

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Мурманский арктический университет»
(ФГАОУ ВО «МАУ»)

Утверждено на заседании ученого со-
вета Университета
(протокол № ____ от ____)

Председатель ученого совета Универ-
ситета

_____ И.М. Шадрина

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ –
ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО - ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

Научная специальность: 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

с указанием направленности (профиля)

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

очная

форма обучения

2024

год набора

Утверждено на заседании
кафедры электрооборудования судов
протокол № 02 от 24.11.2023 г.
Заведующий кафедрой электрообору-
дования судов



_____ А.Б. Власов

Мурманск
2023

Программа вступительных испытаний

Введение

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по специальности отражает современное состояние электротехнических наук и включает их важнейшие разделы, знание которых необходимо для подготовки специалистов высшей квалификации.

При составлении программы использованы рекомендации экспертного совета Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по энергетике, электрификации и энергетическому машиностроению для подготовки вступительного экзамена направление подготовки 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Программа составлена с опорой на следующие дисциплины, связанные с особенностями анализа общих закономерностей преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации, принципами и средствами управления действующих или создаваемых электротехнических комплексов и систем промышленного, транспортного, бытового и специального назначения.

В основу программы положены следующие вузовские дисциплины: "Электротехника и электроника", "Теория электропривода", "Элементы и системы управления электроприводами", "Программные средства и компьютерные технологии в электротехнике", "Электрические сети и подстанции", "Основы электроснабжения и автоматики" и другие.

Теория электропривода

Обобщенные функциональные схемы электроприводов. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей. Нагрузка двигателей, характеристики рабочих механизмов. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с различными видами двигателей.

Установившиеся режимы работы электроприводов. Частотный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение математических моделей, расчеты на ЭВМ.

Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода. Формирование оптимальных переходных процессов электроприводов.

Математическое моделирование линейных и нелинейных систем автоматизированного электропривода на ЭВМ.

Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь - двигатель постоянного тока; преобразователь частоты - асинхронный двигатель; преобразователь частоты - синхронный двигатель; системы с шаговыми двигателями. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы.

Выбор мощности электродвигателя, типа и мощности преобразователя. Основные этапы проектирования электропривода.

Элементы и системы управления электроприводами

Функции и структуры систем автоматического управления электроприводами. Типовые схемы и системы, осуществляющие автоматический пуск, реверс и останов электродвигателей. Синтез систем с контактными и бесконтактными элементами.

Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ). Методы анализа и синтеза замкнутых линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение микропроцессорной техники в САУ.

Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления с тиристорными преобразователями. Системы управления машинами двойного питания.

Типовые узлы и типовые САУ, обеспечивающие постоянство заданных параметров. Следящие САУ непрерывного и дискретного действия. Оптимальные и инвариантные САУ. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий.

Робототехнические комплексы и гибкие автоматизированные производства. Применение микропроцессоров и компьютерной техники для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их построения.

Надежность и диагностика электроприводов.

Основные положения электроснабжения промышленных предприятий

Классификация приемников и преобразователей электроэнергии. Электрические нагрузки по отраслям промышленности. Методы расчета электрических нагрузок систем электроснабжения промышленных предприятий. Анализ графиков и характеристик нагрузок по основным электропотребителям нефтегазовой промышленности. Нормативные материалы управления электропотреблением промышленных предприятий. Тарифы на электроэнергию. Основы теории прогнозирования электропотребления. Компенсация реактивной

мощности. Потери мощности, методы экономии электроэнергии. Электробаланс промышленных предприятий.

Принципы расчета рабочих и аварийных режимов электрических сетей. Выбор схем электроснабжения, перспективные схемы. Выбор напряжения в системах электроснабжения. Расчет токов короткого замыкания в электроустановках до и свыше 1000 В. Проверка электрооборудования на термическую и динамическую устойчивость к токам короткого замыкания. Расчет переходных процессов в системах электроснабжения с учетом электродвигательной нагрузки. Применение ЭВМ для расчета режимов систем электроснабжения, пакеты прикладных программ. Устойчивость электроприемников и узлов электрической нагрузки при возмущении в системах электроснабжения, методы расчета, анализа, управления.

