

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА»



УТВЕРЖДАЮ

Председатель приемной комиссии

 А.Н. Яковлев

« 28 » 10 2022 г.

Председатель экзаменационной
комиссии

 К.С. Костиков

« 28 » 10 2022 г.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний для поступающих в аспирантуру
по научной специальности
2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Кемерово 2022

1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы, разработана на основании федеральных образовательных стандартов высшего образования магистратуры и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения горных и промышленных предприятий.

1.2. Вступительные испытания для поступающих в аспирантуру проводятся с целью определения степени готовности поступающего к освоению основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

1.3. Для всех поступающих, обязательным является прохождение вступительного испытания в письменной форме, которое включает общие вопросы по дисциплинам: «Специальные главы математики», «Электрические машины», «Физические основы электроники», «Теория автоматического управления», «Системы управления электроприводов», «Автоматизация производственных процессов», «Электроснабжение», «Электроэнергетические сети и системы», «Электрические станции и подстанции», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Энергосбережение в системах электроснабжения».

1.3. Экзамен проводится с использованием экзаменационных билетов. Экзаменационные билеты разрабатываются кафедрой электроснабжения горных и промышленных предприятий на основании федерального государственного образовательного стандарта к уровню подготовки дипломированного магистра и утверждаются председателем приемной комиссии.

1.4. Каждый экзаменационный билет содержит четыре вопроса, на которые необходимо дать развернутые и полные ответы. Поступающие на выданных листах бумаги в правом верхнем углу от руки пишут свою фамилию, по центру – номер билета и в порядке очередности – формулировку вопросов билета и ответы на них. Письменные ответы делаются в произвольной форме.

1.5. Результаты вступительного испытания оцениваются по **100-балльной шкале**. Общее количество баллов распределяется следующим образом: каждый вопрос – не более **25 баллов**. Минимальный пороговый балл для прохождения вступительного испытания в письменной форме составляет **50 баллов**.

2. Содержание программы вступительных испытаний для поступающих в аспирантуру по научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

2.1. Электроснабжение

Тема 1. Типы электроприемников, режимы их работы

Классификация электроприемников и их общие характеристики. Классификация электроприемников по категориям надежности, по режиму работы, по техническим показателям. Виды электрооборудования.

Климатическое исполнение и категории размещения электрооборудования. Степени защиты электрооборудования от попадания твердых механических предметов и жидкости.

Классификация помещений, предназначенных для установки и эксплуатации электроустановок. Взрывоопасные и пожароопасные зоны.

Тема 2. Электрические нагрузки и методы их расчета

Общие понятия и определения. Основные величины в расчетах электрических нагрузок: номинальная мощность, средние и среднеквадратические нагрузки, максимальные и расчетные нагрузки.

Графики электрических нагрузок и коэффициенты, характеризующие режимы работы электроустановок. Приведенное число электроприемников. Определение средних и среднеквадратических нагрузок.

Определение расчетных нагрузок. Общие рекомендации по выбору метода определения расчетных нагрузок. Определение расчетной нагрузки по установленной мощности и коэффициенту спроса, по удельной нагрузке на единицу производственной площади, по удельному расходу электроэнергии на единицу продукции, по средней мощности и коэффициенту формы, по коэффициенту расчетной активной мощности, статистическим методом. Определение расчетных нагрузок с учетом однофазных приемников. Определение пиковых нагрузок. Особенности определения расчетной мощности в различных точках системы электроснабжения.

Тема 3. Выбор числа и мощности трансформаторов

Классификация трансформаторов, основные параметры и условные обозначения. Системы охлаждения трансформаторов. Допустимые нагрузки трансформаторов. Применение трехобмоточных трансформаторов и трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения.

Общие требования к силовым трансформаторным подстанциям. Выбор типа трансформаторов. Обоснование и выбор числа трансформаторов. Выбор мощности силовых трансформаторов. Выбор номинальной мощности трансформатора с учетом их перегрузочной способности: аварийной и систематической. Выбор номинальной мощности силового трансформатора по заданному графику нагрузки.

Общие указания по выбору места расположения питающих трансформаторных подстанций. Картограмма электрических нагрузок. Центр электрических нагрузок. Разброс электрических нагрузок. Зона рассеяния центра электрических нагрузок.

Тема 4. Условия выбора параметров основного оборудования в системах электроснабжения

Общие положения по выбору электрических аппаратов. Требования к изоляции электрооборудования. Выбор аппаратов по допустимому нагреву максимальным рабочим током и по режиму короткого замыкания.

Выбор аппаратов и параметров токоведущих устройств по номинальному напряжению и длительному нагреву максимальным рабочим током. Проверка электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих устройств по току короткого замыкания: проверка на электродинамическую и термическую стойкость и отключающую способность.

