



**ЦЭНЭФ – XXI век**

Email: [cenef@co.ru](mailto:cenef@co.ru); website: <https://cenef-xxi.ru>

Telegram: <https://t.me/LowCarbonRussia>

**Мы тратим свою энергию, чтобы экономить вашу!**

**И.А. Башмаков**

**Два мифа о ВИЭ**

**Энергоресурсы на основе ВИЭ всегда дороже энергии, получаемой на основе использования ископаемого топлива**

**Нельзя создать экономику, полностью основанную на использовании ВИЭ**

**Вебинар РАВИ. 20.06.2024**

**Энергоопасность & Энергобезопасность**



**Миф**

**Энергоресурсы на основе ВИЭ всегда дороже энергии, получаемой на основе использования ископаемого топлива**



# **Первый вопрос – это метрика оценки затрат**

## **Что сравнивать?**

- ▶ **Этих метрик несколько:**
  - ▶ **удельные капитальные вложения на единицу мощности (продукции, снижения выбросов ПГ);**
  - ▶ **приростные капитальные вложения (разница между инвестиционной стоимостью ВИЭ, или другого климатического проекта по сравнению со стоимостью обычного проекта);**
  - ▶ **приведенная стоимость производства (экономии) энергии;**
  - ▶ **затраты цикла жизни здания;**
  - ▶ **стоимость владения автомобилем и др.**

# **Выбор метрики часто зависит от целевой функции аналитической работы**

- Так в работе А.А. Широ́ва и А.Ю. Колпакова (Целевой сценарий социально-экономического развития России с низким уровнем нетто-выбросов парниковых газов до 2060 года / Проблемы прогнозирования. 2023. № 6 (201). С. 53-66. DOI: 10.47711/0868-6351-201-53-66) одна из задач – показать, что решения на основе ВИЭ – это затратная стратегия.
- Поэтому авторы использовали неадекватный показатель – удельные капиталовложения в меры снижения нетто-выбросов ПГ» в тыс. руб. 2021/т CO2-экв.
- Он не адекватен по двум причинам.
  - Первая, при его использовании, по меньшей мере, нужно использовать в знаменателе не годовой объем снижения выбросов, а суммарный за весь срок службы технологии. Эти сроки заметно различаются от одной технологии к другой. Но это не главное.
  - Главное, что при таком расчете из анализа выпадает экономия на текущих затратах и в первую очередь на покупку топлива и энергии.

# Простой пример

- Светодиодная лампа (10 Вт) стоит 70 руб., а лампа накаливания (60 Вт) – 30 руб.
- Получается, что удельные капитальные вложения для светодиодной лампы равны 7 руб./Вт, а для лампы накаливания – 0,5 руб./Вт.
- Однако, при использовании лампы накаливания в течении 2000 часов в году при стоимости электроэнергии 5 руб./кВт-ч необходимо заплатить за электроэнергию 600 руб., а при использовании светодиодной лампы – только 100 руб.
- В итоге затраты в течение года составят 30 руб. + 600 руб. против 70 руб. + 100 руб.
- Годовая экономия при выборе светодиодной лампы равна 460 руб. При удельных выбросах CO<sub>2</sub> в размере 340 гCO<sub>2</sub>/кВт-ч снижение выбросов составит  $((60\text{Вт}-10\text{Вт}) \cdot 2000\text{часов} \cdot 340\text{гCO}_2/\text{кВт-ч}) / 1000000 = 34 \text{ кгCO}_2$ .
- Получаем отрицательные годовые затраты на снижение выбросов CO<sub>2</sub> равные -12647 руб./тCO<sub>2</sub>  $((430/34) \cdot 1000)$ .
- В подходе ИНП РАН такого быть просто не может.

# Другой пример - подход использованный РЭА

- ▶ **Задается верхний предел инвестиционной нагрузки в форме доли инвестиций в низкоуглеродные технологии в ВВП.**
- ▶ **Здесь два методических недочета.**
- ▶ **Первое нужно рассматривать суммарную инвестиционную нагрузку.**
- ▶ **При росте доли инвестиций в низкоуглеродные решения снижается доля инвестиций в топливные технологии, поэтому суммарная нагрузка или не расчет вовсе, или растет медленнее.**
- ▶ **Второе, инвестиции в низкоуглеродные технологии позволяют снижать субсидии на топливо и топливную генерацию. В 2022 г. в мире прямые субсидии на топливо составили 1 трлн долл.**
- ▶ **Косвенные субсидии – с учетом экономических и экологических потерь от использования ископаемого топлива по оценкам МФК - составили 7 трлн долл. Это в 2,5 раза больше всех глобальных инвестиций в энергоснабжение в 2023 г. - 2,8 трлн долл.**

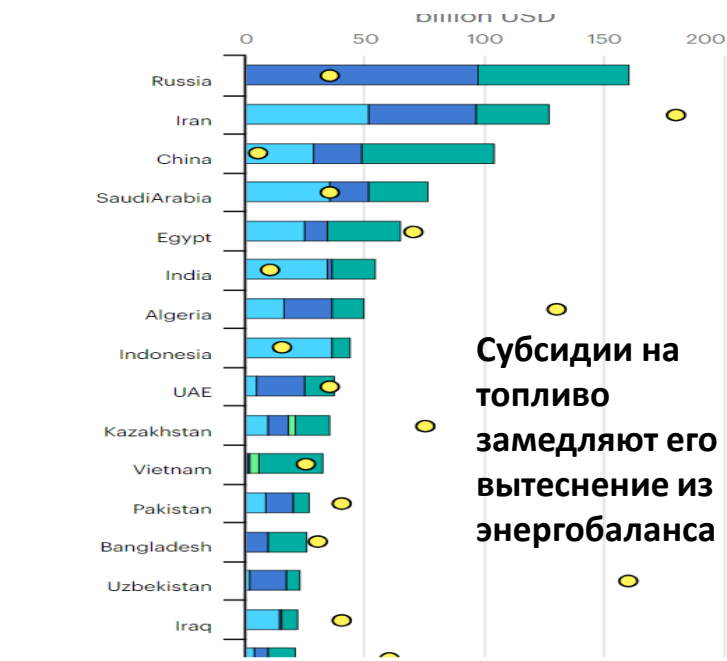
# Низкие цены на энергию ограничивают стимулы к повышению энергоэффективности. «Матрешка» субсидий на энергию



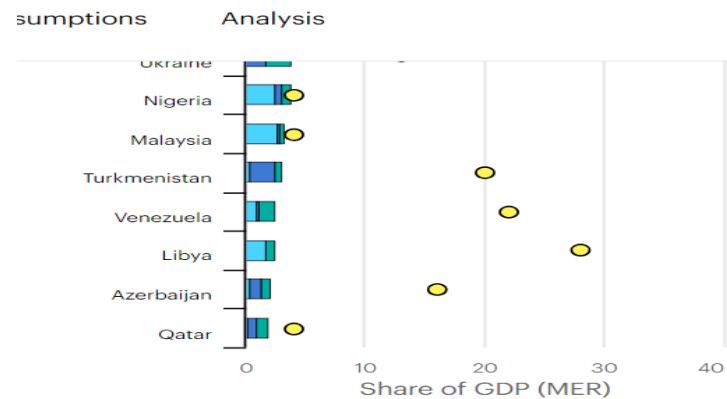
4. Неучет негативных воздействий на окружающую среду
3. Ценовые механизмы поддержки и квоты (льготные тарифы и рыночные квоты)
2. Предоставление услуг по ценам ниже рыночных (земля, вода, инфраструктура, разрешения и др.)
1. Прямые субсидии и налоговые льготы

В 2022 году глобальные субсидии на потребление ископаемого топлива впервые превысили 1 трлн долл. США. Значительный рост. Этот всплеск стал результатом сбоев на энергетических рынках, которые привели к тому, что международные цены на топливо превысили фактические затраты, понесенные многими потребителями. Беспрецедентные субсидии в 2022 году вдвое превысили субсидии 2021 года, которые уже почти в пять раз превысили уровни, зафиксированные в 2020 году.

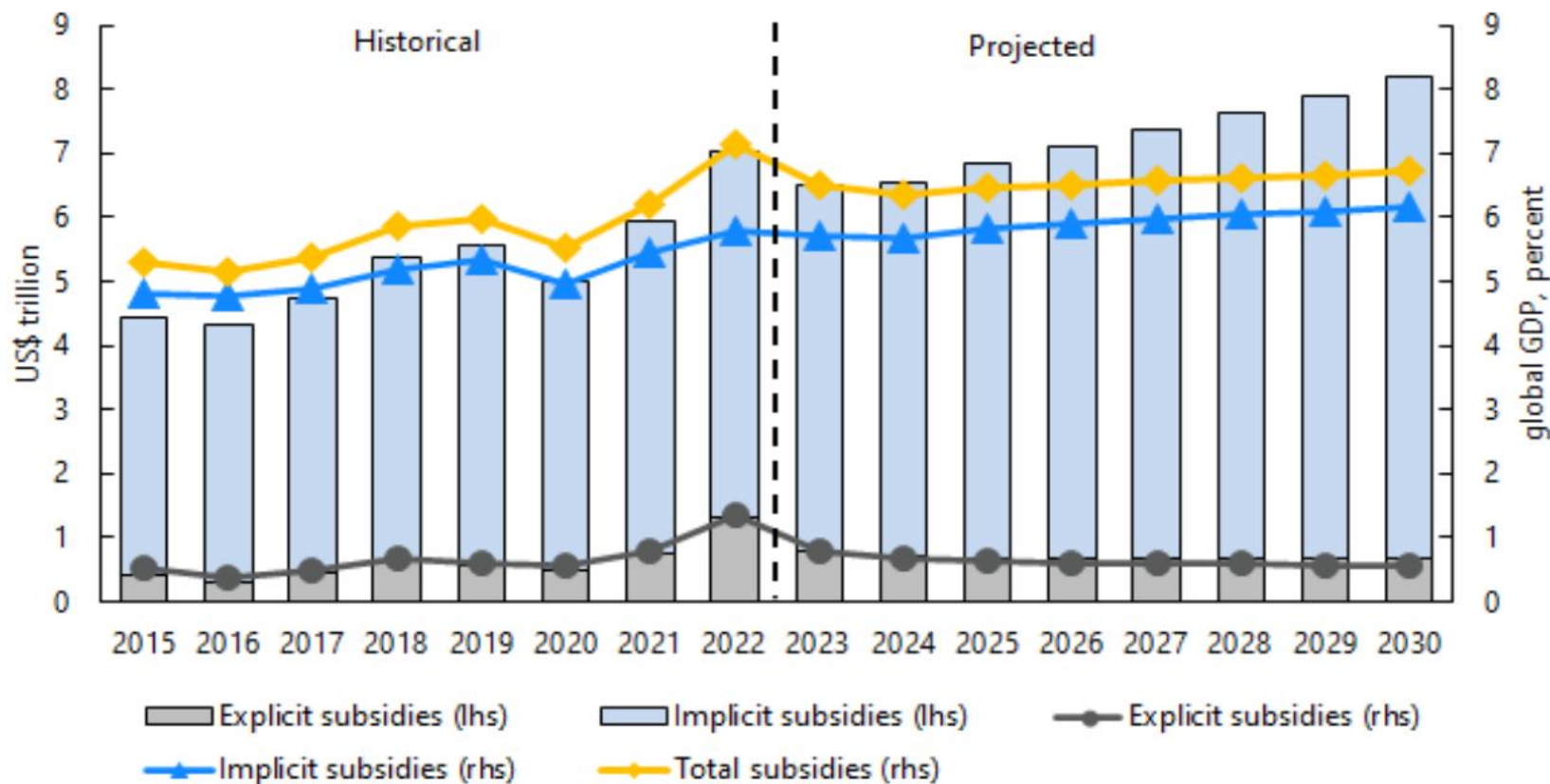
Oil Gas Coal Electricity Total subsidies as % of GDP (MER)



