Общество с ограниченной ответственностью
«Центр консалтинговых услуг ТЕУС»
(ООО «ЦКУ ТЕУС»)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «ЦКУ ТЕУС»
Ананко В.С.

«__» _____ 2026 г.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Программа профессиональной переподготовки
«Электроэнергетика и электротехника»
(1100 часов)

г. Севастополь
2026 г.

Оглавление

1. Цели и задачи программы профессиональной переподготовки, планируемые результаты обучения
2. Учебный план программы профессиональной переподготовки
3. Учебно-тематический план программы профессиональной переподготовки
4. Содержание программы профессиональной переподготовки
5. Оценка качества освоения программы
6. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Цели и задачи программы профессиональной переподготовки, планируемые результаты обучения

Образовательная программа профессиональной переподготовки «Электроэнергетика и электротехника» разработана в соответствии с Нормативно-техническими документами**:** ПУЭ (Правила устройства электроустановок), ПТЭЭП (Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей), Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (Приказ Минтруда № 903н); **П**рофессиональными стандартами**:** 16.050 (Специалист по эксплуатации электростанций и сетей), 16.066 (Специалист по РЗА), 16.074 (Специалист по диагностике электрооборудования); Квалификационными требованиями ЕКС/ЕТКС к должности «Инженер-энергетик»; Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказа Минобрнауки России от 24 марта 2025 г. № 266 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» и других нормативно правовых актов.

Программа является учебно-методическим нормативным документом, регламентирующим содержание, организационно-методические формы и трудоемкость обучения.

Основная цель программы профессиональной переподготовки – формирование у слушателей целостной системы теоретических знаний и закрепление практических навыков (профессиональных компетенций), необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности в сфере электроэнергетики и электротехники, включая проектирование, эксплуатацию, техническое обслуживание, диагностику и ремонт электроустановок, с обеспечением требований электробезопасности и нормативно-правовых актов**.**

Категория слушателей программы

Лица, желающие освоить программу профессиональной переподготовки «Электроэнергетика и электротехника» должны иметь среднее профессиональное или высшее образование, или получать такое образование на момент поступления на обучение. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

Для прохождения обучения по данному курсу требования к стажу работы не предъявляются.

Цель реализации программы профессиональной переподготовки «Электроэнергетика и электротехника» направлена на получение слушателями компетенций, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности.

В результате освоения программы слушатели приобретут системные знания для выполнения нового вида профессиональной деятельности в сфере электроэнергетики и электротехники, с формированием (совершенствованием) следующих профессиональных компетенций:

- Способность применять нормы Федерального закона № 35-ФЗ «Об электроэнергетике», ПУЭ, ПТЭЭП и правила охраны труда при эксплуатации электроустановок.
- Готовность оформлять техническую документацию, вести оперативные журналы, составлять акты, протоколы испытаний и предписания по результатам проверок.
- Владение методами расчёта электрических цепей постоянного и переменного тока, трёхфазных систем, электромагнитных полей и переходных процессов.
- Способность выполнять расчёты токов короткого замыкания, тепловых импульсов, потерь напряжения и мощности в линиях электропередачи.

- Готовность выбирать электрические аппараты, кабели, трансформаторы, выключатели и разъединители по условиям термической, электродинамической стойкости и пропускной способности.
- Способность проектировать главные схемы электрических соединений подстанций и распределительных устройств (РУ) всех классов напряжения.
- Умение организовывать техническое обслуживание и ремонт (ППР) электрооборудования: трансформаторов, электродвигателей, генераторов, коммутационных аппаратов.
- Навыки выполнения оперативных переключений, управления режимами работы электроэнергетических систем и сетей.
- Способность диагностировать техническое состояние оборудования методами тепловизионного контроля, измерения сопротивления изоляции, хроматографии масла и регистрации частичных разрядов.
- Владение принципами построения релейной защиты, умение настраивать уставки МТЗ, токовых отсечек, дифференциальных и дистанционных защит.
- Способность выбирать и эксплуатировать микропроцессорные терминалы РЗА, устройства АПВ, АЧР, АВР и противоаварийной автоматики.
- Умение анализировать влияние реактивной нагрузки на режимы напряжения и потери, подбирать конденсаторные установки и фильтрокомпенсирующие устройства.
- Готовность рассчитывать экономию электроэнергии при внедрении частотно-регулируемого привода и других энергосберегающих технологий.
- Способность оценивать риск отказа оборудования по результатам диагностики и разрабатывать планы внеочередных испытаний и ремонтов.
- Умение составлять дефектные ведомости, оформлять наряды-допуски, организовывать работу ремонтных бригад и осуществлять приёмку оборудования после ремонта.
- Готовность обеспечивать безопасные условия труда, проводить инструктажи, проверять наличие и состояние средств защиты, контролировать соблюдение групп допуска.
- Способность анализировать предписания Ростехнадзора, устранять нарушения и оценивать административные и финансовые последствия.
- Умение взаимодействовать с диспетчерскими службами, сетевыми организациями и энергосбытовыми компаниями в рамках договорных отношений и технологических присоединений.
- Готовность вести учёт электроэнергии, участвовать в энергоаудитах, анализировать качество электроэнергии по ГОСТ 32144-2013 и разрабатывать мероприятия по его улучшению.
- Способность осваивать новое оборудование: цифровые подстанции, интеллектуальные системы мониторинга, средства автоматизации на базе МЭК 61850, системы предиктивной аналитики и элементы Smart Grid.

Организационно-педагогические условия:

Профессиональная переподготовка проводится квалифицированными специалистами, имеющими высшее образование, обладающими соответствующими знаниями и практическим опытом работы.

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе – 1100 часов, включая все виды аудиторной, внеаудиторной (самостоятельной) и практической учебной работы слушателя.

Форма обучения: Программа профессиональной переподготовки «Электроэнергетика и электротехника» реализуется посредством следующих форм обучения:

дистанционная форма обучения.

Обучение проводится с применением дистанционных образовательных технологий, которые содержат электронные учебно - методические материалы, нормативные документы, вебинары и реализуются с применением информационно – телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий местом осуществления образовательной деятельности является место нахождения организации, осуществляющей образовательную деятельность, или ее филиала независимо от места нахождения обучающихся (п.4. ст.16 Федерального закона № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 г. «Об образовании в Российской Федерации»).

Самостоятельные занятия направлены на закрепление и расширение учебного материала, развитие творческого мышления слушателей и формирование устойчивых знаний и умений.

Обучающийся должен знать:

1. Нормативно-правовую базу

- Структуру и содержание Федерального закона № 35-ФЗ «Об электроэнергетике», правила оптового и розничного рынков электроэнергии, порядок технологического присоединения и тарифообразования.
- Основные разделы ПУЭ (Правил устройства электроустановок) по выбору проводников, аппаратов защиты, заземлению, молниезащите, прокладке кабелей и осветительным сетям.
- Требования ПТЭЭП (Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей) к организации эксплуатации, ведению документации, проведению ППР, осмотров и испытаний.
- Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок (Приказ Минтруда № 903н), группы допуска по электробезопасности, порядок оформления нарядов-допусков, виды и сроки проверки знаний персонала.

2. Теоретические основы электротехники и энергетики

- Законы Ома и Кирхгофа для цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта (контурных токов, узловых потенциалов, симметричных составляющих).
- Способы представления синусоидальных величин (векторы, комплексные числа), расчёт активной, реактивной и полной мощности, коэффициента мощности, потерь в линиях.
- Законы электромагнетизма (Максвелла, Ампера, Фарадея), принципы расчёта магнитных цепей, свойства ферромагнитных материалов, потери в стали.
- Классификацию электротехнических материалов: проводников, диэлектриков, магнитных материалов, их свойства (удельное сопротивление, электрическая прочность, нагревостойкость, старение).
- Принципы работы элементов полупроводниковой электроники (диоды, транзисторы, тиристоры, IGBT), выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты, ШИМ-модуляции.
- Устройство и принцип действия электрических машин: асинхронных и синхронных двигателей, турбо- и гидрогенераторов, их характеристики, пуск, регулирование, защиту.

3. Устройство и параметры электроэнергетических систем и сетей

- Структуру ЕЭС России, объединённые энергосистемы, номинальные напряжения (от 0,4 до 1150 кВ), классификацию сетей, схемы соединения линий.
- Погонные параметры линий (активное, индуктивное, ёмкостное сопротивление), способы расчёта потерь напряжения и мощности, экономическую плотность тока, пропускную способность.

• Режимы работы нейтрали (глухозаземлённая, изолированная, резистивная), способы заземления и их особенности для разных классов напряжения, расчёт заземляющих устройств.
• Виды коротких замыканий, расчёт токов КЗ (трёхфазных, двухфазных), ударного тока, теплового импульса, влияние переходных процессов на оборудование.
• Принципы оперативного управления, автоматического повторного включения (АПВ), частотной разгрузки (АЧР), противоаварийной автоматики.

4. Электрические станции и подстанции

• Устройство ТЭС, ГЭС, АЭС, ВИЭ, их основное оборудование (котлы, турбины, генераторы, реакторы, системы охлаждения, водоподготовки).
• Конструкцию открытых, закрытых и комплектных (КРУЭ) распределительных устройств, схемы РУ (секционированные шины, мостик, многоугольник), правила маркировки, заземления, блокировок.
• Устройство силовых трансформаторов и автотрансформаторов, схемы замещения, потери, напряжение КЗ, способы регулирования (РПН, ПБВ), системы охлаждения (М, Д, ДЦ, НЦ), критерии выбора мощности.
• Схемы собственных нужд подстанций, источники оперативного тока (аккумуляторы, выпрямители), требования к резервированию и АВР.

5. Электрические аппараты и силовая электроника

• Устройство и характеристики выключателей (масляных, элегазовых, вакуумных), разъединителей, предохранителей, контакторов, их выбор по номинальным параметрам и стойкости к КЗ.
• Конструкцию, режимы работы и способы регулирования асинхронных и синхронных двигателей, генераторов, их защиту, системы охлаждения и возбуждения.
• Силовые полупроводниковые приборы (диоды, тиристоры, IGBT, MOSFET), схемы выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты, рекуперацию энергии, системы охлаждения и защиты.

6. Релейная защита и автоматика

• Принципы селективности, чувствительности и быстродействия релейной защиты; виды защит: токовые, дифференциальные, дистанционные.
• Устройство и настройку максимальной токовой защиты, токовых отсечек, газовой и дифференциальной защиты трансформаторов, защиты линий и генераторов.
• Микропроцессорные терминалы РЗА, протоколы связи (МЭК 61850, Modbus), архитектуру цифровых подстанций, синхронизацию, самодиагностику, осциллографирование.
• Физику высоковольтного разряда, пробой газов, жидкостей и твёрдых диэлектриков, виды перенапряжений (атмосферные, коммутационные), способы защиты (ОПН, разрядники, молниеотводы).

7. Электроснабжение, качество и энергоэффективность

• Категории надёжности электроприёмников (I, II, III), схемы резервирования, требования к электроснабжению ответственных потребителей, устройства АВР и ИБП.
• Методы расчёта электрических нагрузок (по установленной мощности, коэффициенту спроса, использованию), определение пиковых нагрузок, учёт сезонности и несимметрии.
• Критерии выбора сечения кабелей и проводов по нагреву, потере напряжения, экономической плотности тока, термической стойкости; поправочные коэффициенты.
• Способы компенсации реактивной мощности (конденсаторные батареи, синхронные компенсаторы, STATCOM), выбор мощности, регулирование, защиту, расчёт экономии.
• Нормируемые показатели качества электроэнергии по ГОСТ 32144-2013: отклонение напряжения, частоты, несинусоидальность, несимметрия, фликер; методы измерений.

8. Эксплуатация, диагностика и ремонт

• Организацию эксплуатации электроустановок, графики ППР, виды ремонтов, порядок вывода оборудования и ввода после ремонта, ведение технической документации.
• Неразрушающие методы диагностики: тепловизионный контроль, измерение сопротивления изоляции (мегаомметр), коэффициент абсорбции, высоковольтные испытания, частичные разряды, хроматографию масла, метод частотного отклика (FRA).
• Критерии оценки технического состояния трансформаторов, выключателей, кабелей, остаточный ресурс, классификацию дефектов, план устранения.
• Показатели надёжности (интенсивность отказов, наработка на отказ, коэффициент готовности), методы резервирования, расчёт надёжности схем, нормативы.
• Порядок планирования и проведения плановых и аварийных ремонтов, приёмку оборудования, оформление актов и протоколов испытаний.
9. Охрана труда, промышленная безопасность и взаимодействие с контролирующими органами
• Требования к персоналу по электробезопасности, группы допуска, порядок проверки знаний, инструктажи, медицинские осмотры.
• Средства защиты (основные и дополнительные), их классификацию, сроки испытаний, нормы выдачи СИЗ.
• Действия при поражении электрическим током (первая помощь), меры пожарной безопасности в электроустановках.
• Порядок расследования нарушений, взаимодействие с Ростехнадзором, исполнение предписаний, административную и уголовную ответственность.