Выбор и проверка высоковольтных выключателей. Выбор и проверка разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Выбор и проверка автоматических выключателей и предохранителей. Выбор и проверка изоляторов и шин. Выбор и проверка реакторов. Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Общие положения по выбору рациональных сечений проводов и жил кабелей. Факторы, влияющие на выбор сечений воздушных и кабельных линий. Выбор сечений по нагреву расчетным током. Выбор сечений по нагреву током короткого замыкания. Выбор сечений по потерям напряжения. Выбор сечений по экономической плотности тока.

Тема 5. Режимы заземления нейтрали электроустановок

Общие положения по режиму заземления нейтрали. Системы с изолированной нейтралью. Системы с компенсацией тока замыкания на землю. Системы с глухо- и эффективно заземленной нейтралью.

Выбор режима нейтрали в электроустановках до и выше 1000 В.

Тема 6. Нормативные показатели качества электроэнергии

Общие положения по качеству электроэнергии. Стандартизация показателей качества электроэнергии: основные показатели качества электроэнергии, их классификация, определение и допустимые значения.

Несинусоидальность формы кривой напряжения. Источники искажения формы кривой напряжения и тока. Влияние несинусоидальности формы кривой напряжения на работу электрооборудования. Методы и средства снижения высших гармоник в системах электроснабжения.

Несимметрия напряжений. Причины возникновения несимметрии. Влияние несимметрии токов и напряжений на работу электрооборудования. Снижение несимметрии напряжений.

Отклонение напряжения в системах промышленного электроснабжения. Факторы, вызывающие отклонение напряжения. Влияние отклонений

напряжения на технико-экономические показатели систем электроснабжения. Мероприятия по ограничению отклонений напряжения.

Отклонение частоты. Причины возникновения отклонений частоты. Влияния отклонений частоты на работу электрических сетей и приемников электроэнергии. Стабилизация частоты.

Рекомендуемая литература

1. Стрельников, Н.А. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2013. – 100 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228801>. – Загл. с экрана. (09.03.2016)
2. Сибикин, Ю.Д. Основы электроснабжения объектов: учебное пособие. – Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 328 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229842>. – Загл. с экрана. (09.03.2016)
3. Шлейников, В.Б. Электроснабжение цеха промышленного предприятия: учебное пособие. – Оренбург : ОГУ, 2012. – 115 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270270>. – Загл. с экрана. (02.03.2016)
4. Шлейников, В.Б. Электроснабжение силовых электроприемников цеха промышленного предприятия: учебное пособие. – Оренбург : ОГУ, 2012. – 110 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270272>. – Загл. с экрана. (02.03.2016)
5. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии». – Москва: КноРус, 2011. – 368 с.

2.2. Электроэнергетические сети и системы

Тема 1. Основные сведения об условиях работы и конструктивном исполнении электрических сетей

Характеристика энергетической и электроэнергетической системы. Назначение, основные требования и классификация электрических сетей. Основы проектирования электрических сетей.

Основные элементы воздушных линий (ВЛ). Конструкция кабелей и способы прокладки кабельных линий (КЛ).

Тема 2. Характеристики, параметры и схемы замещения элементов электрической сети и электрических нагрузок

Погонные параметры ВЛ и КЛ. Схемы замещения линий электропередачи с сосредоточенными параметрами. Упрощение схем замещения линий в зависимости от назначения расчетов.

Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Схемы замещения электрической сети в целом.

Электрические нагрузки: графики, статические характеристики. Способы представления электрических нагрузок в расчетных схемах электрических систем.

Тема 3. Теория передачи электроэнергии по электрической сети

Векторная диаграмма участка линии. Падение и потеря напряжения. Потери мощности и электроэнергии в элементах электрической сети. Расчет линии по потере напряжения.

Тема 4. Методы расчета режимов разомкнутых и простых замкнутых электрических сетей

Расчетная нагрузка подстанций и расчетная схема электрических сетей. Расчеты режима разомкнутых питающих сетей 110-220 кВ. Расчет режима электрических сетей с несколькими ступенями трансформации. Расчет режимов линий с двухсторонним питанием при различных уровнях напряжения источников. Распределение потоков мощностей в простых замкнутых сетях без учета потерь мощности. Распределение потоков мощностей в простых замкнутых сетях с учетом потерь мощности.

Тема 5. Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей

Задачи и методы проектирования электрических сетей. Основные технико-экономические показатели и критерии выбора оптимального варианта. Определение затрат на возмещение потерь мощности и энергии.

Выбор номинального напряжения сети. Выбор сечения проводов и жил кабелей. Технические ограничения при выборе сечений проводников электрической сети. Выбор трансформаторов и автотрансформаторов.

Рекомендуемая литература

1. Сибикин, Ю.Д. Основы электроснабжения объектов: учебное пособие. – Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 328 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229842>. – Загл. с экрана. (01.04.2016)
2. Костин, В.Н. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электроэнергетика и электротехника". – Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2015. – 304 с.
3. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Москва: КноРус, 2014. – 648 с.
4. Карапетян, И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей: справочник. – Москва: ЭНАС, 2012. – 376 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84939>. – Загл. с экрана. (01.04.2016)

5. Бурман, А.П. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки «Электроэнергетик», «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / А. П. Бурман, Ю. К. Розанов, Ю. Г. Шакарян. – Москва: МЭИ, 2012. – 336 с.

