



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Строительной физики, электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Электрические и электронные аппараты

направление подготовки/специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

Форма обучения очная

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

формирование у студентов теоретических и практических знаний в области основных принципов действия, устройства и эксплуатации электрических и электронных аппаратов  
знания и умения в области электрических и электронных аппаратов, позволяющие решать практические и исследовательские задачи, связанные с проектированием аппаратов, их выбором, испытанием и эксплуатацией

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	<b>знает</b> - технические, энергоэффективные и экологические требования, предъявляемые электрическим и электронным аппаратам; - соотношения и закономерности, лежащие в основе электромеханических, электромагнитных, тепловых и других процессов, происходящих в электрических и электронных аппаратах. <b>умеет</b> - осуществлять выбор аппаратов в соответствии с техническим заданием; - оценивать рабочие характеристики аппаратов. <b>владеет</b> - необходимыми навыками, позволяющими принимать участие в проектировании электрооборудования с учетом нормативно-технической документации; - методами анализа вариантов и прогнозирования последствий принятия решений, связанных с проектированием, выбором, эксплуатацией и испытаниями электрических и электронных аппаратов

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.24 основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Теоретические основы электротехники	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2	Электроника	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3	Электродинамика	ПК-3.2, ПК-3.3

Теоретические основы электротехники

Электроника

Знать схемы замещения и характеристики устройств электроники

Уметь ставить и решать простейшие задачи моделирования электронных устройств, контролировать их эффективность и обеспечивать безопасные режимы работы

Владеть методами анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока устройств электроники

Электродинамика

Знать основные законы взаимодействия зарядов и токов уравнениями электродинамики

Уметь логически мыслить, излагать и объяснять особенности уравнений электродинамики для различных сред

Владеть навыками работы с литературой и электронными базами данных

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Электронные преобразователи зданий и сооружений	ОПК-4.4
2	Электрооборудование зданий и городской среды	ПК-3.3, ПК-2.3
3	Электрооборудование источников энергии зданий и сооружений	ПК-2.1, ПК-4.2

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			5
<b>Контактная работа</b>	64		64
Лекционные занятия (Лек)	32	0	32
Практические занятия (Пр)	32	32	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,5		1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
<b>Часы на контроль</b>	26,75		26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	51,75		51,75
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	144		144
<b>зачетные единицы:</b>	4		4

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

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)



4.1.	Полупроводниковые усилители, реле тока, напряжения и времени. Тиристорные пускатели. Применение микропроцессоров в управлении коммутационных аппаратов.	5	4					5	9	ОПК-4.6
4.2.	Гибридные контакторы и быстродействующие выключатели	5	2					2	4	ОПК-4.6
5.	5 раздел. Первичные измерительные преобразователи и исполнительные устройства.									
5.1.	Основные определения, характеристики, параметры и разновидности первичных преобразователей	5	4		4	4		8	16	ОПК-4.6
5.2.	Электромагнитные исполнительные устройства, муфты и опоры.	5	2		4	4		8,75	14,75	ОПК-4.6
6.	6 раздел. Иная контактная работа									
6.1.	Курсовой проект	5							1,25	ОПК-4.6
7.	7 раздел. Контроль									
7.1.	Экзамен	5							27	ОПК-4.6

#### 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Классификация, основные параметры и характеристики электрических аппаратов.	Классификация, основные параметры и характеристики электрических аппаратов. Классификация электрических аппаратов по назначению, области применения, принципу действия, конструктивным особенностям. Требования к электрическим аппаратам. 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).
2	Электродинамические силы в электрических аппаратах. Нагрев электрических аппаратов.	Электродинамические силы в электрических аппаратах. Нагрев электрических аппаратов Основные понятия и общие закономерности, позволяющие определять электродинамические силы. Методы расчета электродинамических сил. Определение направления действия этих сил. Электродинамические силы при переменном токе. Механический резонанс. Электродинамическая стойкость электрического аппарата.

