

# Аннотации дисциплин

## Оглавление

<i>Технология электротехнического производства</i> .....	2
<i>Цифровые технологии в электромашиностроении</i> .....	3
<i>Проектирование электрических аппаратов</i> .....	4
<i>Автоматизация проектно-конструкторских работ</i> .....	5
<i>Расчет и проектирование магнитных систем электротехнических устройств</i> .....	6
<i>Синтез микропроцессорных систем управления</i> .....	7
<i>Силовые электронные аппараты</i> .....	8
<i>Современные проблемы электротехники</i> .....	9
<i>Надежность электротехнических устройств</i> .....	10
<i>Испытания и исследования электротехнических изделий</i> .....	11
<i>Аппараты высокого напряжения</i> .....	12
<i>Шумы и вибрации в электрических машинах</i> .....	13
<i>Системы управления силовыми электронными аппаратами</i> .....	14
<i>Контроль качества электрических аппаратов</i> .....	15

## Технология электротехнического производства

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	1 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	1 семестр/ы
Лекции	16 ч	1 семестр/ы
Практические занятия	32 ч	1 семестр/ы
Лабораторные работы	0 ч	1 семестр/ы
Самостоятельная работа	60 ч	1 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	1 семестр/ы
Экзамены/зачеты	0 ч	1 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение технологии изготовления электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей.

### Основные разделы дисциплины

1. Введение в технологию электромашиностроения. Задачи технологии. Экономические основы технологии. Особенности технологии производства электрических аппаратов, электрических машин и трансформаторов. Общемашиностроительные и специальные технологические процессы и оборудование. Содержание технологического процесса. Определения составляющих технологического процесса (операция, переход, рабочий ход, установ, позиция, прием). Классификация видов и методов производства. Технологическая подготовка производства. Технологическая документация. Технологичность конструкции. Комплекс работ, выполняемых при разработке технологических процессов. Организация массового, серийного и единичного производства. Стандартизация, нормализация, унификация.

2. Электротехнические материалы. Используемые электротехнические материалы и их характеристики. Магнитные материалы. Проводниковые материалы. Изоляционные материалы. Конструкционные материалы.

3. Общие вопросы технологии производства электрических машин. Общие вопросы технологии производства электрических машин. Классификация типов производств. Литейное производство. Технологические требования к заготовкам. Способы получения отливок из черных и цветных металлов. Кузнечно-прессовое производство. Ковка, свободная ковка, поперечно-клиноватая прокатка, получение заготовок этими способами. Горячая прессовка, прессовка из порошков и пластмасс. Технология прессовки из терморезистивных и термопластичных пластмасс. Раскройно-заготовительное производство. Резка металла. Гибка заготовок. Сварочное производство. Классификация видов сварочного производства. Технология газовой сварки, электросварки.

4. Механическая обработка деталей. Припуски и допуски. Базы, их классификация и выбор. Обобщение механической схемы обработки корпусов, статоров, подшипниковых щитов, валов и роторов.

5. Защитно-декоративные покрытия. Назначение. Способы нанесения. Подготовка поверхности. Внутризаводские, транспортные и складские работы, как разновидность технологического процесса. Контроль качества продукции. ОТК.

## Цифровые технологии в электромашиностроении

Трудоемкость в зачетных единицах:	7	2,3 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	252 ч	2,3 семестр/ы
Лекции	0 ч	2,3 семестр/ы
Практические занятия	112 ч	2,3 семестр/ы
Лабораторные работы	0 ч	2,3 семестр/ы
Самостоятельная работа	140 ч	2,3 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	2,3 семестр/ы
Экзамены/зачеты	0 ч	2,3 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение современных методов анализа физических полей и освоение существующего специализированного программного обеспечения для анализа физических полей (электромагнитных, тепловых, упругих деформаций, гидрогазодинамических) электротехнических и энергетических объектов для последующего использования в научных исследованиях, проектировании и эксплуатации.

### Основные разделы дисциплины

1. Основы моделирования физических полей в современных программных комплексах; подготовка геометрии и генерация расчетных сеток; просмотр результатов. Интерфейс современных программных комплексов анализа физических полей на примере COMSOL Multiphysics.