2.3. Электрические станции и подстанции

Тема 1. Электрические станции, подстанции и энергетические системы

Потребление электрической энергии. Требования к качеству электрической энергии и надежности электроснабжения. Типы электростанций и подстанций и их характеристики. Режимы энергосистемы и участие электростанций в выработке электрической энергии.

Тема 2. Схемы электростанций и подстанций

Классификация схем и требования, предъявляемые к ним. Элементы схем: их назначение и условное обозначение. Схемы распределительных устройств (РУ) на стороне 6(10)-35 кВ: состав, работа в нормальном, ремонтном, аварийном режимах. Схемы РУ на стороне 110 кВ и выше: варианты «мостиков», многоугольников. Схемы РУ с одной (двумя) рабочими и обходной системами шин: нормальный, ремонтный, аварийный, послеаварийный режимы. Схема с тремя выключателями на два присоединения. Схема с четырьмя выключателями на три присоединения.

Тема 3. Конструкции РУ электростанций и подстанций

Классификация конструкций. Требования к конструкции ОРУ. Конструкции ОРУ-110 по схеме «мостик». Конструкции ОРУ-110 по схеме «квадрат». Конструкции ОРУ-35(110) по схеме с одной рабочей секционированной шиной. Конструкции ОРУ с одной (двумя) рабочими и обходной системами шин. Конструкции ОРУ с тремя выключателями на два присоединения. Достоинства, разновидности и требования к конструкциям ЗРУ. Конструкции ЗРУ-110(220), ЗРУ-6(10).

Тема 4. Схемы электроснабжения собственных нужд электростанций и подстанций

Источники рабочего и аварийного электроснабжения собственных нужд. Схемы собственных нужд тепловых станций. Схемы собственных нужд гидроэлектростанций различной мощности. Схемы собственных нужд подстанций. Технические параметры, режимы работы подстанционных аккумуляторов. Схемы и работа источников оперативного напряжения электростанций и подстанций.

Рекомендуемая литература

1. Сибикин, Ю.Д. Электрические подстанции. Учебное пособие для высшего и среднего профессионального образования. – Москва: Директ-Медиа, 2014. – 414 с. – Режим доступа:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229240>. – Загл. с экрана. (09.03.2016)

2. Сибикин, Ю.Д. Основы электроснабжения объектов: учебное пособие. — Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 328 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229842>. – Загл. с экрана. (09.03.2016)

3. Кузнецов, С.М. Проектирование тяговых и трансформаторных подстанций: учебное пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2013. – 92 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228870>. – Загл. с экрана. (09.03.2016)

4. Синюгин, В.Ю. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике. – Москва: ЭНАС, 2008. – 352 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=58038>. – Загл. с экрана. (09.03.2016)

5. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для студентов среднего профессионального образования / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. – Москва : Академия, 2012. – 448 с.

2.4. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Тема 1. Первичные измерительные преобразователи тока и напряжения

Преобразователи тока. Назначение, принцип и режим работы, схема замещения, параметры. Погрешности трансформатора тока: абсолютная, относительная, угловая, обобщенная. Классы точности. Схемы соединения измерительных трансформаторов тока, анализ их работы при основных видах КЗ. Область применения. Коэффициент схемы. Фильтр тока нулевой последовательности.

Преобразователи напряжения. Назначение, принцип и режим работы, схема замещения, параметры, погрешности, классы точности. Схемы соединения измерительных трансформаторов напряжения, область их применения. Фильтр напряжения нулевой последовательности.

Тема 2. Электромеханические и электронные элементы

Принципы работы и особенности реализации типовых реле. Классификация реле, их характеристики и параметры. Конструкция и принцип действия электромагнитных и электронных реле. Особенности их реализации, параметры и область применения. Полупроводниковые и микроэлектронные элементы измерительных органов. Их назначение, принцип действия, параметры, область практического применения.

Тема 3. Релейная защита линий электропередачи

Токовые защиты. Классификация токовых защит. Принципы построения токовых защит, их структурные схемы и параметры: токи срабатывания и

возврата, время срабатывания, коэффициент чувствительности.

Токовые направленные защиты. Принцип действия токовых направленных защит и область их применения. Особенности построения и реализации направленных защит от многофазных КЗ. Структурная и принципиальные схемы направленных защит. Схемы включения реле направления мощности. Мертвая зона. Особенности построения микроэлектронных направленных защит.

Токовые защиты нулевой последовательности. Защита от КЗ на землю в сети с большими токами замыкания на землю. Максимальная токовая защита нулевой последовательности. Принцип действия, схема построения защиты. Ток небаланса. Расчет установок. Токовые направленные защиты нулевой последовательности.

Дифференциальные защиты. Виды дифференциальных токовых защит. Назначение и принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Ток небаланса. Принципы и особенности выполнения продольной дифференциальной токовой защиты. Область применения. Расчет параметров, особенности реализации. Поперечные дифференциальные токовые и токовые направленные защиты.

