

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.09.01 Электромеханика и электрические аппараты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
специальной дисциплины

«Электромеханика и электрические аппараты»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ОД.2

Всего: 252 часа

Семестр 5, 144 часа, в том числе 6 часов – контактная работа,
138 часа – самостоятельная работа,

Семестр 6, 108 часов, в том числе 6 часов – контактная работа,
66 часов – самостоятельная работа,
36 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.09.01 Электромеханика и электрические аппараты, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение вопросов, связанных с устройством, применением и сущностью физических процессов, протекающих в электрических машинах и аппаратах, используемых в производстве и распределении энергии.

Задачами дисциплины являются:

- анализ и исследование физических явлений, лежащих в основе функционирования электрических, электромеханических преобразователей энергии и электрических аппаратов.
- изучение научных основ создания и совершенствования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов.
- изучение методов анализа и синтеза преобразователей электрической и механической энергии.
- изучение методов анализа и синтеза электрических аппаратов.
- изучение подходов, методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих проектирование, надежность, контроль и диагностику функционирования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов в процессе эксплуатации, в составе рабочих комплексов.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);
- владение методами математического и физического моделирования электрических машин и аппаратов (ПК-1);
- готовность осуществлять структурный и параметрический синтез алгоритмов эффективного управления электрическими и электронными аппаратами их оптимизацию и разработку систем управления (ПК-2);
- способность к применению теории современных методов расчета магнитных полей в профессиональной деятельности (ПК-3).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- методы анализа электромагнитных полей, электродинамических сил, тепловых процессов, контактных явлений, электрической дуги (ПК-3);
- электрические машины и электрические аппараты для электроприводов, распределительных устройств высокого и низкого напряжения, управления и автоматики. Выбор, применение, методы испытаний, и эксплуатации (ПК-2);
- основные виды силовых электронных аппаратов, их функции и классификация. Силовые электронные ключи, пассивные компоненты и охладители силовых электронных приборов (ПК-2);
- системы управления электрическими машинами и силовыми электронными аппаратами, структура и функции микропроцессора, микроконтроллера. Статические коммутационные аппараты постоянного и переменного токов, гибридные коммутационные аппараты. Статические регуляторы постоянного и переменного тока (ПК-2);

- методы и программные средства для математического моделирования процессов в электрических машинах и электронных аппаратах и системах управления (ПК-1);

уметь:

- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
- применять теоретические методы для анализа явлений и процессов в электромеханических системах электрических машин и электрических аппаратов в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- применять программные средства для анализа явлений и процессов в электромеханических системах электрических машин и электрических аппаратов в профессиональной деятельности (ОПК-2);
- разрабатывать новые методы исследования электрических машин и аппаратов (ОПК-3);
- координировать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);

владеть:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области электроаппаратостроения и проектирования электрических машин (УК-1);
- способностью следовать этическим нормам при проектировании электрических машин и аппаратов (УК-5);
- методами исследования, моделирования, испытаний и эксплуатации электрических машин, электромеханических и электронных аппаратов в схемах электроснабжения, электроприводе и электрическом транспорте (ПК-1).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

5-й семестр

Классификация электрических машин. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии

Виды и классификация электрических машин. Области применения. Стандартизация и нормализация в электромашиностроении. Конструктивные формы и исполнения электрических машин по способу монтажа и степени защиты. Климатические исполнения. Материалы, применяемые в электромашиностроении. Требования к магнитным, проводниковым, изоляционным и конструкционным материалам.

Основные рабочие характеристики двигателей и генераторов. Требования к характеристикам, связанные с интенсификацией производства, усложнением

оборудования и технологических процессов. Показатели надежности и виброакустические.

Размерные соотношения в электрических машинах. Машинная постоянная. Принцип построения серий. Шкалы мощностей, частот вращения, высот оси вращения. Методы расчета и конструирования. Обеспечение технологичности конструкции. Обеспечение безопасности эксплуатации электрических машин. Определение главных размеров электрических машин. Электромагнитные нагрузки электрических машин, ограничения по их выбору. Расчетная мощность.

Обмотки машин переменного и постоянного тока. Механические расчеты электрических машин. Расчет шумов и вибраций. Тепловые расчеты в электрических машинах. Классификация машин по способам охлаждения. Режимы работы электрических машин. Баланс мощностей. Схемы вентиляции. Форсированные системы охлаждения.

