Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 17.09.2025 17:18:59
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____К.И. Лушин
27 февраля 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические и электронные аппараты»

Направление подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль
«Электрооборудование и промышленная электроника»

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):
Старший преподаватель кафедры
«Электрооборудование и промышленная электроника» /Ю.М. Шматков/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Электрооборудование
и промышленная электроника»,
к.т.н., доцент /А.Н. Шишков/

Руководитель образовательной программы,
к.т.н., доцент /А.Н. Шишков/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы....4
3 Структура и содержание дисциплины....4
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость....4
3.2 Тематический план изучения дисциплины....5
3.3 Содержание дисциплины....6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....9
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение....9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы....9
4.2 Основная литература....9
4.3 Дополнительная литература....9
4.4 Электронные образовательные ресурсы....9
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....10
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....10
5 Материально-техническое обеспечение....10
6 Методические рекомендации....10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....10
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....11
7 Фонд оценочных средств....12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения....12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения....12
7.3 Оценочные средства....14

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Электрические и электронные аппараты»

Целью изучения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» является овладение студентами навыками исследования конструкции, принципа действия, определения параметров и расчета электрических и электронных аппаратов, используемых в электрооборудовании и промышленной электронике.

Задачами изучения дисциплины являются приобретение студентами знаний:
- физических явлений, происходящие в электрических и электронных аппаратах;
- конструктивного исполнения и принципа действия электрических и электронных аппаратов;
- характеристик и параметров электрических и электронных аппаратов;
- основных понятий, терминов и определений в области современных электрических и электронных аппаратов (маркировка, структура, свойства).

Планируемые результаты обучения, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.

Обучение по дисциплине **«Электрические и электронные аппараты»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПК-1.1. Использует методики расчета и конструирования электрических аппаратов и электронных аппаратов ИПК-1.2. Рассчитывает характеристики и режимы работы электрических и электронных аппаратов ИПК-1.3. Применяет методы проектирования, испытаний и диагностики электрических и электронных аппаратов

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:
- физика;
- электроника;
- электротехническое и конструкционное материаловедение;
- электрические машины.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			4	5
1	**Аудиторные занятия**	**108**	**72**	**36**
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	-
1.3	Лабораторные занятия	54	36	18
2	**Самостоятельная работа**	**108**	**72**	**36**
	В том числе:			
2.1	Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины	36	24	12
2.2	Подготовка к лекционным занятиям.	36	24	12
2.3	Подготовка к практическим и лабораторным работам.	36	24	12
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**Зачет**	**Экзамен**
	Итого	**216**	**144**	**72**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	Вводная часть.		**2**	-	-		-
1	**Раздел 1. Основы теории электрических аппаратов**		**12**	**6**	**18**		**36**
1.1	Тема 1. Контакты электрических аппаратов. Электрическая дуга и дугогашение.		4	2	6		12
1.2	Тема 2. Нагрев и охлаждение электрических аппаратов		4	2	6		12
1.3	Тема 3. Электродинамические силы. Электромагниты электрических аппаратов.		4	2	6		12
2	**Раздел 2. Электрические аппараты**		**12**	**6**	**18**		**36**
2.1	Тема 1. Электрические аппараты управления.		4	2	6		12
2.2	Тема 2. Электромагнитные механизмы и реле.		4	2	6		12
2.3	Тема 3. Датчики.		4	2	6		12
3	**Раздел 3. Электронные аппараты**		**12**	**6**	**18**		**36**

3.1	Тема 1. Электронные аппараты низкого и высокого напряжения.		6	4	12		18
3.2	Тема 2. Системы управления электронными аппаратами.		6	2	6		18
Итого		**216**	**36**	**18**	**54**		**108**

3.3 Содержание дисциплины

Вводная часть.

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Общие сведения об электрических и электронных аппаратах. Основные характеристики и классификация электрических и электронных аппаратов. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Раздел 1. Основы теории электрических аппаратов

Тема 1. Контакты электрических аппаратов. Электрическая дуга и дугогашение.

Основные понятия и термины, относящиеся к контактным соединениям. Параметры и характеристики контактных соединений. Виды контактных соединений. Физические процессы, определяющие переходное сопротивление кон такта. Зависимости переходного сопротивления от контактного нажатия, твердости контактного материала, его удельного сопротивления, величины контактной поверхности и температуры. Виды электрического разряда в газах, их особенности и характеристики. Электрический дуговой разряд, возникающий при размыкании контактов электрического аппарата. Основные свойства дугового разряда. Вольтамперные характеристики дуги постоянного и переменного токов. Условия горения и гашения электрической дуги постоянного и переменного токов. Энергия, выделяющаяся в дуге постоянного и переменного токов. Способы гашения электрической дуги в дугогасительных устройствах электрических аппаратов.

Тема 2. Нагрев и охлаждение электрических аппаратов

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. Ограничения температуры элементов аппаратов. Источники тепла в электрических аппаратах. Расчет мощности потерь. Способы теплообмена. Режимы работы и нагрева электрических аппаратов. Процесс нагрева при коротком замыкании. Термическая стойкость электрического аппарата.