Защиты от замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью. Установившийся режим. Переходный процесс при однофазном замыкании на землю. Распределение токов нулевой последовательности.

Тема 4. Защита силовых трансформаторов

Виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов. Требования ПУЭ. КЗ на вводах и выводах. Принципы выполнения РЗ понижающих трансформаторов. Токовая отсечка и дифференциальная токовая защита. Принцип действия, особенности выполнения, расчет установок.

Тема 5. Защита высоковольтных электродвигателей

Требования ПУЭ, основные виды защит. Защита от КЗ на вводах и в обмотке статора. Защита от однофазных замыканий обмотки статора на землю. Расчет установок.

Тема 6. Устройства автоматики

Автоматическое повторное включение (АПВ). Требования ПУЭ, назначение и принцип работы. Параметры устройств АПВ для линий с односторонним питанием. Согласование работы устройств релейной защиты и АПВ. Особенность АПВ линий с двухсторонним питанием. АПВ трансформаторов и шин подстанций.

Автоматическое включение резервного питания. Назначение и принцип работы. Требования ПУЭ. Типовые схемы устройств АВР на переменном и постоянном токе для линий, трансформаторов, секционных выключателей и электродвигателей.

Рекомендуемая литература

1. Электроэнергетика: релейная защита и автоматика

электроэнергетических систем: учебное пособие. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 68 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363895>. – Загл. с экрана. (02.03.2016)

2. Плащанский, Л. А. Электроснабжение горного производства: Раздел «Релейная защита»: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Электрификация и автоматизация горного производства». – Москва: Горная книга, 2013. – 299 с.

3. Киреева, Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования по специальности «Электрические станции, сети и системы» / Э. А. Киреева, С. А. Цырук. – Москва: Академия, 2013. – 288 с.

2.5. Энергосбережение в системах электроснабжения

Тема 1. Основы энергосбережения и повышения энергетической эффективности в системах электроснабжения

Проблема и потенциал энергосбережения. Актуальность проблем энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Терминология в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Понятие о потенциале энергосбережения.

Меры государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Предпосылки формирования государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Нормативно-правовая база в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Цели, задачи и механизмы реализации государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Тема 2. Энергетическое обследование потребителей

Общие сведения об энергетическом обследовании потребителей. Цели и задачи энергетического обследования. Виды энергетических обследований. Обязательное энергетическое обследование.

Методика проведения энергетического обследования и составления энергетического паспорта потребителей. Порядок проведения энергетического обследования. Порядок составления и утверждения энергетического паспорта потребителей.

Тема 3. Снижение потерь электроэнергии

Расчет потерь электроэнергии. Структура потерь электроэнергии. Общие принципы нормирования технологических потерь электроэнергии. Методы расчета потерь электроэнергии. Программные комплексы для расчета и нормирования потерь электроэнергии.

Снижение потерь электроэнергии в системах электроснабжения при проектировании и эксплуатации. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в системах электроснабжения при проектировании.

Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в системах электроснабжения при эксплуатации.

Тема 4. Управление процессом энергосбережения

Процессный подход к энергосбережению. Мероприятия по управлению процессом энергосбережения. Система управления процессом энергосбережения. Финансирование проектов энергосбережения.

Эффективность энергосберегающих мероприятий. Расчет экономической эффективности энергосберегающих мероприятий. Показатели эффективности энергосберегающих мероприятий. Повышение эффективности энергосберегающих мероприятий.

Система энергетического менеджмента и энергосервисная деятельность. Система энергетического менеджмента. Разработка и реализация проектов энергосбережения. Энергосервис и энергосервисные договоры.

Рекомендуемая литература

1. Стрельников, Н. А. Энергосбережение: учебник. – Новосибирск : НГТУ, 2012. – 176 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436283>. – Загл. с экрана. (19.04.2016)
2. Энергосбережение и энергоэффективность на предприятиях, в организациях и учреждениях [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие для информационно-методического обеспечения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации / Т. С. Панина [и др.]; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Ин-т дополнит. проф. образования КузГТУ, Каф. электроснабжения горн. и пром. предприятий. – Кемерово, 2014. – 0 с. – Доступна электронная версия: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90242&type=utchposob:common>
3. Управление энергосбережением и энергетической эффективностью в городском хозяйстве: учебное пособие. – Казань : Издательство КНИТУ, 2013. – 220 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258813>. – Загл. с экрана. (09.03.2016)
4. Гордеев, А. С. Энергосбережение в сельском хозяйстве. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 384 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42193. – Загл. с экрана. (02.03.2016)
5. Энергосбережение и комплексные задачи электроэнергетики : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки магистров "Техническая физика" / Н. В. Коровкин [и др.]; С.-Петербург. гос. политехн. ун-т. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2014. – 219 с.

2.6. Специальные главы математики

Тема 1. Элементы математического анализа [1]

1. Понятие полной производной функции нескольких переменных.
Пример полной производной.

2. Понятие частной производной функции нескольких переменных.
Пример частной производной.