Обучающийся должен уметь:

1. Применять нормативно-правовую базу
• Применять положения Федерального закона № 35-ФЗ, ПУЭ, ПТЭЭП и правил охраны труда при эксплуатации электроустановок, а также организовывать работу в соответствии с предписаниями Ростехнадзора.
2. Проводить расчёты параметров электрических сетей и режимов
• Рассчитывать электрические цепи постоянного и переменного тока, трёхфазные системы, определять токи, напряжения, мощности, потери и коэффициенты мощности.
• Выполнять расчёты токов короткого замыкания (трёхфазных, двухфазных), ударных токов и тепловых импульсов для выбора оборудования, а также оценивать термическую и электродинамическую стойкость аппаратов.
• Определять параметры линий электропередачи (активные, индуктивные, ёмкостные сопротивления), рассчитывать потери напряжения и мощности, выбирать сечения проводников по нагреву, потере напряжения и экономической плотности тока.
3. Проектировать и выбирать оборудование
• Разрабатывать главные схемы электрических соединений подстанций (220/110/10 кВ) с выбором трансформаторов, выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов и обоснованием секционирования.
• Выбирать электрические аппараты (выключатели, разъединители, предохранители, контакторы) и кабельно-проводниковую продукцию по каталогам, с учётом условий эксплуатации и требований ПУЭ.
• Подбирать частотные преобразователи для асинхронных двигателей насосных установок, рассчитывать параметры нагрузки и оценивать экономию электроэнергии.
4. Настраивать и эксплуатировать релейную защиту и автоматику
• Рассчитывать уставки максимальной токовой защиты (МТЗ) и токовых отсечек для линий 10 кВ, проверять чувствительность при двухфазных КЗ на конце линии и согласовывать защиты смежных элементов.
• Эксплуатировать микропроцессорные терминалы РЗА, задавать уставки, считывать осциллограммы, анализировать аварийные события и корректировать параметры защиты.

• Настраивать устройства автоматики (АПВ, АЧР, АВР) и применять противоаварийную автоматику для предотвращения нарушения устойчивости энергосистемы.

5. Диагностировать и оценивать состояние оборудования

• Проводить тепловизионный контроль контактных соединений, интерпретировать термограммы, определять категории дефектов и оценивать риск отказа оборудования.

• Измерять сопротивление изоляции мегаомметром, определять коэффициент абсорбции, проводить испытания повышенным напряжением и оценивать частичные разряды.

• Выполнять хроматографический анализ трансформаторного масла, оценивать состояние обмоток по методу частотного отклика (FRA), прогнозировать остаточный ресурс.

6. Планировать и организовывать ремонтные работы

• Разрабатывать графики планово-предупредительных ремонтов (ППР), составлять дефектные ведомости и планы ремонта трансформаторов, выключателей, кабельных линий.

• Оформлять наряды-допуски на производство работ в электроустановках, назначать ответственных и производителей работ, организовывать работу бригады и осуществлять приёмку оборудования после ремонта.

7. Компенсировать реактивную мощность и повышать энергоэффективность

• Анализировать влияние реактивной нагрузки на отклонения напряжения у удалённых потребителей, подбирать конденсаторные установки и выбирать место их подключения (на 10 кВ или 0,4 кВ) с учётом технико-экономических показателей.

• Рассчитывать экономию электроэнергии и срок окупаемости при внедрении частотно-регулируемого привода и других энергосберегающих технологий.

8. Управлять режимами работы электроэнергетических систем

• Моделировать послеаварийные режимы в линиях 110 кВ (в том числе двухцепных), определять перетоки мощности, выбирать уставки автоматики и предлагать режимы нормализации.

• Выполнять оперативные переключения, вести оперативную документацию, взаимодействовать с диспетчерскими службами при выводе оборудования в ремонт и вводе в работу.

9. Анализировать качество электроэнергии и соблюдать нормы

• Проводить измерения качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013: отклонение напряжения, частоты, несинусоидальность, несимметрию, фликер.

• Выявлять причины низкого качества электроэнергии и разрабатывать мероприятия по улучшению показателей (установка фильтров, стабилизаторов, выбор рациональных режимов).

10. Обеспечивать электробезопасность и охрану труда

• Проводить инструктажи персонала по электробезопасности, проверять укомплектованность и сроки испытаний средств защиты, организовывать безопасный допуск бригад.

• Оказывать первую помощь при поражении электрическим током и организовывать действия при аварийных ситуациях в электроустановках.

11. Оформлять техническую документацию

• Вести оперативные журналы, журналы дефектов, акты разграничения балансовой принадлежности, протоколы испытаний и измерений, предписания и отчёты по результатам проверок.

• Составлять акты выполненных работ, дефектные ведомости, заявки на отключение оборудования и другие документы в соответствии с ПТЭЭП и требованиями Ростехнадзора.

Обучающийся должен владеть:

1. Инструментальными и измерительными навыками

- Методами работы с измерительными приборами: мегаомметрами, микроомметрами, тепловизорами, анализаторами качества электроэнергии, осциллографами и регистраторами аварийных событий.
- Методиками проведения тепловизионного контроля контактных соединений, интерпретации термограмм и категорирования дефектов по степени опасности.
- Технологией измерения сопротивления изоляции, коэффициента абсорбции, переходного сопротивления контактов и сопротивления заземляющих устройств.
- Методами высоковольтных испытаний изоляции (пробой, измерение тангенса угла диэлектрических потерь, регистрация частичных разрядов).

2. Расчётными и проектными методами

- Методами расчёта электрических цепей (постоянного и переменного тока), трёхфазных систем, электромагнитных полей, переходных процессов с использованием комплексных чисел и метода симметричных составляющих.
- Алгоритмами расчёта токов короткого замыкания, ударных токов, тепловых импульсов для выбора и проверки оборудования по термической и электродинамической стойкости.
- Методиками выбора сечения кабелей и проводов по нагреву, потере напряжения, экономической плотности тока и термической стойкости с использованием таблиц ПУЭ и поправочных коэффициентов.
- Методами расчёта потерь мощности и напряжения в линиях электропередачи с учётом активных, индуктивных и ёмкостных параметров.
- Технологией проектирования главных схем электрических соединений подстанций (в том числе с использованием типовых схем) и обоснованием секционирования РУ.
- Методиками подбора частотных преобразователей, конденсаторных установок и другого компенсирующего оборудования с оценкой экономической эффективности.

3. Навыками работы с релейной защитой и автоматикой

- Технологией расчёта уставок максимальной токовой защиты (МТЗ) и токовых отсечек для линий 10 кВ с проверкой чувствительности к двухфазным КЗ на конце линии.
- Навыками настройки микропроцессорных терминалов РЗА: задание уставок, чтение осциллограмм, анализ аварийных событий, программирование логики защит.
- Методами согласования защит смежных элементов (ступень селективности, карта селективности) с выбором независимых или зависимых время-токовых характеристик.
- Навыками проверки работоспособности устройств автоматики (АПВ, АЧР, АВР, АОПО) при плановых испытаниях.

4. Навыками технической эксплуатации и диагностики

- Методами организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования: трансформаторов, выключателей, разъединителей, кабельных линий, электродвигателей и генераторов.
- Методиками диагностики маслонаполненного оборудования (хроматография масла, определение влагосодержания, газосодержания) и оценки остаточного ресурса.
- Технологией диагностики кабельных линий методами импульсной рефлектометрии, измерения частичных разрядов и высоковольтных испытаний.
- Методами тепловизионного контроля и оценки состояния токоведущих частей, контактных соединений и изоляции под нагрузкой.

5. Навыками оформления технической документации

- Методикой составления и оформления нарядов-допусков, распоряжений, заявок на отключение оборудования, бланков оперативных переключений.
- Технологией ведения оперативных журналов, журналов дефектов, журналов учёта средств защиты и проверок знаний персонала.

• Навыками разработки графиков ППР, составления дефектных ведомостей, актов выполненных работ и протоколов испытаний.
• Методами оформления отчётной документации по результатам проверок Ростехнадзора, составления планов устранения нарушений и ответов на предписания.
6. Компетенциями в области компенсации реактивной мощности и энергоэффективности
• Методами анализа влияния реактивной нагрузки на отклонения напряжения и потери, расчёта требуемой мощности конденсаторных установок и выбора места их установки.
• Навыками расчёта экономии электроэнергии и срока окупаемости при внедрении энергосберегающих технологий (частотный привод, компенсация реактивной мощности, оптимизация режимов).
7. Навыками моделирования и управления режимами
• Методикой моделирования послеаварийных режимов в электрических сетях (в том числе двухцепных линий 110 кВ) с определением перетоков мощности и предложением режимов нормализации.
• Методами расчёта установившихся и переходных режимов с учётом работы средств противоаварийной автоматики (АЧР, АОСН, АПНУ).
• Алгоритмами действий при оперативных переключениях, выводах оборудования в ремонт и вводе в работу, взаимодействии с диспетчерскими службами.
8. Навыками электробезопасной организации работ
• Навыками организации безопасного допуска бригад к работам в электроустановках (до и выше 1000 В) с проверкой групп по электробезопасности и средств защиты.
• Методиками оказания первой помощи при поражении электрическим током, проведения сердечно-лёгочной реанимации и транспортировки пострадавших.
• Навыками контроля состояния средств защиты (диэлектрические перчатки, боты, указатели напряжения, изолирующие штанги) и организации их периодических испытаний.
• Методами анализа предписаний Ростехнадзора, оценки штрафных санкций и разработки планов устранения нарушений.

2. Учебный план программы профессиональной переподготовки

Основная цель вида профессиональной деятельности заключается в овладении слушателями компетенциями, необходимыми для обеспечения безопасного, надежного и эффективного строительства, ремонта, содержания и эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов в соответствии с нормативно-техническими требованиями Российской Федерации.

Трудоемкость обучения – 1100 академических часов.

Форма подготовки: с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Режим занятий: не более 8 часов в день.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование компонентов программы	Продолжительность, час.
1	**Нормативно-правовое регулирование в электроэнергетике**	**134**
2	**Теоретические основы электротехники и общая энергетика**	**136**
3	**Электроэнергетические системы и сети**	**137**
4	**Электрические станции и подстанции**	**137**

5	**Электрические машины, аппараты и силовая электроника**	**137**
6	**Релейная защита, автоматика и техника высоких напряжений**	**137**
7	**Электроснабжение потребителей, качество и энергоэффективность**	**137**
8	**Эксплуатация, диагностика, надежность и ремонт электрооборудования**	**137**
Итоговая аттестация и проверка знаний		**8**
ИТОГО		**1100**

3. Учебно-тематический план программы профессиональной переподготовки

№ п/п	Наименование дисциплин	Всего часов	Теория	Самост. работа
Раздел 1	**Нормативно-правовое регулирование в электроэнергетике**	**134**	**99**	**35**
1.1.	Законодательная база электроэнергетики	**34**	26	8
1.2.	Правила устройства электроустановок (ПУЭ)	**30**	22	8
1.3.	Правила технической эксплуатации (ПТЭЭП)	**33**	25	8
1.4.	Охрана труда и электробезопасность (группы допуска, нормы)	**34**	26	8
1.5.	Практические кейсы: Анализ предписаний Ростехнадзора по результатам проверки действующей подстанции	**3**	-	3
Раздел 2	**Теоретические основы электротехники и общая энергетика**	**136**	**85**	**51**
2.1.	Электрические цепи постоянного и переменного тока	**22**	14	8
2.2.	Трёхфазные цепи, симметричные и несимметричные режимы	**22**	14	8
2.3.	Электромагнитные и электромеханические системы	**22**	14	8
2.4.	Электротехнические материалы (проводники, диэлектрики, магнитные материалы)	**22**	14	8
2.5.	Электронная техника и измерительные преобразователи	**23**	15	8
2.6.	Общая энергетика (виды генерации, принципы работы ТЭС, ГЭС, АЭС, ВИЭ)	**22**	14	8
2.7.	Практические кейсы: Расчёт тока короткого замыкания в точке присоединения нового объекта, выбор автоматического выключателя по условиям термической и электродинамической стойкости	**3**	-	3
Раздел 3	**Электроэнергетические системы и сети**	**137**	**94**	**43**
3.1.	Структура ЕЭС России, схемы сетей, номинальные напряжения	**30**	22	8
3.2.	Параметры линий электропередачи, расчёт потерь напряжения и мощности	**27**	19	8
3.3.	Режимы работы нейтрали, заземление в сетях разных напряжений	**27**	19	8

