

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Емец Валерий Сергеевич

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 26.06.2025 16:26:56

Уникальный программный ключ:

f2b8a1577c931f1098cf699d1debd94fcff35d7

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Рязанский институт (филиал)  
федерального государственного автономного образовательного учрежде-  
ния высшего образования  
«Московский политехнический университет»**

ПРИНЯТО

На заседании Ученого совета  
Рязанского института (филиала)  
Московского политехнического  
университета

Протокол № 11  
от « 30 » 06 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Рязанского института (филиала)  
Московского политехнического  
университета



В.С. Емец

« 30 » 06 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**«Электрические аппараты»**

Направление подготовки

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность подготовки

**Электроснабжение**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная, заочная**

**Рязань**

**2023**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 144 от 28 февраля 2018 года, (ред. от 27.02.2023), зарегистрированный в Министерстве 22 марта 2018 г., рег. номер 50467;

- учебным планом (очной и заочной форм обучения) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Программа дисциплины включает в себя оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (п.8 Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации).

Автор: А.Е. Абрамов, старший преподаватель кафедры «Энергетические системы и точное машиностроение»

(указать ФИО, ученую степень, ученое звание или должность)

Программа одобрена на заседании кафедры «Энергетические системы и точное машиностроение» (протокол № 10 от 29.06.2023).

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## 1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

- формирование у обучающихся профессиональных компетенций, необходимых для решения следующих задач профессиональной деятельности (таблица 1).

Таблица 1 – Задачи профессиональной деятельности

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач Профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности
16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство	проектный	<ul style="list-style-type: none"><li>- анализ исходных материалов для оформления комплектов конструкторских документов на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства.</li><li>-оформление текстовых разделов комплектов проектной и рабочей документации системы электроснабжения объектов капитального строительства.</li></ul>
20 Электроэнергетика	эксплуатационный	<ul style="list-style-type: none"><li>- руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов;</li><li>-организационно- техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ по эксплуатации</li><li>-трансформаторных подстанций и распределительных пунктов</li><li>-планирование и контроль деятельности по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.</li><li>-координация деятельности персонала, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- управление деятельностью по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;</li> <li>- планирование и контроль деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей.</li> <li>- организация работы подчиненного персонала.</li> </ul>
--	--

К основным задачам изучения дисциплины относится подготовка обучающихся к выполнению следующих трудовых функций в соответствии с профессиональными стандартами (таблица 2).

Таблица 2 – Трудовые функции

Наименование профессиональных стандартов (ПС)	Код, наименование и уровень квалификации ОТФ, на которые ориентирована дисциплина	Код и наименование трудовых функций, на которые ориентирована дисциплина
16.147 Специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства	В, Разработка проектной документации системы электроснабжения объектов капитального строительства, 6	B/01.6, Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения B/02.6, Разработка текстовой и графической частей проектной документации системы электроснабжения объектов капитального строительства
20.041 Работник по оперативно-технологическому управлению в электрических сетях	D, Управление технологическим режимом работы электрической сети, 5	D/02.5, Регулирование напряжения D/03.5, Регулирование токовой нагрузки D/04.5, Предупреждение, предотвращение развития нарушения нормального режима работы электрической сети

## 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины у обучающегося формируются профессиональные компетенции: ПК-2, ПК-3. Содержание указанных компетенций и перечень планируемых результатов обучения по данной дисциплине представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Основание (ПС)
ПК-1. Способность принимать участие в	ПК-1.1 Оформление технической документации на раз-	<b>Знает:</b> - особенности составления и оформления типовой технической документа-	16.147 Специалист по проектиро-

<p>составлении технической документации на объект капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения приема и распределения электроэнергетики</p>	<p>личных стадиях разработки проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства</p>	<p>ции.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организовывать разработку и ведение типовой технической документации энергетических установок.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа и оценки состояния технической документации на энергетические установки.</li> </ul>	<p>ванию систем электроснабжения объектов капитального строительства</p>
<p>ПК-3. Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ПК-3.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать и проектировать основные детали и узлы электрических аппаратов и их компоновку.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета тепловых процессов, электродинамической стойкости, магнитных систем, контактных соединений электрических и электронных аппаратов.</li> </ul>	<p>20.041 Работник по оперативно-технологическому управлению в электрических сетях</p>
	<p>ПК-3.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования</p>		

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрические аппараты» входит в состав дисциплин образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», формируемых участниками образовательных отношений.

Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями по дисциплинам:

- «Монтаж электрооборудования и систем автоматизации»;
- «Электрические технологии»;
- «Основы релейной защиты электрических систем».

Дисциплина является предшествующей для изучения последующих дисциплин:

- «Электрические станции и подстанции»;
- «Электроэнергетические системы и сети».

Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами образовательной программы представлена в виде таблицы (таблица 4).

Таблица 4 – Структурно-логическая схема формирования компетенций

Компетенция	Предшествующие Дисциплины	Данная дисциплина	Последующие
ПК-1; ПК-3	Основы релейной за- щиты электрических систем	Электрические аппараты	Электрические станции и подстанции
	Электрические техно- логии		Электроэнергетические системы и сети

**3 Объём дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических ча-  
сов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам  
учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины «Электрические аппараты» составляет:

- для очной формы обучения 4 зачетных единиц, 144 академических часа, контактная работа обучающихся с преподавателем 36 академических часов
- для заочного обучения 4 зачетных единиц, 144 академических часа, контактная работа обучающихся с преподавателем 12 академических часов.

Объем дисциплины в академических часах с распределением по видам учебных заня-  
тий указан в таблице 5 для очной формы обучения, в таблице 6 для заочной формы обучения.

Таблица 5 – Объем дисциплины в академических часах (для очной формы обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семestr
		5
<b>Контактная работа обучающихся с преподавате- лем</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
в том числе:		
Лекции	18	18
Семинары, практические занятия	18	18
Лабораторные работы	-	-
<b>Внеаудиторная работа (всего)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
в том числе:		
Групповая консультация		
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
в том числе		
Курсовое проектирование		
Расчетно-графические работы	36	36
Реферат		
Другие виды занятий (подготовка к заняти- ям, домашняя работа, подготовка к контрольной ра- боте, работа с литературой, подготовка к проме- жуточной аттестации)	72	72
<b>Вид промежуточной аттестации</b> (З - зачет, Э - экзамен, ЗО – зачет с оценкой)		<b>Э</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины, час</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины, з.е.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Таблица 6 – Объем дисциплины в академических часах (для заочной формы обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		5	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
в том числе:			
Лекции	4	4	
Семинары, практические занятия	4	4	
Лабораторные работы	4	4	
<b>Внеаудиторная работа (всего)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
в том числе:			
Групповая консультация			
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	<b>132</b>	<b>132</b>	
в том числе			
Курсовое проектирование			
Расчетно-графические работы	36	36	
Реферат			
Другие виды занятий (подготовка к занятиям, домашняя работа, подготовка к контрольной работе, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации)	96	96	
<b>Вид промежуточной аттестации</b> (З - зачет, Э - экзамен, ЗО – зачет с оценкой)		<b>Э</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины, час</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины, з.е.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	

**4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий и их трудоемкость указаны в таблице 7 для очной формы обучения, в таблице 8 – для заочной формы обучения.

Таблица 7 – Разделы дисциплины и их трудоемкость по видам учебных занятий (для очной формы обучения)

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость (в часах)					Вид промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные	Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Электрические контакты и электродинамическая стойкость	30	4	8		18	устный опрос	
2	Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы	30	4	8		18	устный опрос	
3	Электрические аппараты с дугогасительной системой	26	6	2		18	устный опрос	
4	Коммутационные аппараты без дугогасительной системы, заzemляющие разъединители	22	4			18	устный опрос	
	<b>Расчетно-графическая работа</b>	<b>36</b>				<b>36</b>		
	<b>Групповая консультация</b>							
	<b>Форма аттестации</b>							<b>Э</b>
	<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>108</b>		

Таблица 8 – Разделы дисциплины и их трудоемкость по видам учебных занятий (для заочной формы обучения)

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость (в часах)					Вид промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные	Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Электрические контакты и	27	1	1		24	устный опрос	

	электродинамическая стойкость							
2	Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы	27	1	1	1	24	устный опрос	
3	Электрические аппараты с дугогасительной системой	27	1	1	1	24	устный опрос	
4	Коммутационные аппараты без дугогасительной системы, заzemляющие разъединители	27	1	1	2	24	устный опрос	
	<b>Расчетно-графическая работа</b>	<b>36</b>				<b>36</b>		
	<b>Групповая консультация</b>							
	<b>Форма аттестации</b>							<b>Э</b>
	<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>132</b>		

#### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Содержание лекционных занятий приведено в таблице 9, содержание практических занятий – в таблице 10, лабораторных работ – в таблице 11.

