

Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«Утверждаю»

Проректор по УМР

О.М. Вальц

«08» сентября 2016 г.



**Рабочая программа дисциплины**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ  
АППАРАТЫ»**

Направление подготовки:

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профили подготовки:

**13.03.02.1 Электромеханика**

**13.03.02.2 Электроэнергетические системы и сети**

**13.03.02.3 Электрические и электронные аппараты**

**13.03.02.4 Электроснабжение**

Квалификация (степень):

**бакалавр**

Форма обучения:

**заочная**

Санкт-Петербург, 2016

Рабочая программа дисциплины «Электрические и электронные аппараты» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Профили подготовки:

13.03.02.1 Электромеханика

13.03.02.2 Электроэнергетические системы и сети

13.03.02.3 Электрические и электронные аппараты

13.03.02.4 Электроснабжение

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

*Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета*

**Разработчик:** В.Л.Беляев, заведующий кафедрой «Электроэнергетика и электроника» д.т.н., профессор

**Рецензент:** Ю.В. Куклев, к.т.н., доцент

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Электроэнергетики и электроники от «7» сентября 2016 года, протокол № 1.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ .....	6
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ(180часов).....	6
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	11
5.1. Темы контрольной работы .....	11
5.2. Темы курсовых работ.....	12
5.3. Перечень методических рекомендаций.....	12
5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену.....	12
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	14
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	15
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ.....	16
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ .....	16
Приложение .....	18

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» является:

- формирование знаний об электрических и электронных аппаратах, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем;
- изучение проектирования и расчета электрических и электронных аппаратов на основе теории электрических и электронных аппаратов.

1.2. Изучение дисциплины «Электрические и электронные аппараты» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- овладению методами выбора и расчета электрических и электронных аппаратов электротехнических систем, в том числе с помощью информационных технологий.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

## *Профессиональные (ПК)*

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ПК-5</b>	Готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
<b>ПК-10</b>	Способностью использовать правила техники безопасности ,производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда.
<b>ПК-11</b>	Способностью к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности
<b>ПК-13</b>	Способностью участвовать в пуско-наладочных работах
<b>ПК-15</b>	Способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования.;
<b>ПК-17</b>	Готовностью к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

• **Знать:** электрические аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов; понимать существо задач анализа и синтеза узлов типовых ЭЭА.

**Уметь:** рассчитывать и проектировать основные детали и узлы электрических аппаратов, их компоновку и схемы электронных аппаратов.

**Владеть:** методами расчета тепловых процессов, электродинамической стойкости, магнитных систем, контактных соединений электрических и электронных аппаратов.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» относится к базовой части блока Б.1.

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами опорных учебных дисциплин учебного плана: математика; химия; начертательная геометрия и инженерная графика; физика; информатики; теоретической механики; физические основы электроники; электрическое и конструкционное материаловедение; теоретические основы электротехники; прикладная механика; метрология, стандартизация и сертификация, основы электромеханики, теоретические основы электротехники, электрические машины, общая энергетика, теория автоматического управления, силовая электроника, электрические и электронные аппараты, электрический привод, основы теории надёжности.

Приобретённые знания будут непосредственно использованы студентами при изучении последующих дисциплин, прохождении производственной практики, написании выпускных квалификационных работ.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практическое занятие	Лабораторная работа	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<b>Модуль 1. Классификация. Основные параметры и характеристики электрических аппаратов</b>	<b>90/2,5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		<b>81</b>			
2	Тема 1.1. Электрические контакты и электродинамическая стойкость	45/1,25	2	2,5		40,5			
3	Тема 1.2. Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы.	45/1,25	2	2,5		40,5			
4	<b>Модуль 2. Электромагнитные механизмы, выключатели, электронные аппараты</b>	<b>90/2,5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		<b>81</b>			
5	Тема 2.1. Электрические аппараты управления и автоматики.	45/1,25	2	2,5		40,5			
6	Тема 2.2. Электронные аппараты.	45/1,25	2	2,5		40,5			
	<b>Всего</b>	<b>180/5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>		<b>162</b>	<b>1</b>		<b>ЭКЗ</b>