Тема 2. Применение математики в электротехнике и электромеханике [2, 3]

1. Ряды Фурье. Применение рядов Фурье в электротехнике.
2. Преобразования Лапласа. Применение преобразований Лапласа в электротехнике и электромеханике.

3. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом. Законы коммутации.

4. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях операторным методом.

2.7. Электрические машины и элементы электрического привода

Тема 1. Классическая теория электрических машин [4-6]

1. Внешние характеристики генераторов постоянного тока независимого и последовательного возбуждения.

2. Внешняя, U-образная и угловая характеристики синхронного генератора.

3. Работа асинхронной машины в режиме генератора. Схема и последовательность пуска асинхронного генератора. Внешняя характеристика асинхронного генератора.

Тема 2. Теория обобщенной электрической машины [5, 7]

1. Понятие обобщенной электрической машины. Уравнения обобщенной электрической машины.

2. Координатные преобразования в уравнениях обобщенной электрической машины.

3. Фазные преобразования в уравнениях обобщенной электрической машины. Понятие инвариантности мощности.

4. Динамическая и статическая модели машины постоянного тока.

5. Динамическая и статическая модели асинхронной машины.

6. Динамическая и статическая модели синхронной машины.

Тема 3. Элементы электрического привода [8, 9]

1. Виды торможения электродвигателей постоянного тока с независимым возбуждением.

2. Виды торможения электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением. Условия самовозбуждения двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.

3. Виды торможения асинхронных электродвигателей.

2.8. Автоматизация производственных процессов [10, 11]

1. Понятие «программируемый логический контроллер» (ПЛК). Применение ПЛК.

2. Функциональная схема автоматизации (ФСА). Условные графические обозначения. Правила составления ФСА.

3. Принцип действия и схема включения датчиков тока на основе эффекта Холла.

4. Принцип действия и схема включения датчиков напряжения на основе эффекта Холла.

5. Принцип действия и схема включения импульсных датчиков скорости (инкрементальных энкодеров).

2.9. Физические основы электроники с основами силовой электроники

Тема 1. Физические основы электроники [12-14]

1. Использование полупроводниковых диодов в электрических цепях. Характеристики диода. Типовые схемы.

2. Использование биполярных транзисторов в электрических цепях. Характеристики биполярного транзистора. Типовые схемы.

3. Использование тиристоров в электрических цепях. Характеристики тиристора. Типовые схемы.

Тема 2. Основы силовой электроники [15-16]

1. Тиристорный управляемый выпрямитель по схеме Ларионова. Принципиальная электрическая схема силовой части. Временные зависимости выходного напряжения и тока управляемого выпрямителя.

2. Трехфазный мостовой инвертор на IGBT-транзисторах. Принципиальная электрическая схема. Графики выходного напряжения и тока.

2.10. Моделирование электротехнических систем

1. Прикладное программное обеспечение для моделирования переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. Примеры программ и правила составления компьютерной модели электрической цепи на примере простейшей линейной цепи с катушкой индуктивности и резистором.

2. Моделирование переходных процессов в электромеханических системах при помощи прикладного программного обеспечения. Примеры программ и правила составления компьютерных моделей в них.

Рекомендуемая литература

1. Математика [Электронный ресурс] ч. 1 : учебное пособие для студентов специальности 130400.65 «Горное дело», специализации 130401.65 «Подземная разработка пластовых месторождений», 130403.65 «Открытые горные работы», 130404.65 «Маркшейдерское дело», 130406.65 «Обогащение полезных ископаемых» всех форм обучения / сост.: В. М. Волков, И. А. Ермакова, В. А. Гоголин; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. Математики. – Кемерово, 2013. – 151 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91109&type=utchposob:common>

2. Казунина, Г. А. Преобразования Фурье. Преобразования Лапласа: учебное пособие для вузов [электронный ресурс] / Г. А. Казунина; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2009. – Режим доступа: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90368&type=utchposob:common>

3. Атабеков, Г. И. Теоретические основы электротехники : Линейные электрические цепи : учебное пособие для студентов ун-тов и техн. вузов, обучающихся по электротехн. и радиотехн. специальностям. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 592 с. Доступна электронная версия: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=90

4. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока. Трансформаторы : учеб. для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с.

5. Филимонов, С. Г. Электромеханика Ч. 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т". – Кемерово, 2009. – 323 с. <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90395&type=utchposob:common>

6. Филимонов, С. Г. Электрические машины переменного тока [Электронный ресурс] : учебное пособие / ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т". – Кемерово, 2010. – 193 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90476&type=utchposob:common>

7. Фираго, Б. И. Теория электропривода : учебное пособие для студентов специальности "Автоматизированные электроприводы" / Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 585 с.

8. Епифанов, А. П. Электропривод [Электронный ресурс] : учебник для студентов высших учебных заведений / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский ; под ред. А. П. Епифанова. – СПб. : Лань, 2012. – 400 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3812

9. Епифанов, А. П. Основы электропривода: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 192 с.

