



СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Махачкала,
20 мая, 2025



Мировые тренды развития энергетики



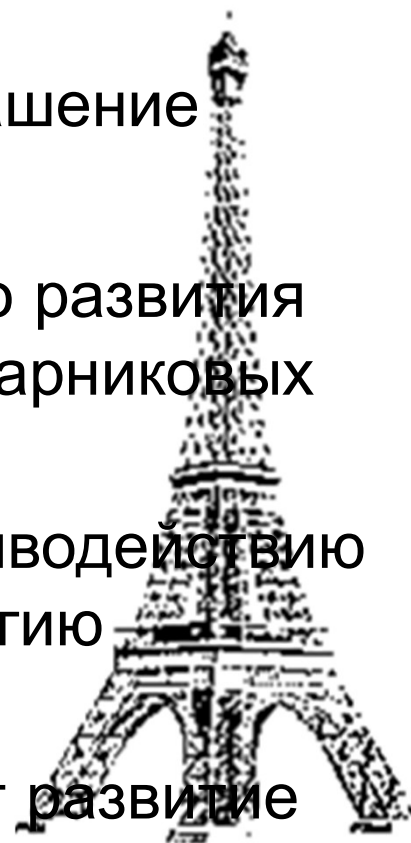
Энергетический переход

Термин «энергетический переход» — переход на другой основной источник первичной энергии:

- ❑ **в первом** энергетическом переходе цивилизация переходила от использования древесины к углю.
- ❑ **во втором** — началось интенсивное использование нефти.
- ❑ **третий** энергетический переход — широкое использование природного газа.
- ❑ **четвертый** энергетический переход от углеводородной энергетики, основанной на нефти, угле и природном газе, к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ).

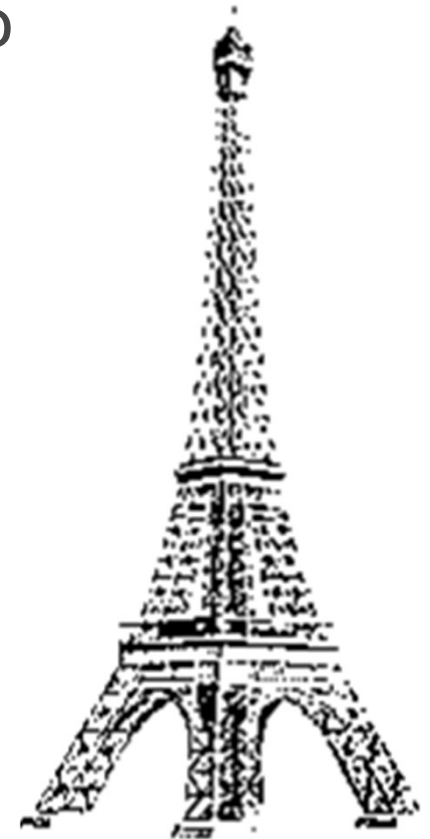
Климатическая повестка

- Цель Евросоюза (ЕС) состоит в том, чтобы к 2050 году его энергетика стала климатически нейтральной. Это значит, что к этому времени из использования должны быть выведены все ископаемые энергоносители.
- Цель климатической повестки — удержать повышение мировой температуры не более 2 °С.
- Российская Федерация подписала Парижское соглашение 22 апреля 2016 г.
- Разработана «Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года».
- Мероприятия по охране окружающей среды и противодействию изменениям климата вошли в Энергетическую стратегию Российской Федерации на период до 2035 года.
- Парижское соглашение по климату не ограничивает развитие атомных и тепловых электростанций



Климатическая повестка

- ❑ Президент Дональд Трамп уже 20 января 2025 года своим указом в очередной раз вывел США из Парижского соглашения по климату, что подтверждает неэффективный политический характер этого соглашения.





