

ОБУЧАЮЩИЙ СЕМИНАР

«Развитие возобновляемых источников энергии в Туркменистане: особенности интеграции солнечных и ветровых электростанций в электроэнергетическую систему Туркменистана»

19–20 ноября 2025 года
г. Ашхабад, Туркменистан

Глобальные тенденции (с акцентом на ЕС) в развитии возобновляемой энергетики

Жаксылык Токаев

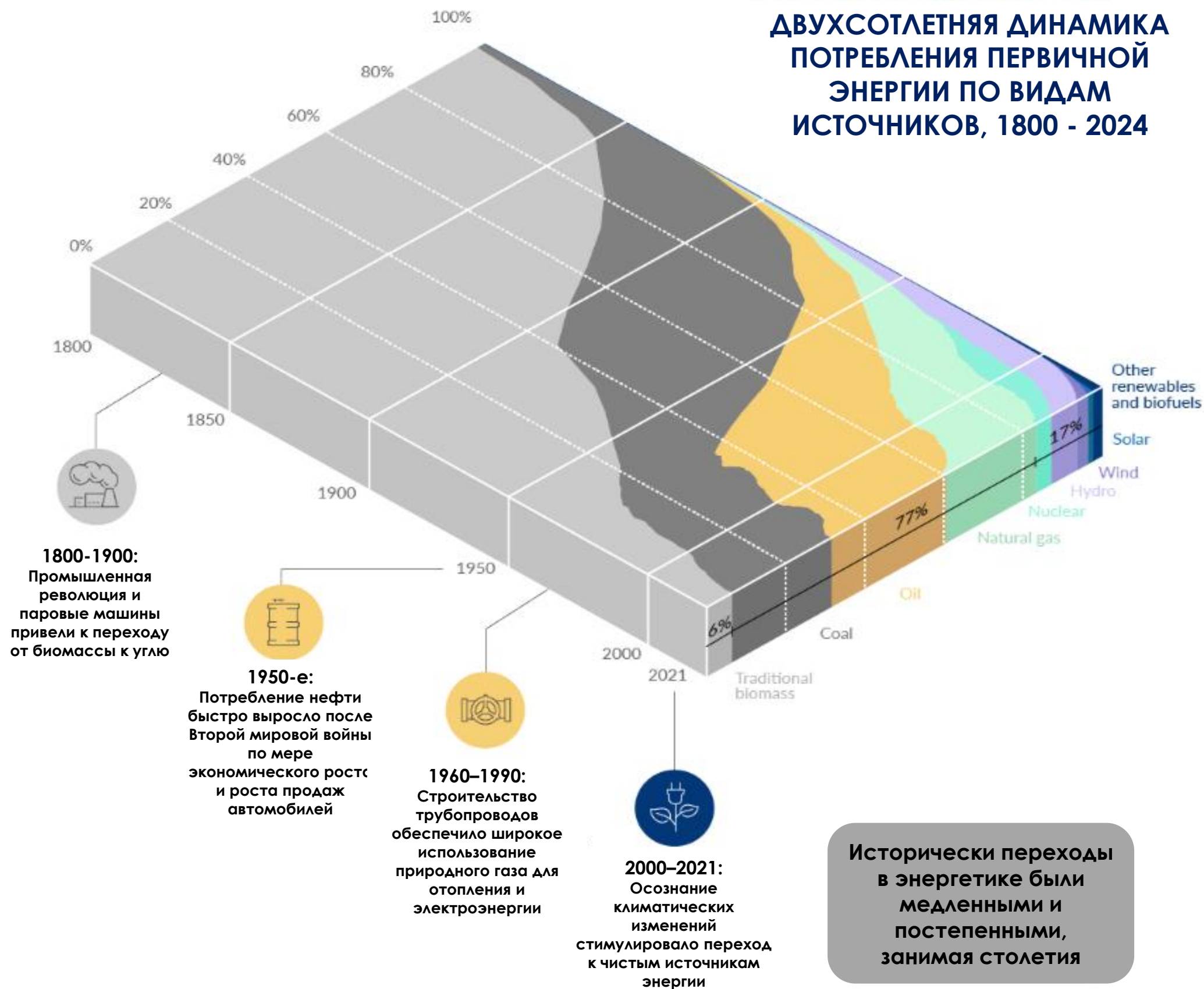
Международный консультант по возобновляемым источникам энергии, SECCA



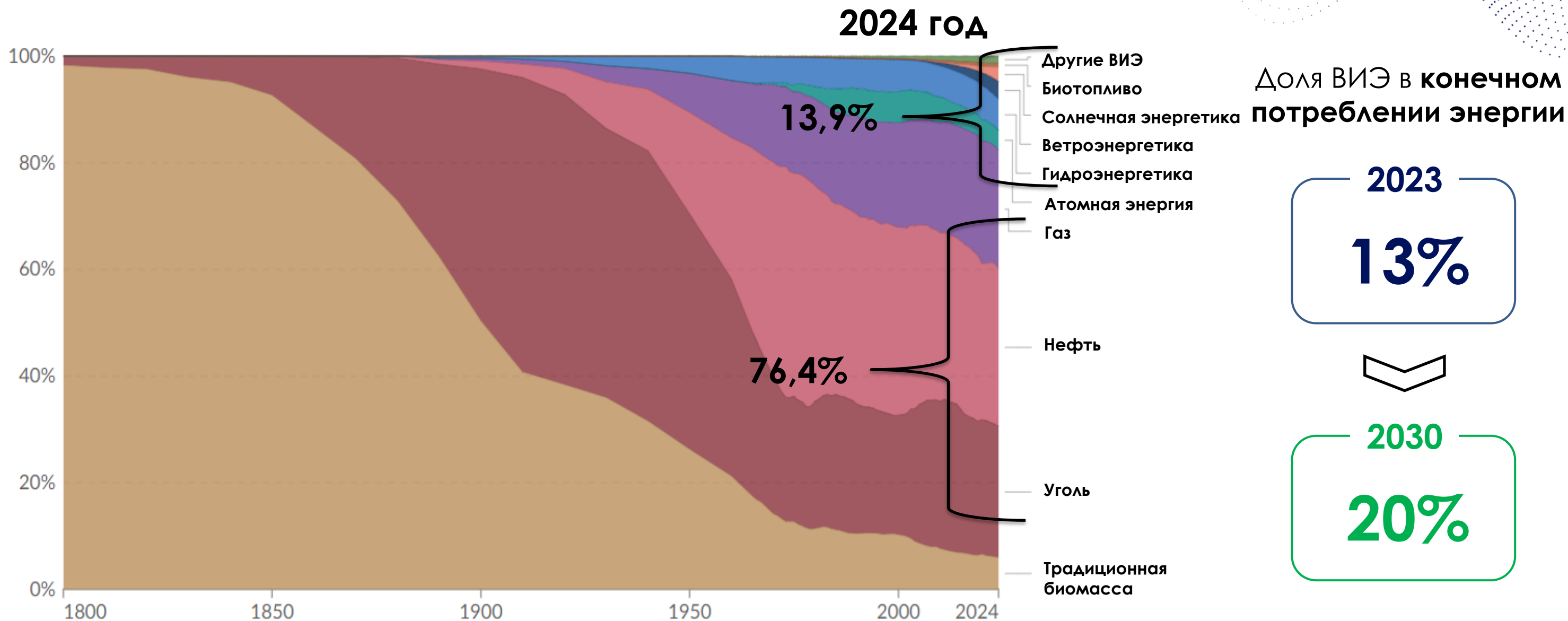
ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ В МИРЕ



ДВУХСОТЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПО ВИДАМ ИСТОЧНИКОВ, 1800 - 2024

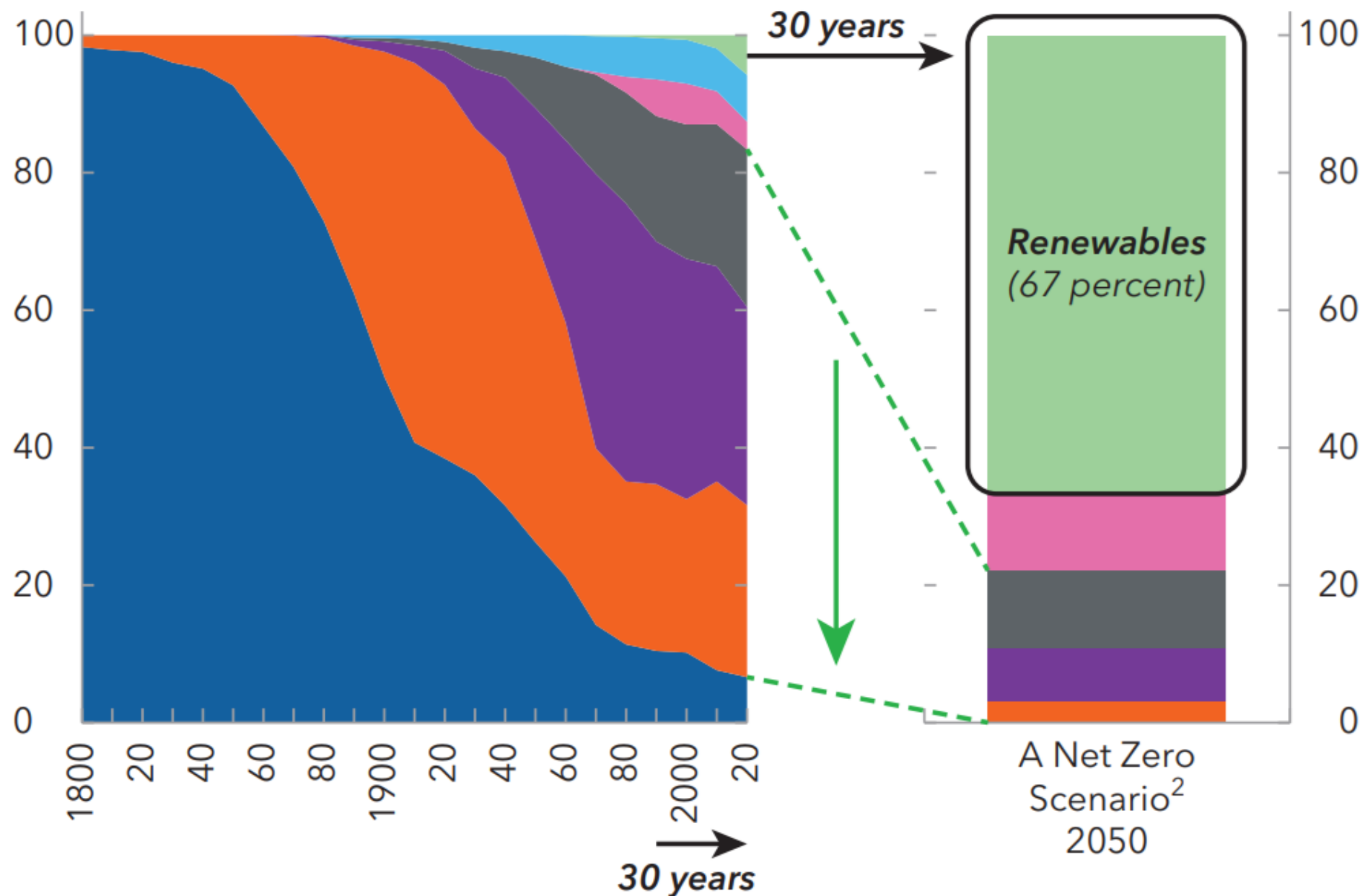


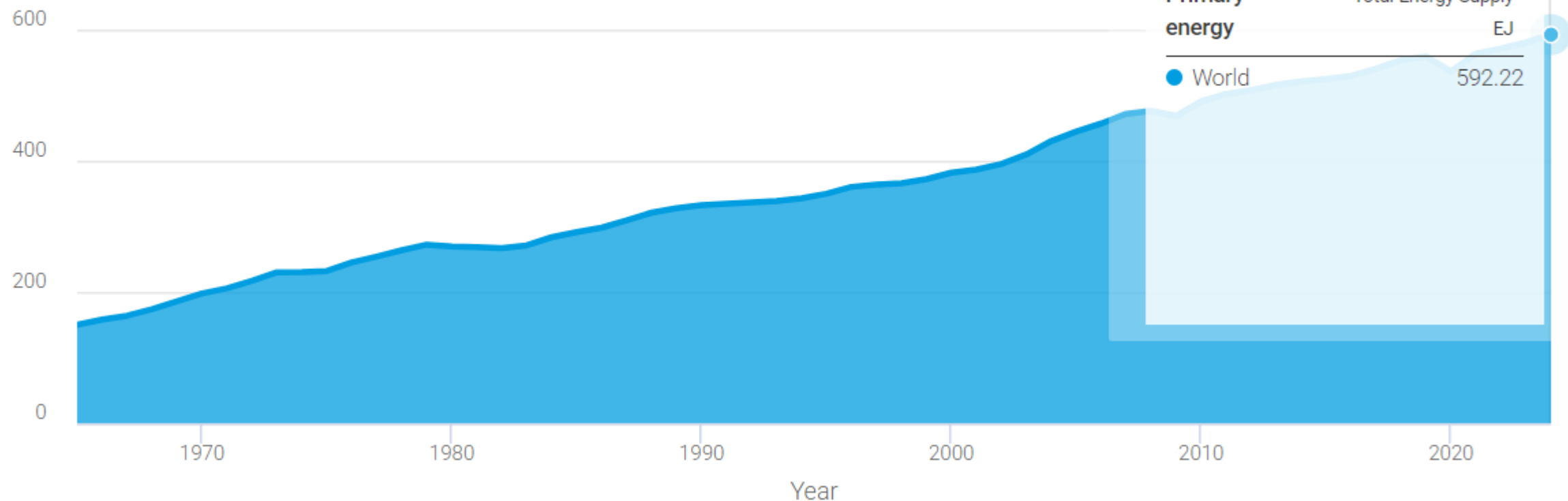
ДВУХСОТЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПО ВИДАМ ИСТОЧНИКОВ, 1800 - 2024



Более трёх четвертей всей энергии в 2020 году поступало из ископаемых источников

- Традиционная биомасса
- Уголь
- Нефть
- Газ
- Атомная энергия
- Гидроэнергетика
- Другие ВИЭ





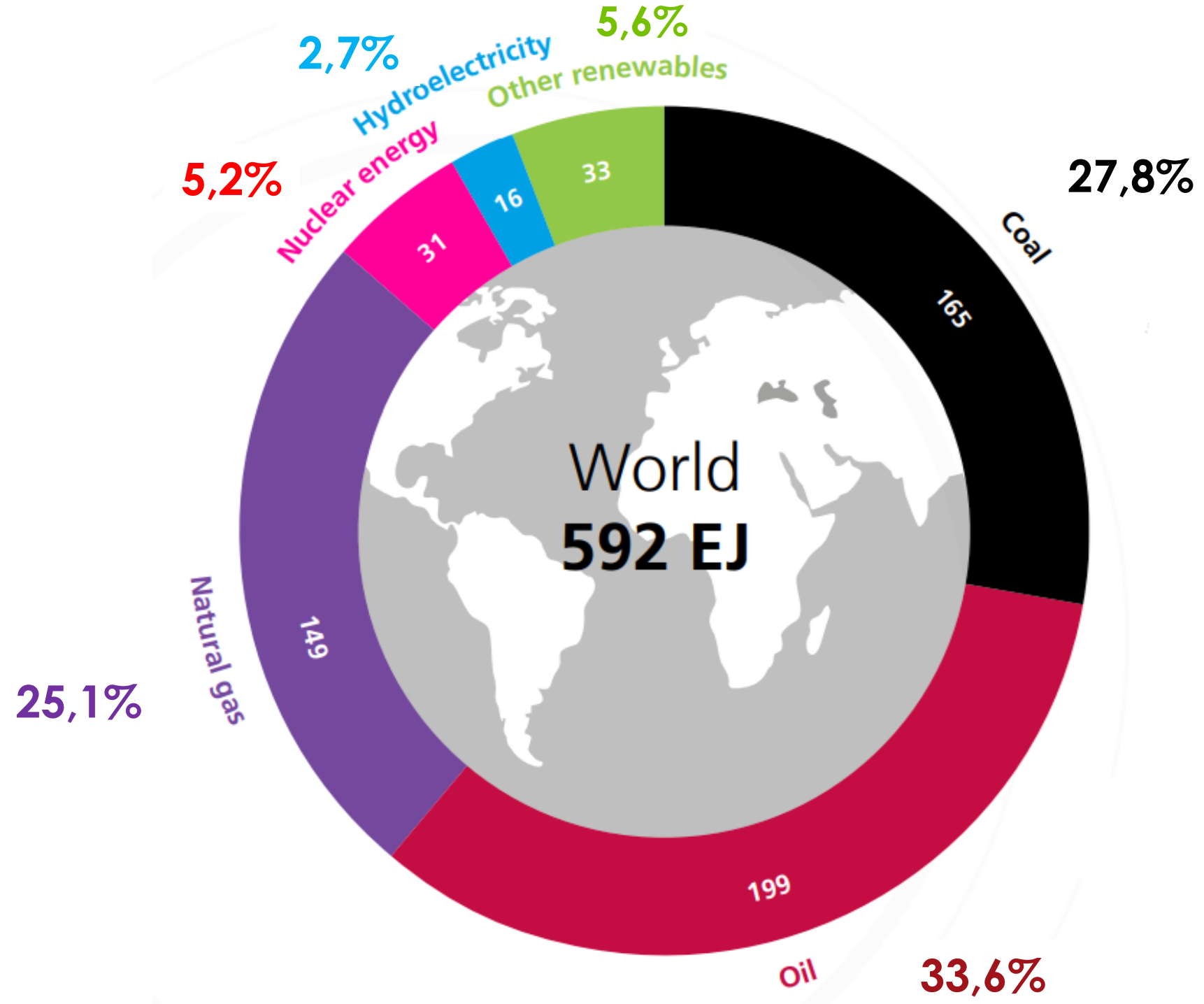
2024

592,22
ЭДж

СОВОКУПНОЕ (ОБЩЕЕ) ПЕРВИЧНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ В МИРЕ В ПЕРИОД С 1965 по 2024 ГОД, В ЭКСАДЖОУЛЯХ (ЭДж)

МИРОВОЙ
СОВОКУПНЫЙ СПРОС
НА ЭНЕРГИЮ
УВЕЛИЧИЛСЯ НА 2 %,
ДОСТИГНУВ НОВОГО
МАКСИМУМА
592 ЭКСАДЖОУЛЯ
(ЭДж)

* 592,22 EJ = примерно 14,14 млрд тонн
нефтяного эквивалента (toe)