2. Электромагнетизм. Основные уравнения. Анализ электростатических полей. Анализ магнитостатических полей. Анализ квазистационарных электромагнитных полей.

3. Динамика и прочность. Основные уравнения. Анализ прочности. Динамический анализ.

4. Теплообмен. Основные уравнения. Стационарные и нестационарные задачи теплофизики с учетом теплопроводности, конвекции и излучения.

5. Динамика жидкостей и газов. Основные уравнения. Стационарные и нестационарные задачи гидрогазодинамики.

6. Моделирование МЭМС устройств. Примеры МЭМС устройств и принцип их действия. Особенности моделирования МЭМС в COMSOL Multiphysics.

7. Междисциплинарный анализ. Методы выполнения сопряженных и расщепленных (последовательных) междисциплинарных расчетов. Методики расчета для решения широкого набора задач с взаимодействием явлений из нескольких областей физики.

8. Моделирование движения частиц в различных полях. Уравнений для моделирования траекторий движения частиц. Моделирование частиц в электромагнитных полях. Моделирование движения частиц в гидрогазодинамических полях.

9. Моделирование на базе пользовательских уравнений. Рассмотрение основных уравнений (Лапласа, Пуассона, Гельмгольца). Основные граничные условия и источники поля. Стационарный, нестационарный и частотный решатели.

10. Решение оптимизационных задач при анализе физических полей. Методы оптимизации. Решение оптимизационных задач с использованием современных программных комплексов и параметрической модели.

## Проектирование электрических аппаратов

Трудоемкость в зачетных единицах:	10	1,2 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	360 ч	1,2 семестр/ы
Лекции	48 ч	1,2 семестр/ы
Практические занятия	64 ч	1,2 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	1,2 семестр/ы
Самостоятельная работа	128 ч	1,2 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	32 ч	1,2 семестр/ы
Экзамены/зачеты	64 ч	1,2 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение современных методов проектирования и конструирования электромеханических аппаратов автоматики, силовых электрических аппаратов управления и защиты, системных аппаратов управления и аппаратов распределительных устройств, аппаратов высокого напряжения.

### Основные разделы дисциплины

Основные подходы к проектированию электрических аппаратов. Особенности проектирования слаботоковых и силовых аппаратов. Математические модели объектов проектирования. Задачи анализа и методы их решения в САПР. Синтез технических объектов. Система автоматизированного проектирования (САПР). Оптимизация технических объектов. Информационное обеспечение этапов проектирования. Особенности проектирования силовых электрических аппаратов управления и защиты (ЭАУЗ). Проектирование контакторов постоянного тока. Проектирование контакторов и пускателей переменного тока. Особенности проектирования автоматических выключателей. Особенности проектирования аппаратов высокого напряжения (АВН). Проектирование дугогасительных устройств элегазовых выключателей. Особенности проектирования вакуумных дугогасительных камер (ВДК) выключателей.

## Автоматизация проектно-конструкторских работ

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	1 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	1 семестр/ы
Лекции	16 ч	1 семестр/ы
Практические занятия	32 ч	1 семестр/ы
Лабораторные работы	0 ч	1 семестр/ы
Самостоятельная работа	96 ч	1 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	1 семестр/ы
Экзамены/зачеты	0 ч	1 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение основных конструктивных узлов электрических аппаратов и получение навыков применения систем автоматизированного проектирования для дальнейшего использования в проектно-конструкторской деятельности.

### Основные разделы дисциплины

#### 1. Общие сведения о системе T-FLEX CAD

Основные понятия. Методика параметрического проектирования в САПР T-Flex. Основные элементы интерфейса. Способы вызова команд. Команды настройки интерфейса. Основные принципы работы с документами. Панели и окна системы. Общие принципы создания и редактирования элементов. Вспомогательные линии построения. Элементы изображения.