3.4.	Переходные процессы в системах (установившиеся и переходные режимы)	**25**	17	8
3.5.	Оперативные переключения, противоаварийная автоматика (основы)	**25**	17	8
3.6.	Практические кейсы: Моделирование послеаварийного режима в двухцепной линии 110 кВ. Определение перетоков мощности, выбор уставок автоматики, предложение режима нормализации	**3**	-	3
Раздел 4	**Электрические станции и подстанции**	**137**	**102**	**35**
4.1.	Типы электростанций, основное оборудование и технологические схемы	**33**	25	8
4.2.	Распределительные устройства (РУ) – открытые, закрытые, КРУЭ	**33**	25	8
4.3.	Силовые трансформаторы, автотрансформаторы, выбор мощности	**34**	26	8
4.4.	Схемы собственных нужд подстанций, оперативный ток	**34**	26	8
4.5.	Практические кейсы: Проектирование главной схемы электрических соединений ПС 220/110/10 кВ с двумя трансформаторами	**3**	**-**	3
Раздел 5	**Электрические машины, аппараты и силовая электроника**	**137**	**102**	**35**
5.1.	Асинхронные и синхронные двигатели – конструкция, пуск, регулирование	**33**	25	8
5.2.	Генераторы (турбогенераторы, гидрогенераторы) – режимы работы	**33**	25	8
5.3.	Электрические аппараты (выключатели, разъединители, предохранители)	**34**	26	8
5.4.	Силовая полупроводниковая техника – выпрямители, инверторы, преобразователи частоты	**34**	26	8
5.5.	Практические кейсы ПК 5: Подбор частотного преобразователя для насосной установки с асинхронным двигателем. Расчёт параметров нагрузки, выбор типа преобразователя, оценка экономии электроэнергии	**3**	**-**	3
Раздел 6	**Релейная защита, автоматика и техника высоких напряжений**	**137**	**94**	**43**
6.1.	Принципы релейной защиты (селективность, чувствительность, быстродействие)	**27**	19	8
6.2.	Защита линий, трансформаторов, генераторов – токовые, дифференциальные, дистанционные	**27**	19	8
6.3.	Микропроцессорные терминалы РЗА, цифровые подстанции	**27**	19	8
6.4.	Физика высоковольтного разряда, изоляция, перенапряжения	**27**	19	8
6.5.	Молниезащита и ограничители перенапряжений	**26**	18	8

6.6.	Практические кейсы: Расчёт уставок максимальной токовой защиты для линии 10 кВ, проверка чувствительности при двухфазном КЗ на конце линии, согласование с защитой смежного элемента	**3**	-	3
Раздел 7	**Электроснабжение потребителей, качество и энергоэффективность**	**137**	**94**	**43**
7.1.	Категории надёжности электроприёмников, схемы электроснабжения	**27**	19	8
7.2.	Расчёт электрических нагрузок промышленных и городских сетей	**27**	19	8
7.3.	Выбор сечения проводов и кабелей, проверка по потере напряжения	**27**	19	8
7.4.	Компенсация реактивной мощности, коррекция коэффициента мощности	**27**	19	8
7.5.	Мониторинг качества электроэнергии, нормы ГОСТ	**26**	18	8
7.6.	Практические кейсы: Анализ отклонений напряжения у удалённого потребителя – расчёт влияния реактивной нагрузки, подбор конденсаторной установки и выбор места её подключения	**3**	-	3
Раздел 8	**Эксплуатация, диагностика, надежность и ремонт электрооборудования**	**137**	**94**	**43**
8.1.	Организация эксплуатации электроустановок, графики ППР	**27**	19	8
8.2.	Методы диагностики (термография, частичные разряды, измерение сопротивления изоляции)	**27**	19	8
8.3.	Оценка технического состояния трансформаторов, выключателей, кабелей	**27**	19	8
8.4.	Надёжность элементов систем электроснабжения – показатели, резервирование	**27**	19	8
8.5.	Плановые и аварийные ремонты, приёмка после ремонта	**26**	18	8
8.6.	Практические кейсы: По результатам тепловизионного контроля обнаружен перегрев контакта разъединителя. Необходимо оценить риск отказа, назначить объём внеочередных испытаний, разработать план ремонтных работ и оформить допуск бригады	**3**	-	3
	Итоговая аттестация	**8**		
	Итого	**1100**		

4. Содержание программы профессиональной переподготовки

Раздел 1. Нормативно-правовое регулирование в электроэнергетике

Тема 1.1. Законодательная база электроэнергетики

- Каковы предмет и цели Федерального закона № 35-ФЗ «Об электроэнергетике»
- Перечислите основные субъекты оптового и розничного рынков электроэнергии.
- Что такое «система коммерческого учёта» и как она регламентируется законом

- Каковы полномочия Правительства РФ и Минэнерго в регулировании отрасли
- Какие виды генерации относятся к объектам квалифицированной генерации на ВИЭ
- Какова роль АО «СО ЕЭС» в управлении режимами ЕЭС России
- Какие требования предъявляются к организации розничных рынков электроэнергии
- Какие нормативные акты регулируют порядок технологического присоединения к сетям
- Каковы права и обязанности сетевых организаций перед потребителями
- Какие существуют механизмы государственной поддержки энергосбережения
- Что такое «договор купли-продажи электроэнергии» и его существенные условия
- Каков порядок установления тарифов на передачу электроэнергии
- Какие санкции предусмотрены за неисполнение обязательств на оптовом рынке
- Как законодательно регулируется вывод объектов генерации в ремонт
- Каковы требования к резервированию мощности в соответствии с законом
- Что такое «ценовые зоны» и «неценовые зоны» оптового рынка
- Каким образом законодательство защищает права потребителей с ограниченными возможностями
- Какие изменения в законодательство внесены в последние годы
- Какова роль антимонопольного контроля в электроэнергетике
- Какие международные договоры РФ влияют на электроэнергетическую отрасль

Тема 1.2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ)

- Какова структура ПУЭ (количество разделов, глав, их содержание)
- Какие термины и определения являются ключевыми в ПУЭ
- Каковы классификации электроустановок по напряжению и режиму нейтрали
- Какие требования предъявляются к выбору проводников по нагреву и потере напряжения
- Как ПУЭ регламентирует защиту от перегрузок и коротких замыканий
- Каковы правила выбора аппаратов защиты (автоматы, предохранители) по условиям селективности
- Какие требования ПУЭ к заземлению и занулению электроустановок
- Как нормируются расстояния между токоведущими частями и заземлёнными конструкциями
- Каковы правила прокладки кабелей в земле, трубах и лотках
- Какие требования к осветительным сетям (люминесцентные, светодиодные)
- Как ПУЭ регламентирует установку трансформаторных подстанций
- Каковы требования к распределительным устройствам (РУ) и их маркировке
- Как классифицируются помещения по степени опасности поражения током
- Какие требования к учёту электроэнергии и измерительным трансформаторам
- Как ПУЭ определяет необходимость установки устройств защитного отключения (УЗО)
- Каковы требования к молниезащите зданий и сооружений согласно ПУЭ
- Как нормируются сечения нулевых защитных и рабочих проводников
- Какие правила монтажа шин и присоединений в РУ
- Каковы требования к аварийному освещению и эвакуационным знакам
- Как ПУЭ регламентирует испытания вновь вводимых электроустановок

Тема 1.3. Правила технической эксплуатации (ПТЭЭП)

- Каковы основные задачи и сфера действия ПТЭЭП
- Как организуется техническое обслуживание электрооборудования по ПТЭЭП
- Каковы периодичности планово-предупредительных ремонтов (ППР)
- Как оформляются оперативные переключения и какие документы ведутся

- Каков порядок приёма оборудования в эксплуатацию после монтажа
- Как ПТЭЭП регламентирует контроль изоляции и измерение сопротивления
- Какие требования к организации противоаварийных тренировок персонала
- Как ведётся техническая документация (паспорта, журналы, схемы)
- Каковы нормы на испытания оборудования повышенным напряжением
- Как часто проводятся внеочередные осмотры и по каким причинам
- Какие требования к ведению оперативного журнала и журнала дефектов
- Как ПТЭЭП регламентирует работу систем автоматики и телемеханики
- Каков порядок расследования нарушений в работе электрооборудования
- Как должны содержаться территории подстанций и трассы ВЛ
- Какие требования к маркировке и обозначению оборудования и шин
- Как ПТЭЭП определяет требования к показателям качества электроэнергии
- Каковы нормы хранения резервного оборудования и материалов
- Как организуется взаимодействие с диспетчерскими службами
- Какие требования к проведению энергоаудита по ПТЭЭП
- Как часто пересматриваются инструкции по эксплуатации отдельных установок

Тема 1.4. Охрана труда и электробезопасность (группы допуска, нормы)

- Какие виды воздействия электрического тока на организм человека существуют
- Какие факторы влияют на исход поражения током (путь, частота, время)
- Каковы основные средства защиты (основные и дополнительные) и их классификация
- Какие организационные мероприятия обязательны при работе в электроустановках
- Какие технические мероприятия обеспечивают безопасность при работе со снятием напряжения
- Каковы группы допуска по электробезопасности (I–V) и их требования
- Какова периодичность проверки знаний по охране труда у персонала
- Как оказать первую помощь при поражении током (пошагово)
- Какие плакаты и знаки безопасности применяются в электроустановках
- Каков порядок оформления наряда-допуска и распоряжения
- Какие нормы выдачи СИЗ (каски, диэлектрические перчатки, боты, инструмент)
- Как проводятся заземление переносных заземлений и проверка их состояния
- Какие требования к проведению инструктажей (вводный, первичный, периодический)
- Какова периодичность медицинских осмотров электротехнического персонала
- Какие меры пожарной безопасности предусмотрены для электроустановок
- Каковы правила допуска к работе в электроустановках напряжением до и выше 1000 В
- Какие средства измерения для проверки отсутствия напряжения используются
- Какова ответственность за нарушение правил электробезопасности (дисциплинарная, административная)
- Какие особенности безопасной работы на воздушных линиях и в кабельных сооружениях
- Как организован учёт выданных нарядов и проверка их выполнения

Практические кейсы: Анализ предписаний Ростехнадзора по результатам проверки действующей подстанции

Раздел 2. Теоретические основы электротехники и общая энергетика

Тема 2.1. Электрические цепи постоянного и переменного тока

- Дайте определение электрической цепи и её элементов (активные, пассивные).
- В чём отличие линейных и нелинейных цепей? Приведите примеры.
- Сформулируйте законы Ома и Кирхгофа для цепей постоянного тока.

- Как рассчитывается эквивалентное сопротивление при смешанном соединении резисторов
- Какие методы анализа цепей постоянного тока существуют (метод контурных токов, узловых потенциалов)
- Что такое синусоидальный ток и его характеристики (амплитуда, частота, начальная фаза)
- Как представить синусоидальные величины векторами и комплексными числами
- Что такое активное, реактивное и полное сопротивление в цепи переменного тока
- Как определяется мощность в цепях переменного тока (активная, реактивная, полная)
- Что такое коэффициент мощности и как он влияет на работу сети
- Как выполняется расчёт цепей с последовательным и параллельным соединением R, L, C
- Каковы условия резонанса напряжений и токов, их применение
- Как рассчитываются переходные процессы в цепях первого и второго порядка
- Что такое комплексная форма записи законов Ома и Кирхгофа для синусоидальных цепей
- Какие особенности анализа трёхфазных цепей (симметричные и несимметричные режимы)
- Как определяются потери мощности в линиях электропередачи
- Какие практические методы компенсации реактивной мощности известны
- Что такое коэффициент формы кривой и его влияние на измерения
- Как влияют высшие гармоники на работу электрооборудования
- Какие основные законы используются при расчёте магнитных цепей

Тема 2.2. Трёхфазные цепи, симметричные и несимметричные режимы

- Почему в электроэнергетике применяется трёхфазная система
- Как получают трёхфазную ЭДС (генератор, соединение обмоток)
- Какие схемы соединения фаз – звезда и треугольник – и их соотношения напряжений/токов
- Как выполняется расчёт симметричного режима трёхфазной цепи
- Что такое нулевой провод и его назначение в четырёхпроводной сети
- Каковы последствия обрыва нулевого провода в трёхфазной системе
- Как рассчитываются токи и напряжения при несимметричной нагрузке (звезда без нейтрали)
- Что такое метод симметричных составляющих и для чего он используется
- Как определить мощность в трёхфазной цепи при симметричной и несимметричной нагрузках
- Какие аварийные режимы возможны в трёхфазных цепях (обрыв фазы, КЗ)
- Как влияет несимметрия токов на работу трансформаторов и электродвигателей
- Какие требования к симметрированию трёхфазных нагрузок существуют
- Каковы особенности включения однофазных потребителей в трёхфазную сеть
- Как измерить мощность в трёхфазных цепях методом двух ваттметров
- Что такое несимметрия напряжений и как она нормируется
- Какие схемы соединения обмоток трансформаторов влияют на группы соединений
- Как выполняется моделирование несимметричных режимов в программных средах
- Каковы экономические последствия несимметрии для сетей и потребителей
- Какие устройства применяются для автоматической коррекции несимметрии
- Как рассчитать токи в нулевом проводе при несимметричной нагрузке

Тема 2.3. Электромагнитные и электромеханические системы

- Какие фундаментальные законы описывают электромагнитное поле (Максвелла, Ампера, Фарадея)
- Как рассчитывается магнитное поле прямого и кругового проводника
- Что такое магнитная проницаемость, напряжённость и индукция
- Как применяется закон полного тока для расчёта магнитных цепей
- Какие ферромагнитные материалы используются и их свойства (гистерезис, насыщение)
- Как устроен электромагнит и как определить силу притяжения якоря
- Что такое ЭДС индукции и как она возникает при движении проводника в поле
- Каковы потери в стали (на гистерезис и вихревые токи), как их снизить
- Как устроен трансформатор и каков принцип электромагнитной связи обмоток
- Что такое коэффициент трансформации и как определить параметры схемы замещения
- Как анализируется работа асинхронного двигателя с точки зрения электромагнитных сил
- Какие усилия действуют на проводник с током в магнитном поле (сила Ампера)
- Как происходит преобразование энергии в электромеханических системах
- Какие потери энергии возникают в электрических машинах и как их измеряют
- Что такое синхронная скорость и скольжение
- Как влияет насыщение магнитной цепи на характеристики машин
- Какие методы управления магнитным потоком применяются в электрических аппаратах
- Как моделируются электромагнитные системы в САПР (Ansys, Comsol)
- Какие виды экранирования используются для снижения магнитных полей
- Как рассчитать электромагнитную совместимость нескольких близко расположенных устройств