Тема 3. Электродинамические силы. Электромагниты электрических аппаратов.

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 взаимно-перпендикулярными проводами. Электродинамические силы при переменном токе. Механический резонанс. Электродинамическая стойкость электрического аппарата. 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.

Раздел 2. Электрические аппараты.

Тема 1. Электрические аппараты управления

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.

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.

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

Тема 2. Электромагнитные механизмы и реле.

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.

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.

Электромагнитное реле времени. Принцип действия, устройство, способы регулирования выдержки времени при втягивании и отпускании якоря реле. Применение для схем пуска двигателей в функции времени, для схем автоматизации технологических процессов и т. п.

Тепловые реле. Принцип действия, устройство, времятоковая характеристика.

Тема 3. Датчики

Понятие датчик. Классификация датчиков. Требования, предъявляемые к датчикам. Преобразование различных физических величин в электрические сигналы. Параметры и характеристики датчиков. Основная характеристика датчика. Чувствительность датчиков. Коэффициент преобразования. Погрешности работы датчиков. Резисторные датчики. Емкостные датчики. Индуктивные датчики. Трансформаторные датчики. Генераторные датчики

Раздел 3. Электронные аппараты

Тема 1. Электронные аппараты низкого и высокого напряжения.

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.

Электронные аппараты постоянного тока на тиристорах. Электронные аппараты переменного тока на тиристорах. Электронные аппараты на транзисторах. Твердотельные реле.

Общие сведения об электронных аппаратах высокого напряжения. Гибридные электронные аппараты высокого напряжения

Тема 2. Системы управления электронными аппаратами.

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.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1. Изучение работы и конструкции электромагнитного контактора.

Практическое занятие №2. Изучение работы и конструкции автоматического выключателя

Практическое занятие №3. Изучение работы и конструкции электромагнитного реле тока и напряжения

Практическое занятие №4. Изучение работы и конструкции реле времени

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. Исследование переходного сопротивления контактов **Лабораторная работа №2.** Исследование электрического дугового разряда

Лабораторная работа №3. Исследование электродинамических сил между шинами

Лабораторная работа №4. Исследование электромагнитного контактора постоянного тока

Лабораторная работа №5. Исследование и снятие характеристик электронного реле

Лабораторная работа №6. Исследование однофазного тиристорного регулятора напряжения

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) - нет

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Свод правил «Электротехнические устройства» СП 76.13330.2016. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
3. ГОСТ 2933–83. Аппараты электрические низковольтные. Методы испытаний.
4. ГОСТ IEC 60947-1-2014. Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1.
5. ГОСТ 30331.1–2013 (IEC 60364–1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения.

4.2 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.
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.

4.3 Дополнительная литература

1. Электрические и электронные аппараты: учебное пособие / сост. Н.Ю. Сипайлова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 236 с.
2. Электрические и электронные аппараты: учебное пособие / А.Е. Сидоров, О.Ю. Маркин, Л.В. Доломанюк и др. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. – 126 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Электрические и электронные аппараты	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9910

Разработанный ЭОР включают промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. Электротехническая библиотека «Элек.ру» https://www.elec.ru/library/info/
8. Netelectro. Новости электротехники, оборудование. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. https://netelectro.ru/
9. Электроцентр. http://electrocentr.info/

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: В-307 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используется аудитория: В-306 и аудитории в Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной подготовки к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного

образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Электрические и электронные аппараты»: выполнили и защитили лабораторные работы, а также выполнили тестовые задания в системе LMS.

Форма промежуточной аттестации в пятом семестре: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Электрические и электронные аппараты»: выполнили и защитили лабораторные работы, а также выполнили тестовые задания в системе LMS.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«зачет»** и их описание:

Шкала оценивания	**Критерий оценивания**

Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«экзамен»** и их описание:

Шкала оценивания	***Критерий оценивания***
Отлично	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

1. Подготовка к выполнению, проведение расчетов, оформление отчетов и защита шести лабораторных работ.
2. Выполнение промежуточного и итогового тестирования по основным разделам дисциплины в системе LMS.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме **зачёта** проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Электрические и электронные аппараты»: выполнили и защитили лабораторные работы, а также выполнили тестовые задания в системе LMS.

Промежуточная аттестация проводится в форме письменного **экзамена** с последующим собеседованием по материалам ответа. Для допуска к экзамену студенты должны выполнить и защитить шесть лабораторных работ. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Список вопросов, выносимых на экзамен, выдается студентам на первом занятии. Для подготовки и написания ответа на билет студенту выделяется 40 минут. В процессе проведения собеседования студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, не выходящие за рамки изученного курса.