#### 2. Построение параметрических чертежей

Построение прямых, окружностей, сплайнов, узлов, функций и эллипсов. Создание чертежа. Редактирование чертежа. Элементы оформления чертежа. Штриховки, размеры, оси, текст, надписи допуски формы и расположения поверхностей, шероховатости. Чертёж вала.

#### 3. Трёхмерное параметрическое моделирование

Основные понятия 3D моделирования в T-FLEX CAD. Понятие рабочих плоскостей. Основные операции 3D моделирования. Вспомогательные команды моделирования. Отверстия, резьбы, массивы. Общая организация 3D моделирования. Создание трёхмерной модели.

#### 4. Создание сборочных трёхмерных моделей

Методика проектирования сборок. Построение элементов сборочной модели. Основные виды проектирования сборочных моделей. Построение сборочной модели. Использование библиотек стандартных элементов. Структура сборочной модели. Изучение и использование стандартных элементов (винты, шайбы, гайки, болты.) в соответствии с нормативными документами

#### 5. Подготовка конструкторской документации.

Составление отчётов/спецификаций. Изучение нормативных документов (ГОСТ, ЕСКД) Подготовка технических требований. Формирование и заполнение форматов. Подготовка конструкторской документации в соответствии с нормативными документами.

## Расчет и проектирование магнитных систем электротехнических устройств

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	2 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	2 семестр/ы
Лекции	16 ч	2 семестр/ы
Практические занятия	32 ч	2 семестр/ы
Лабораторные работы	0 ч	2 семестр/ы
Самостоятельная работа	60 ч	2 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	2 семестр/ы
Экзамены/зачеты	36 ч	2 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение методов и средств для анализа, расчетов и проектирования магнитных систем электротехнических устройств для последующего использования в научных исследованиях, проектировании и эксплуатации.

### Основные разделы дисциплины

1. Методы и программные средства для расчетов и оптимизационного проектирования магнитных систем Методы пространственных и граничных интегральных уравнений для источников электромагнитного поля, метод конечных разностей, метод конечных элементов, комбинированные методы. Обзор программных средств для расчетов магнитных систем. Постановка задачи оптимизационного проектирования магнитных систем.

2. Моделирование конструкций магнитных систем и электрофизических свойств материалов при расчетах электромагнитных полей.

3. Макроскопические модели основных типов электромеханических преобразователей энергии, использующих электромагнитные поля. Основные допущения, эквивалентные схемы макроскопических моделей, расчет параметров эквивалентных схем с применением методов численного анализа электромагнитных полей в электромеханических преобразователях различного типа: электромагнитных, магнитоэлектрических, электродинамических, индукционных, магнитострикционных, пьезоэлектрических и магнитогидродинамических.

4. Магнитные системы приводов и функциональных элементов электрических аппаратов. Типовые конструкции магнитных систем приводов и функциональных элементов электрических аппаратов. Технические требования к магнитным системам. Анализ электромагнитных полей и оптимизация конструкций магнитных систем.

5. Магнитные системы удерживающих устройств. Типовые конструкции магнитных систем удерживающих устройств: магнитные опоры, подшипники, захваты, грузоподъемные устройства. Анализ электромагнитных полей и оптимизация конструкций магнитных систем.

6. Магнитные системы исполнительных механизмов средств автоматизации. Типовые конструкции магнитных систем исполнительных механизмов средств автоматизации: электромагниты пропорционального действия, позиционеры, магнитные муфты. Технические требования к магнитным системам. Анализ электромагнитных полей и оптимизация конструкций магнитных систем.

7. Магнитные системы источников магнитного поля и накопителей энергии. Типовые конструкции. Технические требования к магнитным системам. Анализ электромагнитных полей и оптимизация конструкций магнитных систем.

8. Магнитные системы для исследований, испытаний и контроля материалов и изделий. Типовые конструкции магнитных систем. Технические требования к магнитным системам. Анализ электромагнитных полей и оптимизация конструкций магнитных систем.