Перспективные источники энергии



Возобновляемые источники энергии

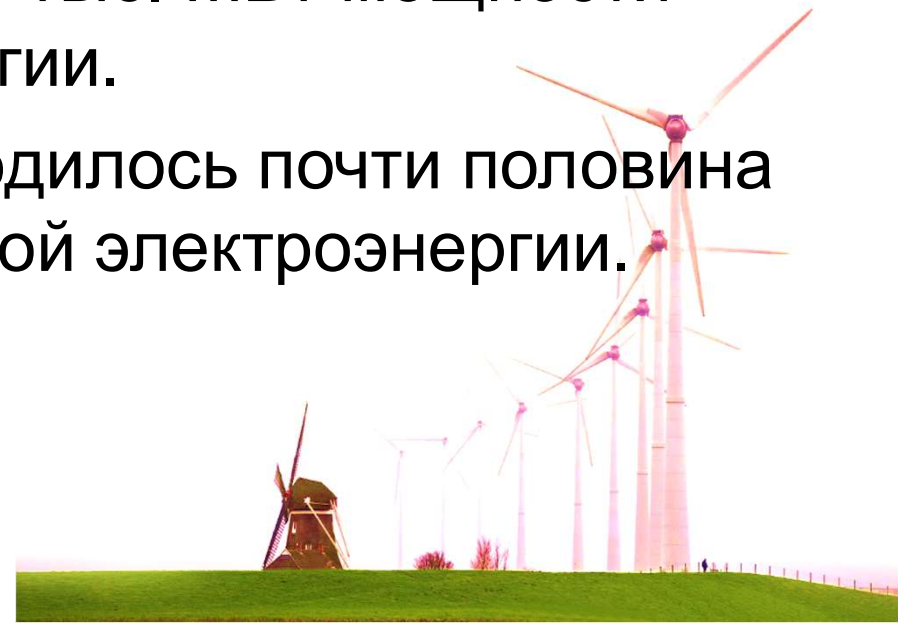
Типы возобновляемой энергии:

- солнечная,
- ветровая,
- гидроэнергетика,
- биомасса,
- геотермальная энергетика.



Возобновляемые источники энергии в мире

- С 2011 по 2021 год доля возобновляемых источников энергии в мировом производстве электроэнергии выросла с 20 до 28 %.
- Доля солнечной и ветровой энергии увеличилась с 2 до 10 %.
- Биомасса и геотермальная энергия выросли с 2 до 3 %.
- В 135 странах установлено 3 146 тыс. МВт мощности возобновляемых источников энергии.
- В 2021 году на долю Китая приходилось почти половина мирового прироста возобновляемой электроэнергии.



Возобновляемые источники энергии в мире

- ❑ Мировыми лидерами по установленной электрической мощности ВИЭ являются Китай, США, Бразилия, Индия и Германия, на долю которых приходится 58,4 % общей мировой установленной электрической мощности ВИЭ.
- ❑ Китай занимает лидирующие позиции почти по всем видам технологий ВИЭ.



Установленная мощность ВИЭ (с учетом ГЭС) на 1 января 2022 года, % мировой мощности (по данным РЭА Минэнерго России)

Китай	33,3
США	10,6
Индия	5,2
Бразилия	4,8
Германия	4,5
Япония	3,7
Канада	3,4
Испания	2,0
Франция	1,9
Италия	1,9
Россия	1,8
Остальной мир	26,9



Внешние условия развития электроэнергетики России

Внешние условия развития энергетики России

- ❑ Санкционное давление коллективного Запада на экономику России. Запад прекратил обслуживать **30 млн кВт** мощности ПГУ, закупленные на Западе, в основном оборудование Сименс.
- ❑ Требования декарбонизации (снижение углеродного следа в кВт•ч) применяются ЕС и США в качестве экономического давления на Россию.
- ❑ В 2020 г. в ЕС были озвучены инициативы по введению трансграничного углеродного ценообразования.
- ❑ Ускоренный энергетический переход к «зеленой» энергетике и принятие условий трансграничного углеродного регулирования приведут Россию к уходу от оптимального энергетического баланса, обострят проблемы обеспечения надежности.

