

Утверждаю:  
Председатель приемной комиссии,  
ректор

С.М. Косенок  
« 19 » января 2026 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОГРАММАМ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММАМ МАГИСТРАТУРЫ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

**Направленность (профиль) образовательной программы:  
Электроснабжение**

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Программа вступительного испытания утверждена на заседании Ученого совета политехнического института 14 ноября 2025 г., протокол № 08/25.

## Содержание

I. Общие положения.....	4
II. Перечень тем для подготовки к вступительному испытанию .....	4
III. Перечень вопросов для прохождения вступительного испытания.....	18
IV. Список рекомендуемой литературы.....	20

## **I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1. Настоящая программа составлена на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам бакалавриата и программам специалитета, и определяет общее содержание экзамена при приеме на обучение по образовательным программам высшего образования – программам магистратуры в БУ ВО «Сургутский государственный университет» (далее – Университет).

2. Вступительное испытание нацелено на оценку знаний поступающих лиц, полученных ими в ходе освоения программ бакалавриата и (или) специалитета, и на отбор среди поступающих лиц, наиболее способных и подготовленных к освоению программ магистратуры в Университете.

3. Вступительное испытание проводится в рамках нескольких конкурсов (по соответствующим формам и основам обучения) внутри одной группы магистерских программ и сдается однократно.

4. Вступительное испытание проводится на русском языке.

5. Вступительное испытание проводится очно и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний).

## **II. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ**

### **Раздел I. Общая энергетика**

Тема 1. Основы производства электрической энергии.

Энергетические ресурсы Земли и их использование. Основы технической термодинамики. Основы теории теплообмена. Теоретические циклы тепловых двигателей. Способы производства электрической и тепловой энергии. Повышение эффективности использования топлива энергетических ресурсов. Накопители энергии. Основные способы организации энергосберегающих технологий. Утилизация вторичных энергоресурсов.

Тема 2. Первичные источники электрической энергии.

Классификация электрических станций. Тепловые конденсационные электрические станции. Теплоэлектроцентрали. Газотурбинные установки. Термодинамический цикл газотурбинной установки. Парогазовые установки. Двухвальные турбогенераторы. Гидравлические электрические станции. Гидроаккумулирующие электрические станции. Приливные электрические станции. Волновые электростанции. Малые и микроГЭС. Атомные электростанции.

Принцип работы ядерного энергетического реактора, типы ядерных реакторов. АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами. АЭС с канальными водографитовыми кипящими ректорами. АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Магнетогидродинамические генераторы. Топливные элементы. Геотермальные электростанции. Ветровые электростанции. Солнечные электростанции. Термоэлектрические генераторы. Термоэмиссионные преобразователи. Термоядерная реакция. Другие источники энергии.

### Тема 3. Устройство и принцип действия электрических станций.

Паровой котел и его основные элементы. Конструкции паровых котлов. Классификация паровых котлов. Основные характеристики паровых котлов. Основные поверхности нагрева парового котла, назначение. Испарительные поверхности нагрева: конструкция, особенности теплообмена. Пароперегревательные поверхности нагрева: типы, конструкция, особенности теплообмена. Водяные экономайзеры: типы, конструкция, особенности теплообмена. Воздухоподогреватели: типы, конструкция, особенности теплообмена. Способы организации газоздушного тракта котла. Тепловой баланс парового котла. Термодинамический цикл паротурбинных электростанций. Технологическая схема производства пара. Действие рабочего тела на лопатки турбины. Классификация паровых турбин. Активные паровые турбины. Реактивные паровые турбины. Мощность и КПД паровой турбины. Конденсационные устройства паровых турбин. Турборасширительные машины. Типы гидроэнергетических установок. Напор, расход и мощность гидроэнергетических установок. Основные схемы использования водной энергии. Особые схемы использования водных ресурсов. Схемы насосного аккумулирования водной энергии. Состав и компоновка основных сооружений ГЭС. Плотины ГЭС, типы и конструкции. Поверхностные затворы ГЭС. Глубинные затворы ГЭС. Здания ГЭС, типы и конструкции. Водохранилища ГЭС, их влияние на окружающую среду. Верхний и нижний бьеф и их характеристики. Регулирование речного стока водохранилищами ГЭС. Каскадное и комплексное использование водных ресурсов. Каскадное регулирование стока водохранилищами ГЭС. Классификация гидротурбин, классы и системы. Активные гидротурбины. Энергетические характеристики гидротурбин. Реактивные гидротурбины. Основные элементы проточного тракта реактивных гидротурбин. Кавитация и допустимая высота отсасывания.