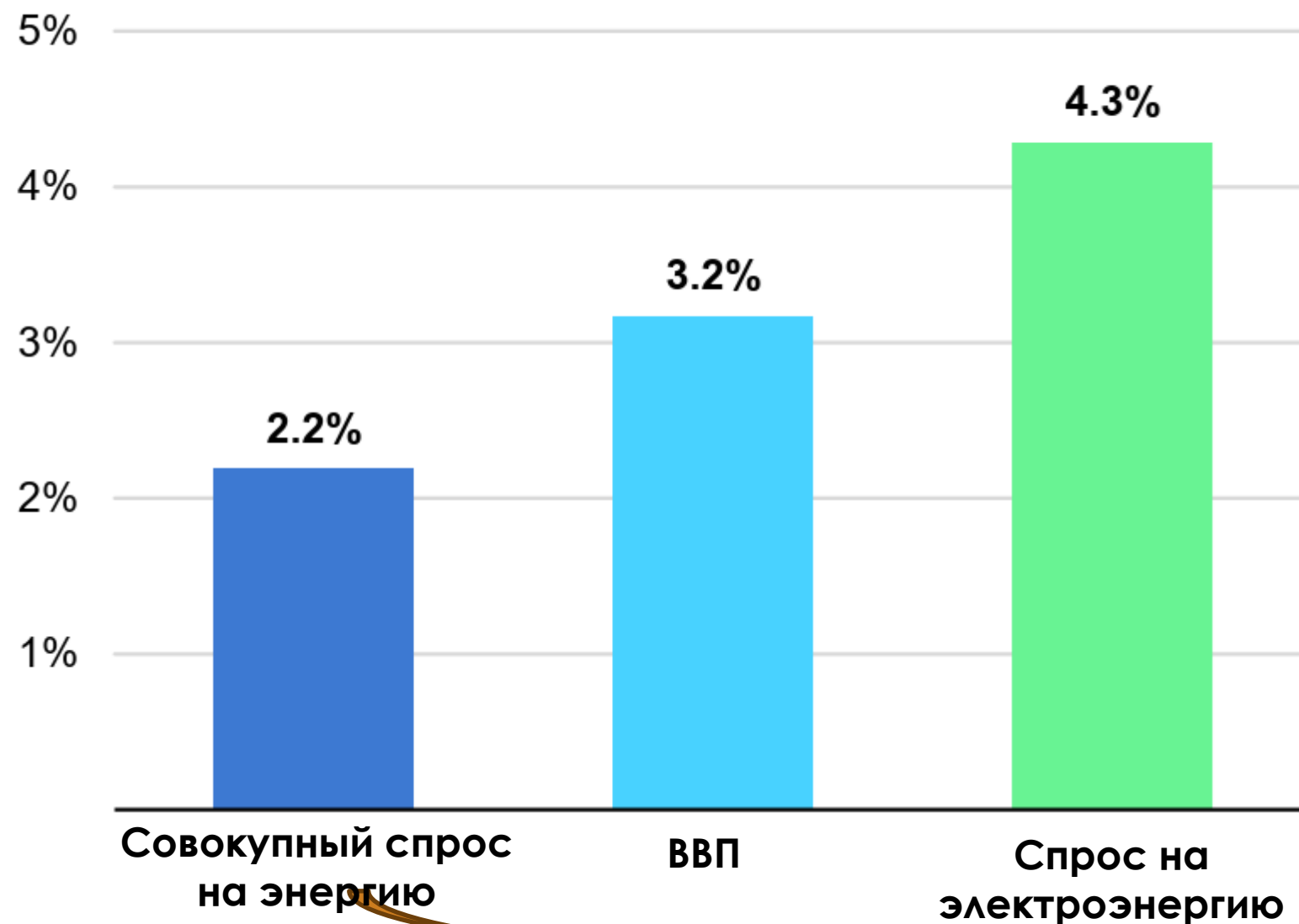




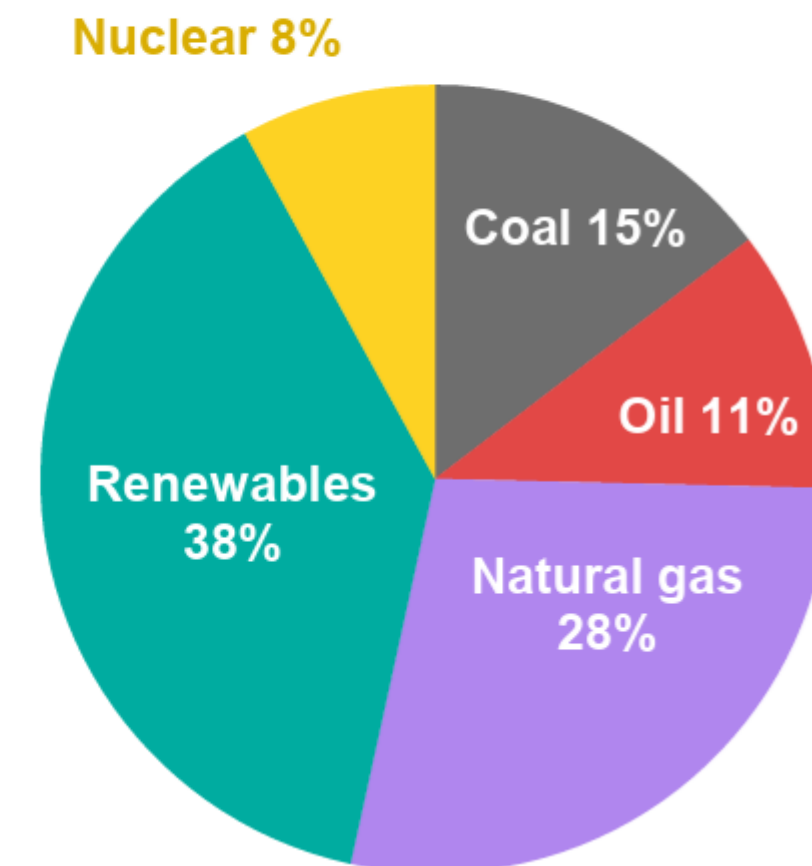
ТРИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПАДА В МИРОВОЙ ИСТОРИИ (1979, 2009, 2020)

КЛЮЧЕВЫЕ ГЛОБАЛЬНЫЕ ТЕМПЫ РОСТА И ДОЛЯ ПРИРОСТА СПРОСА НА ЭНЕРГИЮ ПО ИСТОЧНИКАМ, 2024

Ключевые глобальные темпы роста, 2024



Глобальный рост спроса, 2024
13,9 ЭДж

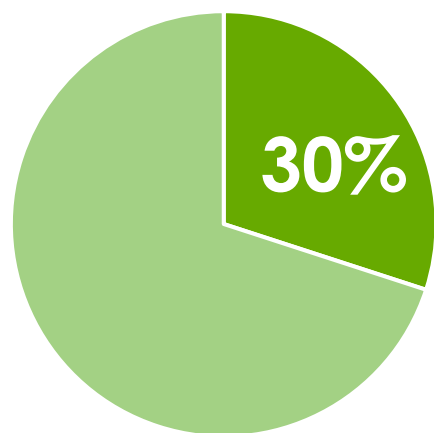




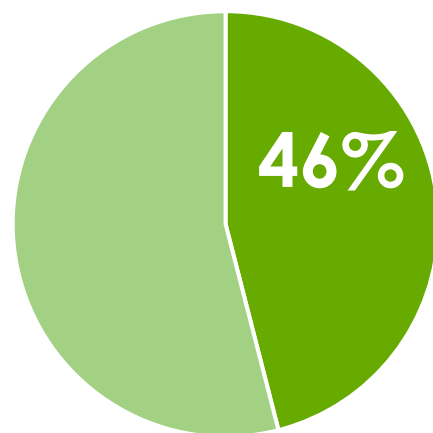
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВИЭ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ



ГЛОБАЛЬНАЯ ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПО ВИДАМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СТРАНАМ/РЕГИОНАМ, БАЗОВЫЙ СЦЕНАРИЙ, 2023 И 2030 ГОДЫ

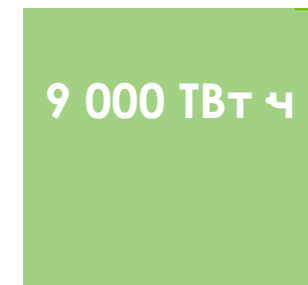


2023

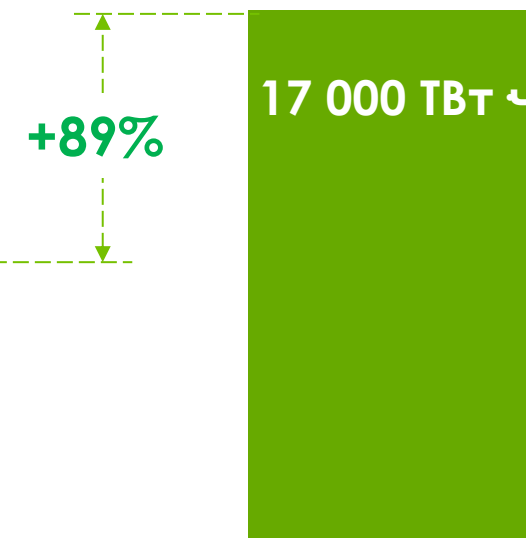


2030

Доля ВИЭ в **производстве электроэнергии** вырастет с **30 % в 2023 году до 46 % к 2030 году.**



2023

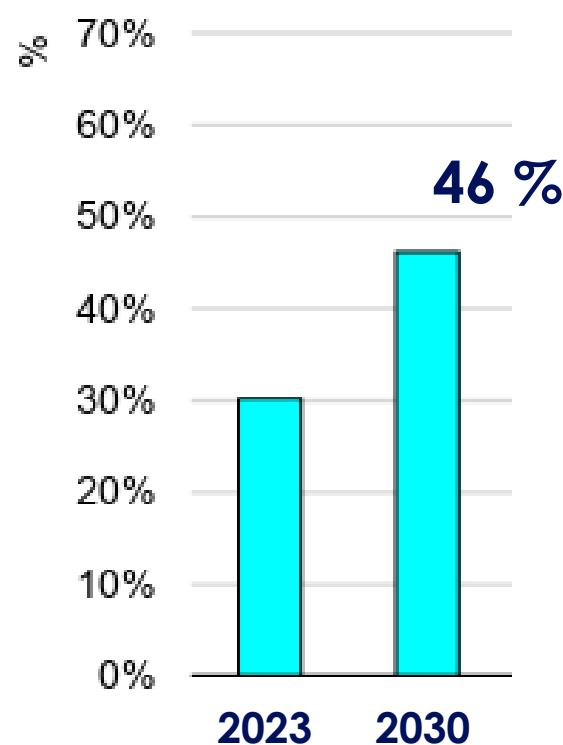


2030

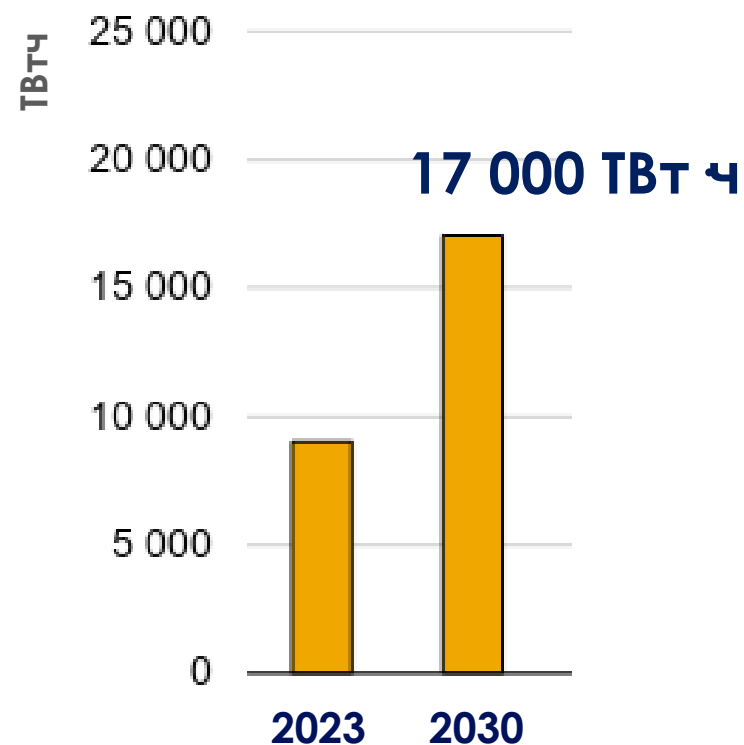
Мировая выработка электроэнергии из возобновляемых источников, по прогнозам, **увеличится до более чем 17 000 ТВт ч к 2030 году**, что означает **рост почти на 90 % по сравнению с 2023 годом (9 000 ТВт ч).**

ГЛОБАЛЬНАЯ ВЫРАБОТКА, УСТАНОВЛЕННАЯ МОЩНОСТЬ И ДОЛЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ОБЩЕМ ОБЪЁМЕ ГЕНЕРАЦИИ, 2023 И 2030 ГОДЫ

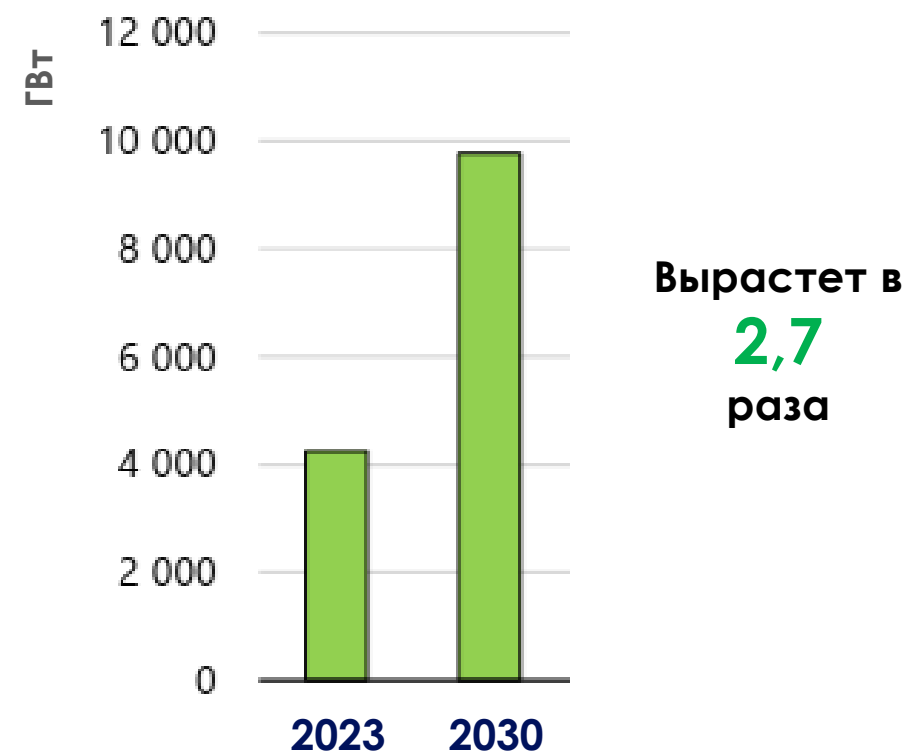
Доля ВИЭ в общем объёме генерации



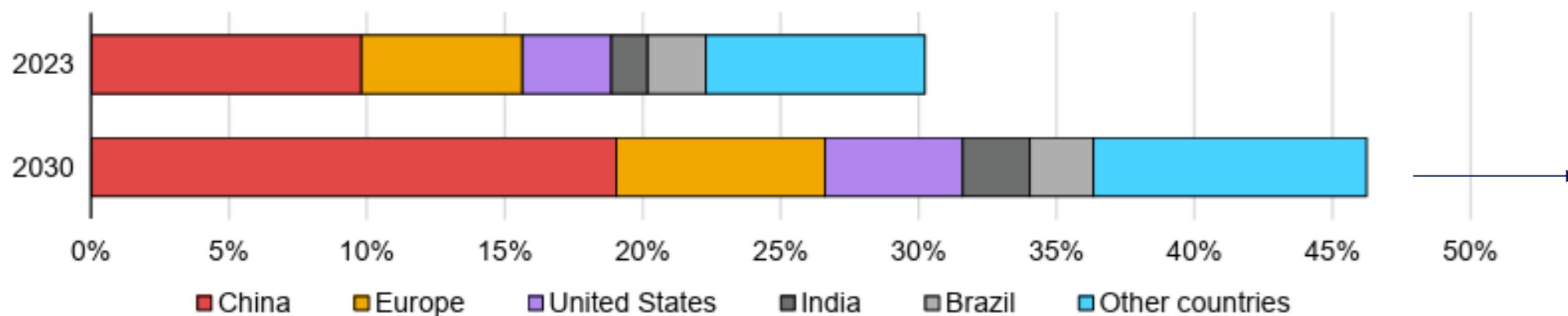
Объём генерации из ВИЭ



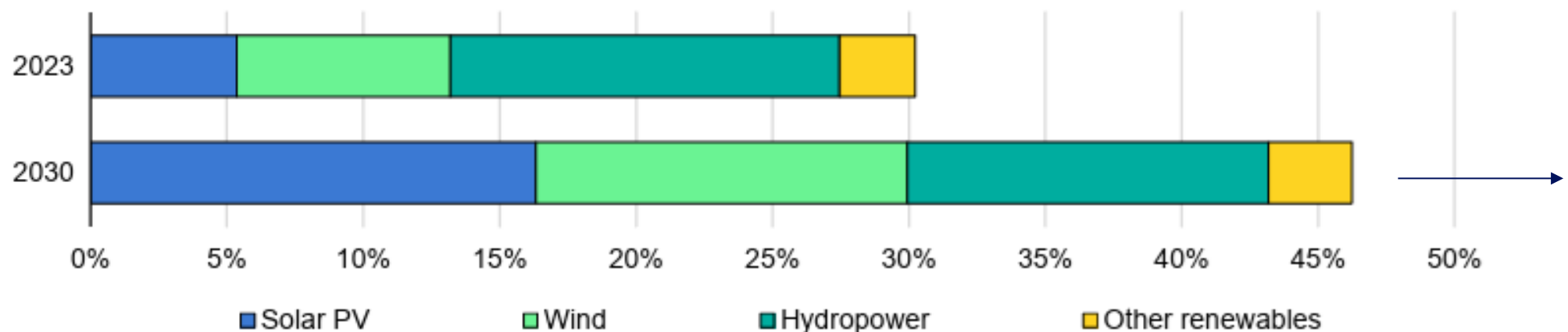
Установленная мощность ВИЭ



ГЛОБАЛЬНАЯ ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПО ВИДАМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СТРАНАМ/РЕГИОНАМ, БАЗОВЫЙ СЦЕНАРИЙ, 2023 И 2030 ГОДЫ

