

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Ректор
Р.В. Кучин

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
для поступающих на обучение
по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в
аспирантуре 2.4.3 Электроэнергетика

Программа вступительного экзамена разработана в соответствии с:

- федеральными государственными требованиями по научной специальности **2.4.3 Электроэнергетика**, утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г. № 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";

- Федеральным законом от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- приказом Минобрнауки России от 24.12.2021 № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. №1093»;

- рекомендациями Президиума ВАК от 10.12.2021 № 32/1 нс «О сопряжении научных специальностей номенклатуры, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24 февраля 2021 г. № 118, научных специальностей номенклатуры, утвержденной приказом Минобрнауки России от 23 октября 2017 г. № 1027»;

- приказом Минобрнауки России от 24.08.2021 № 786 «Об установлении соответствия направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 г. № 118».

Разработчики программы:

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Подпись
Осипов Дмитрий Сергеевич	д.т.н.	профессор	Профессор института нефти и газа	

Директор института нефти и газа

В.И. Зеленский

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине определяет требования к содержанию вступительных испытаний в аспирантуру по научной специальности 2.4.3 Электроэнергетика и предназначена для проведения вступительных испытаний в аспирантуру по научной специальности 2.4.3 Электроэнергетика.

2. ФОРМА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проводится в форме **собеседования**.

3. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Сдача вступительного испытания проходит в очной форме. Целью собеседования является определение готовности поступающего освоить выбранную аспирантскую программу, определение личностно-профессиональных качеств абитуриента.

Каждому поступающему, в соответствии с программой, предлагается **3 вопроса**, по которым будет проводиться собеседование, даётся время на подготовку ответа (30 минут). Собеседование проводится в устной форме и предполагает ответ абитуриента по предложенным вопросам, при необходимости (неполном, неточном ответе, неправильном употреблении терминов и др.) ему могут быть заданы дополнительные вопросы. Для оценивания ответа поступающего используется 100-балльная шкала. Необходимое минимальное количество баллов – 50.

Шкала оценивания на вступительном испытании по специальной дисциплине:

Оценка «100 – 76» – выставляется, если поступающий демонстрирует:

- глубокие знания основных понятий в области научной специальности, умение оперировать ими;
- высокую степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы;
- отличное умение представить основные вопросы в научном контексте;
- отличное владение научным стилем речи.

Оценка «75 – 64» – выставляется, если поступающий демонстрирует:

- хорошие знания основных положений в области научной специальности, умение оперировать ими, демонстрируются единичные неточности;
- достаточная степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы, демонстрируются единичные неточности;
- единичные (негрубые) стилистические и речевые погрешности;
- умение защитить ответы на основные вопросы;
- хорошее владение научным стилем речи.

Оценка «63 – 50» – выставляется, если поступающий демонстрирует:

- удовлетворительные знания основных понятий в области научной специальности, умение оперировать ими, неточности знаний;
- удовлетворительная степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы;
- посредственные ответы на вопросы.

Оценка «менее 50» выставляется, если поступающий демонстрирует:

- грубые ошибки в знании основных положений в области научной специальности;

- отсутствие знаний основных положений в области научной специальности, умения оперировать ими;

- недостаточное владение научным стилем речи;
- не умение защитить ответы на основные вопросы.

Результаты собеседования оформляются протоколом экзаменационной комиссии.

На экзамене при себе поступающий должен иметь ручку с синими чернилами и паспорт.

4. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Электрическая часть электростанций

Общие сведения об электрических станциях и подстанциях в энергосистемах. Источники активной и реактивной мощности в энергосистемах конструктивное исполнение, системы охлаждения, системы возбуждения синхронных машин, способы включения синхронных генераторов на параллельную работу, специальные режимы работы. Силовые трансформаторы: технические характеристики, схемы и группы соединения обмоток, системы охлаждения, срок службы, определение нагрузочной способности и аварийных допустимых перегрузок. Автотрансформаторы: номинальная, проходная и типовая мощности, коэффициент типовой мощности, тепловой режим, износ изоляции и срок службы, определение нагрузочной способности и аварийных допустимых перегрузок. Классификация и общее назначение электротехнического оборудования станций и подстанций. Общие сведения о схемах электроустановок. Схемы электрических соединений на стороне 6-10 кВ и 35 кВ. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Расчетные условия для выбора проводников и аппаратов по продолжительным режимам работы. Шины распределительных устройств и кабели. Электрическая дуга в коммутационных аппаратах, условия ее возникновения и горения. Процессы ионизации и деионизации в электрической дуге. Электрическая дуга постоянного и переменного тока, графическое решение уравнений дуги и особенности их гашения Выключатели высокого напряжения. Измерительные трансформаторы и их выбор. Основные сведения об электрических контактах. Переходные сопротивления контактов и их изменения в процессе эксплуатации. Допустимые условия работы контактов. Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов, синхронных двигателей и их систем возбуждения. Методика анализа режимов работы синхронных машин. Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях. Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях. Основы проектирования электростанций. Состав и основные характеристики систем автоматизированного проектирования (САПР) электрических установок. Проектирование главной электрической схемы. Проектирование электроустановок собственных нужд. Проектирование системы управления. Конструкция распределительных устройств. Основные характеристики комплектных распределительных устройств (КРУ). Компоновка электрических станций и подстанций.

2. Электроэнергетические системы и сети

Общие сведения об электроэнергетических системах. Элементы конструкций электрических сетей. Определение схемы замещения элемента электрической сети. Схемы замещения воздушных и кабельных линий; определение параметров схем замещения. Особенности определения параметров схем замещения линий с расщепленными проводами. Схемы замещения двух и трехобмоточных трансформаторов; определение параметров схем замещения трансформаторов по паспортным и каталожным данным Особенности режимов работы автотрансформаторов, их схемы замещения. Потери мощности в трансформаторах.

Задачи расчетов режимов линий электропередачи (ЛЭП) и электрических сетей. Векторная диаграмма токов и напряжений ЛЭП. Падение и потеря напряжения в элементах электрической сети. Электрический расчет ЛЭП по току и мощности нагрузки. Анализ режимов работы линии с помощью векторных диаграмм. Потери мощности в линиях и трансформаторах. Потери мощности на корону в ВЛ. Расчет разомкнутой сети по мощностям и токам нагрузок. Метод последовательных приближений (расчет в два этапа). Расчет ЛЭП с учетом трансформаторов. Совместный расчет сетей нескольких номинальных напряжений. Расчет распределительных электрических сетей. Расчеты простых замкнутых сетей и линий с двухсторонним питанием. Основные режимы электрических сетей и понятие об управлении режимами. Баланс мощности и энергии, их связь с качеством электроэнергии в системах. Баланс активной мощности в энергосистемах. Баланс реактивной мощности. Коэффициент мощности потребителей. Компенсация реактивной мощности. Задачи регулирования режимов. Способы и средства регулирования режимов. Подходы к регулированию напряжения. Принципы регулирования напряжения в центрах питания. Регулирование напряжения трансформаторами с РПН. Принципы системного и местного регулирования напряжения. Особенности регулирования напряжения в условиях избытка и дефицита реактивной мощности. Регулирование частоты в ЭЭС. Первичное и вторичное регулирование частоты. Автоматическая частотная разгрузка. Регулирование частоты в энергосистеме. Его связь с оптимальным распределением активных мощностей между станциями. Капиталовложения в элементы энергосистем. Расходы по эксплуатации электрической сети. Себестоимость производства, передачи, а также потерь электроэнергии. Основные принципы технико-экономических расчетов при проектировании электрических систем. Принципы построения схем электрических сетей и требования к ним. Надежность схем. Повреждаемость элементов электрических сетей. Расчеты надежности. Выбор конфигурации электрических сетей по критериям экономичности и надежности. Основные типы понижающих подстанций. Выбор схем присоединений подстанций к электрической сети. Выбор сечений ЛЭП по методу экономической плотности тока. Выбор сечений проводов с помощью экономических интервалов тока и мощности. Линейные уравнения узловых напряжений (УУН) в матричной форме. Методы их решения. Нелинейные УУН. Методы их решения. Метод Ньютона. Методы расчета нагрузочных потерь энергии. Определение потерь по графикам нагрузок и времени наибольших потерь. Метод средних нагрузок. Методы расчета нагрузочных потерь в сетях с разной степенью информационной обеспеченности расчетов.