### 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ(180часов)

#### Модуль 1. Классификация. Основные параметры и характеристики электрических аппаратов(90 часов)

#### Тема 1.1.Электрические контакты и электродинамическая стойкость(45часов)

Параметры и характеристики электрических аппаратов, предопределяющие их выбор и применение. Номинальные параметры и режимы работы. Параметры, характеризующие надежность работы аппаратов. Коммутационная и

механическая износостойкость. Коммутационная способность. Стойкость аппарата к сквозным токам перегрузки и короткого замыкания. Электрическая прочность изоляции электрических аппаратов. Допустимые температуры нагрева контактных, токоведущих и изоляционных частей. Параметры, характеризующие работу аппарата во времени (быстродействие).

Основные понятия и общие закономерности, позволяющие определять электродинамические силы. Методы расчета электродинамических сил. Определение направления действия этих сил.

Токоведущий контур силового электрического аппарата как совокупность проводников различной формы и расположения. Электродинамические силы взаимодействия между параллельными проводниками круглого сечения, между параллельными шинами прямоугольного сечения, между взаимноперпендикулярными проводами. Силы, действующие на переключку П-образного и Z-образного контуров. Силы, действующие на кольцевой виток. Силы, возникающие в месте изменения сечения проводника. Силы взаимодействия между проводником тока и ферромагнитными массами.

Электродинамические силы при переменном токе. Механический резонанс. Электродинамическая стойкость электрического аппарата.

Основные понятия и термины, относящиеся к контактным соединениям. Параметры и характеристики контактных соединений. Виды контактных соединений.

Физические процессы, определяющие переходное сопротивление контакта. Зависимости переходного сопротивления от контактного нажатия, твердости контактного материала, его удельного сопротивления, величины контактной поверхности и температуры.

Коммутационный и механический износ контактов. Причины, влияющие на износ контактов при включении и отключении тока. Дребезг (вибрация) контактов и способы борьбы с ним.

Электродинамические силы, вызывающие отброс контактов, и методы их компенсации. Материалы для электрических контактов. Основные конструкции контактных систем аппаратов.

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекции	Электрические контакты и электродинамическая стойкость	2 часа
Практическое занятие:	Электрические контакты и электродинамическая стойкость	2,5 часа

### **Тема 1.2. Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы.**

Активные потери энергии в токоведущих, ферромагнитных и изоляционных частях электрических аппаратов. Отдача теплоты от нагретых

частей аппарата путем теплопроводности, конвекции и теплового излучения.

Теплоотдача в установившемся режиме работы аппарата. Изменение температуры частей аппаратов во времени в процессе нагрева и охлаждения (включение, отключение, кратковременный и повторно-кратковременный режимы работы). Нагрев аппаратов при коротком замыкании. Допустимые температуры нагрева для различных частей аппаратов.

Термическая стойкость электрического аппарата, величины, её определяющие. Понятие о выборе электрического аппарата, исходя из требуемой термической стойкости.

Основные понятия. Классификация электромагнитных механизмов электрических аппаратов. Магнитные цепи электрических аппаратов постоянного и переменного токов. Последовательность расчета магнитных цепей постоянного и переменного токов.

Электромагниты. Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного токов. Согласование тяговых характеристик электромагнитов и механических характеристик аппаратов. Вибрация якоря электромагнита переменного тока и пути её устранения. Процессы срабатывания и отпускания электромагнитов. Способы ускорения и замедления этих процессов.

Обмотки электромагнитов. Виды обмоток. Порядок расчета обмоток электромагнитов.

***Виды учебных занятий:***

Лекции	Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы.	2 часа
Практическое занятие:	Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы.	2,5 часа

**Модуль 2. Электромагнитные механизмы, выключатели, электронные аппараты(90часов)**

**Тема 2.1. Электрические аппараты управления и автоматики(45часов).**

Электрические аппараты управления являются одними из широко применяемых и многочисленных видов аппаратов. Классификация аппаратов управления, их основные группы.