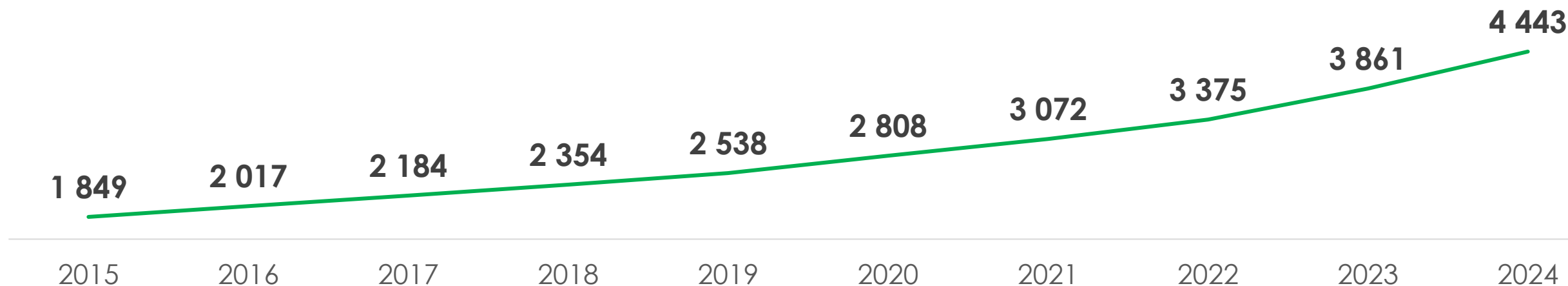


Доля ВИЭ в производстве электроэнергии вырастет **до 46 % к 2030 году.**



К 2030 году **две трети всей** выработки ВИЭ будут обеспечиваться за счет солнечной и ветровой генерации

Объём установленной мощности, ГВт



Объем произведённой электроэнергии, ГВтч



ОБЩИЙ ОБЪЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ В МИРЕ, 2024

ОБЪЁМ УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ В ГВт



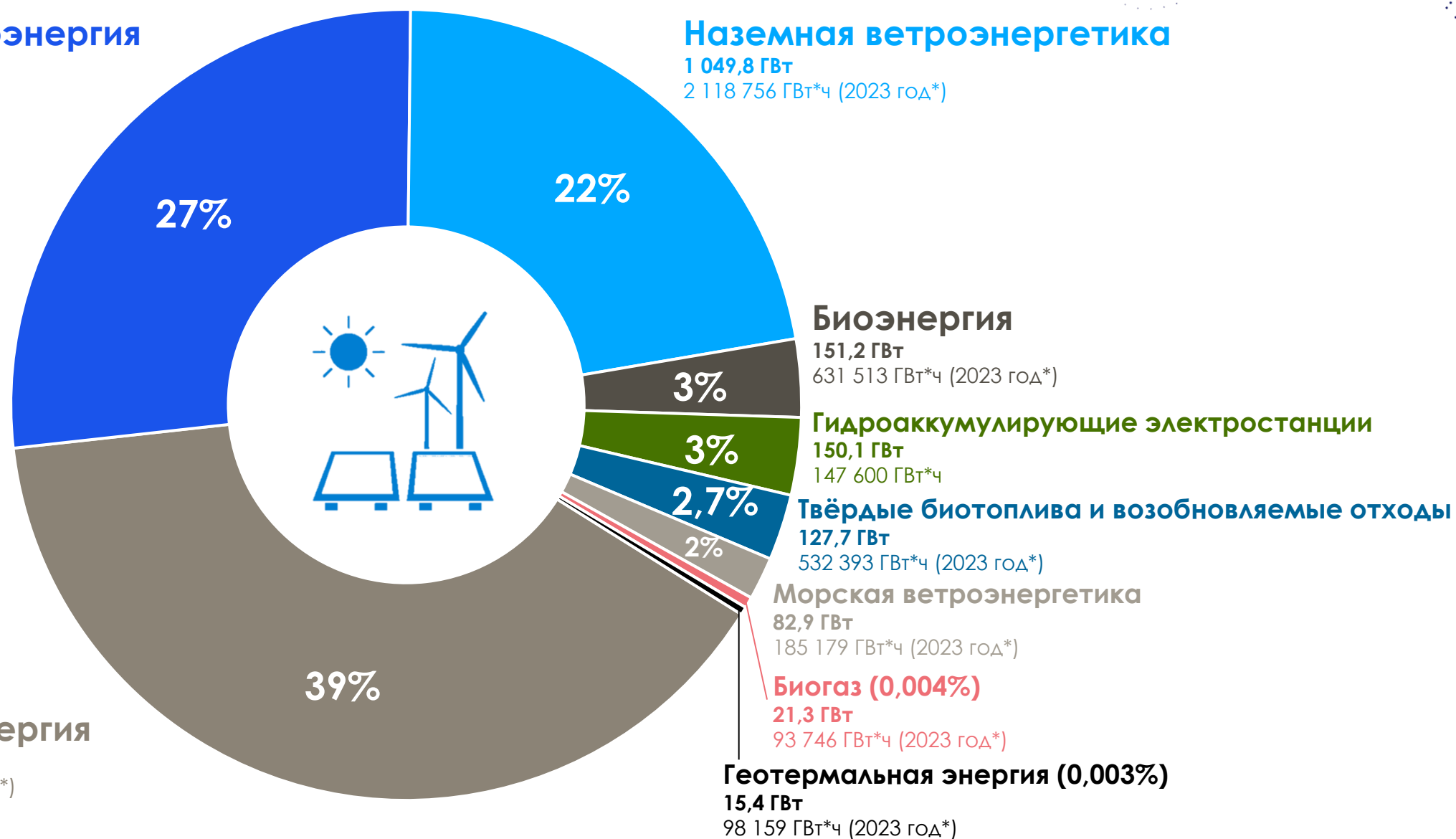
ОБЩИЙ ОБЪЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ В МИРЕ ПО ВИДАМ РЕСУРСОВ, 2024

Гидроэлектроэнергия

1 276,6 ГВт
4 270 210 ГВт*ч

Наземная ветроэнергетика

1 049,8 ГВт
2 118 756 ГВт*ч (2023 год*)



Солнечная энергия

1 866,3 ГВт
1 623 751 ГВт*ч (2023 год*)

Биоэнергия

151,2 ГВт
631 513 ГВт*ч (2023 год*)

Гидроаккумулирующие электростанции

150,1 ГВт
147 600 ГВт*ч

Твёрдые биотоплива и возобновляемые отходы

127,7 ГВт
532 393 ГВт*ч (2023 год*)

Морская ветроэнергетика

82,9 ГВт
185 179 ГВт*ч (2023 год*)

Биогаз (0,004%)

21,3 ГВт
93 746 ГВт*ч (2023 год*)

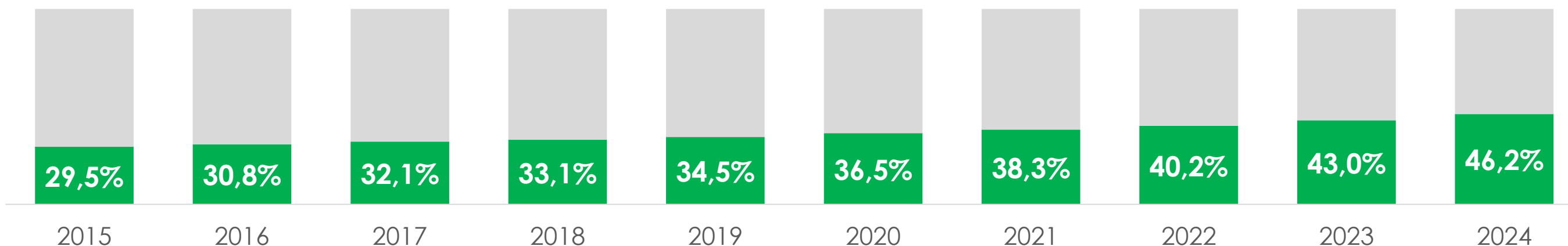
Геотермальная энергия (0,003%)

15,4 ГВт
98 159 ГВт*ч (2023 год*)

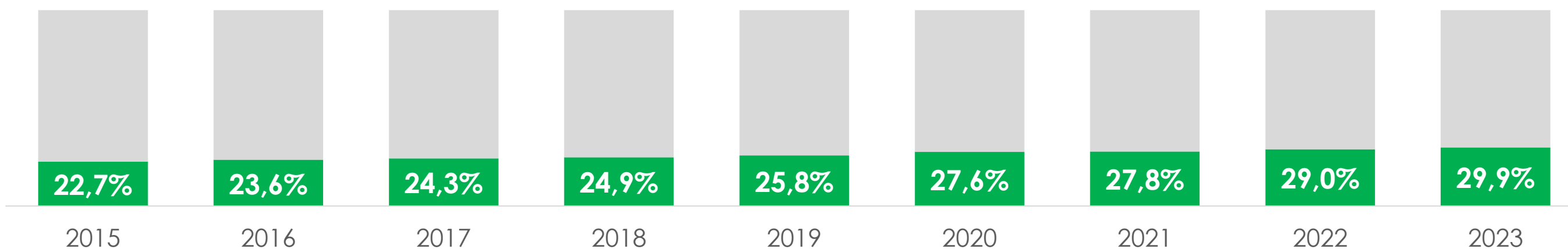
* На диаграмме % от установленной мощности

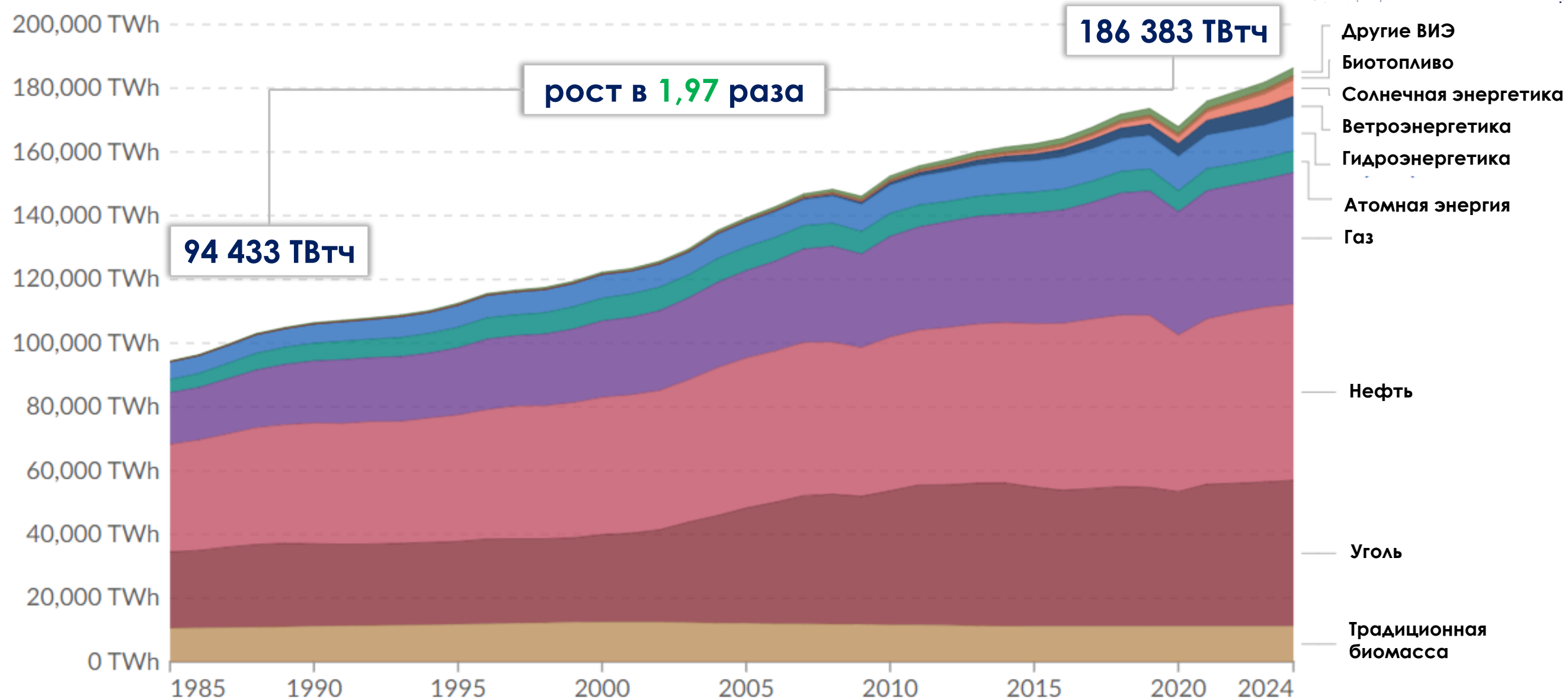
ДОЛЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УСТАНОВЛЕННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ И В ОБЪЁМЕ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, 2015 – 2024

Доля ВИЭ в общем объёме установленной мощности, %

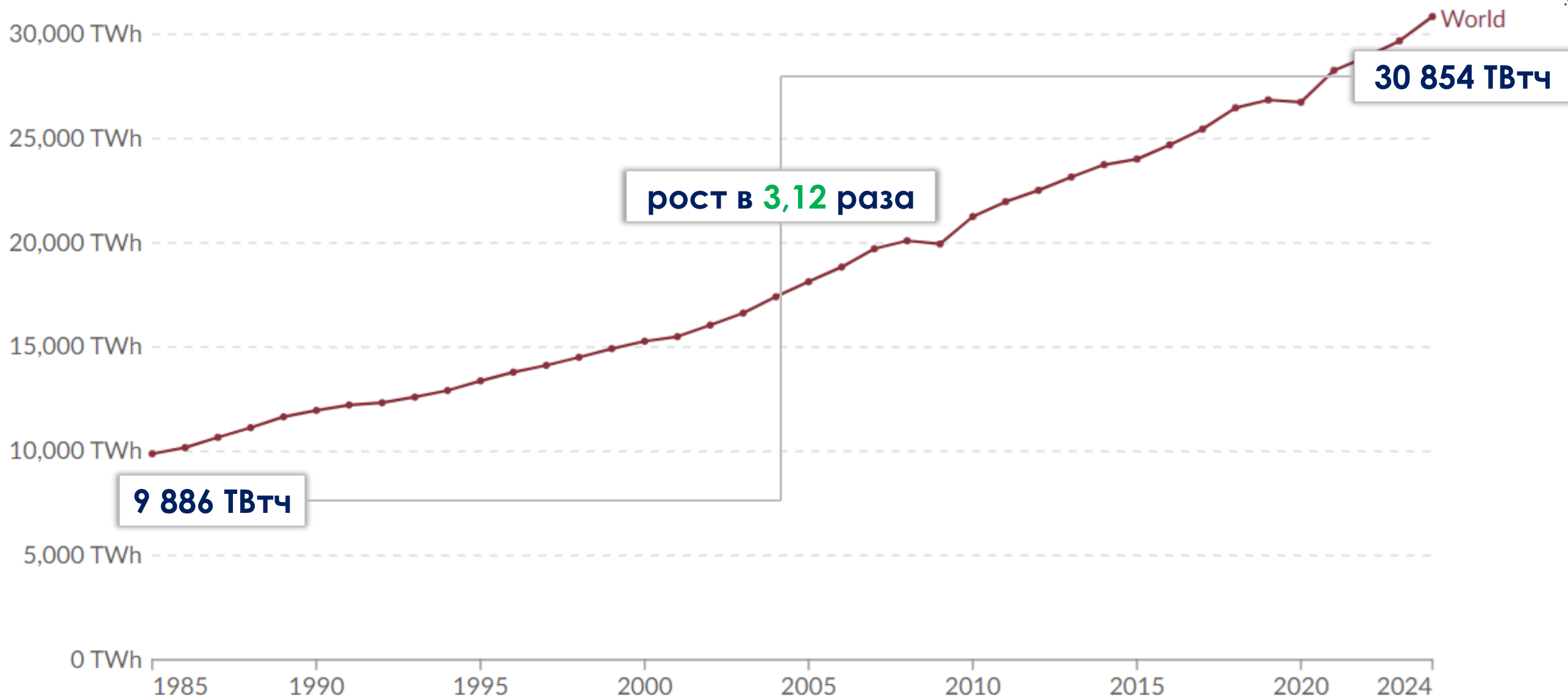


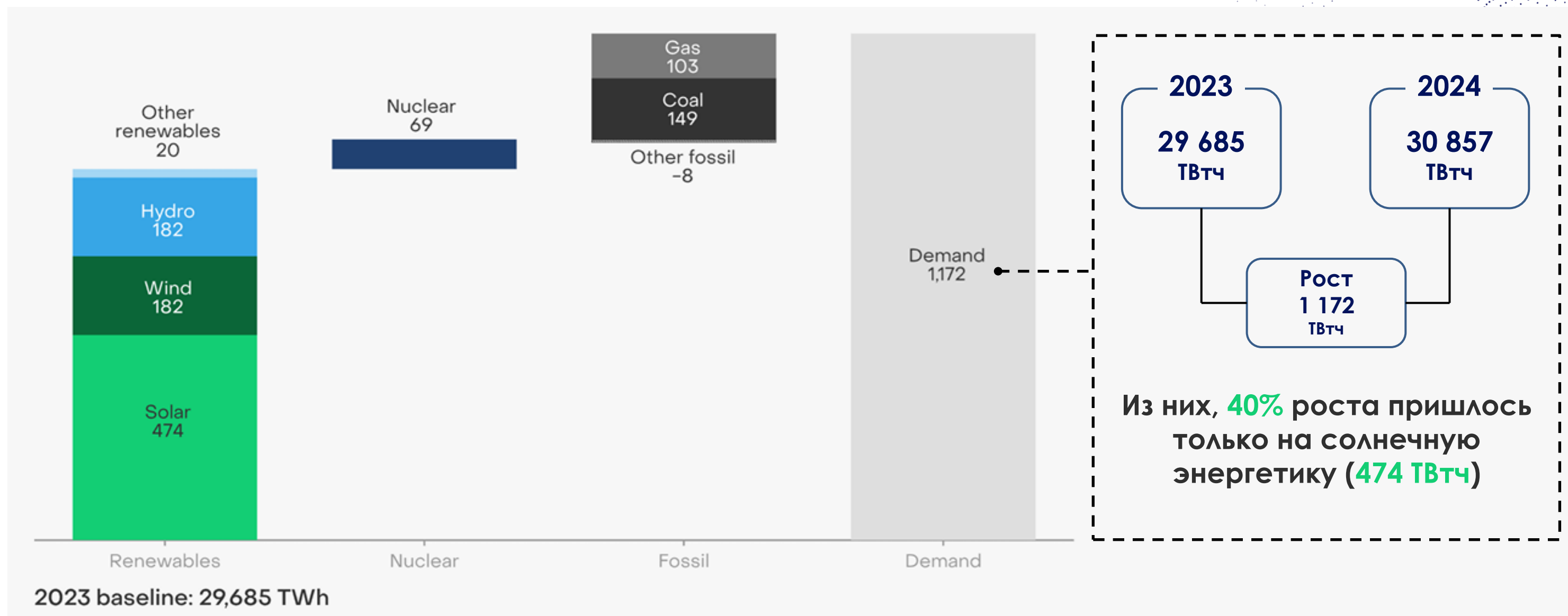
Доля ВИЭ в общем объёме генерации электроэнергии, %





ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С 1985 по 2024 ГОД

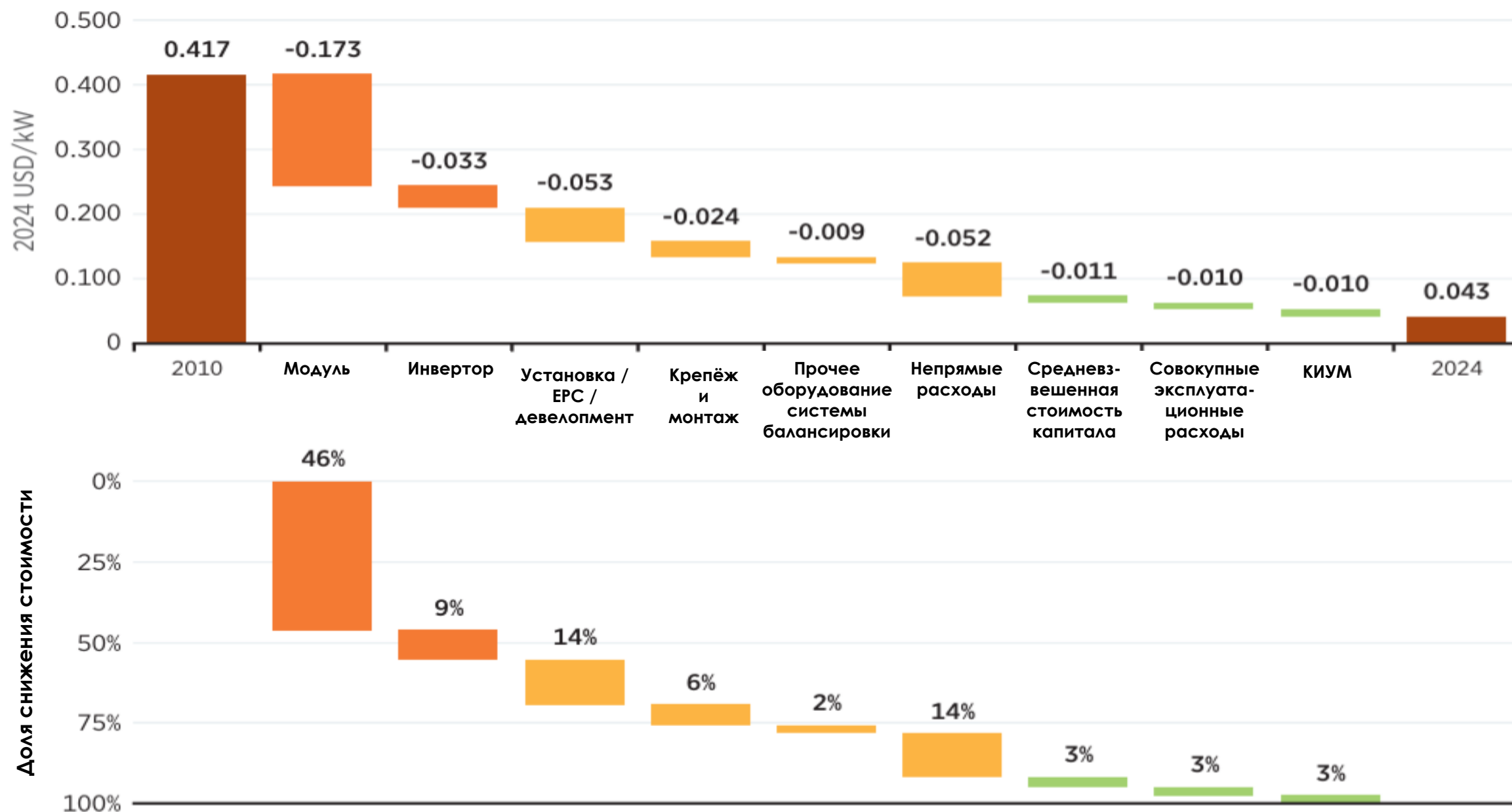




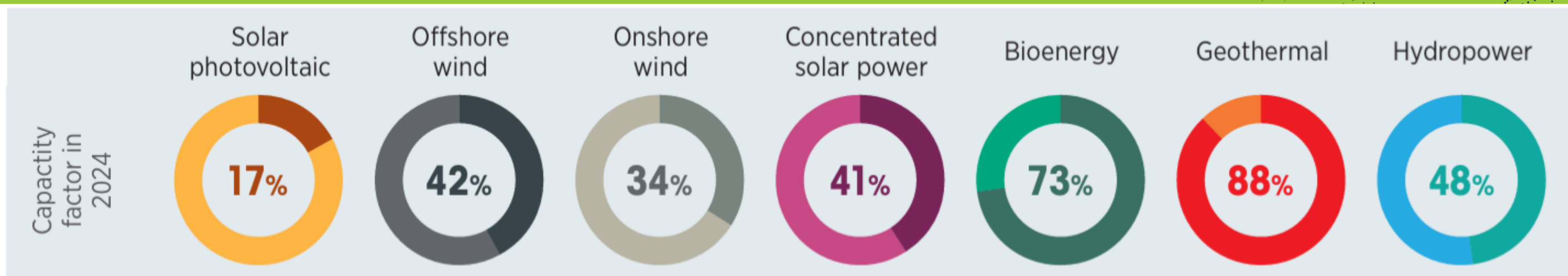
СНИЖЕНИЕ ПРИВЕДЁННОЙ (УСРЕДНЕННОЙ) СТОИМОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (LCOE) ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В 2010–2024 ГОДАХ



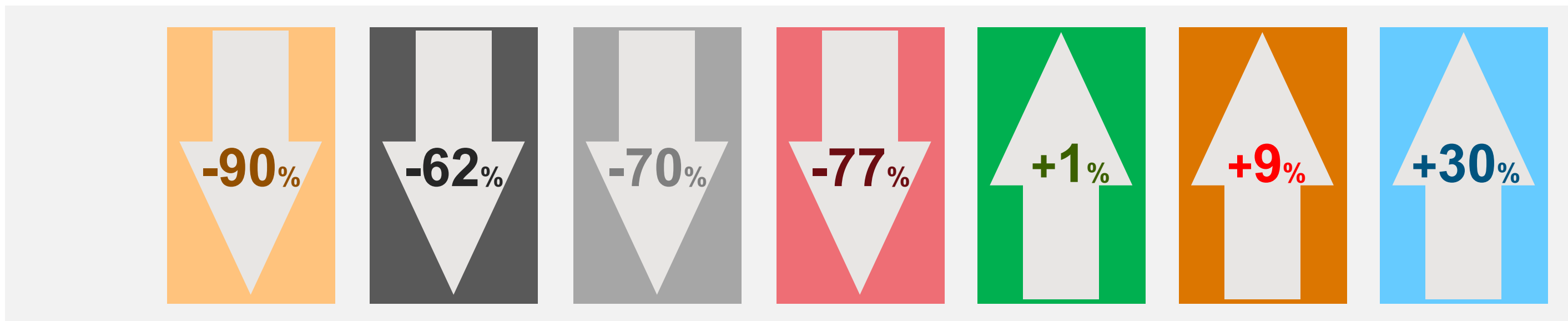
ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ ПРИВЕДЁННОЙ (УСРЕДНЕННОЙ) СТОИМОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (LCOE) ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК (SOLAR PV) В 2010–2024 ГОДАХ



КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ВНОВЬ ВВЕДЁННЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ КРУПНЫХ ОБЪЕКТОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, 2024 ГОД



Тенденции изменения приведённой (усреднённой) стоимости электроэнергии в 2010 и 2024 годах

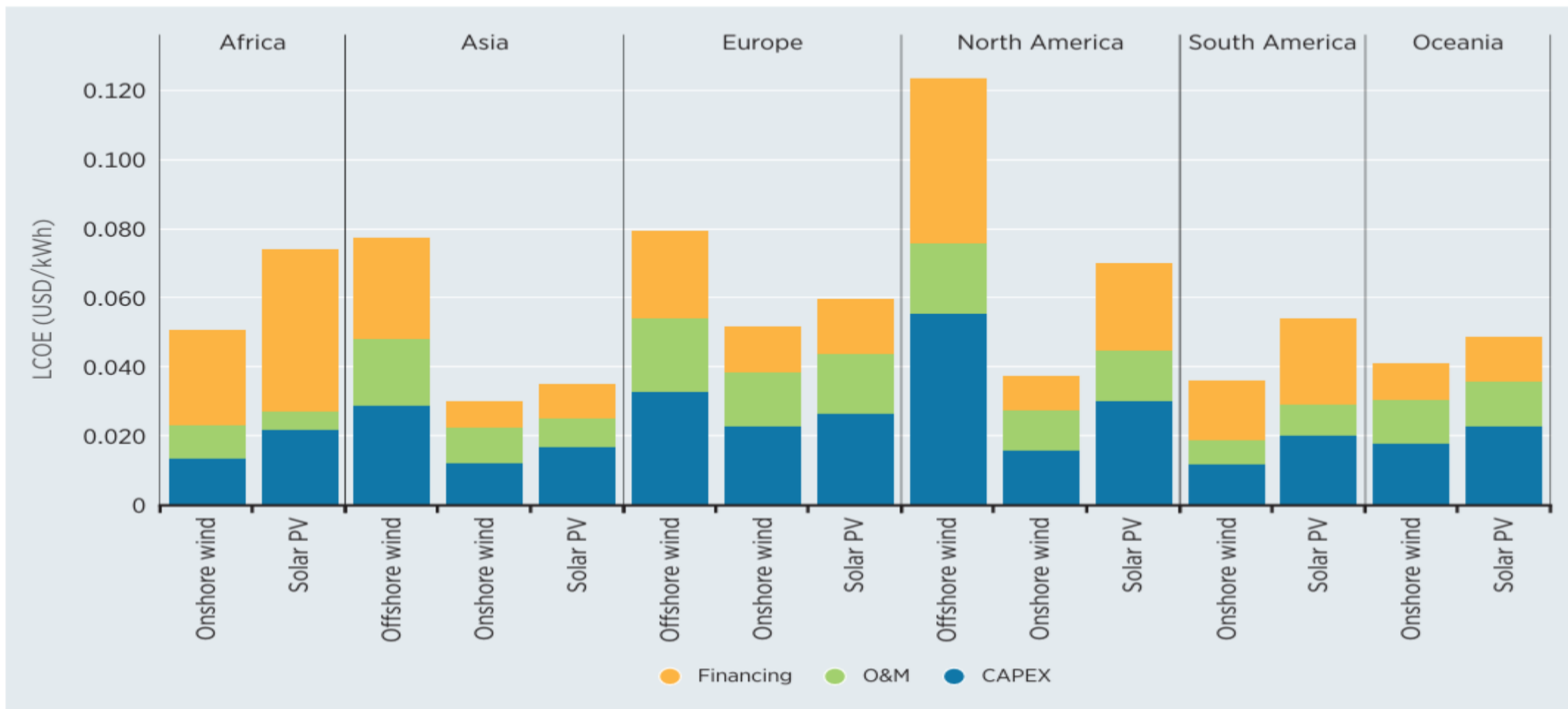


СОВОКУПНАЯ УСТАНОВЛЕННАЯ СТОИМОСТЬ, КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ LCOE ПО ТЕХНОЛОГИЯМ В 2010 И 2024 ГОДАХ

| | Total installed costs | | | Capacity factor | | | Levelised cost of electricity | | |
|---------------|-----------------------|-------|----------------|-----------------|------|----------------|-------------------------------|-------|----------------|
| | (2024 USD/kW) | | | (%) | | | (2024 USD/kWh) | | |
| | 2010 | 2024 | Percent change | 2010 | 2024 | Percent change | 2010 | 2024 | Percent change |
| Bioenergy | 3 082 | 3 242 | 5% | 72 | 73 | 1% | 0.086 | 0.087 | 1% |
| Geothermal | 3 083 | 4 015 | 30% | 87 | 88 | 1% | 0.055 | 0.060 | 9% |
| Hydropower | 1 494 | 2 267 | 52% | 44 | 48 | 9% | 0.044 | 0.057 | 30% |
| Solar PV | 5 283 | 691 | -87% | 15 | 17 | 13% | 0.417 | 0.043 | -90% |
| CSP | 10 703 | 3 677 | -66% | 30 | 41 | 37% | 0.402 | 0.092 | -77% |
| Onshore wind | 2 324 | 1 041 | -55% | 27 | 34 | 26% | 0.113 | 0.034 | -70% |
| Offshore wind | 5 518 | 2 852 | -48% | 38 | 42 | 11% | 0.208 | 0.079 | -62% |

Notes: CSP = concentrated solar power; kW = kilowatt; kWh = kilowatt hour; USD= United States dollars.

СТРУКТУРА (РАСПРЕДЕЛЕНИЕ) ПРИВЕДЁННОЙ СТОИМОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (LCOE) ПО ВЫБРАННЫМ РЕГИОНАМ, 2024 ГОД



Notes: CAPEX = capital expenditure; kWh = kilowatt hour; LCOE = levelised cost of electricity; O&M = operation and maintenance; PV = photovoltaic; USD = United States dollar.

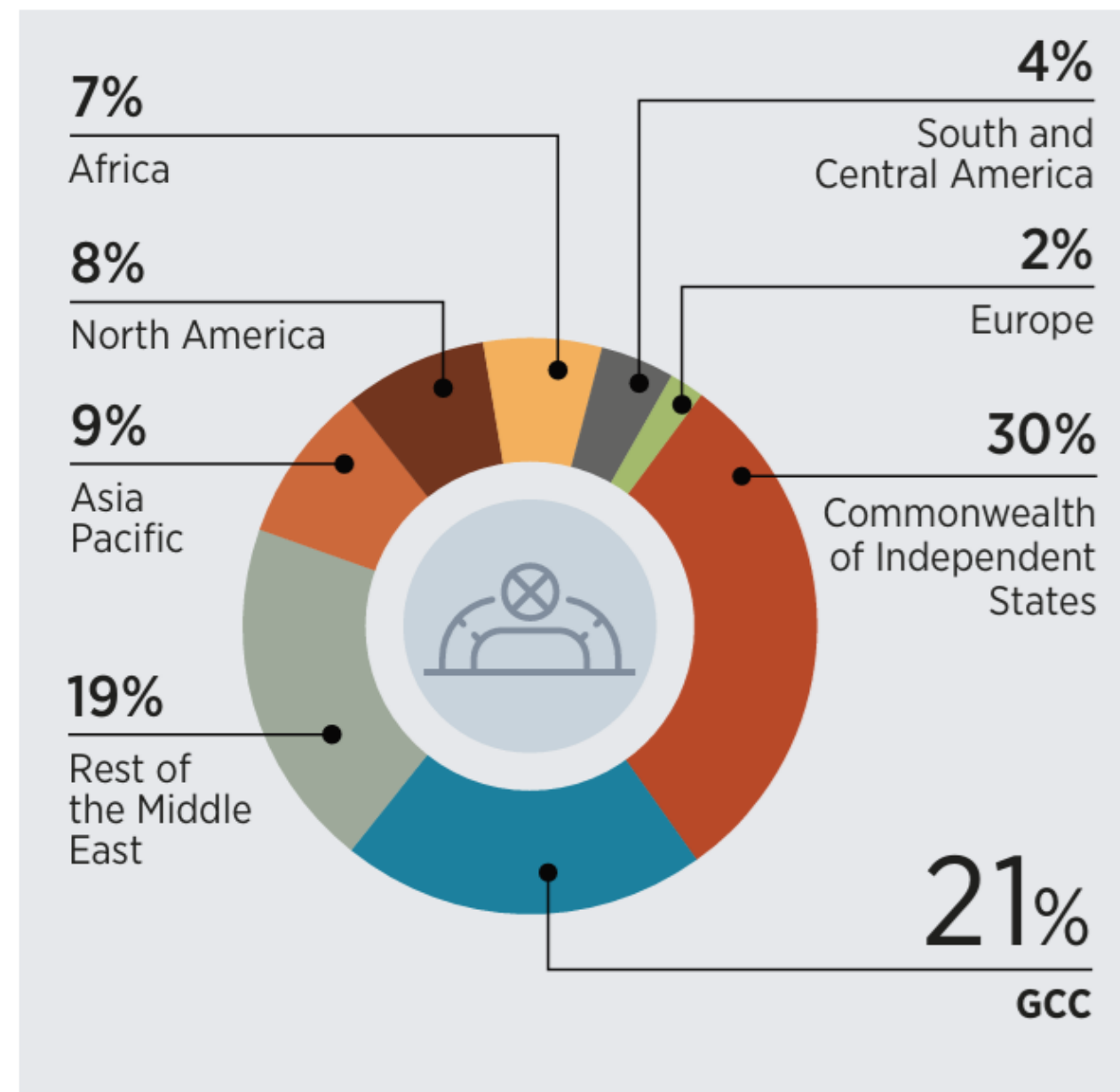
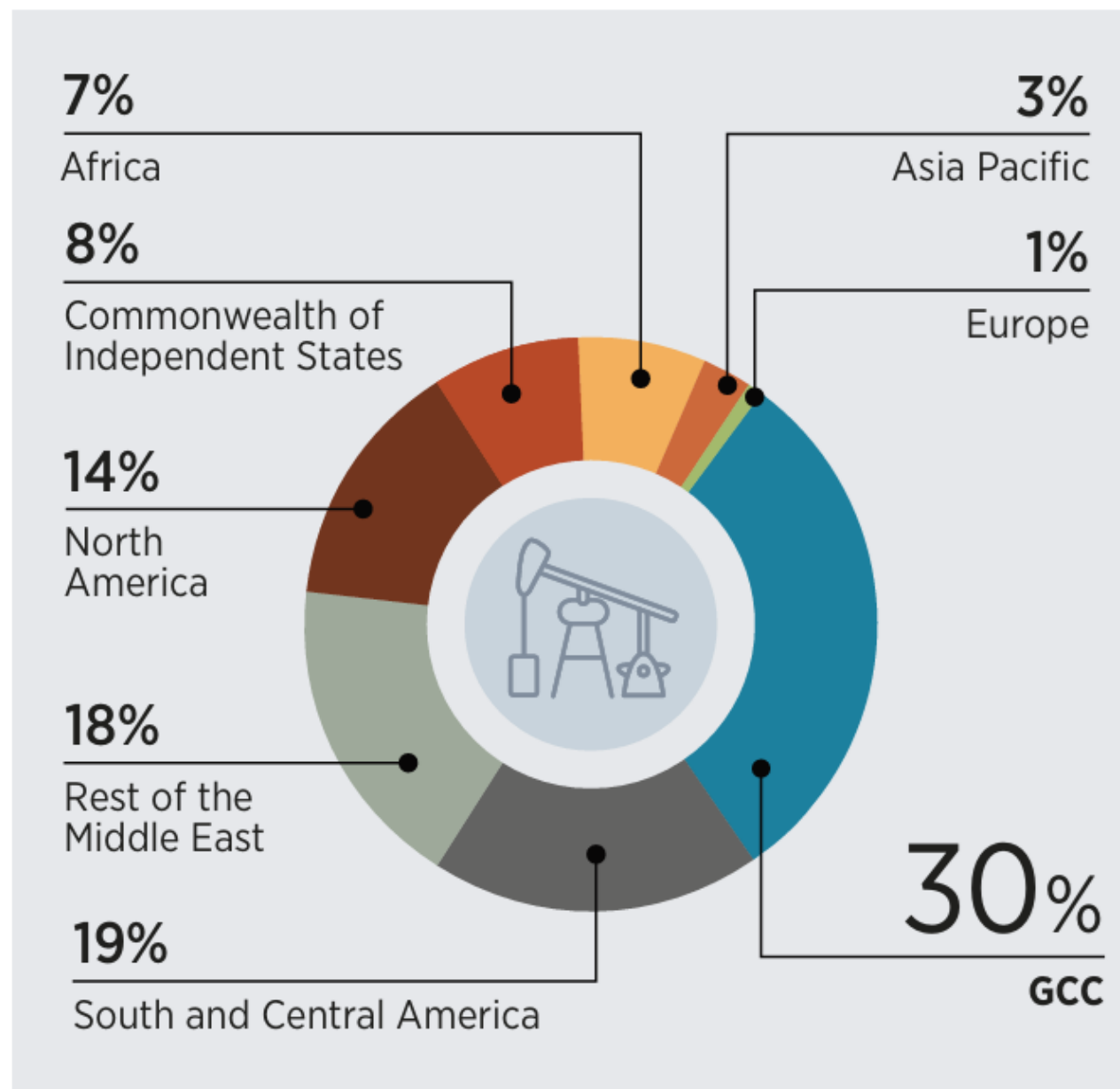