Субсидии на топливо замедляют его вытеснение из энергобаланса



# Прямые и косвенные субсидии на ископаемое топливо в мире равны 7 трлн долл.



Инвестиции в низкоуглеродные технологии в 2023 г. превысили 2 трлн долл. и к 2030 г. должны вырасти до 4-6 трлн долл. Это все еще меньше субсидий





# Практика – критерий истины

- ▶ Как показал анализ для США развитие ветровой и солнечной генерации в 2019–2022 годах дало эффект в размере 249 млрд долл. за счет снижения негативного влияния на здоровье в результате изменения климата и ухудшения качества воздуха ([Cell Reports Sustainability: Cell Reports Sustainability](#))
- ▶ Эмпирические данные опровергают постулаты ИНП РАН и РЭА –
- ▶ В Китае доля низкоуглеродных инвестиций уже превысила 3,8% ВВП. Это не только не помешало экономическому росту, но, напротив, обеспечило вклад в него в размере 20%. И это не предел.
- ▶ При оценке затрат и выгод важно учитывать как инвестиционные затраты, так и затраты (экономии) на эксплуатацию. Для этих целей либо первые переводятся в расчете на год, либо вторые оцениваются за весь сроки использования объекта.
- ▶ При таком сопоставлении уже нет никаких сомнений в ошибочности тезиса о том, что энергоресурсы на основе ВИЭ всегда дороже энергии, получаемой на основе использования ископаемого топлива.

# Адекватные метрики сравнения затрат

---

- ▶ **приведенная стоимость производства (экономии) энергии**
- ▶ **затраты цикла жизни здания**
- ▶ **стоимость владения автомобилем**

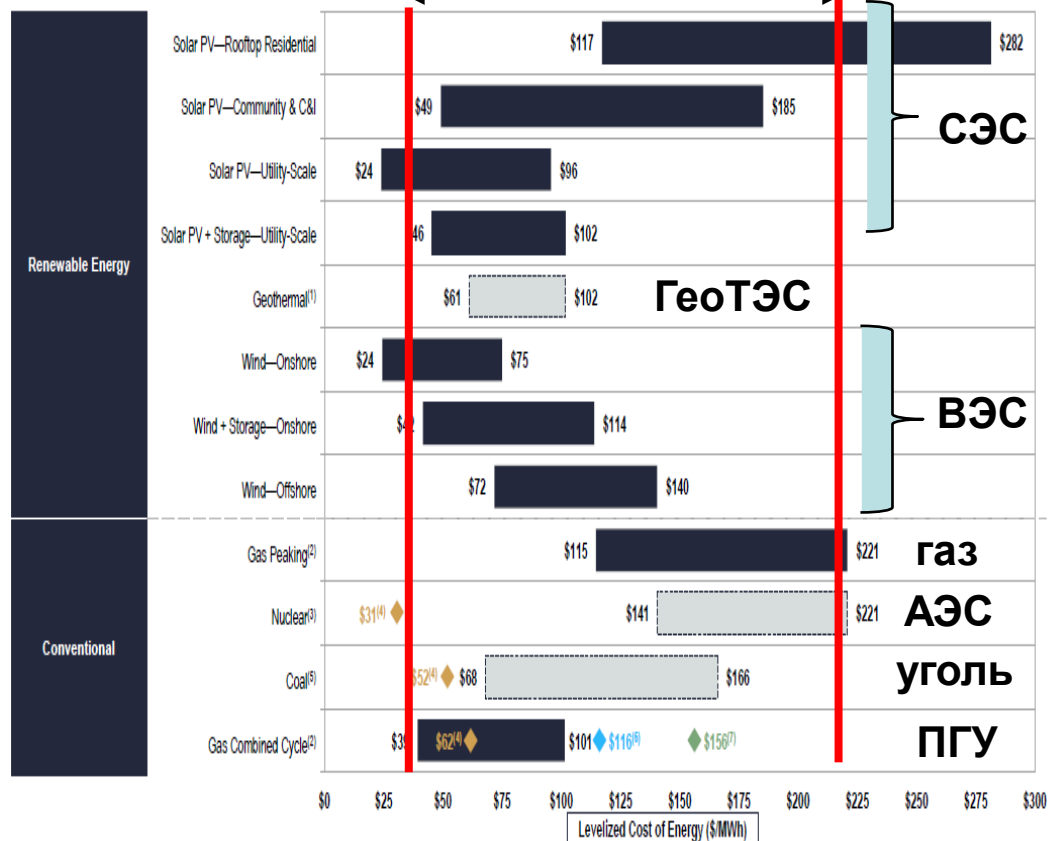
# LCOE – приведенные затраты на выработку электроэнергии



LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS—VERSION 16.0

## Levelized Cost of Energy Comparison—Unsubsidized Analysis

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



Source: Lazard and Roland Berger estimates and publicly available information

$$LCOE = \frac{a * I + OM + F}{E} \quad (2.1)$$

$$a = \frac{r}{1 - (1+r)^{-L}} \quad (2.2)$$

$$I = \frac{C}{L_B} * \sum_{i=1}^{L_B} (1+i)^i * (1 + \frac{d}{(1+r)^{L_i}}) \quad (2.3)$$

$$OM = FOM + (VOM - REV + d_v) * E \quad (2.4)$$

$$E = P * FLH \quad (2.5)$$

$$F = FC * \frac{E}{\eta} \quad (2.6)$$

где:

LCOE – приведенные затраты на производство электроэнергии;

a – коэффициент приведения капитальных вложений;

r – коэффициент дисконтирования, или средневзвешенная стоимость капитала (WACC);

I – инвестиционные расходы, включая стоимость финансирования строительства под ставку процента i;

C – инвестиционные расходы ('overnight cost') без учета стоимости финансирования строительства. Предполагается их равномерное распределение по годам строительства;

d – затраты на вывод мощности из эксплуатации. Для большей части технологий d=0. Для АЭС принимается допущение d=0,15;

OM – чистый прирост текущих расходов, равный сумме фиксированных текущих расходов (FOM), переменных текущих расходов (VOM) и дополнительных переменных доходов (например, от продажи тепла или холода на ТЭЦ);

E – произведенная электроэнергия, равная произведению установленной мощности (P) на число часов использования установленной мощности (FLH);

F – годовая стоимость топлива;

FC – стоимость единицы топлива;

η – КПД технологии производства электроэнергии (по нижней теплотворной способности топлива);