Таблица 9 – Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины		
		1	2	3
1	Электрические контакты и электродинамическая стойкость		<p>1.1 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).</p> <p>1.2 Основные понятия и общие закономерности, позволяющие определять электродинамические силы. Методы расчета электродинамических сил. Определение направления действия этих сил.</p>	
2	Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы		<p>2.1 Активные потери энергии в токоведущих, ферромагнитных и изоляционных частях электрических аппаратов. Отдача теплоты от нагретых частей аппарата путем теплопроводности, конвекции и теплового излучения.</p> <p>2.2 Теплоотдача в установившемся режиме рабо-</p>	

		<p>ты 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.</p> <p>2.3 Термическая стойкость электрического аппарата, величины, ее определяющие. Понятие о выборе электрического аппарата, исходя из требуемой термической стойкости.</p>
3	Электрические аппараты с дугогасительной системой	<p>3.1 Выключатели нагрузки и автоматические выключатели напряжением до 1000 В. Устройство, принцип работы, назначение, устройство дугогасительных систем.</p> <p>3.2 Силовые выключатели и выключатели нагрузки напряжением выше 1000 В. Устройство, принцип работы, назначение, устройство дугогасительных систем.</p>
4	Коммутационные аппараты без дугогасительной системы, заzemляющие разъединители	<p>4.1 Рубильники, контакторы, переключатели напряжением до 1000 В. Устройство, принцип работы, назначение.</p> <p>4.2 Разъединители, отделители, короткозамыкатели, заzemляющие разъединители напряжением выше 1000 В. Устройство, принцип работы, назначение.</p>

Таблица 10 – Содержание практических занятий

№ п/п	Содержание практических занятий	Форма контроля
1	2	3
1	Расчет электродинамических сил в П-образном и Т-образном контурах.	Устный опрос. Выполнения контрольных заданий
2	Выбор коммутационных аппаратов по условию электродинамической стойкости.	Устный опрос. Выполнения контрольных заданий
3	Расчет теплоотдачи электрических аппаратов в установившемся режиме и режиме короткого замыкания.	Устный опрос. Выполнения контрольных заданий
4	Выбор коммутационных аппаратов по условию тер-	Устный опрос. Выполнения контрольных зада-

	миечской стойкости.	ний
--	---------------------	-----

Таблица 11 – Содержание лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Тема лабораторный работ
1	Электрические аппараты с дугогасительной системой	Исследование характеристик автоматического выключателя.
2	Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы	Исследование характеристик теплового реле.
3	Коммутационные аппараты без дугогасительной системы, заzemляющие разъединители	Исследование характеристик плавких предохранителей.
4	Коммутационные аппараты без дугогасительной системы, заzemляющие разъединители	Исследование характеристик контакторов постоянного тока и переменного тока.

## 5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 5.1 Общие методические рекомендации по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При проведении учебных занятий по дисциплине обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплины в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых институтом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

### 5.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие во-

просы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчёркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

### **5.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчёта показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что засчитывается как текущая работа студента. Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;

### **5.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 5.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать в специализированных аудиториях для самостоятельной работы компьютеры, обеспечивающему доступ к программному обеспечению, необходимому для изучения дисциплины, а также доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

### **5.5 Методические указания по подготовке доклада**

При подготовке доклада рекомендуется сделать следующее. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Подготовить сопроводительную слайд-презентацию и/или демонстрационный раздаточный материал по выбранной теме.

Рекомендуется провести дома репетицию выступления с целью отработки речевого аппарата и продолжительности выступления (регламент  $\approx 7$  мин).

### **5.6 Методические указания по подготовке к контрольным мероприятиям**

Текущий контроль осуществляется в виде устных и письменных ответов, выполнения заданий по теории и контрольной работы. При подготовке к опросу студенты должны освоить теоретический материал по блокам тем, выносимых на этот опрос.