## **Раздел II. Электрические машины**

### **Тема 1. Трансформаторы**

Устройство и принцип действия трансформатора; Классификация трансформаторов; Уравнения ЭДС трансформатора; Уравнения МДС трансформатора; Потери и КПД трансформатора; Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора; Внешняя характеристика трансформатора; Опыт холостого хода и короткого замыкания трансформатора; Трехфазный трансформатор, схемы соединения обмоток; Группы соединения трансформаторов; Условия включения трансформаторов на параллельную работу; Авто-трансформатор; Трехобмоточный трансформатор.

### **Тема 2. Асинхронные машины**

Устройство машины переменного тока; Назначение и область применения асинхронных машин; Устройство ротора асинхронной машины; Двигательный режим работы асинхронной машины, скольжение, перегрузочная способность; Генераторный режим работы асинхронной машины; Режим торможения противовключением асинхронной машины; Уравнения МДС асинхронного двигателя; Уравнения ЭДС асинхронного двигателя; Потери и КПД асинхронных машин; Механическая характеристика асинхронного двигателя; Способы пуска асинхронного двигателя; Рабочие характеристики асинхронного двигателя; Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя; Однофазный асинхронный двигатель.

### **Тема 3. Синхронные машины**

Назначение и области применения синхронных машин; Устройство синхронных машин; Принцип работы синхронного генератора; Реакция якоря синхронного генератора; Уравнение ЭДС синхронного генератора; Характеристики синхронного генератора; Параллельная работа синхронных генераторов. Принцип работы синхронного двигателя; Пуск в ход синхронных двигателей; Синхронные компенсаторы.

### **Тема 4. Машины постоянного тока**

Устройство и принцип действия машины постоянного тока; Обмотки якоря; Магнитное поле машины постоянного тока; Реакция якоря в машинах постоянного тока; Коммутация и способы её улучшения; Способы возбуждения машин постоянного тока; Назначение и области применения генераторов постоянного тока; Характеристики генераторов постоянного тока; Параллельная работа генераторов постоянного тока; Назначение и области применения двигателей

постоянного тока; Пуск двигателей постоянного тока; Характеристики двигателей постоянного тока; Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока.

Тема 5. Специальные электрические машины

Трансформаторы числа фаз. Реакторы. Поворотные трансформаторы. Асинхронные исполнительные двигатели. Синхронный реактивный двигатель. Шаговый двигатель. Вентильные двигатели постоянного тока. Универсальные коллекторные двигатели.

### **Раздел III. Электроэнергетические сети и системы**

Тема 1. Конструктивное выполнение электрических сетей:

Основные сведения о конструкции воздушных линий. Конструктивные элементы воздушных линий: провода и тросы, изоляторы, линейная арматура, опоры и основания. Основные сведения о конструкциях кабельных электрических линий. Конструкции силовых кабелей.

Тема 2. Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры:

Полные и упрощенные схемы замещения электрических линий и их параметры. Активные и индуктивные сопротивления и проводимости линий. Зарядные мощности линий. Используемые сечения проводов. Транспозиция фаз. Расщепление проводов фаз линий. Полные и упрощенные схемы замещения трансформаторов (автотрансформаторов) и их параметры. Активные и индуктивные сопротивления и проводимости трансформаторов (автотрансформаторов).

Тема 3. Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации:

Подготовка схемы замещения электрической сети к расчету режима. Расчетные схемы электрических сетей. Расчет электрических линий 110-220 кВ с использованием векторных диаграмм напряжений и токов и П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана током. Анализ различных режимов работы электрической линии. Влияние емкостных токов на режимные параметры. Аналитическая зависимость между напряжениями начала и конца линии. Понятие потери и падения напряжения. Допущения, используемые при расчете сетей 110 кВ. Расчет электрических линий 110-220 кВ с использованием П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана мощностью. Четыре возможных случая постановки задачи расчета режима (по данным начала, по данным конца передачи, итерационным методом «в 2 этапа»). Допущения, используемые при

расчете сетей 110 кВ. Расчет магистральных и разветвленных сетей. Совместный расчет сетей двух номинальных напряжений. Расчет электрических сетей с учетом статических характеристик нагрузок Метод систематизированного подбора. Расчет режимов замкнутых сетей. Понятие точки потокораздела. Особенности послеаварийных режимов. Краткие сведения об электрическом расчете сложных замкнутых электрических сетей. Расчет режимов сетей напряжением до 35 кВ. Особенности расчета режимов. Расчет режимов работы электрических сетей с двумя источниками питания. Анализ результатов расчета основных режимов работы электрических сетей. Современные программные комплексы по расчету режимов электроэнергетических систем.