Тема 2.4. Электротехнические материалы (проводники, диэлектрики, магнитные материалы)

- Классификация электротехнических материалов по назначению (проводниковые, изоляционные, конструкционные)
- Каковы основные свойства проводниковых материалов (удельное сопротивление, температурный коэффициент)
- Какие материалы используются для жил кабелей и шин (медь, алюминий, сплавы)
- Что такое сверхпроводимость и где она применяется
- Каковы свойства диэлектриков (электрическая прочность, диэлектрическая проницаемость, tgδ)
- Как классифицируются изоляционные материалы по нагревостойкости (классы A, B, F, H)
- Какие полимерные материалы применяются в электроизоляции (ПВХ, полиэтилен, сшитый полиэтилен)
- Что такое частичные разряды и как они влияют на старение изоляции
- Какие магнитные материалы используются в трансформаторах и машинах (электротехническая сталь, ферриты)
- В чём отличие магнитомягких и магнитотвёрдых материалов
- Как определяются потери в магнитных материалах (удельные потери)
- Какие полупроводниковые материалы используются в силовой электронике (кремний, карбид кремния)
- Каковы свойства конструкционных материалов (прочность, теплопроводность, коррозионная стойкость)

- Как выбрать материал для токопроводящих частей в условиях повышенной температуры
- Какие изоляционные жидкости (трансформаторное масло, синтетические эфиры) применяются
- Каковы требования к материалам контактных соединений (серебрение, лужение, оксидные плёнки)
- Как влияет влажность на свойства диэлектриков
- Какие новые материалы (керамика, наноматериалы) перспективны в электроэнергетике
- Как проводят испытания электроизоляционных материалов (пробой, электрическая прочность)
- Какие экологические требования предъявляются к утилизации электротехнических материалов

Тема 2.5. Электронная техника и измерительные преобразователи

- Основные элементы полупроводниковой электроники (диоды, транзисторы, тиристоры)
- Каковы принципы работы биполярного и полевого транзисторов
- Что такое операционный усилитель и его основные схемы включения
- Как работают выпрямители (одно- и трёхфазные, управляемые и неуправляемые)
- Какие преобразователи частоты применяются в электроприводе
- Что такое широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и её назначение
- Какие измерительные преобразователи тока и напряжения (трансформаторы, датчики Холла) используются
- Как работают термопары, терморезисторы и термометры сопротивления
- Какие цифровые интерфейсы применяются в измерительных приборах (RS-485, Modbus, Ethernet)
- Как устроен и работает осциллограф для анализа сигналов
- Какие датчики давления, уровня, температуры используются в энергетических установках
- Что такое аналого-цифровое преобразование и параметры АЦП (разрядность, частота)
- Каковы принципы работы микроконтроллеров в системах автоматики
- Как осуществляются гальваническая развязка и защита измерительных цепей
- Какие требования к точности измерительных каналов учета электроэнергии
- Как калибруют и поверяют измерительные преобразователи
- Какие современные технологии (ВОЛС, беспроводные датчики) используются для передачи данных
- Как определяется погрешность измерительного канала и как её минимизировать
- Какие виды помех влияют на измерительные сигналы и методы борьбы с ними
- Как выбирают измерительный преобразователь для конкретной технологической задачи

Тема 2.6. Общая энергетика (виды генерации, принципы работы ТЭС, ГЭС, АЭС, ВИЭ)

- Какова роль тепловых электростанций (ТЭС) в энергобалансе страны
- Каков принцип работы паротурбинной установки (цикл Ренкина)
- Чем отличаются ТЭЦ от КЭС (комбинированная и конденсационная выработка)
- Какие типы котлов и турбин используются на ТЭС
- Каковы основные узлы гидроэлектростанции и принцип преобразования энергии воды
- Какие типы гидротурбин (радиально-осевые, поворотно-лопастные, ковшовые) и их применение

- Как работает атомная электростанция (на примере ВВЭР, РБМК)
- Каковы системы безопасности и управления на АЭС
- Какие возобновляемые источники энергии (ВИЭ) наиболее распространены в России
- Как работает солнечная фотоэлектрическая установка (инверторы, панели)
- Каковы принципы работы ветрогенератора (горизонтальная и вертикальная ось)
- В чём особенности приливных и геотермальных электростанций
- Что такое когенерация и тригенерация в энергетике
- Как оценивается экономическая эффективность различных видов генерации
- Каковы экологические последствия работы тепловых и атомных станций
- Какие системы накопления энергии (аккумуляторы, ГАЭС, водород) используются для сглаживания графиков
- Как осуществляется диспетчерское управление объединённой энергосистемой с разными типами станций
- Какие перспективные технологии генерации (термоядерный синтез, волновые станции) разрабатываются
- Как определяется себестоимость электроэнергии для каждого типа генерации
- Какие нормативные документы регулируют подключение ВИЭ к электрическим сетям

Практические кейсы: расчёт тока короткого замыкания в точке присоединения нового объекта, выбор автоматического выключателя по условиям термической и электродинамической стойкости

Раздел 3. Электроэнергетические системы и сети

Тема 3.1. Структура ЕЭС России, схемы сетей, номинальные напряжения

- Каковы основные элементы Единой энергетической системы (ЕЭС) России
- Какие объединённые энергосистемы (ОЭС) входят в ЕЭС, их территориальное расположение
- Какие номинальные напряжения применяются в ЕЭС (от 0,4 до 1150 кВ)
- Как классифицируются электрические сети по напряжению (распределительные, системообразующие, магистральные)
- Какие схемы соединения линий (радиальные, магистральные, кольцевые) используются
- Какова роль системообразующей сети (220–750 кВ) в обеспечении надёжности
- Какие принципы построения схем сетей (ячеистые, смешанные) применяются в городах
- Каковы достоинства и недостатки сетей с глухозаземлённой нейтралью и изолированной нейтралью
- Какие устройства компенсации реактивной мощности устанавливаются на подстанциях
- Как осуществляется секционирование сетей среднего напряжения (6–35 кВ)
- Какие факторы влияют на выбор номинального напряжения сети
- Какова роль шин и сборных узлов в распределительных устройствах
- Какие требования предъявляются к схемам собственных нужд подстанций
- Какие резервные схемы питания применяются для потребителей особой группы надёжности
- Как моделируются электрические сети для расчётов режимов (постоянная и переменная нагрузки)
- Какие ограничения накладывают системы противоаварийной автоматики на схемы сети
- Каковы тенденции развития ЕЭС в части присоединения новых генераторов
- Как учитываются потери на корону в линиях сверхвысокого напряжения

- Какие схемы выдачи мощности электростанций в сеть применяются
- Какова роль автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ)

Тема 3.2. Параметры линий электропередачи, расчёт потерь напряжения и мощности

- Каковы погонные параметры линий (активное, индуктивное, емкостное сопротивление)
- Как определить активное сопротивление провода в зависимости от марки и сечения
- От чего зависит индуктивное сопротивление воздушной линии
- Как рассчитывается зарядная мощность линии и её влияние на напряжение
- Какие формулы используются для расчёта потерь напряжения в линии постоянного и переменного тока
- Что такое экономическая плотность тока и как она используется при выборе сечения
- Как влияет коэффициент мощности нагрузки на потери напряжения
- Каковы потери мощности в линии (активные и реактивные) и их составляющие
- Как осуществляется расчёт режимов разомкнутых и замкнутых сетей
- Что такое «естественная мощность» линии и почему она важна
- Как учитывать несимметрию нагрузок фаз при расчёте потерь
- Какие методы снижения потерь в линиях существуют (повышение напряжения, компенсация)
- Как рассчитывается падение напряжения в трансформаторе с учётом его сопротивлений
- Какие параметры определяют пропускную способность линии по нагреву
- Как влияет температура окружающей среды на сопротивление и потери
- Какие программные комплексы используются для расчёта установившихся режимов сетей
- Как учесть влияние высших гармоник на потери в линии
- Каков порядок расчёта потерь в кабельных линиях с учётом их конструктивных особенностей
- Как рассчитывается коррекция потерь при изменении конфигурации сети
- Какие нормативные ограничения по потерям напряжения установлены для разных категорий потребителей

Тема 3.3. Режимы работы нейтрали, заземление в сетях разных напряжений

- Какие способы заземления нейтрали существуют (глухое, резистивное, изолированное, дугогасящее)
- В каких сетях применяется глухозаземлённая нейтраль и каковы её преимущества
- Каковы особенности сетей с изолированной нейтралью (6–35 кВ) и требования к компенсации
- Как работает дугогасящий реактор и когда он устанавливается
- Что такое заземляющее устройство и его основные элементы (контур, заземлители)
- Каковы требования к сопротивлению заземляющих устройств в сетях разных классов
- Как выполняется заземление опор воздушных линий и их защита от перенапряжений
- Какие виды заземлителей используются (вертикальные, горизонтальные, глубинные)
- Как рассчитывается сопротивление растеканию одиночного и группового заземлителя
- Что такое потенциал на поверхности земли и фактор шагового напряжения
- Как осуществляется уравнивание потенциалов в электроустановках
- Какие приборы используются для измерения сопротивления заземления
- Как влияет удельное сопротивление грунта на параметры заземления
- Каковы особенности заземления в установках с напряжением выше 1 кВ
- Какие требования к заземлению передвижных электроустановок

- Как организуется защитное заземление и зануление в сетях до 1 кВ
- Какие схемы заземления систем (TN-C, TN-S, TN-C-S) и их отличия
- Как рассчитываются токи однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью
- Какие устройства контроля изоляции применяются для своевременного обнаружения замыканий
- Каковы последствия неправильного заземления и меры по их устранению

Тема 3.4. Переходные процессы в системах (установившиеся и переходные режимы)

- Чем отличаются установившиеся режимы от переходных в электрических сетях
- Какие факторы вызывают переходные процессы (включение, отключение, КЗ, отключение нагрузки)
- Каковы основные виды коротких замыканий (трёхфазное, двухфазное, однофазное на землю)
- Как рассчитываются токи КЗ для начального момента и для установившегося режима
- Что такое сверхпереходное и переходное сопротивления генераторов и двигателей
- Как влияют на токи КЗ системы возбуждения синхронных машин
- Как определить ударный ток КЗ и его термическое действие
- Каковы методы расчёта токов КЗ в сложных сетях (метод расчётных кривых)
- Как учитывается подпитка от электродвигателей при КЗ
- Какие ограничения накладывают токи КЗ на выбор оборудования (термическая и динамическая стойкость)
- Как выполняются расчёты несимметричных КЗ с помощью метода симметричных составляющих
- Какие аварийные автоматы и ограничители тока применяются для снижения токов КЗ
- Как влияет сопротивление дуги на величину тока КЗ
- Каковы особенности переходных процессов при отключении трансформаторов с номинальной нагрузкой
- Что такое «бросок тока намагничивания» и как он влияет на релейную защиту
- Как моделируются переходные процессы в цифровых симуляторах (RTDS, Simulink)
- Как определяются электромеханические переходные процессы (качания генераторов)
- Какие требования к быстродействию защит для снижения динамических нагрузок
- Как оценивается остаточный ресурс оборудования после прохождения токов КЗ
- Какие меры применяются для ограничения аварийных токов (токоограничивающие реакторы, расщепление обмоток)

Тема 3.5. Оперативные переключения, противоаварийная автоматика (основы)

- Какие задачи решает оперативное управление в энергосистеме
- Каков порядок выполнения оперативных переключений на подстанции
- Какие бланки переключений используются и как они заполняются
- Каковы правила переключений в схемах с выключателями и разъединителями
- Какие виды противоаварийной автоматики (ПА) существуют (АОП, АПВ, АЧР, АПН)
- Как работает автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и для чего она предназначена
- Каковы принципы автоматического повторного включения (АПВ) и его виды (трёхфазное, пофазное)
- Как действует автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН)
- Что такое автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ)
- Как осуществляется телемеханика и передача сигналов в ПА
- Какие уставки задаются для устройств ПА и как они координируются
- Как проверяется работоспособность устройств ПА при плановых испытаниях

- Каковы действия диспетчера при срабатывании ПА
- Как регистрируются аварийные события (фиксаторы, осциллографы)
- Какие требования к синхронизации включения линий и секций
- Как осуществляется управление режимами сетей при отказе АПВ
- Какие средства связи используются для передачи команд ПА (ВОЛС, радиоканалы)
- Как анализируются правильность срабатывания ПА после аварии
- Каковы основные принципы настройки уставок устройств релейной защиты и автоматики
- Какие перспективы развития цифровой ПА на базе микропроцессорных терминалов

