

Развитие ВИЭ-генерации в России: текущий статус и перспективы

Алексей Жихарев
Директор АРВЭ

16.02.2024



А Р В Э

АССОЦИАЦИЯ РАЗВИТИЯ
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ВИДЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РОССИИ

* в соответствии с ФЗ № 35 «Об электроэнергетике»

ВИЭ, ПОЛУЧИВШИЕ
НАИБОЛЬШЕЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЕ
В РОССИИ

01 
ЭНЕРГИЯ
СОЛНЦА

02 
ЭНЕРГИЯ
ВЕТРА

03 
ЭНЕРГИЯ ВОД
(в т.ч. энергия сточных
вод), кроме ГАЭС

04 
ЭНЕРГИЯ
ПРИЛИВОВ

05 
ЭНЕРГИЯ
ВОЛН
(водоемов, рек,
морей, океанов)

06 
ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ
ЭНЕРГИЯ

07 
НИЗКО
ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ
ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ
земли, воздуха, воды

08 
БИОМАССА

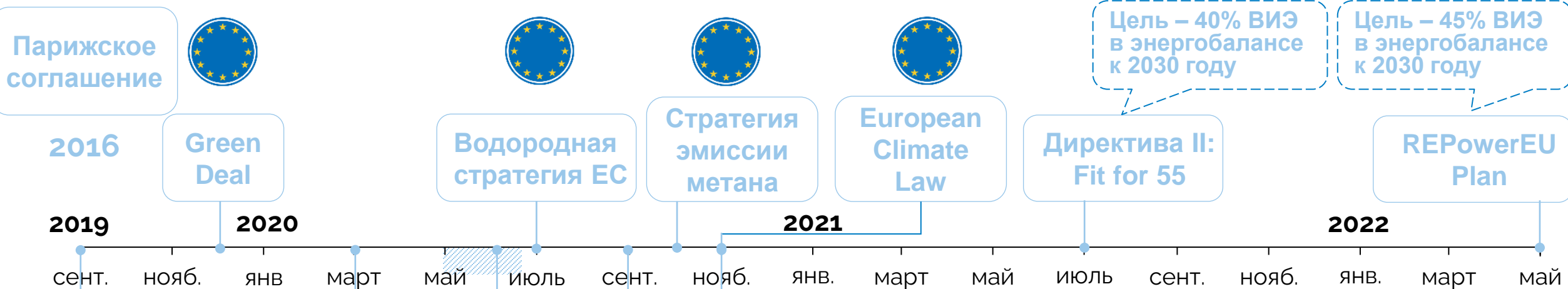
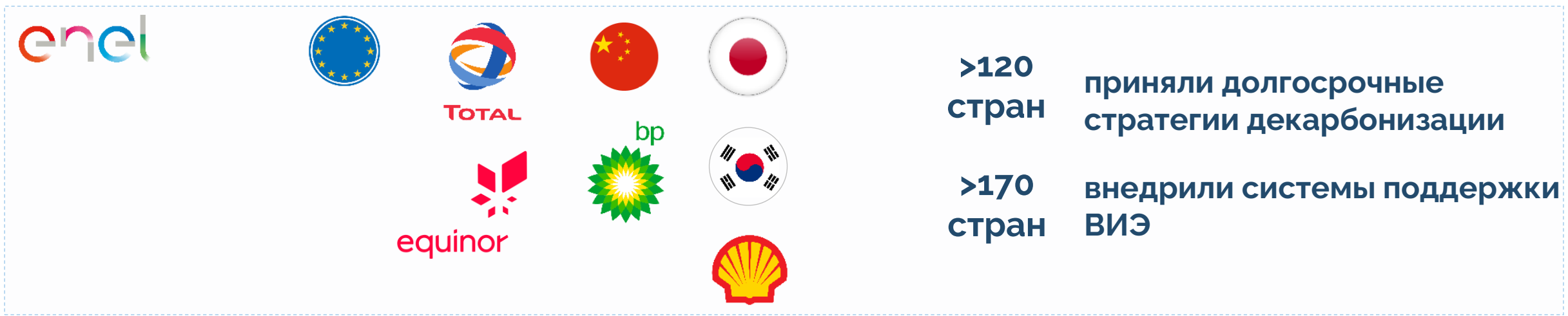
09 
БИОГАЗ

10 
СВАЛОЧНЫЙ
ГАЗ

11 
ГАЗ, ОБРАЗУЮЩИЙСЯ
НА УГОЛЬНЫХ
РАЗРАБОТКАХ

За последние годы тема экологии приобрела особую популярность даже среди традиционных нефтегазовых компаний

Развитие мировой экологической повестки за последние 5 лет

Logos of major energy companies and countries:

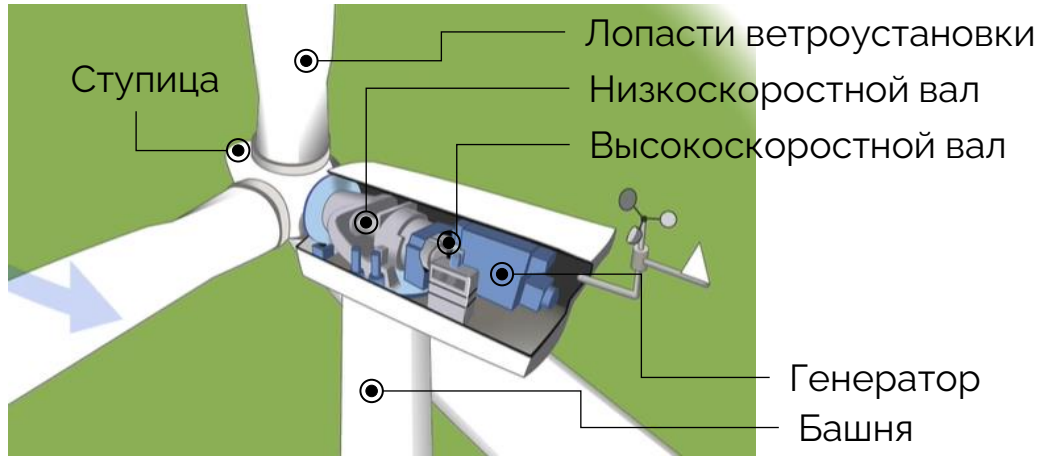
- enel
- EU Flag
- TOTAL
- China Flag
- Japan Flag
- equinor
- bp
- South Korea Flag
- Shell

>120 стран приняли долгосрочные стратегии декарбонизации

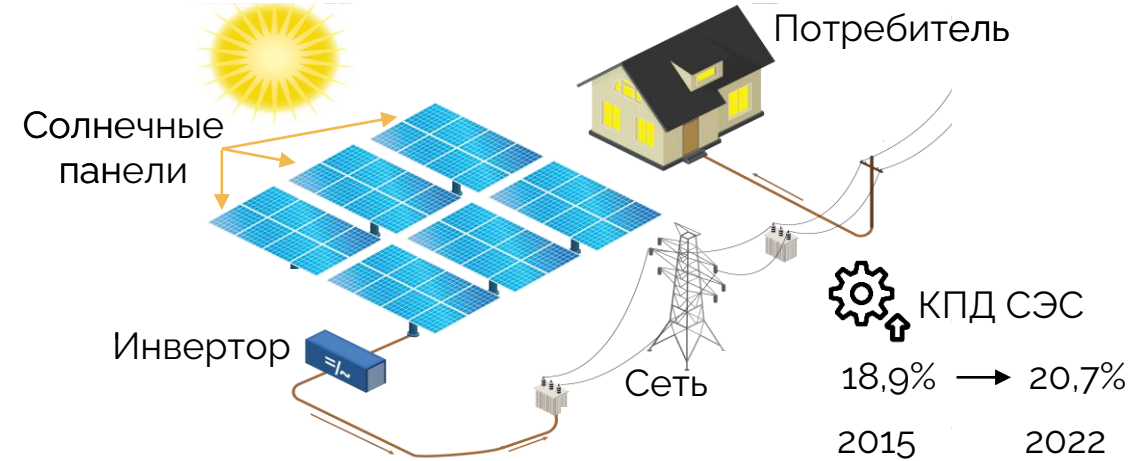
>170 стран внедрили системы поддержки ВИЭ

Наиболее быстрое развитие наблюдается в сегментах ветровой и солнечной энергетики