## **5.7 Методические указания по выполнению индивидуальных типовых заданий**

В случае пропусков занятий, наличия индивидуального графика обучения и для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

### **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

#### **а) основная литература**

1. Электрические и электронные аппараты [Электронный ресурс]: методические указания/ – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. –28 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33304.html>.

2. Электрические и электронные аппараты [Электронный ресурс]: методические указания к курсовой работе для студентов по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электропривод и автоматика» очной и очно-заочной форм обучения/ – Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. – 49 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22949.html>.

3. Сипайлова Н.Ю. Вопросы проектирования электрических аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.Ю. Сипайлова– Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский политехнический университет, 2014. – 168 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34657.html>.

#### **б) дополнительная литература**

1. Электротехнический справочник. Том 2. Электротехнические изделия и устройства [Электронный ресурс]/ Е.Г. Акимов [и др.]. – Электрон. текстовые данные.– М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 518 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57022.html>.

2. Электрические и электронные аппараты : учеб.-метод. комплекс / сост.: В. Л. Беляев, Ю. В. Куклев , 2009, Изд-во СЗТУ. - 139 с. потребителей. Краткий курс. Конспект лекций. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012

Перечень разделов дисциплины и рекомендуемой литературы (из списка основной и дополнительной литературы) для самостоятельной работы студентов приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела (темы) дисциплины</b>	<b>Литература (ссылка на номер в списке литературы)</b>
1	Электрические контакты и электродинамическая стойкость	Основная: 1, 2, 3 Дополнительная 1, 2
2	Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы.	Основная: 1, 2, 3 Дополнительная 1, 2
3	Электрические аппараты с дугогасительной системой	Основная: 1, 2, 3 Дополнительная 1, 2

4	Коммутационные аппараты без дугогасительной системы, заземляющие разъединители	Основная: 1, 2, 3 Дополнительная 1, 2
---	--	--

## 6.2 Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, интернет-ресурсы

- 1 Электронно-библиотечная система «Книга Фонд» <http://knigafund.ru>.
- 2 Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>.
- 3 Внутри вузовская учебная и учебно-методическая литература Университета <http://lib.mami.ru>.
- 4 Справочная правовая система «Консультант Плюс» [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).

## 6.3 Программное обеспечение

Информационное обеспечение учебного процесса по дисциплине осуществляется с использованием следующего программного обеспечения (лицензионного и свободно распространяемого), в том числе отечественного производства (таблица 13).

Таблица 13 – Информационное обеспечение учебного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1	Microsoft Windows	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
2	Microsoft Office	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
3	КонсультантПлюс	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
4	СДО MOODLE	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (лицензионный договор)
5	Техэксперт [электронный ресурс]	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое) режим доступа по ссылке <a href="http://docs.cntd.ru">http://docs.cntd.ru</a>

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине широко используются следующие информационные технологии:

- 1) чтение лекций с использованием презентаций;
- 2) проведение практических занятий на базе компьютерных классов с использованием ИКТ технологий;
- 3) осуществление текущего контроля знаний на базе компьютерных классов с применением ИКТ технологий.

Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе:

- ОС Windows 7;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Office 2013;
- Microsoft PowerPoint;
- Microsoft Word;
- Microsoft Excel.

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Специализированные аудитории, используемые при проведении лекционных и практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Перечень аудиторий и материально-технические средства, используемые в процессе обучения, представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень аудиторий и оборудования

Аудитория	Вид занятия	Материально-технические средства
№217 Лекционная аудитория, аудитория для лекционных и семинарских занятий	Для лекционных занятий	- столы, стулья, классная доска, кафедра для преподавателя, экран, ноутбук, проектор
№210 Лаборатория техники высоких напряжений для лабораторных и практических занятий	Для лабораторных занятий	- столы, стулья, стеллажи, оборудование
№ 206, 208, 113, 205, 209, 23, 24, 25 Лаборатории информационных технологий	Для практических занятий и самостоятельной работы	- 15 рабочих мест с выходом в сеть Интернет

