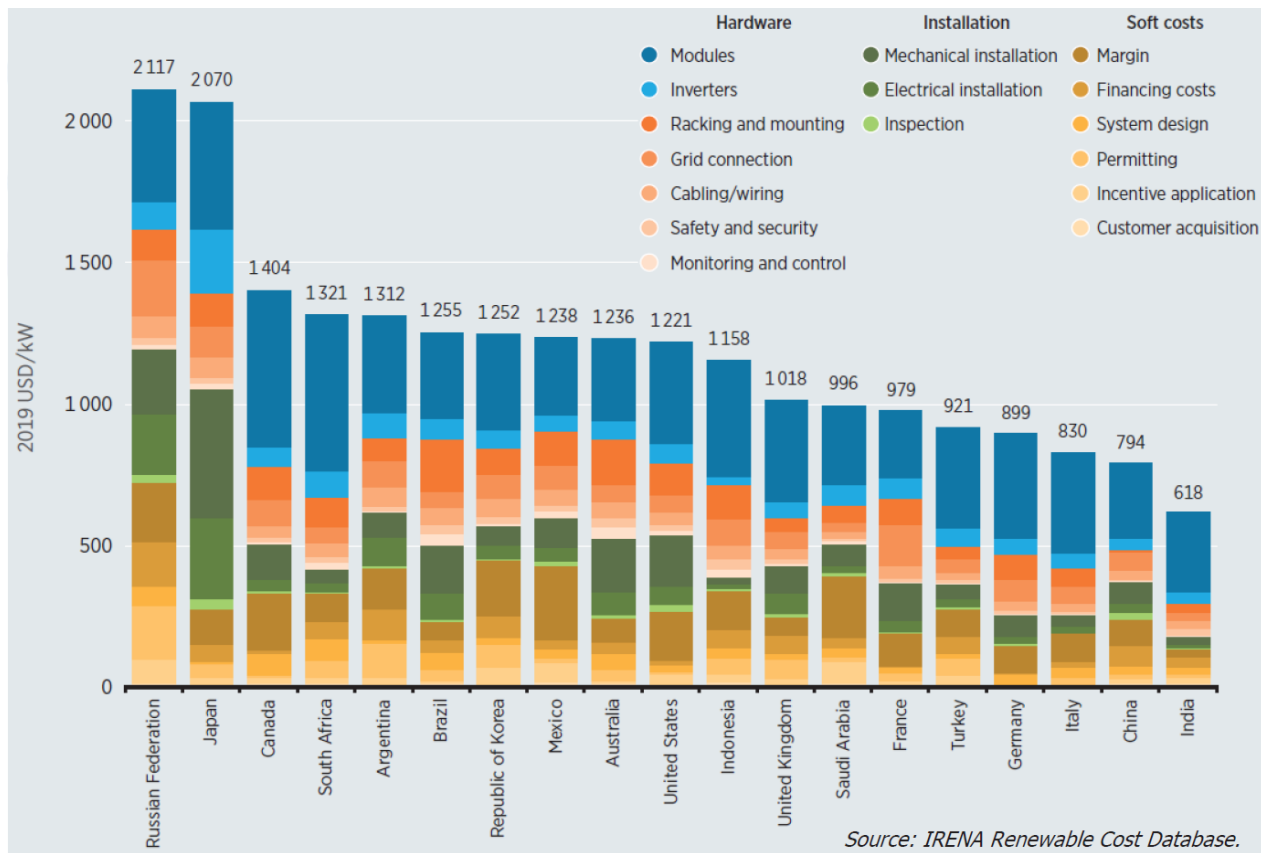
(2) Low end assumes crystalline utility-scale solar with a single-axis tracker. High end assumes rooftop C&I solar. Solar projects assume illustrative capacity factors of 21% – 28% for the U.S., 26% – 30% for Australia, 26% – 28% for Brazil, 22% – 23% for India, 27% – 29% for South Africa, 16% – 18% for Japan and 13% – 16% for Europe.

(3) Assumes natural gas prices of \$3.45 for the U.S., \$4.00 for Australia, \$8.00 for Brazil, \$7.00 for India, South Africa and Japan and \$6.00 for Europe (all in U.S.\$ per MMBtu). Assumes a capacity factor of 10% for all geographies.