СТРАНЫ СОВЕТА СОТРУДНИЧЕСТВА АРАБСКИХ ГОСУДАРСТВ ПЕРСИДСКОГО ЗАЛИВА

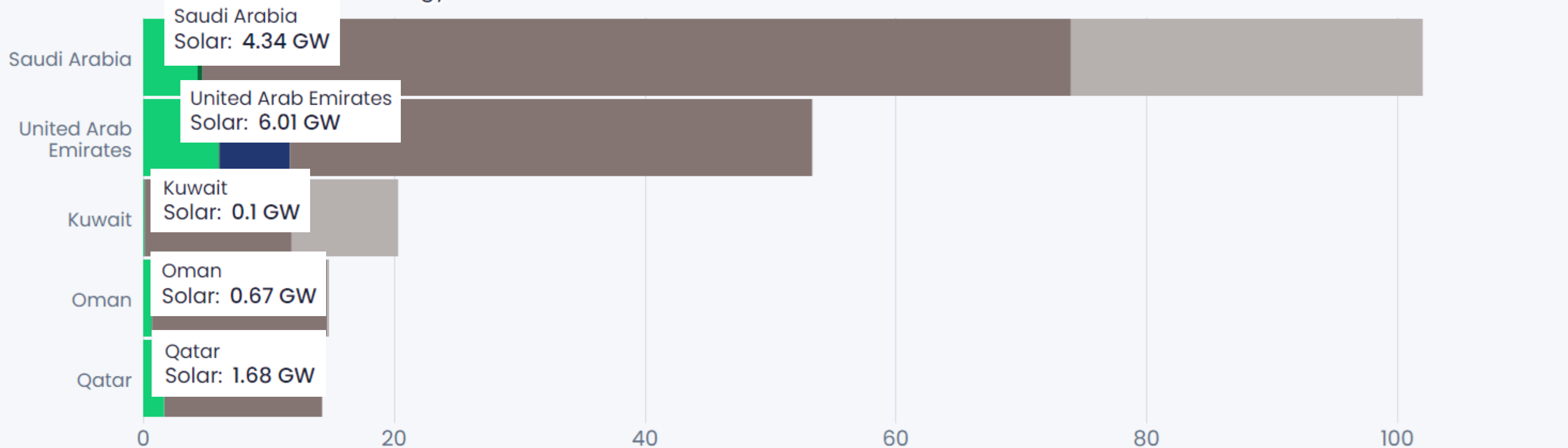


ОБЩИЕ ДОКАЗАННЫЕ ЗАПАСЫ НЕФТИ ПО РЕГИОНАМ МИРА НА КОНЕЦ 2020 ГОДА

ОБЩИЕ ДОКАЗАННЫЕ ЗАПАСЫ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПО РЕГИОНАМ МИРА НА КОНЕЦ 2020 ГОДА



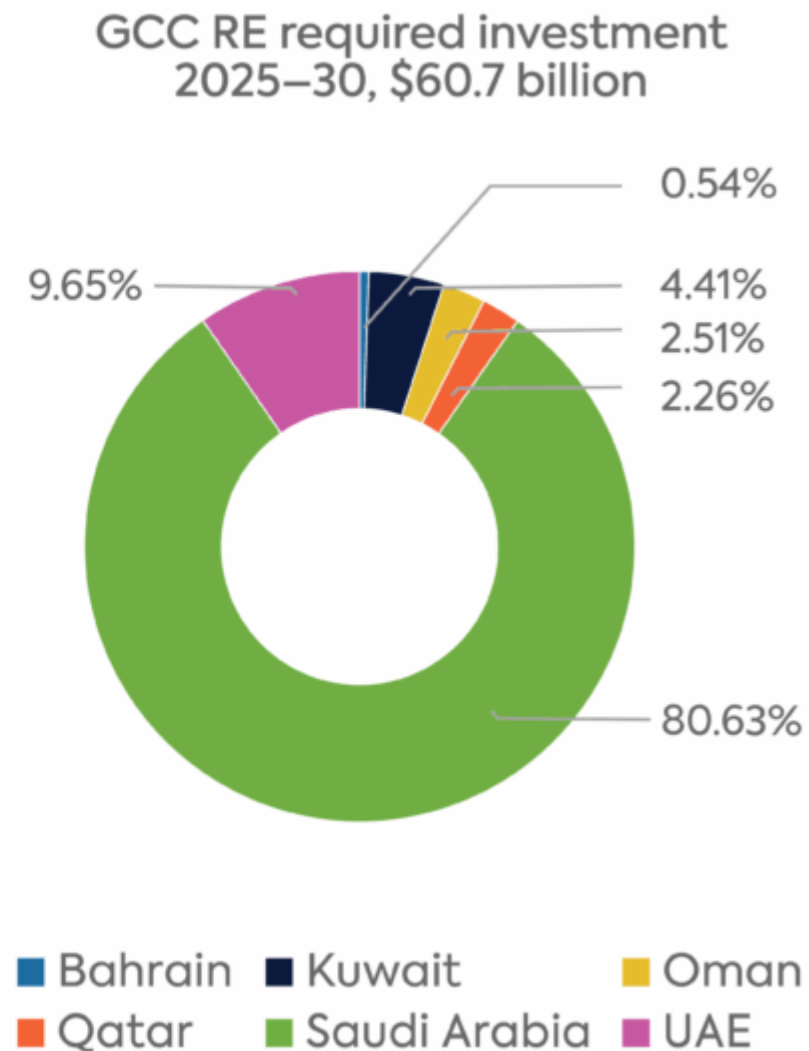
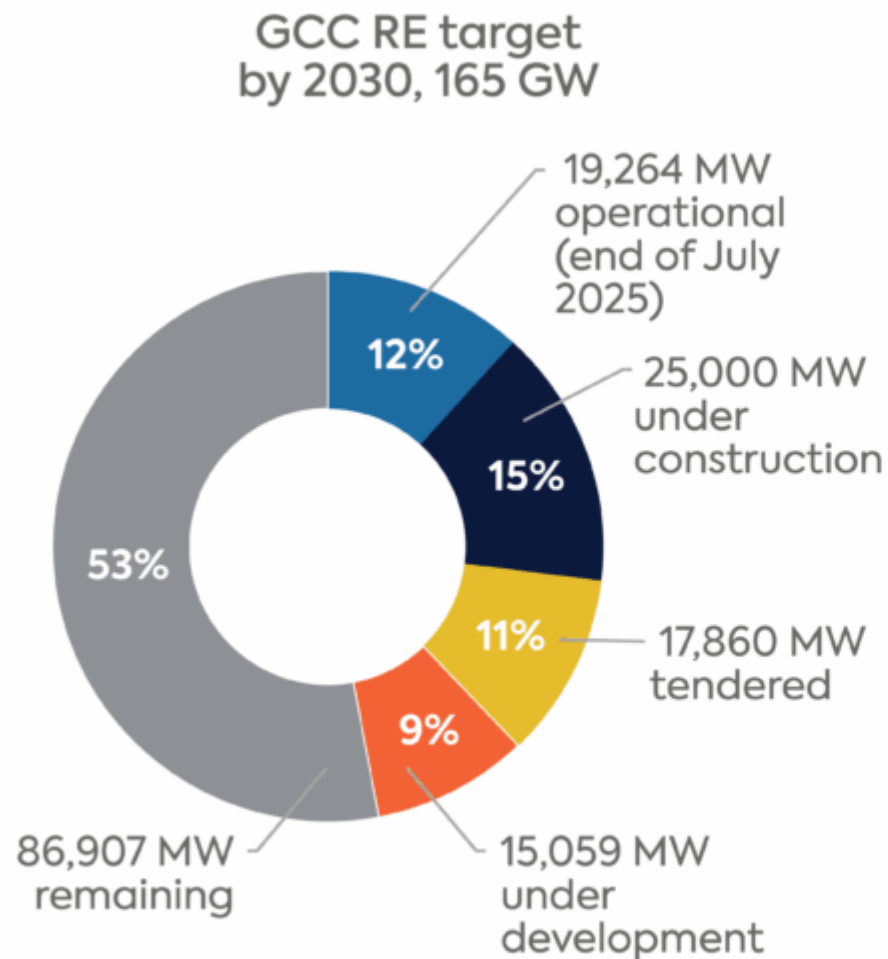
■ Solar
 ■ Wind
 ■ Hvdro
 ■ Bioenergy
 ■ Other renewables
 ■ Nuclear
 ■ Gas
 ■ Coal
 ■ Other fossil



Data: Ember Electricity Data Explorer, ember-energy.org

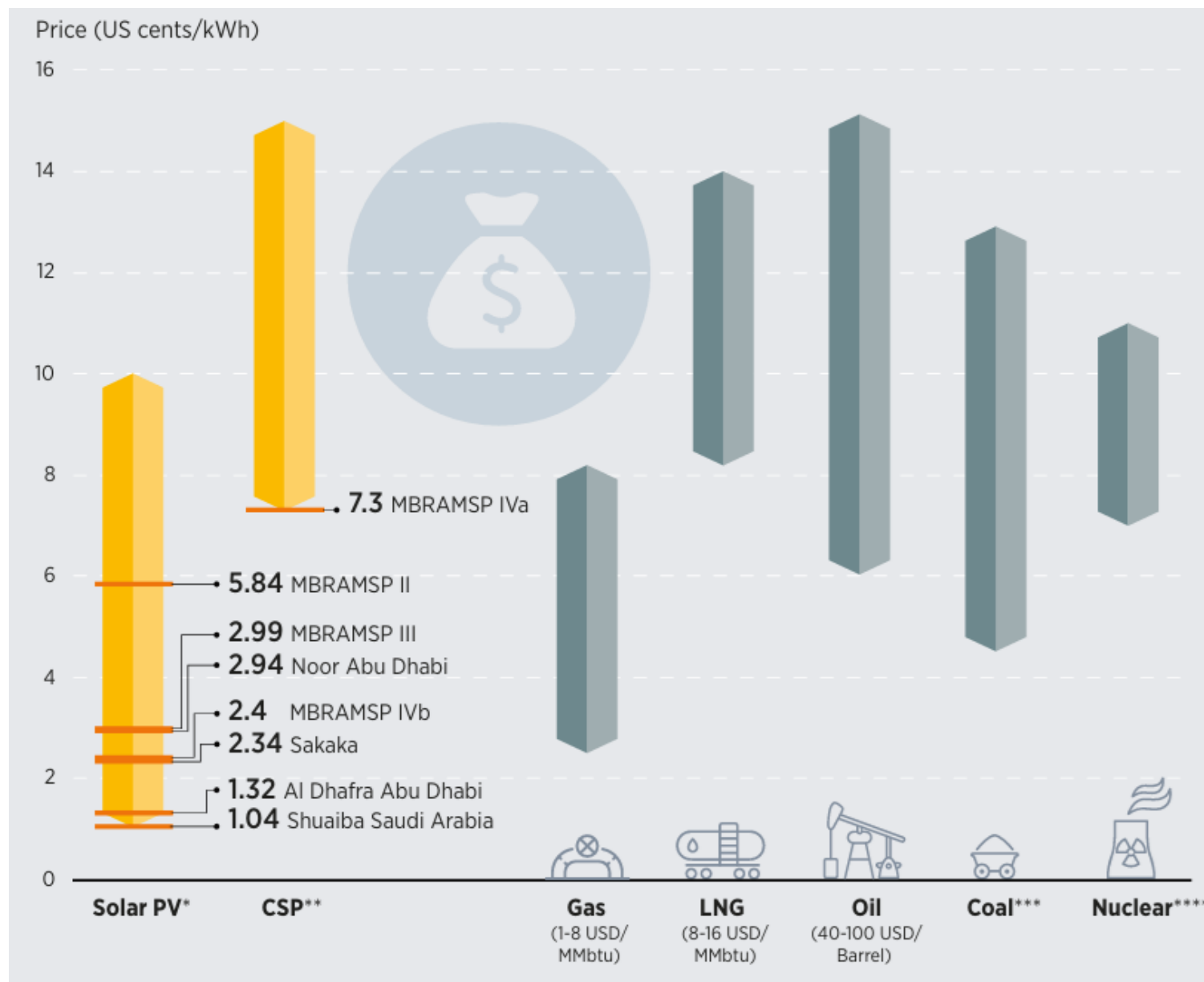
EMBER

ШЕСТЬ СТРАН GCC
ИНВЕСТИРОВАЛИ
\$42,5 МЛРД В
ПРОЕКТЫ ВИЭ ОБЩЕЙ
МОЩНОСТЬЮ
62,1 ГВт, НО К ИЮЛЮ
2025 ГОДА В СЕТЬ
ПОДКЛЮЧЕНО ЛИШЬ
19,3 ГВт, ТО ЕСТЬ 12%
ОТ ЦЕЛИ 165 ГВт К
2030 ГОДУ



<https://www.energypolicy.columbia.edu/renewable-energy-development-in-the-gcc-progress-made-and-challenges-ahead/>

ЦЕНА ТЕХНОЛОГИЙ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО МАСШТАБА В СТРАНАХ СОВЕТА СОТРУДНИЧЕСТВА АРАБСКИХ ГОСУДАРСТВ ПЕРСИДСКОГО ЗАЛИВА, 2015–2023 ГОДЫ (САУДОВСКАЯ АРАВИЯ, ОБЪЕДИНЁННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ (ОАЭ), КУВЕЙТ, КАТАР, ОМАН и БАХРЕЙН)



Три самых дешёвых солнечных станции в мире

1. Al Shuaiba PV IP (Саудовская Аравия) - абсолютный мировой рекорд: 1.04 US ¢/кВт·ч. Первая фаза мощностью 0.6 ГВт введена в коммерческую эксплуатацию 28 февраля 2025 года. Вторая фаза мощностью 2.06 ГВт будет запущена 30 ноября 2025 года. Общая мощность проекта — 2.66 ГВт. Он расположен в 75 км от Мекки — в регионе с 3 860 часами солнечного света в год. PPA заключён на 35 лет.

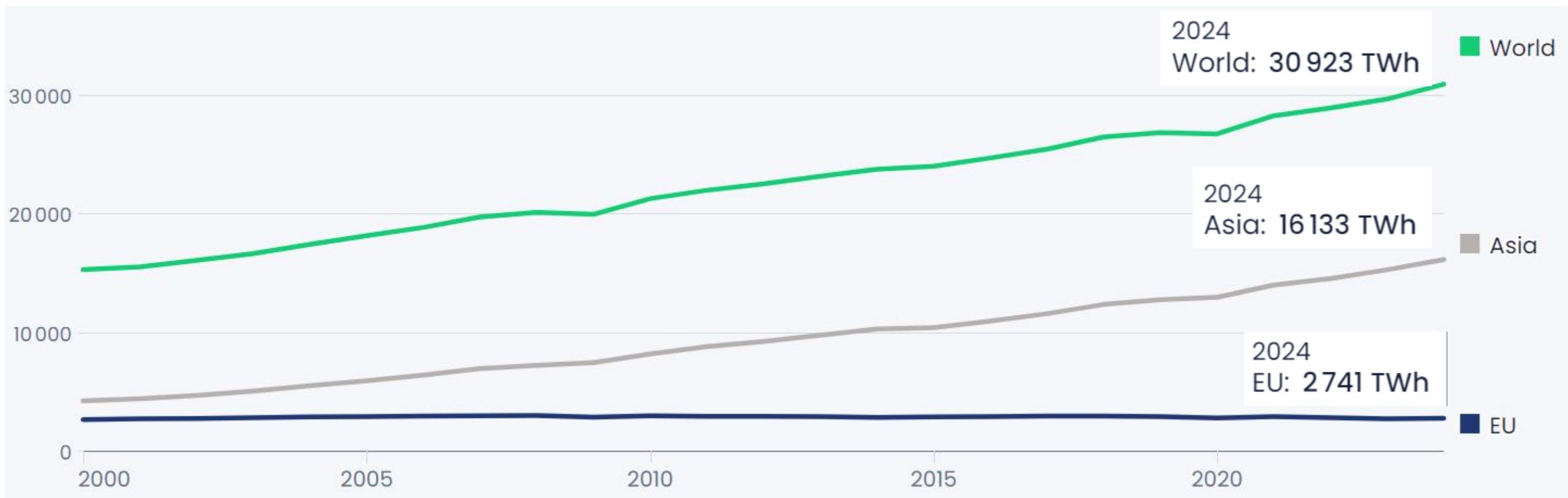
2. Sudair Solar PV (Саудовская Аравия) - второй по цене проект: 1.239 US ¢/кВт·ч. Мощность - 1.5 ГВт. Первая фаза (1.05 ГВт) начала работу в сентябре 2023 года, а полный ввод в коммерческую эксплуатацию состоялся 3 января 2024 года. Контракт PPA подписан на 25 лет с Saudi Power Procurement Company.

3. Al Dhafra Solar PV (ОАЭ) — третий по дешевизне проект и крупнейшая СЭС в ОАЭ: 2.0 ГВт, тариф - 1.35 US ¢/кВт·ч. Официальный ввод в коммерческую эксплуатацию состоялся 30 июня 2023 года. Контракт на поставку электроэнергии заключён на 30 лет.