## 8 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 15- Этапы формирования компетенций

№ п/п	Этапы формирования компетенций по темам дисциплин	Код Контроли- руемой компе- тенции	Период фор- ми- рования компетен- ций	Вид занятий, работы
1	2	3	4	5
1	Электрические контакты и электродинамическая стойкость	ПК-1; ПК-3	В течение семестра	Лекция, практические работы, курсовой проект
2	Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы.		В течение семестра	Лекция, практические работы, курсово-

				вой проект
3	Электрические аппараты с дугогасительной системой		В течение семестра	Лекция, практические работы, курсовой проект
4	Коммутационные аппараты без дугогасительной системы, заземляющие разъединители		В течение семестра	Лекция, практические работы, курсовой проект

## 8.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 16 – Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Компетенция	Показатели сформированности компетенций	Критерий оценивания компетенций	Способы оценки
ПК-1; ПК-3	Сформированная способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию	Студент демонстрирует способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию, владеет навыками применения ПК	Защита лабораторных работ, курсовой работы, экзамен
ПК-1; ПК-3	Сформированная способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Студент демонстрирует способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию, знает методы расчета основных видов релейной защиты	Защита лабораторных работ, курсовой работы, экзамен

Таблица 17 – Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Компетенция	Результаты обучения (по этапам формирования компетенций)	Шкала оценивания, критерии оценивания уровня освоения компетенции			
		не освоена	освоена частично	освоена в основном	освоена
ПК-1;	<b>Знать:</b> - особенности составления и оформления типовой технической документации. <b>Уметь:</b>	Не способен отобрать нужный материал для решения конкретной	Знает минимум основных понятий и приемов работы с учебными материалами	Осуществляет поиск и анализ нужной для решения информации из разных источников	Умеет свободно находить нужную для решения информацию (формулы, методы), решать задачи и аргументировано

	<p>- организовывать разработку и ведение типовой технической документации энергетических установок.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа и оценки состояния технической документации на энергетические установки.</li> </ul>	задачи, не может соотнести изучаемый материал с конкретной проблемой	ми. Частично умеет применить имеющуюся информацию к решению задач	(лекций, учебников) и баз данных. Умеет решать стандартные задания (по указанному алгоритму)	отвечать на поставленные вопросы; может предложить варианты решения математических задач с применением информационных, компьютерных и сетевых технологий
ПК-3	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать и проектировать основные детали и узлы электрических аппаратов и их компоновку.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета тепловых процессов, электродинамической стойкости, магнитных систем, контактных соединений электрических и электронных аппаратов.</li> </ul>	Не способен отобрать нужный материал для решения конкретной задачи, не может соотнести изучаемый материал с конкретной проблемой	<p>Знает минимум основных понятий и приемов работы с учебными материалами.</p> <p>Частично умеет применить имеющуюся информацию к решению задач</p>	<p>Осуществляет поиск и анализ нужной для решения информации из разных источников (лекций, учебников) и баз данных.</p> <p>Умеет решать стандартные задания (по указанному алгоритму)</p>	<p>Умеет свободно находить нужную для решения информацию (формулы, методы), решать задачи и аргументировано отвечать на поставленные вопросы; может предложить варианты решения математических задач с применением информационных, компьютерных и сетевых технологий</p>

### **8.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

**Подготовка по следующим вопросам:**

#### **Тема 1. Электрические контакты и электродинамическая стойкость:**

1.1 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).

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

#### **Тема 2. Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы:**

2.1 Активные потери энергии в токоведущих, ферромагнитных и изоляционных частях электрических аппаратов. Отдача теплоты от нагретых частей аппарата путем теплопроводности, конвекции и теплового излучения.

2.2 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.

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

#### **Тема 3. Электрические аппараты с дугогасительной системой:**

3.1 Выключатели нагрузки и автоматические выключатели напряжением до 1000 В. Устройство, принцип работы, назначение, устройство дугогасительных систем.

3.2 Силовые выключатели и выключатели нагрузки напряжением выше 1000 В. Устройство, принцип работы, назначение, устройство дугогасительных систем.

#### **Тема 4. Коммутационные аппараты без дугогасительной системы, заземляющие разъединители:**

4.1 Рубильники, контакторы, переключатели напряжением до 1000 В. Устройство, принцип работы, назначение.