Трансграничный углеродный налог

- Декарбонизация экономик и введение трансграничного углеродного регулирования по сути — налог на экспорт ископаемого топлива и инструмент недобросовестной конкуренции со стороны ЕС и США.
- Доля угольной генерации в России составляет **12 %**, что гораздо меньше, чем в других странах.
- в Польше доля угольной генерации составляет **75 %**,
- в Китае — **56 %**,
- в США — **20 %**.



Декарбонизация электроэнергетики России

- ❑ Россия не откажется от традиционных энергоресурсов и не будет переходить к углеродно-нейтральной энергетике до 2050 года.
- ❑ В Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 года такой сценарий не рассматривается.
- ❑ В России разработан свой сценарий энергетического перехода к низкоуглеродной энергетике.
- ❑ Тепловые электростанции и до 2042 года будут составлять основу энергетики России



Государственная поддержка развития ВИЭ в России



Возобновляемые источники энергии в России

- ❑ Действующая программа поддержки ВИЭ в России стартовала в 2014 г. и закончила свое действие в 2024 году.
- ❑ За прошедшие 7 лет введено 2,4 ГВт ВИЭ.
- ❑ В 2024 году их установленная мощность составила **6 ГВт.**
- ❑ Утверждена новая программа поддержки ВИЭ на период 2025 – 2035 гг. К 2050 году должно быть введено 12 ГВт солнечных, ветровых и малых гидроэлектростанций.



Поддержка развития возобновляемой энергетики на оптовом рынке электроэнергии

(постановление Правительства РФ от 28.05.2013 № 449)

- ❑ Инвестиционные проекты ВИЭ отбираются на конкурсной основе.
- ❑ Заключается договор о предоставлении мощности (ДПМ).
- ❑ По этим договорам производится оплата мощности ВИЭ в течение 15 лет, что позволяет вернуть вложенные в ВИЭ средства и получить гарантированную прибыль.
- ❑ Источником оплаты мощности ВИЭ служит тариф оптового рынка электроэнергии.
- ❑ С 2025 по 2035 годы действует второй этап поддержки ВИЭ — **ВИЭ ДПМ 2.0**. Общий объем ДПМ ВИЭ 2.0 составляет 360 млрд руб.



Поддержка развития возобновляемой энергетики на розничном рынке электроэнергии

(постановление Правительства РФ от 23.01.2015 № 47)

- ❑ Заключаются договоры о продаже электроэнергии, произведенной на ВИЭ, по регулируемым тарифам территориальным сетевым организациям (ТСО).
- ❑ Такие договоры гарантируют возврат инвестиций в ВИЭ и получение дохода.
- ❑ Затраты на подключение ВИЭ к сетям компенсируются из бюджета (до 50 %).



- ❑ Солнечные электростанции остаются важным источником «зелёной» энергии в стране.
- ❑ Особое развитие они получили в Краснодарском крае, Астраханской области, Бурятии, где коэффициент использования мощности фотоэлектрических систем составляет 16,5 %, что аналогично показателю Южных стран Европы.
- ❑ Крупнейшие солнечные электростанции России расположены в Калмыкии, Крыму и Ставрополье, где их установленные мощности составляют 115 МВт.



- ❑ В последние два года было запущено несколько крупных проектов по возобновляемой энергетике в таких регионах как Ленинградская и Омская области, Ставропольский и Камчатский края, Якутия, Дагестан, Чечня и Карелия.
- ❑ Особенно интенсивно развиваются ветровые электростанции.
- ❑ Ветроэнергетика имеет огромный потенциал развития в таких регионах как Калмыкия, Ставрополье, Сахалин, Камчатка, побережье Северного Ледовитого океана.
- ❑ К крупнейшим ветровым паркам относятся объекты в Ставропольском крае и Мурманской области, их мощность превышает 200 МВт
- ❑ В 2026 году в Амурской области запустят крупнейший в России ветропарк мощностью более 1 млн кВт.



