

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА



zapad.ЭЭТ Л-01

Преподаватель Красин Игорь Геннадьевич

Раздел 1. Введение в электротехнику

Тема 1. Электрическая энергия, её производство, передача и распределение

1. Основные этапы развития отечественной электроэнергетики, электротехники и электроники.
2. Перспективы развития электроэнергетики, электротехники и электроники РФ.
3. Система единиц СИ.

1. Основные этапы развития отечественной электроэнергетики, электротехники и электроники.

Развитие электротехники

Электротехника окружает нас повсеместно: на улице, дома и на работе. К электротехническим приборам, можно отнести практически каждую единицу, которая питается электричеством – это зарядные устройства, телефоны, магнитолы автомобилей и даже в какой-то степени троллейбусы и метро.

История и основные этапы развития электротехники и электроники

Если углубляться в историю, то жителя Древней Греции Фалеса Милетского можно считать первопроходцем электротехники в том ее значении, которое привыкли сегодня трактовать.

Именно Фалес первым заметил, что янтарь, натертый шерстью, способен ненадолго притягивать к себе металлические изделия. Скорее всего, тогда он не понял, что создал первый в мире миниэлектромагнит.

Последующие упоминания об электричестве и оборудовании для его выработки относятся к началу 17 века, когда была создана электрическая машина-магнит. Уже в 1729 году было совершена первая передача электричества на расстояние.

В развитии электротехники выделяют шесть этапов.

- открытие электростатики (до 1800 г.);
- закладка фундамента электротехники, ее научных основ (1800-1830 гг.);
- появление электротехники (1830-1870 гг.);

- становление электротехники, как самостоятельной отрасли техники (1870-1890 гг.);
- развитие электрификации в мире (с 1891 г.);

Последней тенденцией в развитии электротехники является активное внедрение робототехники. Именно это направление считается наиболее перспективным.

Ученые планируют заменить роботами работу пожарных, медиков, военных в сложных ситуациях не только помогая, но и сохраняя человеку жизнь.

Развитие электротехники в России

Стартом развития электротехники в России, несомненно, можно назвать работы Рихмана и Ломоносова, которые изучали так называемое атмосферное электричество.

Первый значительный прорыв по применению электричества, принадлежит Александру Лодыгину, который в 1873 году, используя лампы накаливания, осветил улицу в Петербурге. После признания идеи нерентабельной, Лодыгин продал свой патент ставшей знаменитой компании General Electric.

С 1899 года, сила электричества применялась и для использования в целях передачи информации, конечно, это были не телефоны и компьютеры, а простой передатчик с приемником. Таким образом, известный ученый Попов, впервые смог поддерживать связь с кораблями на расстоянии 14 км.

Использование радио стало возможным благодаря электричеству. После чего в 1901 году разработка приняла гражданский вид, и радио стало применяться для передачи новостей.

В рамках специальной программы плана ГОЭЛРО, предполагавшего электрификацию всей страны, электричество стало повсеместно использоваться в России с 1920 года.

Последней тенденцией в развитии электротехники является активное внедрение робототехники. Именно это направление считается наиболее перспективным.

Учёные планируют заменить роботами работу пожарных, медиков, военных в сложных ситуациях не только помогая, но и сохраняя человеку жизнь.

Учёные, внёсшие вклад в развитие электротехники

Помимо выше перечисленных, Россия может похвастаться и другими учеными, которые внесли не меньший вклад в развитие и становление электротехники не только на родине, но и далеко за ее пределами.

Михаил Матвеевич Боресков был одним из основателей Военно-электротехнической школы в Петербурге, при этом практически все его работы имели военное направление.

Валентин Петрович Вологдин – один из сподвижников Попова, который для удобства использования переносных радио, предложил использовать специально разработанную динамо-машину.

Анатолий Павлович Еперин – заслуженный энергетик, который применял свои знания для развития и наращивания мощностей электростанций по всей СССР. Несколько изобретений учёного до сих пор применяются по всему миру для добычи и оптимальной передачи энергии на расстоянии.

Развитие электротехники в современном мире

В современном мире весомое значение отводится интеграции электрической энергии. Имеется в виду ее непосредственное глобальное внедрение в различные сегменты и быт.

Стоит отметить, что на сегодняшний день не существует ни одной индустрии, где бы она в каком-либо виде не использовалась. При этом с каждым днем ее эксплуатация значительно расширяется.

Развитие электротехники имеет свои этапы. Данные этапы отличаются между собой по динамике внедрения.