Тема 4. Балансы мощностей в электроэнергетической системе:

Баланс активной мощности в электроэнергетической системе и его связь с частотой. Баланс реактивной мощности в электроэнергетической системе и его связь с напряжением. Потребители реактивной мощности. Источники реактивной мощности в электроэнергетических системах, их технические и экономические характеристики. Выработка реактивной мощности генераторами электростанций. Компенсация реактивной мощности.

Тема 5. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе:

Основы регулирования напряжения. Способы и технические средства регулирования напряжения. Регулирующие устройства в электрических сетях. Особенности регулирования напряжения в системообразующих сетях и сетях низших напряжений. Основы регулирования частоты. Задачи, допустимые отклонения частоты, регулировочные характеристики генераторов, методы регулирования частоты.

Тема 6. Проектирование электрических сетей:

Понятие комплексной нагрузки. Характеристики графиков нагрузки. Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей. Нормированная экономическая плотность тока. Стандартные сечения проводников. Основные технические ограничения при выборе сечений проводников воздушных и кабельных линий. Допустимые перегрузки кабелей. Выбор количества и мощности трансформаторов на подстанциях. Допустимые перегрузки трансформаторов. Требования ГОСТ-14209-97.

Тема 7. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем:

Основные сведения о характере потерь мощности и электроэнергии в различных элементах электрических сетей. Виды потерь мощности. Определение потерь мощности и электроэнергии в электрических линиях и трансформаторах (автотрансформаторах) с помощью графиков нагрузки и с использованием времени максимальных потерь. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии.

#### **Раздел IV. Электрические станции и подстанции**

Тема 1. Современные типы электростанций и подстанций, особенности их технологического процесса:

Перспективные источники электроэнергии. Распределение нагрузки между электростанциями разных типов. Понятие о графиках нагрузок электростанций и подстанций. Надёжность электроснабжения потребителей. Экономические и экологические проблемы энергетики.

Тема 2. Нагрев проводников и электрических аппаратов:

Общие сведения о токах короткого замыкания. Нагрев проводников и электрических аппаратов в продолжительных режимах и при коротких замыканиях. Допустимые температуры нагрева. Термическая и электродинамическая стойкость проводников и электрических аппаратов. Режимы нейтралей в эл. установках.

Тема 3. Шинные конструкции и токоведущие проводники в электроустановках:

Типы проводников, применяемых в электроустановках. Выбор сечения жестких, гибких проводников, сборных шин и их проверка.

Тема 4. Синхронные генераторы и компенсаторы:

Основные параметры и эксплуатационные характеристики. Конструктивные особенности. Системы охлаждения. Современные системы возбуждения и предъявляемые к ним требования. Способы включения генераторов в сеть. Перспективы улучшения характеристик генераторов.

Тема 5. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы:

Основные параметры и конструктивные особенности. Системы охлаждения. Тепловые режимы трансформаторов. Особенности автотрансформаторов. Способы изменения коэффициента трансформации.

#### Тема 6. Коммутационные электрические аппараты:

Отключение цепи переменного тока. Процесс гашения электрической дуги в коммутационных аппаратах. Дугогасительные устройства электрических аппаратов переменного и постоянного тока. Типы выключателей и их конструктивные особенности. Основные параметры и эксплуатационные характеристики современных выключателей, разъединителей и других электрических аппаратов.

#### Тема 7. Измерительные трансформаторы и устройства:

Трансформаторы напряжения, трансформаторы тока, ёмкостные делители напряжения. Сведения о конструкции. Параметры, схемы соединения обмоток, схемы включения. Области применения.

#### Тема 8. Электрические схемы электростанций и подстанций:

Виды электрических схем. Роль и взаимосвязь элементов. Назначение и особенности структурных и принципиальных схем конденсационных электростанций КЭС, теплоэлектроцентралей ТЭЦ, атомных электростанций АЭС, гидроэлектростанций ГЭС, парогазовых установок ПГУ, газотурбинных установок ГТУ и подстанций ПС.

#### Тема 9. Собственные нужды электростанций и подстанций:

Назначение, роль и влияние на надёжность работы электростанций. Способы электроснабжения собственных нужд. Расход электроэнергии на собственные нужды.

#### Тема 10. Схемы распределительных устройств электроустановок:

Типовые группы схем, их характеристики, условия функционирования и область применения. Заземления электроустановках. Обеспечение безопасности обслуживающего персонала электроустановок. Системы измерений, контроля, сигнализации и управления.