Командоаппараты. Основные понятия и определения. Назначение, устройство и применение кнопок, кнопочных постов, универсальных переключателей, командоконтроллеров, путевых и конечных выключателей. Выбор командоаппаратов, исходя из параметров и числа коммутируемых цепей.

Контроллеры. Основные понятия и определения. Назначение, конструктивные исполнения и области применения. Схемы пуска и регулирования частоты вращения двигателей с помощью командоконтроллера. Выбор командоконтроллера, исходя из параметров управляемого двигателя и частоты включений.

Реостаты. Основные понятия и определения. Классификация реостатов и



требования к ним. Конструктивные исполнения реостатов и их резисторов. Схемы включения пусковых и пускорегулирующих реостатов. Выбор резисторов, исходя из допустимых бросков пускового тока, и температура резистора. Выбор реостатов, исходя из мощности, напряжения питания, условий пуска и характера изменения нагрузки при пуске двигателя.

Контакторы и пускатели. Основные понятия и определения. Назначение, принцип действия и категории применения контакторов постоянного и переменного токов. Требования, предъявляемые к контакторам.

Основные параметры и режимы работы контакторов. Особенности конструкций контакторов постоянного и переменного токов. Магнитные пускатели. Назначение и устройство пускателей. Требования к пускателям, условия их работы. Схемы включения пускателей. Выбор контакторов и пускателей в соответствии с характером нагрузки, режимом коммутации, условиями эксплуатации и требуемым сроком службы.

Основные понятия и определения. Классификация реле. Общие для реле всех видов параметры и характеристики. Требования, предъявляемые к реле.

Электромагнитные реле тока и напряжения, их устройство, принцип действия. Коэффициент возврата и способы увеличения его. Схемы включения реле тока для защиты электродвигателей и энергосистем. Выбор реле тока в соответствии с данными защищаемого объекта, схемой включения и коммутируемыми цепями управления. Схемы включения реле напряжения для защиты двигателя при недопустимом снижении (или исчезновении) напряжения. Выбор реле напряжения в соответствии с данными защищаемого объекта и коммутируемой цепи управления.

Электромагнитное реле времени. Принцип действия, устройство, способы регулирования выдержки времени при втягивании и отпуске якоря реле. Применение для схем пуска двигателей в функции времени, для схем автоматизации технологических процессов и т. п. Выбор реле времени в соответствии с требуемыми временными интервалами и параметрами коммутируемой цепи.

Поляризованные реле. Устройство, принцип действия, основные параметры и характеристики. Применение в схемах автоматики.

Тепловые реле. Принцип действия, устройство, время-токовая характеристика. Применение для защиты энергетического оборудования от токовых перегрузок, в составе магнитных пускателей и т. п. Согласование время-токовых характеристик реле и защищаемого объекта. Выбор тепловых реле в соответствии с параметрами защищаемого объекта.

Герконовые реле. Принцип действия. Способы управления. Герконовое реле с обмоткой, основные расчетные соотношения, время срабатывания, электромагнитная сила, противодействующее усилие. Управление герконом с помощью постоянного магнита и ферромагнитного экрана. Герконовые реле с памятью (ферриды). Конструкции герконовых реле. Герконы с большой коммутационной способностью (силовые герконы). Преимущества и недостатки герконовых реле. Области применения. Выбор герконовых реле в

соответствии с требуемой коммутационной способностью и допустимой МДС срабатывания.

Позисторы. Принцип действия, характеристики, области применения. Установка позисторов для защиты электродвигателей. Аппараты позисторной защиты. Схемы подключения к двигателю. Выбор позистора в зависимости от класса изоляции (допустимой температуры нагрева) обмотки двигателя.

Аварийные режимы работы электроустановок. Основные термины и определения. Параметры, характеризующие аварийные режимы. Защита электроустановок от аварийных режимов работы.