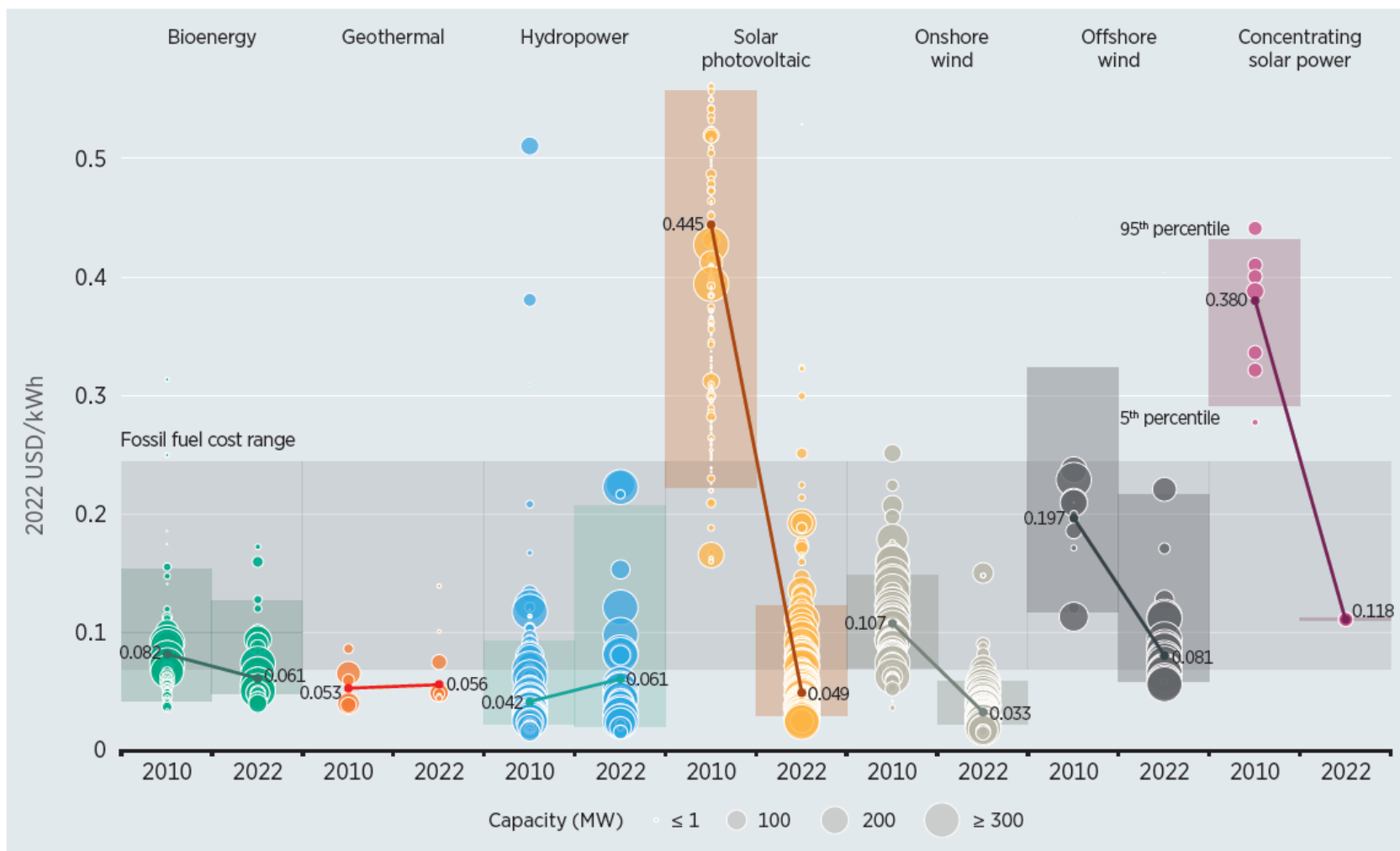


# Стоимость установленной мощности и тенденции LCOE по технологиям, 2010 и 2022 гг.

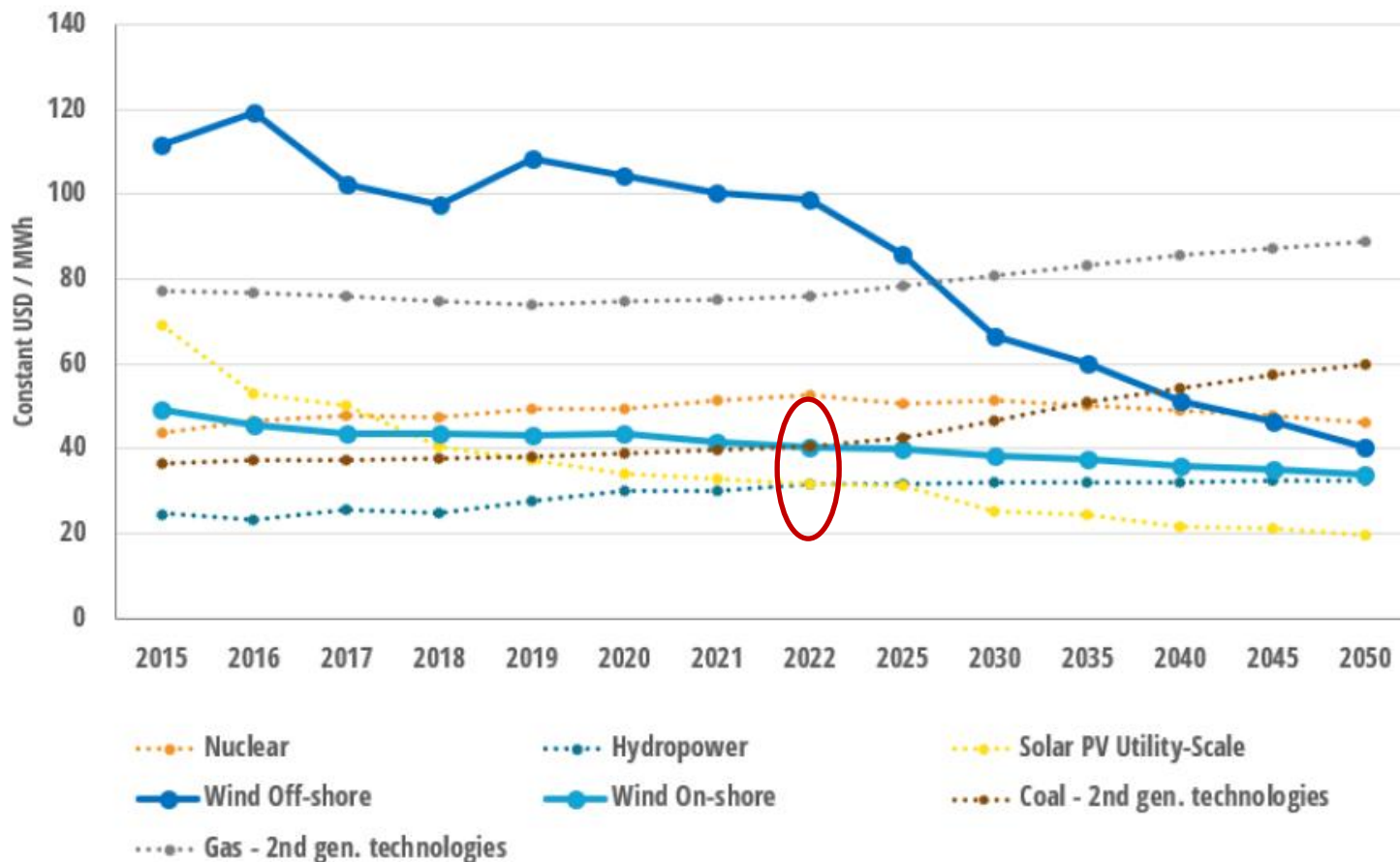
	Total installed costs			Capacity factor			Levelised cost of electricity		
	(2022 USD/kW)			(%)			(2022 USD/kWh)		
	2010	2022	Percent change	2010	2022	Percent change	2010	2022	Percent change
Bioenergy	2 904	2 162	-26%	72	72	1%	0.082	0.061	-25%
Geothermal	2 904	3 478	20%	87	85	-2%	0.053	0.056	6%
Hydropower	1 407	2 881	105%	44	46	4%	0.042	0.061	47%
Solar PV	5 124	876	-83%	14	17	23%	0.445	0.049	-89%
CSP	10 082	4 274	-58%	30	36	19%	0.380	0.118	-69%
Onshore wind	2 179	1 274	-42%	27	37	35%	0.107	0.033	-69%
Offshore wind	5 217	3 461	-34%	38	42	10%	0.197	0.081	-59%



# Технологии ВИЭ не только находятся в нижней зоне диапазона, где они успешно конкурируют с генерацией на топливных станциях, но и в ряде случаев уже пробили нижнюю границу



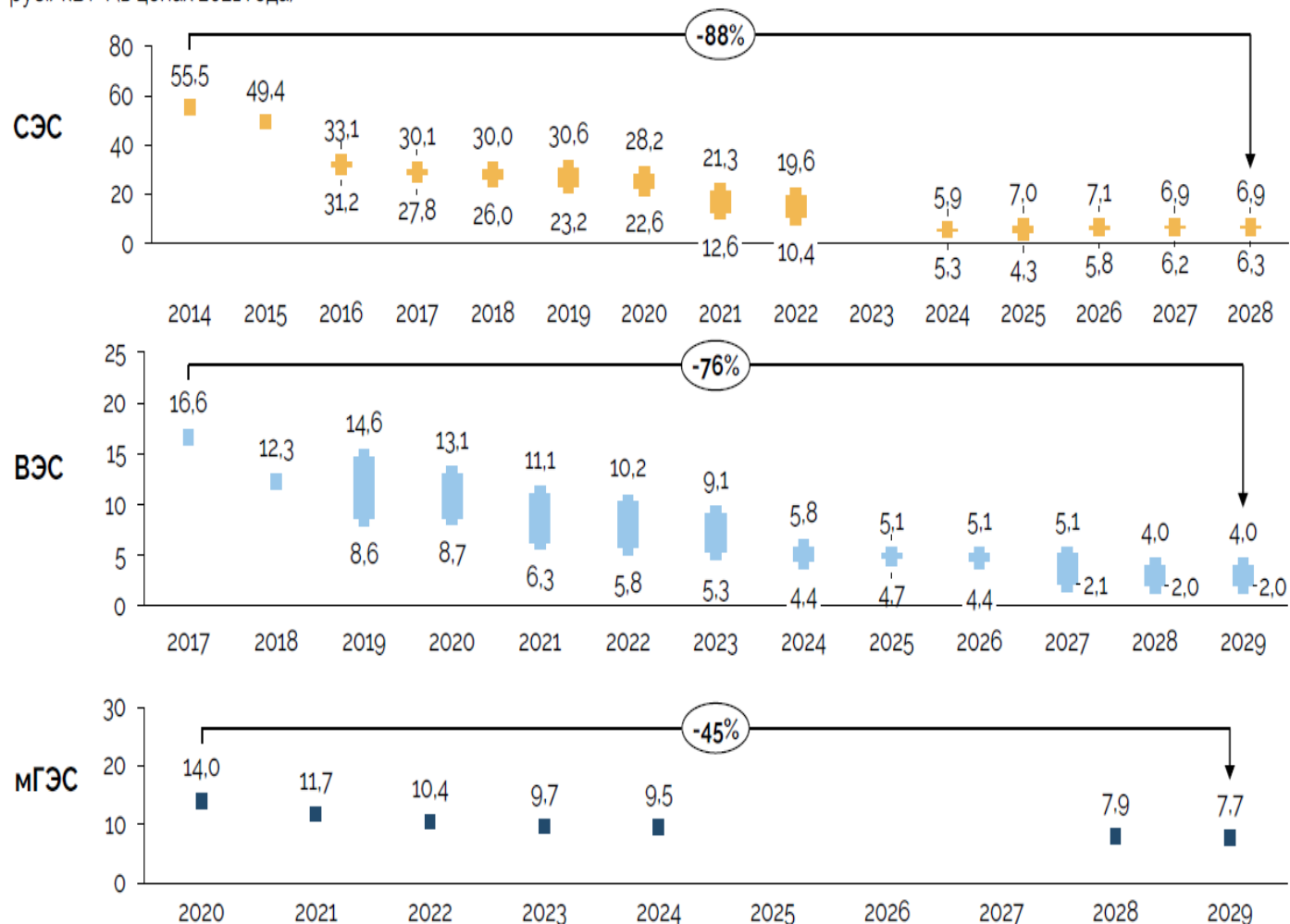
# Приведенная стоимость электроэнергии в Китае. СЭС – паритет с газом. ВЭС на суше – паритет с углем



# С 2014 года одноставочная цена электроэнергии СЭС и ВЭС по результатам отборов ДПМ ВИЭ снизилась на 88% и 76% соответственно (в ценах 2021 года)

Динамика одноставочных цен СЭС, ВЭС, мГЭС по результатам конкурсных отборов ДПМ ВИЭ (с учетом итогов ОПВ 2023)