4.2 Разъединители, отделители, короткозамыкатели, заземляющие разъединители напряжением выше 1000 В. Устройство, принцип работы, назначение.

### **Экзамен**

Экзамен позволяет оценить знания студента по теоретическим и практическим вопросам дисциплины.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Электрические аппараты»:

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 нагревания 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 восстановливающееся напряжение.
25. Причины износа контакторов и способы борьбы с эти явлениями.
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.

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

**Шкала оценивания ответов.** Результаты текущего контроля знаний оцениваются по четырехбалльной шкале с оценками:

- «отлично»
- «хорошо»
- «удовлетворительно»
- «неудовлетворительно»

Таблица 18 – Критерии и шкала оценки знаний на экзамене

Критерии	Оценка		
	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»
Объём	Глубокие знания, увереные действия по решению практических заданий в полном объёме учебной программы, освоение всех компетенций.	Достаточно полные знания, правильные действия по решению практических заданий в объёме учебной программы, освоение всех компетенций.	Твёрдые знания в объёме основных вопросов, в основном правильные решения практических заданий, освоение всех компетенций.
Системность	Ответы на вопросы логично увязаны с учебным материалом, вынесенным на контроль, а также с тем, что изучал ранее.	Ответы на вопросы увязаны с учебным материалом, вынесенные на контроль, а также с тем, что изучал ранее.	Ответы на вопросы в пределах учебного материала, вынесенного на контроль.
Осмысленность	Правильные и убедительные ответы. Быстрое, правильное и творческое принятие решений, безупречная отработка решений заданий. Умение делать	Правильные ответы и практические действия. Правильное принятие решений. Грамотная отработка решений по заданиям.	Допускает незначительные ошибки при ответах и практических действиях. Допускает неточность в принятии решений по заданиям.

	выводы.		
Уровень освоения компетенций	Осваиваемые компетенции сформированы	Осваиваемые компетенции сформированы	Осваиваемые компетенции сформированы

## Методические рекомендации по проведению экзамена

### 1. Цель проведения.

Основной целью проведения элементов промежуточной аттестации является определение степени достижения целей по учебной дисциплине или её разделам. Осуществляется это проверкой и оценкой уровня теоретических знаний, полученных студентами, умения применять их к решению практических задач, степени овладения студентами практическими навыками и умениями в объеме требований рабочей программы по дисциплине, а также их умение самостоятельно работать с учебной литературой.

### 2. Форма проведения.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине в соответствии с учебным графиком, является экзамен (дифференцированный зачет). Экзамен (дифференцированный зачет) проводится в объеме рабочей программы в устной и письменной формах. Билеты должны содержать две части – теоретическую и практическую. Информация о структуре билетов доводится студентам заблаговременно.

### 3. Метод проведения.

Экзамен (дифференцированный зачет) проводится по билетам.

По отдельным вопросам допускается проверка знаний с помощью технических средств контроля. При необходимости могут рассматриваться дополнительные вопросы и проблемы, решаться задачи и примеры.

### 4. Критерии допуска студентов к экзамену.

В соответствии с требованиями руководящих документов и согласно Положению о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов института, к экзамену (зачёту) допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.

### 5. Организационные мероприятия.

#### 5.1. Назначение преподавателя, принимающего экзамен.

Экзамен (дифференцированный зачет) принимается лицами, которые читали лекции по данной дисциплине. Решением заведующего кафедрой определяются помощники основному экзаменатору из числа преподавателей, ведущих в данной группе практические занятия, а если лекции по разделам учебной дисциплины читались несколькими преподавателями, то определяется состав комиссии для приёма экзамена.

5.2. Конкретизация условий, при которых студенты освобождаются от сдачи экзамена (дифференцированного зачёта) (основа – результаты рейтинговой оценки текущего контроля).

По представлению преподавателя, ведущего занятия в учебной группе, заведующий кафедрой может освободить студентов от сдачи экзамена (дифференцированного зачёта). От экзамена (дифференцированного зачёта) освобождаются студенты, показавшие отличные и хорошие знания по результатам рейтинговой оценки текущего контроля, с выставлением им оценок «отлично» и «хорошо» соответственно.

### 6. Методические указания экзаменатору.

6.1. Конкретизируется работа преподавателей в предэкзаменационный (предзачётный) период и в период непосредственной подготовки обучающихся к экзамену.