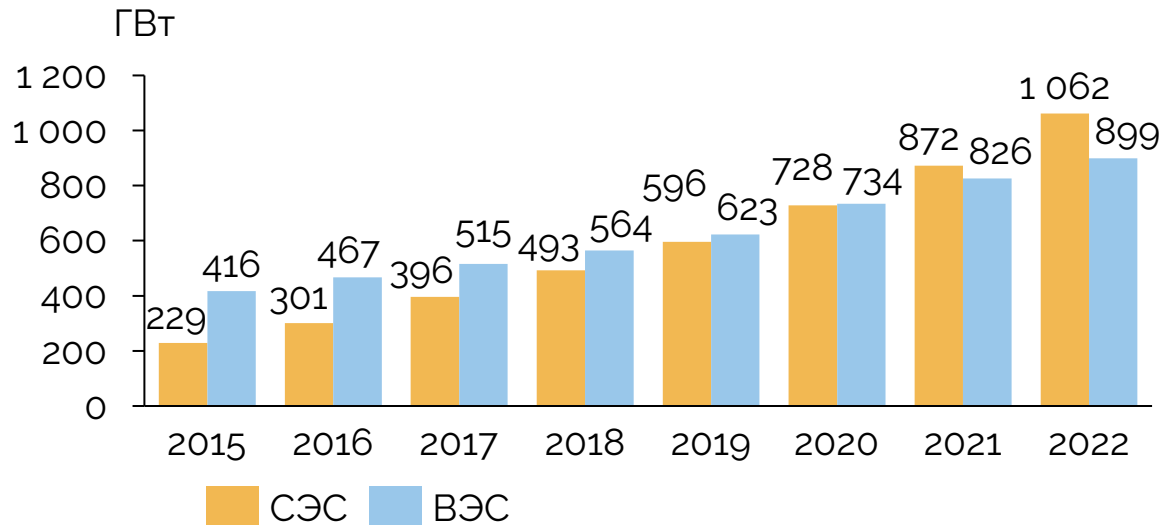
Архитектура технологии ВЭС



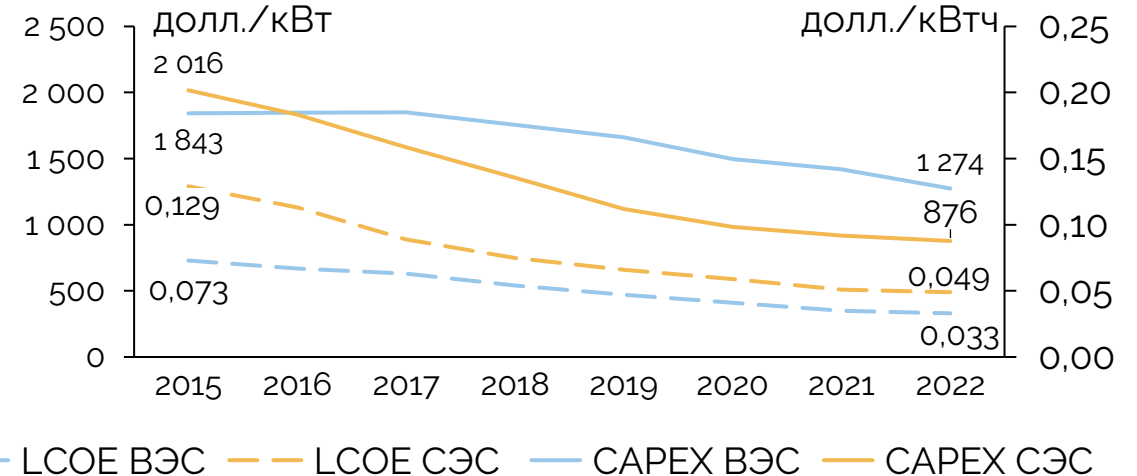
Архитектура технологии СЭС



Установленная мощность ВЭС и СЭС в мире

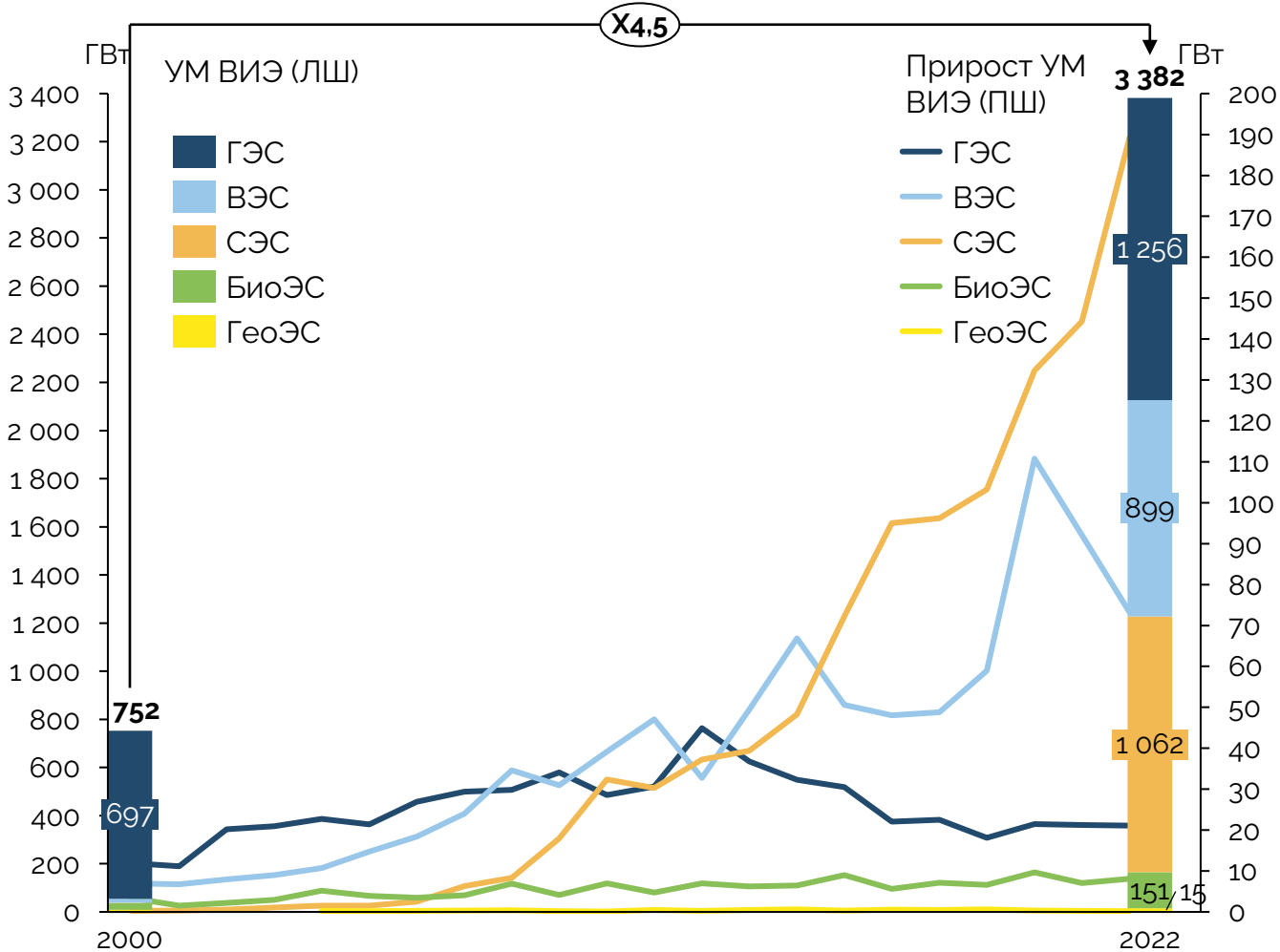


Динамика среднемировых LCOE (долл./кВт-ч) и капзатрат (долл./кВт) ВЭС и СЭС

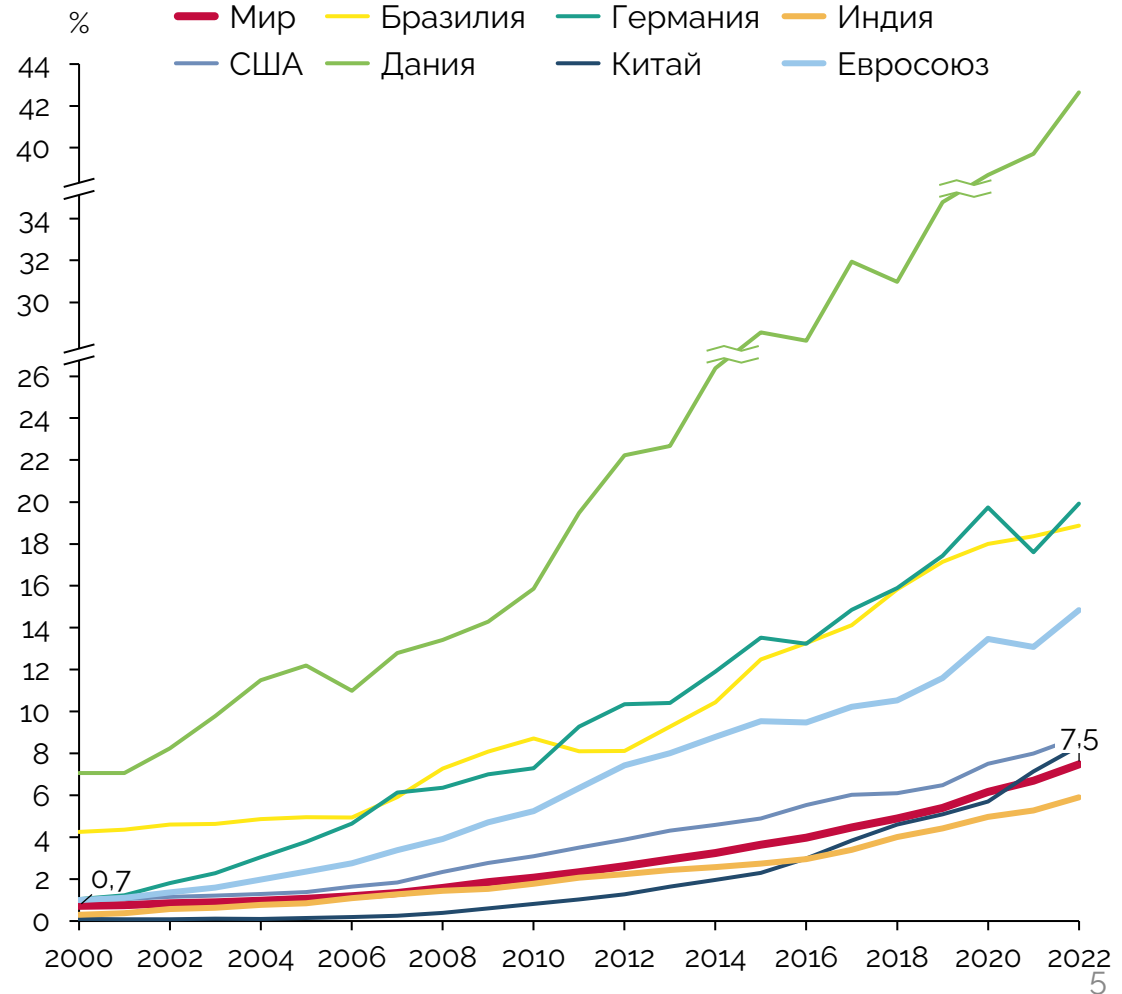


Несмотря на энергокризис, ВИЭ-генерация вносит основной вклад в прирост энерго мощностей во всем мире

Глобальная установленная мощность (УМ) ВИЭ-генерации в 2000 и 2022 году и структура ежегодного прироста мощности, ГВт

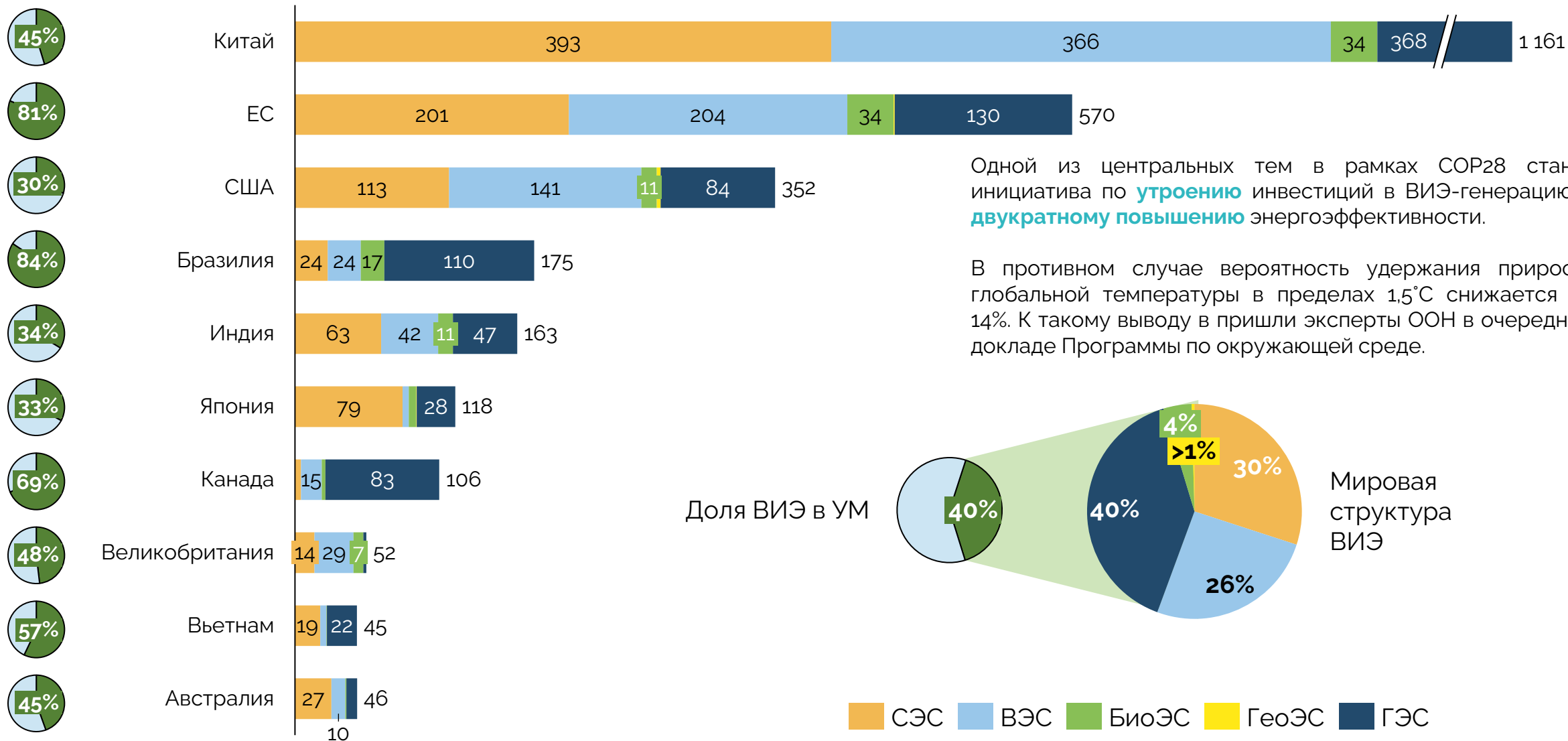


Доля ВИЭ (без учета крупных ГЭС) в объеме энергопотребления в мире и странах, %



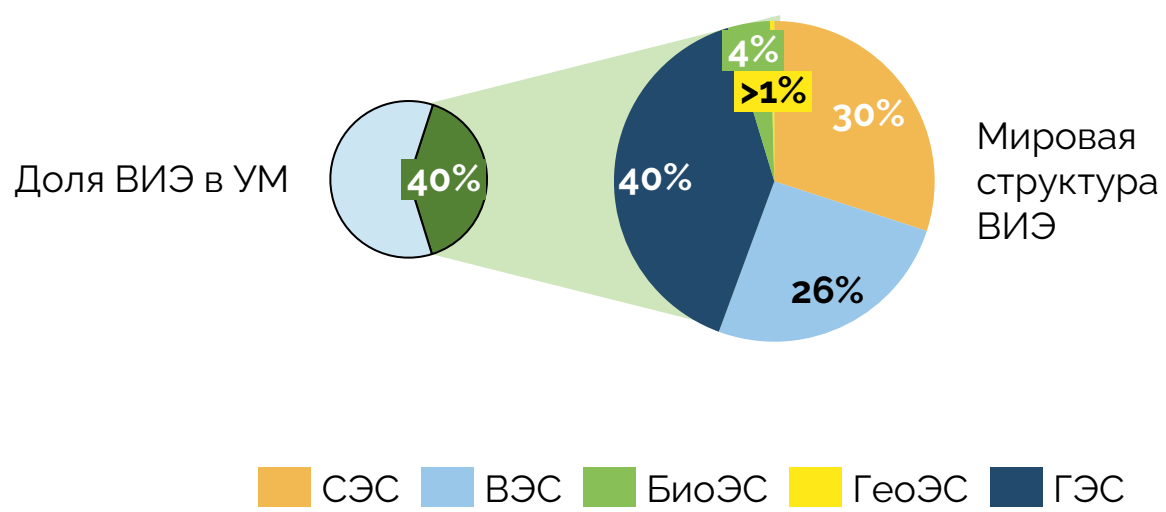
Правительства по всему миру предпринимают беспрецедентные шаги для ускорения энергоперехода, устанавливая амбициозные цели по развитию ВИЭ

Установленная мощность объектов ВИЭ-генерации в странах-лидерах (по итогам 2022 года), ГВт



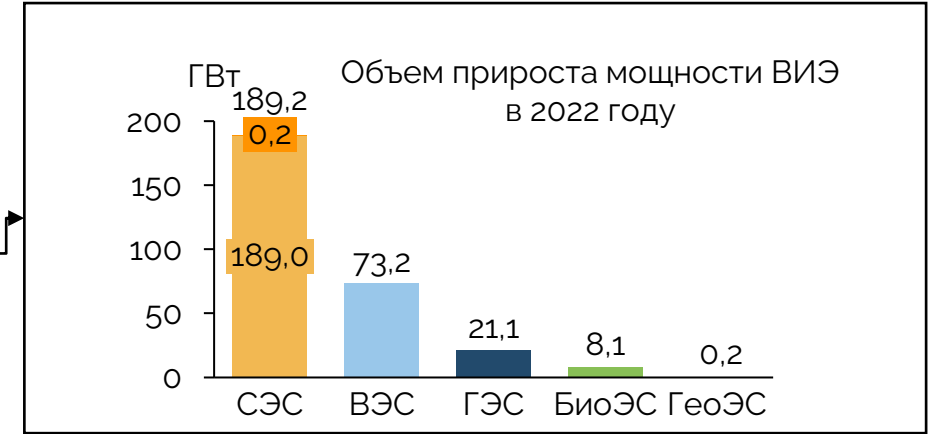
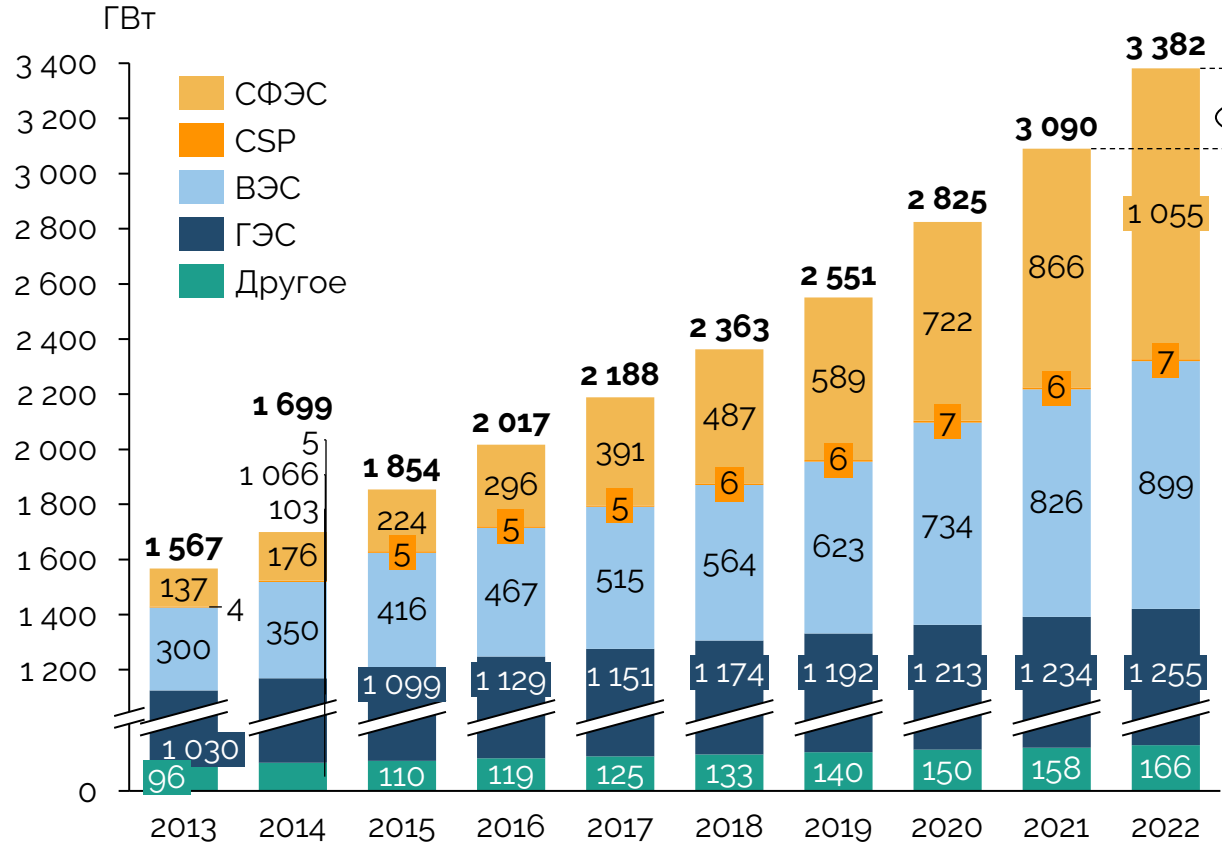
Одной из центральных тем в рамках COP28 станет инициатива по **утроению** инвестиций в ВИЭ-генерацию и **двукратному повышению** энергоэффективности.