Трансформаторы

Современные требования, предъявляемые к силовым трансформаторам. Стандартизация в трансформаторостроении. Классификация и система обозначений. Требования к параметрам. Серии трансформаторов. Подходы к проектированию единичного трансформатора и серии. Методы расчета трансформаторов.

Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора. Материалы применяемые в трансформаторостроении. Магнитная система современного трансформатора. Влияние электротехнической стали и конструкции магнитной системы на характеристики. Влияние проводникового материала на характеристики и массогабаритные показатели трансформатора.

Изоляция в трансформаторах. Требования к изоляции трансформатора. Испытательное напряжение. Защита изоляции от перенапряжений. Обмотки трансформаторов.

Расчет параметров трансформатора. Потери в обмотках и металлоконструкциях. Расчет основных и добавочных потерь. Коэффициент добавочных потерь. Требования по соответствию уровня потерь короткого замыкания. Электромагнитные поля рассеяния в силовых трансформаторах. Влияние индуктивности рассеяния на характеристики, надежность и работоспособность трансформатора. Пути корректировки напряжения короткого замыкания при проектировании.

Определение механических сил и электродинамической устойчивости обмоток. Ударный ток короткого замыкания. Силы, действующие на обмотки в режиме короткого замыкания. Меры по обеспечению электродинамической стойкости обмоток. Оценка термической стойкости обмоток при коротком замыкании. Охлаждение трансформаторов. Классификация систем охлаждения.

Электрические машины переменного тока

Конструкции асинхронных машин. Основные серии асинхронных двигателей (АД). Выбор электромагнитных нагрузок, их влияние на характеристики. Воздушный зазор.

АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Особенности расчета параметров короткозамкнутых роторов. Эффект вытеснения тока и его учет. Насыщение от полей рассеяния.

Магнитная цепь асинхронной машины. Параметры асинхронной машины для номинального режима. Активные и индуктивные сопротивления обмоток. Сопротивления обмоток двигателей с короткозамкнутыми роторами.

Потери и КПД асинхронной машины. Рабочие характеристики и их расчет. Зависимости характеристик АД от входных параметров. Пусковые характеристики асинхронного двигателя. АД специального исполнения. Тепловой и вентиляционный расчет АД.

Конструкции синхронных машин. Турбо и гидрогенераторы. Явнополюсные синхронные машины общего назначения. Главные размеры. Обмотка якоря. Воздушный зазор. Выбор размеров полюсов. Демпферная обмотка. Расчет требуемой МДС обмотки возбуждения. Проектирование обмоток возбуждения. Параметры и постоянные времени. Характеристики синхронных генераторов и двигателей.

Конструкции гидрогенераторов. Главные размеры. Обмотки статора. Расчет магнитной цепи. Расчет обмотки возбуждения гидрогенератора. Расчет параметров и постоянных времени обмоток. Потери и КПД. Характеристики гидрогенератора. Особенности теплового и вентиляционного расчета. Расчет подпятника и подшипников. Особенности расчета механических частей на прочность.

Конструкции турбогенераторов. Главные размеры. Обмотки статора. Зубцовая зона и ярмо ротора. Расчет магнитной цепи. Расчет обмотки возбуждения турбогенератора. Расчет параметров и постоянных времени обмоток. Отношение короткого замыкания, токи короткого замыкания, статическая перегружаемость. Потери и КПД. Особенности теплового расчета. Особенности расчета механических частей на прочность. Расчет критических частот вращения ротора. Системы охлаждения, выбор и расчёт.

Синхронные компенсаторы. Конструкция. Главные размеры. Характеристики, параметры при номинальном режиме и асинхронном пуске.

Специальные машины переменного тока. Микромашины. Шаговые и вентильные двигатели.

Электрические машины постоянного тока

Конструкции машин постоянного тока. Общая характеристика МПТ, область их применения. Современные серии. Выбор главных размеров.

Электромагнитные нагрузки. Расчет обмоточных данных и зубцовой зоны якоря. Особенности проектирования якорных обмоток машин постоянного тока. Расчетные соотношения, связывающие обмотку якоря с коллектором. Выбор типа обмотки. Волновые и петлевые обмотки.