Во время подготовки к экзамену (зачёту) возможны индивидуальные консультации, а перед днём проведения экзамена (зачёта) проводится окончательная предэкзаменационная (предзачётная) консультация.

При проведении предэкзаменационных (предзачётных) консультаций рекомендуется:

- дать организационные указания о порядке работы при подготовке к экзамену (зачёту), рекомендации по лучшему усвоению и приведению в стройную систему изученного материала дисциплины;

- ответить на слабо усвоенные вопросы;

- дать ответы на вопросы, возникшие в процессе изучения дисциплины и выходящие за рамки учебной программы;

- помочь привести в стройную систему знания обучаемых.

Для этого необходимо:

- уточнить учебный материал заключительной лекции. На ней целесообразно указать наиболее сложные и трудноусвоимые места курса, выявленные на предыдущих экзаменах (зачётах).

- определить занятие, на котором заблаговременно довести организационные указания по подготовке к экзамену (зачёту).

Рекомендуется использовать при проведении консультаций опросно-ответную форму проведения. Целесообразно, чтобы обучаемые сами задавали вопросы. По характеру и формулировке вопросов преподаватель может судить об уровне и глубине подготовки обучаемых.

6.2. Уточняются организационные мероприятия и методические приёмы при проведении экзамена (зачёта).

**Количество одновременно находящихся экзаменующихся в аудитории.** В аудитории, где принимается экзамен (зачёт), может одновременно находиться студентов из расчёта не более пяти экзаменующихся на одного экзаменатора.

**Время, отведённое на подготовку** ответа по билету, не должно превышать 30 минут. По истечению данного времени после получения билета (вопроса) студент должен быть готов к ответу.

### **Организация практической части экзамена**

Практическая часть экзамена (зачёта) организуется так, чтобы обеспечивалась возможность проверить умение студентов применять теоретические знания при решении практических заданий, освоение компетенций. Она проводится путём постановки экзаменующимся отдельных задач, упражнений, заданий, требующих практических действий по решению заданий. Каждый студент выполняет задание самостоятельно путём производства расчётов, решения задач, работы с документами и др. При выполнении заданий студент отвечает на дополнительные вопросы, которые может ставить экзаменатор.

### **Действия экзаменатора.**

Студенту на экзамене (зачёте) разрешается брать один билет. В случае, когда экзаменующийся не может ответить на вопросы билета, ему может быть предоставлена возможность выбрать второй билет при условии снижения оценки на 1 балл.

Во время испытания промежуточной аттестации студенты могут пользоваться рабочими программами учебных дисциплин, а также справочниками и прочими источниками информации, перечень которых устанавливается преподавателем.

Использование материалов, не предусмотренных указанным перечнем, а также попытка общения с другими студентами или иными лицами, в том числе с применением электронных средств связи, несанкционированные преподавателем перемещение по аудитории и т. п. не разрешается и являются основанием для удаления студента из аудитории с последующим проставлением в ведомости оценки «неудовлетворительно».

Студент, получивший на экзамене (дифференцированном зачёте) неудовлетворительную оценку, ликвидирует задолженность в сроки, устанавливаемые приказом директора института. Окончательная пересдача экзамена (зачёта) принимается комиссией в составе трёх человек (заведующий кафедрой, лектор потока, преподаватель родственной дисциплины).

Задача преподавателя на экзамене (зачёте) заключается в том, чтобы внимательно заслушать студента, проконтролировать решение практических заданий, предоставить ему возможность полностью изложить ответ. Заслушивая ответ и анализируя методы решений

практических заданий, преподаватель постоянно оценивает насколько полно, системно и осмысленно осуществляется ответ, решается практическое задание.

В тех случаях, когда ответы на вопросы или практические действия были недостаточно полными или допущены ошибки, преподаватель после ответов студентом на все вопросы задаёт дополнительные вопросы с целью уточнения уровня освоения дисциплины. Содержание индивидуальных вопросов не должно выходить за рамки рабочей программы. Если студент затрудняется сразу ответить на дополнительный вопрос, он должен спросить разрешения предоставить ему время на подготовку и после подготовки отвечает на него.

## **9 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По данной дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (образовательного портала) и электронной почты.