## Синтез микропроцессорных систем управления

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	2 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	2 семестр/ы
Лекции	16 ч	2 семестр/ы
Практические занятия	32 ч	2 семестр/ы
Лабораторные работы	0 ч	2 семестр/ы
Самостоятельная работа	96 ч	2 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	2 семестр/ы
Экзамены/зачеты	0 ч	2 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение технологии конструирования систем управления электрическими и электронными аппаратами для формирования компетентности в области электротехники и выполнения выпускной магистерской работы.

### Основные разделы дисциплины

1. Программируемые логические контроллеры (ПЛК). Общие сведения об ПЛК. ПЛК как микропроцессорное устройство управления технологическими процессами. Характеристики. Принцип работы. Режим реального времени. Рабочий цикл и время реакции. Контроль времени рабочего цикла. Системное и прикладное программное обеспечение. Дискретные и аналоговые входы-выходы. Сопряжение ПЛК с исполнительными механизмами (контакторами, пускателями, автоматическими выключателями и др.) и датчиками (температуры, перемещения и др.). Средства коммуникации ПЛК. Промышленные шины. Протоколы шин. Конфигурация ПЛК. Использование ПЛК в автоматизированной системе управления предприятием.

2. Современные комплексы программирования ПЛК. Сравнительный обзор современных комплексов программирования ПЛК. Порядок работы с проекторами. Этапы программирования. Текстовые редакторы. Графические редакторы. Средства отладки. Средства управления проектом. Пример работы в одном из распространенных комплексов программирования ПЛК. Конфигурирование ПЛК.

3. Программирование ПЛК на языках стандарта МЭК. Компоненты организации программ. Общие сведения о языках программирования ПЛК стандарта МЭК Их сравнительные характеристики и особенности. Причины широкого использования языков. Единые требования в подготовке специалистов.

4. Данные и переменные в языках стандарта МЭК. Данные в языках стандарта МЭК. Элементарные типы данных. Целочисленные типы. Логический тип. Действительные типы. Интервал времени. Время суток и дата. Строки. Иерархия элементарных типов. Данные в языках стандарта МЭК. Пользовательские (составные) типы данных. Массивы. Структуры. Перечисления. Ограничение диапазона. Псевдонимы типов.

5. Программный комплекс CoDeSys. Библиотечные компоненты и функции. Стандартные компоненты. Операторы и функции. Арифметические операторы. Операторы битового сдвига. Логические битовые операторы. Операторы выбора и ограничения. Операторы сравнения. Математические функции. Строковые функции. Стандартные функциональные блоки. Расширенные библиотечные компоненты.

6. Языки программирования ПЛК стандарта МЭК. Общие сведения о языках. Примеры программирования

## Силовые электронные аппараты

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	1 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	1 семестр/ы
Лекции	16 ч	1 семестр/ы
Практические занятия	32 ч	1 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	1 семестр/ы
Самостоятельная работа	44 ч	1 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	1 семестр/ы
Экзамены/зачеты	36 ч	1 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение методов математического описания силовых электронных устройств, методов анализа электрических процессов и способов управления электронными аппаратами с учетом особенностей функционирования силовых полупроводниковых элементов, на которых строятся силовые электронные устройства.

### Основные разделы дисциплины

1. Способы математического описания силовых электронных устройств. Математическое моделирование. Одно- и многомерные системы. Линейные и нелинейные системы, линеаризация. Дифференциальные уравнения, переключающая функция. Двумерное описание трехфазной сети. Преобразование Лапласа. Импульсная модуляция. Разностные уравнения.

2. Методы анализа электрических процессов в силовых электронных устройствах. Методы анализа электрических процессов. Аналитическое решение дифференциальных уравнений. Метод припасовывания. Фазовые траектории и метод точечных преобразований. Метод основной составляющей. Устойчивость силовых электронных устройств.

3. Методы управления силовыми электронными устройствами. Общие принципы управления. Структура системы управления силовыми электронными устройствами. Линейные методы управления, условия их применения. Релейное управление. Управление на скользящих режимах. Управление с предсказанием. Управление с использованием методов искусственного интеллекта.