3. Электроснабжение городов и промышленных предприятий

Понятие процесса электроснабжения и системы электроснабжения, ее место в электроэнергетике. Обобщенная структура системы электроснабжения. Требования, предъявляемые к СЭС. Род тока и номинальные напряжения, применяемые при электроснабжении различных объектов СЭС. Иерархия сетей различных номинальных напряжений в СЭС. Электроприемники и потребители электроэнергии: классификация, характеристика и режимы работы. Показатели графиков нагрузки электроприемников и потребителей. Графики нагрузок различных потребителей СЭС. Требования к электрическим схемам распределительных сетей. Характеристика схем различных типов с точки зрения загрузки оборудования. Влияние изолированного заземления нейтрали на надежность электроснабжения для различных типов схем. Обоснование необходимости глубоких вводов в городах и на промышленных предприятиях. Комплекс требований к сооружению подстанций глубокого ввода. Особенности конструктивного исполнения подстанций. Встроенные подстанции, обоснование необходимости их применения и требования к конструкции. Режимы электропотребления в СЭС различного назначения и напряжения. Факторы, влияющие на режимы электропотребления. Практические приемы и методы определения характеристик и расчетных значений электрических нагрузок в системах электроснабжения различного назначения. Методы определения расчетных нагрузок

элементов различных иерархических уровней систем электроснабжения Показатели качества электроэнергии.

4. Переходные процессы в электроэнергетических системах

Виды коротких замыканий. Основные требования к выполнению расчетов электромагнитных переходных процессов. Основные понятия. Классификация переходных процессов. Основные сведения об электромагнитных переходных процессах. Виды коротких замыканий. Основные определения. Причины и следствия КЗ. Назначения расчетов и требования к ним. Основные допущения. Понятие о расчетных условиях. Составление схемы замещения и определение ее параметров. Система относительных единиц. Общие методики расчета. Приведение параметров элементов схемы замещения к точным и усредненным коэффициентам трансформации. Системы относительных и именованных единиц. Преобразование схем замещения. Расчеты с приведением схемы замещения к простейшему виду. Применение принципа наложения. Мощность короткого замыкания. Основные допущения, характеристики и параметры синхронной машины. Приведение цепи ротора к статору. Влияние и учет нагрузки в различные моменты времени. Влияние и учет АРВ. Асинхронная нагрузка в начальный момент КЗ. Понятие простейшей электрической цепи и источника бесконечной мощности. Расчетные условия. Трехфазное КЗ в простейшей неразветвленной электрической цепи. Установившиеся и неуставившиеся режимы трехфазного КЗ. Понятие ударного тока и коэффициента. Действующие значения полных величин и их отдельных составляющих. Эквивалентная постоянная времени. Общие сведения о синхронной машине. Внезапное трехфазное КЗ синхронной машины. Начальный момент КЗ синхронной машины. Характеристики двигателей и нагрузки. Практические методы расчета начальных и ударных токов. Метод симметричных составляющих. Основные допущения. Схемы замещения для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей. Определение параметров схем замещения обратной и нулевой последовательностей. Параметры элементов электрической системы для токов обратной и нулевой последовательностей. Правило эквивалентности прямой последовательности. Однократная поперечная и продольная несимметрии. Сложные виды несимметрии. Короткие замыкания: однофазное, двухфазное и двухфазное на землю. Сравнение различных видов КЗ. Однофазное КЗ на землю. Граничные условия, комплексная и эквивалентная схемы замещения для однофазного КЗ на землю. Двухфазное КЗ. Граничные условия, комплексная и эквивалентная схемы замещения для двухфазного КЗ. Двухфазное КЗ на землю. Граничные условия, комплексная и эквивалентная схемы замещения для двухфазного КЗ на землю. Изменение токораспределения по мере удаления от места КЗ. Предельные соотношения между параметрами режима симметричного и несимметричных КЗ. Методы определения токов и напряжений при несимметричных КЗ и в сложносимметричных режимах на ЭВМ. Программное обеспечение, позволяющее исследовать токи КЗ в электроэнергетических системах. Промышленное программное обеспечение. Основные понятия о переходных электрохимических процессах в электроэнергетических системах. Виды режимов электроэнергетической системы. Требования, предъявляемые к режимам. Осуществимость и устойчивость режимов. Возмущения в системах. Виды устойчивости. Параллельная работа электрических машин. Основные допущения при анализе устойчивости. Схема замещения простейшей системы. Понятие о статической устойчивости. Коэффициент запаса статической устойчивости. Понятие о динамической устойчивости. Коэффициент запаса динамической устойчивости. Способы определения собственных и взаимных сопротивлений. Определение угловых характеристик мощности через собственные и взаимные сопротивления. Анализ процессов с учетом форсировки возбуждения. Способ площадей (площадки ускорения, торможения и возможного торможения). Допущения и область применения. Влияние АРВ и форсировки возбуждения на динамическую устойчивость. Влияние АРВ на характеристики мощности и статическую устойчивость. Общие требования, предъявляемые к устройствам АРВ. Типы АРВ и их характеристики. Характеристика и