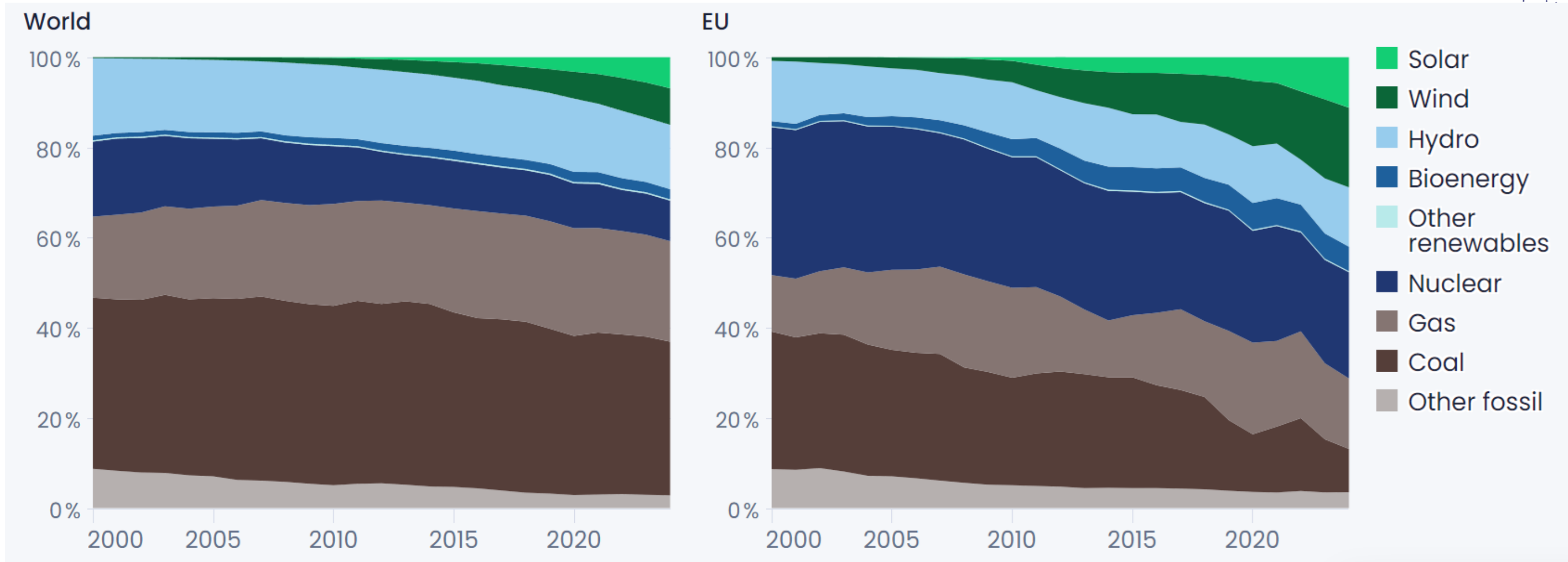


ЕВРОПЕЙСКИЙ СОЮЗ

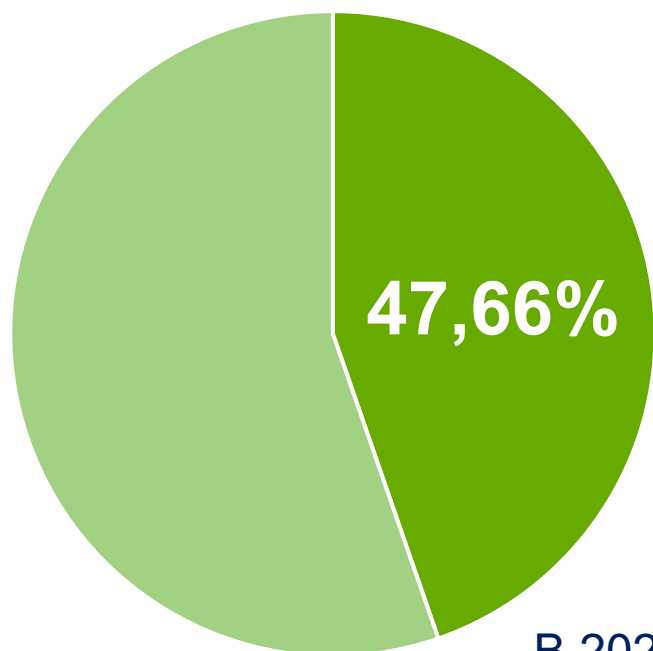




ДОЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В МИРЕ И В ЕС, %

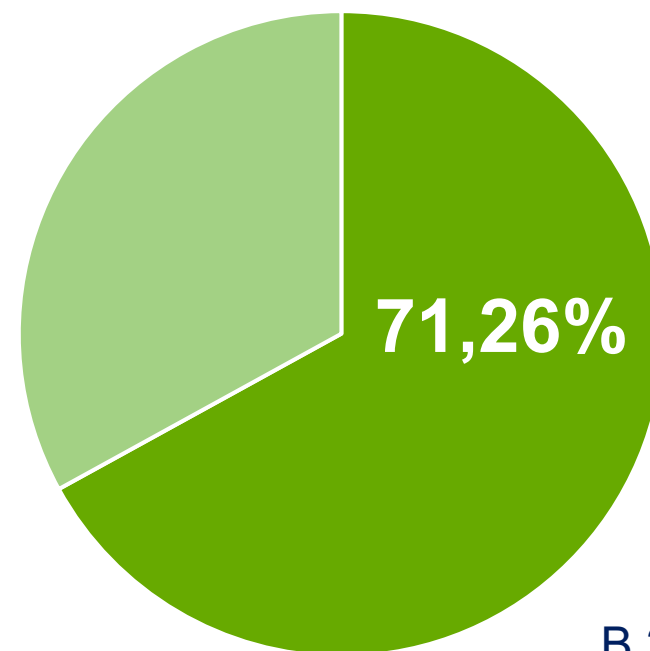


Возобновляемые источники
энергии составили **47,66%** от всего
производства электроэнергии

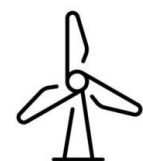
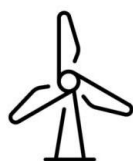


В 2023 году 44,7%

Доля экологически чистой
электроэнергии составила **71,26%**
с учетом атомной энергетики



В 2023 году 67%

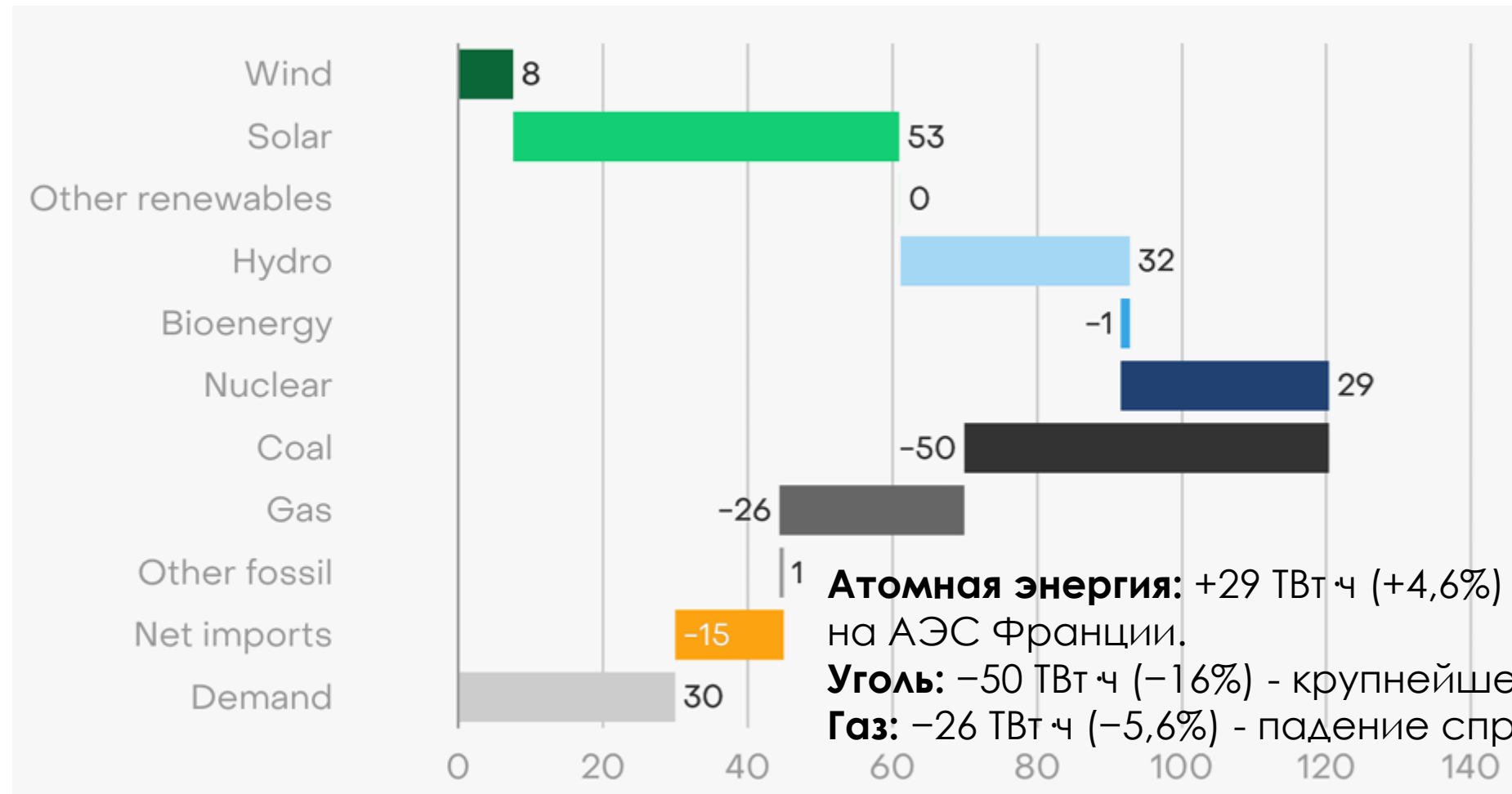


ИЗМЕНЕНИЯ В ВЫРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЕС В 2024 ГОДУ

Солнечная энергия: +21% (+53 ТВт·ч) - рекордный рост благодаря вводу новых мощностей.

Ветроэнергетика прибавила лишь 8 ТВт·ч (вместо средних +30 ТВт·ч в 2019–2023 гг.).

Гидроэнергия: +32 ТВт·ч (+9,6%) - заметно увеличились благодаря осадкам.

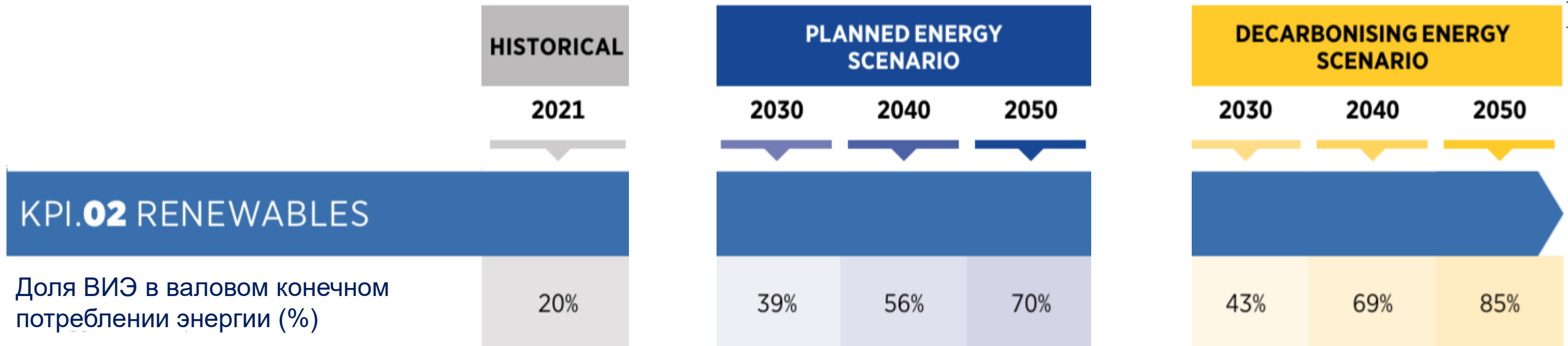


Атомная энергия: +29 ТВт·ч (+4,6%) - меньше простоев на АЭС Франции.

Уголь: -50 ТВт·ч (-16%) - крупнейшее снижение в мире.

Газ: -26 ТВт·ч (-5,6%) - падение спроса.

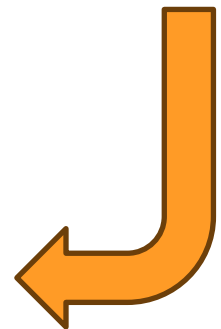
| | HISTORICAL | PLANNED ENERGY SCENARIO | | | DECARBONISING ENERGY SCENARIO | | |
|---|------------|-------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|
| | 2021 | 2030 | 2040 | 2050 | 2030 | 2040 | 2050 |
| KPI.01 RENEWABLES (POWER) | | | | | | | |
| Выработка электроэнергии из возобновляемых источников (ТВт·ч в год) | 967 | 2 254 | 2 920 | 3 538 | 2 271 | 3 312 | 4 253 |
| Доля возобновляемых источников в общей выработке электроэнергии (%) | 36% | 71% | 75% | 78% | 70% | 82% | 88% |
| Установленная мощность объектов возобновляемой энергетики (ГВт) | 491 | 1 246 | 1 717 | 1 993 | 1 247 | 1 919 | 2 456 |
| Доля ВИЭ в общей установленной мощности электроэнергетики (%) | 52% | 79% | 86% | 87% | 79% | 88% | 91% |



Повысить долю возобновляемых источников энергии до **43%**, за счёт **ускоренной электрификации** и **прямого использования возобновляемых источников**.

Масштабировать показатель до **69%**, когда возобновляемые источники станут **доминирующим источником энергии** в секторах **электроэнергетики, тепла и транспорта**.

Достичь уровня **85%**, что будет означать **практически полный переход на возобновляемые источники** в конечном потреблении энергии.





ИНТЕРЕСНЫЙ ФАКТ

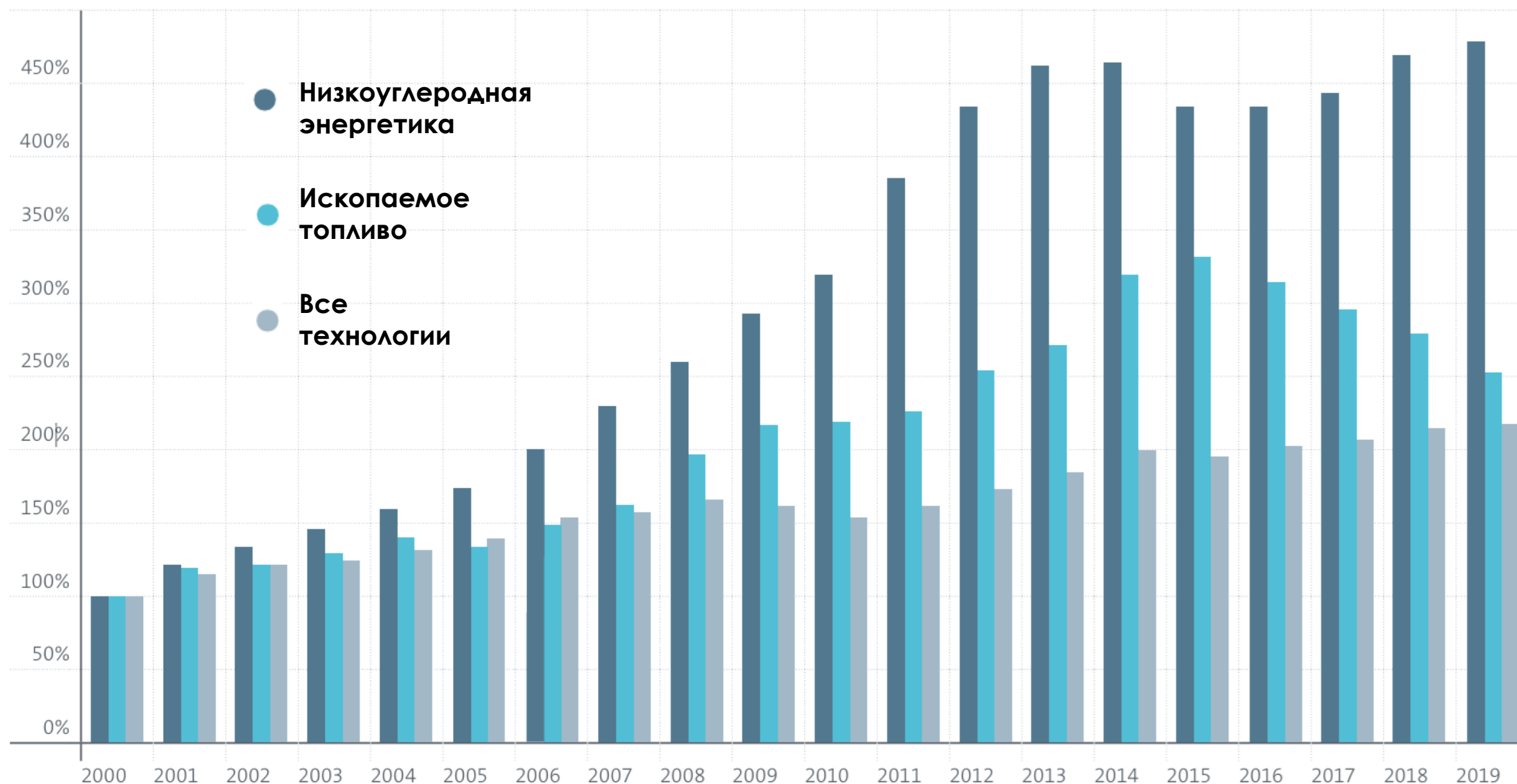


ГЛОБАЛЬНЫЙ РОСТ ПАТЕНТОВ НА ЧИСТУЮ ЭНЕРГИЮ ПО СРАВНЕНИЮ С ДРУГИМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ, 2000 - 2019 годы (база 100 в 2000 году)

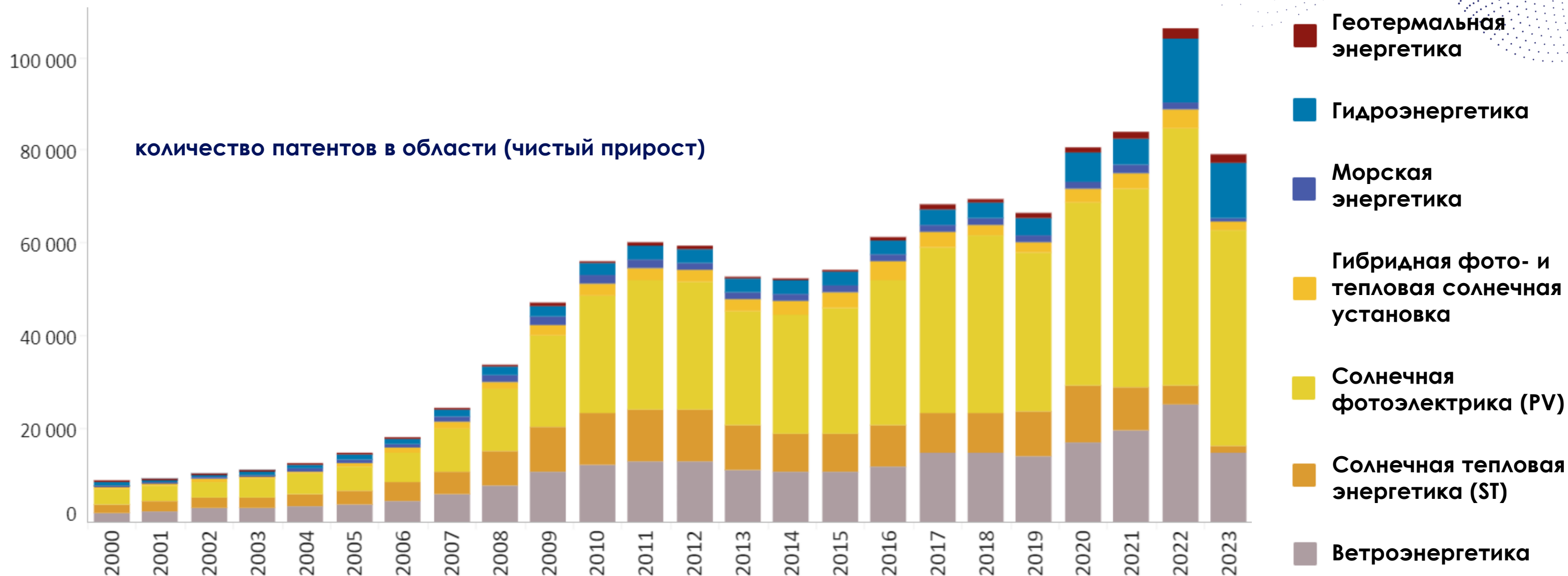
Мировой опыт
показывает:

чтобы понять, какие
технологии станут
основой будущей
энергетики,
достаточно
смотреть на
патентную
активность, потому
что именно
запатентованные
сегодня решения
формируют
завтрашний рынок.