Тема 11. Источники оперативного тока, управление и сигнализация на электростанциях и подстанциях:

Источники оперативного тока (аккумуляторы и преобразователи). Область их применения. Режимы работы аккумуляторных установок на электростанциях и мощных подстанциях. Дистанционное управление выключателями. Виды сигнализации: положения коммутационных аппаратов, аварийная, предупреждающая.

## **Раздел V. Переходные процессы в электроэнергетических системах**

Тема 1. Переходные процессы при трехфазном коротком замыкании в простейшей цепи:

Понятие простейшей трехфазной цепи. Трехфазное КЗ в простейшей цепи, подключенной к источнику бесконечной мощности. Законы изменения периодической и апериодической составляющих тока в функции времени. Волновые и векторные диаграммы токов и напряжений. Определение начального значения апериодической составляющей тока и постоянной времени затухания. Ударный ток КЗ. Влияние предшествующего режима и фазы включения на величину тока КЗ.

Тема 2. Схемы замещения и параметры синхронных машин в установившемся и переходном режимах:

Параметры, схемы замещения синхронной машины в установившемся режиме. Схемы замещения синхронной машины без демпферных обмоток. Понятие о сверхпереходных ЭДС и реактивностях синхронной машины. Схемы замещения синхронной машины с демпферными обмотками в переходном режиме. Расчет сверхпереходных ЭДС и сверхпереходных токов. Сравнение реактивностей синхронных машин.

Тема 3. Переходный процесс синхронного генератора при трехфазном коротком замыкании:

Гашение магнитного поля системы возбуждения генератора. Системы автоматического регулирования возбуждения генератора и их влияние на переходный процесс. Понятие установившегося режима короткого замыкания. Влияние АРВ на установившийся ток КЗ. Понятия о режимах предельного возбуждения, номинального напряжения и критического сопротивления. Расчет установившегося режима КЗ генератора с АРВ.

Тема 4. Практические методы расчета режимов трехфазного короткого замыкания:

Допущения в практических расчетах коротких замыканий. Влияние и учет нагрузки в начальный момент трехфазного КЗ. Аналитический метод расчета начального сверхпереходного тока. Расчет ударного тока. Приближенный учет системы при расчетах переходного тока КЗ. Метод расчетных кривых.

Тема 5. Параметры элементов и схем отдельных последовательностей:

Понятие о поперечной и продольной несимметрии. Применимость метода симметричных составляющих к исследованию несимметричных режимов.

Принцип независимости действия симметричных составляющих. Сопrotивления обратной и нулевой последовательностей элементов электрической системы. Общие положения по составлению и преобразованию схем отдельных последовательностей и расчету их результирующих параметров.

Тема 6. Однократная поперечная несимметрия:

Граничные условия при различных видах несимметричных коротких замыканий. Соотношения между симметричными составляющими и полными значениями токов и напряжений по месту несимметрии при однофазном, двухфазном и двухфазном на землю коротких замыканиях. Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексные схемы замещения, распределения токов и напряжений. Применение практических методов к расчету однократной поперечной несимметрии.

Тема 7. Однократная продольная несимметрия:

Уравнения падений напряжений в схемах различных последовательностей. Граничные условия при различных видах продольной несимметрии. Соотношения между симметричными составляющими, полными токами и падениями напряжений при разрыве одной и двух фаз. Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексные схемы замещения.

Тема 8. Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения:

Общая характеристика распределительных сетей. Простое замыкание на землю. Учет изменения параметров проводников сети. Учет местных источников и нагрузок. Расчет токов короткого замыкания в установках напряжением до 1 кВ. Использование ЭВМ для расчета режимов короткого замыкания.

Тема 9. Ограничение токов короткого замыкания:

Максимальные уровни токов короткого замыкания. Оптимизация режима заземления нейтралей в электрических системах. Токоограничивающие устройства. Координация уровней токов коротких замыканий и параметры электрооборудования.

## **Раздел VI. Техника высоких напряжений**

Тема 1. Электрофизические процессы в диэлектрических средах:

Классификация видов электрических полей. Основные виды ионизационных процессов. Виды эмиссии. Явление электроотрицательности. Понятие плазмы. Степень ионизации. Уравнение Саха. Понятие «лавина электронов». Лавинная форма развития разряда. Стример. Стримерная форма развития разряда. Разряд в

резконеоднородных полях. Закон Пашена. Закономерности возникновения и развития основных видов электрических разрядов в газах: коронный, искровой, дуговой, поверхностный. Лидерная форма разряда. Молния. Понятие о частичных разрядах. Время запаздывания разряда. Общая характеристика и теории пробоя жидких диэлектриков. Механизмы пробоя твердых диэлектриков: электрический, тепловой, электрическое старение.