Крупнейшие компании России в секторе ВИЭ

- ❑ **ПАО «РусГидро».** Крупнейший оператор гидроэнергетики, установленная мощность 30 млн кВт.
- ❑ **ПАО «ЭЛ5-Энерго»** (б. «Энел Россия»), проект второго ветропарка в Ростовской области, Саратовской области, строительство СЭС.
- ❑ **ПАО «Форвард Энерго»** (б. «Фортум»), установленная мощность ВИЭ 1174 МВт, строит СЭС 151 МВт и ВЭС 111 МВт.
- ❑ **АО «Росатом Возобновляемая энергия»** (б. «Нова Винд»). Дочка ГК «Росатом». ВЭС 1 000 МВт, рост до 1 700 МВт).
- ❑ **«Хевел».** Крупнейшая российская компания в секторе СЭС мощностью 1 600 МВт.



Важным драйвером развития ВИЭ является бизнес

- ❑ Горнодобывающая и нефтегазовая промышленности активно строят ветропарки и солнечные станции для обеспечения независимого питания своих удаленных месторождений.
- ❑ Примеры: ГК «ЭкоНива» – крупнейший в России производитель молока – перевёл свои мощности на питание от ветропарков.
- ❑ Животноводческий комплекс «Добрынино» в Воронежской области использует только «зеленую» энергетику. На ВИЭ будут переведены предприятия Холдинга и в Калужской области



Важное применение ВИЭ нашли в распределенной генерации

Распределенная генерация в России быстро развивается благодаря следующим факторам:

- ✓ удаленностью потребителей от электроэнергетических систем;
- ✓ высоким тарифам оптового рынка;
- ✓ отсутствием централизованного теплоснабжения на отдаленных территориях;
- ✓ наличием собственных энергоресурсов (попутного газа, угля);
- ✓ трудностями доставки топлива.





Проблемы использования ВИЭ

Особенности работы возобновляемых источников энергии

Необходимо применять такие меры как:

- работа в централизованной электрической сети;
- регулирование величины потребления электроэнергии;
- установка накопителей энергии на стороне потребителя;
- объединение нескольких типов электростанций ВИЭ в гибридные энергокомплексы.



Проблемы использования СЭС и ВЭС

□ Увеличение доли СЭС и ВЭС, накопителей энергии приводит к удорожанию стоимости электроэнергии из-за усиления систем передачи и распределения и резервирования мощности для компенсации рисков, связанных с неблагоприятными погодными условиями и низкой надежностью СЭС и ВЭС.

□ С растущей долей СЭС, ВЭС и накопителей многократно увеличивается потребление «критических материалов» (литий, медь, никель, марганец, хром, цинк, хром, редкоземельные элементы (РЗЭ) и др.). Добыча РЗЭ негативно влияет на окружающую среду, поскольку сопряжена с производством большого количества радиотоксичных отходов

Проблемы использования возобновляемых источников энергии

- ❑ Утилизация выработавшего свой срок оборудования ВИЭ связана с серьезными экологическими проблемами.
- ❑ Материалоемкость СЭС в расчете на один установленный кВт в 27 раз выше, чем для ПГУ и в 14 раз выше, чем для ТЭС на угле.
- ❑ Для ВЭС эти величины равны 17 и 9.
- ❑ Перечень основных материалов для создания СЭС и ВЭС весьма значителен, гораздо больше, чем для ПГУ и ТЭС на угле.



Проблемы использования ВИЭ

- ❑ нестабильность генерации ВИЭ требует создания накопителей большой емкости;
- ❑ в рамках полного жизненного цикла развитие ВИЭ увеличивает выбросы углеводородов, поскольку производство солнечных панелей, лопастей и опор ВЭС — чрезвычайно энергоемкие процессы;
- ❑ многократно увеличивается потребление «критических материалов» (литий, медь, никель, марганец, хром, цинк, хром, редкоземельные элементы (РЗЭ) и др.).
- ❑ добыча РЗЭ негативно влияет на окружающую среду, т. к. сопряжена с производством большого количества радиотоксичных отходов, что идет в разрез с «зеленой» повесткой;
- ❑ Литий становится критически важным материалом для мировой экономики, его сейчас уже называют «новой нефтью».