10. Медведев, А. Е. Автоматизация производственных процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Е. Медведев, А. В. Чупин; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т». – Кемерово, 2009. – 325 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=6606

11. Медведев, А. Е. Элементы систем автоматики: тексты лекций / ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т". – Кемерово, 2008. – 231 с.

12. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электроника и микроэлектроника" / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. – 9-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2009. – 480 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=300

13. Информационно-измерительная техника и электроника: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Электроэнергетика» / под ред. Г. Г. Ранеева. – М.: Академия, 2006. – 512 с.

14. Белов, Н. В. Электротехника и основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Белов, Ю. С. Волков. – СПб. : Лань, 2012. – 432 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3553

15. Рег, Д. Промышленная электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 1136 с.

<http://www.biblioclub.ru/book/86387/>

16. Попков, О. З. Основы преобразовательной техники: учебник пособие для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 200 с.

17. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink [Электронный ресурс] / И. В. Черных. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 289 с. <http://www.biblioclub.ru/book/85089/>

18. Ещин, Е. К. Моделирование электромеханических систем (фрагменты): учебное пособие для студентов специальности 140604 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. приклад. информ. технологий. – Кемерово: КузГТУ, 2011.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90338&type=utchposob:common>

4. Перечень вопросов, выносимых на вступительные испытания для поступающих в аспирантуру по научной специальности

2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

1. Структурная схема автоматизированного электропривода и функции его элементов.
2. Механическая часть силового канала электропривода. Уравнение Лагранжа.
3. Статические и динамические нагрузки электропривода.
4. Координаты электропривода. Показатели качества регулирования координат электропривода.
5. Энергетические режимы работы электрических машин.
6. Статические и динамические характеристики машин постоянного тока.
7. Конструкция и принцип работы и статические характеристики асинхронного двигателя.
8. конструкция, принцип работы, векторная диаграмма и угловая характе-

ристика неявнополюсного синхронного двигателя.

9. U-образные характеристики синхронного двигателя. Компенсация реактивной мощности.

10. Вентильный электродвигатель. Принцип работы, характеристики, способы коммутации.

11. Обобщенная электрическая машина. Допущения, используемые в обобщенной электрической машине.

12. Уравнения электрического равновесия и электромагнитных связей обобщенной электрической машины. Электромагнитный момент обобщенной электрической машины.

13. Линейные координатные преобразования. Приведение уравнений электрического равновесия обобщенной электрической машины к одному базису.

14. Динамическая модель асинхронного двигателя.

15. Математическое описание асинхронного двигателя при питании от источника тока.

16. Динамические свойства синхронного двигателя. Влияние короткозамкнутой обмотки на динамические свойства СД.

17. Обобщенная разомкнутая электромеханическая система с линеаризованной механической характеристикой.

18. Демпфирование электроприводом упругих механических колебаний.

19. Переходные процессы при пуске АД. Способы уменьшения пульсаций момента.

20. Способы уменьшения потерь энергии в электроприводах при переходных процессах.

21. Номинальные режимы работы электродвигателей.

22. Выбор мощности двигателя методами эквивалентирования режимов работы.

23. Математическая модель асинхронного двигателя в полеориентированной системе координат.

24. Особенности работы многодвигательных электроприводов.

25. Типовые защиты и блокировки в схемах управления электроприводов.

26. Основные законы алгебры логики и их применение при синтезе и анализе СУЭП. Логические элементы. Полная система ЛФ.

27. Настройка регуляторов контуров подчиненного регулирования координат.

28. Сравнение настроек на симметричный и технический оптимумы, способы их реализации и получение передаточных функций регуляторов.

29. Непрерывные СУЭП постоянного тока. Особенности замкнутых САУ с обратными связями по скорости, по напряжению и по току якоря.

30. Принцип модального управления. Особенности процедуры расчета модального регулятора.

31. Разомкнутая система частотного управления. Законы частотного управления. Их сравнительный анализ.

32. Системы частотного управления с обратными связями по току статора, по скорости.

33. Оптимальные и квазиоптимальные системы частотного управления.
34. Алгоритмы векторной ШИМ.
35. Системы частотно-токового управления. Способы реализации источника тока.
36. Коррекция тока статора в зависимости от нагрузки в системах частотно-токового управления. Обоснование необходимости, методы.
37. Структура электропривода с частотно-токовым управлением.
38. Прямое управление моментом асинхронного двигателя.
39. Основные понятия пол сориентированного управления АД, каналы регулирования, методы полеориентирования. Общая структура системы полеориентированного управления.
40. Полеориентированное управление со стандартными регуляторами. Варианты структур системы регулирования, особенности. Принцип настройки регуляторов.
41. Идентификация объектов управления. Общие сведения.
42. Частотные методы идентификации.
43. Идентификация при апериодических воздействиях.
44. Статистические методы идентификации.
45. Типовая идентификация.
46. Идентификация с настраиваемыми моделями.
47. Бездатчиковое управление в электроприводе. Основные понятия и определения, классификация бездатчиковых систем.
48. Основные понятия цифровых СУЭП. Сравнительный анализ с непрерывными системами.
49. Особенности цифровых СУЭП с учетом квантования по уровню и по времени.
50. Методы анализа и синтеза цифровых СУЭП. Сравнительный анализ методов синтеза цифровых регуляторов. Примеры.
51. Системы управления с нечеткой логикой. Лингвистические переменные, фаззификация. Структура системы управления, область применения.
52. Системы управления с нечеткой логикой. Модели принятия решений. Методы дефаззификации.
53. ПИ-подобный нечеткий регулятор для систем электропривода.
54. Классификация адаптивных СУЭП. Методы синтеза алгоритмов адаптации.
55. Подходы к созданию адаптивных СУЭП с явной и неявной эталонной моделью.
56. Особенности в построении поисковых и беспоисковых самонастраивающихся систем. Пример поисковой системы.
57. Адаптивное управление с применением метода скоростного градиента.
58. Адаптивное управление с применением скользящих режимов.
59. Структура производства, передачи и распределения электроэнергии.
60. Особенности электроснабжения городов, сельскохозяйственных потребителей и транспорта.