Автоматические выключатели. Назначение, основные понятия, принцип действия. Требования, предъявляемые к автоматическим выключателям. Основные элементы конструкции автоматических выключателей, их функциональное назначение.

Автоматические выключатели общепромышленного применения (универсальные и установочные). Особенности конструкции, основные параметры и характеристики. Область применения.

Быстродействующие автоматические выключатели. Способы повышения быстродействия выключателей. Особенности конструкции. Основные параметры и характеристики. Область применения.

Выключатели с выдержкой времени (селективные). Понятие и схема селективной защиты электроустановок. Устройство селективного механизма, его работа.

Выключатели гашения магнитного поля. Область применения, принцип действия, особенности конструкции. Основные параметры и характеристики.

Выбор автоматических выключателей в соответствии с номинальными параметрами защищаемого электрооборудования, с допустимыми (по величине и времени) токами перегрузки, с предельно возможными токами короткого замыкания. Особенности выбора быстродействующих выключателей и выключателей гашения магнитного поля.

Плавкие предохранители. Назначение и требования, предъявляемые к предохранителям. Основные параметры и характеристики. Время-токовая (защитная) характеристика предохранителя и её согласование с характеристикой защищаемого объекта. Работа предохранителя при длительной нагрузке и при коротком замыкании. Конструкции современных предохранителей. Быстродействующие предохранители, эффект токоограничения. Защита мощных полупроводниковых приборов быстродействующими предохранителями.

Выбор предохранителей для защиты электродвигателей из условий длительной эксплуатации и по пусковому току. Выбор предохранителей по условию селективности отключения поврежденных участков электроцепи. Особенности выбора быстродействующих предохранителей для защиты мощных полупроводниковых приборов.

**Виды учебных занятий:**

Лекции	Электрические аппараты управления и автоматики.	2 часа
Практическое занятие:	Электрические аппараты управления и автоматики.	2,5 часа

## Тема 2.2. Электронные аппараты(45часов)

Общие сведения. Основные понятия и определения. Магнитные усилители. Принцип действия дроссельного усилителя и усилителя с самонасыщением, основные параметры и характеристики, обратные связи и цепи смещения. Факторы, влияющие на работу магнитных усилителей. Быстродействующие и реверсивные магнитные усилители.

Бесконтактные реле на базе магнитных усилителей. Основные параметры и характеристики. Способы получения релейного режима работы магнитного усилителя. Достоинства и недостатки. Расчет и выбор параметров бесконтактных реле.

Полупроводниковые электрические аппараты управления. Релейный режим работы полупроводникового усилителя. Полупроводниковые реле тока, напряжения и времени. Бесконтактные коммутирующие устройства на основе тиристоров (тиристорные пускатели и станции управления), преимущества и недостатки по сравнению с контактными, область применения. Особенности выбора тиристорных пускателей.

Применение микропроцессоров в схемах автоматического управления. Согласование органов управления коммутационных аппаратов с системами микропроцессорного управления.

Понятие о гибридном аппарате. Гибридный аппарат как совокупность положительных свойств контактных и бесконтактных аппаратов.

Гибридные контакторы, принцип работы, силовые схемы контакторов и схемы управления тиристорами. Защита гибридных контакторов от токов короткого замыкания. Особенности выбора гибридных контакторов.

Гибридные быстродействующие выключатели. Принцип работы, требования к ним, основные конструктивные узлы, силовые схемы и схемы управления. Способы ускорения перевода тока из контактов в тиристоры. Особенности выбора и эксплуатации гибридных выключателей.

Методы ограничения коммутационных перенапряжений в гибридных аппаратах с принудительной коммутацией тиристоров.