Тема 2. Изоляция высоковольтного оборудования:

Классификация изоляции. Виды внутренней изоляции. Линейная и аппаратно-станционная изоляция. Изоляция ЛЭП. Гирлянды изоляторов. Опорные и проходные изоляторы. Вводы. Изоляция мощных трансформаторов, конденсаторов, кабелей, электрических машин. Новые перспективные разработки в области изоляции.

Тема 3. Получение и измерение высоких напряжений:

Методы и устройства получения высоких переменных, постоянных и импульсных напряжений. Генератор импульсных напряжений Аркадьева-Маркса. Генератор импульсных токов. Способы измерений высоких напряжений: электростатический вольтметр, измерительный шаровой разрядник, делители напряжения. Измерение больших импульсных токов.

Тема 4. Атмосферные перенапряжения в электрических системах:

Классификация перенапряжений. Средства защиты от перенапряжений. Индуктированные перенапряжения. Перенапряжения прямого удара молнии. Молние-защита ЛЭП и подстанций. Волновые процессы в линиях и обмотках трансформаторов.

Тема 5. Резонансные перенапряжения и защита от них:

Резонансные перенапряжения на основной частоте односторонне питаемой линии. Резонансные перенапряжения при несимметричном отключении фаз.

Тема 6. Коммутационные перенапряжения в электрических системах:

Перенапряжения при отключении ненагруженных линий. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю. Дугогасящие реакторы.

## **Раздел VII. Электроснабжение**

Тема 1. Основные типы электроприемников и режимы их работы:

Основные приемники электроэнергии, их краткая характеристика, режимы их работы и показатели режимов. Показатели графиков нагрузки

электроприемников и потребителей. Графики нагрузок различных потребителей систем электроснабжения.

Тема 2. Режимы электропотребления в системах электроснабжения:

Режимы электропотребления в системах электроснабжения различного назначения и напряжения. Факторы, влияющие на режимы электропотребления. Основные вероятностно-статистические модели для описания процессов электропотребления в системах электроснабжения: детерминированный подход, модель случайного события, случайной величины, системы случайных величин, случайного процесса. Информационное обеспечение моделей режимов электропотребления в практике проектирования и эксплуатации современных систем электроснабжения. Управление электропотреблением.

Тема 3. Методы расчета интегральных характеристик режимов и определения расчетных значений нагрузок:

Принципы формирования расчетных значений электрических нагрузок элементов систем электроснабжения. Обобщенная, универсальная модель электрических нагрузок для применения в системах электроснабжения. Практические приемы и методы определения характеристик и расчетных значений электрических нагрузок в системах электроснабжения различного назначения: методы коэффициентов спроса, использования, одновременности, упорядоченных диаграмм, числовых вероятностных характеристик. Методы определения расчетных нагрузок элементов различных иерархических уровней систем электроснабжения: сетей до 1000 В, выше 1000 В, сетей высокого напряжения, источников электроэнергии. Области применения указанных приемов определения расчетных нагрузок с учетом возможностей информационного обеспечения расчетов. Методы расчета интегральных характеристик режимов в системах электроснабжения произвольной сложности и конфигурации.

Тема 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения:

Показатели качества электроэнергии. Влияние показателей качества электроэнергии на работу электроприемников и оборудования систем электроснабжения. Нормирование показателей качества электроэнергии. Интегральные критерии качества, информационное обеспечение контроля качества электроэнергии. Модели процессов изменения показателей качества напряжения (отклонений, колебаний, искажения формы кривой, несимметрии напряжения), связь их с моделями нагрузок и режимов работы источников

электроэнергии. Влияние на показатели качества режимов работы компенсирующих и регулирующих устройств. Методы и средства обеспечения нормированных показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения. Размещение средств компенсации в сетях разных номинальных напряжений. Влияние степени компенсации на технико-экономические показатели систем электроснабжения.

## **Раздел VIII. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**

Тема 1. Основные сведения о системе противоаварийного управления.

Основное назначение системы противоаварийного управления. Структура системы противоаварийного управления. Назначение релейной защиты. Назначение системной автоматики. Назначение режимной автоматики. Назначение противоаварийной автоматики. Назначение автоматического повторного включения линий электропередачи. Назначение автоматического ввода резерва. Назначение однофазного автоматического повторного включения воздушных линий. Назначение автоматического регулятора скорости турбины. Назначение автоматического регулятора напряжения электрических генераторов. Назначение автоматики регулирования частоты и мощности. Назначение автоматики отключения генераторов. Назначение автоматики отключения нагрузки. Назначение автоматического ввода генераторов. Назначение автоматической частотной разгрузки.

Тема 2. Краткая характеристика релейной защиты.