Воздушный зазор машины постоянного тока. Компенсационная обмотка. Определение требуемой МДС обмотки возбуждения. Проектирование коллектора и щеточного аппарата. Расчет коммутации и проектирование добавочных полюсов. Потери и КПД. Рабочие характеристики МПТ.

Математическое моделирование электрических машин

Дифференциальные уравнения электрической машины. Обобщённый электромеханический преобразователь.

Методика определения параметров интегрального контура вихревых токов. Методика расчета параметров машины с массивным ротором. Частотный метод определения параметров. Определение параметров роторного контура методом идентификации.

Моделирование электрических машин различных типов. Особенности моделирования асинхронной машины в программном комплексе макро моделирования в фазовой заторможенной системе координат.

Методика расчета вытеснения тока в роторном контуре асинхронной машины. Методика расчета параметров матрицы динамических индуктивностей.

Расчет полной, активной полезной, активной потребляемой мощности через токи и напряжения. Коэффициент отношения активных мощностей для адекватного учета энергообмена.

Анализ влияния несинусоидальности напряжения питания. Особенности решения уравнений динамики численными методами.

6-й семестр

Назначение и классификация электрических и электронных аппаратов

Классификация по назначению, по току и напряжению, по области применения. Применение в схемах электроснабжения, электроприводе и электрическом транспорте.

Физические явления в электрических аппаратах

Методы анализа электромагнитных полей. Законы электромагнитного поля. Дифференциальные уравнения для параметров поля. Численные методы (метод конечных разностей, метод конечных элементов, метод интегральных уравнений) и программное обеспечение для расчетов полей электромагнитных

систем. Методы расчетов параметров макромоделей (ЭДС, индуктивностей, силовых характеристик) на основе анализа электромагнитного поля.

Магнитные материалы, применяемые в электрических аппаратах и машинах. Магнитные характеристики материалов. Методы и средства измерений магнитных полей, испытаний магнитных материалов и изделий из них.

Электродинамические силы в электрических аппаратах. Методы расчета. Использование электродинамических сил. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.

Источники теплоты в электрических аппаратах. Методы и программные средства для анализа тепловых процессов. Способы снижения потерь в электрических аппаратах. Теплопередача в окружающее пространство. Критерии подобия. Критериальные уравнения. Расчет коэффициентов теплопередачи. Задачи стационарной и нестационарной теплопроводности в электрических аппаратах. Нестационарный режим нагрева и остывания электрических аппаратов. Методы и средства экспериментальных исследований тепловых процессов.

Контакты электрических аппаратов. Модели контактирования. Методы и средства экспериментальных исследований контактных явлений. Ом-вольтная характеристика контактов и сваривание контактов. Стационарный нагрев контактов в токопроводе. Одномерная модель неоднородного токопровода с контактами и распределение температур в нем.

Электрическая дуга отключения. Вольтамперные характеристики стационарной и нестационарной дуги. Распределение потенциалов в дуге. Условия гашения электрической дуги в цепи постоянного тока. Шунтирование дуги. Условия гашения дуги переменного тока. Начальная прочность межконтактного промежутка после прохождения тока через нуль. Восстанавливающаяся прочность и восстанавливающееся напряжение. Влияние собственной частоты сети на процессы гашения дуги. Одночастотный и двухчастотный контуры – модели сети. Методы моделирования и экспериментальных исследований электрической дуги.

Электромеханические аппараты

Электромеханические аппараты автоматики. Основные виды. Характеристики. Электрические аппараты распределения энергии низкого напряжения. Основные виды. Характеристики. Методы выбора. Методы экспериментальных исследований и испытаний. Тенденции развития.

Электрические аппараты управления низкого напряжения. Основные виды. Характеристики. Методы выбора. Методы экспериментальных исследований и испытаний. Тенденции развития.

Микроэлектромеханические системы - МЭМС. Конструктивные схемы и применение.

Электрические аппараты высокого напряжения. Основные виды. Виды выключателей высокого напряжения. Особенности конструкций, методов гашения дуги и эксплуатации.

Реакторы. Конструкции. Использование. Работа реакторов в комплекте с силовыми электронными коммутаторами. Анализ электромагнитной совместимости реакторов.