### **Виды учебных занятий:**

Лекции	Электронные аппараты. .	2 часа
Практическое занятие:	Электронные аппараты.	2,5 часа

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Темы контрольной работы**

- «Расчет токоподводов электрических аппаратов»
- «Расчет и выбор аппаратов управления и автоматики»

## 5.2. Темы курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены

### 5.3. Перечень методических рекомендаций

№ п/п	Наименование
2	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям
3	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

### 5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену.

1. Электрические контакты. Их сопротивление, зависимость его от ряда причин. Типы контактных соединений.
2. Автоматические выключатели Их типы, характеристики и основные элементы конструкции. Требования, предъявляемые к автоматическим выключателям.
3. Способы повышения надежности работы контактных соединений. Эрозия контактов и способы борьбы с нею. Контактные материалы и требования, предъявляемые к ним.
4. Системы дугогашения воздушных низковольтных автоматических выключателей. Термическая и электродинамическая устойчивость их.
5. Основные уравнения нагрева и охлаждения однородных проводников при стационарном режиме.
6. Дугогасительные системы автоматических выключателей.
7. Нагревание однородных проводников в режиме и при коротких замыканиях. Процесс охлаждения проводника.
8. Универсальные, установочные и быстродействующие автоматические выключатели.
9. Нагревание проводников в кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы. Тепловая нагрузка. Перегрузка по току.
10. Бесконтактные выключатели с естественной и искусственной коммутацией. Принцип действия и основные характеристики.
11. Схема управления электрическим двигателем постоянного тока.
12. Выключатели и разъединители переменного тока высокого напряжения. Основные требования. Процесс отключения. Циклы работы. Классификация.
13. Закон Био-Савара-Лапласа. Расчет электродинамических сил между параллельными проводниками круглого и прямоугольного сечения.
14. Герконы. Особенности конструкции. Область применения.
15. Электродинамические силы в витке с током. Электродинамические силы между соосными витками. Силы в цилиндрических катушках.

16. Схема управления и защита асинхронного двигателя с коротко-замкнутым ротором.
17. Электродинамические силы в П-образном и Т-образном контурах.
18. Электромагнитные контакторы. Основные требования. Области применения. Элементы конструкции.
19. Электромагнитные силы при переменном однофазном и трехфазном токе.
20. Дугогасительные системы электромагнитных контакторов.
21. Дугогасительные системы электромагнитных контакторов.
22. Характеристики электрической дуги. Постоянного тока. Устойчивое и неустойчивое горение дуги. Энергия, выделяющаяся в дуге при отключении цепей постоянного тока.
23. Контактные системы контакторов. Главные контакты, блок-контакты. Схемы включения.
24. Характеристики дуги переменного тока. Особенности процесса гашения. Восстанавливающая прочность промежутка и восстанавливающееся напряжение.
25. Причины износа контакторов и способы борьбы с этим явлением.
26. Способы гашения электрической дуги постоянного тока и дугогасительные устройства низковольтных воздушных выключателей.
27. Плавкие предохранители. Основные требования и конструкции плавких предохранителей.
28. Способы гашения электрической дуги.
29. Электрический резонанс и способы его устранения.
30. Применение магнитного поля гашения дуги системы магнитного дугогашения. Виды движения в магнитном поле.
31. Тиристорные контакторы, их схемы, особенности работы, характеристики.
32. Дугогасительные камеры. Их использование для гашения дуги постоянного и переменного тока.
33. Комбинированные контакторы с бездуговой коммутацией. Синхронные выключатели.
34. Перенапряжения, возникающие при гашении дуги и способы их уменьшения. Повторные зажигания дуги.
35. Комбинированные контакторы с бездуговой коммутацией. Схемы включения. Особенности работы.
36. Магнитные цепи аппаратов. Общие характеристики. Классификация и схемы магнитных цепей.
37. Электромагнитные реле напряжения и тока. Назначение, характеристики и схемы.
38. Магнитные цепи электромагнитов постоянного тока.
39. Тепловое реле.
40. Магнитные цепи электромагнитов переменного тока.
41. Поляризованные и быстродействующие реле.
42. Реле времени. Электромагнитные способы ускорения и замедления времени срабатывания реле.