Задачи, решаемые релейной защитой. Основные функции релейной защиты. Технические характеристики релейной защиты. Селективность релейной защиты. Быстродействие релейной защиты. Чувствительность релейной защиты. Надежность функционирования релейной защиты. Правильные, неправильные, невыясненные, излишние, ложные действия релейной защиты. Отказы релейной защиты. Блок-схема релейной защиты. Источники информации о состоянии защищаемого объекта.

Тема 3. Трансформаторы тока и напряжения, источники оперативного тока. Классификация устройств РЗ.

Функции трансформаторов тока. Устройство трансформатора тока. Схемы соединений трансформаторов тока. Соединение «полная звезда». Соединение «неполная звезда». Соединение в «треугольник». Функции трансформаторов напряжения. Устройство трансформатора напряжения. Принцип работы

трансформатора тока. Принцип работы трансформатора напряжения. Источники оперативного тока. Классификация устройств релейной защиты по принципу действия, по защищаемым элементам, по селективности, по элементной базе, по назначению, по принципу действия, по оперативному току.

#### Тема 4. Максимально-токовые защиты.

Назначение максимально-токовой защиты. Блок-схема трехступенчатой МТЗ. Принцип работы блок-схемы трехступенчатой МТЗ. Варианты построения МТЗ. МТЗ на электромеханических реле, встроенных в приводы выключателей. МТЗ на использовании индукционных электромеханических реле. МТЗ с независимой от тока выдержкой времени. МТЗ на базе аналоговой вычислительной техники. Цифровые многофункциональные МТЗ.

#### Тема 5. Дифференциальные защиты.

Блок-схема дифференциальной защиты. Назначение дифференциальной защиты. Принцип действия дифференциальной защиты. Схема дифференциальной защиты электрического генератора. Условия возможности выполнения дифференциальной защиты электрической машины. Принцип выполнения дифференциальных защит электрических машин. Особенности построения дифференциальных защит трансформаторов и автотрансформаторов. Микропроцессорные дифференциальные защиты.

#### Тема 6. Дистанционные защиты.

Применение дистанционных защит. Основные параметры ВЛ. Полное сопротивление ВЛ в комплексной форме. Полное сопротивление ВЛ в виде модуля полного сопротивления. Полное сопротивление ВЛ в функции расстояния. Зависимость полного сопротивления ВЛ в координатах R и X. Принцип действия дистанционной защиты. Принцип выполнения дистанционной защиты. Структурная схема дистанционной защиты. Основные элементы дистанционной защиты. Блок-схема дистанционной защиты. Схемы включения дистанционных и пусковых органов защиты. Функции пусковых органов дистанционных защит. Требования к пусковым органам дистанционных защит. Виды пусковых органов дистанционных защит.

#### Тема 7. Защиты воздушных и кабельных линий электропередачи.

Назначение защиты для линий 6-35 кВ с изолированной нейтралью. Защита на одиночных линиях с односторонним питанием. Назначение токовых защит. Защиты на линиях с двухсторонним питанием. Защита от однофазных замыканий на землю. Устройства релейной защиты для линий 110-500 кВ. Виды КЗ в сетях 110

кВ и выше. Виды КЗ в сетях 6-35 кВ. Явления при КЗ на землю. Продольные дифференциальные защиты. Блок-схема продольной дифференциальной защиты. Блок-схема поперечной дифференциальной защиты. Блок-схема защиты с высокочастотной блокировкой.

#### Тема 8. Защита электродвигателей.

Классификация электродвигателей по уровню напряжения. Категории электродвигателей напряжением 6-10 кВ. Виды защит у двигателей напряжением 6-10 кВ. Защита двигателей от замыканий на землю. Защита двигателей напряжением ниже 1000 В. Выбор предохранителей для защиты двигателей ниже 1000 В. Схема защиты электродвигателя с использованием предохранителей. Схема защиты электродвигателя с помощью автоматического выключателя.

#### Тема 9. Защита и автоматика электрических станций подстанций.

Виды повреждений трансформаторов. Категории защиты трансформаторов. Газовая защита трансформаторов. Дифференциальная защита трансформаторов. Резервная защита трансформаторов. Дифференциальная защита генераторов. Защиты генераторов от замыкания одной фазы на землю. Защита обмотки ротора генератора. Защита генераторов от токов обратной последовательности. Защита одиночной системы шин. Защита секционированной системы шин. Дуговая защита шин. Устройства резервирования отказа выключателя.