Элементы устройств релейной защиты и автоматики. Электромеханические элементы. Полупроводниковые и микропроцессорные элементы. Основные токовые защиты, принцип действия. Защиты от замыканий на землю. Защиты от потери питания. Устройства автоматики систем электроснабжения предприятий. Основные виды защит электродвигателей. Защита и автоматика для трансформаторов. Защиты для линий электропередачи.

Качество электрической энергии, показатели, нормативы. Влияние качества электроэнергии на производительность электроприводов, энергоемкость и сроки службы электрооборудования. Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии.

Технико-экономические расчеты при проектировании систем электроснабжения. Методы оптимизации при решении задач проектирования и эксплуатации систем электроснабжения промышленных предприятий. Применение математических методов для выработки рациональных решений по управлению работой систем электроснабжения: интерполяция, аппроксимация, прогнозирование, теория малых выборок.

Электротехнические установки и комплексы буровых установок. Электротехнические установки предприятий добычи и подготовки нефти и газа. Электротехнические системы предприятий транспорта нефти и газа. Электротехнические системы предприятий нефтегазоперерабатывающих комплексов.

Теория надежности и диагностика электрооборудования в электроснабжении и преобразовании электрической энергии. Электробезопасность: нормативная документация, методы обеспечения, оказание первой помощи.

1. Электроснабжение промышленных предприятий.

Основные характеристики потребителей и приемников электроэнергии. Характерные особенности промышленных электрических установок в ряде отраслей промышленности (машиностроительная, горнодобывающая и

др.).

Электрические нагрузки и их графики. Методы расчета электрических нагрузок. Факторы, влияющие на точность определения нагрузок. Графики электрических нагрузок. Вероятностная модель случайного графика нагрузок. Построение годовых графиков нагрузки.

Практические способы расчета электрических нагрузок. Статистический метод определения нагрузок. Метод упорядоченных диаграмм. Вспомогательные методы определения электрических нагрузок. Расчет нагрузки однофазных электроприемников, сварочных машин.

Потребители реактивной мощности. Потери активной и реактивной энергии в элементах систем электроснабжения. Требования, предъявляемые к сетям до 1000 В. Классификация помещений и наружных установок по окружающей среде. Схемы сетей напряжением до 1000 В.

Марки проводов и кабелей. Типы и конструкции шинопроводов. Цеховые сети напряжением до 1000 В в помещениях с нормальной средой и в помещениях с пожароопасной и взрывоопасной средой.

Расчет сетей по нагреву, по потери напряжения, по экономической плотности тока. Выбор аппаратов защиты сетей и установок до 1000 В.

Назначение и классификация подстанций. Выбор типов и исполнений трансформаторов. Компоновки подстанций. Выбор местоположения цеховых ТП в зависимости от окружающей среды.

Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов по полной расчетной нагрузке по условиям надежности, с учетом компенсации реактивной мощности.

Режимы реактивной мощности в сетях промышленных предприятий. Проблемы снижения реактивной мощности. Показатели компенсации реактивной мощности. Средства и способы компенсации РМ в цеховых сетях. Расчет и размещение компенсирующих устройств в цеховых сетях до 1000 В и выше 1000 В.

Особенности построения систем электроснабжения промышленных предприятий. Система внешнего электроснабжения ПП, система внутреннего электроснабжения ПП.

Назначение коммерческого и технического учета электроэнергии. Тарифы на электроэнергию. Взаимоотношения энергосберегающей организации и ПП. Информационно-измерительные системы учета электроэнергии.

Основные сведения о надежности систем электроснабжения. Оценка взаимосвязи технологии производства и надежности электроснабжения. Энергообеспеченность технологических агрегатов и процессов. Определение прямого и дополнительного ущерба. Методы оптимизации надежности электроснабжения.

Особенности защитных и рабочих заземлений в промышленных установках. Режимы нейтрали электрических сетей СЭС ПП различного класса напряжений.

2. Автоматизация систем электроснабжения промышленных предприятий.