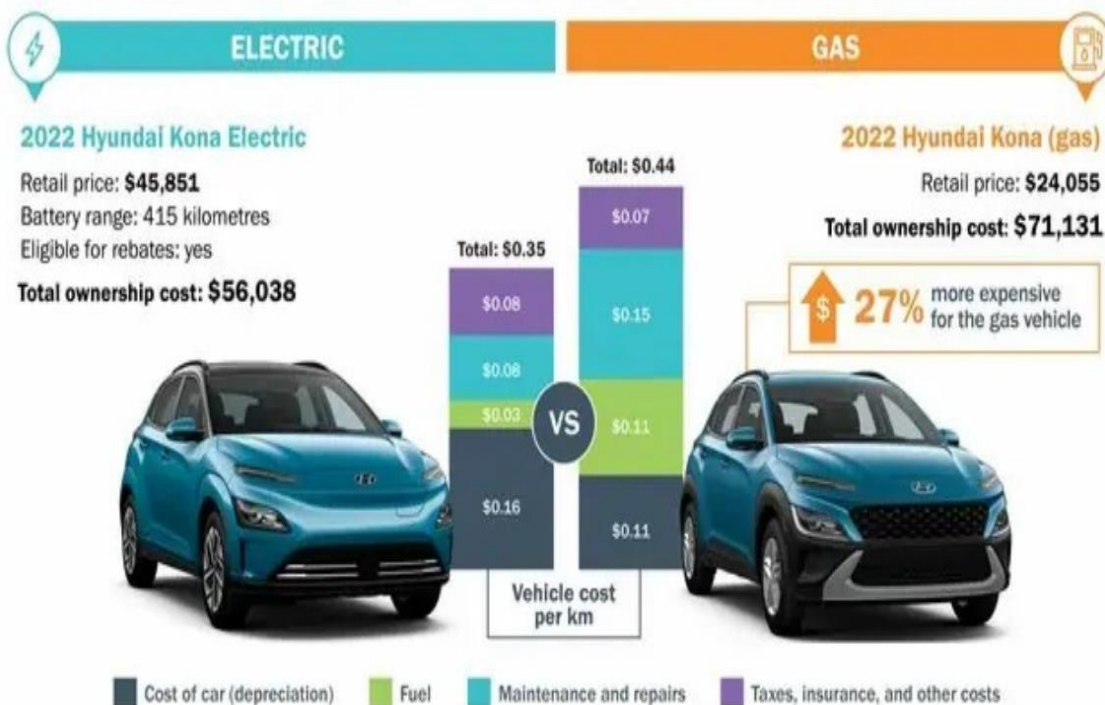
руб./кВт·ч (в ценах 2021 года)



# Во многих случаях стоимость владения ЭМ уже ниже, чем бензиновым

В перспективе автомобили с ДВС будут вытеснены с рынка по чисто экономическим соображениям.

## The full cost of an EV and an equivalent gas car



Стоимость владения автомобилем = стоимость приобретения - субсидии на приобретение + стоимость регистрации, страховки, налогов, платы за техосмотры и др. сборы + стоимость ремонта и запчастей + стоимость топлива, включая налоги на топливо и на углерод + стоимость парковки, плата за проезд по платным дорогам, плата за хранение зимних (летних) шин - стоимость продажи.

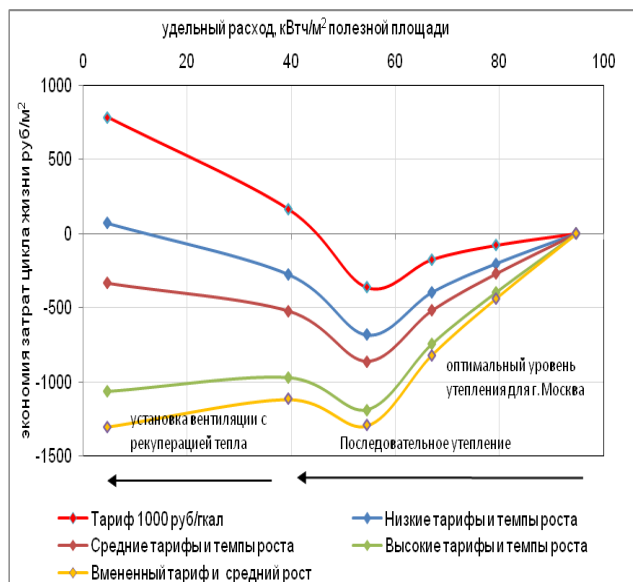
Источник: [What's the true cost of Electric vs. Gas Vehicles? - Rev Automotive Group Inc. \(revautogroup.ca\)](https://www.revautogroup.ca/what-s-the-true-cost-of-electric-vs-gas-vehicles/)



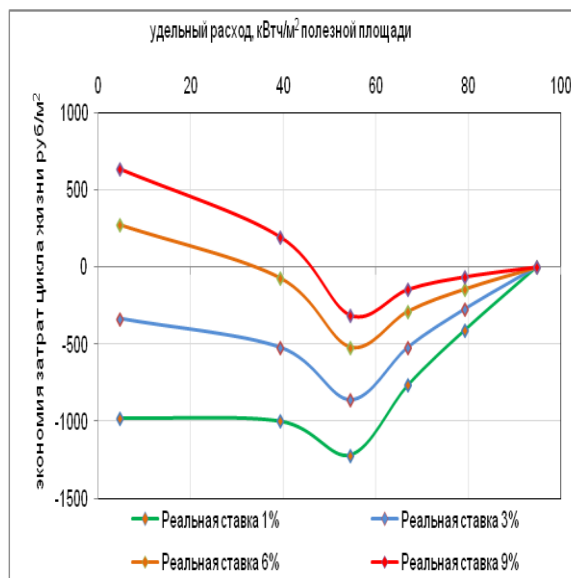


# Оптимизация затрат цикла жизни здания. Новый эталонный МКД

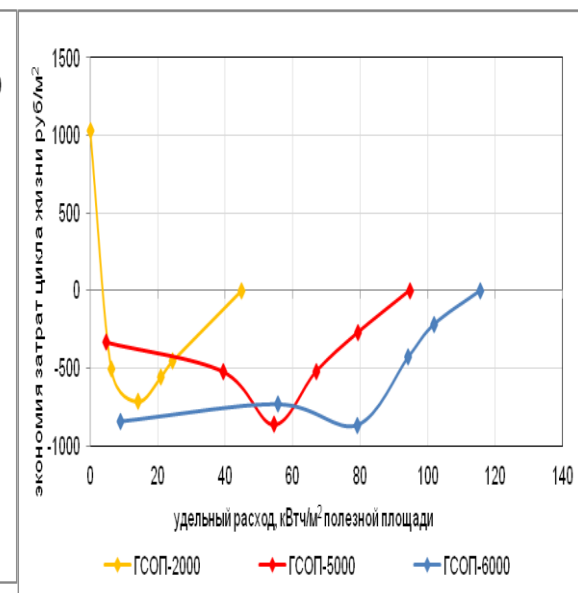
Экономически оптимальным уровнем повышения параметров теплозащиты зданий при всех реалистичных сочетаниях допущений является пакет мер, предусматривающий выход на параметры удельного расхода энергии, определенные в Постановлении Правительства РФ № 18 на 2020 г.



**В зависимости от тарифов на тепловую энергию**



**В зависимости от нормы дисконтирования**

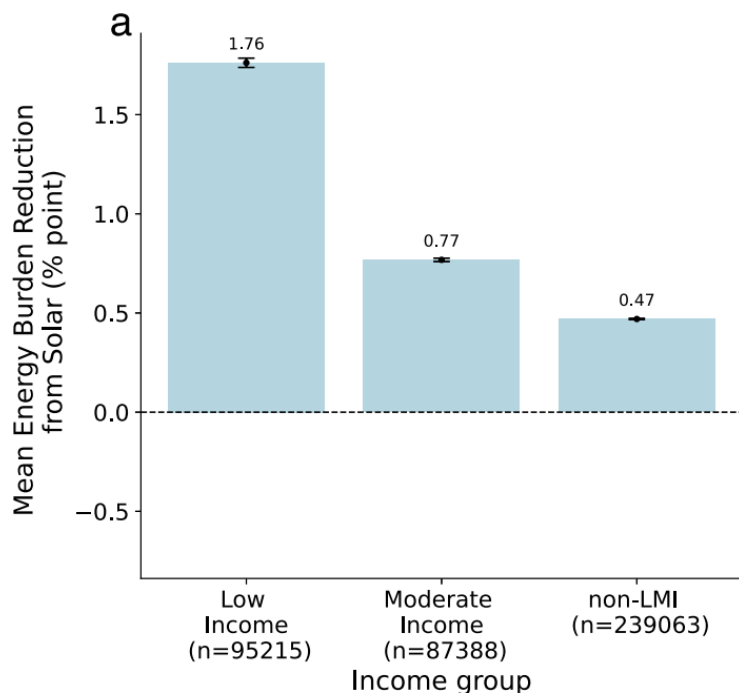


**В зависимости от климатической зоны**



# Крышные фотоэлектрические панели помогают в борьбе с бедностью

Снижение доли расходов домохозяйств на энергию в США за счет установки крышных солнечных панелей (в % от дохода до налогообложения)



На примере домохозяйств США показано, что:

- солнечные панели на крышах снижают нагрузку по оплате энергии для большинства пользователей
- медианная доля расходов на энергию снижается с 3,3% до 2,6%
- Для людей с низким доходом медианные значения снижаются с 7,7% до 6,2%
- Для людей со средним доходом медианные значения снижаются с 4,1% до 3,3%



**Миф.**

**Нельзя создать экономику,  
полностью основанную на  
использовании ВИЭ**

Речь идет только об энергетическом использовании топлива. Объем углеводородов, используемых в качестве сырья для нефте- и газохимии, будет расти.



# До промышленной революции экономика была полностью основана на ВИЭ

- Значит, это возможно.
- Вопрос – возможно ли эти при нынешних численности населения планеты и масштабах экономики?
- Более 500 исследований посвящены поискам возможностей построить все системы энергоснабжения мира, регионов и стран на основе ВИЭ уже в 2050 г.
- Их обзор дан в [IEEE Xplore Full-Text PDF](#):
- Большая их часть отвечает на поставленный вопрос утвердительно.
- Еще в 2011 г. Дания поставила цель обеспечить все потребности энергетики только за счет ВИЭ (включая биомассу) к 2050 г. (к 2030 г. отказ от использования угля на электростанциях, к 2035 г. обеспечение всего электро- и теплоснабжения за счет ВИЭ).
- Еще более 61 страны установили целью обеспечить за счет ВИЭ всю генерацию электроэнергии к 2050 г.

