



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
4	Теоретические основы электротехники	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
5	Электроника	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
6	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	Электронные преобразователи зданий и сооружений	ОПК-4.4
5	Электрооборудование зданий и городской среды	ПК-3.3, ПК-2.3
6	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	Контакты 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 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. 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 «продвинутой». 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
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.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)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г

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, аудио-система), 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, аудио-система), 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.