Основные понятия об АСУ и АСДУ электроснабжения промпредприятий. Принципы построения и задачи, решаемые АСУЭ. Информационное, математическое и организационное обеспечение АСУЭ.

Телемеханизация объектов управления СЭС ПП. Использование современных локальных вычислительных сетей при их создании.

Техническое обеспечение АСУЭ. Управляющие вычислительные телекомплексы с ЭВМ. Телемеханический комплекс «Гранит» и его использование в оперативных - информационных комплексах (ОИК) СЭС.

Основные алгоритмы задач оперативного управления ЭПП. Моделирование сети электроснабжения. Алгоритмы диагностики оборудования и анализа надежности различных схем СЭС.

Основные алгоритмы учета потребления и экономии электроэнергии. Снижение потерь электроэнергии. Автоматизированные системы учета электроэнергии.

Алгоритмы и задач оптимального управления ЭПП. Проблемы оптимального управления ЭПП. Определение эффективности режимных мероприятий. Основные алгоритмы и программы по компенсации реактивной мощности и улучшению качества электрической энергии.

3. Переходные процессы в системах электроснабжения.

Электромагнитные переходные процессы. Основные виды и особенности переходных процессов. Их влияние на работу электроприемников.

Трехфазное короткое замыкание в цепи, питаемой источником бесконечной мощности. Расчет тока трехфазного к.з. в сложной схеме для произвольного момента времени. Эквивалентная постоянная времени затухания апериодических слагающих. Методы их точного и приближенного расчета.

Трехфазное короткое замыкание в цепи, питаемой источником конечной мощности. Переходный процесс в синхронном генераторе при трехфазном к.з. Метод расчета кривых. Апериодическая слагающая тока, к.з., постоянная времени ее затухания. Ударный ток к.з.

Переходный процесс в нагрузках при трехфазном коротком замыкании. Опрокидывание электродвигателя и меры борьбы с ним. Обобщенная нагрузка и ее характеристики. Ее учет при расчетах трехфазных к.з. Эквивалентные постоянные времени затухания периодической и апериодической слагающих.

Расчет сверхпереходных и ударных токов трехфазного к.з. в цепях с номинальным напряжением ниже 1000 В. эквивалентирование питающей схемы и схемы электроснабжения напряжением ниже 1000 В. результирующие параметры схемы замещения. Расчет тока к.з. Тепловой

спад тока. Ударный ток к.з. Учет подпитки от мелких асинхронных двигателей.

Несимметричные короткие замыкания. Использование метода симметричных составляющих для анализа несимметричных к.з. Параметры схем электроснабжения для токов различных последовательностей. Схемы прямой, обратной и нулевой последовательностей.

Переходный процесс в нагрузках при несимметричных к.з.

Электромеханические переходные процессы. Статическая и динамическая устойчивость. Угловые характеристики простейшей схемы. Предел передаваемой мощности.

Учет эффекта явнополюсности. Угловые характеристики в разных режимах. Синхронизирующая мощность. Аперiodическая устойчивость, идеальный предел мощности.

Статическая устойчивость нагрузки и ее элементов. Понятие астатической устойчивости и неустойчивости нагрузки. Точные и приближенные критерии. Статические характеристики и регулирующие эффекты основных элементов нагрузки и ее узлов, СХН и их учет. Пути повышения статической устойчивости.

Динамическая устойчивость при отключении цепи двухцепной линии. Метод площадей. Предельный угол выбега. Аварийные угловые характеристики при к.з. Методы их расчета.

Послеаварийные угловые характеристики. Использование метода площадей для анализа результирующей устойчивости.

Различные виды использование метода площадей для анализа ДУ. Трехфазное к.з. Учет влияния АРВ. Регулирование турбин. Сложные аварии, учет АПВ.

Динамическая устойчивость нагрузок и их элементов. Выбег синхронного двигателя. Пуск синхронного двигателя. Расчет переходного процесса во времени. Выбег асинхронного двигателя. Пуск асинхронного двигателя. Расчет переходного процесса во времени. Групповой выбег двигателей. Самозапуск нагрузки.