Рост патентов сегодня
- это технологии,
которые войдут в
нашу жизнь завтра.



ЭВОЛЮЦИЯ ПАТЕНТОВ В ОБЛАСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, 2000 - 2023 ГОДЫ

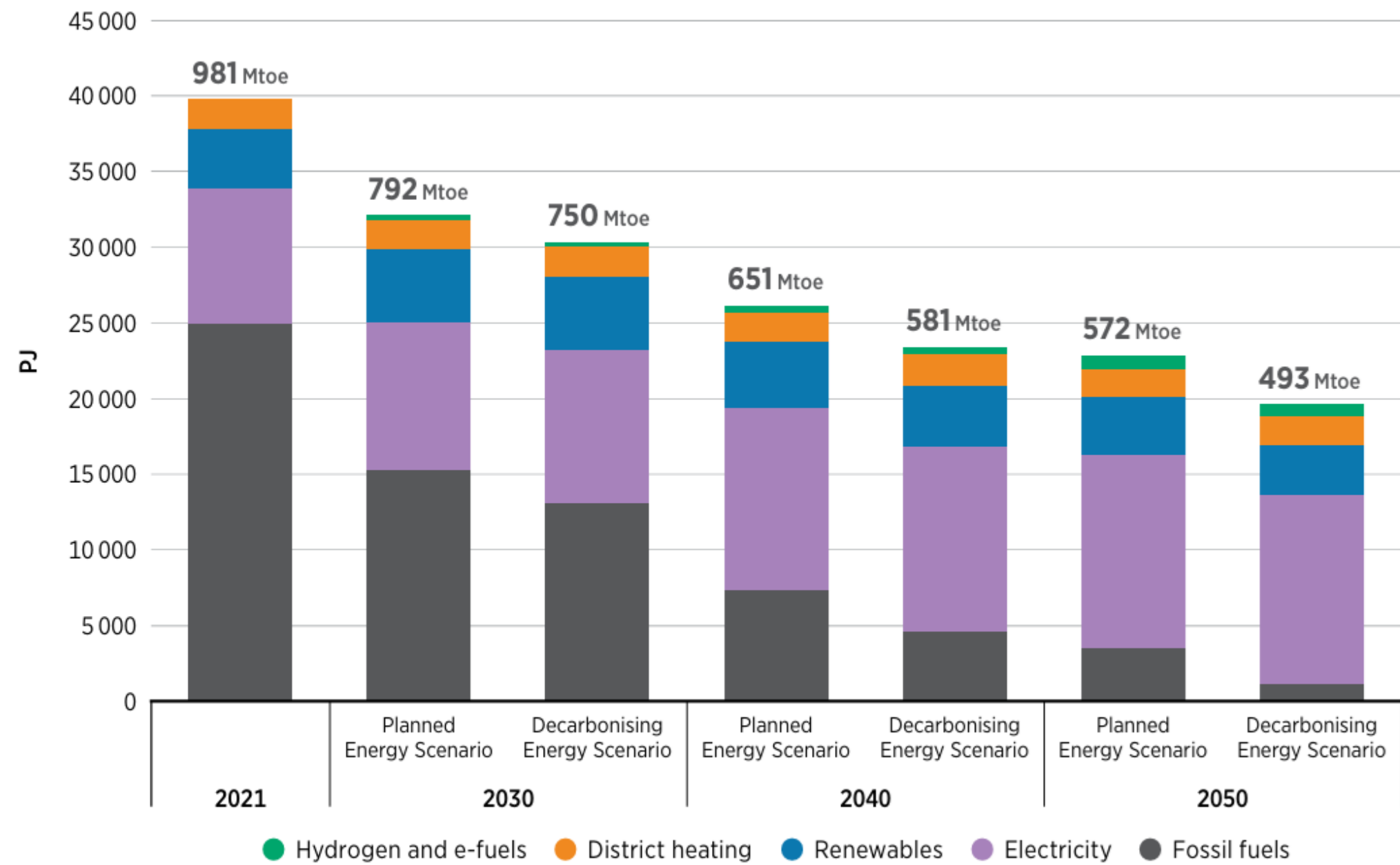




ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

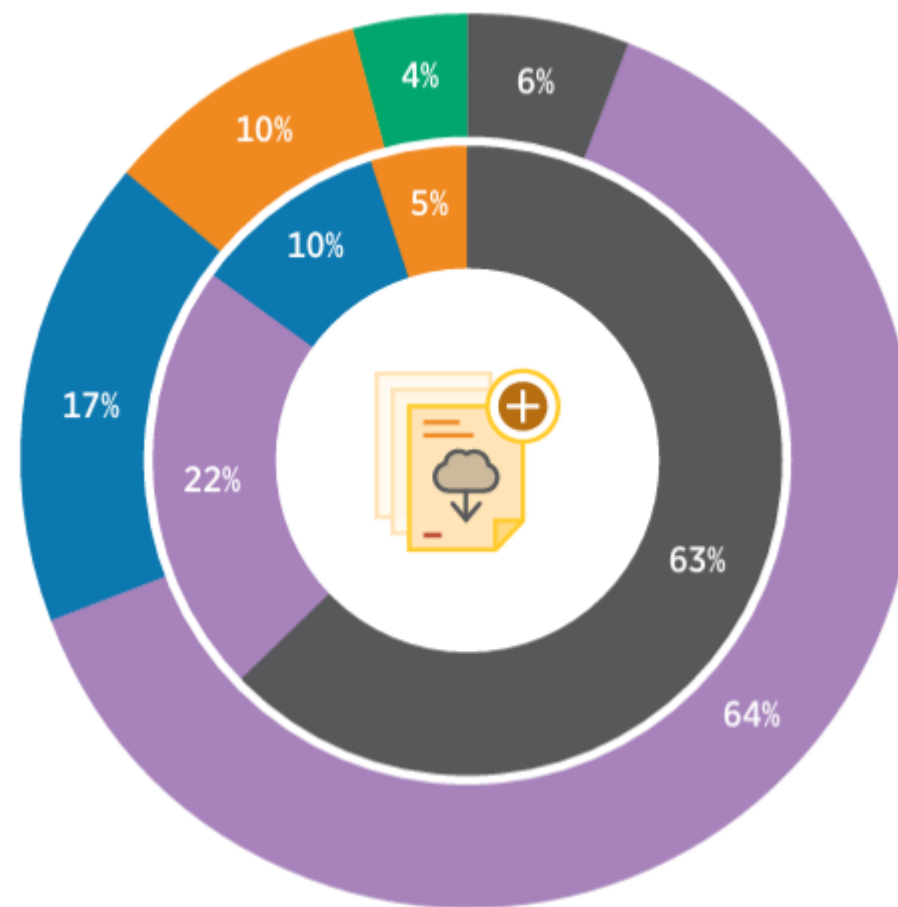
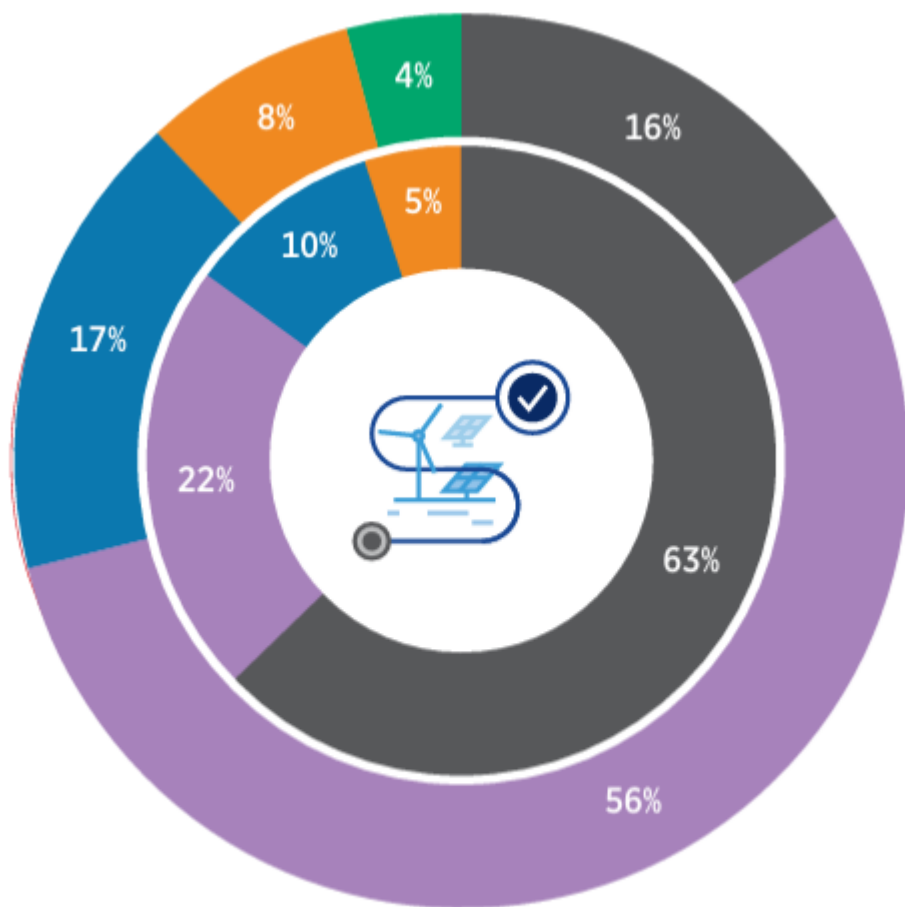


КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПО ВИДАМ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ



Note: Mtoe = million tonnes of oil equivalent; PJ = petajoule.

ДОЛИ КОНЕЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПО ВИДАМ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ В 2021 И 2050 ГОДАХ



Planned Energy Scenario

Decarbonising Energy Scenario

○ 2021 ○ 2050

● Fossil fuels ● Electricity ● Renewables ● District heating ● Hydrogen and e-fuels

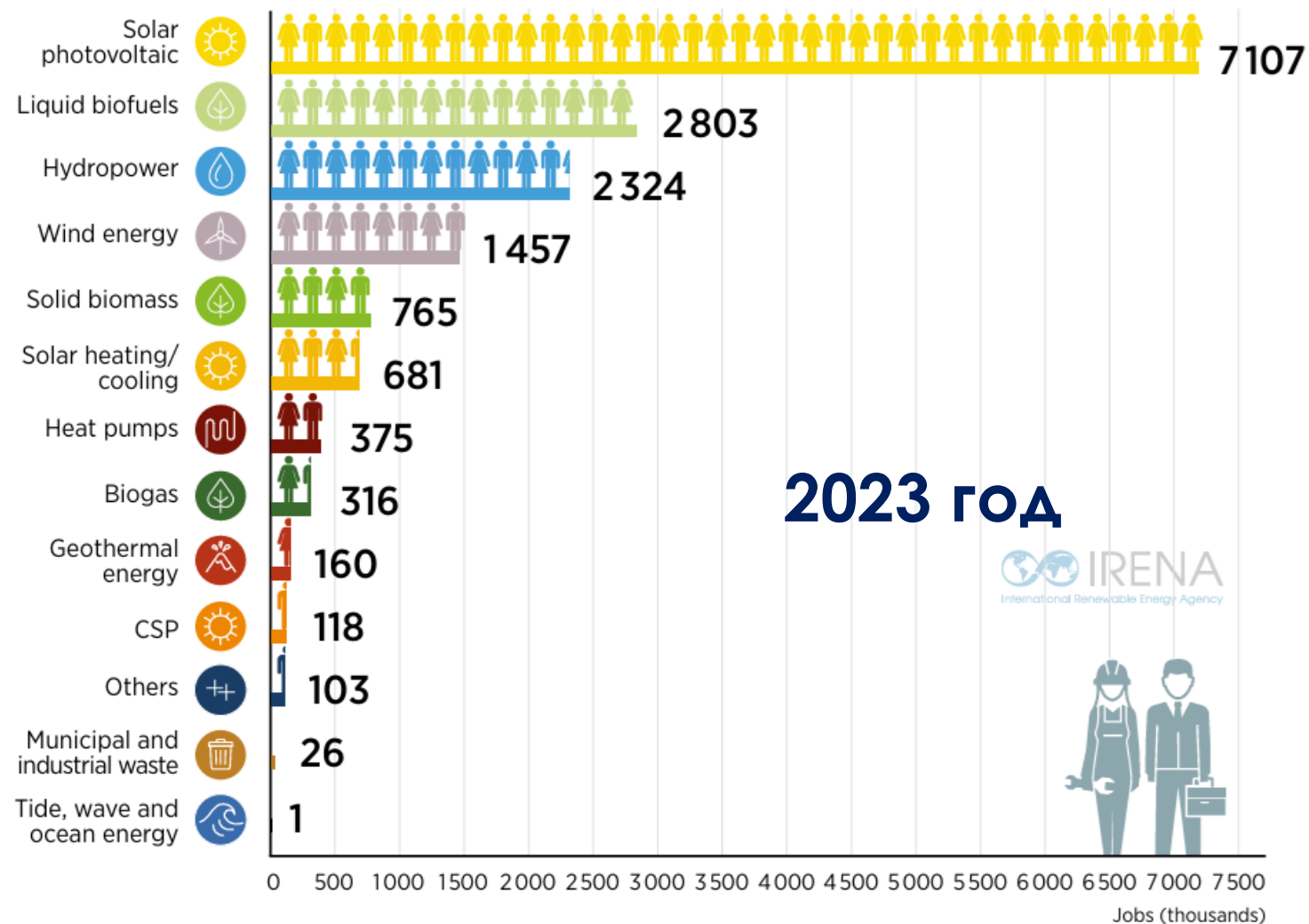
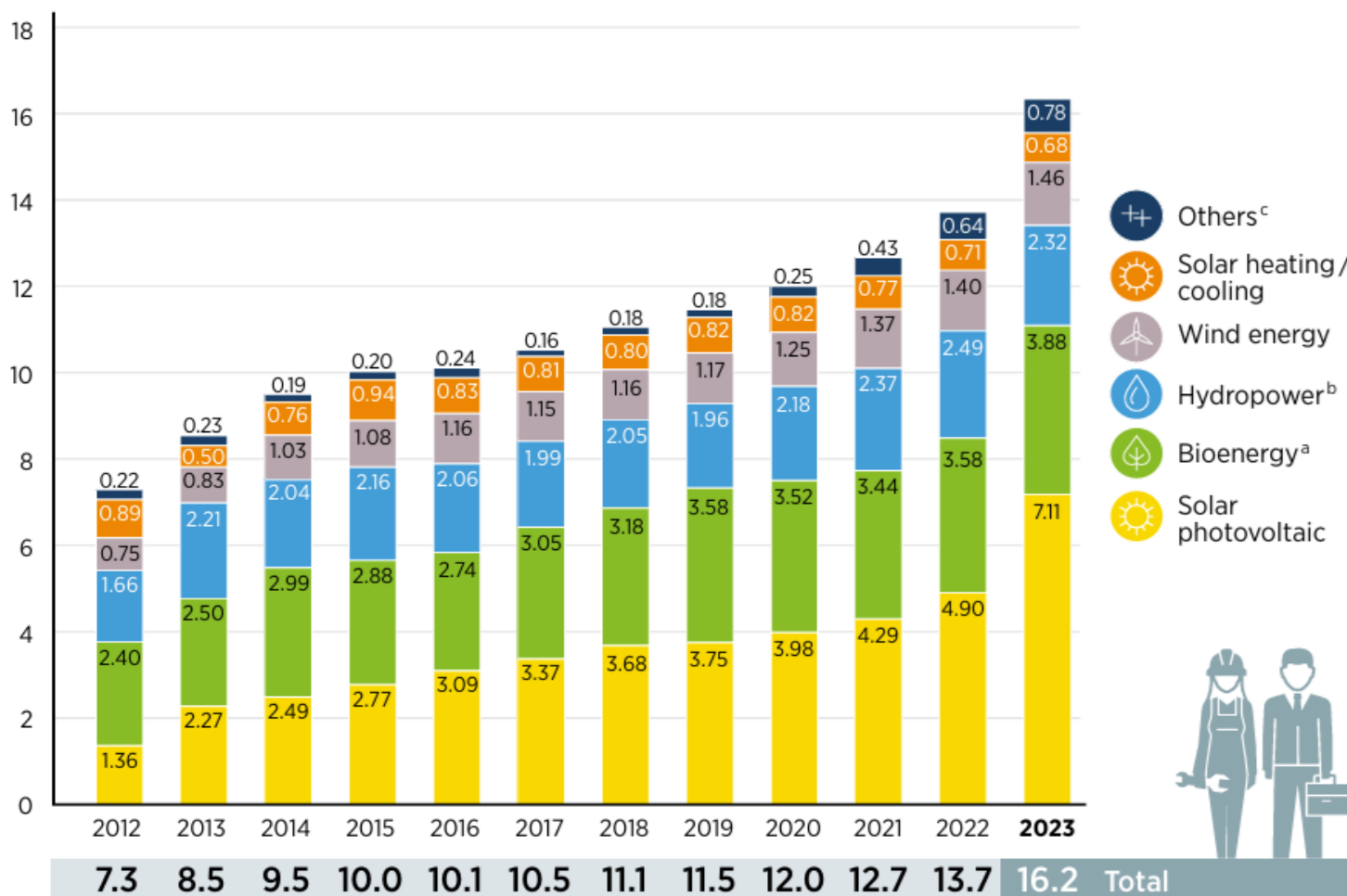
ДИНАМИКА ЗАНЯТОСТИ В СФЕРЕ ВИЭ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ, 2012–2023 ГОДЫ ЗАНЯТОСТЬ В СФЕРЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ПО ВИДАМ ТЕХНОЛОГИЙ, 2023 ГОД

В 2023 году в секторе ВИЭ по всему миру было занято **16,2 млн человек**, по сравнению с 13,7 млн в 2022 году.