## Современные проблемы электротехники

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	1 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	1 семестр/ы
Лекции	16 ч	1 семестр/ы
Практические занятия	32 ч	1 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	1 семестр/ы
Самостоятельная работа	44 ч	1 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	1 семестр/ы
Экзамены/зачеты	36 ч	1 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение тенденций и направлений развития электромашиностроения, теории электрических машин и научных исследований в области электромеханики.

### Основные разделы дисциплины

Проблемы и методы теории цепей и поля. Основные направления научных исследований, развития теории и методов расчета электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ), алгоритмизации программных пакетов.

Методы оптимизации и САПР электрических машин. Современные задачи оптимизации и САПР. Машинная графика. Проблемы интеграции и новых технологий. Модульные конструкции. Мехатронные модули. Методы теории вероятностей и случайных процессов

Инновации в трансформаторах и их применении. Магнитно-полупроводниковые стабилизаторы напряжения, электрические управляемые реакторы для энергосистем, FACTS technology. Энергосберегающие асинхронные двигатели и электроприводы. Энергосберегающие асинхронные двигатели, модификация двигателей с повышенным КПД. Постоянные магниты, сверхпроводимость и новые материалы в электромашиностроении

Основные тенденции использования постоянных магнитов в ЭМПЭ. Возможность создания машин без стального магнитопровода. Совершенствование обмоток электрических машин. Вентильные электрические машины. Достоинства, недостатки и области применения вентильных двигателей различных типов, в том числе бездатчиковых. Пути совершенствования коллекторных машин. Работы по совершенствованию коллекторных машин. Машина постоянного тока без коллектора. Моделирование коммутационных процессов.

Интеллектуальные электромашинные преобразователи. Создание интеллектуальных ЭМПЭ, эффект применения в них программируемых контроллеров на базе микропроцессоров, устройств нечеткой логики и нейронных цепей.

Микроэлектромеханические системы, нанотехнология, биологические двигатели. Микроэлектромеханические системы как направление развития мировой электромеханики. Теоретические и технологические проблемы. Области применения в свете развития нанотехнологий. Биологические двигатели, искусственная мышца.

## Надежность электротехнических устройств

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	3 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	3 семестр/ы
Лекции	16 ч	3 семестр/ы
Практические занятия	32 ч	3 семестр/ы
Лабораторные работы	0 ч	3 семестр/ы
Самостоятельная работа	60 ч	3 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	3 семестр/ы
Экзамены/зачеты	36 ч	3 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение теоретических вопросов расчета надежности в электромеханике и сложных электромеханических системах, а также методов обеспечения надежности электрических машин и электрических аппаратов при их изготовлении и эксплуатации.

### Основные разделы дисциплины

1. Общие вопросы надежности электромеханических систем. Концепция надежности электрических машин и электромеханических систем. Причины повышения требований к надежности технических изделий. Аспекты обеспечения и повышения надежности.

2. Показатели надежности. Распределение вероятностей для описания надежности. Показатели надежности невозстанавливаемых изделий. Периоды работы ("кривая жизни"). Построение гистограмм и кумулятивных кривых. Метод "слабых звеньев". Структурная надежность электромеханических систем. Анализ сложных систем. Проектирование систем с учетом надежности. Законы распределения отказов элементов и систем.

3. Надежность асинхронных машин. Надежность машин постоянного тока. Статистика отказов и анализ повреждаемости. Надежность обмоток. Основы расчета долговечности изоляции. Факторы, влияющие на долговечности изоляции. Модель "слабейшего звена". Законы распределения приложенного напряжения и диэлектрической прочности изоляции обмоток. Математические модели надежности обмоток. Расчет надежности. Надежность машин постоянного тока. Надежность коллекторно-щеточного узла. Критерии работоспособности и критерии отказов. Математические модели надежности обмоток. Расчет надежности коллекторно-щеточного узла с целым и дробным коэффициентом резервирования. Оценка долговечности обмоток.

4. Надежность синхронных машин. Анализ объекта исследования. Особенность получения статистических данных об отказах синхронных машин. "Кривая жизни". Повреждения основных узлов синхронных машин.