Сам термин «электротехника» представляет собой наукоёмкое и техническое понятие. Это сфера, которая для практических задач использует различные явления. Явления бывают электрическими и магнитными. Обобщающее определение станет более понятным, если рассмотреть все области, где применяются эти явления.

Электротехника необходима непосредственно для:

- изменения параметров энергии в природе (область энергетики);
- получения и транслирования электромагнитных волн или данных (информационная);
- физического изменения вещества (технологическая).

Из всего сегмента этой области в последнее время выделились промышленные электронные приборы.

Вместе с ней и три направления, которыми являются:

- информационное;
- энергетическое;
- технологическое.

Периодизация как развитие электротехники

1. Становление сегмента электростатики. Этот этап продолжался до 1800 года. Сюда можно отнести первые наблюдения вышеуказанных явлений. Также в этот период создавались первые электростатические машины и приборы, исследовалось атмосферное электричество, разрабатывались первые теории в области. На данном

этапе был принят закон Кулона. Стоит отметить также и начало зарождения электромедицины.

2. Стадия проектирования научных основ, закладки фундамента. Данный этап длился с 1800 до 1830 года. В это время был создан «вольтов столб», который был представлен электрохимическим генератором. Также разработана батарея В.В. Петрова. С ее помощью было осуществлено получение электрической дуги и множество других открытий. Самым важным на данной стадии является открытие основных законов. Конкретно – Ампера, Ома, Био-Савара. Также был создан прообраз электродвигателя и установлены основные связи между вышеуказанными явлениями.
3. Этап зарождения с 1830 до 1870 года. В данный период было сформировано понятие возникновения электрического тока в замкнутом контуре М. Фарадеем. Также формируется закон Ленца и Кирхгофа. Важно отметить еще и создание первых источников света, появление различных приборов. В данный период происходит зарождение электроизмерительной техники. Но ее практическая эксплуатация была невозможной из-за отсутствия действенного и экономичного генератора.
4. Этап становления электротехники как самостоятельного сегмента. Он продолжался с 1870 до 1890 года. В данное время был создан первый электромашинный генератор с самовозбуждением. Его еще стали позже называть динамомашиной. На этом этапе развитие электротехники приходит к тому, что отрасль начинает становиться самостоятельной.
5. Период становления и внедрения энергии в хозяйство и быт (с 1891 года). В это время разрабатывается система трехфазного типа, а также формируется комплексный метод для анализа процессов. Его предложил Ч.П. Штейнмец. Также стремительно развивается электрификация. Начинают строиться габаритные станции и разрабатываться новые конструкции машин.
6. Период зарождения и становления электроники. Он включает первую четверть 20 века. В это время появляется техника преобразовательного типа по причине роста потребности в постоянном токе. А, следовательно, возникает микроэлектроника.

Это все обусловило заметный прогресс всего сегмента. К тому же развитие электротехники привело к образованию новой науки – информатики

2. Перспективы развития электроэнергетики, электротехники и электроники РФ.

Энергетическая система России: прогноз на 2023-2028 годы

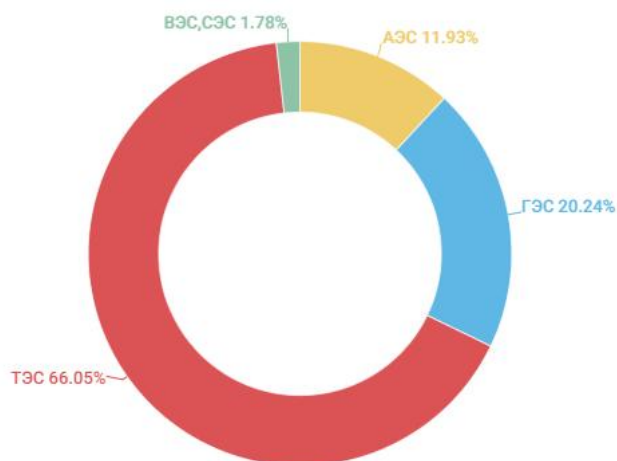
Текущее состояние российской энергосистемы

Общая установленная мощность электростанций России на начало 2023 года составляет 247 601,8 МВт, что на 0,41% выше значений начала 2022 года (246 590,9 МВт).

В 2022 году было введено в эксплуатацию 1 610,7 МВт новых генерирующих мощностей, а выведено – 972,2 МВт. В итоге изменение с учетом перемаркировок действующего оборудования (372,4 МВт) составило +1 010,9 МВт.

За последние 5 лет с 2018 г. по 2023 г. установленная мощность увеличилась на 1,79% с 243 243,2 МВт.