Кладбище лопастей ветровых турбин



БЕЛАЯ КАСКА

**ПРАВИТЕЛЬСТВО УТВЕРДИЛО ГЕНЕРАЛЬНУЮ
СХЕМУ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ДО 2042 ГОДА**

□ Установленная мощность электростанций электроэнергетических систем Российской Федерации на начало 2024 года составила 253,535 млн кВт, из них

- 29,649 млн кВт (11,7 %) — атомные электростанции,
- 52,84 млн кВт (20,8 %) — гидроэлектростанции и гидроаккумулирующие электростанции,
- 166,356 млн кВт (65,6 %) — тепловые электростанции,
- **4,69 млн кВт (1,9 %)** — солнечные и ветровые электростанции.

□ Производство электрической энергии в электроэнергетических системах Российской Федерации в 2023 году составило 1149,984 млрд кВт·ч, из них

- 217,697 млрд кВт·ч (18,9 %) — на атомных электростанциях,
- 202,618 млрд кВт·ч (17,6 %) — на гидроэлектростанциях и гидроаккумулирующих электростанциях,
- 720,662 млрд кВт·ч (62,7 %) — на тепловых электростанциях,
- 9,006 млрд кВт·ч (0,8 %) — на солнечных и ветровых электростанциях.

□ Ввод в эксплуатацию генерирующего оборудования до 2042 года составит 88,477 млн кВт. Прирост установленной мощности электростанций составит 45,81 млн кВт.

□ Суммарная установленная мощность электростанций электроэнергетических систем Российской Федерации к 2042 году составит 299,345 млн кВт.

□ Ввод в эксплуатацию генерирующего оборудования солнечных и ветровых электростанций составит **16,587** млн кВт до 2042 года.

Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2042 года утверждена постановлением Правительства РФ от 30.12.2024 г. № 4153-р.

В соответствии с Генеральной схемой:

- основной энергетикой России останутся ТЭС (снижение с 64 до 58 %),
- доля АЭС возрастет с 20 до 25 %;
- доля ГЭС снизится с 17 до 15 %;
- ВИЭ являются наиболее дорогими источниками энергии.
- доля ВИЭ вырастет с 0,8 до 2,8 %. Основная причина малых вводов ВИЭ — дорогое оборудование, малая локализация его производства, трудности с регулированием и низкая надежность.



Энергетическая окупаемость различных источников энергии

- Для оценки эффективности различных источников энергии используется показатель энергетической окупаемости EROI (energy return on investment) — отношение энергии, поставленной потребителю, к энергии, затраченной на ее получение и доставку. Так, при значении EROI 1:1 для получения энергии необходимо затратить то же количество энергии. Это работа с нулевой отдачей.
- Значения EROI от **100 до 50** обеспечивают высокий рост экономики. При EROI равном **9 и ниже** поддержание современного уровня экономики становится невозможным, а при **EROI = 7** начинается деградация.
- Поддержание современного уровня цивилизации и ее развитие требует значений EROI **не менее 15**.
- По оценкам специалистов для водородной энергетики EROI составляет от 1:2,5 до 1:5.
- Крупномасштабное внедрение ВИЭ приведет к низкому EROI энергетики и росту тарифов.

Источник энергии	Показатель энергетической окупаемости EROI	
	без аккумулирования энергии	с аккумулированием энергии
Фотоэлектрическая система (Германия)	3,9	1,6
Биомасса	3,5	-
Ветер	16	3,9
Солнечная энергия (CSP)	19	9
Газовые турбины в парогазовом цикле (ПГУ)	28	-
Уголь (ТЭС)	30	-
ГЭС средней величины	49	-
ГАЭС	-	35
Атомная энергия (реактор с водой под давлением)	75	-
Водородная энергетика	1:2,5	1:5

A photograph of a stone fortress with a walkway and a tower, overlaid with a blue text box. The fortress is built with large, light-colored stone blocks. A walkway made of smaller stones leads up to a dark, arched entrance. To the right, a cylindrical stone tower stands prominently. The background shows a hazy landscape with a city visible in the distance. The sky is a pale, hazy blue.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