Ограничители перенапряжений и разрядники. Устройство, характеристики. Особенности эксплуатации.

Испытания электрических аппаратов высокого напряжения.

Применение высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) материалов в электрических аппаратах.

Силовые электронные аппараты

Статические (силовые электронные и магнитно-полупроводниковые) аппараты. Основные виды аппаратов, их функции и классификация. Сравнительный анализ статических и электромеханических аппаратов и области их рационального применения.

Силовые электронные ключи. Особенности коммутации электронных ключей. Статические и динамические режимы работы ключей. Области безопасной работы и защита электронных ключей.

Пассивные компоненты и охладители силовых электронных приборов. Влияние повышенной частоты и несинусоидальности напряжения на работу конденсаторов и реакторно-трансформаторного оборудования.

Системы управления силовыми электронными аппаратами

Обобщенные структурные схемы систем управления силовыми электронными аппаратами. Основные функциональные узлы и элементная база.

Микропроцессоры в управлении электрическими и электронными аппаратами. Структура и функции микропроцессора, микроконтроллера и примеры их применения в различных аппаратах.

Статические коммутационные аппараты

Статические коммутационные аппараты постоянного и переменного токов. Функциональные возможности и области рационального применения. Гибридные коммутационные аппараты. Методы и средства для тестирования и испытаний устройств силовой электроники

Статические регуляторы постоянного и переменного тока

Статические регуляторы постоянного тока. Примеры импульсного регулирования параметров электрической энергии. Основные схемы

импульсных регуляторов постоянного тока. Тиристорные регуляторы постоянного тока.

Статические регуляторы переменного тока. Тиристорные регуляторы переменного тока с естественной и искусственной коммутацией. Применение силовых транзисторов в регуляторах переменного тока. Регуляторы реактивной мощности. Магнитно–полупроводниковые аппараты. Дроссели насыщения и основные способы подмагничивания. Магнитно-полупроводниковые ключи.

Феррорезонансный стабилизатор напряжения и тока. Принцип действия, характеристики и области применения.

Методы и программные средства для математического моделирования процессов в электрических и электронных аппаратах

Математическое моделирование статических и динамических процессов в электромеханических электрических аппаратах. Модели электромагнитных, магнитоэлектрических, электродинамических, индукционных, магнитострикционных и пьезоэлектрических электромеханических преобразователей. Модели и анализ динамики работы механических узлов электрических аппаратов.

Математическое моделирование режимов работы устройств силовой электроники и систем управления электромеханических и электронных аппаратов.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 6 семестр – кандидатский экзамен.

Вопросы для самоконтроля и проведения кандидатского экзамена

1. Какие вы знаете виды электрических машин области их применения.
2. Как классифицируются конструктивные формы и исполнения электрических машин по способу монтажа и степени защиты?
3. В чем заключаются требования к магнитным, проводниковым, изоляционным и конструкционным?
4. С какой целью и каким образом проводятся механические расчеты электрических машин?
5. С какой целью и каким образом проводятся тепловые расчеты в электрических машинах?
6. Поясните классификацию машин по способам охлаждения.
7. Какие вы знаете режимы работы электрических машин?
8. Перечислите требования, предъявляемые к силовым трансформаторам.
9. Поясните систему обозначений силовых трансформаторов.

10. Какие вы знаете конструктивные схемы силового трансформатора?
11. Перечислите требования к изоляции трансформатора.
12. Как осуществляется защита изоляции трансформатора от перенапряжений?
13. Как можно осуществить корректировку напряжения короткого замыкания?
14. В чем заключаются способы обеспечения электродинамической стойкости обмоток?
15. Перечислите основные конструкции асинхронных машин.
16. Изложите особенности расчета параметров короткозамкнутых роторов асинхронных двигателей.
17. В чем заключается эффект вытеснения тока в роторах асинхронных двигателей и его учет?
18. Как рассчитываются параметры асинхронной машины для номинального режима?
19. Как зависят характеристики АД от входных параметров?
20. От каких параметров зависят пусковые характеристики асинхронного двигателя?
21. Изложите конструкцию явнополусной синхронной машины общего назначения.
22. Перечислите параметры и постоянные времени синхронной машины.
23. Как проводится расчет магнитной цепи явнополусной синхронной машины?
24. Как проводится расчет подпятника и подшипников гидротенератора?
25. Как проводится расчет магнитной цепи и обмотки возбуждения турботенератора.
26. Перечислите параметры и постоянные времени обмоток турботенератора.
27. Что такое отношение короткого замыкания?
28. Как проводится выбор и расчёт системы охлаждения турботенератора?
29. Что такое шаговые и вентильные двигатели?
30. Изложите общие характеристики МПТ и области их применения.
31. Как проводится расчет обмоточных данных и зубцовой зоны МПТ?
32. Как определить требуемую МДС обмотки возбуждения МПТ?
33. Что такое обобщённый электромеханический преобразователь?
34. В чем заключается определение параметров роторного контура АД методом идентификации?
35. Как проводится анализ влияния несинусоидальности напряжения питания при моделировании электрической машины?
36. В чем заключается методика расчета вытеснения тока в роторном контуре асинхронной машины?
37. На каких принципах составляются макроскопические модели электромеханических систем электрических аппаратов?