(4) Wind projects assume illustrative capacity factors of 38% – 55% for the U.S., 29% – 46% for Australia, 45% – 55% for Brazil, 25% – 35% for India, 31% – 36% for South Africa, 22% – 30% for Japan and 33% – 38% for Europe.

(5) Assumes natural gas prices of \$3.45 for the U.S., \$4.00 for Australia, \$8.00 for Brazil, \$7.00 for India, South Africa and Japan and \$6.00 for Europe (all in U.S.\$ per MMBtu). Assumes capacity factors of 55% – 70% on the high and low ends, respectively, for all geographies.

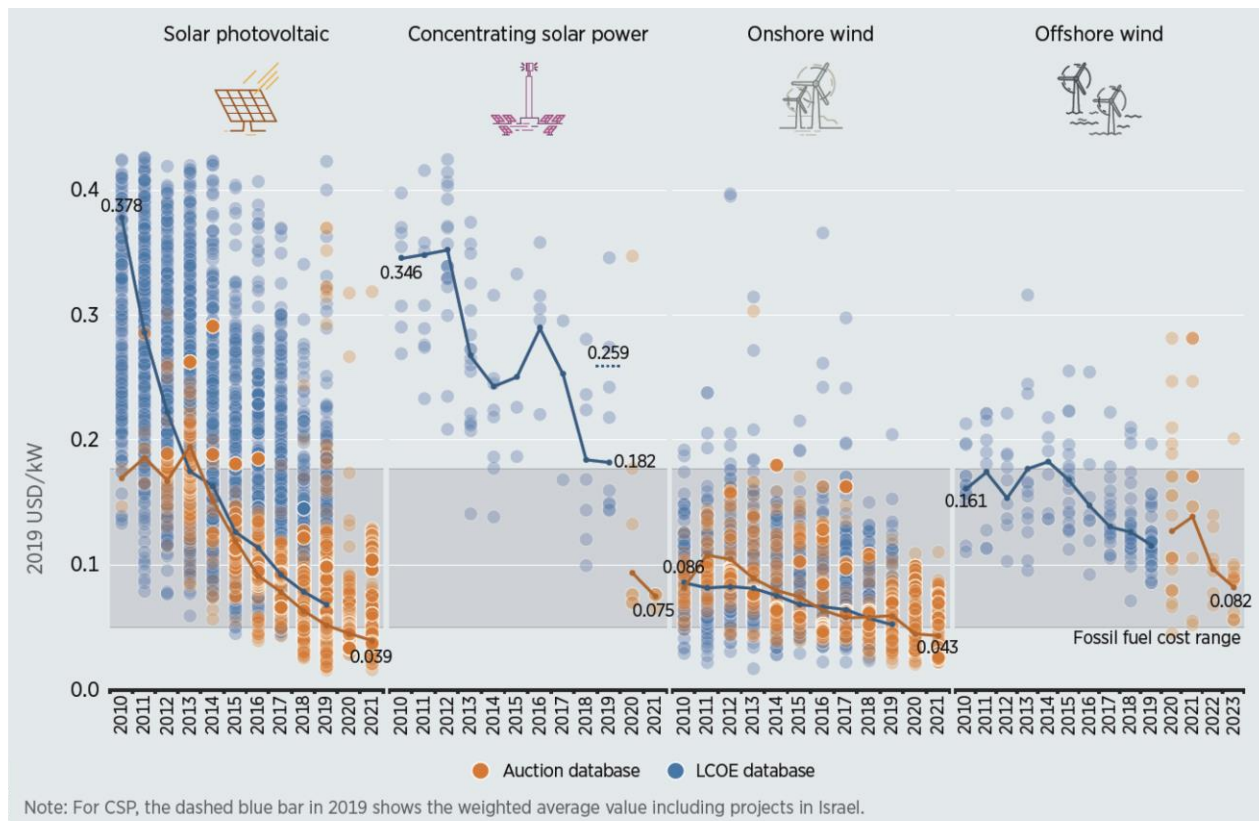
О разнообразии (просто пример): Total Installed Cost for PV



Нормированная стоимость ветра и солнца (источник 2).

Прогресс затормозил? – Не до конца.

Важно: дисперсия крайне высока!!



Source: IRENA Renewable Cost Database.

Так сколько стоит-то?