4. Радиоматериалы и радиокомпоненты

Методы измерения диэлектрической проницаемости.

Поляризация в сегнетоэлектриках и пьезоэлектриках. Первый и второй тип сегнетоэлектриков. Пара- и сегнетоэлектрическое состояние. Свойства сегнетоэлектриков. Формула Кюри-Вейса. Влияние строения и состава сегнетокерамики на значение точки Кюри. Сегнетоэлектрические фазовые переходы. Свойства сегнетоэлектриков на основе твердых растворов на основе титаната бария. Сегнетокерамика для варикондов и термоконденсаторов, их свойства и применение. Термокомпенсирующая керамика. Виды нелинейности для варикондов.

Поляризация в пьезоэлектриках. Пондеромоторные силы. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффекты. Отличие от электрострикции, зависимость от внешнего электрического поля. Четный и нечетный эффекты. Пьезоэлектрический модуль, его анизотропия. Коэффициент электромеханической связи, связь с частотой. Классы пьезокерамических материалов. Пьезоматериалы: кристаллы и поликристаллы. Пьезоэлектрическая керамика. Акустоэлектроника. Элементы устройств с объемными и поверхностными акустическими волнами. Кварцевые резонаторы (кварц) и их эквивалентная схема. Полимерные пьезоэлектрики: их получение и применение. Общие сведения о линиях задержки на ПАВ.

Жидкие кристаллы. Состав и строение смектических, нематических, холестерических ЖК. Оптоэлектрические явления в ЖК; эффекты динамического рассеяния, твист-эффект, эффект гость-хозяин. Зависимости ε от напряжения, частоты. Время включения и выключения. Управляющее напряжение. Диэлектрическая анизотропия и ее зависимость от различных факторов. ЖК-индикаторы и ЖК-приборы: индикаторы, фильтры, фотография, тепловидение, дефектоскопия. Строение цветных жидкокристаллических экранов.

Проводимость металлов и полупроводников. Дифференциальный закон Ома. Связь проводимости с концентрацией и подвижностью носителей заряда. Зависимость подвижности носителей заряда в металлах и полупроводниках от температуры и концентрации примесей. Зависимость электропроводности металлов и полупроводников от температуры и концентрации примесей. Позисторы, термисторы, варисторы: строение, обозначение, характеристики.

Образование p-n-перехода. Строение, характеристики. Емкость перехода. Влияние напряжения. Вольтамперная характеристика.

Виды электропроводности диэлектриков. Сопротивление, проводимость изоляции. Абсорбционный ток. Сквозной ток проводимости. Объемная и поверхностная проводимость. Методы измерения электрических сопротивлений. Мегометры и другие приборы для измерения токов утечки. Электроды для измерения проводимости и расчетные формулы. Метод абсорбционных токов. Коэффициент абсорбции и его использование для оценки увлажнения изоляции проводов. Коэффициент абсорбции для конденсаторов; восстановление напряжения на конденсаторе.

Механизмы электропроводности твердых диэлектриков. Прыжковая проводимость. Закон Фарадея. Метод Тубанта для определения типа носителей заряда. Энергия активации и метод ее определения. Определение ТКР, ТКр. Зависимость электропроводности диэлектриков от напряженности электрического поля. Электропроводность жидких диэлектриков, газов. Поверхностная проводимость и методы ее измерения.

Влияние влаги, температуры на поверхностную и объемную проводимость твердых диэлектриков.

Диэлектрические потери. Мощность потерь при постоянном и переменном напряжении. Метод векторных диаграмм. Тангенс угла диэлектрических потерь. Эквивалентные схемы замещения реального диэлектрика. Взаимосвязь между параметрами параллельной и последовательной схемы замещения. Удельные диэлектрические потери. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от различных факторов: температуры, частоты электрического поля, напряженности поля. Частичные разряды, кривая ионизации, эрозия, старение диэлектрика. Диэлектрические потери в твердых диэлектриках неоднородной структуры. Формулы для расчета. Влияние воды и влажности на диэлектрические потери, форма распределения влаги в диэлектрике. Гидрофобные и гидрофильные диэлектрики; угол смачивания.