		Теплоотдача в установившемся режиме работы аппарата.
3	Контакты электрических аппаратов. Электрическая дуга. Электромагнитные механизмы аппаратов.	Контакты электрических аппаратов. Электрическая дуга. Электромагнитные механизмы аппаратов. Основные понятия и термины, относящиеся к контактным соединениям. Параметры и характеристики контактных соединений. Виды контактных соединений. Электрическая дуга. Основные понятия. Классификация электромагнитных механизмов электрических аппаратов. Магнитные цепи электрических аппаратов постоянного и переменного тока. Последовательность расчета магнитных цепей постоянного и переменного тока.
4	Классификация аппаратов управления. Командоаппараты, контроллеры и реостаты.	Классификация аппаратов управления. Командоаппараты, контроллеры и реостаты. Классификация аппаратов управления, их основные группы. Командоаппараты. Основные понятия и определения. Назначение, устройство и применение кнопок, кнопочных постов, универсальных переключателей, командоконтроллеров, нулевых 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 пуско-регулирующих 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.
5	Контакты и магнитные пускатели.	Контакты и магнитные пускатели. Контакты и пускатели. Основные понятия и определения. Назначение, принцип действия и категории применения контактов постоянного и переменного токов. Требования, предъявляемые к контактам. Основные параметры и режимы работы контактов. Особенности конструкций контактов постоянного и переменного токов. Магнитные пускатели. Назначение и устройство пускателей. Требования к пускателям, условия их работы. Схемы включения пускателей. Выбор контактов и пускателей в соответствии с характером нагрузки, режимом коммутации, условиями эксплуатации и требуемым сроком службы.
6	Реле. Их классификация, характеристики, схемы включения.	Реле. Их классификация, характеристики, схемы включения. 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.
7	Автоматические выключатели и предохранители.	Автоматические выключатели и предохранители. Аварийные режимы работы электроустановок. Основные термины и определения. Параметры, характеризующие аварийные режимы. Защита электроустановок от аварийных режимов работы. Плавкие предохранители. Назначения и требования, предъявляемые к предохранителям. Основные параметры и характеристики.
8	Высоковольтные выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели, разрядники, реакторы	Высоковольтные выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели, разрядники, реакторы Высоковольтные выключатели: назначение, классы напряжения, общие требования. Устройство, краткая характеристика, основные параметры и применение воздушных, элегазовых, масляных, электромагнитных и вакуумных выключателей. Разъединители, отделители, короткозамыкатели: назначение, требования, основные параметры, устройство.
9	Измерительные трансформаторы тока и напряжения.	Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Трансформаторы тока и напряжения. Назначение, виды, требования, устройство, режимы работы. Выбор в соответствии с номинальными параметрами установки (током, напряжением) и токами короткого замыкания (электродинамической и термической стойкостью).
10	Полупроводниковые усилители, реле тока, напряжения и времени. Тиристорные пускатели. Применение микропроцессоров в управлении коммутационных аппаратов.	Полупроводниковые усилители, реле тока, напряжения и времени. Тиристорные пускатели. Применение микропроцессоров в управлении коммутационных аппаратов. Общие сведения. Основные понятия и определения. Полупроводниковые усилители в релейном режиме работы. 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.
11	Гибридные контакторы и быстродействующие выключатели	Гибридные контакторы и быстродействующие выключатели. 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.
12	Основные определения, характеристики, параметры и разновидности первичных	Основные определения, характеристики, параметры и разновидности первичных преобразователей. Статические и динамические характеристики, погрешности первичных преобразователей. Первичные параметрические преобразователи (резисторные, емкостные, индуктивные и др.).

	преобразователей	Первичные генераторные преобразователи (пьезоэлектрические, индукционные, термоэлектрические и др.).
13	Электромагнитные исполнительные устройства, муфты и опоры.	Электромагнитные исполнительные устройства, муфты и опоры. Магнитоэлектрические, электромагнитные и ферродинамические исполнительные устройства. Примеры использования бесконтактных электромагнитных муфт и опор. Заключение. Общая характеристика рассмотренного материала и перспективы углубления знаний в области эксплуатации электрических и электронных аппаратов.

## 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
2	Электродинамические силы в электрических аппаратах. Нагрев электрических аппаратов.	Электродинамические силы в электрических аппаратах Решение задач по теме.
3	Контакты электрических аппаратов. Электрическая дуга. Электромагнитные механизмы аппаратов.	Контактор постоянного тока. Решение задач по теме
3	Контакты электрических аппаратов. Электрическая дуга. Электромагнитные механизмы аппаратов.	Трехфазный контактор переменного тока. Решение задач по теме
3	Контакты электрических аппаратов. Электрическая дуга. Электромагнитные механизмы аппаратов.	Магнитный пускатель для асинхронного двигателя. Решение задач по теме
5	Контакторы и магнитные пускатели.	Электромагнитные механизмы Решение задач по теме "Электромагнитные механизмы"
6	Реле. Их классификация, характеристики, схемы включения.	Расчет электромагнитных реле максимального тока. Решение задач по теме
6	Реле. Их классификация, характеристики, схемы включения.	Электромагнитное реле минимального напряжения. Решение задач по теме
6	Реле. Их классификация, характеристики, схемы включения.	Расчет электромагнитного реле времени. Решение задач по теме
6	Реле. Их классификация, характеристики,	Расчет время - токовой характеристики теплового реле. Решение задач по теме