Практические кейсы: Моделирование послеаварийного режима в двухцепной линии 110 кВ. Определение перетоков мощности, выбор уставок автоматики, предложение режима нормализации

Раздел 4. Электрические станции и подстанции

Тема 4.1. Типы электростанций, основное оборудование и технологические схемы

- Перечислите основные виды электростанций по типу первичного двигателя
- Как устроена конденсационная электростанция (КЭС) и её тепловая схема
- Чем отличается схема ТЭЦ от КЭС (отбор пара, комбинированная выработка)
- Каковы основные узлы гидроэлектростанции (водозабор, турбина, генератор, трансформатор)
- Какое оборудование входит в состав атомной электростанции (реактор, парогенератор, турбина)
- Как организована система охлаждения на ТЭС и АЭС (прямоточная, градирни)
- Какие виды топлива используются на ТЭС (уголь, газ, мазут), их характеристики
- Как работает система регенеративного подогрева питательной воды
- Какие насосы и вентиляторы являются вспомогательным оборудованием станции
- Как осуществляется пуск и остановка турбогенератора
- Каковы требования к синхронизации генератора с сетью
- Какие системы автоматического регулирования частоты и напряжения работают на станции
- Как организован сбор и передача информации на диспетчерский пункт
- Какие меры пожаро- и взрывобезопасности предусмотрены на тепловых станциях
- Как выбирается количество и мощность генераторов на электростанции
- Какие трансформаторы используются для связи генераторов с сетью (блочные, трёхобмоточные)
- Как учитывается график нагрузки при выборе состава работающего оборудования
- Какие системы водоподготовки применяются на ТЭС и АЭС
- Как организуются техническое обслуживание и ремонты основного оборудования
- Какие экологические требования предъявляются к выбросам электростанций

Тема 4.2. Распределительные устройства (РУ) – открытые, закрытые, КРУЭ

- Что такое распределительное устройство и его назначение
- Каковы основные элементы РУ (шины, выключатели, разъединители, измерительные трансформаторы)
- Чем отличаются открытые (ОРУ) и закрытые (ЗРУ) распределительные устройства
- Каковы преимущества комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией (КРУЭ)
- Как выбираются схемы РУ (одна секционированная система шин, мостик, многоугольник)
- Какие требования к конструкции и размещению оборудования в ОРУ

- Какие меры защиты от поражения током предусмотрены в РУ (ограждения, блокировки)
- Как осуществляется маркировка шин и оборудования в РУ
- Каковы условия параллельной работы трансформаторов в РУ
- Как выполняется заземление в РУ и прокладка заземляющих контуров
- Какие виды выключателей применяются в РУ (масляные, вакуумные, элегазовые)
- Как выбрать разъединители и заземляющие ножи для схемы РУ
- Какие измерительные трансформаторы тока и напряжения устанавливаются в РУ
- Как производится приёмка РУ после монтажа и реконструкции
- Какие периодические осмотры и испытания проводятся в РУ
- Как осуществляется вентиляция и обогрев в ЗРУ для предотвращения конденсата
- Каковы требования к освещению и дистанционному управлению в РУ
- Какие новейшие технологии используются в цифровых подстанциях (МЭК 61850)
- Как оценивается надёжность схемы РУ и резервирование её элементов
- Какие факторы влияют на выбор типа РУ (климат, площадь, стоимость)

Тема 4.3. Силовые трансформаторы, автотрансформаторы, выбор мощности

- Каково устройство и принцип работы силового трансформатора
- Какие конструктивные типы трансформаторов (масляные, сухие, с жидким диэлектриком) существуют
- Как определяются номинальные параметры трансформатора (мощность, напряжения, токи)
- Как составляется схема замещения трансформатора и определяются её параметры
- Что такое напряжение короткого замыкания и для чего оно необходимо
- Как рассчитываются потери холостого хода и короткого замыкания
- Каковы способы регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) и без возбуждения (ПБВ)
- Как выбирается мощность трансформатора по графику нагрузки и допустимым перегрузкам
- Какие условия параллельной работы трансформаторов должны быть выполнены
- Что такое автотрансформатор и его преимущества перед обычным трансформатором
- Как устроены системы охлаждения (М, Д, ДЦ, Ц) и их влияние на мощность
- Как проводятся тепловые и электрические испытания трансформаторов
- Каковы требования к масляному хозяйству и контролю масла
- Как определить срок службы трансформатора и его износ изоляции
- Какие виды защит трансформатора применяются (газовая, дифференциальная, МТЗ)
- Как выбираются вводы и выводы трансформатора
- Что такое «кривая нагрузки» и как она используется для выбора трансформатора
- Как влияет несимметрия напряжения на работу трансформатора
- Какие перспективные разработки (аморфные стали, сверхпроводящие трансформаторы) существуют
- Как осуществляется утилизация отработавших трансформаторов и их масел

Тема 4.4. Схемы собственных нужд подстанций, оперативный ток

- Какие потребители относятся к собственным нуждам (СН) подстанции
- Какова структура системы СН – как обеспечивается питание разных категорий
- Как выбираются трансформаторы СН (мощность, схема подключения)
- Какие источники оперативного тока используются (постоянный, переменный)
- Как работают аккумуляторные батареи в системе оперативного тока
- Какие требования к напряжению оперативного тока для цепей управления и защиты
- Как организовано резервирование питания СН (автоматический ввод резерва – АВР)

- Какие схемы распределения СН используются (секционирование, магистральная)
- Как выбираются кабели и аппараты защиты для цепей СН
- Какие нагрузки СН подключаются к шинам разных секций для повышения надёжности
- Как осуществляется заряд и подзаряд аккумуляторных батарей (выпрямители)
- Какие виды коммутационных аппаратов применяются в цепях оперативного тока
- Как контролируется изоляция цепей постоянного тока
- Какие последствия могут быть при потере оперативного тока для защиты
- Как рассчитывается мощность инверторов для преобразования постоянного тока в переменный
- Какие требования к освещению и обогреву щитов управления
- Как организован мониторинг состояния системы СН (сигнализация)
- Какие испытания проводятся на аккумуляторных батареях (ёмкость, плотность)
- Как выбираются места установки щитов управления и панелей релейной защиты
- Какие нормативные документы регламентируют проектирование схем СН

Практические кейсы: Проектирование главной схемы электрических соединений ПС 220/110/10 кВ с двумя трансформаторами

Раздел 5. Электрические машины, аппараты и силовая электроника

Тема 5.1. Асинхронные и синхронные двигатели – конструкция, пуск, регулирование

- Каковы конструктивные особенности асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором
- Как создаётся вращающееся магнитное поле в статоре
- Объясните принцип работы асинхронного двигателя и скольжение
- Каковы механические характеристики асинхронного двигателя (зависимость момента от скольжения)
- Как производится пуск асинхронного двигателя (прямой, реакторный, переключением звезда-треугольник)
- Какие способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей существуют
- Как устроен синхронный двигатель и его ротор с обмоткой возбуждения
- Как осуществляется пуск синхронного двигателя (асинхронный разгон, подтягивание)
- Каковы области применения синхронных двигателей по сравнению с асинхронными
- Как регулируется реактивная мощность синхронным двигателем
- Каковы потери в двигателях и КПД (зависимость от нагрузки)
- Как влияет изменение напряжения на работу двигателя (момент, ток, скольжение)
- Какие тепловые режимы работы двигателей существуют (S1, S2, S3 и т.д.)
- Как выбираются предохранители и автоматы для защиты двигателей
- Каковы требования к релейной защите двигателей (токовая, тепловая)
- Как проводится диагностика подшипников и обмоток двигателя
- Какие системы охлаждения применяются в двигателях (самовентиляция, независимый обдув)
- Как осуществляется реверс двигателя и торможение (электродинамическое, противовключением)
- Какие стандарты на двигатели (ГОСТ, IEC) регулируют их параметры
- Как выбрать двигатель для конкретного механизма (вентилятор, насос, конвейер)

Тема 5.2. Генераторы (турбогенераторы, гидрогенераторы) – режимы работы

- Каковы конструктивные отличия турбогенераторов и гидрогенераторов

- Как создаётся постоянное магнитное поле в роторе (обмотка возбуждения или постоянные магниты)
- Каков принцип генерации ЭДС и её форма (синусоида, влияние шага обмотки)
- Какие типы систем возбуждения существуют (щёточные, бесщёточные, статические)
- Как регулируется напряжение генератора (автоматическое регулирование возбуждения – АРВ)
- Каковы режимы работы генератора (активная и реактивная мощности, диаграмма возможностей)
- Как определяется синхронное и переходное сопротивление генератора
- Как влияет работа генератора на устойчивость энергосистемы
- Какие защитные устройства применяются для генераторов (дифференциальная, земля, обратная мощность)
- Как осуществляется параллельная работа генераторов на общие шины
- Каковы условия включения генератора в сеть (синхронизация, угол опережения)
- Как определить потери в генераторе и его КПД
- Каковы ограничения работы генератора по нагреву статора и ротора
- Как работает газовое и водородное охлаждение турбогенераторов
- Какие испытания проводятся на генераторах после ремонта (изоляция, вибрация)
- Как выбрать номинальную мощность генератора для конкретной станции
- Как генератор участвует в регулировании частоты в энергосистеме
- Каковы последствия асинхронного режима работы генератора
- Как организован контроль вибрации и температуры на работающем генераторе
- Какие требования к масляной системе подшипников и системе уплотнений

Тема 5.3. Электрические аппараты (выключатели, разъединители, предохранители)

- Назовите основные виды коммутационных аппаратов и их назначение
- Как устроен масляный выключатель и его дугогасительное устройство
- Каковы преимущества элегазового выключателя перед масляным
- Как работает вакуумный выключатель и для каких напряжений он применяется
- Каковы характеристики выключателей (номинальный ток, ток отключения, динамическая стойкость)
- Как выбирается выключатель по условиям КЗ (термическая и электродинамическая стойкость)
- Как устроен разъединитель и чем он отличается от выключателя
- Какие виды приводов используются для управления выключателями (пружинные, гидравлические, пневматические)
- Какую роль играют предохранители в защите и как выбирается их плавкая вставка
- Какие ограничители перенапряжений (ОПН) и разрядники применяются в сетях
- Как работают контакторы и магнитные пускатели для управления электродвигателями
- Каковы требования к коммутационным аппаратам по износу контактов
- Как выполняется техническое обслуживание выключателей (чистка, замена контактов, измерение сопротивления)
- Какие испытания проводятся на выключателях (изоляция, синхронность, скорость)
- Как выбираются выключатели для сетей до 1 кВ и выше
- Какие виды блокировок (механические, электрические) применяются для безопасности
- Как классифицируются аппараты по способу управления (ручной, дистанционный, автоматический)
- Каковы требования к маркировке и обозначению аппаратов на схемах

- Как влияет температура окружающей среды на параметры аппаратов
- Какие новые разработки (гибридные коммутаторы, твердотельные реле) перспективны

Тема 5.4. Силовая полупроводниковая техника – выпрямители, инверторы, преобразователи частоты

- Какие виды полупроводниковых приборов применяются в силовой электронике (диоды, тиристоры, IGBT, MOSFET)
- Как работает однофазный и трёхфазный мостовой выпрямитель
- Каковы параметры выпрямителей (пульсность, коэффициент пульсаций, КПД)
- Что такое управляемый выпрямитель и как регулируется его выходное напряжение
- Как работает инвертор напряжения и инвертор тока
- Какие схемы автономных инверторов (однотактные, мостовые, трёхфазные) существуют
- Как реализуется широтно-импульсная модуляция (ШИМ) в преобразователях частоты
- Какие виды обратных связей используются в системах управления преобразователями
- Какова роль сглаживающих фильтров (LC, C) после выпрямителей
- Как защищаются полупроводниковые приборы от перенапряжений и перегрева
- Какие системы охлаждения применяются для силовых модулей (естественное, принудительное воздушное, жидкостное)
- Какие требования к питающей сети предъявляют инверторы (коэффициент гармоник, $\cos\varphi$)
- Как рассчитывается мощность и выбирается преобразователь для электропривода
- Каковы преимущества применения преобразователей частоты для насосов и вентиляторов
- Как осуществляется рекуперация энергии в инверторах, работающих на сеть
- Какие современные полупроводниковые технологии (SiC, GaN) перспективны
- Как настраиваются регуляторы в векторном и скалярном управлении приводом
- Какие помехи создают преобразователи и как их подавить (фильтры, экранирование)
- Как проводятся измерения выходных параметров преобразователей (ток, напряжение, частота)
- Каковы правила монтажа и заземления преобразовательной техники

Практические кейсы: Подбор частотного преобразователя для насосной установки с асинхронным двигателем. Расчёт параметров нагрузки, выбор типа преобразователя, оценка экономии электроэнергии

Раздел 6. Релейная защита, автоматика и техника высоких напряжений

Тема 6.1. Принципы релейной защиты (селективность, чувствительность, быстродействие)