38. Как метод конечных элементов используется для численного расчета электромагнитного поля?
39. Как рассчитываются параметры макромоделей (ЭДС, индуктивностей, силовых характеристик) на основе анализа электромагнитного поля.
40. Почему возникают электродинамические силы в электрических аппаратах?
41. Какие источники теплоты в электрических аппаратах? Какие методы анализа и способы снижения нагрева применяются в электрических аппаратах?
42. Какие явления имеют место в контактах электрических аппаратов?
43. Какие процессы происходят при возникновении, горении и гашении электрической дуги на контактах электрических аппаратов?
44. Какие виды электромеханических аппаратов применяются в системах автоматизации?
45. Какие виды электромеханических аппаратов применяются в системах распределения энергии низкого напряжения?
46. Какие принципы используются при создании МЭМС?
47. Какие конструктивные решения применяются в токоограничителях на основе ВТСП?
48. Какие виды электромеханических аппаратов применяются в сетях высокого напряжения?
49. Какие существуют конструкции реакторов, ограничителей перенапряжений и разрядников?
50. Какие существуют основные виды силовых электронных и магнитно-полупроводниковых аппаратов?
51. Какие особенности коммутации электронных ключей.
52. Какие пассивные компоненты и охладители применяются в силовых электронных приборах?
53. Какие принципы построения систем управления силовыми электронными аппаратами?
54. Какая структура и функции микропроцессора, микроконтроллера в электрических аппаратах. ?
55. Статические коммутационные аппараты постоянного и переменного токов. Функциональные возможности и области рационального применения. Гибридные коммутационные аппараты.
56. Какие существуют схемы построения статических регуляторов постоянного тока.
57. Какие существуют схемы построения статических регуляторов переменного тока.
58. Как функционируют регуляторы реактивной мощности?
59. Какие существуют магнитно-полупроводниковые аппараты, дроссели насыщения и магнитно-полупроводниковые ключи.

60. Какие программные средства используются для моделирования электромеханических и электронных аппаратов и систем управления ими?
61. Виды и классификация электрических машин. Области применения. Стандартизация и нормализация в электромашиностроении. Конструктивные формы и исполнения электрических машин по способу монтажа и степени защиты. Климатические исполнения.
62. Основные рабочие характеристики двигателей и генераторов. Требования к характеристикам, связанные с интенсификацией производства, усложнением оборудования и технологических процессов.
63. Размерные соотношения в электрических машинах. Машинная постоянная. Принцип построения серий.
64. Обмотки машин переменного и постоянного тока.
65. Механические расчеты электрических машин. Расчет шумов и вибраций.
66. Тепловые расчеты в электрических машинах. Классификация машин по способам охлаждения.
67. Режимы работы электрических машин. Баланс мощностей.
68. Схемы вентиляции электрических машин. Форсированные системы охлаждения.
69. Современные требования предъявляемые к силовым трансформаторам. Стандартизация в трансформаторостроении. Классификация и система обозначений.
70. Требования к параметрам трансформатора. Серии трансформаторов. Подходы к проектированию единичного трансформатора и серии.
71. Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора.
72. Материалы применяемые в трансформаторостроении. Магнитная система современного трансформатора. Влияние электротехнической стали и конструкции магнитной системы на характеристики. Влияние проводникового материала на характеристики и массогабаритные показатели трансформатора.
73. Изоляция в трансформаторах. Требования к изоляции трансформатора. Испытательное напряжение. Защита изоляции от перенапряжений. Обмотки трансформаторов.
74. Расчет параметров трансформатора. Потери в обмотках и металлоконструкциях. Расчет основных и добавочных потерь. Коэффициент добавочных потерь. Требования по соответствию уровня потерь короткого замыкания.
75. Электромагнитные поля рассеяния в силовых трансформаторах. Влияние индуктивности рассеяния на характеристики, надежность и работоспособность трансформатора. Пути корректировки напряжения короткого замыкания при проектировании.