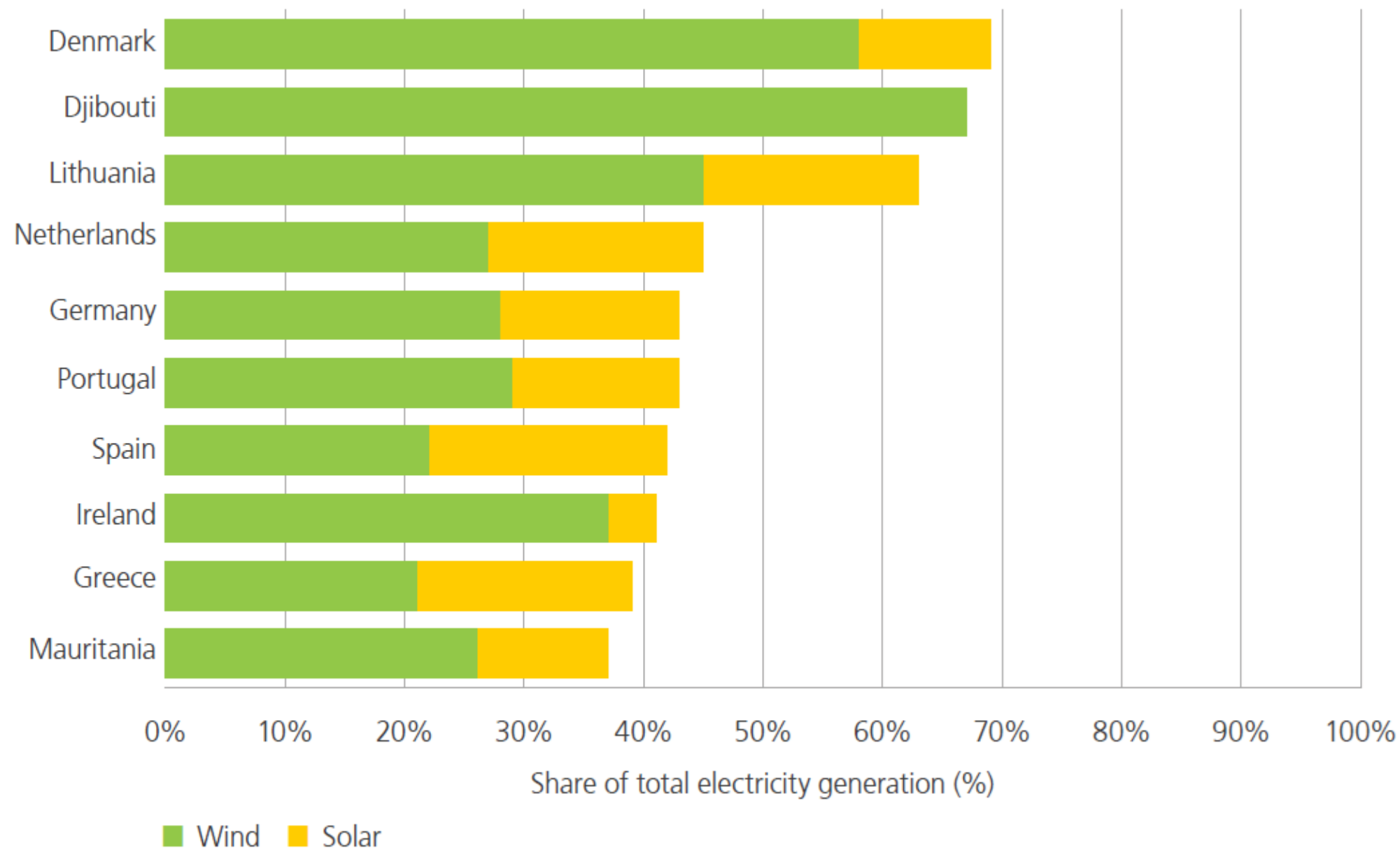
Только в Китае занято 7,4 млн человек, что составляет 46 % от общемирового показателя.

Европейский союз (ЕС) насчитывает 1,8 млн рабочих мест, Бразилия — 1,6 млн, а Соединённые Штаты и Индия — чуть более 1 млн каждая.

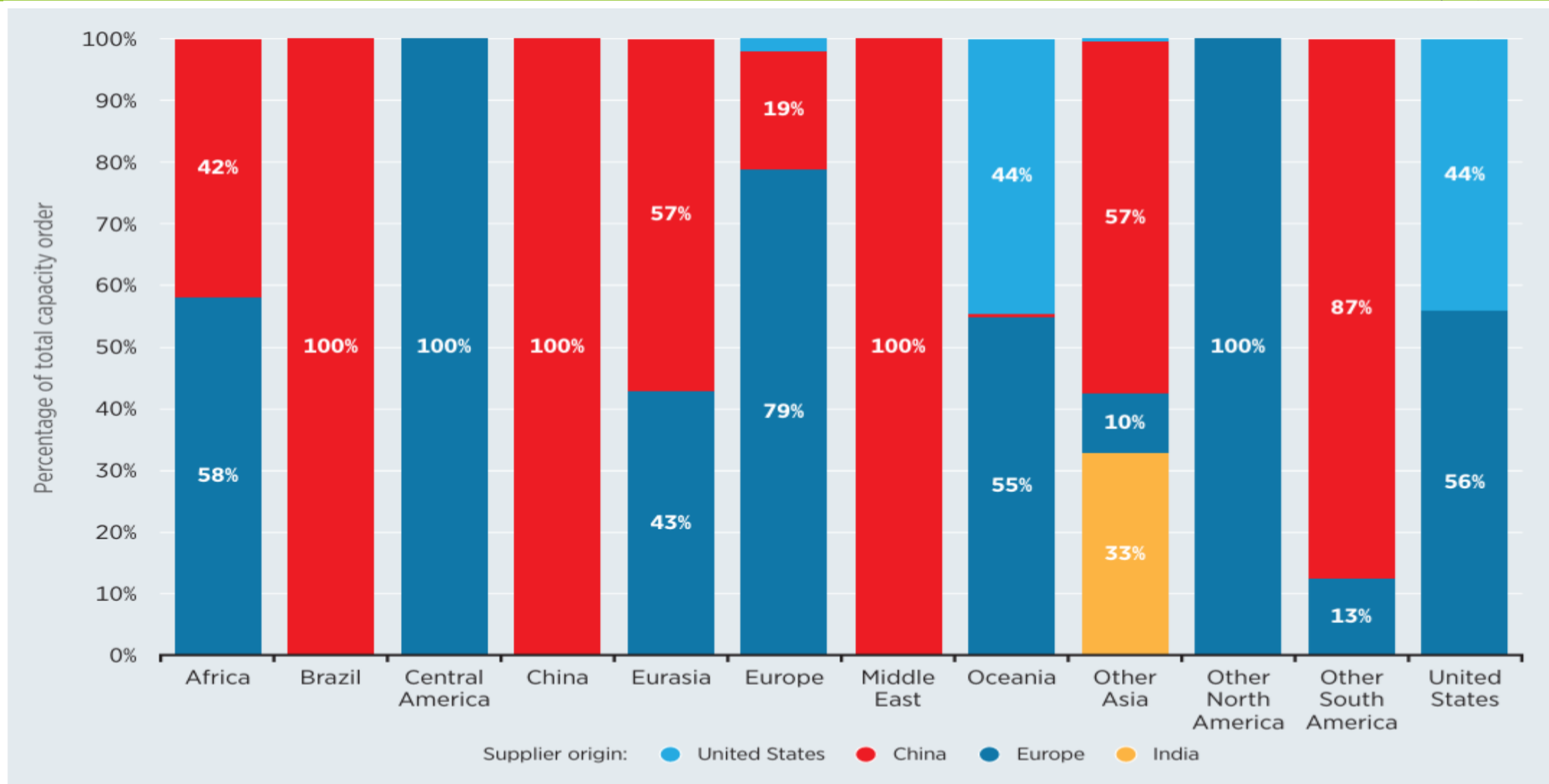
Million jobs



ТОП-10 СТРАН В 2024 ГОДУ ПО УРОВНЮ ПРОНИКНОВЕНИЯ ВЕТРОВОЙ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ



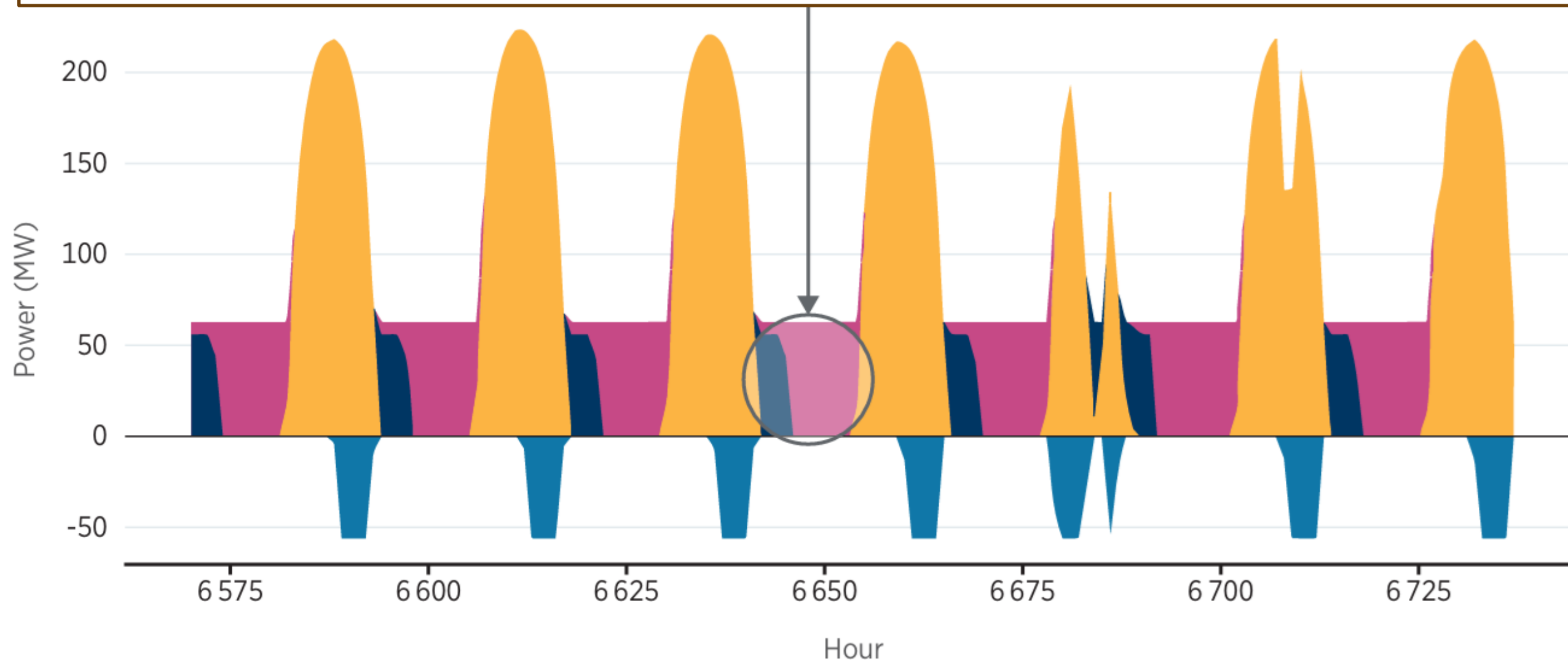
ДОЛЯ ЗАКАЗОВ НА ВЕТРОГЕНЕРАТОРЫ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ ПОСТАВЩИКА В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ И СТРАНАХ, 2024 ГОД



Source: (Wood Mackenzie, 2025a).

ПОЧАСОВЫЕ ПРОФИЛИ ВЫРАБОТКИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ И РАБОТЫ АККУМУЛЯТОРОВ (ИЛЛЮСТРАТИВНЫЙ РАСЧЁТ)

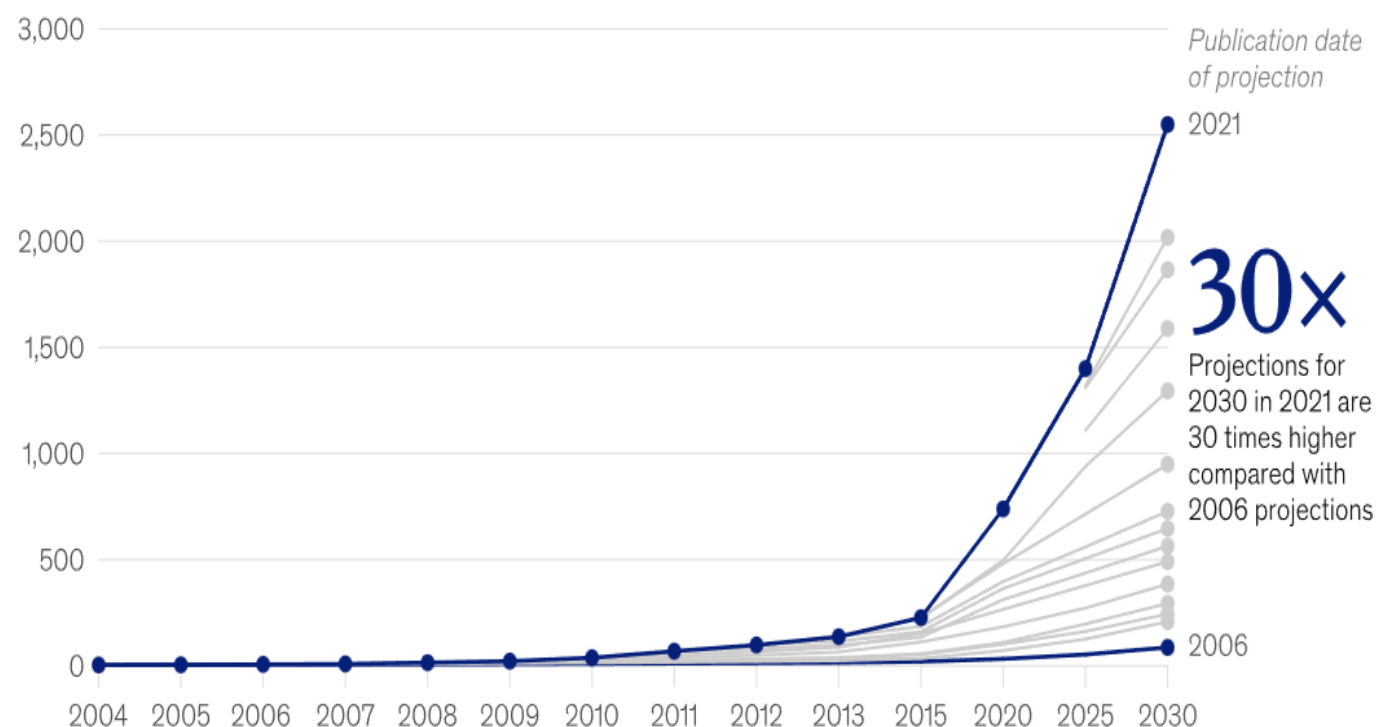
Синяя область = смещённая выработка, приводящая к сокращению недообеспеченной мощности (розовая область)



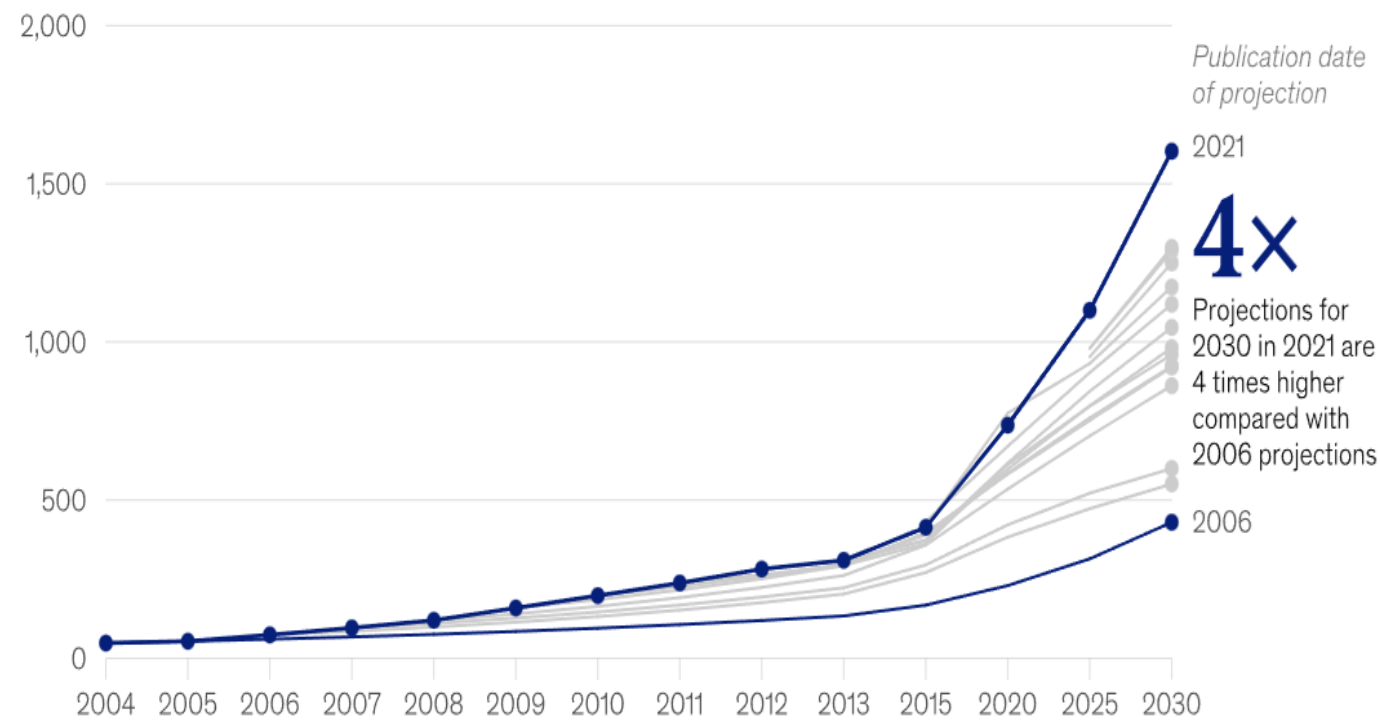
● Solar PV ● BESS discharge ● Non-served power ● BESS Charge

СЕГОДНЯШНИЕ ПРОГНОЗЫ ПО МОЩНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ НА 2030 ГОД ПРЕДСКАЗЫВАЮТ ЗНАЧЕНИЯ, ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРЕВЫШАЮЩИЕ ТЕ, КОТОРЫЕ ПРОГНОЗИРОВАЛИСЬ В 2006 ГОДУ

Глобальный прогноз мощности солнечных станции



Глобальный прогноз мощности ветряных станции (на суше и на море)



<https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/renewable-energy-development-in-a-net-zero-world>