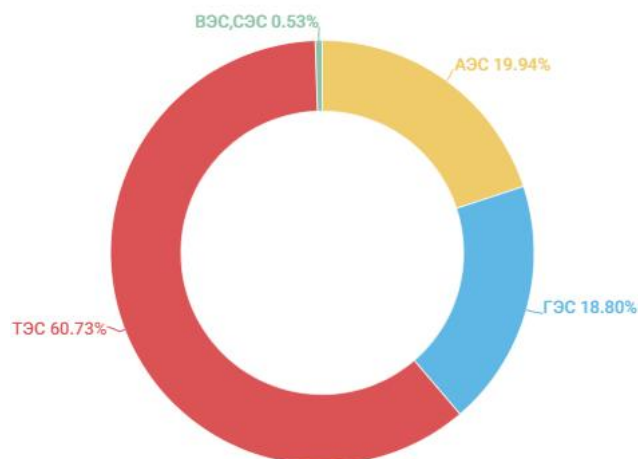
Структура установленной мощности ЕЭС России на 01.01.2023 г.:



В 2022 году общая выработка электроэнергии на электростанциях в России составила 1 121,6 млрд кВт·ч, что на 0,63% выше показателя 2021 года (1 114,55 млрд кВт·ч).

За последние 5 лет с 2018 г. по 2023 г. выработка электроэнергии увеличилась на 4,73% с 1 070,9 млрд кВт·ч.

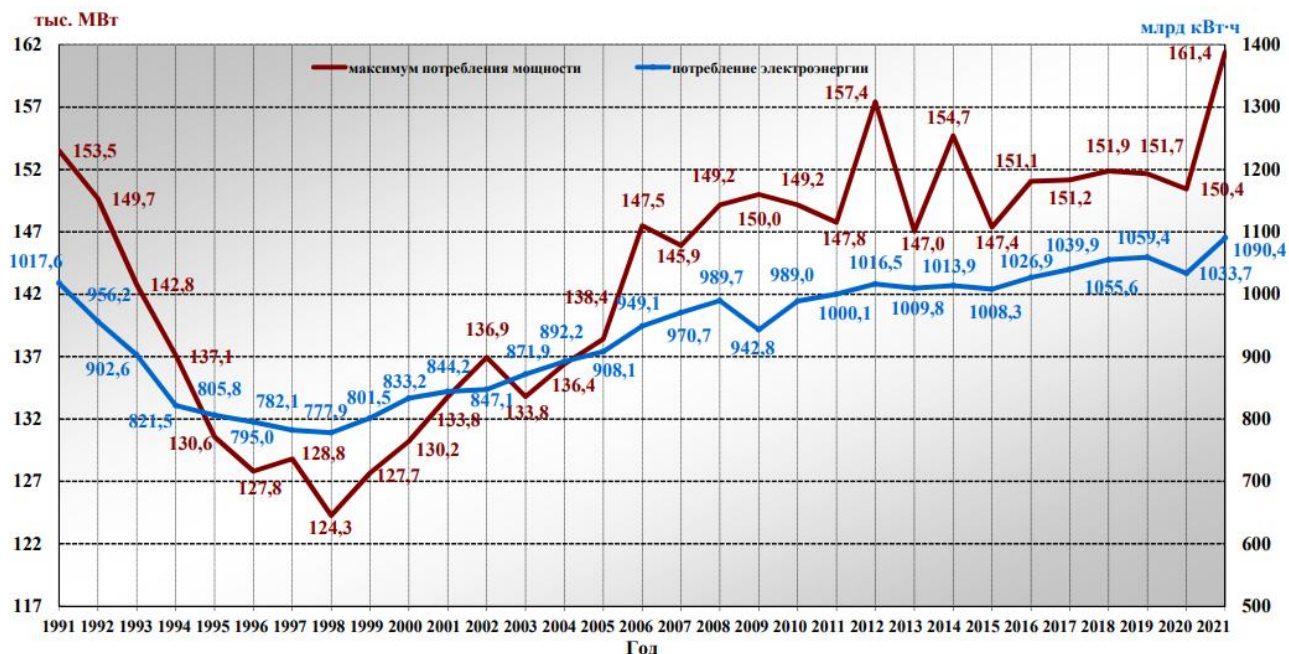
Структура выработки электроэнергии по типам электростанций:



Потребление электроэнергии составило 1 106,3 млрд кВт·ч, что на 1,45% выше значений прошлого года (1 090,44 млрд кВт·ч).