43. Магнитные усилители. Общие сведения. Области использования. Характеристики “вход-выход” в усилительном и релейном режимах.
44. Бесконтактные магнитные реле и логические элементы на магнитных усилителях.
45. Быстродействующие автоматические выключатели.
46. Бесконтактные полупроводниковые реле и логические элементы.
47. Элементы сопротивлений и реостаты. Общие требования. Типы. Пакетные, конечные и путевые выключатели.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

Гуревич В. И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения [Электронный учебник] : Настольная книга электротехника / Гуревич В. И., 2011, СОЛОН-ПРЕСС. - 688 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20929>

### **Дополнительная литература**

Электрические и электронные аппараты : учеб.-метод. комплекс / сост.: В. Л. Беляев, Ю. В. Куклев , 2009, Изд-во СЗТУ. - 139 с.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>
2. Учебно-информационный центр АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении учебной дисциплины студенту необходимо руководствоваться следующими методическими указаниями.

9.1. При изучении тем из модулей повторить лекционный учебный материал, изучить рекомендованную литературу, а также учебный материал, находящийся в указанных информационных ресурсах.

На завершающем этапе изучения тем необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, размещенных в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала.

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

9.2. После изучения модуля дисциплины необходимо пройти контрольный тест по данному модулю с целью оценивания знаний и получения баллов.

9.3. После изучения модулей приступить к выполнению контрольной работы, руководствуясь методическими рекомендациями

9.4. В завершении изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

9.5. К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана и набравшие достаточное количество баллов за учебную работу в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

1. Internet – технологии:

WWW (англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.
3. Технология мультимедиа в режиме диалога.
4. Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).
5. Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д.

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Мультимедийные аудитории.
2. Библиотека.
3. Справочно-правовая система Консультант Плюс.
4. Электронная информационно-образовательная среда университета.
5. Локальная сеть с выходом в Интернет

## **12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ**

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента.

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0-5
Тест по модулю 1	0-5
Тест по модулю 2	0-5
Практическая работа	0-25
Контрольная работа	0-30
<b>Итого за учебную работу</b>	<b>0-70</b>
<b>Промежуточная аттестация (итоговый контрольный тест)</b>	<b>0-30</b>
<b>Всего</b>	<b>0-100</b>

Оценка (экзамен)	Баллы
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51



### Оценка по контрольной работе

Оценка	Количество баллов
отлично	27-30
хорошо	23-26
удовлетворительно	18-22
неудовлетворительно	менее 18

<b>БОНУСЫ</b> (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	<b>Баллы</b>
- за активность	0 - 10
- за участие в олимпиаде	0 - 50
- за участие в НИРС	0-50
- за оформление заявок на полезные методы (рац. предложения)	0-50

**Приложение**  
к рабочей программе дисциплины  
«Электрические и электронные аппараты»  
для направления подготовки  
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Перечень формируемых компетенций

#### *Профессиональные (ПК)*

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ПК-5</b>	Готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
<b>ПК-10</b>	Способностью использовать правила техники безопасности ,производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда.
<b>ПК-11</b>	Способностью к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности
<b>ПК-13</b>	Способностью участвовать в пуско-наладочных работах
<b>ПК-15</b>	Способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования.;
<b>ПК-17</b>	Готовностью к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт

### 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
<b>1</b>	Модуль 1. Общие вопросы проектирования и САПР электрических аппаратов	ПК-5,10,11,13,15,17.;	Контрольный тест 1 Практические занятия 1
<b>2</b>	Модуль 2. Проектирование электрических и электронных аппаратов	ПК-5,10,11,13,15,17.;	Контрольный тест 2 Практические занятия 2-3
<b>3</b>	Модуль1-2	ПК-5,10,11,13,15,17.;	Контрольная работа Практическая работа Итоговый контрольный тест