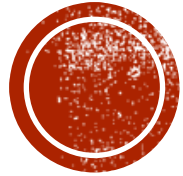
Два очень важных аспекта ответа

1. Это в среднем пока ещё дорого!

- в основе экономического прогресса – удешевление стоимости энергии!!
- принуждение к декарбонизации (на имеющихся технологиях) – это ещё один мощнейший (рукотворный) мировой кризис!

2. Это крайне по-разному для разных условий (стран / территорий / отраслей), дисперсия зашкаливает!

- где-то/кому-то уже можно использовать (но местами!)
- но в большинстве случаев – это либо дорого либо крайне дорого!
- ожидаемый прогресс расширит возможности – но не везде и не для всех!



О договороспособности:
человечество не готово?
(не будет готово?)

Текущая ситуация с действиями и планами

- Тривиально, но:
 - риторика субъектов будет "правильной"
 - надо смотреть, не что говорят, а каковы реальные интересы
- Декарбонизация может коррелировать с двумя другими выгодами*:
 - улучшение экологии
 - усиление суверенитета (повышение энергонезависимости)
- + "Не можешь предотвратить – возглавь"
- Важно: пока никто значимо не платил
 - кроме Европы, но и там "всё только начинается"

* Китай – на настоящем этапе как раз этот самый случай

Важные слабоартикулированные места (пока, скорее, "заметённые под ковёр")

- Кому, сколько и почему платить и как контролировать?
 - сколько будет стоить (переход и последствия) – до конца неясно (ясно, что дорого)
 - кто платит? (потребитель или производитель)
 - учитываются ли прошлые "заслуги" (выбросы)?
 - как учитывать (если учитывать) индивидуальный страновой баланс выгод/потерь? (а оценки: пол/потолок)
 - SDG/ЦУР: как увязать с приоритетами развития мира и разных стран? (часть целей – прямо коррелирует, но почти половина – в жёстком противоречии)
 - И: как не только договориться, но и обеспечить следование договорённостям?

И что дальше?..

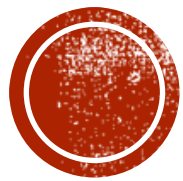
Позитивный сценарий (фантазии):
страна вносит 5% (условно) своего
дохода / год

- + глобальная реаллокация ресурсов ("углеродогенный мировой Госплан" 😊)

Негативный сценарий (реальность):
каждая страна снижает выбросы в 2-
5 раз (+/-)

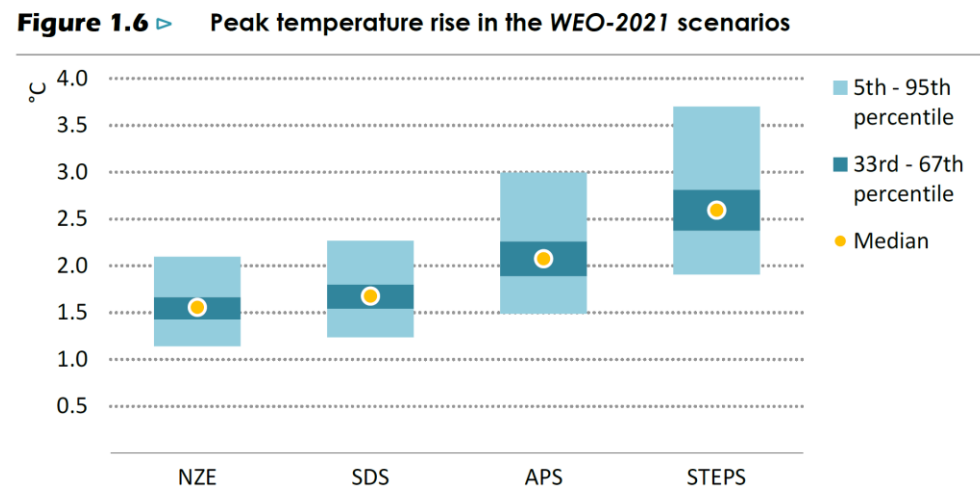
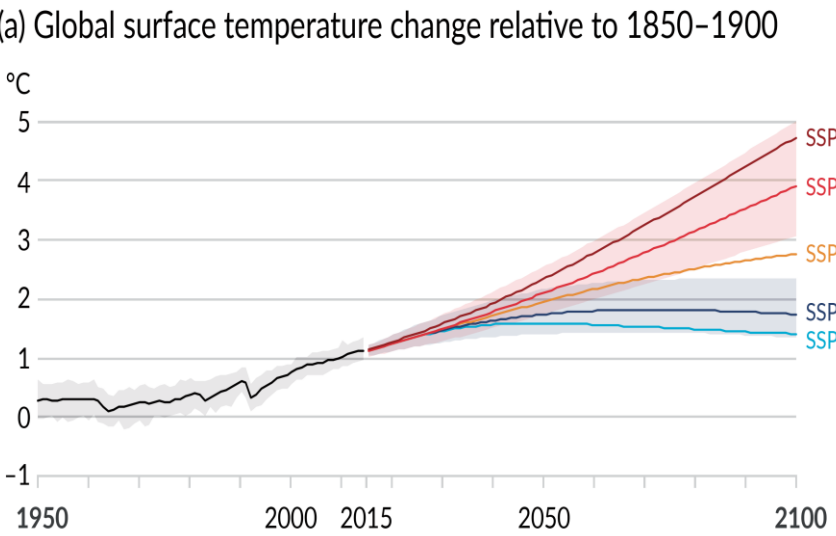
- страновая дисперсия, конфликты
- меньшая общая эффективность!