В противном случае вероятность удержания прироста глобальной температуры в пределах 1,5°C снижается до 14%. К такому выводу пришли эксперты ООН в очередном докладе Программы по окружающей среде.

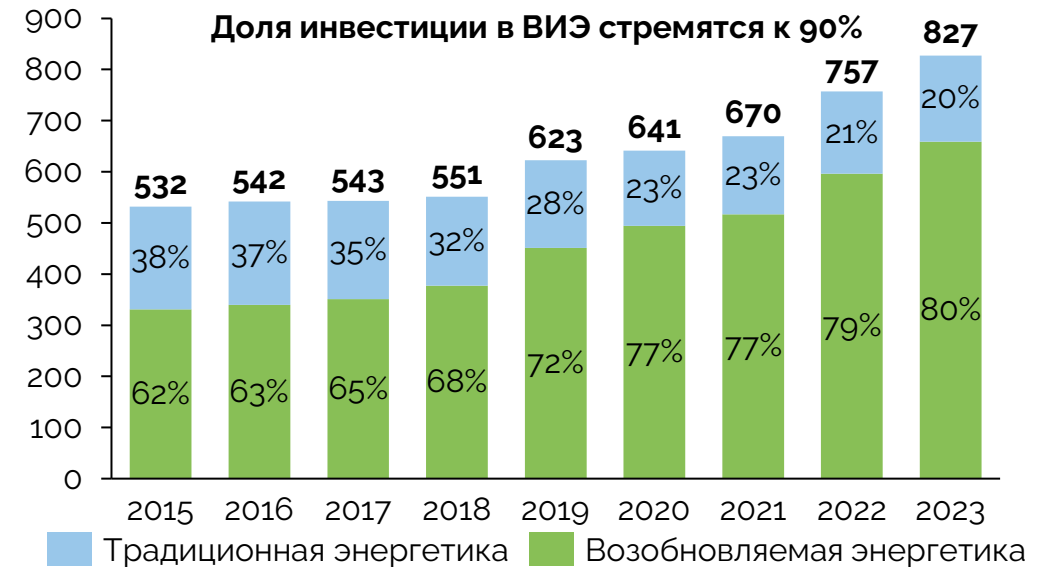


На фоне глобального энергокризиса ВИЭ-генерация продолжает демонстрировать максимальный прирост энерго мощностей в мировом энергобалансе

Установленная мощность ВИЭ-генерации в мире и структура прироста мощности в 2022 году, ГВт



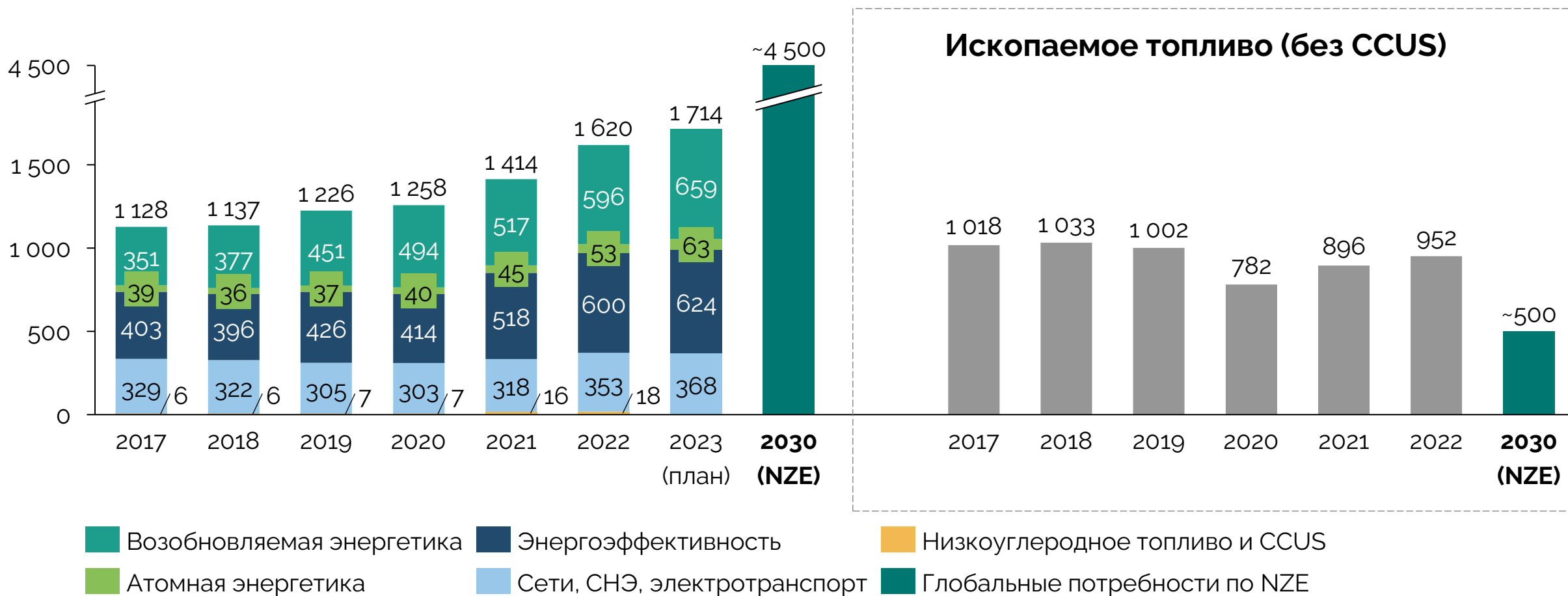
Млрд долл. США (в ценах 2022 года)



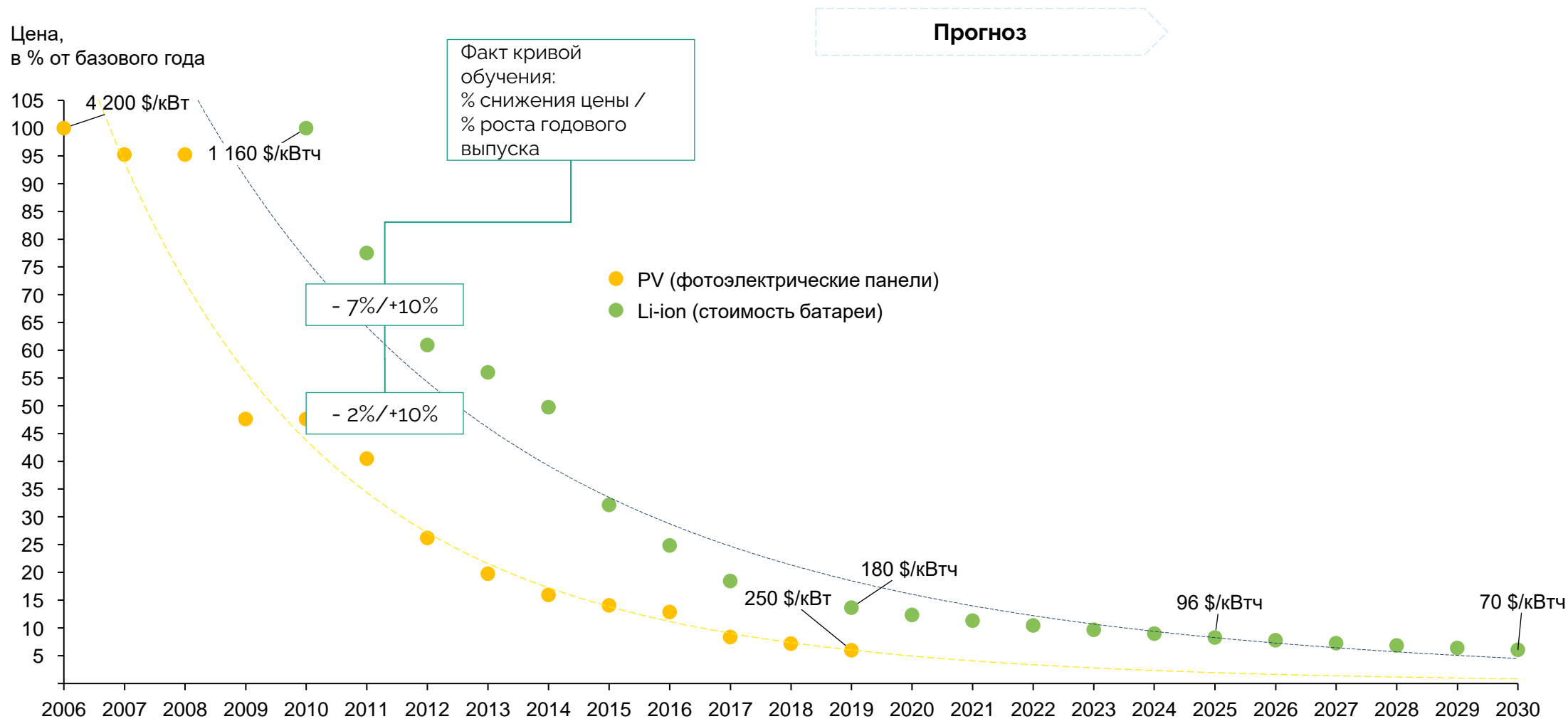
Безопасный энергопереход зависит от масштабного увеличения инвестиций в инфраструктуру экологически чистой энергии

Ежегодные инвестиции в энергетику, млрд долл. США (в ценах 2022 года)

Безопасный энергопереход зависит от масштабного увеличения инвестиций в инфраструктуру экологически чистой энергии



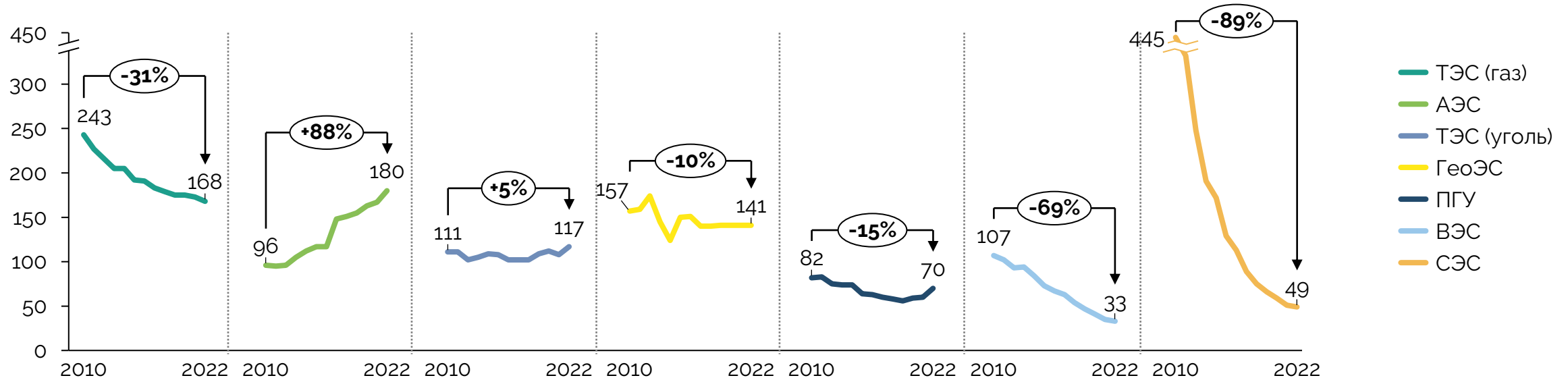
Эффект «кривой обучения»: быстро растущие инвестиции делают технологии дешевле



Технологии ВИЭ демонстрируют наибольшую конкурентоспособность на фоне традиционной генерации и уже с 2017 года являются наиболее дешевыми источниками электроэнергии