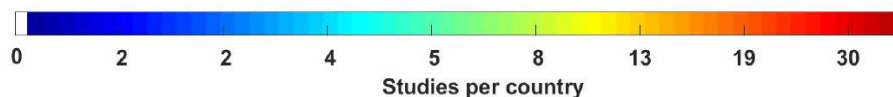
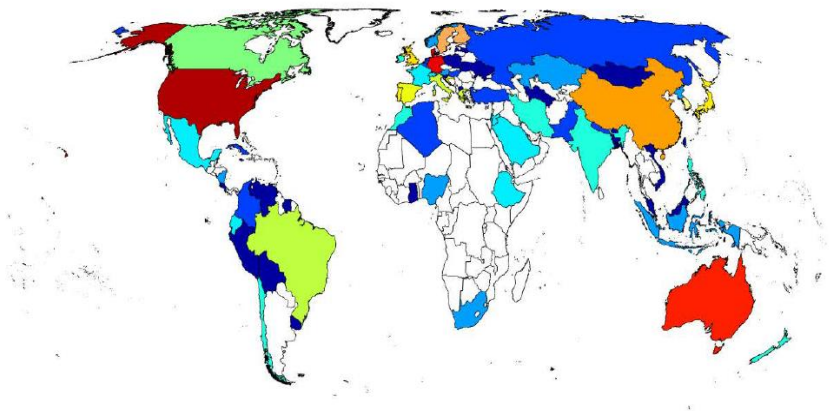
# Логика рассуждений такова:

- **Переход на ВИЭ позволит сократить термодинамические потери от сжигания топлива при производстве электроэнергии и тепла на 20-25% от суммарного потребления первичной энергии.**
- **Дело в том, что КПД производства электроэнергии на угольных ТЭС равен 33–45%, а на газовых – 33–60%, то есть даже на самых эффективных установках значительная часть энергии топлива теряется.**
- **Отказ от необходимости добывать, перерабатывать и транспортировать топливо даст экономию еще 13-15% первичной энергии.**
- **Эффективность конечного использования энергии, за счет электрификации на основе ВИЭ, может быть повышена на 7-10%. Таким образом, потребление первичной энергии снижается на 40-50%.**
- **Оставшаяся часть потребностей обеспечивается за счет ВИЭ.**
- **Даже в недавнем прогнозе ИНЭИ РАН сказано: «переход на безуглеродную электроэнергетику технически реализуем, но потребует роста затрат на электроснабжение конечных потребителей в 3–7 раз, в зависимости от региона»**

<https://www.eriras.ru/files/prognoz-2024.pdf>

# 100% ВИЭ исследования по странам

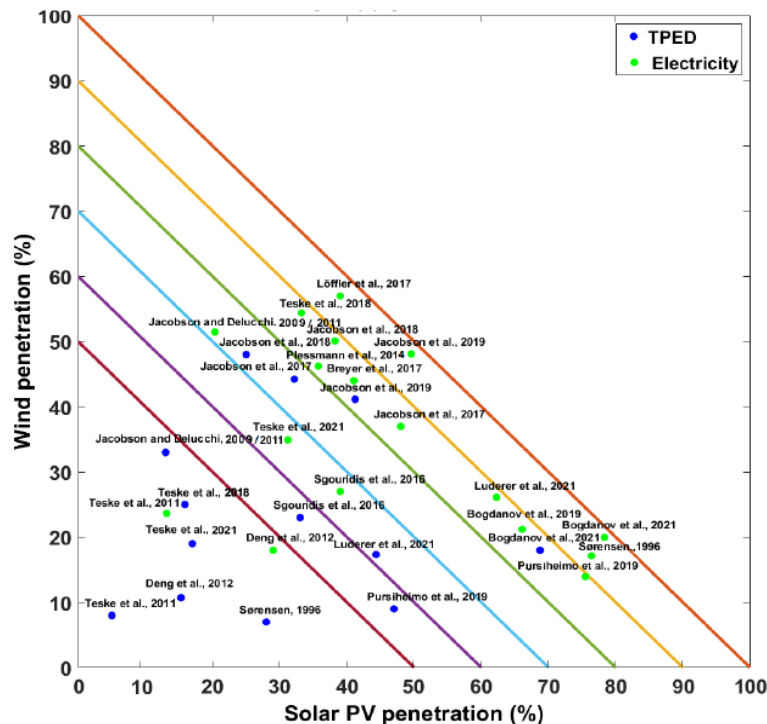
Глобальные и региональные исследования не включены



В секторах с ограниченными возможностями для электрификации используется водород на базе гидролиза, биотоплива и синтетические топлива power-to-X

[IEEE Xplore Full-Text PDF:](#)

В 75% исследований на долю ВЭС и СЭС (PV) приходится более 80% производства электроэнергии. Остальное ГЭС, прочие ВИЭ, включая биомассу



# Аргументы критиков

- ➔ EROI – energy return on investments. Высокий для топлива из-за ограничения анализа только стадией добычи. Даже он снижается при переходе к ТРИЗ. Нужно считать EROI для генерации ЭЭ. Для ВИЭ EROI на современных установках – 15-60 за срок жизни 30 лет [IEEE Xplore Full-Text PDF](#): EROI различных технологий растет со временем за счет технического прогресса и снижается за счет истощения запасов топлива
- ➔ Переменная природа ВЭС и СЭС. Решения - развитие сетей, систем хранения энергии, в т.ч. на стороне потребителя (электромобили, здания с материалами с фазовым переходом), управление спросом, повышение взаимодействия секторов, использование водорода и синтетических e-x топлив
- ➔ Затратность 100% ВИЭ систем – это мы уже обсудили
- ➔ Дефицит редких материалов - литий, кобальт и др. Вспомним медь. При масштабном развитии ВИЭ проблемы возникают. Но есть решения – повышение вторичного использования, совершенствование технологий извлечения из бедных депозитов, новая химия батарей и физика магнитов.
- ➔ Требуются большие территории и не решены проблемы утилизации. Коротко - ВИЭ во всех аспектах порождают меньше проблем, чем ископаемое топливо и эти проблемы решаемы. [\(15\) \(PDF\) Facilitating circularity of end-of-life photovoltaic in China by mid-century with environmental benefits and costs informed by a high-resolution waste map \(researchgate.net\)](#)

# Меры политики для обеспечения справедливого перехода к ВИЭ



## Raw Materials

## Planning and Policy

## Consumption and use

## Waste management

- Transparency and traceability about supply chains and sources (n=28)
- Adherence to OECD principles (n=7)
- Enforcement of occupational and community health guidelines (n=29)

- Inclusion of diverse groups (n=31)
- Adherence to meaningful Free Prior Informed Consent (n=11)
- Stronger Social and Environmental Impact Assessments or Impact Benefit Agreements (n=20)

- Promote shared ownership and new business models (n=4)
- Compensation or retraining for disrupted sectors (n=38)
- Strengthen consumer protections (n=8)

- Transparency and traceability about supply chains and sources (n=28)
- Expansion of Extended Producer Responsibility (n=5)
- Expanded legal sanctions, fines and compliance (n=13)



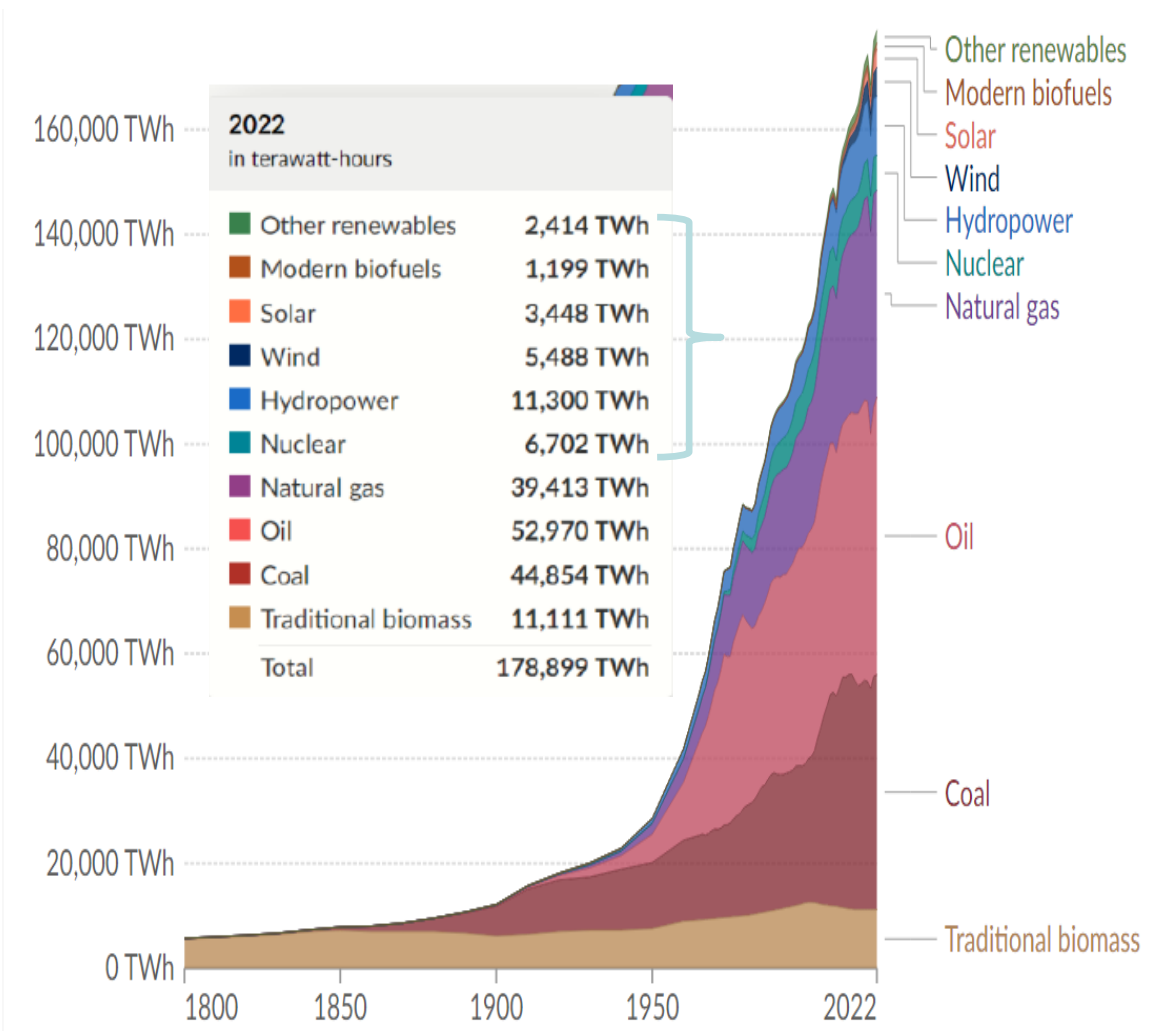
# Необходимые условия

- Исследования показывают, что ВИЭ и повышение энергоэффективности в сочетании с перестройкой энергетической системы будут играть доминирующую роль в энергопереходе за счет снижения стоимости, высокой эффективности, широкой применимости, зрелости технологий и обилия возобновляемых ресурсов энергии.
- Главный вывод подавляющего большинства исследований: такие системы могут обеспечивать все потребности в электроэнергии и в энергия во всех регионах мира по низкой цене.
- Ускоренное развитие ВИЭ опирается не только на улучшающуюся экономику генерации и хранения энергии, но и поддержку бизнеса: инициатива RE100 — объединение более 400 влиятельных компаний мира, стремящихся использовать 100% ВИЭ ([RE100 \(there100.org\)](https://www.there100.org)), а также населения:
- 68% опрошенного в 21 стране населения отдали предпочтение солнечной энергии, 54% - ветровой, 35% - гидроэнергетике, 24% - атомной энергетике и только 14% - предпочли источники на ископаемом топливе [Solar energy shines in global survey with 68% support | Reuters](#)