- Человечество ещё не сталкивалось со столь мощным вызовом – не в смысле "невозможности выжить", а в смысле готовности договориться (такого дисбаланса интересов, кажется, ещё не было)
- Все жертвы (если они нужны) – даже не "ради детей", а "ради внуков и правнуков"
- Что плохо: декарбонизация создаёт "новую моральную основу"
- Вероятность неблагоприятного сценария – крайне высока
- Требуется долгосрочное политическое прогнозирование (не ко мне)



О будущих траекториях (штрихи)





IEA. All rights reserved.

Что делать?

(вызовы для политики)

- Корона породила необычный кризис, но "климатическая траектория" может быть ещё нетривиальнее
- Впереди – "столетие бифуркации" (а происходящее сейчас – "небольшая разминка")
 - на подходе – глобальная (высокая) инфляция? (пока – как следствие "ковидной разбалансировки")
 - впереди – период климатических торговых войн
 - отдельная история – переоценка (фундаментальная?) активов (самых разных и сильно)
 - дальше – демографический вызов (для стран, совершивших демографический переход), отдельная история...
- Элементы пессимистичного сценария:
 - супер-акцент на адаптации к изменениям климата: "будь готов к +5°C" (правда, в "сверхдолгосрочке")
 - технологии обеспечения суверенитета и безопасности (включая экспорт соответствующих услуг)
- Элементы конструктивных действий:
 - новые дешёвые энерготехнологии – ключевой ответ (глобальный)
 - глобальные научно-исследовательские программы (?) (Россия: РБН? что ещё?)
 - совместные программы "сверхэффективных действий" по снижению эмиссии
 - отдельная история – изменение моделей потребления (например: сверхдорогой личный транспорт / дорогое такси / дешёвый общественный)
 - нынешний "климатический хайп" – как элемент подготовки общества (почему бы и нет?)
 - усиление акцента на адаптации к изменениям климата

Спасибо!

В.А.Сальников



Центр
макроэкономического
анализа и
краткосрочного
прогнозирования

44-й научно-практический семинар ЦМАКП

16.12.2021

ЭНЕРГОПЕРЕХОД И ЦУР (SDG)

☹️☹️ Цель 1: ликвидация нищеты

☹️☹️ Цель 2: ликвидация голода

😊 Цель 3: хорошее здоровье и благополучие

😊 Цель 4: качественное образование

😊 Цель 5: гендерное равенство

😊 Цель 6: чистая вода и санитария

😊 Цель 7: недорогостоящая и чистая энергия

☹️ Цель 8: достойная работа и экономический рост

☹️ Цель 9: индустриализация, инновации и инфраструктура

☹️☹️☹️ Цель 10: уменьшение неравенства

😊 Цель 11: устойчивые города и населённые пункты

😊 Цель 12: ответственное потребление и производство

😊 Цель 13: борьба с изменением климата

😊 Цель 14: сохранение морских экосистем

😊 Цель 15: сохранение экосистем суши

☹️☹️ Цель 16: мир, правосудие и эффективные институты

😊 Цель 17: партнёрство в интересах устойчивого развития