Динамика средних мировых показателей LCOE по технологиям, долл. США/МВт-ч

Долл.США/МВт-ч

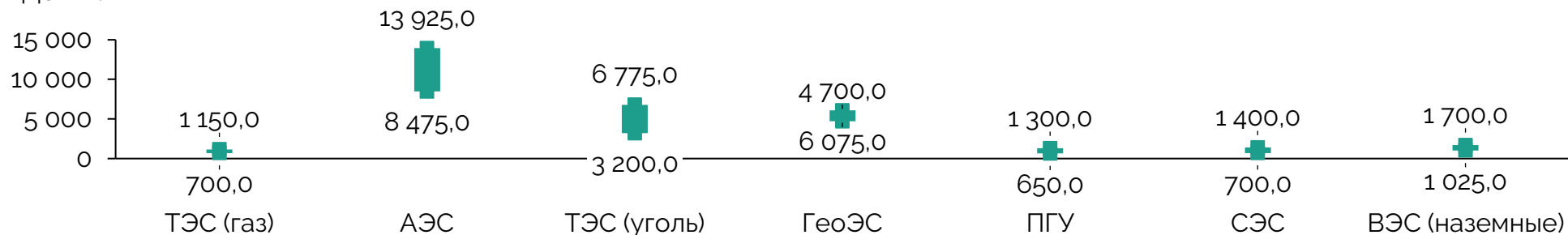


*для атомных электростанций LCOE не учитывает затраты на вывод из эксплуатации

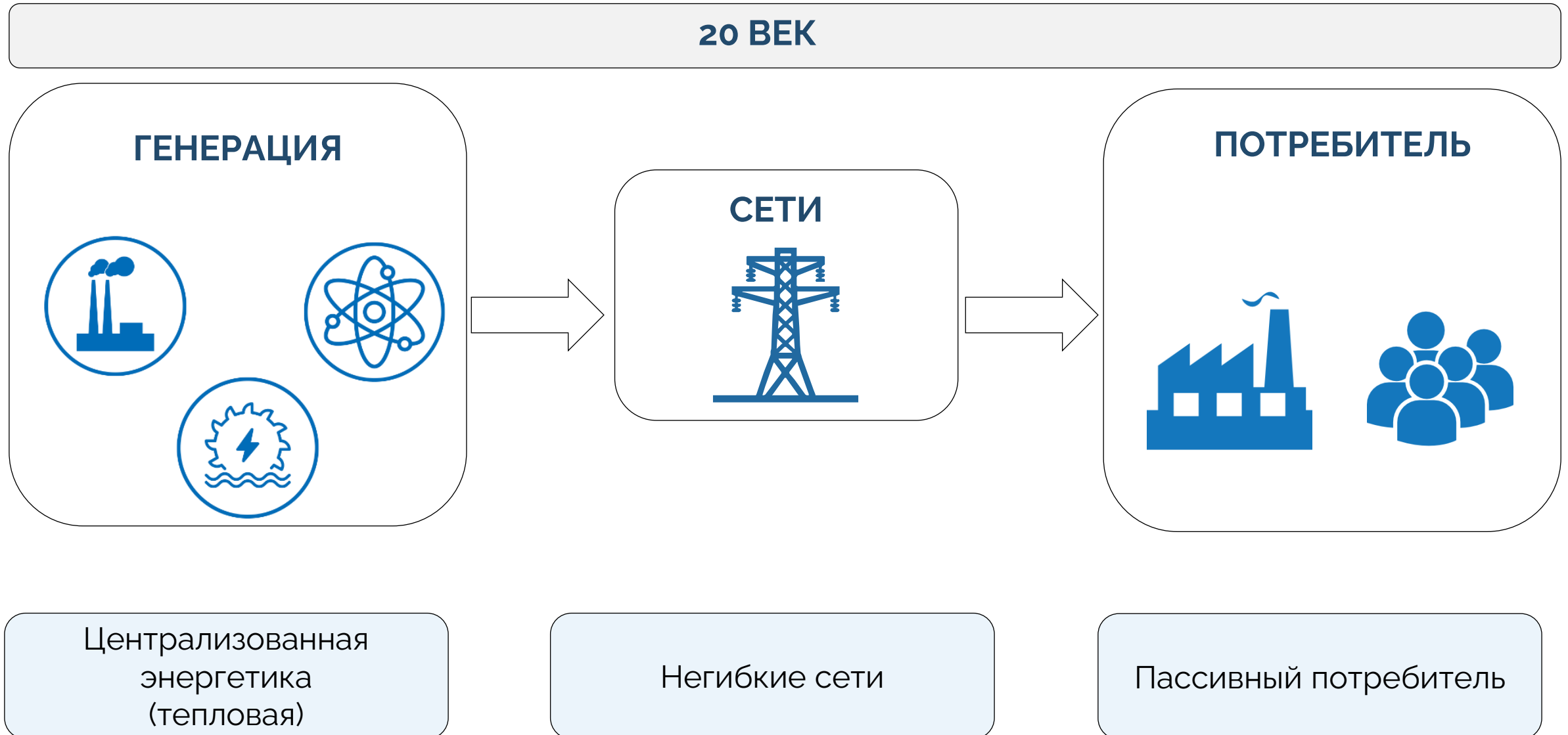
**для СЭС и ВЭС – в ценах 2022 года

Средние показатели капитальных затрат различных технологий, долл. США/кВт

Долл.США/кВт



По мере развития технологий существенно меняется ландшафт энергосистемы



По мере развития технологий существенно меняется ландшафт энергосистемы

21 ВЕК



- Высокая доля ВИЭ
- Накопители энергии
Водород
- Demand response
- Интернет энергии
P2P торговля
- Электромобили
V2G

В целях стимулирования инвестиций в развитие направления возобновляемой энергетики в России функционирует комплекс регуляторной поддержки

Сегменты рынка ВИЭ в России и действующие инструменты поддержки

Оптовый рынок (ОРЭМ)
 Механизм поддержки:
 ДПМ ВИЭ 1.0, 2.0 (2013-2035)

Изолированные территории (ТИТЭС)
 Механизм: долгосрочный тариф

Розничный рынок (РРЭ)
 Механизм поддержки:
 долгосрочный тариф,
 с 2015 года

Микрогенерация
 Механизм: возможность
 продажи излишков
 электроэнергии в сеть,
 с 2021 г.

Целевой показатель доли ВИЭ в совокупном балансе производства и потребления электрической энергии в России

6%

Необходимость развития отрасли возобновляемой энергетики упомянута в следующих стратегических документах в сфере электроэнергетики:

- ✓ Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации
- ✓ Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года
- ✓ Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года

Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р определяет **основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 года.**

Запущенная в 2013 году программа развития отрасли ВИЭ (ДПМ ВИЭ) позволила создать в России целостный инновационный кластер возобновляемой энергетики



Цели программы поддержки

создание полноценного технологического кластера, локализация производства оборудования

вывод российского кластера ВИЭ-генерации на мировой рынок, стимулирование экспорта оборудования

Задачи:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Запуск развития отрасли ВИЭ в стране ▪ Создание производственного кластера по выпуску оборудования ▪ Достижение целевых показателей объема производства (потребления) к 2025 году = 4,5 % | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Технологическое развитие отрасли: углубление локализации ▪ Конкурентоспособность: экспортные обязательства ▪ Расширение доли ВИЭ: до 6% к 2035 году |
|---|---|

Параметры к концу программы:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Совокупная мощность – 5,4 ГВт ▪ Общий производственный потенциал выпуска оборудования ВИЭ – 1,2 ГВт в год | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Прогнозируемый объем вводов ВИЭ в 2025-2035 гг. – более 6 ГВт ▪ Совокупная мощность объектов по итогам программ – около 12 ГВт ▪ Экспорт – более 50 млрд руб. |
|---|--|

В рамках ДПМ ВИЭ 1.0 на текущий момент реализовано уже 4,3 ГВт проектов ВИЭ-генерации из запланированных 5,4 ГВт

В 2023 году в рамках механизма поддержки ДПМ ВИЭ уже введено 293 МВт объектов ВИЭ (осталось 35 МВт).

По состоянию на 01.01.2024 в рамках ДПМ ВИЭ 1.0 введены в эксплуатацию:

4 295,0 МВт

ВИЭ-генерации (103 электростанции)

в том числе:

1 788,3 МВт

солнечной генерации (70 электростанций)

2 420,0 МВт

ветрогенерации (26 электростанций)

86,7 МВт

малой гидрогенерации (7 электростанций)

Внедрение и реализация программы поддержки ВИЭ в России продиктовано целеполаганием импортозамещения и развития локализованных производств



Завод «НоваВинд»
(Волгодонск, Ростовская обл.)

300–400 МВт в год – производство генераторов и гондол ветроэнергетической установки

Создано серийное производство гондол и генераторов безредукторной ВЭУ 2,5 МВт на производственной площадке Атоммаш в г. Волгодонске. Создано 326 рабочих мест. Проект реализуется в рамках СПИК с Минпромторгом России. В цепочке поставок участвует более 70 отечественных поставщиков



Завод «ВетроСтройДеталь»
(Волгодонск, Ростовская обл.)

Технологический партнер АО «НоваВинд» 120 башен в год – производство башен ВЭУ

Производство модульных стальных башен для ВЭУ. Объем инвестиций – более 1,2 млрд руб. Создано порядка 300 рабочих мест. Проект реализуется в рамках СПИК с Минпромторгом России и Ростовской областью.



Завод «Русатом Ветролопасти»
(Ульяновск, Ульяновская обл.)

300–400 лопастей в год – производство композитных ветролопастей (план)

Производство композитных ветролопастей для ветроустановок. Объем инвестиций – 1,9 млрд руб. Проект поддержан Фондом развития промышленности по программе «Приоритетные проекты».



Завод ООО «Хевел»
(г. Новочебоксарск)

350 МВт в год – мощность завода (расширение до 669 МВт к 2024 г.)

Первый в России завод по производству фотоэлектрических преобразователей и модулей нового поколения. Численность сотрудников 600 человек. Экспортные поставки с 2018 года. За 8 лет мощность завода выросла с 97 до 350 МВт, КПД ячейки – с 9% до более 23,5%.



Завод «ЭнКОР»
(Калининградская обл.)

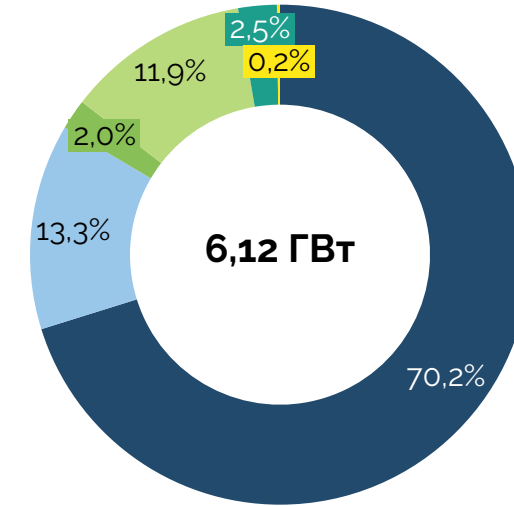
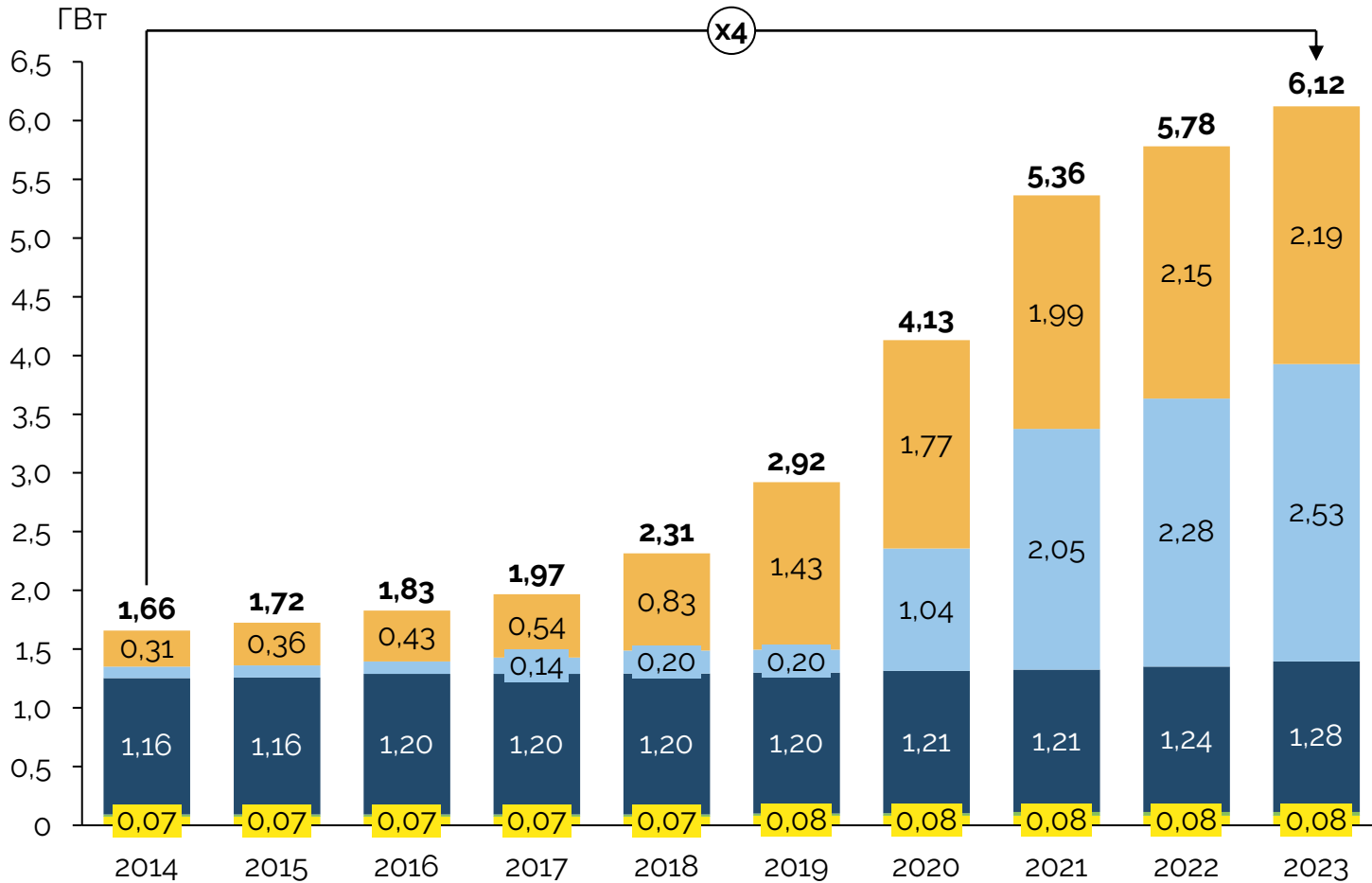
1,3 ГВт в год – план производства кремниевых пластин

>1 ГВт в год – план производства фотоэлектрических преобразователей

Создание крупнейшего промышленного комплекса по серийному производству высокотехнологичной продукции для солнечной генерации в 2024 году. 675 рабочих мест с увеличением до 1150 к 2030 году.

За 10 лет функционирования программ поддержки мощность объектов ВИЭ в РФ выросла почти в 4 раза

Совокупная установленная мощность электростанций на основе ВИЭ в России, ГВт*



- Оптовый рынок (ДПМ ВИЭ)
- Оптовый рынок (без поддержки)
- Розничный рынок (с поддержкой)
- Розничный рынок (без поддержки)
- ВИЭ в изолированных энергосистемах
- Собственная генерация промышленности

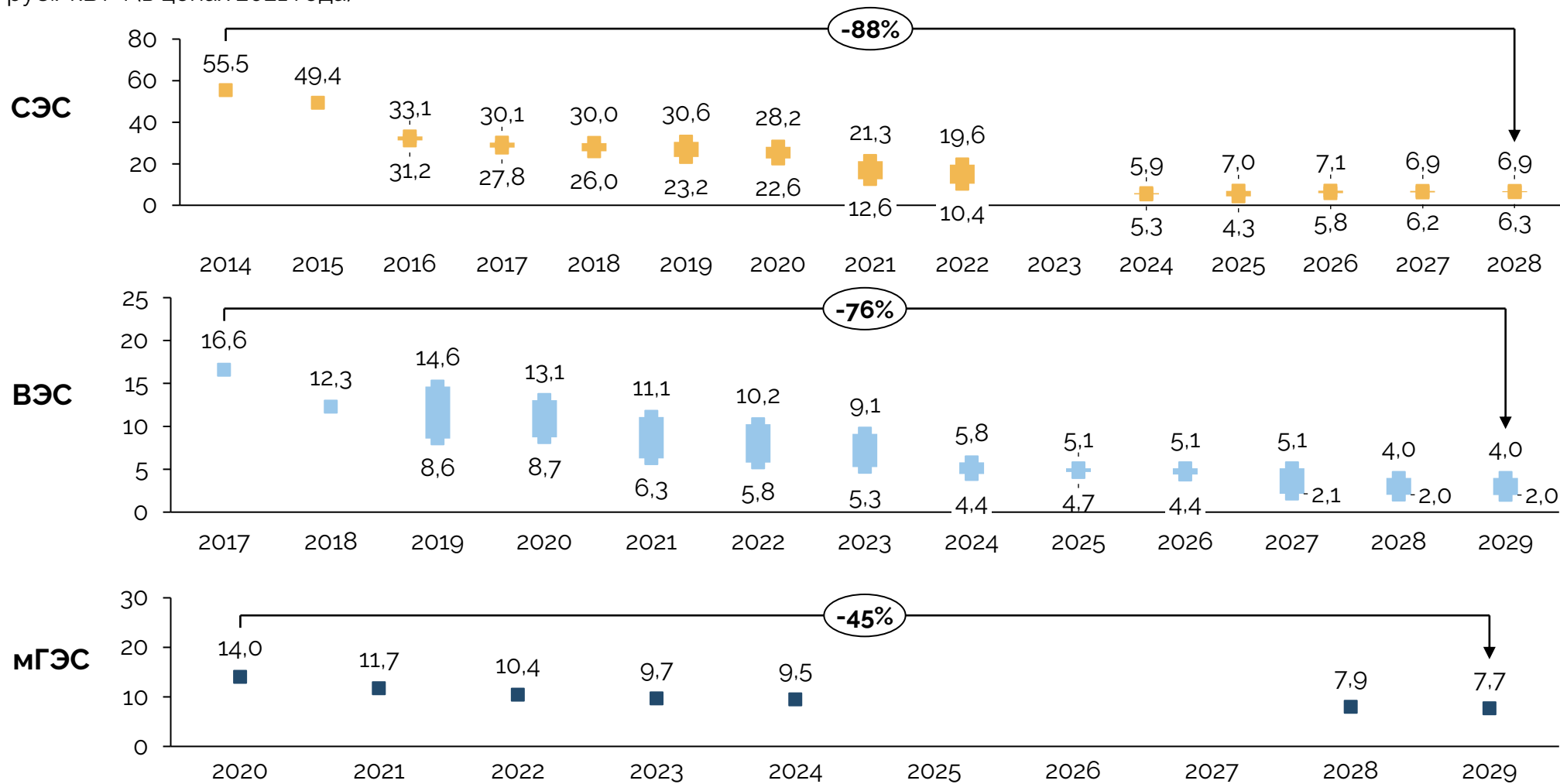
СЭС ВЭС МГЭС БиоЭС ПЭС ГеоЭС

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)