76. Определение механических сил и электродинамической устойчивости обмоток. Ударный ток короткого замыкания. Силы, действующие на обмотки в режиме короткого замыкания. Меры по обеспечению электродинамической стойкости обмоток. Оценка термической стойкости обмоток при коротком замыкании.
77. Охлаждение трансформаторов. Классификация систем охлаждения.
78. Конструкции асинхронных машин. Основные серии асинхронных двигателей (АД). Выбор электромагнитных нагрузок, их влияние на характеристики.
79. АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Особенности расчета параметров короткозамкнутых роторов. Эффект вытеснения тока и его учет.
80. Магнитная цепь асинхронной машины. Параметры асинхронной машины для номинального режима. Активные и индуктивные сопротивления обмоток. Сопротивления обмоток двигателей с короткозамкнутыми роторами.
81. Потери и КПД асинхронной машины. Рабочие характеристики и их расчет. Зависимости характеристик АД от входных параметров.
82. Пусковые характеристики асинхронного двигателя.
83. АД специального исполнения.
84. Тепловой и вентиляционный расчет АД.
85. Конструкции синхронных машин. Турбо и гидрогенераторы. Явнополюсные синхронные машины общего назначения. Главные размеры.
86. Обмотка якоря синхронной машины. Воздушный зазор. Выбор размеров полюсов. Демпферная обмотка.
87. Расчет требуемой МДС обмотки возбуждения синхронной машины. Проектирование обмоток возбуждения.
88. Параметры и постоянные времени. Характеристики синхронных генераторов и двигателей.
89. Конструкции гидрогенераторов. Главные размеры. Обмотки статора. Расчет магнитной цепи.
90. Расчет обмотки возбуждения гидрогенератора. Расчет параметров и постоянных времени обмоток. Потери и КПД.
91. Характеристики гидрогенератора. Особенности теплового и вентиляционного расчета.
92. Расчет подпятника и подшипников гидрогенератора. Особенности расчета механических частей на прочность.
93. Конструкции турбогенераторов. Главные размеры. Обмотки статора. Зубцовая зона и ярмо ротора. Расчет магнитной цепи.
94. Расчет обмотки возбуждения турбогенератора. Расчет параметров и постоянных времени обмоток. Отношение короткого замыкания, токи короткого замыкания, статическая перегружаемость. Потери и КПД.

95. Особенности теплового расчета турбогенератора. Особенности расчета механических частей на прочность. Расчет критических частот вращения ротора. Системы охлаждения, выбор и расчёт.
96. Синхронные компенсаторы. Конструкция. Главные размеры. Характеристики, параметры при номинальном режиме и асинхронном пуске.
97. Специальные машины переменного тока. Микромашины. Шаговые и вентильные двигатели.
98. Конструкции машин постоянного тока. Общая характеристика МПТ, область их применения. Современные серии. Выбор главных размеров. Электромагнитные нагрузки.
99. Расчет обмоточных данных и зубцовой зоны якоря МПТ. Особенности проектирования якорных обмоток машин постоянного тока.
100. Расчетные соотношения, связывающие обмотку якоря МПТ с коллектором. Выбор типа обмотки. Волновые и петлевые обмотки.
101. Воздушный зазор машины постоянного тока. Компенсационная обмотка. Определение требуемой МДС обмотки возбуждения.
102. Проектирование коллектора и щеточного аппарата МПТ. Расчет коммутации и проектирование добавочных полюсов. Потери и КПД. Рабочие характеристики МПТ.
103. Дифференциальные уравнения электрической машины. Обобщённый электромеханический преобразователь.
104. Методика определения параметров интегрального контура вихревых токов. Методика расчета параметров машины с массивным ротором. Частотный метод определения параметров. Определение параметров роторного контура методом идентификации.
105. Моделирование электрических машин различных типов. Особенности моделирования асинхронной машины в программном комплексе макро моделирования в фазовой заторможенной системе координат.
106. Методика расчета вытеснения тока в роторном контуре асинхронной машины. Методика расчета параметров матрицы динамических индуктивностей.
107. Расчет полной, активной полезной, активной потребляемой мощности через токи и напряжения. Коэффициент отношения активных мощностей для адекватного учета энергообмена.
108. Анализ влияния несинусоидальности напряжения питания. Особенности решения уравнений динамики численными методами.
109. Принципы построения макроскопических моделей электромеханических систем электрических аппаратов. Составление эквивалентных схем.