классификация основных мероприятий, повышающих статическую и динамическую устойчивость. Требования к уровню воздействия на систему для повышения устойчивости. Мероприятия по улучшению параметров элементов сети. Режимные мероприятия. Устройства, повышающие уровень устойчивости сети. Параметры генератора. АРВ. Регуляторы первичных двигателей. Компенсация параметров линии. Заземление нейтралей. Признаки и допустимость асинхронного хода. Практические способы восстановления синхронного режима. Понятие о результирующей устойчивости. Характеристика и классификация основных мероприятий, повышающих статическую и динамическую устойчивость. Требования к уровню воздействия на систему для повышения устойчивости. Мероприятия по улучшению параметров элементов сети. Режимные мероприятия. Устройства, повышающие уровень устойчивости сети. Параметры генератора. АРВ. Регуляторы первичных двигателей. Компенсация параметров линии. Заземление нейтралей.

5. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем

Назначение релейной защиты и автоматики в электроэнергетических системах. Структура релейной защиты и используемая информация; подключение устройств релейной защиты к защищаемому объекту. Виды повреждений. Основные требования к защитным функциям. Измеряемые величины и критерии измерения. Релейная защита относительной селективности. Основные параметры и критерии измерения, используемые в РЗ. Измерительные органы РЗ. Принципы построения защит элементов электроэнергетических систем с относительной селективностью в сети с одним или несколькими источниками питания. Защиты с абсолютной селективностью элементов системы электроснабжения. Принципы выполнения основных и резервных защит. Защита и автоматика линий электропередач. Защита и автоматика элементов станций, подстанций и потребителей электроэнергии. Защита и автоматика шин. Автоматические переключения в электроэнергетических системах (ввод резерва, повторное включение, частотная разгрузка, балансирующие отключения). Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности. Регуляторы возбуждения и коэффициент трансформации. Автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности. Регуляторы частоты вращения. Методы и средства определения мест повреждений в сетях воздушных и кабельных линий электропередачи. Системы сигнализации, регистрации и цифрового осциллографирования. Моделирование функционирования и испытания устройств и систем управления.