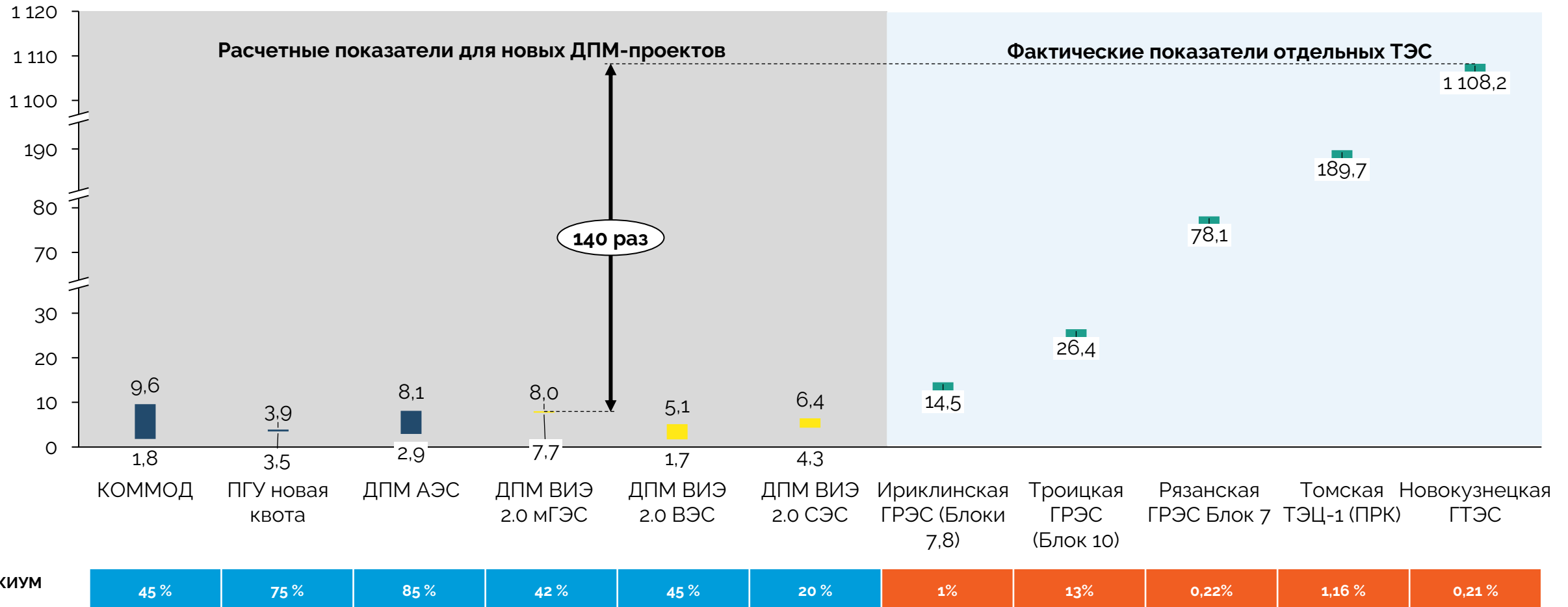
руб./кВт·ч (в ценах 2021 года)



ВИЭ-генерация уже конкурентоспособна не только с новым строительством традиционной генерации, но и существующими электростанциями

Одноставочные цены на электроэнергию в рамках ДПМ – проектов

Диапазоны цен,
в руб./кВт-ч (деньги 2021 года)

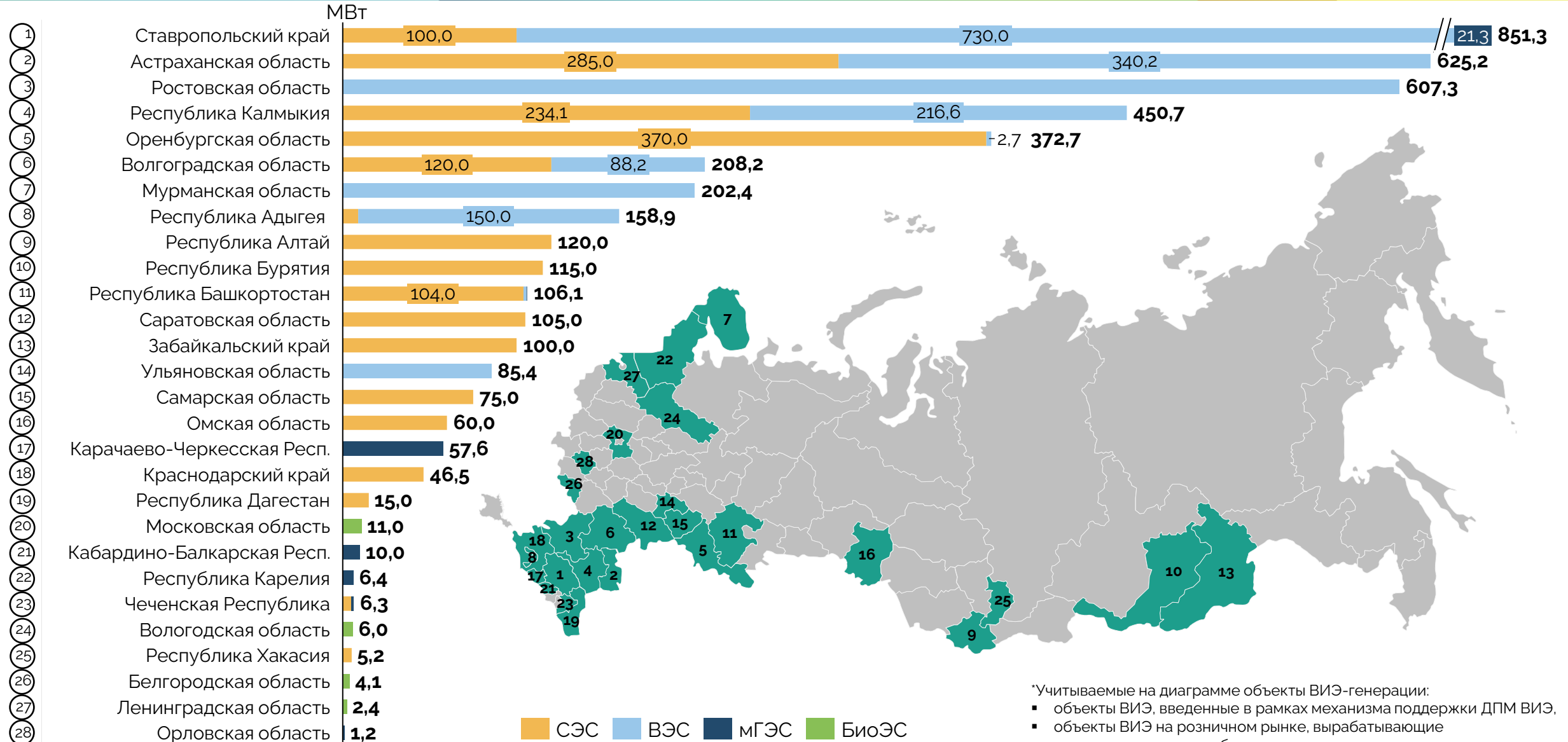


Основная часть нового строительства ВИЭ-генерации представлена проектами ДПМ ВИЭ, сосредоточенными на юге страны

Карта распределения ВИЭ-генерации по ценовым, неценовым зонам России и ТИТЭС, МВт



Объекты ВИЭ функционируют в более чем 50 субъектах РФ, в 28 регионах проекты реализованы в рамках программ поддержки на ОРЭМ и РРЭ



*Учитываемые на диаграмме объекты ВИЭ-генерации:
 ■ объекты ВИЭ, введенные в рамках механизма поддержки ДПМ ВИЭ,
 ■ объекты ВИЭ на розничном рынке, вырабатывающие электроэнергию, приобретаемую в целях компенсации потерь в электрических сетях

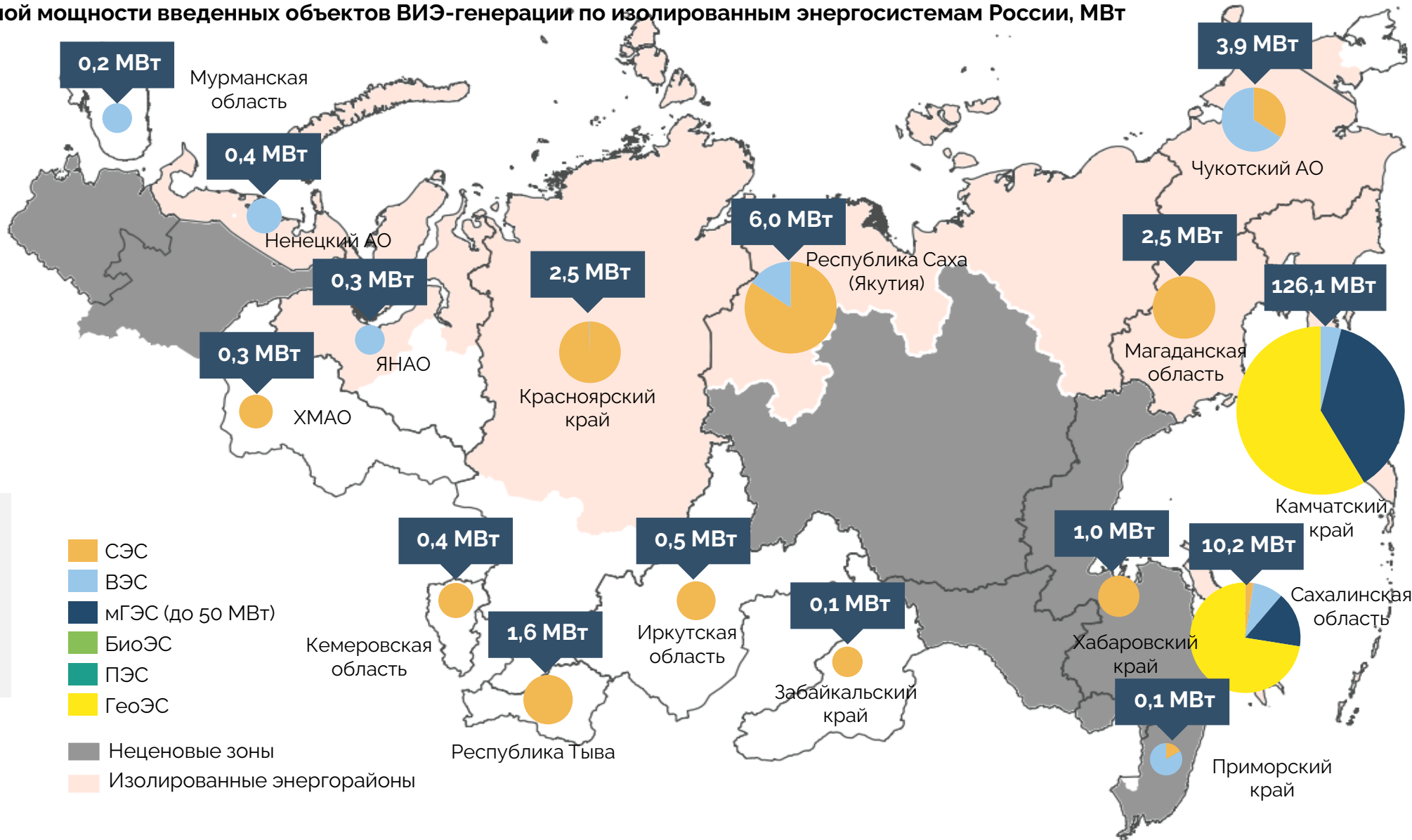
Несмотря на значительный потенциал ВИЭ в изолированных энергосистемах, за последние 5 лет в них введено в эксплуатацию всего около 22 МВт ВИЭ-генерации

Карта распределения совокупной мощности введенных объектов ВИЭ-генерации по изолированным энергосистемам России, МВт

Замена неэффективной генерации, имеющей высокую степень износа в удаленных и изолированных районах, является перспективным направлением для развития ВИЭ.

Несмотря на наличие ряда НПА и отдельного Плана мероприятий, модернизация объектов локальной энергетики идет медленными темпами.