# Тренды последних лет

- ▶ ВИЭ сделали фантастический рывок в будущее
  - ▶ Революция в структуре прироста мощностей электроэнергетики уже свершилась
  - ▶ В последние годы на долю ВИЭ приходится 70-90% прироста мощностей электростанций
  - ▶ Прогнозные оценки развития ВИЭ подвергаются систематическому пересмотру вверх не только скептиками, но и энтузиастами
- ▶ Уголь не вернется! Закат эпохи угольной генерации
- ▶ Формируется «крест на традиционной генерации» – снижение LCOE для ВИЭ на фоне их стабилизации или роста для топливной генерации и для АЭС
- ▶ Новым феноменом последних лет стал выход электроэнергетики на ведущие позиции в структуре инвестиций в мировую энергетику
- ▶ Доля электроэнергетики в инвестициях будет устойчиво расти по мере движения в низкоуглеродное будущее, а доля инвестиций в нефтегазовый сектор – динамично снижаться

# Мир. Потребление энергии по видам энергоресурсов. 1800-2022. Малое становится большим постепенно

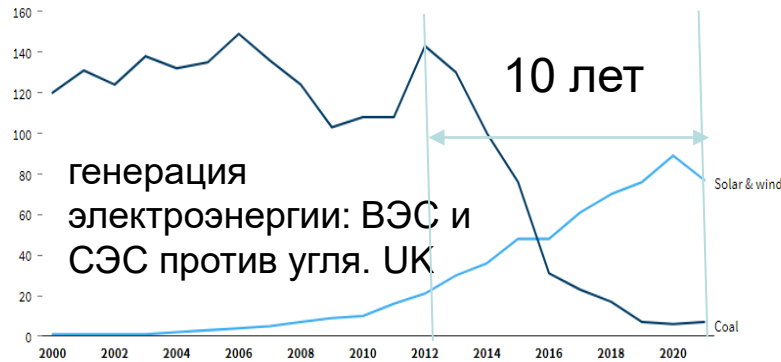


**30%**  
of total electricity generation was supplied by renewables in 2022



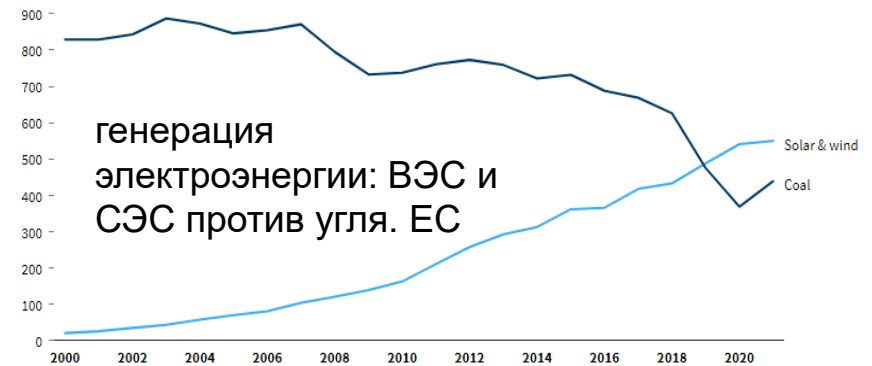
# +1% и -1%. Small on small scale becomes big on big scale

Exhibit 7: Coal power versus solar and wind power in the UK. Electricity supply, TWh

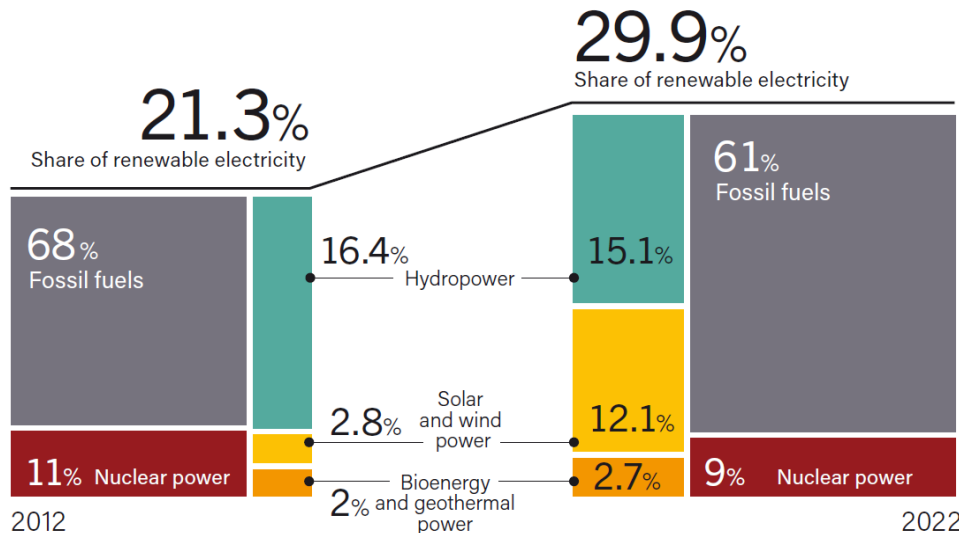


Source: BP Statistical Review

Exhibit 8: Coal power versus solar and wind power in Europe. Electricity supply, TWh



Source: BP Statistical Review



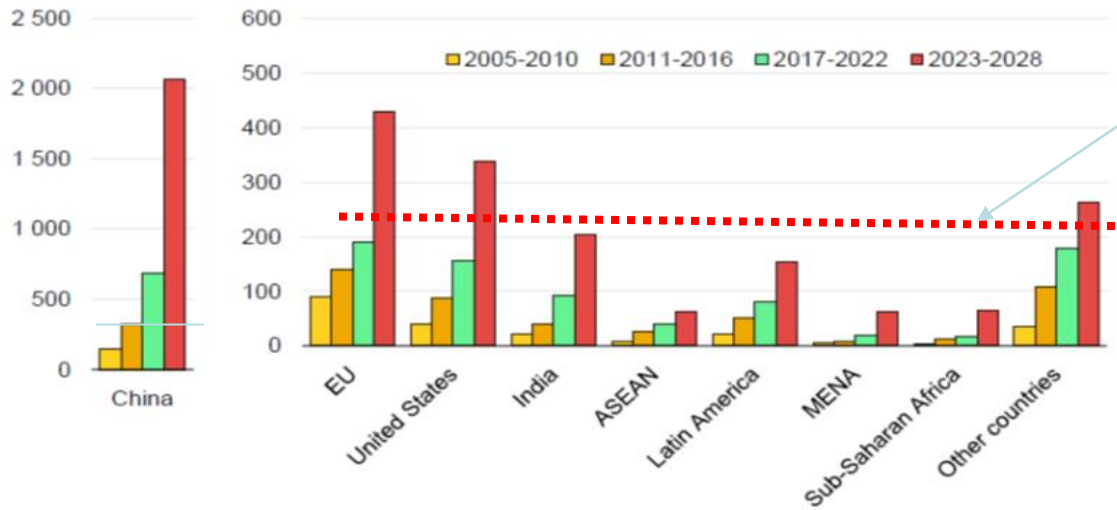
Renewable share of electricity generation increased by almost **9** percentage points in the past decade.



Если еще 3 десятилетия по +9%, то доля ВЭС и СЭС вырастет до  $12\% + 27\% = 39\%$   
БиоТЭС и ГеоТЭС = 3%  
Плюс ГЭС = 15%  
Плюс АЭС = 9%