- Какие задачи решает релейная защита (РЗ) в энергосистеме
- Что такое селективность (избирательность) и как она обеспечивается
- Какими способами достигается быстродействие защиты
- Что означает чувствительность защиты и как её оценивают (коэффициент чувствительности)
- Каковы виды повреждений, от которых защищается электрооборудование
- Какие ненормальные режимы также должны выявляться защитой
- Как классифицируются защиты по принципу действия (токовые, дифференциальные, дистанционные)
- Что такое токовая отсечка и как она работает
- Как работает максимальная токовая защита (МТЗ) с выдержкой времени
- Чем отличается МТЗ от направленной защиты

- Каковы временные характеристики защит (независимая, зависимая)
- Как строятся ступени защиты (основная и резервная)
- Что такое «мёртвая зона» защиты и как её избежать
- Какие требования к надёжности и простоте конструкций релейных защит
- Как выполняется проверка уставок защиты в эксплуатации
- Как учитывается самозапуск двигателей при выборе уставок
- Какие методы моделирования РЗ используются при проектировании
- Как осуществляется координация защит смежных элементов
- Какие виды блокировок применяются для исключения ложных срабатываний
- Как оформляются карты уставок и протоколы проверки РЗ

Тема 6.2. Защита линий, трансформаторов, генераторов – токовые, дифференциальные, дистанционные

- Какие основные виды защит применяются для воздушных и кабельных линий
- Как работает двухступенчатая и трёхступенчатая токовая защита линии
- В чём суть дифференциальной защиты (продольной и поперечной)
- Каковы особенности дифференциальной защиты трансформаторов (учёт броска намагничивания)
- Как выполняется дифференциальная защита генератора
- Что такое дистанционная защита и как она определяет расстояние до КЗ
- Какие органы входят в состав дистанционной защиты (пусковой, измерительный)
- Как настраиваются зоны дистанционной защиты (первая, вторая, третья)
- Какие защиты применяются для трансформаторов от внутренних повреждений (газовая, давлением)
- Как работает защита от замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью (сигнализация, отключение)
- Какие защиты от перегрузок предусмотрены для генераторов и трансформаторов
- Как осуществляется защита от асинхронного режима генератора
- Какие устройства защиты от потери возбуждения используются
- Как защищаются линии с двухсторонним питанием (направленные защиты)
- Какие высокочастотные и ВОЛС каналы применяются для передачи сигналов защит
- Как осуществляется автоматика для отключения повреждённого элемента без выдержки времени
- Какие защиты являются основными и резервными для каждого элемента
- Как проверяется правильность работы дифференциальных защит с помощью вторичных токов
- Какие требования к трансформаторам тока и напряжения для защит (класс точности, нагрузка)
- Как анализируются отказы защит и разрабатываются мероприятия по их предотвращению

Тема 6.3. Микропроцессорные терминалы РЗА, цифровые подстанции

- В чём преимущества микропроцессорных (МП) устройств перед электромеханическими
- Какие основные компоненты входят в состав МП-терминала РЗА (АЦП, процессор, память)
- Как осуществляется аналого-цифровое преобразование сигналов в терминале
- Какие алгоритмы цифровой обработки сигналов применяются (БПФ, корреляция)
- Как задаются и изменяются уставки в МП-устройствах (через ПК, через интерфейс)
- Какие протоколы связи используются для обмена данными с АСУ ТП (МЭК 61850, Modbus, IEC 60870)

- Что такое «цифровая подстанция» и её архитектура (уровень процесса, уровень присоединения, уровень станции)
- Как организуется синхронизация времени в цифровых подстанциях (GPS, PTP)
- Какие функции самодиагностики имеют МП-терминалы
- Как ведётся осциллографирование аварийных событий в терминалах
- Каковы требования к электропитанию и помехозащищённости МП-устройств
- Как выполняется конфигурирование и программирование логики защит
- Какие языки описания логики (CFC, ST) используются в терминалах
- Как проверяется работа МП-защит в условиях реального времени (тестирование с подачей сигналов)
- Какие проблемы возникают при замене старых защит на новые МП-устройства
- Как осуществляется информационная безопасность на цифровых подстанциях
- Какие средства удалённого доступа и мониторинга используются
- Как организована архивация и хранение данных о событиях и авариях
- Каковы нормативные требования к внедрению цифровых подстанций в России
- Какие перспективы развития интеллектуальных систем РЗА (предиктивная аналитика, ИИ)

Тема 6.4. Физика высоковольтного разряда, изоляция, перенапряжения

- Какие виды газовых разрядов существуют (тлеющий, искровой, дуговой)
- Как развивается пробой газа (ударная ионизация, лавина, стример)
- Каковы механизмы пробоя жидких и твёрдых диэлектриков
- Что такое электрическая прочность изоляции и от чего она зависит
- Какие факторы снижают пробивное напряжение (влажность, загрязнение, частичные разряды)
- Как классифицируются изоляционные материалы по электрической прочности
- Каковы виды перенапряжений (атмосферные, коммутационные, феррорезонансные)
- Как возникают грозовые перенапряжения и как они распространяются по линиям
- Какие меры защиты от перенапряжений применяются (молниеотводы, грозозащитные тросы)
- Как работают ограничители перенапряжений (ОПН) и их вольт-амперные характеристики
- Что такое вентильные разрядники и их отличие от ОПН
- Как выбирается уровень изоляции для разных классов напряжения
- Каковы последствия перенапряжений для оборудования (пробои, старение изоляции)
- Как измеряются частичные разряды и для чего это нужно
- Какие факторы влияют на внешнюю изоляцию (дождь, снег, загрязнение)
- Как происходит коммутационное перенапряжение при отключении трансформатора
- Какие методы ограничения перенапряжений (шунтирующие реакторы, предвключённые резисторы)
- Как рассчитываются уровни перенапряжений для выбора защитных аппаратов
- Какие лабораторные испытания (высокое напряжение, импульсный пробой) проводятся на изоляции
- Как моделируются волновые процессы на линиях при перенапряжениях

Тема 6.5. Молниезащита и ограничители перенапряжений

- Каковы основные механизмы образования молнии и её параметры (ток, длительность, крутизна)
- Какие объекты подлежат обязательной молниезащите по категориям
- Какие виды молниеприёмников (стержневые, тросовые, сетчатые) и их эффективность

- Как рассчитывается зона защиты одиночного стержневого молниеотвода
- Как устроены токоотводы и заземлители молниезащиты
- Какие требования к сопротивлению заземления для молниезащиты
- Как защищаются воздушные линии от прямых ударов молнии (грозозащитные тросы)
- Что такое «импульсное сопротивление» заземлителя и почему оно важно
- Как работает ограничитель перенапряжений (ОПН) без искровых промежутков
- Каковы критерии выбора ОПН по номинальному напряжению и классу
- Как проводится контроль состояния ОПН (ток проводимости, частичные разряды)
- Какие нелинейные резисторы (ZnO) применяются в ОПН и их характеристики
- Как молниезащита взаимодействует с заземлением всего объекта
- Каковы правила монтажа молниеприёмников на зданиях и сооружениях
- Как оценивается риск поражения молнией согласно нормативным документам (МЭК 62305)
- Какие дополнительные меры (уравнивание потенциалов, экранирование) применяются
- Как защищаются электронные системы и слаботочные сети от импульсных помех
- Как выполняется проверка состояния молниезащиты (измерения, осмотры)
- Какие новые разработки в области молниезащиты (активные молниеотводы, системы раннего потока)
- Как учёт грозовой активности района влияет на проектирование защиты

Практические кейсы: Расчёт уставок максимальной токовой защиты для линии 10 кВ, проверка чувствительности при двухфазном КЗ на конце линии, согласование с защитой смежного элемента

Раздел 7. Электроснабжение потребителей, качество и энергоэффективность

Тема 7.1. Категории надёжности электроприёмников, схемы электроснабжения

- Какова классификация электроприёмников по надёжности (I, II, III категории)
- Какие требования к электроснабжению потребителей I категории (особой группы)
- Как обеспечивается резервирование питания для II категории
- Какие схемы электроснабжения применяются для городских и сельских сетей
- Как выбирается число и мощность трансформаторов на подстанции, питающей потребителей
- Каковы принципы построения внутризаводских сетей (радиальные, магистральные)
- Как осуществляется питание ответственных потребителей с помощью ДГУ или ИБП
- Какие устройства АВР применяются и их схемы
- Как определяются расчётные нагрузки на вводе потребителя
- Какие факторы влияют на выбор схемы питания (расположение, нагрузка, категория)
- Как согласуется схема электроснабжения с сетевой организацией
- Какие ограничения по пропускной способности вводных устройств существуют
- Как организован учёта электроэнергии на границе балансовой принадлежности
- Каковы требования к освещению (рабочее, аварийное, эвакуационное)
- Как выбираются сечения кабелей и проводов в распределительных сетях
- Какие мероприятия по обеспечению надёжности питания для сельскохозяйственных объектов
- Как учитывается рост нагрузок при проектировании
- Какие нормативы по перерывам электроснабжения установлены для разных категорий
- Как оцениваются затраты на резервирование и их экономическая целесообразность

- Какие современные схемы (интеллектуальные сети, microgrids) внедряются

Тема 7.2. Расчёт электрических нагрузок промышленных и городских сетей

- Какие методы определения расчётной нагрузки существуют (по установленной мощности, по удельному расходу)
- Как определяется коэффициент спроса и коэффициент одновременности
- Что такое расчётный максимум нагрузки и для чего он нужен
- Как учитываются электроприёмники с переменным графиком нагрузки (крановые, сварочные)
- Каковы методики расчёта нагрузок по коэффициенту использования (метод упорядоченных диаграмм)
- Как рассчитываются пиковые нагрузки для выбора аппаратов защиты
- Какие особенности расчёта нагрузок для жилых зданий и коммунальных объектов
- Как учитывается сезонность нагрузки в городских сетях
- Какие нормы удельных нагрузок существуют для различных отраслей промышленности
- Как выполняется расчёт потерь мощности в трансформаторах при заданной нагрузке
- Какие программные средства используются для моделирования нагрузок
- Как учесть несимметрию нагрузок при расчёте токов в фазах
- Каков порядок расчёта нагрузки для группы двигателей с учётом одновременности пусков
- Как определяется коэффициент заполнения графика нагрузки
- Какие факторы влияют на точность расчётных нагрузок
- Как рассчитываются токи в защитных и нулевых проводниках при несимметрии
- Какие нагрузки относятся к сезонным и как они прогнозируются
- Как рассчитывается нагрузка для электрического отопления и горячего водоснабжения
- Какие методы статистического анализа используются для прогноза нагрузок
- Как учитываются перспективные присоединения при определении расчётной нагрузки

Тема 7.3. Выбор сечения проводов и кабелей, проверка по потере напряжения

- Каковы основные критерии выбора сечения проводников (нагрев, потеря напряжения, механическая прочность)
- Как определяется допустимый ток для кабеля по условиям нагрева (ПУЭ, таблицы)
- Какие поправочные коэффициенты применяются при выборе сечения (температура, число кабелей в пучке)
- Как рассчитывается потеря напряжения в кабельной линии и допустимые её пределы
- Каковы ограничения по потере напряжения для осветительных и силовых сетей
- Как выбрать сечение по экономической плотности тока
- Как проверяется сечение на термическую стойкость при КЗ
- Какие факторы учитываются при выборе сечения для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена
- Как определяется падение напряжения при пуске крупных электродвигателей
- Какие требования к выбору сечения нулевых и защитных проводников (PE, PEN)
- Как влияет реактивное сопротивление кабеля на потерю напряжения
- Как проводится проверка выбранного сечения на коронирование (для ВЛ высокого напряжения)
- Какие рекомендации по выбору числа и сечения жил многожильных кабелей
- Как учесть длину линии и способ прокладки (в воздухе, в земле, в трубе)
- Какие справочные материалы используются для выбора кабелей

- Как согласуется выбор сечения с аппаратами защиты (условие селективности)
- Каковы ограничения по сечению для кабелей с алюминиевыми и медными жилами
- Как проводится технико-экономическое сравнение вариантов выбора сечения
- Какие измерения проводятся после монтажа для проверки правильности выбора сечения
- Как обновляются нормативы выбора сечения в связи с новыми материалами

Тема 7.4. Компенсация реактивной мощности, коррекция коэффициента мощности

- Что такое реактивная мощность и почему она нежелательна в сетях
- Как низкий коэффициент мощности (cosφ) влияет на потери и пропускную способность
- Каковы основные потребители реактивной мощности (двигатели, трансформаторы)
- Какие способы компенсации реактивной мощности существуют (синхронные компенсаторы, конденсаторные батареи)
- Как выбрать мощность конденсаторной установки для заданной нагрузки
- Каковы принципы расчёта необходимой реактивной мощности по целевым показателям cosφ
- Какие виды конденсаторных установок (регулируемые, нерегулируемые, автоматические) применяются
- Как выполняется расчёт конденсаторных батарей по напряжению и току
- Какие защиты (предохранители, автоматы) применяются для конденсаторов
- Как осуществляется автоматическое регулирование компенсации (регуляторы реактивной мощности)
- Каковы преимущества применения активных фильтров гармоник для компенсации
- Как компенсация реактивной мощности влияет на качество напряжения у потребителей
- Какие ограничения по установке конденсаторов в сетях с высшими гармониками
- Как синхронные компенсаторы используются для регулирования напряжения в узлах сети
- Как оценивается экономический эффект от компенсации (снижение потерь, уменьшение оплаты)
- Какие нормативы по коэффициенту мощности установлены для потребителей
- Как выполняется замер cosφ и анализ режимов работы сети
- Какие схемы подключения конденсаторов (звезда, треугольник) и их преимущества
- Как осуществляется контроль работы конденсаторных установок (ток, напряжение, температура)
- Какие перспективные технологии (статические компенсаторы – STATCOM) используются в современных сетях