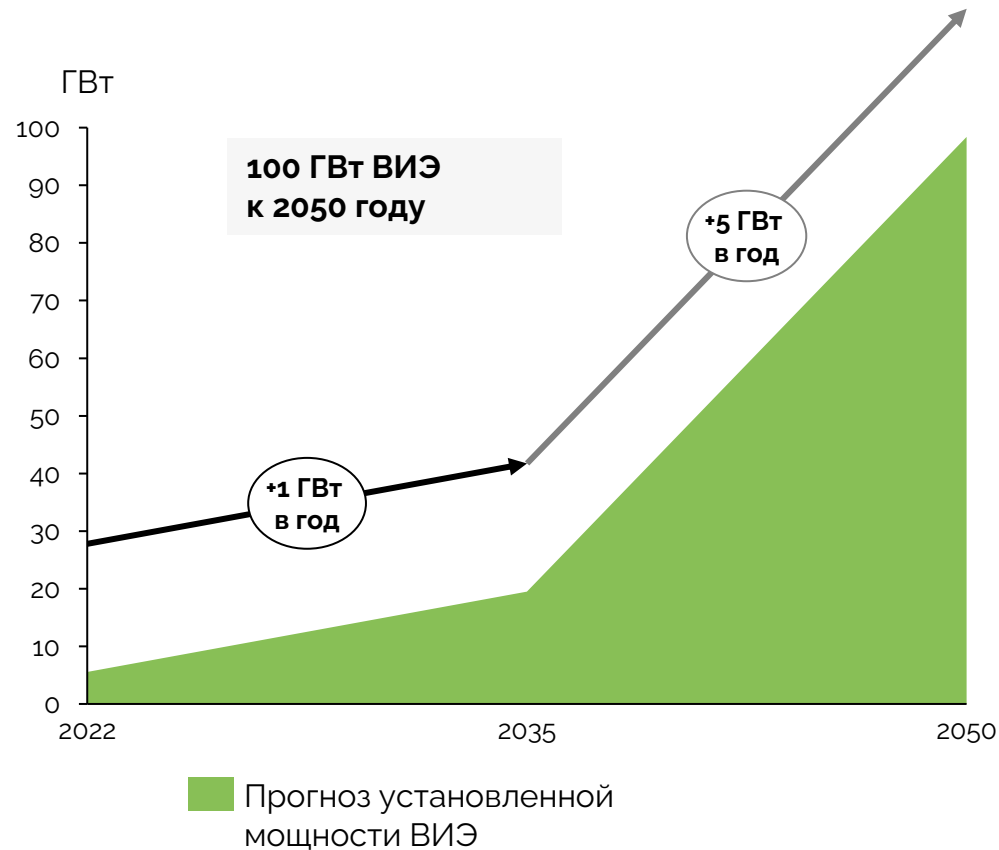
На сегодняшний день отбор проектов по повышению энергоэффективности, направленный на привлечение частных инвестиций в проекты модернизации, не реализован в полной мере



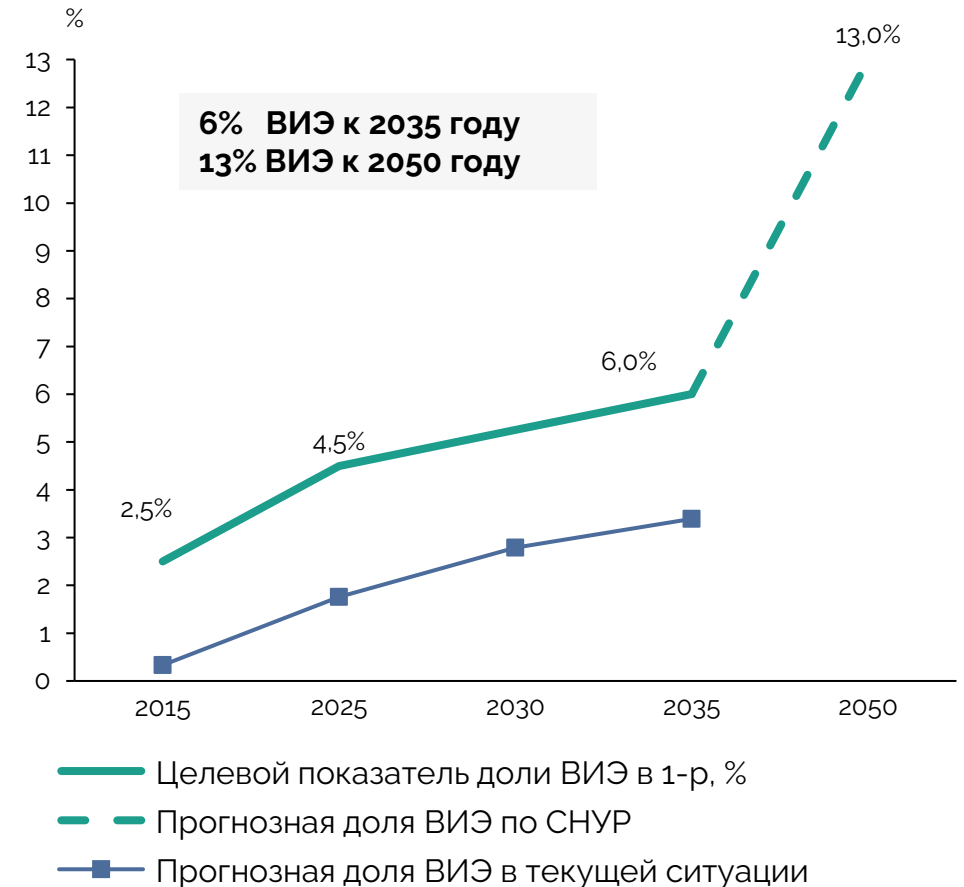
- СЭС
- ВЭС
- МГЭС (до 50 МВт)
- БиоЭС
- ПЭС
- ГеоЭС
- Неценовые зоны
- Изолированные энергорайоны

Достижение целей по увеличению доли ВИЭ-генерации в рамках СНУР* потребует резкого роста темпов ввода после 2035 года

Прогнозная установленная мощность ВИЭ-генерации согласно стратегии низкоуглеродного развития РФ



Прогнозная доля ВИЭ в энергобалансе (принятые решения и прогноз)

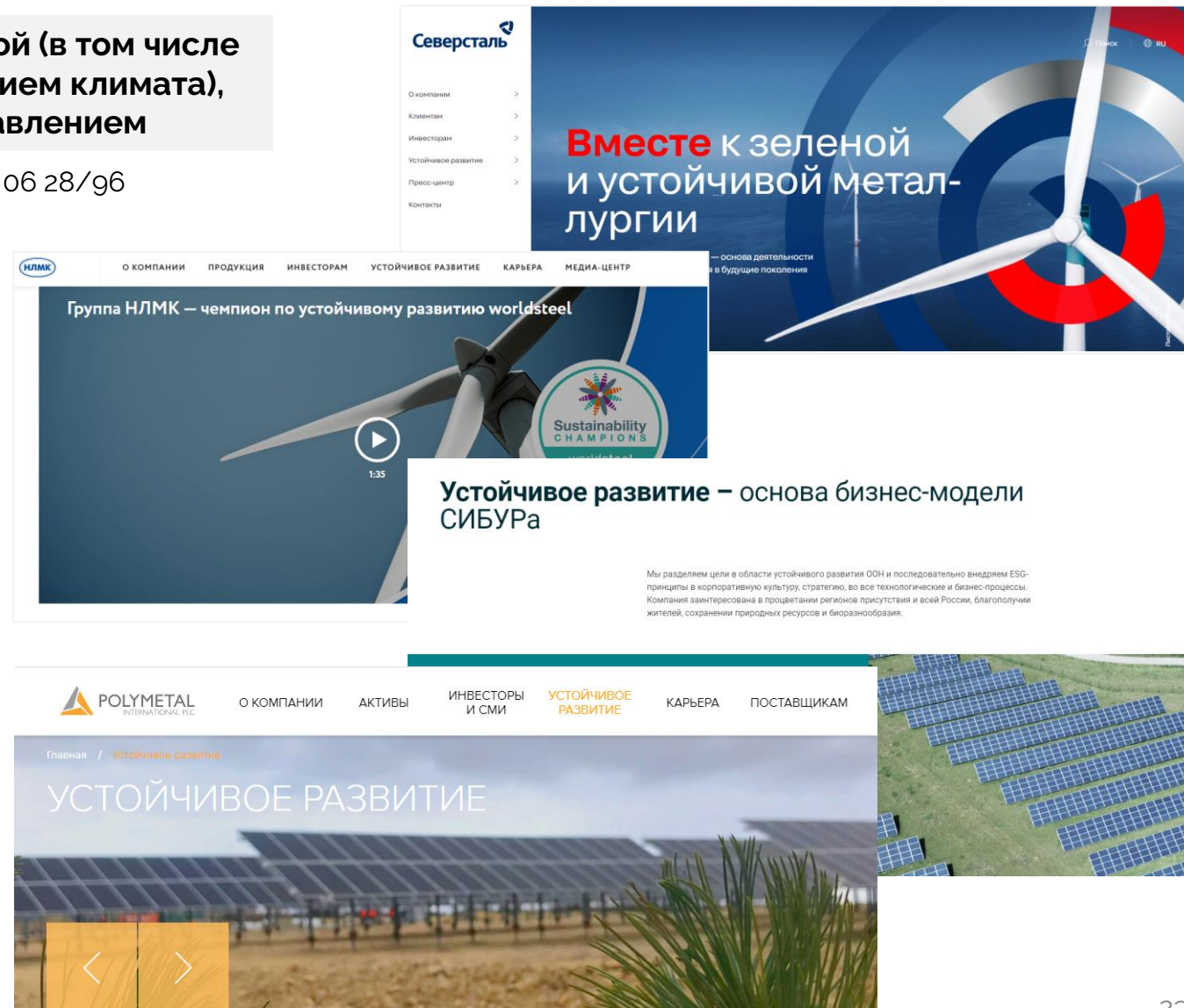


Общее понимание взаимосвязи между устойчивостью бизнеса и реализацией принципов устойчивого развития находится в стадии активного формирования

ESG-факторы – факторы, связанные с окружающей средой (в том числе экологические факторы и факторы, связанные с изменением климата), обществом (социальные факторы) и корпоративным управлением

Источник: Информационное письмо Банка России от 16.12.2021 № ИН 06 28/96

- В последние годы в России активно развивалась практика ESG: растет число компаний в разных отраслях, объявляющих о принятии корпоративных ESG политик (в том числе ряд крупнейших энергокомпаний).
- Более десятка компаний отрасли составляют отчеты об устойчивом развитии, которые содержат некоторую часть ESG-показателей. Целевая аудитория данных отчетов – акционеры, партнеры, государство, общество, потребители
- Целому ряду энергокомпаний (в том числе инфраструктурных) предстоит обязательное составление и публикация нефинансовой отчетности, в том числе по показателям ESG.
- Ассоциация «НП Совет рынка» ведет разработку **добровольного отраслевого ESG-стандарта в сфере электроэнергетики.**



На сегодняшний день основным инструментом обеспечения добровольных обязательств по снижению углеродного следа компаний является механизм СДД ВИЭ

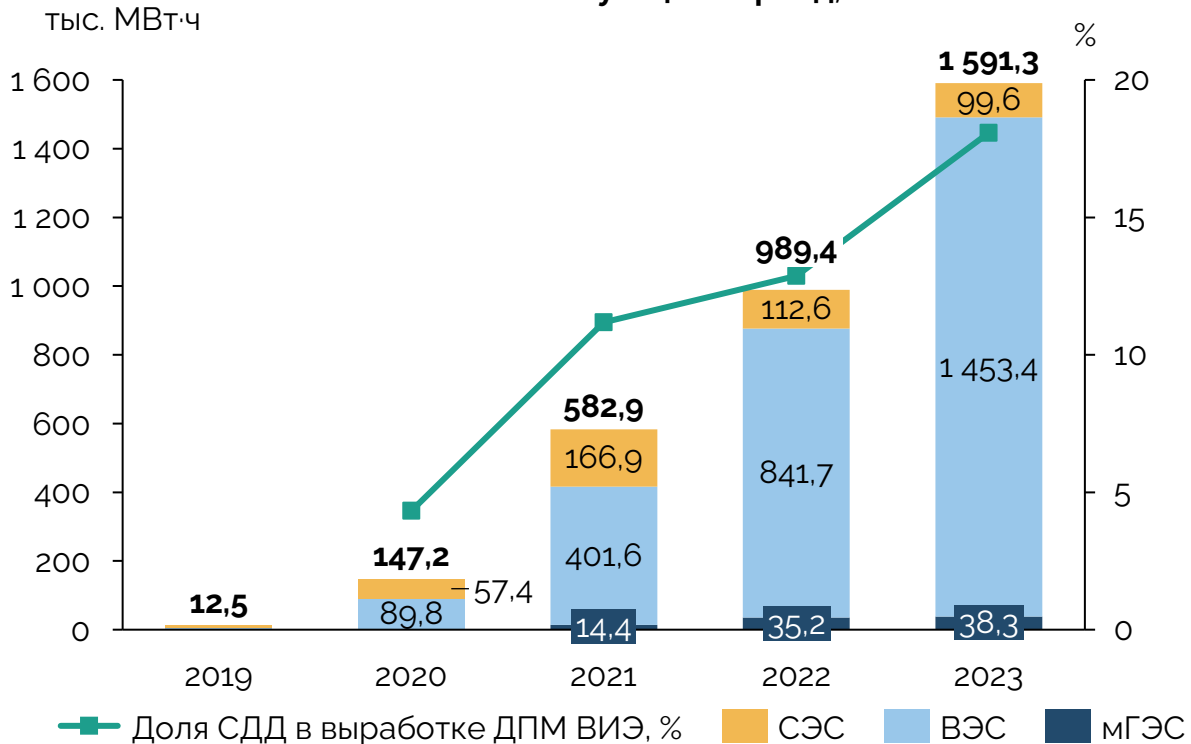
С 2019 года социально и экологически ответственные компании заключают СДД, причем объем таких сделок устойчиво растет

В 2023 году:

- Суммарный объем поставок электроэнергии в рамках заключенных двусторонних соглашений СДД ВИЭ – **1 591,3 тыс. МВт·ч**.
- Доля СДД ВИЭ в общем объеме выработки электроэнергии объектами ДПМ ВИЭ – **18,1%**.

По состоянию на 01.01.2024 совокупный объем электроэнергии, поставляемой начиная с 2019 г. на основе заключенных в России СДД ВИЭ, составляет **3,32 млн МВт·ч** (без учета крупных ГЭС мощностью более 50 МВт).

Объемы электроэнергии, поставляемые на основе СДД ВИЭ, заключенных за соответствующий период, тыс. МВт·ч**



Распределение объемов поставки электроэнергии по СДД ВИЭ по продавцам электроэнергии, заключенных с 2019 по 2024 год, МВт·ч

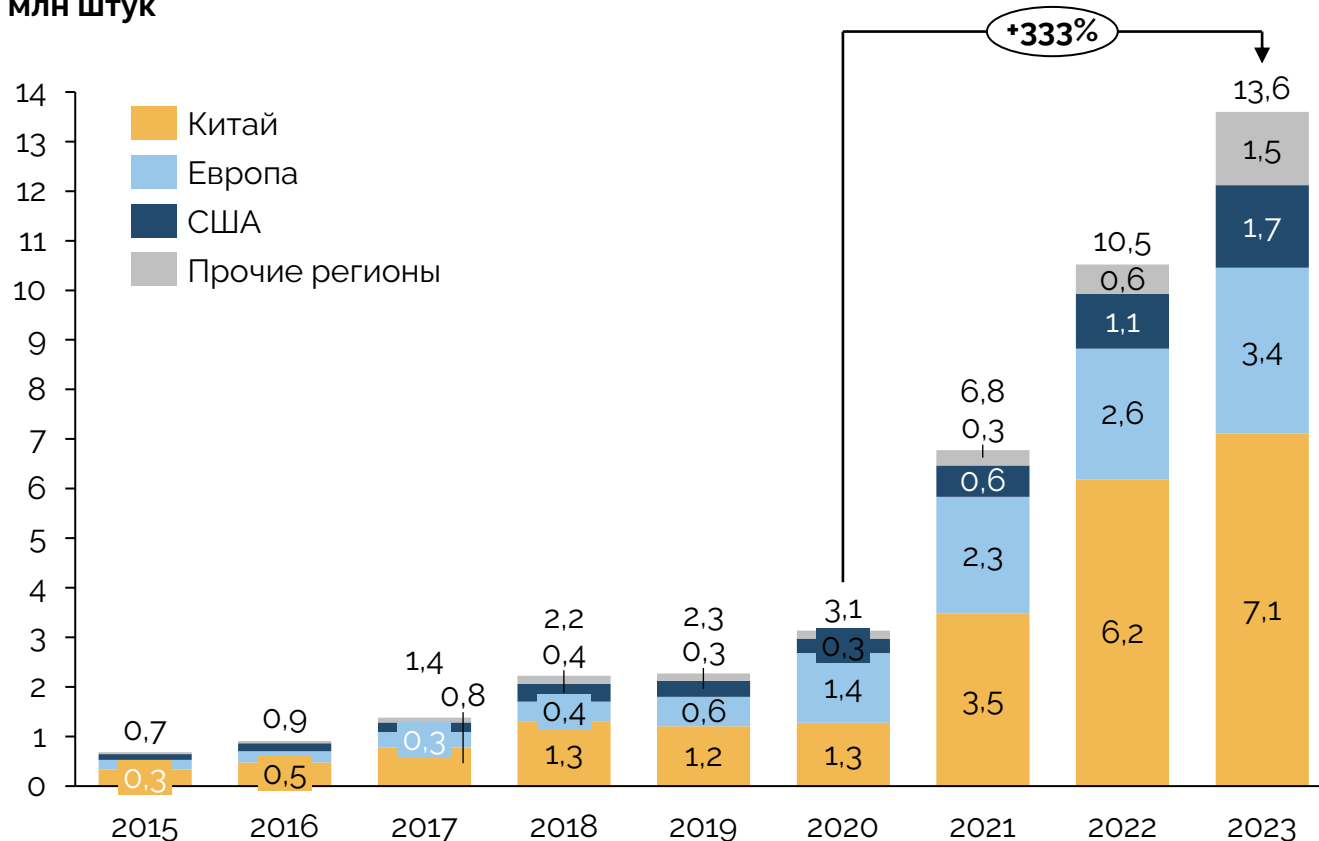


* Без учета объемов электроэнергии, вырабатываемой на крупных ГЭС.