5. Надежность элементов электромеханических систем. Логические модели надежности электрических аппаратов. Надежность механических узлов. Надежность подшипниковых узлов. Законы распределения отказов. Физика отказов. Вибрация. Расчет надежности подшипниковых узлов. Прочностная и усталостная надежность. Надежность элементов пускорегулирующей и электронной аппаратуры. Расчет надежности сложных электромеханических систем.

6. Методы экспериментальной оценки надежности. Определительные испытания на надежность. Контрольные испытания на надежность.

7. Обеспечение надежности электрических машин при изготовлении и эксплуатации. Системы управления надежностью. Эксплуатационная надежность. Планирование эксперимента при решении задач надежности электромеханических систем. Отсеивающие эксперименты: метод «случайного баланса» и насыщенные планы.

## Испытания и исследования электротехнических изделий

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	3 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	3 семестр/ы
Лекции	16 ч	3 семестр/ы
Практические занятия	16 ч	3 семестр/ы
Лабораторные работы	0 ч	3 семестр/ы
Самостоятельная работа	40 ч	3 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	3 семестр/ы
Экзамены/зачеты	36 ч	3 семестр/ы

Цель дисциплины: получение основных навыков для решения профессиональных задач при исследовании и испытании электротехнических изделий, их составляющих, изучение применяемых для этого систем контроля, аппаратуры и измерительного оборудования.

### Основные разделы дисциплины

1. Введение. Виды испытаний. Нормативная документация. Пути развития и совершенствования методов испытаний и исследований электрических аппаратов. Формирование задания на проведение испытаний, подбор измерительного оборудования. Представление результатов работы. Техника безопасности при проведении испытаний.

2. Испытания по определению электрических величин. Требования к измерительным приборам. Измерение сопротивления обмоток. Измерение электрической мощности. Измерение сопротивления изоляции обмоток. Испытания изоляции обмоток электрических машин на электрическую прочность. Методы определения коэффициента полезного действия. Определение степени искрения коллекторных машин.

3. Испытания по определению неэлектрических величин. Методы измерения температуры. Методы измерения частоты вращения. Измерение скольжения машин переменного тока. Способы измерения угла нагрузки синхронных машин. Измерение механического момента на валу. Измерение расхода охлаждающего газа. Измерение шумов и вибраций. Испытания на вибропрочность, виброустойчивость. Методы измерения шумов и вибраций электрических машин. Методы оценки вибрации. Магнитные свойства магнитомягких материалов. Магнитные свойства магнитотвердых материалов. Измерение магнитного потока, напряженности магнитного поля, магнитной индукции.

4. Виды нагрузки при испытаниях электрических машин и трансформаторов. Метод непосредственной нагрузки электрических машин и трансформаторов без отдачи энергии в сеть. Метод непосредственной нагрузки электрических машин и трансформаторов с отдачей энергии в сеть. Метод взаимной нагрузки электрических машин и трансформаторов: машины постоянного тока, асинхронные и синхронные машины. Испытания трансформаторов по методу взаимной нагрузки. Метод косвенной нагрузки электрических машин.

5. Испытание электрических аппаратов. Исследования работы отдельных элементов аппаратов. Кинематические схемы движения контактов. Контактные зазоры. Механические характеристики контактной системы. Динамика срабатывания аппаратов. Коммутация, дуговые процессы в аппаратах, измерение длительности горения дуги. Исследование восстанавливающейся прочности и восстанавливающегося напряжения. Испытания на термическую стойкость и электродинамическую стойкость. Аппаратура распределения и управления низковольтная, стандартизованные методы испытаний.

## Аппараты высокого напряжения

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	3 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	3 семестр/ы
Лекции	32 ч	3 семестр/ы
Практические занятия	16 ч	3 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	3 семестр/ы
Самостоятельная работа	44 ч	3 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	3 семестр/ы
Экзамены/зачеты	36 ч	3 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение физических основ процессов гашения дуги в электрических аппаратах высокого напряжения, и связанных с этим конструктивных особенностей аппаратов, области их применения, изучение назначения и конструктивных особенностей оборудования, обеспечивающего контроль и измерение параметров сети высокого напряжения, защиту её в аномальных режимах.