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	<b>Знать</b> ПК-5,10,11,13,15,17.; физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов; методики расчета деталей и узлов электрических аппаратов	Не знает	Имеет понятие о физических явлениях в электрических аппаратах, но не знает основные методики расчета.	Знает основные понятия физических явлений в электрических аппаратах, но не знает основы проектирования.	Знает основные понятия физических явлений в электрических аппаратах, и основы теории, но не может применить знания в области проектирования.	Знает основные понятия физических явлений в электрических аппаратах, и основы теории. Умеет применять методики проектирования
Второй этап	<b>Уметь</b> ; ПК-5,10,11,13,15,17.;; применять методики расчета элементов электрических аппаратов, разрабатывать их конструкции.	Не умеет	Ошибается в выборе методов расчета и проектирования электрических аппаратов.	Правильно определяет задачи по проектированию электрических аппаратов, но не умеет применять основные методики расчета	Умеет разрабатывать конструкции электрических аппаратов, применять основные методики расчета, но не умеет выбирать оптимальный вариант.	Умеет разрабатывать конструкции электрических аппаратов, рассчитывать их элементы и определять оптимальный вариант конструкции.
Третий этап	<b>Владеть</b> ПК-5,10,11,13,15,17.;; владеет методами расчета параметров электрических аппаратов и выбором оптимальной конструкции.	Не владеет	Имеет понятие о расчетах параметров, но не владеет способностью разработки элементов конструкции.	Владеет методами расчета параметров электрических аппаратов, но не владеет способностью выбора оптимальной конструкции.	Владеет методами расчета параметров электрических аппаратов и навыками составления конструкторской документации.	Владеет методами расчета параметров электрических аппаратов и грамотно составляет конструкторскую документацию.

#### 4. Шкалы оценивания

(балльно-рейтинговая система)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0-5
Тест по модулю 1	0-5
Тест по модулю 2	0-5
Практическая работа	0-25
Контрольная работа	0-30
<b>Итого за учебную работу</b>	<b>0-70</b>
<b>Промежуточная аттестация (итоговый контрольный тест)</b>	<b>0-30</b>
<b>Всего</b>	<b>0-100</b>

Оценка (экзамен)	Баллы
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

#### 5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы

##### 5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу

**ЗАДАЧА 1.** Токоподвод к автоматическому выключателю постоянного тока выполнен медными прямоугольными шинами сечением  $b \times h$ , расположенными параллельно широкой стороне друг к другу на расстоянии  $a$  и закрепленными на опорных изоляторах на расстоянии  $\ell$  между соседними изоляторами. Выбрать размеры сечения  $b$  и  $h$  токоподводящих шин, исходя из длительного режима работы выключателя при  $I_{ном}$  и его электродинамической стойкости при сквозном токе короткого замыкания  $I_{кз}$  (максимальное значение пропускаемого тока). Данные для расчета представлены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры	ВАРИАНТЫ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$a$ , мм	60	60	65	70	75	80	90	100	110	120
$\ell$ , мм	150	160	170	170	180	180	200	200	210	210

$I_{ном}, А$	160	200	250	400	600	800	1000	1600	2000	2500
$I_{КЗ}, кА$	55	60	75	80	100	120	160	200	250	300

## 5.2. Типовой вариант задания на практическую работу

### 1. Основы расчета электродинамических сил

Определить величину электродинамического усилия, возникающего между двумя расположенными параллельно друг другу шинами прямоугольного сечения  $h \times b = 100 \times 10$  мм на длине  $l = 2$  м. Расстояние между осями шин  $a = 20$  мм, по ним протекает ток короткого замыкания (к. з.)  $I = 54$  кА. Шины находятся в воздухе вдали от ферромагнитных частей, и ток по их сечению распределен равномерно. Шины расположены широкими сторонами друг к другу.