Методы и средства измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь. Расчет моста переменного тока при различных схемах замещения. Необходимость использования различных схем замещения. Низковольтные и высоковольтные мосты переменного тока, схемы включения. Прямая и перевернутая схемы включения моста их особенности, необходимость их использования. Особенности работы на измерительных мостах различного типа.

Пробой диэлектриков, в том числе поверхностный пробой. Электрическая прочность. Методы определения электрической прочности. Симметричное и несимметричное включение. Виды пробоя и их физическая природа. Пробой газов и его этапы. Стриммеры. Канал газоразрядной плазмы. Процессы у анода и катода. Катодное пятно. Искра, дуга. Влияние различных факторов (давление, расстояние, неоднородное поле, частота и др.) на электрическую прочность воздуха. Формула Пика.

Виды пробоя твердых диэлектриков. Электрический пробой. Запас по электрической прочности. Модель расчета электротеплового пробоя твердых диэлектриков. Электрическое старение диэлектриков. Время жизни изоляции и его зависимость от напряженности электрического поля температуры. Влияние ЧР. Методы прогнозирования срока службы изоляции.

Термические свойства диэлектриков. Методы определения нагревостойкости материалов и изделий. Классы нагревостойкости и материалы, относящиеся к этим классам. Температурный индекс. Тепловое старение материалов. Факторы, ускоряющие или замедляющие тепловое старение. Теория Аррениуса. Время жизни изделия и его зависимость от различных факторов. Возможности прогнозирования срока службы. Методы определения и характеристики: теплостойкость, термостойкость, холодостойкость, теплопроводность материалов, растворимость,

химическая стойкость, гигроскопичность. радиационная стойкость и другие виды испытаний по ГОСТ.

Методы дистанционного измерения температуры.. Пирометры и тепловизоры. Характеристики ИК-излучения. Строение пирометров и тепловизоров. Пироэлектрики. Приемники ИК-излучения. Причины нагрева электротехнических устройств. Методика диагностики материалов и конструкций. Определение технического состояния и параметров материалов.

Магнитные материалы. Классификация магнитных материалов. Намагниченность и магнитная восприимчивость материалов. Магнитное насыщение. Магнитная текстура. Магнитострикция. Основная кривая намагничивания. Зависимость магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля. Предельная петля гистерезиса. Тангенс угла магнитных потерь. Потери на вихревые токи.

Чистое железо и его разновидности. Электротехническая сталь и ее разновидности. Магнитные сплавы с особыми свойствами: прецезионные, перминвар, изотерм, пермендюр, кальмаллой, термаллой, компенсатор. Пермаллой и его разновидности. Альсиферы. Магнитодиэлектрики. Оксиферы: марки, свойства, применение. Ферриты, их состав и структура. Способы получения ферритов. Технология изготовления ферритов и методы измерения их характеристик. АММ.

Старение магнита. Кривая размагничивания, энергия в зазоре. Группы магнитных материалов. Свойства, марки, применение: литые высококоэрцитивные сплавы; металлокерамические и металлопластичные магниты; магнитотвердые ферриты; сплавы на основе редкоземельных элементов; прочие магнитотвердые материалы.

Методы экранирования: электростатического поля, статического магнитного поля, электромагнитного поля. Принципы экранирования. Материалы для экранирования магнитного и электрического поля. Магнитные экраны.

Магнитные материалы для микроэлектроники. Различные типы доменных структур. Цилиндрические магнитные домены (ЦМД). Запоминающие устройства на ЦМД. Магнитные металлические пленки. Материалы для магнитооптики: ортоферриты, ферригранаты, аморфные пленки сплавов, другие материалы. Принципы и устройства записи и хранения информации с помощью магнитных материалов: на ферритовых кольцах, на тонких пленках и т.п. Запись информации на магнитную ленту. Области применения магнитных материалов в устройствах магнитооптики. Термомагнитная запись информации. Магнитооптические управляемые транспаранты. Магнитооптические диски. Особенности магнитной записи информации на ленты и диски. Магнитные жидкости: классификация и применение, магнитожидкостное уплотнение.