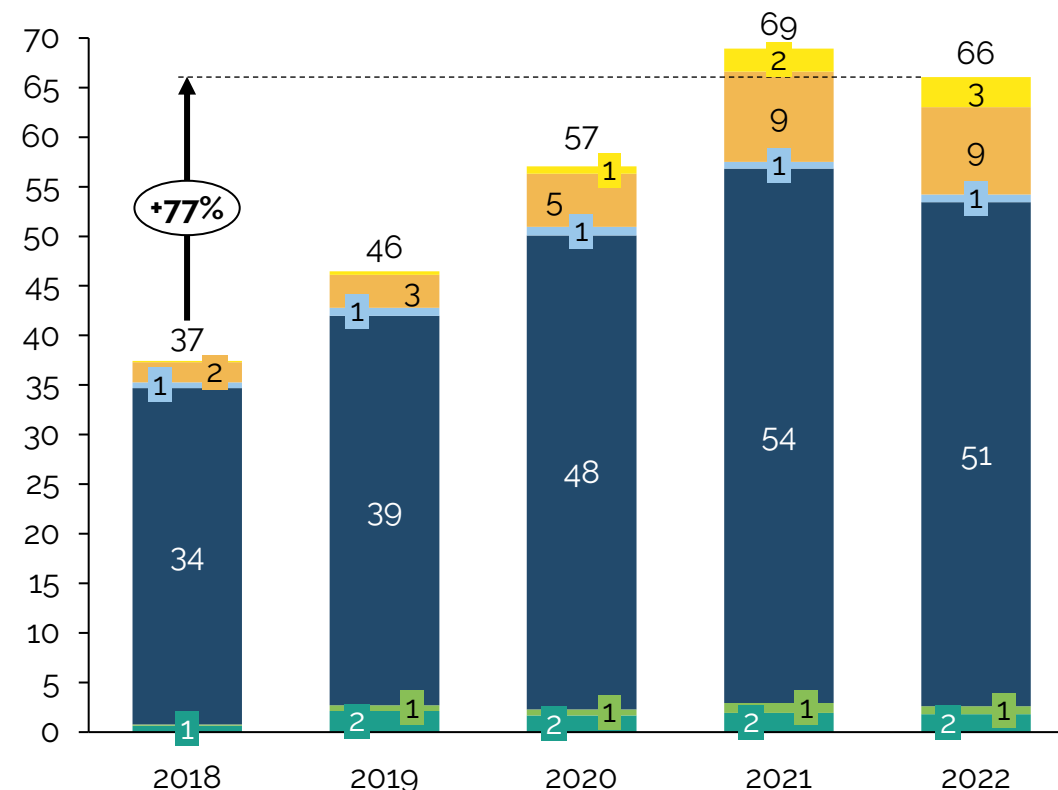
** Фактический объем поставок электроэнергии в рамках СДД ВИЭ может превышать объем, указанный в Реестре, поскольку часть объемов потребителями не раскрывается.

В 2020–2023 годы количество продаваемых электромобилей в год увеличилось в 4,3 раза

Ежегодные мировые продажи электрического автомобильного транспорта, млн штук



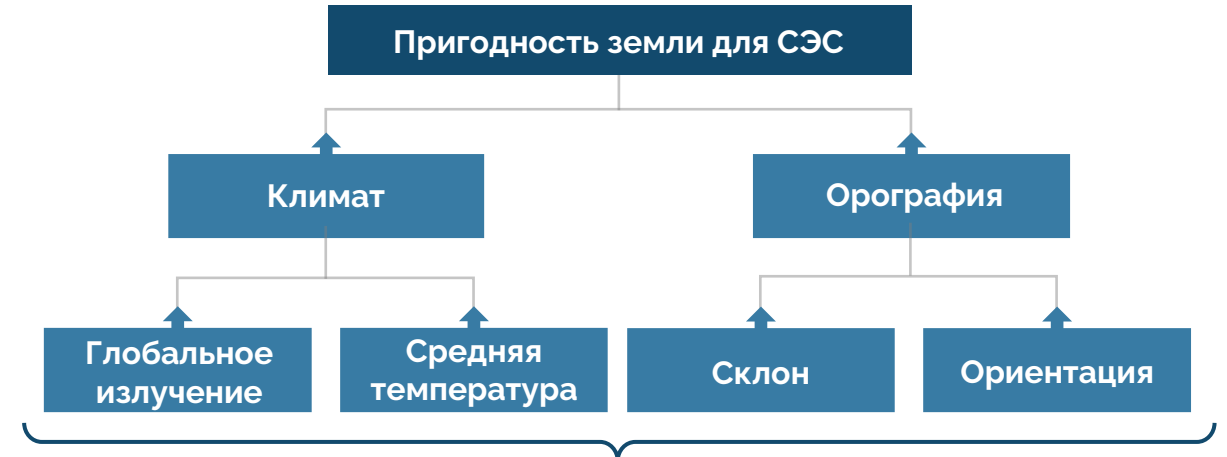
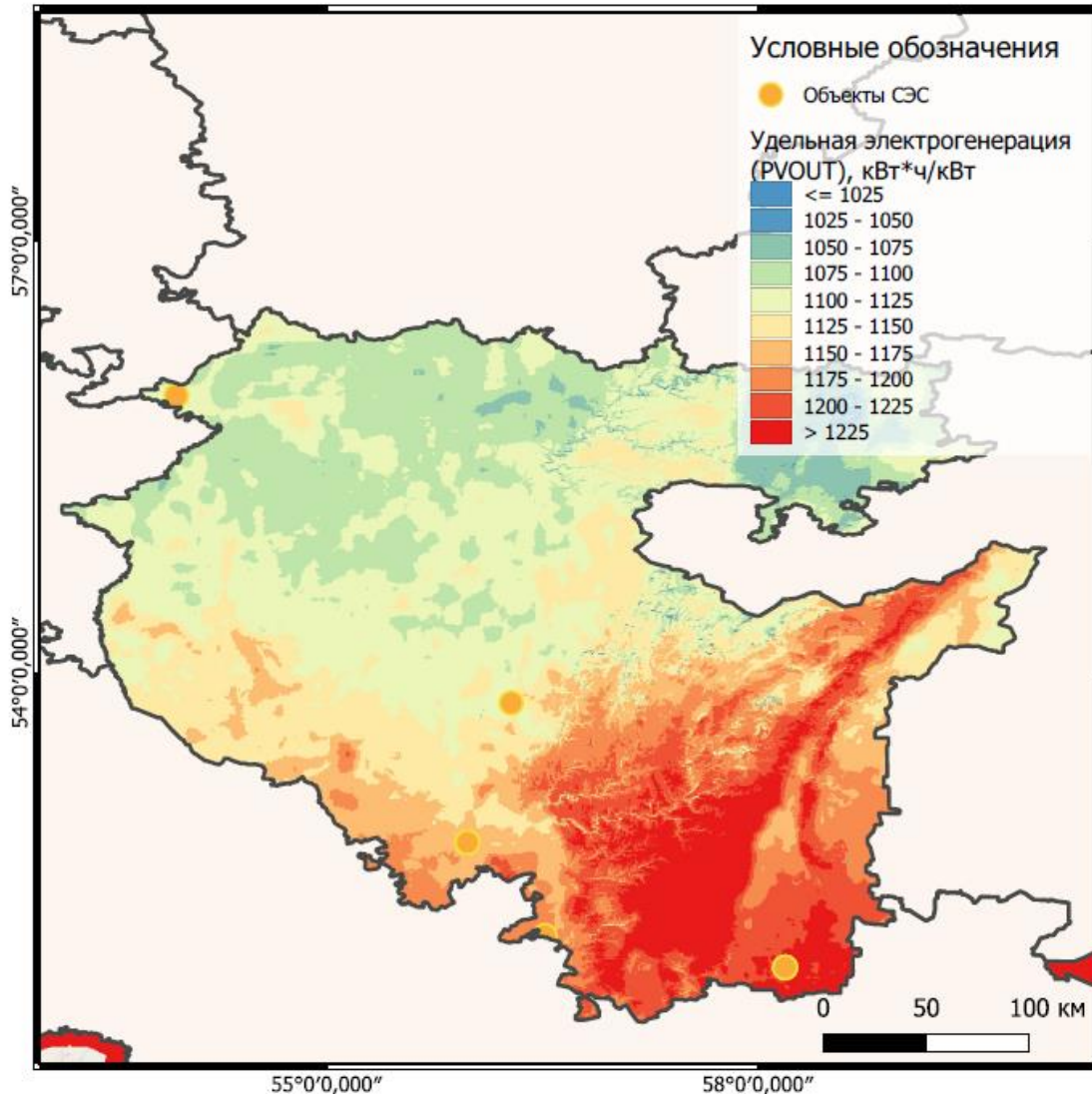
Ежегодные продажи пассажирского автомобильного электротранспорта в России, тыс. штук



- По итогам 2023 года количество проданных электромобилей в мире достигло **13,6 млн штук**.
- К 2030 году сценарий анонсированных обязательств МЭА прогнозирует мировой объем продаж электромобилей в объеме порядка **45 млн единиц в год**, ожидаемые крупнейшие рынки сбыта – Китай (14 млн единиц) и Европа (11 млн единиц).

- Электромобили с батарейным питанием новые
- Электромобили с батарейным питанием с пробегом
- Гибридные электромобили новые
- Гибридные электромобили с пробегом
- Подключаемые гибридные электромобили новые
- Подключаемые гибридные электромобили с пробегом

Распределение удельной годовой выработки электроэнергии СЭС на кВт установленной мощности, кВт*ч/кВт

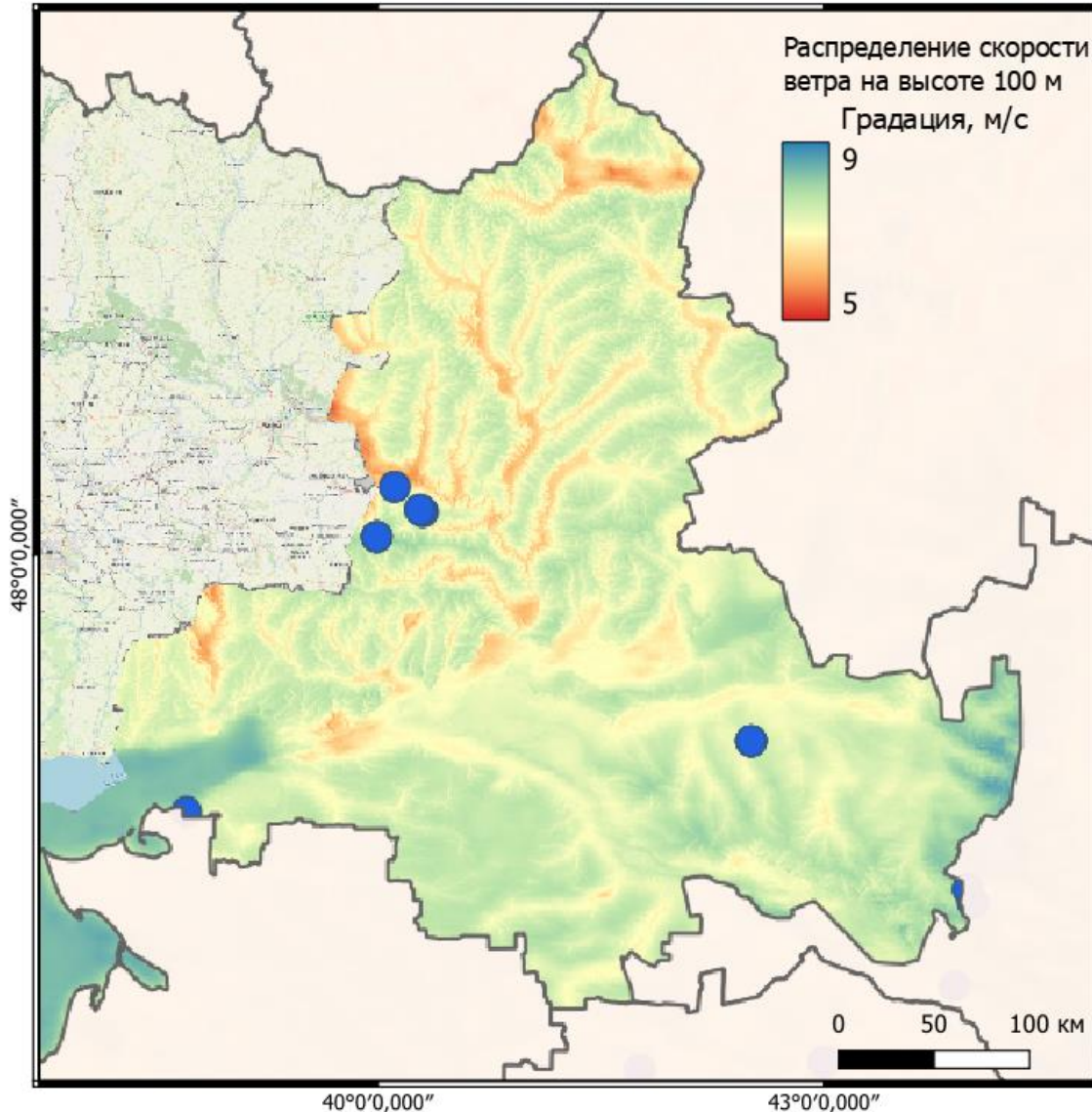


Метеорологические данные атласа Global Solar Atlas (первоисточник Solargis) предоставляют данные о параметре PVOUT:

- PVOUT соответствует долгосрочному среднему значению годового потенциала выработки электроэнергии фотоэлектрической установкой с пиковой мощностью 1 кВт.
- Параметр PVOUT учитывает солнечную радиацию, температуру воздуха и рельеф местности, моделирует преобразование энергии и потери в фотоэлектрических модулях и других компонентах фотоэлектрической электростанции.
- Конфигурация фотоэлектрической системы подразумевает наземные СЭС с фотоэлектрическими модулями, установленными в фиксированном положении с оптимальным углом наклона.
- Влияние рельефа на пространственное разрешение составляет до 250 м.
- Пространственное разрешение данных PVOUT – 0,5 км

Технический (экономический) потенциал ВЭС - идентификация участков со скоростью ветра, при которой устройство ВЭС целесообразно

Распределение скорости ветрового потока на высоте 100 м



Технический потенциал ВЭС: при построении карт с оценкой технического потенциала выбраны метеорологические данные ветрового атласа Global Wind Atlas

Источник данных – Global Wind Atlas:

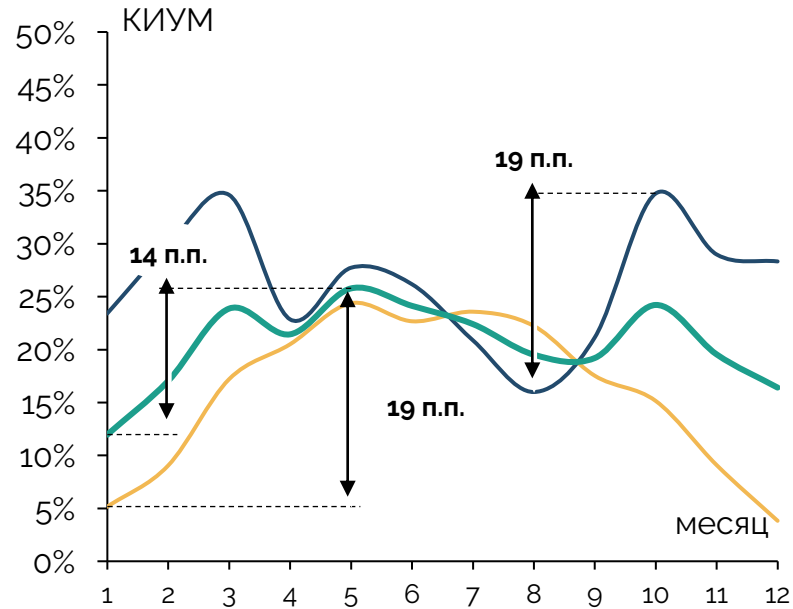
- Средняя скорость ветра, м/с
- Средняя плотность мощности ветрового потока, Вт/м²
- Ветровые ресурсы доступны на высоте 10, 50, 100, 150 и 200 м над уровнем земли / моря
- Картографирование ветровых ресурсов с шагом сетки 250 м по горизонтали

По результатам оценки теоретически доступной площади производится дальнейшее сокращение территории с учетом площадей с непригодными среднегодовыми скоростями ветра

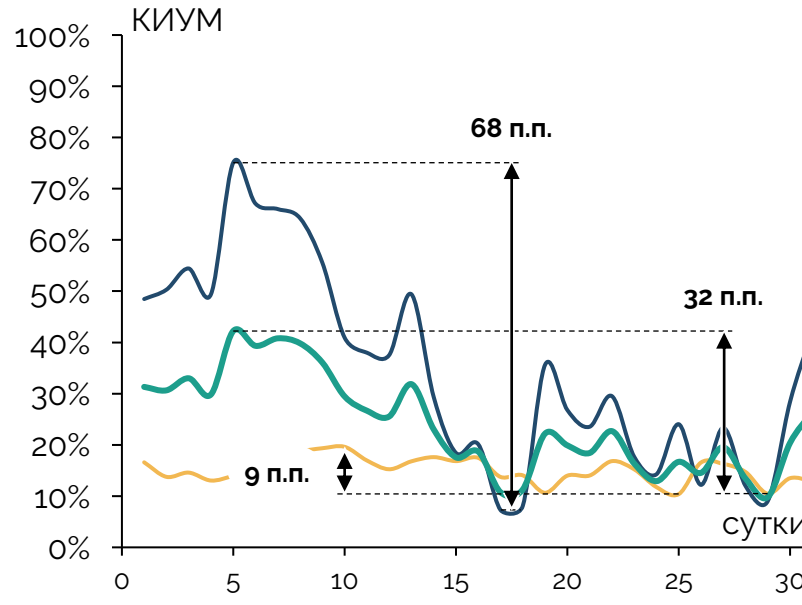
1. Идентификация региональных средних скоростей ветра в каждом регионе на высоте 100 м
2. Определение минимальной средней скорости ветра, ниже которой эксплуатация ВЭУ однозначно не выгодна: 6,5 м/с
3. Идентификация всех пунктов с $v < 6,5$ м/с и формирование площади размером 250 м x 250 м вокруг
4. Вычисление непригодных территорий с точки зрения энергии ветра согласно геокодированной информации по географическому потенциалу
5. Определение и исключение точек с низкой скоростью ветра

Параллельная работа ВЭС и СЭС обеспечивает сглаживание совмещенных графиков нагрузки как на годовом, так и на месячном и суточном периоде

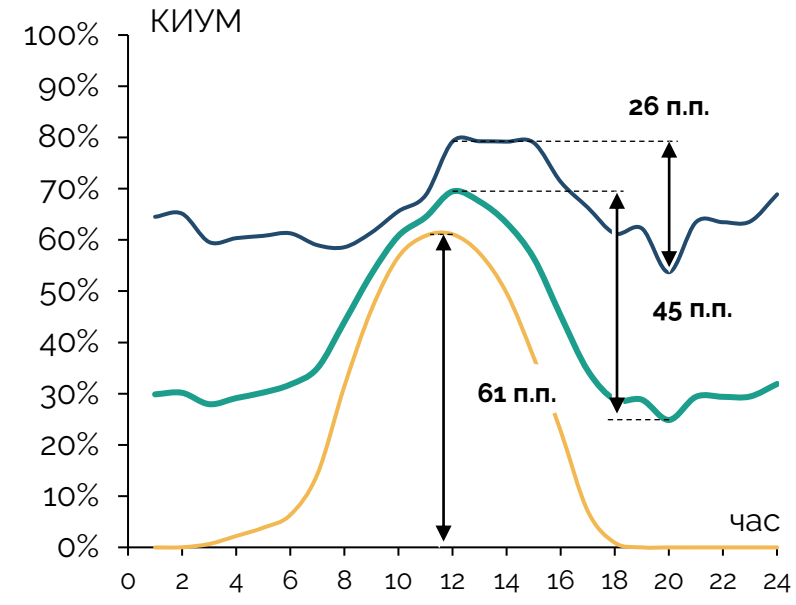
Совмещенные сезонные графики планового КИУМ* ВЭС и СЭС в ЕЭС России в 2021 г.



Совмещенные месячные графики планового КИУМ* ВЭС и СЭС в ЕЭС России в октябре 2021 г.



Совмещенные суточные графики планового КИУМ* ВЭС и СЭС в ЕЭС России 07.10.2021



— КИУМ СЭС — КИУМ ВЭС — КИУМ совмещенный

Наибольшая неравномерность нагрузки ВЭС наблюдается на месячном периоде, наибольшая неравномерность нагрузки СЭС на суточном периоде.

Различный характер сезонности нагрузки приводит к взаимной компенсации снижения нагрузок ВЭС и СЭС.

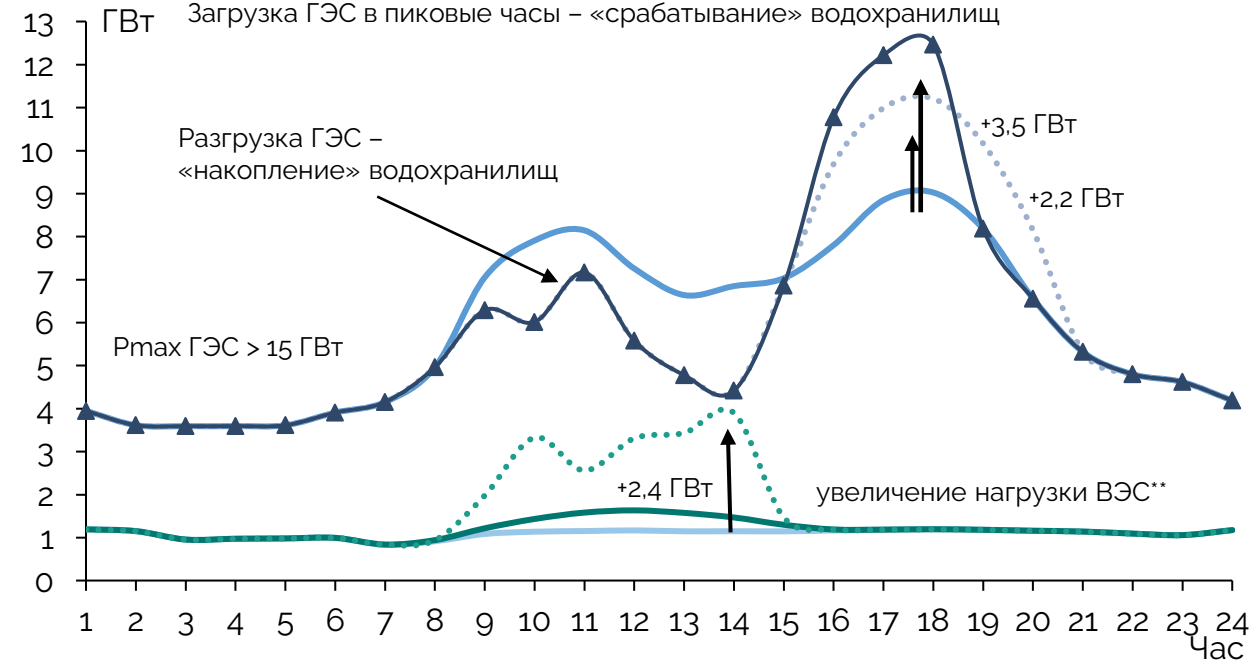
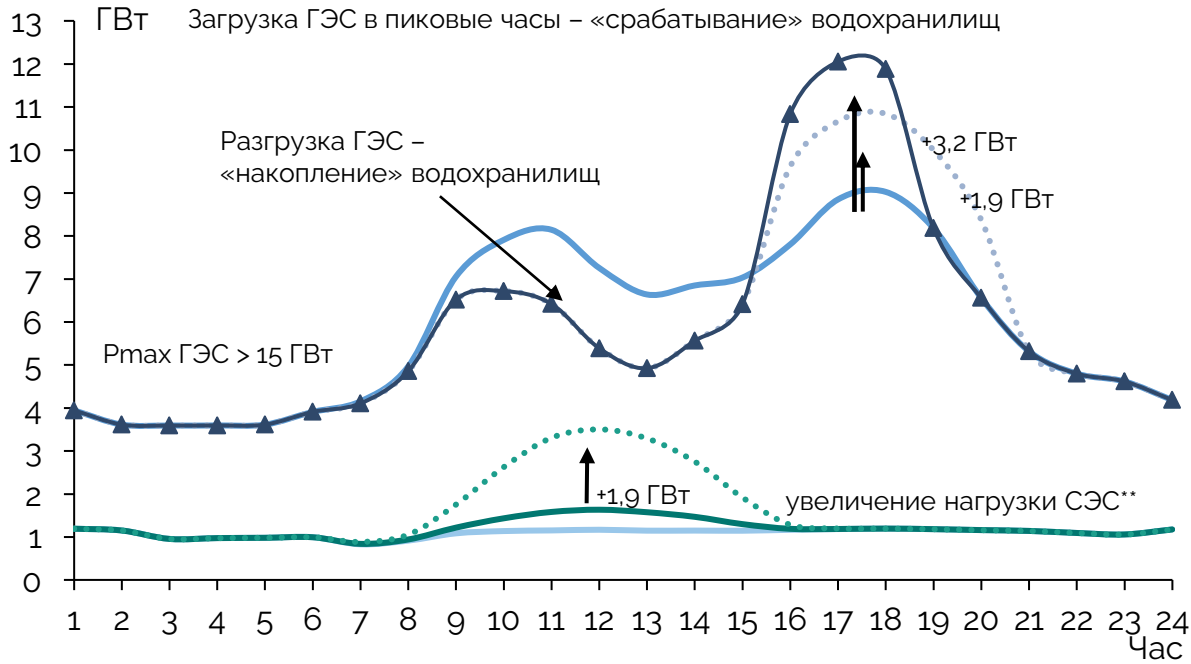
На месячном периоде СЭС с отклонением нагрузки 9 п.п. сглаживают совокупный график нагрузки ВИЭ (при отклонении нагрузки ВЭС 68 п.п.).

На суточном периоде ВЭС с отклонением нагрузки 26 п.п. сглаживают совокупный график нагрузки ВИЭ (при отклонении нагрузки СЭС 61 п.п.).

Колебания нагрузки ВИЭ меньше в энергосистеме, включающей одновременно ВЭС и СЭС, чем в энергосистеме, включающей только ВЭС, либо только СЭС.

Выработка ВИЭ-генерации позволяет максимизировать покрытие пикового потребления выработкой ГЭС

Использование накопительной способности водохранилищ ГЭС с интегральным заданием пропускания воды ФАВР* позволяет увеличить нагрузку ГЭС в часы пикового потребления за счет снижения нагрузки ГЭС в часы пиковой выработки ВЭС и СЭС (пример 21.12.2021 в 1-ой ЦЗ).



— ТГ ГЭС — ТГ ВЭС — ТГ ВЭС+СЭС ТГ ВЭС+СЭС (x5) ТГ ГЭС (плавное срабатывание) —▲— ТГ ГЭС (срабатывание в пике)

* ФАВР – Федеральное агентство по водным ресурсам; **рассмотрено модельное увеличение нагрузки СЭС в 5 раз, ВЭС в 1-3 раза.

- плавное срабатывание: длительность фазы накопления = длительность фазы срабатывания;
- срабатывание в пике: длительность фазы срабатывания < длительность фазы накопления.

Выработка ГЭС в часы пикового потребления можеткратно превышать пиковую выработку ВИЭ за счет распределения выработки ГЭС на более короткий период. ВИЭ опосредованно участвуют в предоставлении долгосрочных резервов мощности, несмотря на отсутствие нагрузки СЭС в вечерние часы пика (в декабре) и периодическое снижение нагрузки ВЭС в часы пика.



А Р В Э

АССОЦИАЦИЯ РАЗВИТИЯ
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

123610, г. Москва, Краснопресненская наб.,
д. 12, подъезд № 6, офис 1220
info@rreda.org
тел. +7 (495) 115-10-34



<https://rreda.ru/>



https://t.me/rreda_official



https://vk.com/rreda_official



<https://dzen.ru/rreda>