За последние 5 лет потребление электроэнергии выросло на 4,8%, с 1 055,6 млрд кВт·ч.

Динамика потребления электроэнергии и мощности по ЕЭС России:



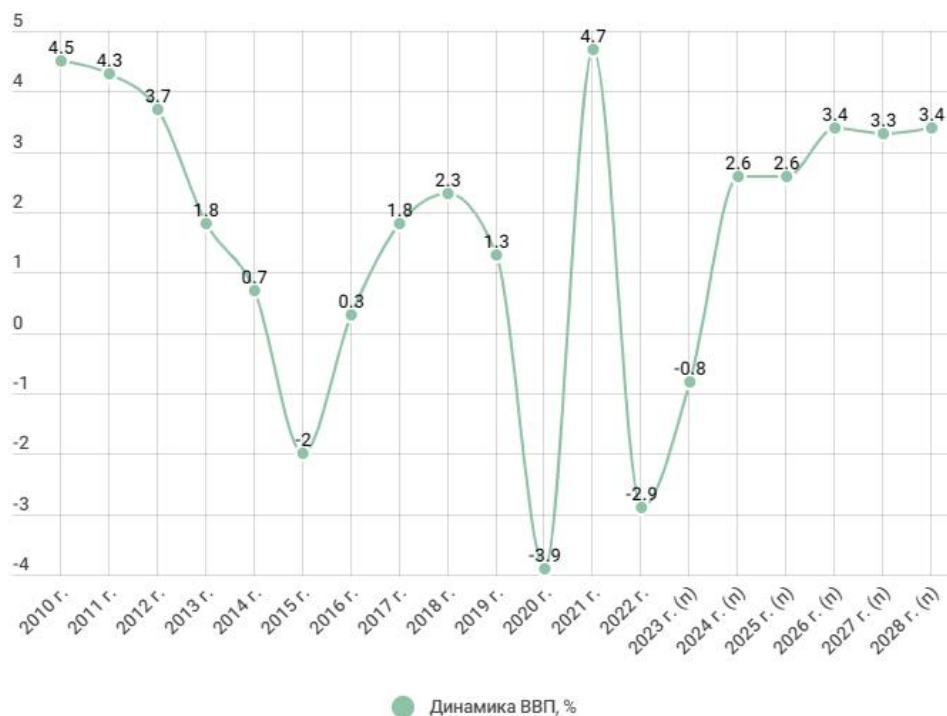
Источник: АО «СО ЕЭС»

Прогноз развития российской энергетической системы на 2023-2028 гг.

Прогноз потребления электроэнергии строится исходя из текущего состояния российской ЕЭС, сложившейся структуры потребления электроэнергии и планов крупных потребителей по изменению своих объёмов, а также учитывает инвестиционные проекты по созданию новых и модернизации действующего генерирующего оборудования.

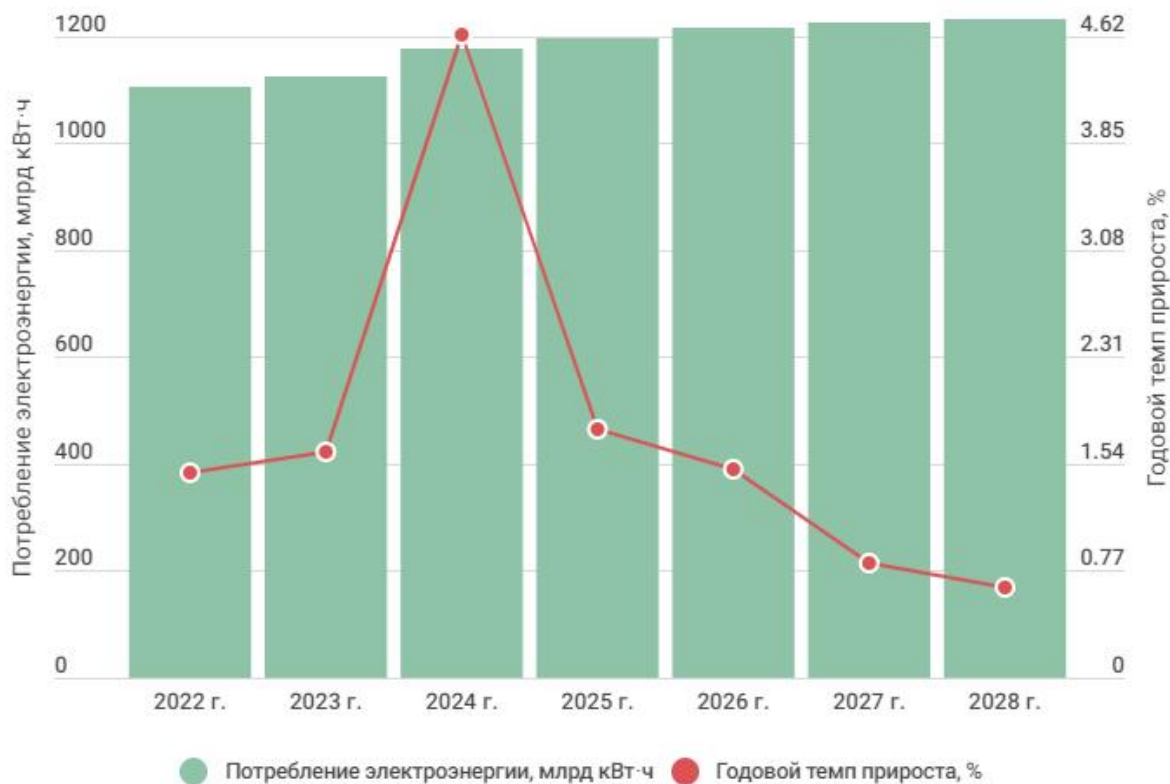
Для начала рассмотрим макроэкономические показатели, которые покажут общую картину развития экономики России.