#### Тема 10. Автоматика систем электроснабжения.

Блок-схема АПВ. Однократность действия АПВ. Двукратное АПВ. Назначение устройств автоматического повторного включения. Требования, предъявляемые к устройствам АПВ. Расчет параметров устройств АПВ. Схемы устройств АПВ. Назначение устройств аварийного ввода резерва. Требования, предъявляемые к устройствам АВР. Расчет параметров устройств АВР. Схемы устройств АВР.

#### Тема 11. Основы эксплуатации релейной защиты и систем автоматики.

Содержание проектов релейной защиты и систем автоматики. Содержание наладки средств релейной защиты и систем автоматики. Этапы наладочных работ средств релейной защиты и систем автоматики. Виды обслуживания средств релейной защиты и систем автоматики. Оперативное обслуживание средств релейной защиты и систем автоматики. Техническое обслуживание средств релейной защиты и систем автоматики. Аварийный ремонт средств релейной защиты и систем автоматики. Анализ действий устройств релейной защиты и автоматики. Обязанности технического персонала при оперативном обслуживании. Обязанности технического персонала при техническом

обслуживании. Обязанности технического персонала при аварийном ремонте. Регламентные документы по переключениям при вводе и выводе устройств релейной защиты и автоматики.

### **III. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

1. Что является внешними источниками электромагнитных помех в электроэнергетических установках и средствах автоматизации?
2. Что рассматривается в качестве источников электромагнитных помех в электроэнергетических установках и средствах автоматизации?
3. В каком диапазоне частот энергетические предприятия (электростанции) и электротехнологические установки создают электромагнитные поля?
4. Каковы ориентировочные значения напряжённостей магнитного поля промышленной частоты на энергетических и промышленных предприятиях на расстоянии 0,5 м?
5. Каковы границы санитарно-защитных зон, согласно СН №2971-84, для линий электропередачи ЛЭП-500 кВ?
6. Каковы допустимые уровни воздействия электрического поля линий электропередачи (ЛЭП) на население на территории зоны жилой застройки?
7. Что характеризуют параметры качество электроэнергии?
8. Нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения на выводах приемников электрической энергии по нормам ГОСТ 13109-97.
9. Что является мероприятиями по обеспечению электромагнитной совместимости систем управления на подстанциях?
10. Чем определяется пропускная способность линии электропередач (ЛЭП)?
11. С какой целью выполняется расщепление фаз ЛЭП сверхвысокого напряжения?
12. К какому эффекту может привести устранение параметрической неоднородности электропередачи?
13. С какой целью выполняется компенсация реактивной мощности в электроэнергетических сетях?
14. Что характеризует время использования максимума нагрузки?
15. Для каких линий электропередачи режим холостого хода недопустим?
16. С какой целью может применяться продольная компенсация индуктивного сопротивления линий электропередач?

17. Какие из нижеперечисленных способов можно применить для уменьшения индуктивного сопротивления воздушной линии электропередачи?
18. Какое напряжение между поврежденной фазой и землей покажет вольтметр в сетях с изолированной нейтралью?
19. Изменится ли напряжение неповрежденной фазы относительно земли при КЗ на землю одной из фаз в сетях с эффективно-заземленной нейтралью?
20. Какая из схем соответствует структурной схеме понижающей подстанции?
21. Какие требования относятся к основным требованиям, предъявляемым к главным схемам электрических станций и подстанций?
22. Какой аппарат предназначен для создания видимого разрыва между аварийным участком или элементом сети и частью распределительной сети, остающейся под напряжением?
23. Чем определяется коэффициент чувствительности защиты?
24. Перечислите основные параметры схем релейной защиты.
25. Какой параметр характеризует степень неравномерности графика нагрузки силового трансформатора?
26. Что позволяет достичь соединение в «треугольник» обмоток низкого напряжения силового трансформатора?
27. Для силовых трансформаторов какой мощности применяется естественное масляное охлаждение (М)?
28. Какие операции по включению и отключению электрических цепей нельзя проводить с использованием разъединителя?
29. Укажите способы гашения дуги, действующие в масляных выключателях.
30. От чего зависит активная мощность, потребляемая электродвигателем?
31. Из каких электроустановок состоит электрическая сеть?
32. Как называются обмотки трансформатора?
33. Как можно оценить точность расчёта режима кольцевой сети?
34. Каким образом должен осуществляться ввод резервного питания для электроприемников 1 категории?
35. Запишите выражение для вращающегося момента реле направления мощности смещенного типа.