### Основные разделы дисциплины

1. Аппараты высокого напряжения. Классификация. Основные технические параметры. Автоматическое повторное включение, требования к аппаратам.

2. Воздушные выключатели. Принцип действия. Основные газовые законы. Область использования. Механизм гашения дуги в дутьевой системе. «Термодинамический» эффект и предельная отключающая способность. Неудаленные короткие замыкания. Назначение и роль шунтирующих сопротивлений и емкостей.

3. Элегазовые выключатели. Физикотехнические свойства элегаза. Особенности процессов гашения дуги вблизи перехода тока через нуль. «Электроотрицательный» газ. Типы дугогасительных устройств. Конструктивные особенности. Области использования.

4. Масляные выключатели. Принцип действия. Этапы процесса гашения дуги в дугогасительном устройстве продольно-поперечного дутья. Критические токи. Предел отключающей способности. Конструктивные особенности. Достоинства и недостатки.

5. Вакуумные выключатели. Физика возникновения и существования дуги в вакууме. «Диффузные» и «сжатые» дуги. Явление «среза» тока и факторы, влияющие на его величину. Конструктивные особенности контактных систем и предельные токи отключения. Конструктивные особенности вакуумных дугогасительных камер. Перспективы развития.

6. Трансформаторы тока и напряжения. Назначение, принцип действия, характеристики. Погрешности и факторы, влияющие на них. Способы компенсации. Критерии выбора. Проблемы создания трансформаторов тока на сверх- и ультравысокое напряжения. Емкостные делители напряжения. Конструктивные особенности. Проблемы создания трансформаторов напряжения на сверх- и ультравысокое напряжения.

7. Реакторы. Назначение. Области использования. Токоограничивающие реакторы. Электродинамические силы. Конструктивные особенности. Достоинства и недостатки.

8. Разъединители, ограничители и короткозамыкатели. Назначение и области использования. Конструктивные особенности. Особенности применения отделителей и короткозамыкателей совместно.

9. Комплектные распределительные устройства. Виды комплектных распределительных устройств открытые, закрытые и герметизированные. Конструктивные особенности. Достоинства и недостатки. Перспективы использования.

## Шумы и вибрации в электрических машинах

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	3 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	3 семестр/ы
Лекции	32 ч	3 семестр/ы
Практические занятия	16 ч	3 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	3 семестр/ы
Самостоятельная работа	44 ч	3 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	3 семестр/ы
Экзамены/зачеты	36 ч	3 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение природы возникновения и распространения механических колебаний, источников вибрации и шума в трансформаторах и вращающихся электрических машинах, методов расчета вибрации и способов проектирования малошумных электрических машин.

### Основные разделы дисциплины

Общие сведения о механических колебаниях. Измерение и анализ механических колебаний. Параметры механических колебаний. Частотный анализ. Виброизмерительная аппаратура. Вибродиагностика.

Вибрации и шум трансформаторов. Расчет вибраций трансформаторов. Методы снижения вибраций и шума трансформаторов. Вибрации и шум вращающихся электрических машин. Динамика роторов электрических машин. Колебания статора электрической машины.

Проектирование малошумных электрических машин. Проектирование электрических машин с заданными характеристиками по вибрации и шуму (ВШХ). Расчеты на стадии проектирования. Рекомендации по выбору основных параметров ЭМ, удовлетворяющих заданным требованиям по ВШХ. Специальные применения малошумных ЭМ. Станочные ЭМ. Привода космического назначения. Корабельные ЭМ. Вибродиагностика ЭМ.

## Системы управления силовыми электронными аппаратами

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	3 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	3 семестр/ы
Лекции	16 ч	3 семестр/ы
Практические занятия	32 ч	3 семестр/ы
Лабораторные работы	0 ч	3 семестр/ы
Самостоятельная работа	60 ч	3 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	3 семестр/ы
Экзамены/зачеты	0 ч	3 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение алгоритмов управления силовыми электронными устройствами повышения качества электрической энергии и принципов реализации алгоритмов на компьютерных имитационных моделях силовых электронных аппаратов с импульсным управлением.