Прогноз динамики ВВП согласно социально-экономическому развитию РФ на 2023-2025 гг.:



Среди драйверов роста ВВП в прогнозном периоде будут отрасли обрабатывающей промышленности, сфера ИТ, строительство и транспорт.

Прогноз динамики потребления электроэнергии по ЕЭС России на 2023-2028 гг.:



К 2028 году предполагается рост потребления электроэнергии на 11,48%, до 1 233 млрд кВт·ч, со среднегодовым приростом 1,83%.

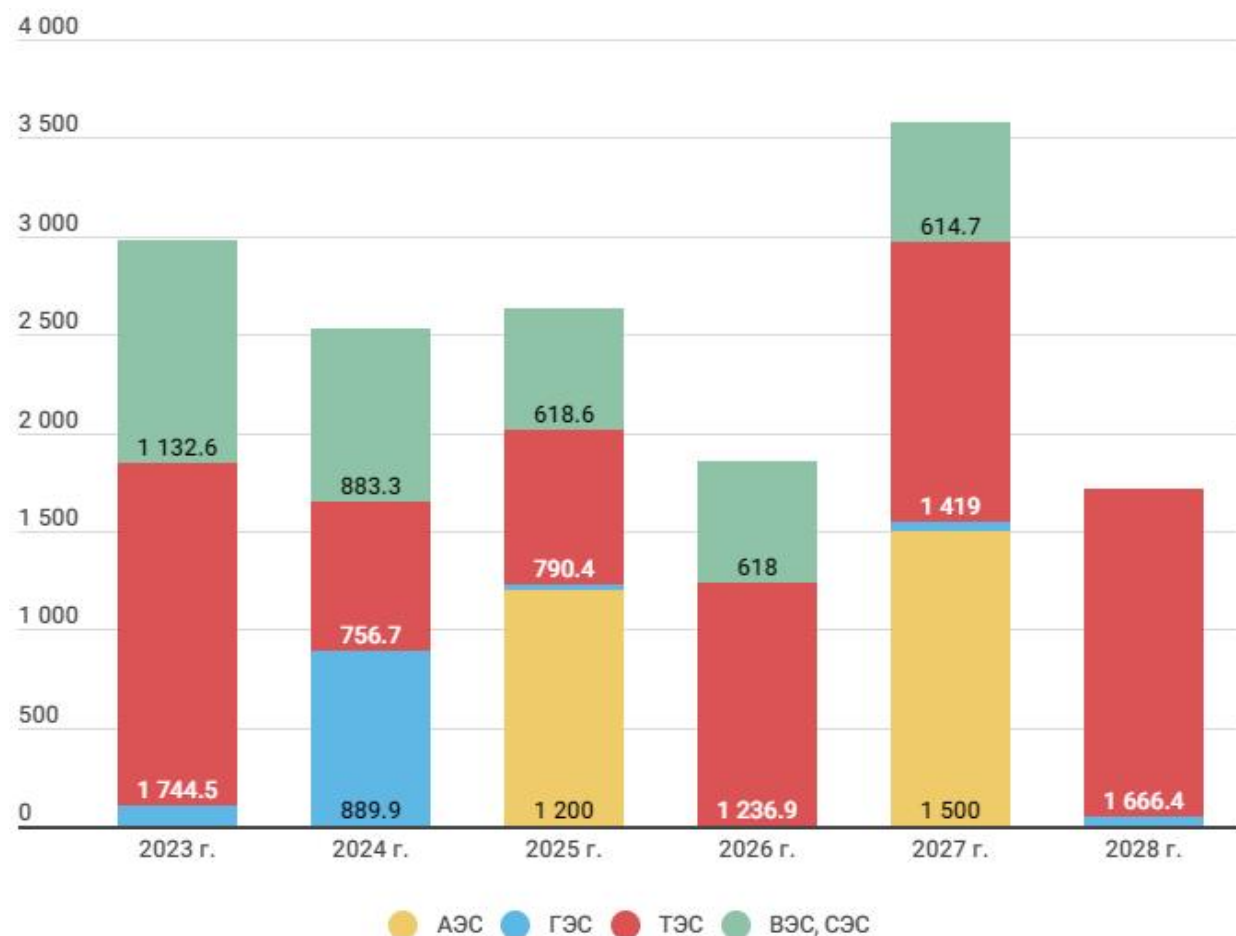
Цены и тарифы в электроэнергетике

Планируемая индексация регулируемых тарифов на электроэнергию составит с 1 декабря 2022 г. +9%, с 1 июля 2024 г. +6%, с 1 июля 2025 г. +5%. Стоит отметить, что в отдельных регионах могут быть установлены иные тарифы по решению Правительства РФ или ФАС России.

Изменение установленной мощности генерирующего оборудования