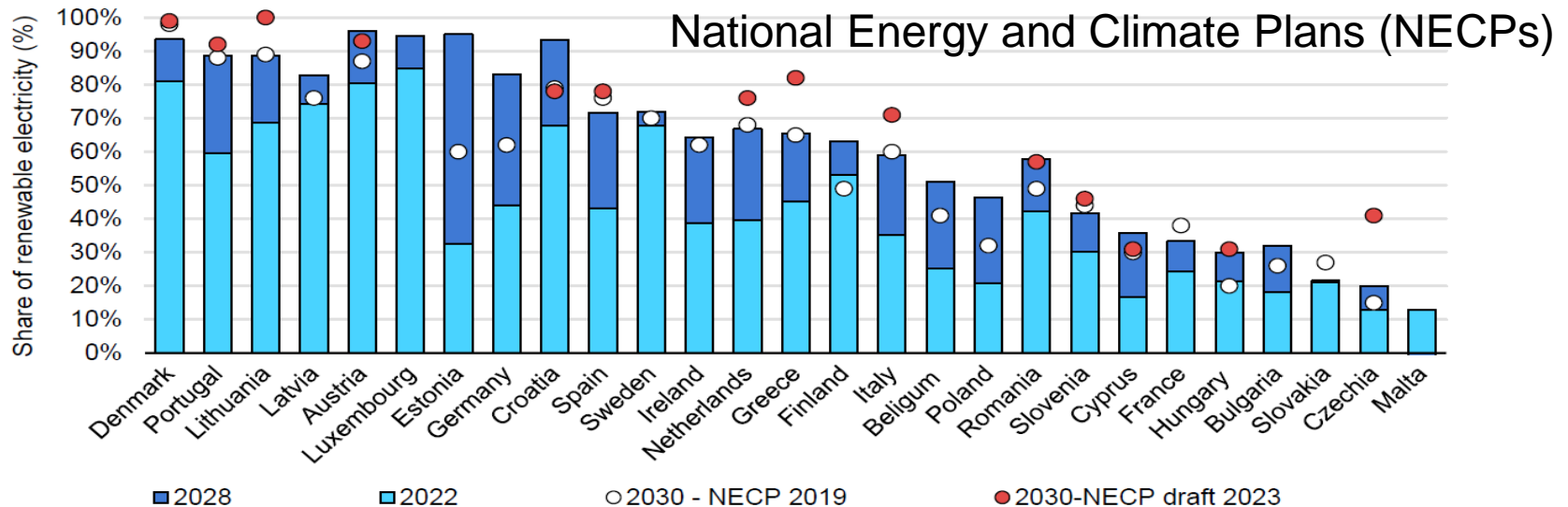
# Эффект политики поддержки ВИЭ

Renewable electricity capacity growth by country/region, main case



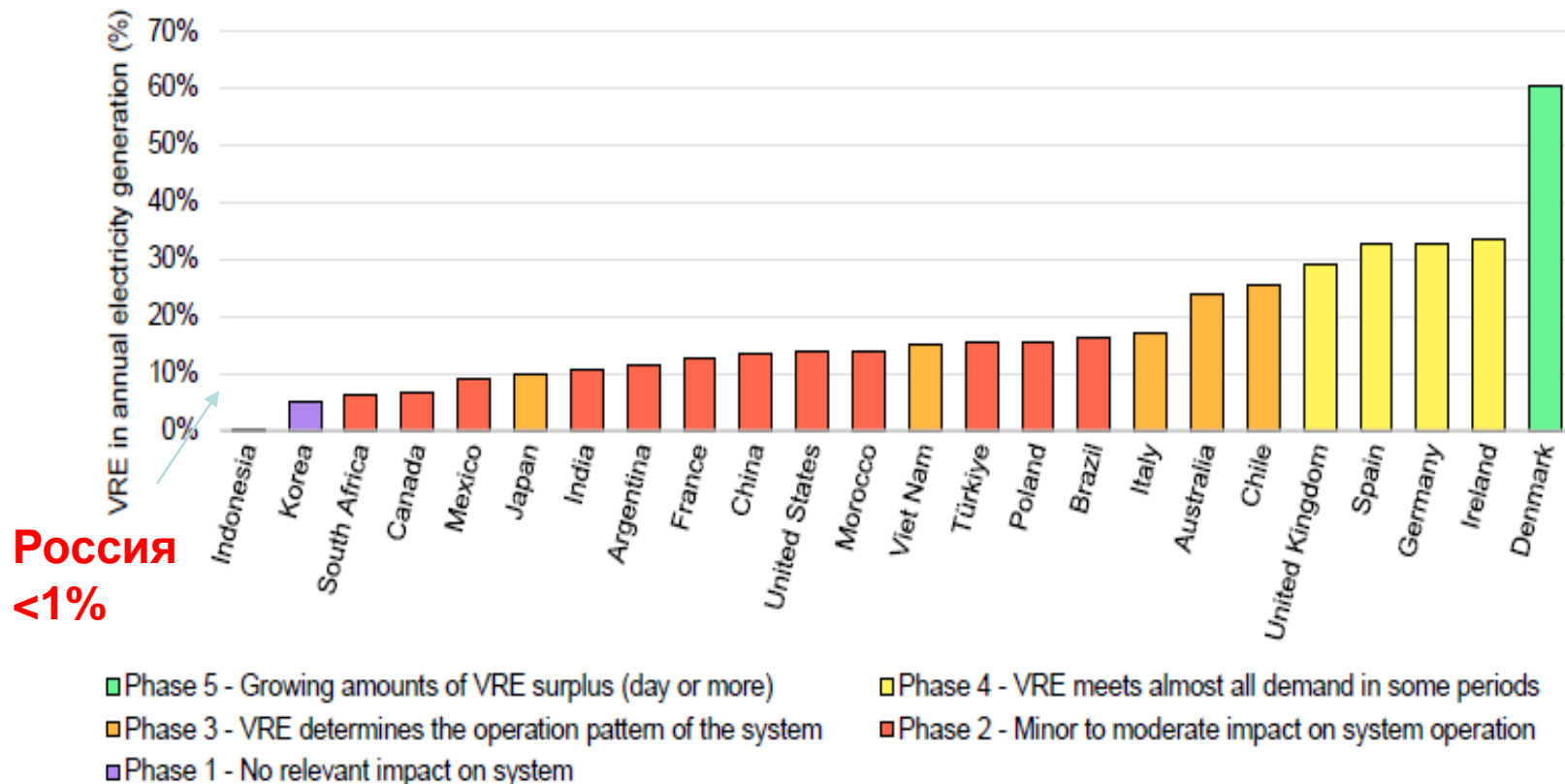
Установленная мощность всех электростанций России = 250 ГВт. В Китае за 2023-2028 годы будет построено ВИЭ генерации в 8 раз больше мощности всех ЭС России

European Union renewable energy share in electricity generation by country, 2022 and 2028, and NECP targets (2019 and 2023 draft)



# Фазы интеграции ВИЭ в энергосистему

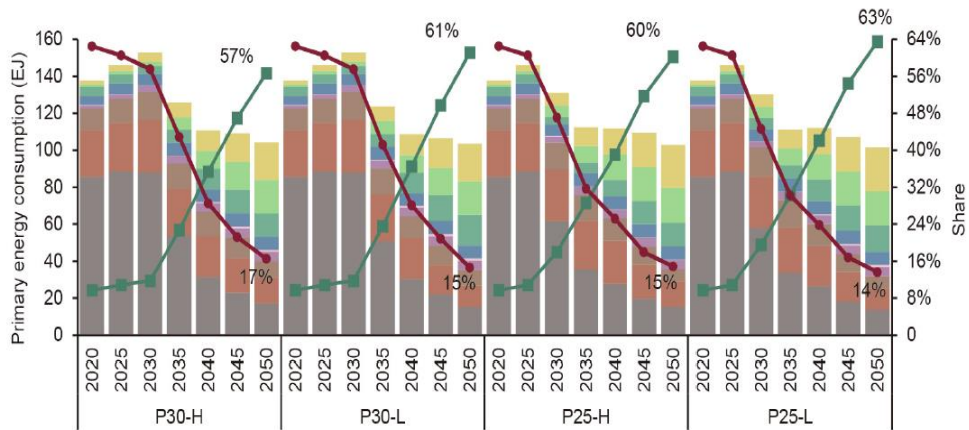
Countries in phases of renewables integration, 2022



IEA. CC BY 4.0.

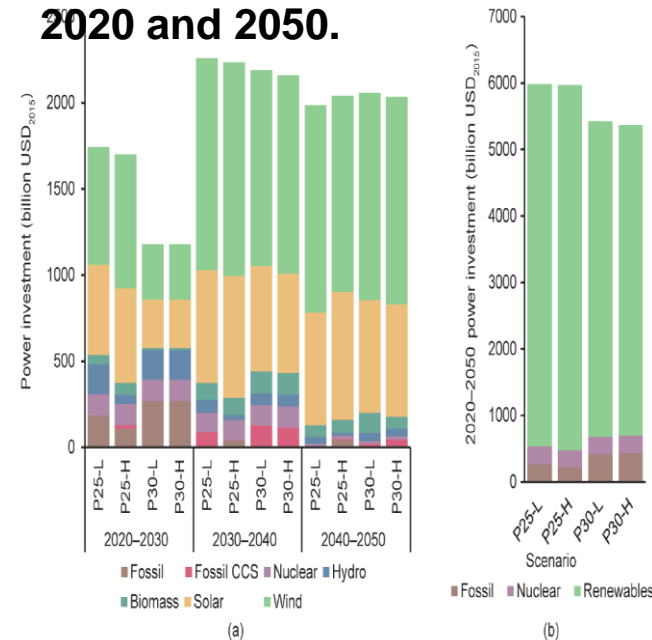
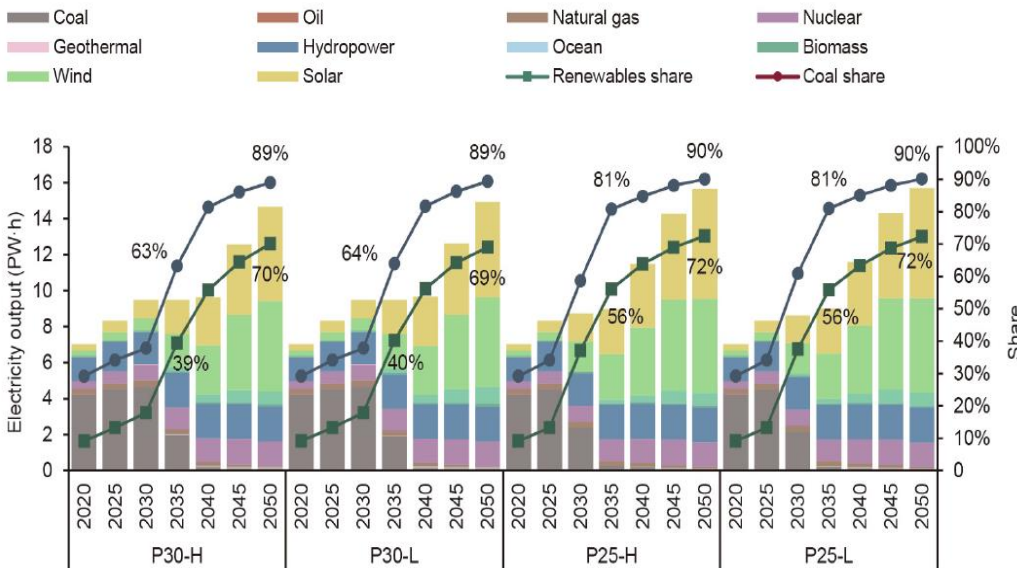
Note: Capacity additions refer to net additions.

# Сценарии низкоуглеродного развития Китая



Primary energy consumption and the share of coal and renewables

Power investment by technology type and (b) total power investment between 2020 and 2050.



Electricity output by plant type and the share of renewables and variable renewables (solar and wind).