61. Графики электрических нагрузок. Общие понятия. Коэффициенты графиков.
62. Методы расчета электрических нагрузок. Общие положения.
63. Выбор числа и мощности трансформаторов подстанции.
64. Выбор питающих напряжений на ГПП.
65. Качество электроэнергии. Общие понятия.
66. Несинусоидальность напряжения и его влияние на работу токоприемников.
67. Отклонение напряжения и его влияние на работу токоприемников.
68. Отклонение частоты и его влияние на работу токоприемников.
69. Неуравновешенность и несимметрия напряжения.
70. Компенсация реактивной мощности. Общие понятия. Требования ГОСТ.
71. Технические средства компенсации реактивной мощности.
72. Организационно-технические мероприятия по снижению потребления реактивной мощности.
73. Режимы нейтрали в электрических сетях. Электрические сети с заземленной нейтралью.
74. Электрические сети с изолированной нейтралью. Системы с компенсацией емкостных токов замыкания на землю.
75. Организация взаимоотношений между энергосистемой и потребителями.
76. Правила присоединения к энергосистеме. Основные требования к тарифам. Основные виды тарифов. Выбор оптимальной структуры тарифов.
77. Потери активной и реактивной мощности, схемы замещения.
78. Потери напряжения. Падение напряжения.
79. Регулирование активных нагрузок. Регулирование реактивных нагрузок.
80. Предмет науки о надежности. Теоретическая база науки о надежности.
81. Показатели надежности невозстанавливаемых систем. Потоки отказов восстанавливаемых систем.
82. Показатели безотказности и ремонтпригодности систем. Показатели долговечности и сохраняемости.
83. Особенности функционирования взрывозащищенного электрооборудования. Показатели безопасностных свойств взрывозащищенного электрооборудования.
84. Виды и планы испытаний на надежность.
85. Причины отказов электромеханических систем.
86. Критерии отказов и показатели надежности функции.
87. Высоковольтные и низковольтные электроаппараты.
88. Оценка безопасностных свойств взрывозащищенного электрооборудования.
89. Выбор типов и эксплуатационных режимов работы элементов ЭМС.
90. Материальный ущерб при нарушении нормального режима электропитания.
91. Расчет надежности электроснабжения потребителей, обеспечивающих требуемые условия безопасности.
92. Выбор схемы электроснабжения с учетом фактора надежности.

93. Техническая диагностика. Показатели и критерии эффективности диагностирования. Объем работ по техническому диагностированию.
94. Характеристика энергетической и электрической системы. Назначение, основные требования и классификация электрических сетей.
95. Способы представления нагрузок в расчетных схемах электрических систем.
96. Принципиальные схемы и схемы замещения разомкнутой и замкнутой электрической сети в целом. Упрощение схем замещения.
97. Выбор диапазона регулирования и ответвлений трансформатора с РПН. Трансформаторы с ПБВ.
98. Регулирование напряжения путем изменения параметров сети.
99. Передача энергии по линиям постоянного тока. Особенности ЛЭП постоянного тока и их недостатки.
100. Баланс активной и реактивной мощности в системе. Управление напряжением и реактивной мощностью. Статистические характеристики нагрузки и регулятора АРВ. Статизм регулирования.
101. Причины возникновения отклонений напряжений и технические средства регулирования напряжений.
102. Назначение, классификация высоковольтных выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.
103. Работа силовых коммутирующих контактов в статических режимах. Работа силовых коммутирующих контактов в динамических режимах.
104. Эл. дуга в цепи постоянного тока. Эл. дуга в цепи переменного тока.
105. Выбор высоковольтных выключателей, разъединителей, отделителей, короткозамыкателей.
106. Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения.
107. Как обеспечить защиту от коммутационных и атмосферных перенапряжений на подстанции?
108. Принципы и способы проектирования. Системы автоматизированного проектирования.
109. Правила безопасности при эксплуатации кабельных линий. Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на отключенной кабельной линии.
110. Классификация работ в электроустановках: со снятием напряжения, без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них, без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.
111. Производство отключений в электроустановках напряжением до и выше 1000 В.
112. Защитные средства в электроустановках. Назначение. Правила пользования. Нормы комплектования. Испытание и хранение защитных средств.
113. Обеспечение безопасности при работах на воздушных линиях под напряжением.
114. Зануление. Физическая сущность зануления как средства защиты. Требования к занулению.