110. Методы анализа электромагнитных полей. Законы электромагнитного поля. Дифференциальные и интегральные уравнения для параметров поля. Методы расчетов параметров макромоделей (ЭДС, индуктивностей, силовых характеристик) на основе анализа электромагнитного поля.
111. Электродинамические силы в электрических аппаратах. Методы и программные средства для их расчета. Использование электродинамических сил для функционирования электрических аппаратов.
112. Источники теплоты в электрических аппаратах. Методы и программные средства для анализа тепловых процессов. Способы снижения потерь в электрических аппаратах. Методы и средства экспериментальных исследований тепловых процессов.
113. Контакты электрических аппаратов. Модели и программные средства для анализа процессов в контактах. Ом-вольтная характеристика контактов и сваривание контактов.
114. Электрическая дуга отключения. Вольт-амперные характеристики стационарной и нестационарной дуги. Условия гашения электрической дуги в цепи постоянного тока. Шунтирование дуги. Условия гашения дуги переменного тока. Методы моделирования и экспериментальных исследований электрической дуги.
115. Начальная прочность межконтактного промежутка после прохождения тока через нуль. Восстанавливающаяся прочность и восстанавливающееся напряжение. Влияние собственной частоты сети на процессы гашения дуги. Методы и средства экспериментальных исследований контактных явлений.
116. Электромеханические аппараты автоматики. Основные виды. Характеристики.
117. Микроэлектромеханические системы МЭМС, примеры конструкций и принципы функционирования.
118. Электрические аппараты распределения энергии низкого напряжения. Основные виды. Характеристики. Методы выбора. Методы экспериментальных исследований и испытаний. Тенденции развития.
119. Электрические аппараты управления низкого напряжения. Основные виды. Характеристики. Методы выбора. Методы экспериментальных исследований и испытаний. Тенденции развития.
120. Электрические аппараты высокого напряжения. Основные виды. Виды выключателей высокого напряжения. Методы экспериментальных исследований и испытаний. Тенденции развития.
121. Применение ВТСП в электрических аппаратах. Примеры конструкций.
122. Реакторы. Конструкции. Использование. Работа реакторов в комплекте с силовыми электронными коммутаторами. Анализ электромагнитной совместимости реакторов.

123. Ограничители перенапряжений и разрядники. Устройство, характеристики. Особенности эксплуатации.
124. Статические (Силовые электронные и магнитно-полупроводниковые) аппараты. Основные виды аппаратов, их функции и классификация. Сравнительный анализ статических и электромеханических аппаратов и области их рационального применения.
125. Силовые электронные ключи. Особенности коммутации электронных ключей. Статические и динамические режимы работы ключей. Области безопасной работы и защита электронных ключей.
126. Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники.
127. Пассивные компоненты и охладители силовых электронных приборов. Влияние повышенной частоты и несинусоидальности напряжения на работу конденсаторов и реакторно-трансформаторного оборудования.
128. Системы управления силовыми электронными аппаратами. Обобщенные структурные схемы. Основные функциональные узлы и элементная база. Программные средства для моделирования работы систем управления.
129. Микропроцессоры в управлении электрическими и электронными аппаратами. Структура и функции микропроцессора, микроконтроллера и примеры их применения в различных аппаратах.
130. Статические коммутационные аппараты постоянного и переменного токов. Функциональные возможности и области рационального применения. Гибридные коммутационные аппараты.
131. Статические регуляторы постоянного тока. Примеры импульсного регулирования параметров электрической энергии. Основные схемы импульсных регуляторов постоянного тока. Тиристорные регуляторы постоянного тока.
132. Статические регуляторы переменного тока. Тиристорные регуляторы переменного тока с естественной и искусственной коммутацией.
133. Применение силовых транзисторов в регуляторах переменного тока. Регуляторы реактивной мощности.
134. Магнитно-полупроводниковые аппараты. Дроссели насыщения и основные способы подмагничивания. Магнитно-полупроводниковые ключи.
135. Методы и средства для тестирования и испытаний устройств силовой электроники