6. Применение теории вероятностей, теории подобия и вычислительной техники к анализу режимов работы электростанций, сетей и систем

Случайные события и случайные величины в электроэнергетике, их применение в расчетах надежности схем электрических соединений. Применение математической статистики и методов обработки статистических данных по показателям надежности элементов, параметрам режимов, электрическим нагрузкам. Понятия интегральных характеристик режимов и методы их расчета в сложных электроэнергетических системах. Интегральные критерии качества электроэнергии, их применение в практике эксплуатации электроэнергетических систем. Случайные процессы при моделировании режимов и состояний в электроэнергетике. Понятие о простейшем стационарном процессе, моделированием процессов отказов и восстановлении элементов и схем в электроэнергетике. Элементы теории массового обслуживания, метод статистических испытаний «Монте-Карло», их применение для решения энергетических задач. Общий обзор проблемы моделирования, основы теории подобия. Полное и неполное подобие. Точность подобия. Практические критерии подобия различных явлений, изучаемых в технике. Подобие электрических цепей. Кибернетическое моделирование. Приближенное моделирование. Методы обработки результатов экспериментов, планирование экспериментов. Физическое и аналоговое моделирование процессов в электроэнергетических системах. Расчетные модели,

аналоговые модели, физические или динамические модели электроэнергетических систем. Расчеты режимов работы электростанций, сетей и систем с применением ЭВМ. Области применения и возможности ЭВМ при анализе режимов работы ЭЭС. Основные алгоритмы расчетов режимов работы и устойчивости ЭЭС с применением ЭВМ. Применение алгоритмических языков.

7. АСУ и оптимизация режимов работы электроэнергетических систем

Основные задачи АСУ энергосистем. Структуры систем автоматического управления ЭЭС и ее элементов. Противоаварийное управление, его задачи и способы реализации. Основные задачи и способы диспетчерского управления. Методы оптимизации режимов работы ЭЭС. Связь проблемы регулирования частоты с проблемой оптимального распределения нагрузок между электростанциями. Проблемы межсистемных и межгосударственных связей в больших ЭЭС.

8. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения

Общие сведения о дальних ЛЭП СВН. Роль дальних электропередач в современной электроэнергетике. Виды систем и электропередач. Преимущества объединения энергосистем с помощью дальних ЛЭП СВН. Конструкция дальних электропередач. Задачи, возникающие при выборе основных параметров электропередач и установлении их режимов. Конструктивные особенности линий сверхвысокого напряжения. Габариты линий СВН и факторы, их определяющие. Влияние конструкции фазы на удельные электрические параметры линии и Учет распределенности параметров линии и волновых процессов при передаче электрической энергии. Уравнения длинной линии. Понятие идеальной линии. Зависимость предела передаваемой мощности линии от ее длины. Влияние индуктивности и емкости линии на напряжение и ток. Понятие натуральной мощности. Распределение напряжения и тока в линии при передаче по ней мощности меньше и больше натуральной. Основные соотношения между параметрами режима электропередачи переменного тока. Определение КПД линии и электропередачи. Реактивные мощности концов линии при разных нагрузках, методы их компенсации. Схемы замещения дальних электропередач. Связь параметров четырехполосника с параметрами П- и Т-образной схем замещения. Зависимость параметров П-образной схемы замещения от длины линии. Поправочные коэффициенты и их определение. Учет элементов с сосредоточенными параметрами. Режимы максимальных и минимальных нагрузок дальних электропередач. Задачи расчета режимов дальних ЛЭП. Режим наибольших нагрузок. Способы задания исходной информации. Расчет режима наибольших нагрузок электропередачи, его оптимизация, выбор мощности и места установки компенсирующих устройств. Расчет режима малых нагрузок, загрузка генераторов и синхронных компенсаторов реактивной мощностью, стекающей с линии. Выбор мощности и места установки шунтирующих реакторов. Холостой ход и особые режимы дальних электропередач. Режим холостого хода. Определение особых режимов. Установившиеся режимы холостого хода. Методы ограничения напряжений и компенсации реактивной мощности. Несимметричные режимы работы электропередач. Режим самовозбуждения.

5. ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ СОБЕСЕДОВАНИЯ

1. Источники электрической энергии в электроэнергетических системах.
2. Структура и основные параметры электроэнергетической системы России.
3. КЭС: особенности электрической части.
4. ТЭС: особенности электрической части.
5. АЭС: особенности электрической части.
6. Синхронные машины. Принцип действия. Особенности режимов работы. Основные параметры синхронной машины.

7. Асинхронные машины. Принцип действия. Особенности режимов работы. Основные параметры асинхронной машины.

8. Трехфазные силовые трансформаторы. Принцип действия. Особенности режимов работы. Основные параметры трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток.

9. Графики нагрузок электроустановок.

10. Тепловой расчет изолированных проводников в длительных режимах.

11. Тепловой расчет шин.

12. Нагрев изолированных проводников и кабелей.

13. Термическая стойкость изолированных проводников.

14. Термическая стойкость аппаратов.

15. Электродинамическая стойкость проводников.

16. Отключение цепей переменного тока.

17. Отключение цепей постоянного тока.

18. Выключатели: назначение, виды, основные параметры.

19. Масляные баковые и маломасляные выключатели.

20. Основные параметры выключателей.

21. Воздушные выключатели.

22. Вакуумные выключатели.

23. Элегазовые выключатели.

24. Автоматические выключатели на напряжение ниже 1000 В.

25. Выбор выключателей.

26. Разъединители.

27. Разъединители для внутренней установки.

28. Разъединители для наружной установки.

29. Приводы выключателей.

30. Силовые трансформаторы.

31. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов.

32. Системы охлаждения силовых трансформаторов. 33. Регулирование напряжения у силовых трансформаторов.

34. Измерительные трансформаторы тока.

35. Измерительные трансформаторы напряжения.

36. РУ с одной системой сборных шин.

37. РУ с двумя системами сборных шин.

38. РУ с двумя системами сборных шин ГРУ ТЭЦ.

39. РУ с двумя системами сборных шин и обходной шиной.

40. РУ по схеме четырехугольника.

41. РУ по схеме шестиугольника.

42. РУ по схеме 3/2 и 4/3.

43. Упрощенные схемы РУ.

44. Системы постоянного оперативного тока.

45. Синхронные генераторы: типы, конструкция, основные параметры.

46. Воздушная и водородная система охлаждения синхронных генераторов.

47. Жидкостная система охлаждения синхронных генераторов.

48. Независимая система возбуждения синхронных генераторов.

49. Система самовозбуждения синхронных генераторов.

50. Безщеточная система возбуждения синхронных генераторов.

51. Система собственных нужд электрических станций.

52. Основные механизмы системы собственных нужд электрических станций и их приводы.

53. Электрические схемы собственных нужд КЭС.

54. Электрические схемы собственных нужд ТЭЦ.