### Основные разделы дисциплины

1. Четырехквadrантные преобразователи. Принципы регулирования тока и напряжения. Принципы работы транзисторных преобразователей напряжения и тока в режимах выпрямления и инвертирования. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Векторная модуляция. Функциональные возможности и области применения.

2. Показатели качества электроэнергии. Двумерное математическое описание трехфазной цепи. Причины и последствия ухудшения показателей качества электроэнергии. Коэффициент мощности. Коэффициенты искажения и несимметрии. Синхронные координаты и теория мгновенной мощности.

3. Алгоритмы управления силовыми электронными устройствами повышения качества электроэнергии. Структуры алгоритмов управления регуляторами тока с релейным и ШИМ-управлением при реализации различных функций повышения качества электроэнергии (компенсация реактивной мощности, фильтрация гармоник, симметрирование токов). Способы синхронизации и системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ).

4. Статические компенсаторы реактивной мощности и устройства симметрирования токов в трехфазных сетях. Компьютерное моделирование и анализ силовых электронных устройств компенсации реактивной мощности и симметрирования токов в трех- и четырехпроводных системах с использованием различных алгоритмов управления.

5. Фильтрация гармоник посредством силовых электронных устройств. Компьютерное моделирование и анализ силовых активных и гибридных фильтров высших гармоник тока в трех- и четырехпроводных системах с использованием различных алгоритмов управления.

## Контроль качества электрических аппаратов

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	3 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	3 семестр/ы
Лекции	16 ч	3 семестр/ы
Практические занятия	32 ч	3 семестр/ы
Лабораторные работы	0 ч	3 семестр/ы
Самостоятельная работа	60 ч	3 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	0 ч	3 семестр/ы
Экзамены/зачеты	0 ч	3 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение методов и инструментов качества в современной трактовке, согласованной с документами серии ISO 9000 организации международной стандартизации.

### Основные разделы дисциплины

1. Основы менеджмента качества. Управление качеством. Международная и национальная стандартизация. Развитие и формирование качества в спиральном процессе Джурана (петля качества). Цикл PDCA: план, производство, контроль, воздействие.

2. Простые инструменты качества. Семь простейших методов управления качеством на производстве. Причинно-следственная диаграмма Исикавы Каору, контрольные, гистограммы, диаграммы Парето, диаграммы разброса и критерий медиан на примерах дефектов катушек электрических аппаратов. токов мгновенного расцепления автоматических выключателей, выходного контроля качества автоматических выключателей, контакторов.

3. Стратификация. Принцип расслоения. Таблицы сопряженности признаков на примерах контроля качества катушек электрических аппаратов. Критерии Пирсона и Фишера.

4. Контрольные карты Шьюхарта. Виды контрольных карт. Разработка контрольных карт с контрольными и предупредительными границами на примере контроля производства реле напряжения. Эффективность контрольных карт. Средняя длина серии.

5. Выборочный контроль качества по альтернативному признаку. Диаграммы контроля выборки. Статистические модели выборки: биномиальное и гипергеометрическое распределение, распределение Пуассона. Оперативные характеристики планов контроля. Апостериорные оценки: средний объем контроля, средний уровень выходного качества. Выбор планов контроля. Компьютерное обеспечение.

6. Выборочный контроль качества по измеримому признаку. Основные точки оперативной характеристики. Параметры плана и квантили вероятностей приемки. Связь параметров плана контроля с границами допуска и допустимыми долями брака.

7. Допуски и размерные цепи электрических аппаратов. Сплошной допусковый контроль: ложный брак и ложная годность. Методы обеспечения качества на стадии производства. Серийнопригодность. Геометрические и функциональные размерные цепи на примерах геркона, катушки электрического аппарата, размерной цепи электромагнитного клапана. Коэффициенты чувствительности. Взаимозаменяемость: принцип наихудшего случая, вероятностный принцип. Селективная сборка и её применение при сборке ограничителей перенапряжений.

8. Индексы качества. Норма брака. Правило шесть сигм. Индекс воспроизводимости и индекс налаженности процесса. Индексы Тагути.