Вопросы к экзамену:

1. Классификация электрических аппаратов.
2. Защитные оболочки электрических аппаратов.
3. Регламентация воздействий механических и климатических факторов на электрические аппараты.
4. Категории размещения для эксплуатации электрических аппаратов.
5. Требования к электрическим аппаратам.
6. Электрические контакты. Общие сведения: площадки касания, переходное сопротивление, одноточечные и многоточечные контакты. Процесс нагрева точечного торцевого контакта.
7. Режимы работы электрических контактов: включение электрической цепи, контакты во включенном состоянии, отключение электрической цепи.
8. Материалы контактов. Характеристика свойств материалов, требования к ним.
9. Конструкции твердометаллических контактов, подвижные контакты, неподвижные контакты, разрывные контакты.
10. Отключение электрической цепи. Электрические разряды: тлеющий, дуговой. Дуговой разряд: околокатодная область, область дугового столба, околоанодная область. Энергетический баланс дуги.
11. Дуга постоянного тока: статическая вольтамперная характеристика дуги, условия стабильного горения и гашения дуги, перенапряжения при отключении дуги.
12. Дуга переменного тока при отключении активной нагрузки.
13. Способы гашения электрической дуги.

14. Контакторы постоянного тока. Назначение, устройство, принцип действия, схемы включения. Выбор контакторов.
15. Контакторы переменного тока. Назначение, устройство, принцип действия, схемы включения. Выбор контакторов.
16. Магнитные пускатели. Назначение, устройство, принцип действия, схемы включения. Выбор магнитных пускателей.
17. Электромагнитные реле. Классификация реле. Основные характеристики и требования. Устройство и принцип действия электромагнитного реле.
18. Электромагнитные реле тока и напряжения. Согласование тяговых и противодействующих характеристик электромагнитного реле.
19. Тепловые реле. Общие сведения. Принцип действия. Конструкция теплового реле.
20. Позисторная защита двигателя. Общие сведения. Устройство и принцип действия.
21. Герконовые реле. Устройство и принцип действия герконового реле. Конструкции герконов. Тяговые и противодействующие силы в герконовом реле. Основные соотношения параметров и время срабатывания герконового реле. Достоинства и недостатки герконовых реле.
22. Предохранители. Общие сведения. Нагрев плавкой вставки. Выбор предохранителей по условиям длительной эксплуатации и пуска, по условиям селективности.
23. Автоматические выключатели. Общие сведения. Устройство и принцип действия. Токоведущая цепь и дугогасительная система. Расцепители. Выбор автоматического выключателя для защиты двигателя.
24. Выключатели переменного тока напряжением выше 1000 В. Назначение, основные параметры, номинальные токаи включения и отключения. Требования к выключателям.
25. Выключатели переменного тока напряжением выше 1000 В. Баковые масляные выключатели. Устройство и принцип действия. Выбор выключателей.
26. Выключатели переменного тока напряжением выше 1000 В. Элегазовые и вакуумные выключатели. Устройство и принцип действия. Выбор выключателей.
27. Разъединители. Назначение и область применения. Устройство и принцип действия. Требования к разъединителям. Выбор разъединителей.
28. Отделители и короткозамыкатели. Назначение, принцип действия, конструкции. Выбор отделителей и короткозамыкателей.
29. Трансформаторы тока. Назначение, принцип действия, конструкции. Схемы включения и замещения.
30. Конструкции трансформаторов тока. Требования к трансформаторам тока. Выбор трансформатора тока.
31. Трансформаторы напряжения. Назначение, принцип действия, конструкции. Схемы включения и замещения. Требования к трансформаторам напряжения. Выбор трансформатора напряжения.
32. Реакторы. Назначение, принцип действия, конструкции.
33. Разрядники. Общие сведения. Назначение, принцип действия, конструкции. Ограничители напряжения.
34. Комплектные распределительные устройства напряжением выше 1000 В. Общие сведения.
35. Электронный ключ. ВАХ идеального ключа. Режимы работы электронного ключа. Область безопасной работы и защита электронных ключей.
36. Силовые диоды. Принцип действия. Особенности работы. Статические и динамические характеристики. Защита силовых диодов.
37. Основные классы силовых транзисторов. Статические и динамические характеристики. Защита силовых транзисторов.

38. Силовые тиристоры: запираемые и незапираемые. Статические и динамические характеристики. Защита силовых транзисторов.
39. Модули силовых электронных ключей. Последовательное и параллельное соединение ключевых элементов. Типовые схемы модулей ключей и их ВАХ.
40. Релейный режим полупроводникового усилителя. Однокаскадный усилитель на транзисторе. Основные характеристики.
41. Релейный режим полупроводникового усилителя. Двухкаскадный транзисторный усилитель с положительной обратной связью.
42. Операционные усилители. Общие сведения.
43. Применение операционных усилителей. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель.
44. Функциональные преобразователи на операционных усилителях.
45. Компаратор на операционном усилителе.
46. Компаратор в релейном режиме с опорным напряжением.
47. Полупроводниковые реле. Общие сведения.
48. Реле тока с выдержкой времени, зависящей от тока.
49. Полупроводниковые реле защиты от замыканий на землю.
50. Полупроводниковые реле защиты асинхронных двигателей.