Тема 7.5. Мониторинг качества электроэнергии, нормы ГОСТ

- Какие показатели качества электроэнергии нормируются (отклонение напряжения, частота, несинусоидальность)
- Как классифицируются нарушения качества (допустимые и предельные)
- Какие приборы используются для измерения качества электроэнергии (анализаторы гармоник, регистраторы)
- Как измеряется и нормируется отклонение напряжения в соответствии с ГОСТ 32144
- Каковы нормы по коэффициенту несинусоидальности и отдельным гармоникам
- Как измеряется несимметрия напряжений в трёхфазной системе
- Какие требования к колебаниям напряжения (медленные и быстрые изменения)
- Как часто проводятся измерения качества и в каких точках сети
- Каковы последствия превышения норм качества для оборудования (нагрев, старение)

- Как проводится анализ причин низкого качества электроэнергии
- Какие устройства (фильтры, стабилизаторы) используются для улучшения качества
- Каковы требования к регистраторам качества (класс точности, синхронизация)
- Как оценивается интегральное качество (индексы несинусоидальности)
- Какие меры принимаются при систематических нарушениях качества (влияние на потребителей)
- Как учитывается качество электроэнергии при проектировании сетей
- Какие требования предъявляются к системам мониторинга качества для smart grid
- Как согласовываются режимы работы преобразователей с требованиями к качеству
- Каковы пределы допустимых значений фликера (колебания напряжения)
- Как оценивается долгосрочная и краткосрочная доза фликера
- Какие законодательные акты регулируют ответственность за качество электроэнергии

Практические кейсы: Анализ отклонений напряжения у удалённого потребителя – расчёт влияния реактивной нагрузки, подбор конденсаторной установки и выбор места её подключения

Раздел 8. Эксплуатация, диагностика, надежность и ремонт электрооборудования

Тема 8.1. Организация эксплуатации электроустановок, графики ППР

- Каковы основные задачи эксплуатации электроустановок
- Как разрабатываются и утверждаются графики планово-предупредительных ремонтов (ППР)
- Какие виды ремонтов выделяют (текущий, средний, капитальный) и их периодичность
- Как оценивается техническое состояние оборудования при планировании ремонтов
- Какие документы ведутся при эксплуатации (паспорта, журналы, акты)
- Как организуется работа персонала при проведении ремонтов (бригады, наряды)
- Каков порядок вывода оборудования в ремонт и ввода в работу
- Как обеспечивается наличие запасных частей и материалов
- Какие требования к содержанию территорий и помещений электроустановок
- Как проводится сезонная подготовка (зимний/летний периоды)
- Каковы правила проведения осмотров (оперативные, внеочередные)
- Как осуществляется контроль за соблюдением сроков ремонтов
- Как ведётся учёт наработки оборудования и моточасов
- Какие требования к обучению и аттестации эксплуатационного персонала
- Как взаимодействует эксплуатационная служба с диспетчерской
- Как внедряется система ТОиР (техническое обслуживание и ремонт) на предприятии
- Какие методики определения оптимальной периодичности ремонтов существуют
- Как учитываются аварийные остановки при корректировке графиков
- Какие современные системы управления эксплуатацией (EAM) применяются
- Как проводится анализ эффективности ремонтной деятельности

Тема 8.2. Методы диагностики (термография, частичные разряды, измерение сопротивления изоляции)

- Какие неразрушающие методы контроля применяются в электроэнергетике
- Как термография позволяет обнаружить перегретые контакты и соединения
- Каковы требования к тепловизорам и условия проведения термографического контроля
- Как интерпретировать результаты тепловизионной съёмки (нормы температуры)

- Что такое частичные разряды и как их регистрируют (электрическим, акустическим методом)
- Каковы пороговые значения частичных разрядов для разных типов оборудования
- Как измеряется сопротивление изоляции мегаомметром и какие нормы установлены
- Что такое коэффициент абсорбции и зачем его измеряют
- Как проводится высоковольтное испытание изоляции (испытательное напряжение, время)
- Какие методы диагностики маслонаполненного оборудования (хроматография, влагосодержание)
- Как оценивается состояние обмоток трансформаторов по методу частотного отклика (FRA)
- Какие вибрационные методы применяются для диагностики двигателей и генераторов
- Как измеряется сопротивление заземляющих устройств (метод трёх электродов)
- Какие приборы для диагностики частичных разрядов в кабелях существуют
- Как проводится анализ изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь (tgδ)
- Какие методы диагностики коммутационных аппаратов (измерение сопротивления контактов, времени отключения)
- Как организуется периодичность диагностических проверок
- Каковы критерии оценки состояния оборудования по результатам диагностики
- Как ведётся база данных результатов диагностики и ретроспективный анализ
- Какие современные системы онлайн-мониторинга (телеметрия, SCADA) используются для диагностики

Тема 8.3. Оценка технического состояния трансформаторов, выключателей, кабелей

- Какие основные показатели технического состояния силового трансформатора
- Как по результатам хроматографии масла определить наличие дефектов
- Какие критерии оценки состояния обмоток по сопротивлению и коэффициенту трансформации
- Как оценивается состояние изоляции трансформатора по tgδ и ёмкости
- Какие методы оценки состояния вводов и линейных выводов применяются
- Как определить остаточный ресурс трансформатора по наработке и нагрузкам
- Какие параметры контролируются у элегазовых и вакуумных выключателей (герметичность, вакуум)
- Как оценивается состояние механизма привода выключателя (время, скорость, синхронность)
- Каковы критерии состояния масляных выключателей (контакт, масло)
- Как диагностируется состояние кабельных линий (по сопротивлению изоляции, частичным разрядам)
- Какие методы для выявления дефектов кабельной муфты и окончаний существуют
- Как проводится оценка термического старения изоляции кабеля
- Как определить место повреждения кабеля (импульсный метод, индуктивный)
- Какие нормативные документы регламентируют оценку состояния оборудования
- Как составляется «журнал состояния» для каждого элемента оборудования
- Как классифицируются дефекты (критические, значительные, незначительные)
- Как оценивается влияние выявленных дефектов на надёжность работы
- Как применяется метод экспертных оценок при определении остаточного ресурса
- Какие новые технологии (интеллектуальные датчики) внедряются для оценки состояния
- Как составляется план устранения дефектов по результатам оценки

Тема 8.4. Надёжность элементов систем электроснабжения – показатели, резервирование

- Что такое надёжность в электроэнергетике и её основные аспекты (безотказность, ремонтопригодность, долговечность)
- Какие количественные показатели надёжности применяются (интенсивность отказов, средняя наработка на отказ)
- Как рассчитывается вероятность безотказной работы для элементов сети
- Каковы методы структурного анализа надёжности (последовательное, параллельное соединение)
- Как учитываются резервные элементы (горячий, холодный резерв)
- Что такое коэффициент готовности и коэффициент простоя
- Как оценивается надёжность схемы электроснабжения с АВР
- Какие факторы наиболее часто вызывают отказы оборудования (старение, внешние воздействия)
- Как проводится расчёт надёжности распределительных сетей
- Каковы нормативы надёжности для разных категорий потребителей
- Как учитываются плановые ремонты при расчёте коэффициента готовности
- Какие методы резервирования (поэлементное, общее, скользящее) применяются
- Как проводится экономическая оценка затрат на повышение надёжности
- Каковы требования к надёжности систем релейной защиты и автоматики
- Как анализируются аварийные отказы и их влияние на показатели надёжности
- Какие модели (Марковские, имитационные) используются для прогнозирования надёжности
- Как внедрение цифровых систем влияет на надёжность
- Как организуется сбор статистики отказов и её обработка
- Какие меры применяются для снижения числа отказов (модернизация, обучение персонала)
- Как нормативно закреплены требования к надёжности в ПУЭ и других документах

Тема 8.5. Плановые и аварийные ремонты, приёмка после ремонта

- Каков порядок планирования ремонтов на основе графиков ППР
- Как подготавливается объект к выводу в ремонт (оперативные переключения, оформление)
- Какие виды работ выполняются при текущем и капитальном ремонте трансформаторов
- Как проводятся ремонты выключателей (чистка, регулировка, замена дугогасительных устройств)
- Какие ремонтные операции выполняются на воздушных линиях (замена проводов, изоляторов, арматуры)
- Как оформляется допуск ремонтной бригады и выдача наряда
- Каковы особенности ремонта кабельных линий (муфты, терминалы)
- Как организуется ремонт оборудования под напряжением (если разрешено)
- Какие испытания проводятся после ремонта перед включением (изоляция, фазировка)
- Каковы действия при обнаружении скрытых дефектов в процессе ремонта
- Как оформляется приёмка оборудования из ремонта (акт, протокол испытаний)
- Какие требования к ведению ремонтной документации (журналы, отчёты)
- Как осуществляется контроль качества ремонтных работ (промежуточный, финальный)
- Какие экологические и пожарные меры соблюдаются при ремонтах
- Как планируются аварийные ремонты (аварийный запас, мобильные бригады)
- Каков порядок локализации аварии и включения резервных схем

- Как взаимодействуют ремонтные службы разных организаций при ликвидации аварии
- Как проводится анализ причин аварии и разработка мер по их предотвращению
- Какие требования к обучению и оснащению ремонтного персонала
- Как ведётся учёт времени восстановления и эффективности аварийных ремонтов

Практические кейсы: По результатам тепловизионного контроля обнаружен перегрев контакта разъединителя. Необходимо оценить риск отказа, назначить объём внеочередных испытаний, разработать план ремонтных работ и оформить допуск бригады.

5. Оценка качества освоения программы

Текущий контроль осуществляется в процессе усвоения нового материала с целью проверки усвоения предыдущего материала и выявления пробелов в знаниях слушателей.

Текущий контроль позволяет получать информацию о ходе и качестве усвоения учебного материала и на основе этого оперативно вносить изменения в учебный процесс. Текущий контроль проводится преподавателями в ходе теоретических занятий в форме дистанционного тестирования.

По окончании обучения проводится итоговая аттестация с применением компьютерных программ с целью определения соответствия полученных знаний, умений и навыков программе обучения.

Лицам, успешно освоившим программу профессиональной переподготовки и прошедшим аттестацию, выдаются документы о квалификации: дипломы установленного образца. Аттестационная комиссия формируется приказом руководителя образовательной организации.

Вопрос 1. Какой федеральный закон устанавливает правовые основы экономических отношений в сфере электроэнергетики, полномочия органов власти и права субъектов электроэнергетики?

- Федеральный закон «О естественных монополиях»
- **Федеральный закон «Об электроэнергетике» № 35-ФЗ**
- Федеральный закон «О защите конкуренции»
- Федеральный закон «Об энергосбережении»

Вопрос 2. Согласно ПУЭ, какой документ определяет категории электроприемников по надежности электроснабжения?

- **Глава 1.2 ПУЭ «Электроснабжение и электрические сети»**
- Глава 1.7 ПУЭ «Заземление и защитные меры электробезопасности»
- Глава 2.4 ПУЭ «Воздушные линии электропередачи»
- Глава 7.1 ПУЭ «Электроустановки жилых и общественных зданий»

Вопрос 3. Согласно ПТЭЭП, какой документ является основным для допуска ремонтной бригады к работе в электроустановках?

- Распоряжение
- **Наряд-допуск**
- Приказ по цеху
- Заявка на вывод оборудования

Вопрос 4. Какая группа по электробезопасности является минимальной для персонала, обслуживающего электроустановки напряжением выше 1000 В в качестве производителя работ?

- Группа II
- Группа III
- **Группа IV**
- Группа V

Вопрос 5. По какой формуле определяется мощность в цепях переменного тока при известном коэффициенте мощности cosφ?

- $P = U \cdot I$
- $P = U \cdot I \cdot \sin\varphi$
- **$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$**
- $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$

Вопрос 6. Каково соотношение между линейным и фазным напряжением при соединении обмоток генератора в звезду в симметричном режиме?

- $U_{лин} = U_{ф}$
- **$U_{лин} = \sqrt{3} \cdot U_{ф}$**
- $U_{лин} = U_{ф} / \sqrt{3}$
- $U_{лин} = 3 \cdot U_{ф}$

Вопрос 7. Какой закон описывает возникновение ЭДС индукции в проводнике при изменении магнитного потока?

- Закон Ампера
- **Закон Фарадея**
- Закон Ома
- Закон полного тока

Вопрос 8. Какой тип электростанции вырабатывает электрическую и тепловую энергию одновременно?

- КЭС (конденсационная электростанция)
- **ТЭЦ (теплоэлектроцентраль)**
- ГЭС (гидроэлектростанция)
- АЭС (атомная электростанция)

Вопрос 9. Какое номинальное напряжение относится к системообразующей сети ЕЭС России?

- 6 кВ
- 10 кВ
- 110 кВ
- **220–750 кВ**

Вопрос 10. Что такое экономическая плотность тока?