# Примеры технологических трансформаций

Exhibit 1: The peak, plateau, decline shape for fossil fuel demand



Exhibit 3: Gas light to electric light transition in the UK. Demand for energy, mtoe

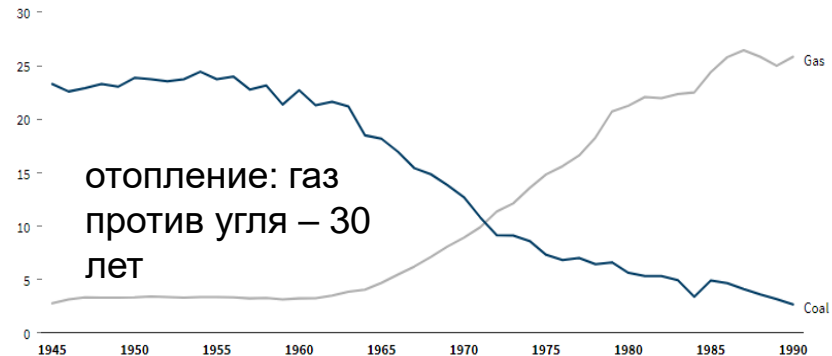


Sources: Fouquet, Heat, Power and Light

Exhibit 5: Coal to oil transition in UK shipping. Fuel demand, mtoe



Exhibit 6: Coal heating to gas heating transition in the UK. Energy demand for heating, mtoe



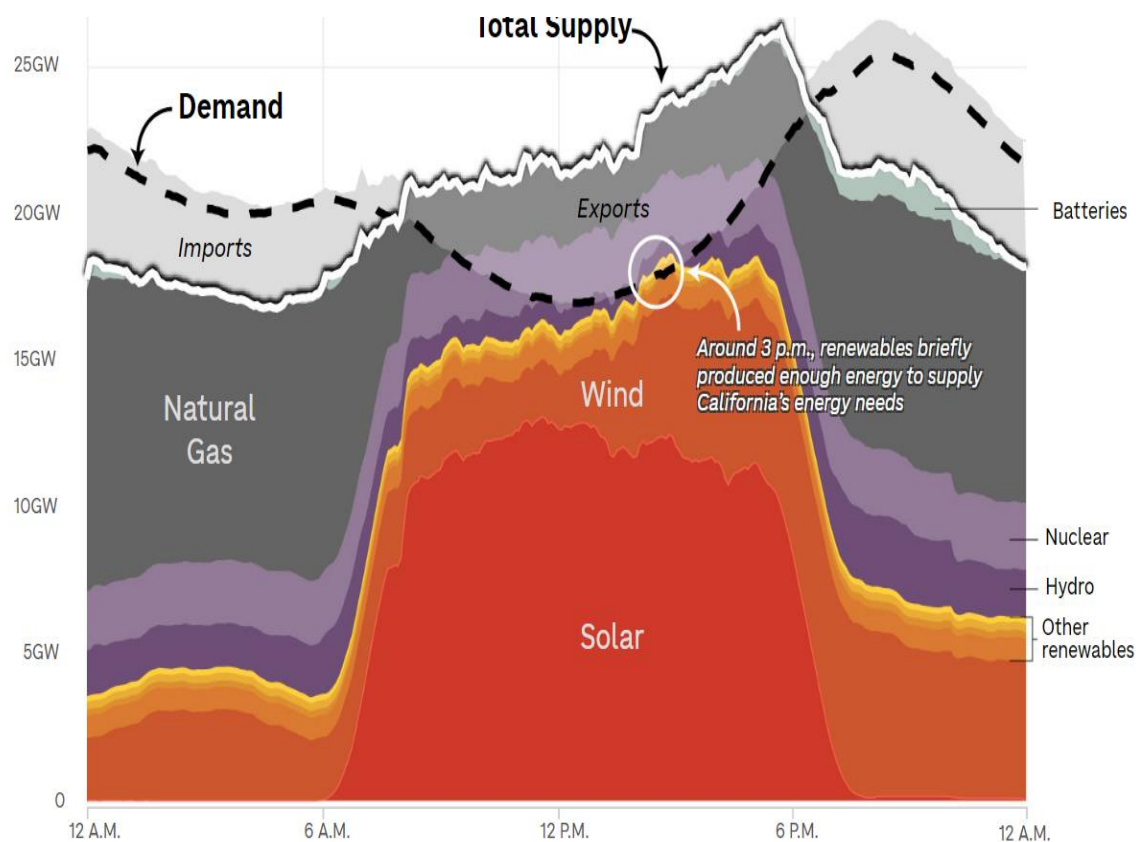
Source: Fouquet



**Благодаря использованию солнечной, гидро-, ветровой и геотермальной энергии следующие семь стран в настоящее время производят более 99,7% своей электроэнергии из возобновляемых источников**

- ▶ Албания
- ▶ Бутан
- ▶ Демократическая Республика Конго
- ▶ Эфиопия
- ▶ Исландия
- ▶ Непал
- ▶ Парагвай

# Калифорния 30 апреля 2024 г.



## Notes

Other renewables include geothermal, biomass, biogas and small hydroelectric power. Large hydroelectric and nuclear power are not considered renewable by the state of California. Total supply exceeds demand because some amount of electricity is lost in transmission and some is exported to other states.

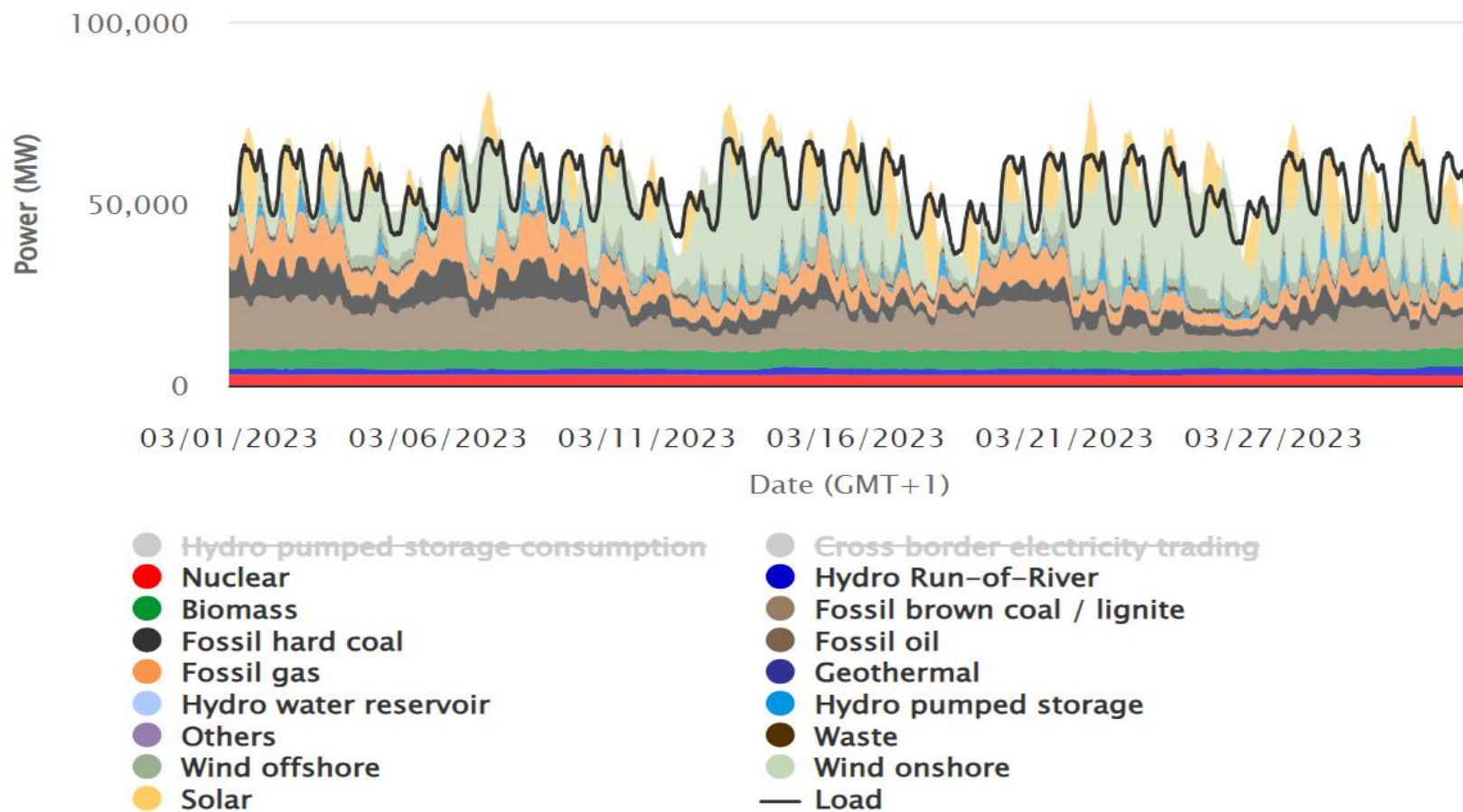
Source: California Independent System Operator

Солнечная, ветровая и другие ВИЭ обеспечили достаточно электроэнергии для удовлетворения потребностей Независимого системного оператора Калифорнии, который снабжает около 80% электроэнергии штата. Вырабатывалось больше электроэнергии, чем было необходимо, поэтому часть ее отправляли в другие штаты.

[California is breaking renewable energy records, but fossil fuels aren't fading : NPR](#)

# Вклад отдельных ресурсов в покрытие графика нагрузки в Германии. В 2023 г. доля ВИЭ – 57%

Energetically corrected values



Осенью 2023 г. Португалия работала на 100% ВИЭ шесть дней подряд

# Japan

## Energy Security

Japan has a huge opportunity before it with the transition to renewable electricity. The country however is heavily dependent on imported fossil fuels, jeopardising its energy transition and energy security. Japan is missing the opportunity to benefit from the demand in renewables, owing to unfavourable policies<sup>1</sup>. By failing to keep pace with the transition, Japan risks losing out to competitors and falling behind in its pace to remain globally competitive.

### Fossil Fuel Risks

**\$140-230 billion**  
a year spent on fossil fuel imports<sup>2</sup>

**5th** highest consumer of oil in the world<sup>4</sup>

**\$1.8 trillion**  
spent between 2010-2022 on fossil fuel imports<sup>3</sup>

**#1** Number 1 LNG importer in the world<sup>5</sup>

**2nd largest** provider of international finance for fossil fuels – investing nearly \$7 billion in oil, gas and coal projects between 2020-2022<sup>6</sup>

### Renewable Opportunities

Offshore wind has the potential to provide **1.7x more electricity** than Japan's primary energy supply<sup>7</sup>

Japan has nearly **3,000 square miles** of rooftop space for roof-mounted solar panels<sup>8</sup>

Japan's wind sector could provide **350,000 jobs**<sup>9</sup>

Japan could secure **\$6.7 trillion** in investment by transitioning to a net zero economy by 2050<sup>10</sup>

In a net zero world **only 5%** of Japan's land is needed to reach onshore wind and solar targets<sup>11</sup>

## И.А. Башмаков



# Спасибо за внимание

**Центр энергоэффективности – XXI век (ЦЭНЭФ-XXI)**

**Мы тратим свою энергию, чтобы экономить вашу!**