С 2023 г. по 2028 г. планируется вывести из эксплуатации 5 198,7 МВт, из которых 1 000 МВт приходится на АЭС, а все остальное на устаревшее оборудование ТЭС, которые нуждается в модернизации.

Ввод генерирующих мощностей на 2023-2028 гг., МВт

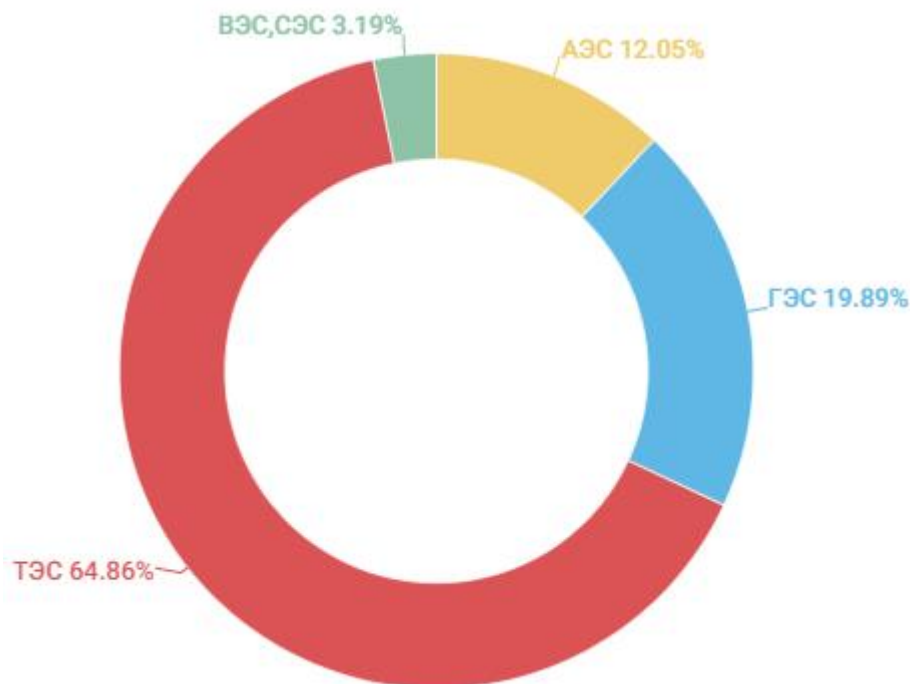


Всего за следующие 5 лет планируется ввести 15 289,6 МВт новых генерирующих мощностей. В итоге общая установленная электрическая мощность увеличится на 4,72% до 259 299,9 МВт.

Более 25% (3 867,2 МВт) от новых вводимых в эксплуатацию мощностей составит ВИЭ – ветряные и солнечные электростанции. Но нужно сделать уточнение, что в структуре вводимых ВЭС в 2024 году учитывается и ввод в эксплуатацию Чистопольской ВЭС в Татарстане мощностью 71,5 МВт, которая была заменена на Родниковскую ВЭС в Ставропольском крае, от строительства которой компания ПАО «ЭЛ5-Энерго» отказалась.