Резисторы. Старые и новые обозначения. Классификация по назначению, по характеру изменения сопротивления. Конструкции: С1, С2,

С4, С5, С2-12, ГИС, СПЗ, СПО, СП4 и другие. Основные параметры: номинальное сопротивление, его связь с геометрией резистора, ряды сопротивлений, ряды номинальной мощности, предельное напряжение, ТКС, шумы, частотные свойства, нелинейные свойства, гистограмма и другие. Конструкция резисторов: постоянные; углеродистые, металлопленочные, композиционные, проволочные. Переменные резисторы: композиционные непроволочные и проволочные. Прецизионные, высокочастотные, СВЧ, специального назначения, ГИС, ИС и другие.

Конденсаторы. Старые и новые обозначения. Классификация: по назначению, по характеру изменения емкости. Конструкции: пакетная, трубчатая, дисковая, литая, рулонная, электролитические, многослойные и другие. Основные параметры: номинальная емкость и ее связь с геометрией образца, ряды емкостей, гистограмма, стабильность, ТКС, ТКЕ, электрическая прочность, сопротивление изоляции, частотные свойства. Вариконды и термоконденсаторы. Состав, строение, зависимости от температуры, напряжения и других факторов. Коэффициент нелинейности в варикондах. Различные классы термокомпенсирующей керамики. Применение варикондов и термоконденсаторов. Высокочастотные конденсаторы постоянной емкости: керамические литые и пакетные, дисковые, трубчатые, проходные, высоковольтные, миниатюрные, слюдяные, стеклянные, стеклокерамические. Низкочастотные постоянной емкости: бумажные, металобумажные, пленочные, электролитические, оксидно-полупроводниковые, ниобиевые, танталовые. Воздушные конденсаторы переменной емкости. Полупеременные конденсаторы, конденсаторы ИС.

Примерные вопросы к вступительному испытанию

1. Состав типовых микропроцессорных приборов обработки информации.
2. Функции программируемых контроллеров.
3. Функциональные задачи управления электроэнергетической системой судна.
4. Для каких временных сигналов используется дискретное преобразование Фурье?
5. Дать определение эргодического случайного процесса.
6. Привести основные свойства спектральной плотности случайного процесса.
7. Назовите основной критерий надежности простого элемента изделия или системы.
8. Приведите примеры использования преобразователей частоты в судовом электроприводе.

9. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока. Структура и назначение элементов.
10. Преобразователи частоты с непосредственной связью. Способы управления.
11. Дайте классификацию электроприводов мехатронных систем по назначению, способу управления, структуре и схеме силового преобразователя.
12. Приведите простую структурную схему цифро-аналогового цифрового электропривода. Поясните функциональные задачи отдельных элементов.
13. Какие способы дискретизации уравнений непрерывных регуляторов применяют в цифровом электроприводе?
14. Как определяется ошибка отработки заданной скорости движения мехатронной системы, если известны параметры АЦП, ЦАП и коэффициент передачи аналоговой части электропривода?
15. Какие способы формирования выходного напряжения используются в частотно-регулируемом приводе с автономным инвертором напряжения?
16. Принцип векторного управления асинхронным двигателем.
17. Принцип бесщеточного возбуждения синхронных машин. Применение тиристоров в схемах бесщеточного возбуждения.
18. Какие законы регулирования применяются при частотном управлении синхронных двигателей?
19. Вентильные электрические двигатели. Принципы действия и управления.
20. Какие основные функциональные задачи реализованы в автоматизированных судовых электростанциях?
21. Что такое резерв мощности электростанции? Принцип действия устройств автоматического включения резерва.
22. Назначение, виды и принцип действия защиты судовых генераторов.
23. Назначение и принцип действия аварийно – предупредительной сигнализации.
24. Какие задачи решает система централизованного контроля работы судовых механизмов и устройств?
25. Какие основные элементы включает в себя типовая функциональная схема централизованного контроля?
26. Какие основные типы датчиков применяются в системах централизованного контроля?
27. Принципы нормирования выходных сигналов датчиков.
28. Назначение, классификация и основные характеристики коммутаторов в системах централизованного контроля.
29. Назначение цифроаналогового преобразователя и его реализация на базе МОП- ключей.