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Электрические и электронные аппараты : учебник для вузов в 2 т Т.1 : Электромеханические аппараты / Е.Г. Акимов, [и др.] : под ред. А.Г. Годжелло, Ю.К. Розанова; учебник– М.: Академия, 2010
2. Электрические и электронные аппараты : учебник для вузов в 2 т Т.2 : Электронные аппараты / А.А. Кваснюк, [и др.] : под ред. Ю.К. Розанова; учебник– М.: Академия, 2010
3. Электрические аппараты высокого напряжения. /Г.Н. Александров, В.В. Борисов и др. /Под ред. чл.-корр. РАН Г.Н. Александрова. Изд. 2-ое. СПб.: Издание СПбГТУ, 2000.
4. Основы теории электрических аппаратов/Под ред. П.А. Курбатова. - 5-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Издательство "Лань", 2015. - 592 с.: ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература).
5. Силовые электронные ключи (методическое пособие по курсу Электрические и электронные аппараты).: Под ред Ю.К., Розанова. - Изд-во МЭИ, 1996.
6. Математическое моделирование электромеханических систем электрических аппаратов: учеб. пособие / П.А. Курбатов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 110 с.
7. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: КОРОНА-Век, 2008. – 368 с.
8. Чунихин А.А. Электрические аппараты. Общий курс. М.: Энергоатомиздат, 1988.
9. Буткевич Г.В. Дуговые процессы при коммутации электрических цепей. М.: Госэнергоиздат, 1970.
10. Силовая электроника: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 632 с.
11. Основы силовой электроники, 4-е издание. : монография / Г. С. Зиновьев. - : Новосибирск, НГТУ, 2009. - 672 с.
12. Шопен Л.В. Бесконтактные электрические аппараты автоматики. М.: Энергоатомиздат, 1986.
13. Четти П. Проектирование ключевых источников электропитания. М.: Энергоатомиздат, 1990.
14. Могилевский Г.В. Гибридные электрические аппараты низкого напряжения. М.: Энергоатомиздат, 1986.
15. Копылов И.П. Электрические машины. Учебник для вузов. – М: Академия, 2012 г.. - 360 с.

Дополнительная литература

16. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. М: Издательский дом МЭИ, 2010 г, 735с.
17. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов. – М.: Альянс, 2013. – 528 с.
18. Токарев Б.Ф. Электрические машины. Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 624 с.
19. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины. Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1987. Ч.1 – 360 с., ч.2 – 332 с.
20. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин. М.: Академия. 2011. 327с.
21. Беспалов В.Я., Котеленец Н.Ф. Электрические машины. М: Академия, 2013. 252 с.
22. Сипайлов Г.А., Кононенко Е.В., Хорьков К.А. Электрические машины (специальный курс). М.: Академия. 2009. 287с.
23. Высоцкий В.Е., Горячев В.Я., Соляков О.В., Тулупов П.В. Машины постоянного тока. Учеб. пособие для втузов. Самара.: Самарский гос. техн. университет., 2012. 257 с.
24. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. Учеб. пособие для втузов. 2-е изд., стер. М.: Академия., 2012. 480 с.
25. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. Учеб. пособие для вузов. М.: Академия 2011. 383с.
26. Амбарцумова Т.Т. Макромоделирование асинхронных машин с учетом динамики. М.: Изд-во МЭИ. 2012г. 40с.
27. Амбарцумова Т.Т. Исследование динамических режимов асинхронных машин в программном комплексе макромоделирования. Лабораторные работы № 1-3. М.: Изд-во МЭИ. 2011г. 40с.
28. Ф. Уоссермен. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. Перевод с английского. М.: Мир. 1992. 236с. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. М.: Наука, 1981.