Из наиболее крупных проектов в 2024 году планируется окончание строительства Загорской ГАЭС мощностью 840 МВт, которая принадлежит ПАО «РусГидро».

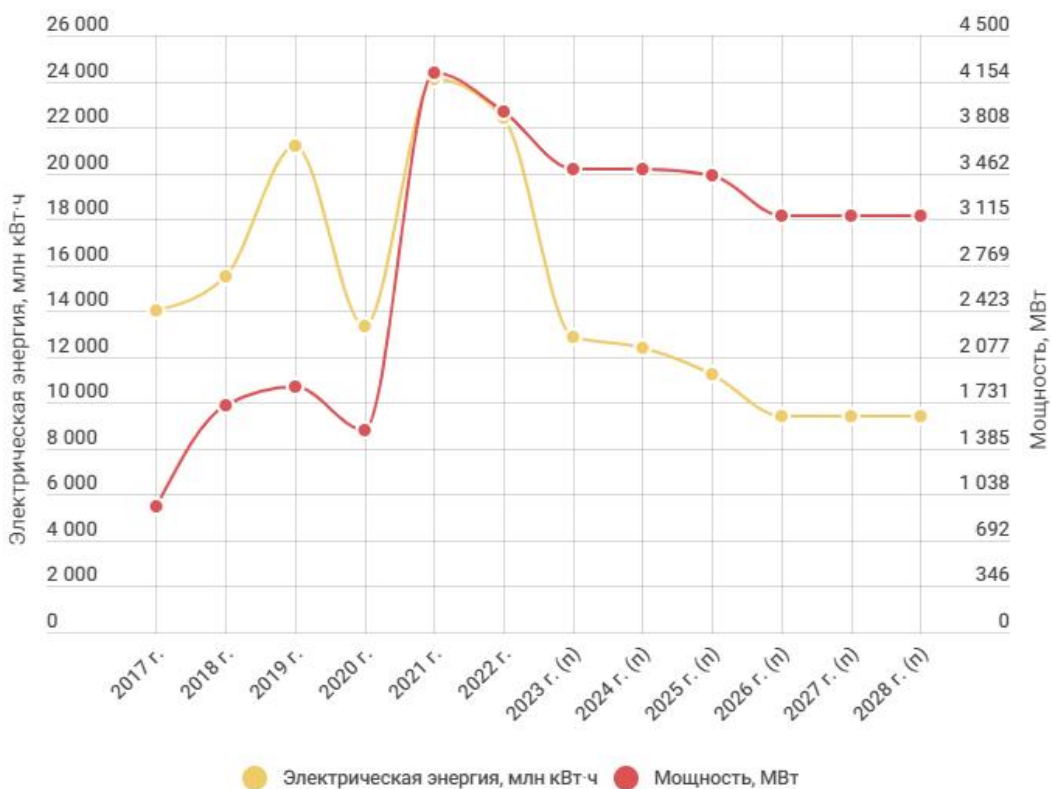
Структура установленной мощности на конец 2028 г.:



В структуре установленной мощности особых изменений не ожидается, но стоит отметить увеличение доли ВИЭ с 1,78% до 3,19% и снижение доли ТЭС с 66,05% до 64,86%.

Далее перейдём к прогнозу экспорта электроэнергии, который, в основном, касается компании ПАО «Интер РАО».

Динамика прогноза экспорта электроэнергии и мощности на 2023-2028 гг.:



После 2022 года наблюдается резкое снижение экспорта электроэнергии. К 2028 году ожидается падение экспорта электроэнергии на 58% с 22 400 млн кВт·ч до 9 431 млн кВт·ч. Более подробно о причинах сокращения продаж э/э зарубеж и его влиянии на финансовые показатели компании можно ознакомиться в статье [Как отразится на «Интер РАО» прекращение экспорта электроэнергии.](#)

Основным направлением экспорта электроэнергии станет Китай, но Финляндия все также будет оставаться одним из основных покупателей. С 2026 года экспорт в страны Балтии полностью прекратится.

Среднегодовой темп роста потребления электроэнергии составит 1,8%, что ниже темпов роста ВВП. Но индексация тарифов на электроэнергию, а также ввод новых мощностей и модернизация старого генерирующего оборудования по программе ДПМ и КОММод окажет поддержку в росте выручки и финансовых показателей генерирующих компаний.