115. Правила производства работ в электроустановках без снятия напряжения вблизи и на токоведущих частях, находящихся под напряжением.
116. Выполнение работ в электроустановках по распоряжению и в порядке текущей эксплуатации.
117. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках. Ответственные лица, их права и обязанности.
118. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках. Перечень мероприятий и порядок их исполнения.
119. Основные и дополнительные защитные средства в электроустановках. Правила пользования и хранения.
120. Действие электрического тока на организм человека. Виды поражения электрическим током. Факторы поражающего действия электрическим током. Причины электротравматизма.
121. Электротехнический персонал на предприятиях. Квалификационные группы по технике безопасности. Проверка знаний.
122. Защитное заземление. Физическая сущность заземления как средства защиты. Требования к защитному заземлению. Устройство защитного заземления.
123. Особенности электромагнитной обстановки на энергетических и промышленных объектах. Методика определения электромагнитной обстановки на энергетических объектах.
124. Основные проблемы электромагнитной совместимости. Факторы, влияющие на электромагнитную совместимость. Требования по обеспечению электромагнитной совместимости.
125. Техническое содержание работ по оценке ЭМО. Улучшение электромагнитной обстановки на объекте.
126. Дифференциальные токовые защиты. Область применения. Классификация и принцип действия. Распределение токов при внешних и внутренних КЗ.
127. Поперечная токовая дифференциальная защита. Область применения, особенности построения. Схема соединения элементов. Работа защиты в режиме внешнего и внутреннего КЗ.
128. Токовые направленные защиты. Область применения, принцип работы, диаграмма выдержки времени. Мощность, подводимая к реле, и мощность срабатывания реле. Диаграмм токов и напряжений. Угол максимальной чувствительности.
129. Мертвая зона максимальной токовой направленной защиты. Причина ее возникновения и длина. Остаточное напряжение на шине. Схема защиты (для одной фазы).
130. Типы реле направления мощности и их параметры. Работы схемы при внешнем и внутреннем КЗ. Особенности построения направленных защит в сети.
131. Схемы включения реле направления мощности. Определение. Способы обеспечения требуемых соотношений между векторами токов и напряжений. Ток срабатывания МТЗН.
132. Токовая направленная защита нулевой последовательности. Область

применения. Мощность, подводимая к реле. Коэффициент чувствительности. Работа схемы. Ток срабатывания реле.

133. Ненормальные режимы работы трансформаторов. Требования ПУЭ по защите от них. Основные виды защит. Защита трансформаторов от многофазных КЗ. Принципы и особенности построения защиты.

134. Защита трансформаторов от КЗ на землю. Особенности распределения токов. Определение токов КЗ, выбор схем соединения трансформаторов тока. Чувствительность защиты.

135. Дифференциальная токовая защита трансформаторов. Назначение и особенности построения. Составляющие токов небаланса. Особенности и схемы построения защит на основе реле РНТ и ДЗТ. основе реле РНТ и ДЗТ.

136. Ненормальные режимы работ электродвигателей напряжением более 1 кВ. Требования ПУЭ по построению их защит.

137. Особенности построения защит ЭД от многофазных КЗ, однофазных замыканий на землю, перегрузки и потери питания.

138. Устройства АПВ. Назначение, принцип работы, особенности построения и расчета. Устройства АВР. Назначение, принцип работы, особенности построения и расчета.

139. Токовые защиты нулевой последовательности. Область применения, принцип работы. Особенности построения и расчета трех ступеней защиты.

140. Токовая защита нулевой последовательности для сетей с глухо заземленной нейтралью (общая характеристика, выбор параметров, К_ч, зона действия, схема, достоинства, недостатки).

141. Взрывоопасные производства и технологии предприятий. Характеристика взрывоопасных смесей по минимальной энергии воспламенения и минимальному ядру пламени.

142. Характеристики взрывоопасных смесей. Температура вспышки, концентрация, температура самовоспламенения. Деление взрывоопасных смесей на категории и температурные группы.

143. Способы обеспечения взрывобезопасности. Общие вопросы. Методы обеспечения взрывозащиты во взрывоопасных производствах.

144. Уровни взрывозащиты электрооборудования. Маркировка взрывозащищенного электрооборудования.

145. Классификация помещений по взрывоопасности. Смежные зоны взрывоопасных производств. Выбор электрооборудования взрывоопасных производств.

146. Размещение ТП во взрывоопасных зонах. Сети взрывоопасных производств.

147. Монтаж взрывозащищенного электрооборудования. Ремонт взрывозащищенного электрооборудования.

148. Категории размещения ЭО. Классификация защит ЭО от прикосновения, попадания предметов и влаги.