- Плотность тока, при которой потери мощности минимальны
- **Плотность тока, при которой приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию линии минимальны**
- Плотность тока, обеспечивающая максимальную пропускную способность
- Плотность тока, ограничивающая нагрев проводника

Вопрос 11. В сетях какого класса напряжения обычно применяется изолированная нейтраль?

- 0,4 кВ
- **6–35 кВ**
- 110–220 кВ
- 500 кВ и выше

Вопрос 12. Какой вид короткого замыкания считается самым тяжелым по величине тока для сетей с глухозаземленной нейтралью?

- **Трёхфазное КЗ**
- Двухфазное КЗ
- Однофазное КЗ на землю
- Двухфазное КЗ на землю

Вопрос 13. Какой элемент гидроэлектростанции преобразует энергию потока воды в механическую энергию вращения?

- Водозабор
- **Гидротурбина**
- Генератор
- Трансформатор

Вопрос 14. Какое распределительное устройство имеет преимущество по компактности и эксплуатационной безопасности благодаря применению элегаза в качестве изоляции?

- ОРУ (открытое РУ)
- ЗРУ (закрытое РУ)
- **КРУЭ (комплектное РУ с элегазовой изоляцией)**
- КРУ (комплектное РУ)

Вопрос 15. Что такое напряжение короткого замыкания трансформатора?

- Напряжение, при котором трансформатор входит в насыщение
- **Напряжение, при котором ток короткого замыкания равен номинальному току при замкнутой накоротко вторичной обмотке**
- Напряжение, при котором начинается пробой изоляции
- Напряжение, возникающее при внезапном отключении нагрузки

Вопрос 16. Каким способом обычно осуществляется пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором большой мощности для снижения пускового тока?

- Прямой пуск
- **Переключение обмоток статора со звезды на треугольник**
- Пуск с помощью реостата в цепи ротора
- Пуск с помощью синхронизации

Вопрос 17. Какой аппарат предназначен для отключения и включения электрических цепей под нагрузкой и при коротких замыканиях?

- Разъединитель
- **Выключатель**
- Предохранитель
- Контактор

Вопрос 18. Какой параметр характеризует качество выпрямления и определяется отношением амплитуды переменной составляющей к постоянной составляющей на выходе выпрямителя?

- Коэффициент полезного действия
- **Коэффициент пульсаций**
- Коэффициент мощности
- Коэффициент гармоник

Вопрос 19. Какое свойство релейной защиты означает её способность действовать только при повреждении в защищаемой зоне и не срабатывать при внешних КЗ?

- Чувствительность
- Быстродействие
- **Селективность (избирательность)**
- Надёжность

Вопрос 20. Какой протокол является основным для обмена данными на уровне станции в цифровых подстанциях согласно стандарту МЭК 61850?

- Modbus
- IEC 60870-5-104
- **GOOSE**
- Profibus

Вопрос 21. Какое устройство служит для защиты оборудования от атмосферных и коммутационных перенапряжений в сетях 6–35 кВ?

- Разрядник трубчатый
- Вентильный разрядник
- **Ограничитель перенапряжений (ОПН)**
- Молниеотвод

Вопрос 22. Для какой категории электроприемников перерыв электроснабжения допускается только на время автоматического восстановления питания?

- **Категория I**
- Категория II
- Категория III
- Особая группа I категории

Вопрос 23. Какой способ компенсации реактивной мощности наиболее распространен в распределительных сетях?

- Синхронные компенсаторы
- **Конденсаторные батареи**
- Статические тиристорные компенсаторы
- Активные фильтры гармоник

Вопрос 24. Какой метод позволяет выявить перегретые контакты и соединения без отключения оборудования?

- Измерение сопротивления изоляции
- **Тепловизионная термография**
- Измерение частичных разрядов
- Хроматография масла

Вопрос 25. Что является основой для планирования ремонтов электрооборудования в системе планово-предупредительного ремонта (ППР)?

- **Годовой график ППР**
- Аварийные заявки
- Результаты тепловизионного контроля
- Журнал дефектов

6. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике».
2. Федеральный закон от 26.07.2006 № 135-ФЗ «О защите конкуренции»
3. Федеральный закон от 17.08.1995 № 147-ФЗ «О естественных монополиях»
4. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности…».
5. Приказ Минздрава России от 28.01.2021 № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных медицинских осмотров…»
6. Приказ Минэнерго России от 12.07.2018 № 548 «Об утверждении требований к обеспечению надежности электроэнергетических систем…»
7. Приказ Минэнерго России от 12.08.2022 № 811 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии» (ПТЭЭП)
8. Приказ Минтруда России от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»
9. Приказ Минэнерго России от 25.10.2017 № 1013 «Об утверждении требований… "Правила организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики"»
10. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 № 442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии…»
11. Постановление Правительства РФ от 27.12.2004 № 861 «Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии…».
12. Постановление Правительства РФ от 29.12.2011 № 1178 «О ценообразовании в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике»
13. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации»
14. ГОСТ Р 27.001-2009 «Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения»
15. ГОСТ Р 27.002-2009 «Надежность в технике. Термины и определения»
16. ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»
17. ГОСТ Р 50571.5.51-2013 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-51. Выбор и монтаж электрооборудования»
18. ГОСТ Р 50571.5.52-2011 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки»
19. ГОСТ Р 50571.5.54-2024 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрического оборудования. Заземляющие устройства»
20. ГОСТ Р 50571.29-2022 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-55. Выбор и монтаж электрооборудования. Прочее оборудование»
21. ГОСТ Р 58887-2020 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Дистанционная и токовые защиты линий электропередачи и оборудования классом напряжения 110–220 кВ. Функциональные требования».

22. ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 «Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы»
23. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание седьмое. — Утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204
24. СО 153-34.20.501-2003 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации»
25. СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»
26. Ананичева С.С., Шелюг С.Н. Электроэнергетические системы и сети. Примеры и задачи: учебник для вузов. — М.: Юрайт, 2025. — 177 с.
27. Агафонов А.И., Бростилова Т.Ю., Джазовский Н.Б. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебник. — 3-е изд. — М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2025.
28. Алиев И.И. Электротехнический справочник: в 4 т. — 6-е изд. — М.: РадиоСофт, 2025.
29. Аверьянов А.В. Схемы электрических соединений подстанций: учебное пособие. — М.: Издательство МЭИ, 2025.
30. Аполлонский С.М. Теоретические основы электротехники. Практикум: учебное пособие. — 2-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2025. — 320 с.
31. Аполлонский С.М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник. — СПб.: Лань, 2022. — 592 с.
32. Аполлонский С.М. Электрические машины и аппараты: учебное пособие. — М.: КноРус, 2026.
33. Андрющенко А.И., Аминов Р.З. Тепловые электрические станции: учебник. — М.: Инфра-М, 2025.
34. Базуткин В.В., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С. Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения в электрических системах: учебник. — 4-е изд. — М.: Энергоатомиздат, 2025.
35. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник. — 12-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2025. — 560 с.
36. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник. — 12-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2025. — 320 с.
37. Браммер Ю.А., Пащук А.В. Импульсные и цифровые устройства: учебник. — М.: Форум-Инфра-М, 2025
38. Борисова М.Е., Койков С.Н. Электротехнические материалы: учебник. — 5-е изд. — М.: Энергоатомиздат, 2024.
39. Бростилова Т.Ю. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебник. — 3-е изд. — М.: Инфра-Инженерия, 2025.
40. Будзко И.А., Гессен А.С., Неклепаев Б.Н. Электрические аппараты высокого напряжения: учебник. — М.: Энергоатомиздат, 2025.
41. Буренин В.В., Гридин В.М. Преобразовательная техника: учебное пособие. — М.: Инфра-М, 2024.
42. Веников В.А., Глазунов А.А., Ершевич В.В. Электрические системы: в 2 т. — М.: Высшая школа, 2024.
43. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: учебник. — 4-е изд. — СПб.: Питер, 2025.
44. Воробьев В.А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации: учебное пособие. — М.: Инфра-М, 2024.
45. Герасименко А.А., Федин В.Т. Электрические системы и сети: учебное пособие. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2023. — 473 с.
46. Григорьев В.А., Зорин В.М. Гидроэлектростанции: учебник. — М.: Энергоатомиздат, 2024.

47. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника: учебник. — 4-е изд. — М.: Высшая школа, 2025
48. Грунтович Н.В. Техническая диагностика электрооборудования: учебник. — М.: ИНФРА-М, 2024. — 254 с.
49. Долгинов А.И. Техника высоких напряжений: учебник. — 5-е изд. — М.: Энергия, 2024.
50. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчёт индуктивностей: справочная книга. — 3-е изд. — Л.: Энергоатомиздат, 2024
51. Климов Г.Н. Энергосбережение: учебник для СПО. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2025.
52. Корицкий Ю.В., Пасынков В.В., Тарасов В.Н. Электротехнические материалы: справочник. — М.: Энергия, 2025.
53. Копылов И.П. Электрические машины: учебник. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2026. — 669 с.
54. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и эксплуатация электрических машин: учебник. — 3-е изд. — М.: Академия, 2024.
55. Костенко М.В., Перельман Л.С., Шкарин Ю.П. Волновые процессы и перенапряжения в электрических системах: учебник. — М.: Энергоатомиздат, 2024.
56. Киреева Э.А. Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике (с примерами расчётов): справочное издание. — М.: КноРус, 2025.
57. Куксин А.В. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие. — 2-е изд. — М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. — 156 с.
58. Куксин А.В. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие. — 2-е изд. — М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. — 200 с.
59. Куксин А.В. Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения: учебное пособие. — 2-е изд. — М.: Инфра-Инженерия, 2025.
60. Куксин А.В. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие. — 2-е изд. — М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2025.
61. Медведев В.Т., Кондратьева О.Е., Каралюнец А.В. Охрана труда в энергетике: учебник. — 4-е изд., испр. — М.: Академия, 2025. — 432 с.
62. Менумеров Р.М. Электробезопасность: учебное пособие. — 8-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2025. — 220 с.
63. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники: в 3 т. — СПб.: Питер, 2024.
64. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических систем: учебник. — М.: Энергоатомиздат, 2024.
65. Полковниченко Д.В., Гуляева И.Б. Введение в электроэнергетику и электротехнику: учебное пособие. — 2-е изд. — М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2026. — 204 с.
66. Полуянович Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие. — М.: Инфра-Инженерия, 2025.
67. Полищук В.И. Эксплуатация, диагностика и ремонт электрооборудования: учебное пособие. — М.: ИНФРА-М, 2024. — 203 с.
68. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надёжности: учебник. — 4-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2025.
69. Полищук В.И. Эксплуатация, диагностика и ремонт электрооборудования: учебное пособие. — М.: ИНФРА-М, 2024.
70. Полуянович Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие. — М.: Инфра-Инженерия, 2025.
71. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие. — М.: Лань, 2025. — 384 с.

72. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: учебник. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Инфра-М, 2025. — 405 с.
73. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: учебник. — 5-е изд. — М.: Инфра-М, 2025.
74. Сибикин Ю.Д. Справочник электрика по ремонту электрооборудования промышленных предприятий. — 2-е изд., доп. — М.: ИНФРА-М, 2025. — 262 с.
75. Сибикин Ю.Д. Современные электромонтажные изделия и устройства на напряжение до 1000 вольт: справочник. — 2-е изд., стер. — М.: ИНФРА-М, 2025. — 510 с.
76. Совалов С.А., Семёнов В.А. Противоаварийное управление энергосистемами: учебное пособие. — М.: Издательство МЭИ, 2025.
77. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: учебник. — 4-е изд. — М.: Энергоатомиздат, 2024.
78. Родштейн Л.А. Электрические аппараты: учебник. — 4-е изд. — Л.: Энергоатомиздат, 2024.
79. Розанов Ю.К. Силовая электроника: учебник. — 4-е изд. — М.: МЭИ, 2025.
80. Ушаков В.Я. Электроэнергетические системы и сети: учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2024. — 393 с.
81. Хорольский В.Я., Таранов М.А., Шемякин В.Н. Эксплуатация электрооборудования: учебник. — 5-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2025.
82. Хорольский В.Я., Таранов М.А., Шемякин В.Н. Эксплуатация электрооборудования (раздел по надёжности). — СПб.: Лань, 2025.
83. Федосеев А.М., Федосеев М.А. Релейная защита электроэнергетических систем: учебник. — 4-е изд. — М.: Энергоатомиздат, 2024.
84. Фролов Ю.М. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для СПО. — М.: Юрайт, 2025. — 351 с.
85. Фролов Ю.М. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник. — М.: Юрайт, 2025/2026.
86. Фролов Ю.М. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для вузов. — М.: Юрайт, 2026. — 351 с.
87. Шаров Ю.В., Хорольский В.Я., Таранов М.А., Шемякин В.Н. Электроэнергетика: учебное пособие. — М.: Инфра-Инженерия, 2026. — 384 с.
88. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы: справочник. — М.: Радио и связь, 2024.
89. Шабад М.А. Релейная защита: учебник. — 4-е изд. — СПб.: ПЭИПК, 2025.