55. Структура электрических сетей и систем. Номинальные напряжения. Области применения номинальных напряжений.
56. Электрические подстанции. Назначение и виды подстанций.
57. Особенности силовых трансформаторов разных классов напряжения и мощности.
58. Регулирование напряжения на подстанциях.
 59. Главные схемы подстанций.
 60. Компоновка подстанций разных классов напряжения.
 61. Собственные нужды подстанций разных классов напряжения.
 62. Режимы нейтрали электрических сетей разных классов напряжений.
63. Трехфазные сети с изолированной нейтралью.
 64. Трехфазные сети с резонансно-компенсированной нейтралью.
 65. Трехфазные сети с эффективно-заземленной нейтралью.
 66. Трехфазные сети с глухозаземленной нейтралью.
 67. Конструкции воздушных и кабельных линий электропередачи. Опоры, изоляторы, провода. Виды кабелей. Способы прокладки кабелей.
 68. Инженерно-экономические расчеты электрических сетей. Потери электрической энергии при транспортировке. Себестоимость передачи электрической энергии. Экономическая плотность тока.
 69. Выбор проводов и кабелей по допустимому нагреву.
 70. Расчет и выбор параметров электрических сетей по потере напряжения.
 71. Компенсация реактивной мощности.
 72. Проектирование электрических сетей. Определение нагрузок и выбор источников питания.
 73. Электроснабжение промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.
 74. Режимы работы электроэнергетических систем. Определения терминов.
 75. Нормальные режимы работы электроэнергетических систем.
 76. Устойчивость работы электроэнергетических систем. Параметры, характеризующие устойчивость.
 77. Нарушение устойчивости работы электроэнергетической системы. Сценарии нарушения устойчивости.
 78. Ненормальные режимы электроэнергетических систем, аварийные режимы, повреждения элементов электроэнергетических систем.
 79. Принципы автоматического управления. Основные понятия теории автоматического управления. Математическое описание элементов и систем автоматики.
 80. Передаточные функции и структуры автоматических систем. Временные и частотные характеристики.
 81. Типовые динамические звенья. Типовые схемы соединения динамических звеньев. Преобразования схем автоматики.
 82. Системы автоматического регулирования и управления. Виды систем регулирования. Оценка качества регулирования. Устойчивость.
 83. Управление режимами электроэнергетических систем. Диспетчерское управление. Способы изменения режимов. Оперативные переключения в электроэнергетических системах.
 84. Исследование нормальных режимов электроэнергетических систем.
 85. Схемы замещения электроэнергетических систем. Параметры схем замещения. Приведение параметров к одной ступени напряжения.
 86. Расчет токов короткого замыкания (КЗ). Особенности расчета токов КЗ для выбора и проверки оборудования, и для релейной защиты.
 87. Управление режимами электроэнергетических систем в аварийных ситуациях. Противоаварийная автоматика. Виды противоаварийной автоматики.
 88. Управление электроэнергетическими системами при повреждениях отдельных элементов. Релейная защита. Основные понятия и определения.

89. Токовые защиты. Выбор параметров срабатывания токовых защит.
90. Дифференциальные защиты. Выбор параметров срабатывания дифференциальных защит. Ток небаланса. Способы повышения чувствительности. Торможение в дифференциальной защите.
91. Дистанционные защиты. Принцип действия. Выбор параметров срабатывания дистанционных защит.
92. Элементная база релейной защиты. Особенности построения систем релейной защиты на различной элементной базе.
93. Особенности реализации защит разных видов на микропроцессорной элементной базе. Способы измерения, регистрации и обработки сигналов в микропроцессорных устройствах релейной защиты.
94. Требования нормативных документов к релейной защите электроэнергетических систем. Основные и резервные защиты. Способы обеспечения надежности. Особенности эксплуатации системы релейной защиты. Проверки и испытания.
95. Защиты, устанавливаемые на генераторах электрических станций. Особенности релейной защиты на электрических станциях разных типов.
96. Защиты, устанавливаемые на трансформаторах подстанций. Особенности релейной защиты подстанций разных типов и классов напряжений.
97. Защиты, устанавливаемые на линиях электропередачи. Особенности защит, устанавливаемых на линиях разных типов и классов напряжения.
98. Защиты, устанавливаемые на электродвигателях разных мощностей и классов напряжения.
99. Защиты, устанавливаемые на шинах и других элементах подстанций и электростанций.
100. Общие принципы проектирования систем релейной защиты.

6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Анчарова, Т. В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений : учебник / Т.В. Анчарова. - 2, перераб. и доп. - Москва : Издательство "ФОРУМ", 2020. - 415 с. URL: <http://znanium.com/catalog/document/?pid=1045619&id=345168>
2. Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 264 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/173107>
3. Епифанов, А. П. Электропривод : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гушинский. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 400 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/168425>
4. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учебник для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. - 11-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 736 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/155680>
5. Копылов, Игорь Петрович. Электрические машины в 2 т. Том 1 : Учебник для вузов / И. П. Копылов. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2020. - 267 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. URL: <https://urait.ru/bcode/451783>
6. Копылов, Игорь Петрович. Электрические машины в 2 т. Том 2 : Учебник для вузов / И. П. Копылов. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2021. - 407 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. URL: <https://urait.ru/bcode/470701>
7. Купарев, М. А. Электрическая часть тепловых электрических станций : учебник / М. А. Купарев, И. И. Литвинов, В. Е. Глазырин, В. И. Ключенович, Д. В. Бакланов. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 275 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/152176>
8. Курбатов, Павел Александрович. Электрические аппараты : Учебник и практикум для вузов / П. А. Курбатов, Е. Г. Акимов, А. Г. Годжелло, В. Е. Райнин. - Электрон. дан.col. -