30. Принципы цифрового кодирования. Двоичный и двоично – десятичный код. Принцип работы АЦП поразрядного уравнивания с использованием реверсивных счетчиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розанов Ю.К. Электронные устройства электромеханических систем: Учеб. Пособие для студентов высш. учеб. заведений М.; Изд.центр «Академия» 2004
2. Карнаухов Н.Ф. Электромеханические и мехатронные системы. Изд-во «Феникс» 2006.
3. Амбросовский В.М. Белый О.В. , Скороходов Д.А., Турусов С.Н. Интегрированные системы управления технических средств транспорта. Уч издание. СПб.: «Элмор» 2001.
4. Ремезовский В.М. Информационно – измерительные системы. Конспект лекций для курсантов спец. 180404 Изд-во МГТУ Мурманск 2007.

Электроснабжение промышленных предприятий

1. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. М Энергоатомиздат, 2005.
2. Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергия, 1983.
3. Липкин Б.Ю., Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Высшая школа. 1990.
4. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1984.
5. Волобринский В.И. Электрические нагрузки и балансы промышленных предприятий. М. Энергия, 1978, 128 с.
6. Жежеленко И.В. и др. Методы вероятностного моделирования электрических нагрузок потребителей. Самарский государственный технический университет, Самара, 2001.
7. Железко Ю.С. Компенсация реактивной мощности в сложных электрических системах. М. Энергия, 1970.

Автоматизация систем электроснабжения промышленных предприятий

1. Липкин Б.Ю., Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Высшая школа. 1990.
2. Гельман Г.А. Автоматизированные системы управления энергоснабжением промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1984.
3. Щукин Б.Д., Лыков Ю.Ф. Применение ЭВМ для проектирования систем электроснабжения. - М.: Энергоиздат, 1982.
- 4 Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. М Энер-

гоатомиздат, 2005.

5. Шидловский А.К., Вагин Г.Я., Куренный Э.Г. Расчеты электрических нагрузок систем электроснабжения промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1992.
6. Кустов А.А. Автоматизация управления рациональным электропотреблением. - Тольятти, 1990.
7. Соскин Э.А., Киреева Э.А. Автоматизация управления промышленным электроснабжением. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
8. Лысов Ю.Ф. и др. САПР систем промышленного электроснабжения. - Куйбышев: КПИ, 1990.
9. Арзамазуев Д.А., Липес А.В. Снижение технологического расхода энергии в электрических сетях. - М.: Высшая школа, 1989.

Переходные процессы в системах электроснабжения

1. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. - М.: Энергия, 1985.
2. Липкин Б.Ю., Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Высшая школа. 1990.
3. Воробьев Г.В., Тепикина Г.М., Титова М.В., Володина Т.В., Пьянова Л.А., Феопонтова Н.В. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. Методические указания к курсовому проектированию. - Тольятти, - 1983.
4. Воробьев Г.В. Трехфазные короткие замыкания. Методические указания по курсу «Переходные процессы в системах электроснабжения». - Тольятти, 1987.
5. Воробьев Г.В. Несимметричные короткие замыкания. Методические указания по курсу «Переходные процессы в системах электроснабжения». - Тольятти, 1986.
6. Воробьев Г.В. Несимметричные короткие замыкания в системах электроснабжения. Методические указания по курсу «Переходные процессы в системах электроснабжения». - Тольятти, 1986.
7. Воробьев Г.В. Расчет несимметричных коротких замыканий в системах электроснабжения. Методические указания по курсу «Переходные процессы в системах электроснабжения». - Тольятти, 1986.
8. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – Учебник.: М.: Высшая школа, 1985 .
9. Гуревич У.Е., Либова Л.Е., Хачатрян Э.А. Устойчивость нагрузки электрических систем. - М: Энергоиздат, 1981.
10. Воробьев Г.В. Электромеханические переходные процессы в электрических системах. Методические указания к курсовому проектированию. - Тольятти, 1984.