## 5.3. Типовой тест промежуточной аттестации

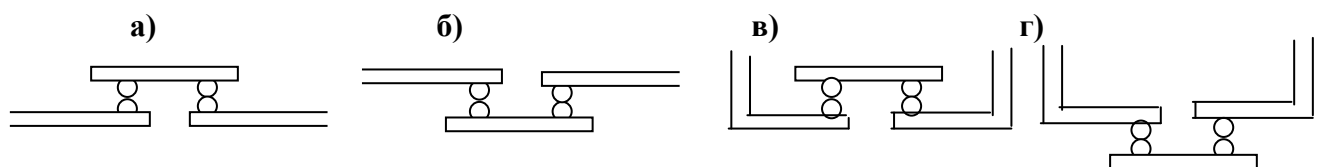
1. Максимальное мгновенное значение тока короткого замыкания называется:

- а) амплитудным значением мгновенного тока;
- б) ударным током короткого замыкания;
- в) действующим значением периодической составляющей тока короткого замыкания.

2. Укажите возникновение механического резонанса между токоведущими частями:

- а) при колебании упругой системы, вызванной одноразовым воздействием внешней силы;
- б) при совпадении частоты собственных колебаний шины с частотой воздействия внешней силы;
- в) в результате действия электродинамических сил.

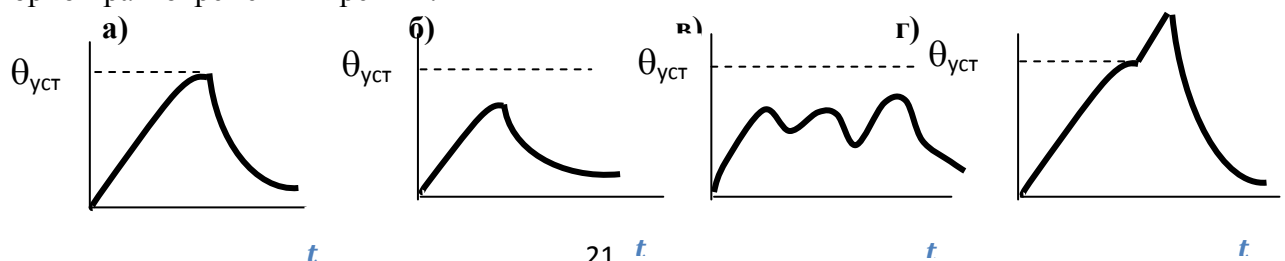
3. Из представленных конструктивных схем мостиковых контактов укажите наибольшую электродинамическую стойкость.



4. При установившемся режиме, допустимая температура на поверхности изоляции проводника или вблизи проводника определяется:

- а) при рабочем режиме аппарата;
- б) при нормальном длительном режиме;
- в) при токах короткого замыкания.

5. Из представленных кривых нагрева и охлаждения проводника с током укажите повторно-кратковременный режим.



6. Для токоведущих частей, не имеющих вблизи изоляционных деталей, допустимая температура определяется:

- а) наличием окислительной пленки на поверхности токоведущей части;
- б) механической прочностью;
- в) в зависимости от температуры окружающей среды.

7. Под термической стойкостью понимается способность аппарата выдержать:

- а) протекание токов короткого замыкания;
- б) нагрев аппарата при нормальном длительном режиме;
- в) нагрев, возникающий при гашении электрической дуги в условиях нормального напряжения.

8. Укажите, какому режиму работы соответствует параметр  $ПВ = \frac{t_H}{t_H + t_{II}} 100\%$  :

- а) длительный; б) повторно-кратковременный; в) кратковременный

9. Укажите, какое значение имеет коэффициент  $m$  в выражении  $R_K = \frac{K}{F^m}$  для одноточечного контакта:

- а)  $m = 1$ ; б)  $m = 0,7$ ; в)  $m = 0,5$  .

10. Раствор контактов выбирают по:

- а) максимальному рабочему току;
- б) току короткого замыкания;
- в) минимальному рабочему току.

11. Конструкция мостикового контакта содержит:

- а) жесткозакрепленный контакт в обойме;
- б) свободный подпружиненный контакт, расположенный в обойме;
- в) контакт с самоустановкой.

12. Укажите, чем объясняется основной износ контактов при включении:

- а) дуговым разрядом; б) искровым разрядом; в) механическим воздействием.

## **6.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

6.1.Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2.Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3.Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4.Производится идентификация личности студента.

6.5.Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6.Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.