Москва : Юрайт, 2021. - 250 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. URL: <https://urait.ru/bcode/471879>

9. Лыкин, Анатолий Владимирович. Электроэнергетические системы и сети : Учебник для вузов / А. В. Лыкин. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2020. - 360 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. URL: <https://urait.ru/bcode/451023>

10. Новожилов, Олег Петрович. Электротехника (теория электрических цепей) в 2 ч. Часть 1. : Учебник для вузов / О. П. Новожилов. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2020. - 403 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. URL: <https://urait.ru/bcode/451960>

11. Сибикин, Ю. Д. Электроснабжение предприятий добычи и переработки нефти и газа : учебник / Ю.Д. Сибикин. - 1. - Москва : Издательство "ФОРУМ", 2020. - 352 с. URL: <http://znanium.com/catalog/document/?pid=1042274&id=363047>

Дополнительная литература:

1. Кузовкин, Владимир Александрович. Электротехника и электроника : Учебник для вузов / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2021. - 431 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. URL: <https://urait.ru/bcode/468688>

Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учебник / А. В. Лыкин. - Новосибирск : НГТУ, 2017. - 363 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/118089>

2. Миленина, Светлана Александровна. Электротехника, электроника и схемотехника : Учебник и практикум для вузов / С. А. Миленина, Н. К. Миленин. - 2-е изд., пер. и доп. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2020. - 406 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. URL: <https://urait.ru/bcode/450334>

3. Мороз, Н. К. Электротехническое материаловедение : учебник / Н.К. Мороз. - Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 148 с. URL: <http://znanium.com/catalog/document/?pid=1168658&id=361763>

4. Москаленко, В. В. Электрический привод : учебник / В. В. Москаленко. - 1. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. - 364 с. URL: <http://znanium.com/catalog/document/?pid=1190675&id=364614>

5. Острецов, Владимир Николаевич. Электропривод и электрооборудование : Учебник и практикум для вузов / В. Н. Острецов, А. В. Палицын. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2020. - 212 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. URL: <https://urait.ru/bcode/452665>

6. Папков, Борис Васильевич. Электроэнергетические системы и сети. Токи короткого замыкания : Учебник и практикум для вузов / Б. В. Папков, В. Ю. Вуколов. - 3-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2021. - 353 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. URL: <https://urait.ru/bcode/470866>

7. ИНФОРМАЦИОННЫЕ САЙТЫ НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКИ

№	Ссылка на информационный сайт	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность
1	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека «E-library»	Авторизованный доступ
2	http://e.lanbook.com/	Электронная библиотечная система Издательства «Лань»	Авторизованный доступ
3	http://znanium.com/	Электронная библиотечная система «Znanium.com»	Авторизованный доступ
4	http://bd.viniti.ru/	База данных Научно технической информации Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук	Авторизованный доступ
5		Гарант	Локальная сеть
6		Консультант +	Локальная сеть

8. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИНТЕРНЕТ – РЕСУРСЫ

№	Ссылка на сайт	Наименование сайта
1	http://www.aspirantura.spb.ru/	Аспирантура. Портал для аспирантов
2	https://dailyrank.info/site/xn--80aaa4a0ajicdpl.xn--p1ai/	Советы аспирантам
3	http://dis.finansy.ru/about.htm	В помощь аспиранту
4	http://aspirantura.org	В помощь аспиранту
5	http://www.аспирантура.рф/	Советы аспирантам
6	http://phdru.com/webtechno/forphds/	Портал аспирантов и докторантов

Для обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии предусмотрены возможности приема-передачи информации в доступных для них формах.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.