Очень мелкими шагами ЕЭС России движется в сторону «озеленения» производства электроэнергии. В структуре установленной мощности доля ВИЭ в виде ветряных и солнечных электростанций на конец 2028 года увеличится до 3%.

От сокращения экспорта электроэнергии в Европу пострадает «Интер РАО». Для восполнения потерь компания планирует перенаправить экспорт на восток и увеличить продажи в Китай.

3. Система единиц СИ, применяемых в электротехнике и электронике.

| Наименование электрической величины | Наименование единицы | Выражение через единицы СИ | Обозначение единицы | |
|-------------------------------------|----------------------|---|---------------------|------------------|
| | | | русское | международное |
| Сила тока | ампер | A | A | A |
| Количество электричества, заряд | кулон | $A \cdot c = Кл$ | Кл | C |
| Потенциал, напряжение, ЭДС | вольт | $кг \cdot м^2 / (A \cdot c^3) = В$ | В | V |
| Напряженность электрического поля | вольт на метр | $кг \cdot м / (A \cdot c^3) = В/м$ | В/м | V/m |
| Электрическая ёмкость | фарад | $A^2 \cdot c^4 / (кг \cdot м^2) = c/Ом$ | Ф | F |
| Плотность тока | ампер на кв. метр | $A/м^2$ | $A/м^2$ | $A/м^2$ |
| Сопротивление | Ом | $кг \cdot м^2 / (A^3 \cdot c^3) = В/A$ | Ом | Ω |
| Проводимость | сименс | $A^2 \cdot c^3 / (кг \cdot м^2) = 1/Ом$ | См | S |
| Удельное сопротивление | Ом-метр | $кг \cdot м^3 / (A^2 \cdot c^3) = Ом \cdot м$ | Ом · м | $\Omega \cdot m$ |
| Удельная проводимость | сименс на метр | $A^2 \cdot c^3 / (кг \cdot м^2) = 1/Ом \cdot м$ | См/м | S/m |
| Полная мощность | вольт-ампер | $кг \cdot м^2 / c^3 = В \cdot A$ | $V \cdot A$ | $V \cdot A$ |
| Активная мощность | ватт | | Вт | Wt |
| Реактивная мощность | вар | $кг \cdot м^2 / c^3 = В \cdot Ар$ | $V \cdot Ар$ | var |

Московский образовательный комплекс ЗАПАД

| Электрическая величина | | Единицы измерения | | | | | | Соотношение между кратными и дольными единицами и основной |
|------------------------|----------------------|-------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------|--|
| Наименование | Принятое обозначение | Основная | | | Кратная или дольная | | | |
| | | Наименование | Русское обозначение | Международное | Наименование | Русское обозначение | Международное | |
| Сопротивление | R, r | ом | Ом | Ω | мегаом | МОм | $M\Omega$ | $1 \text{ МОм} = 10^6 \text{ Ом}$ |
| | | | | | килоом | кОм | $k\Omega$ | $1 \text{ кОм} = 10^3 \text{ Ом}$ |
| Ток | I, i | ампер | А | А | миллиампер | мА | mA | $1 \text{ мА} = 10^{-3} \text{ А}$ |
| | | | | | микроампер | мкА | μA | $1 \text{ мкА} = 10^{-6} \text{ А}$ |
| Напряжение и ЭДС | U, u E, e | вольт | В | V | киловольт | кВт | kV | $1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В}$ |
| | | | | | милливольт | мВт | mV | $1 \text{ мВ} = 10^{-3} \text{ В}$ |
| | | | | | микровольт | мкВт | μV | $1 \text{ мкВ} = 10^{-6} \text{ В}$ |
| Мощность | P | ватт | Вт | W | гигаватт | ГВт | GW | $1 \text{ ГВт} = 10^9 \text{ Вт}$ |
| | | | | | мегаватт | МВт | MW | $1 \text{ МВт} = 10^6 \text{ Вт}$ |
| | | | | | киловатт | кВт | kW | $1 \text{ кВт} = 10^3 \text{ Вт}$ |
| | | | | | милливатт | мВт | mW | $1 \text{ мВт} = 10^{-3} \text{ Вт}$ |
| | | | | | микроватт | мкВт | μW | $1 \text{ мкВт} = 10^{-6} \text{ Вт}$ |
| Индуктивность | L | генри | Гн | H | миллигенри | мГн | mH | $1 \text{ мГн} = 10^{-3} \text{ Гн}$ |
| | | | | | микрогенри | мкГн | μH | $1 \text{ мкГн} = 10^{-6} \text{ Гн}$ |