#### IV. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.А. Герасименко, В.Т. Федин. Передача и распределение электрической энергии, Феникс, 2014.
2. Зорин Вячеслав Михайлович. Атомные электростанции: учебное пособие для вузов пособие. Москва: Издательский дом МЭИ, 2012.
3. Матрехина Н.А. Политика энергосбережения в ОАО "Сургутнефтегаз. Сургут, 2001.
4. Серебряков А.С. Трансформаторы: Допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400 "Электроэнергетика и электротехника" Moscow: Издательский дом МЭИ, 2013.
5. Копылов И. П. Электрические машины в 2 т. Том 2: Учебник М.: Издательство Юрайт, 2016.
6. Копылов И. П. Электрические машины в 2 т. Том 1: Учебник М.: Издательство Юрайт, 2016.
7. Игнатович В. М. Электрические машины и трансформаторы: Учебное пособие М.: Издательство Юрайт, 2016.
8. Встовский А. Л. Электрические машины Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013.
9. Усольцев А.А. Электрические машины: учебное пособие Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2013.
10. Дробов А.В., Галушко В.Н. Электрические машины. Практикум: учебное пособие Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2017.
11. Передача и распределение электрической энергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. Изд.2-е – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 715 с.
12. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: учебник для вузов. – М.: ООО «Издательский дом Альянс», 2009. – 592 с.
13. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: учебное пособие для электроэнерг. спец. / В.В. Ежков, Г.К. Зарудский, Э.Н. Зуев и др.; под редакцией В.А. Строева. – М.: Высшая школа, 1999. – 352 с.
14. Электрическая часть электростанций и подстанций: Б.Н. Неклепаев / Учебник для вузов М: Энергоатомиздат, 1986.
15. ЭБС издательство «Нэлбук»..Трансформаторы. / А.С. Серебряков, 2013, 360 с.

16. ЭБС издательство «Нэлбук». Основы современной энергетики. Том 2. Современная электроэнергетика / Ю.К. Розанов, В.А. Старшинов 2010, 632с.
17. ЭБС издательство «Znanium». Электрические аппараты: учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров 2014. 424с..
18. Электрическая часть атомных электростанций: учебное пособие / В.П. Васин, В.А. Старшинов. – М.: Издательство МЭИ, 2005.
19. Проектирование электрической части подстанций. Учебное пособие / С.А. Дмитриев, С.Е. Кокин, А.И. Хальясмаа, В.П. Нестеренков. – Екатеринбург: УрФУ.- 2013 132с.
20. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. 5-е изд., стереотипное / : С-Пб: Изд-во БХВ-Петербург, 2013 607с.
21. Эрнст А.Д. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: курс лекций / Нижневартовск: Издательство Нижневартовского государственного гуманитарного университета, 2012.
22. Пилипенко В.Т. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: Учебно-методическое пособие / Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.
23. Хрущев Ю. В. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы: Учебное пособие / М.: Издательство Юрайт, 2016.
24. Хрущев Ю. В., Заповодников К. И., Юшков А. И. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы: учебное пособие для прикладного бакалавриата / Москва: Юрайт, 2016.
25. ЭБС «IPRbooks»: Чайкина Л. П. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс]: учебник / Чайкина Л. П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, Маршрут, 2005.— 229 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16239>
26. ЭБС «IPRbooks»: Физика и техника высоких плотностей энергии. Выпуск 1 [Электронный ресурс]: научное издание / Р.И. Ильяев [и др.]— Электрон. текстовые данные.— Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2011.— 335 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18431>
27. Техника высоких напряжений. Под редакцией Кучинского Г.С. СПб.: Энергоатомиздат, 2003. – 608 с.

28. Переходные процессы электрических систем в примерах и иллюстрациях./ Под ред. В.А. Строева. М.: Знак, 1996, 224 с.

29. Системы электроснабжение: учебник./ Гужов Н.П, Ольховский.В.Я., Павлюченко Д.А. – Ростов н/Д.: Феникс, 2011. – 382 с.

30. Системы электроснабжение: учебное пособие для студенч. учреждений высш. проф. Образования/ Кудрин Б.И. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 352 с.

31. Вероятностно-статистические методы в расчетах систем электроснабжения / Фокин Ю.А., М.: Энергоатомиздат, 1985.- 415 с.

32. Руководство по решению задач по курсу "Электроснабжение"/ Фокин Ю.А., Ильинская Л.И. – М.: МЭИ, 1998.- 346 с.

33. Федосеев А. М. Релейная защита электрических систем: Учебник для студентов вузов / М.: Энергия, 1976.

34. Дьяков А. Ф., Овчаренко Н. И. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 140200 "Электроэнергетика": учебное пособие для системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала энергетических компаний, а также для вузов, осуществляющих подготовку энергетиков / М.: Издательский дом МЭИ, 2010.

35. Дрозд В. В. Релейная защита и автоматика в электрических сетях Москва: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012.