	схемы включения.	
7	Автоматические выключатели и предохранители.	Определение основных параметров автоматического выключателя. Рассмотрение примеров определения основных параметров автоматического выключателя.
12	Основные определения, характеристики, параметры и разновидности первичных преобразователей	Потенциометрические первичные преобразователи Решение задач по теме.
13	Электромагнитные исполнительные устройства, муфты и опоры.	Первичные преобразователи электромагнитного типа. Решение задач по теме.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Классификация, основные параметры и характеристики электрических аппаратов.	Основные характеристики электрических аппаратов. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций
2	Электродинамические силы в электрических аппаратах. Нагрев электрических аппаратов.	Методы расчета электродинамических сил в электрических аппаратах Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Оформление отчета по ПЗ.
3	Контакты электрических аппаратов. Электрическая дуга. Электромагнитные механизмы аппаратов.	Причины износа контактов при включении и отключении тока. Вольт-амперные характеристики электрической дуги постоянного и переменного токов. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Оформление отчета по ПЗ.
4	Классификация аппаратов управления. Командоаппараты, контроллеры и реостаты.	Выбор командоаппаратов, контроллеров и реостатов.
5	Контакторы и магнитные пускатели.	Выбор контакторов и пускателей в соответствии с условиями эксплуатации. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Оформление отчета по ПЗ.
6	Реле. Их классификация, характеристики, схемы включения.	Выбор реле тока, напряжения, времени и тепловых реле в соответствии с параметрами защищаемого объекта. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Оформление отчета по ПЗ.
7	Автоматические выключатели и предохранители.	Выбор автоматических выключателей и плавких предохранителей. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Оформление отчета по ПЗ.
8	Высоковольтные выключатели,	Назначение, принцип действия, устройство и основные характеристики высоковольтных аппаратов.

	разъединители, отделители, короткозамыкатели, разрядники, реакторы	Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций.
9	Измерительные трансформаторы тока и напряжения.	Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций.
10	Полупроводниковые усилители, реле тока, напряжения и времени. Тиристорные пускатели. Применение микропроцессоров в управлении коммутационных аппаратов.	Достоинства и недостатки бесконтактных электронных и гибридных аппаратов Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций.
11	Гибридные контакторы и быстродействующие выключатели	Достоинства и недостатки бесконтактных электронных и гибридных аппаратов Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций.
12	Основные определения, характеристики, параметры и разновидности первичных преобразователей	Назначение, принцип действия, устройство и характеристики первичных преобразователей неэлектрических величин. Принцип действия, устройство и применение бесконтактных электромагнитных муфт и опор Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Оформление отчета по ПЗ.
13	Электромагнитные исполнительные устройства, муфты и опоры.	Электромагнитные исполнительные устройства (устройство, характеристики, применение). Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Оформление отчета по ПЗ.

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических и лабораторных занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к написанию курсового проекта;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется в рамках выполнения практических заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям, курсового проекта в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;

выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;

подготовить отчеты по выполненным практическим работам;

ознакомиться с методическими рекомендациями к выполнению курсового проекта;

подготовить отчет по курсовому проекту;

подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины являются экзамен и защита курсового проекта в 5-м семестре. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения экзамена – устная. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Классификация, основные параметры и характеристики электрических аппаратов.	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
2	Электродинамические силы в электрических аппаратах. Нагрев электрических аппаратов.	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
3	Контакты электрических аппаратов. Электрическая дуга. Электромагнитные механизмы аппаратов.	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
4	Классификация аппаратов управления. Командоаппараты, контроллеры и реостаты.	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.

5	Контакты и магнитные пускатели.	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
6	Реле. Их классификация, характеристики, схемы включения.	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
7	Автоматические выключатели и предохранители.	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
8	Высоковольтные выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели, разрядники, реакторы	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
9	Измерительные трансформаторы тока и напряжения.	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
10	Полупроводниковые усилители, реле тока, напряжения и времени. Тиристорные пускатели. Применение микропроцессоров в управлении коммутационных аппаратов.	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
11	Гибридные контакты и быстродействующие выключатели	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
12	Основные определения, характеристики, параметры и разновидности первичных преобразователей	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
13	Электромагнитные исполнительные устройства, муфты и опоры.	ОПК-4.6	Устный опрос. Контрольные задания.
14	Курсовой проект	ОПК-4.6	Устный опрос.
15	Экзамен	ОПК-4.6	Теоретические вопросы.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ОПК-4.6: тестовые задания

расположены на портале дистанционного обучения СПб ГАСУ по адресу  
<https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=314>

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ОПК-4.6.

Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

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 надежность 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.

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 короткозамкнутым 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. Характеристики электрической дуги постоянного тока. Устойчивое и неустойчивое горение дуги. Энергия, выделяющаяся в дуге при отключении цепей постоянного тока.

22. Контактные системы контакторов. Главные контакты, блок-контакты. Схемы включения.

23. Характеристики дуги переменного тока. Особенности процесса гашения.

Восстанавливающаяся прочность промежутка и восстанавливающееся напряжение.

24. Причины износа контакторов и способы борьбы с этим явлением.

25. Способы гашения электрической дуги постоянного тока и дугогасительные устройства низковольтных воздушных выключателей.

26. Плавкие предохранители. Основные требования и конструкции плавких предохранителей.

27. Способы гашения электрической дуги.

28. Электрический резонанс и способы ее устранения.

29. Применение магнитного поля гашения дуги системы магнитного дугогашения. Виды движения в магнитном поле.

30. Тиристорные контакторы, их схемы, особенности работы, характеристики.

31. Дугогасительные камеры. Их использование для гашения дуги постоянного и переменного тока.

32. Комбинированные контакторы с бездуговой коммутацией. Синхронные выключатели.

33. Перенапряжения, возникающие при гашении дуги и способы их уменьшения. Повторные зажигания дуги.

34. Комбинированные контакторы с бездуговой коммутацией. Схемы включения.

Особенности работы.

35. Магнитные цепи аппаратов. Общие характеристики. Классификация схемы магнитных цепей.

36. Электромагнитные реле напряжения и тока. Назначение, характеристики и схемы.

37. Магнитные цепи электромагнитов постоянного тока.

38. Тепловое реле.

39. Магнитные цепи электромагнитов переменного тока.

40. Поляризованные и быстродействующие реле.

41. Реле времени. Электромагнитные способы ускорения и замедления времени срабатывания реле.

42. Магнитные усилители. Общие сведения. Области использования. Характеристики «вход-выход» в усилительном и релейном режимах.

43. Бесконтактные магнитные реле и логические элементы на магнитных усилителях.

44. Быстродействующие автоматические выключатели.

45. Бесконтактные полупроводниковые реле и логические элементы.

46. Элементы сопротивлений и реостаты. Общие требования. Типы. Пакетные, конечные и путевые выключатели.

47. Первичные измерительные преобразователи (датчики), их разновидности и

характеристики.

48. Магнитоэлектрические, ферродинамические и электромагнитные исполнительные устройства.

49. Бесконтактные электромагнитные муфты и опоры, принцип действия и применения.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ОПК-4.6.

Практические задания расположены на портале дистанционного обучения СПб ГАСУ по адресу <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=314>

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ОПК-4.6.

Примерные темы курсового проекта расположены на портале дистанционного обучения СПб ГАСУ по адресу <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=314>

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим

порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций.

Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 30 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; -знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Акимов Е. Г., Белкин Г. С., Годжелло А. Г., Дегтярь В. Г., Основы теории электрических аппаратов, Санкт-Петербург: Лань, 2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/168796">https://e.lanbook.com/book/168796</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Курбатов П. А., Лепанов М. Г., Розанов Ю. К., Акимов Е. Г., Годжелло А. Г., Райнин В. Е., Электрические и электронные аппараты, Москва: Юрайт, 2023	<a href="https://urait.ru/bcode/511440">https://urait.ru/bcode/511440</a>
1	Синюкова Т. В., Синюков А. В., Электрические и электронные аппараты, Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/74423.html">http://www.iprbookshop.ru/74423.html</a>
2	Синюкова Т. В., Электрические и электронные аппараты, Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/22949.html">http://www.iprbookshop.ru/22949.html</a>
3	Соколов В. Я., Электрические и электронные аппараты, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/33304.html">http://www.iprbookshop.ru/33304.html</a>

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Чунихин А.А. Электрические аппараты: общий курс. Учебник для вузов.-М.: Альянс, 2013. ISBN 5-283-00499-6. Режим доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks159887">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks159887</a>	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks159887">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks159887</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Matlab версия R2019a	Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025

LibreOffice	Свободно распространяемое
-------------	---------------------------

### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

#### Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
71. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
71. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
71. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.