



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)

Электронные преобразователи зданий и сооружений

направление подготовки/специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

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

Форма обучения заочная

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цели освоения дисциплины: получение студентами основных научно-практических, общесистемных знаний в области современной силовой электроники и преобразователей электрической энергии

Задачи дисциплины:

- обеспечение студентов необходимым объемом теоретических и практических навыков;
- формирование у студентов знаний электротехнических законов;
- знания и умения в области управления и контроля за инженерными системами предприятий;
- умений аналитическими и экспериментальными способами определять параметры и

характеристики типовых электротехнических, электромеханических и электронных элементов и устройств.

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-4.4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств	знает принцип действия наиболее распространенных преобразователей электрической энергии, ведомых сетью: неуправляемых и управляемых выпрямителей при различных видах нагрузки; автономных инверторов; регулируемых преобразователей постоянного и переменного напряжения для электроприводов и электротехнологических установок умеет осуществлять эксплуатацию основных типов преобразователей электрической энергии владеет методикой анализа и моделирования силовых преобразователей

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	Электроника	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2	Теоретические основы электротехники	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3

Электроника

Знать алгоритмы управления электронными преобразователями электрической энергии.

Уметь использовать методы физического моделирования в производственной практике.

Владеть навыками обработки и интерпретирования результатов эксперимента.

Теоретические основы электротехники

Знать основные способы и средства самостоятельного получения, анализа и обобщения информации в области теоретической электротехники.

Уметь составлять и читать схемы электрических и электронных цепей.

Владеть методами анализа и синтеза электрических схем и устройств на основе законов теоретической электротехники.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Диагностика и надежность электрооборудования объектов стройиндустрии	ПК-1.1, ПК-3.1, ПК-3.3
2	Системы защиты электрических сетей городской среды	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3	Электроснабжение зданий и городской среды	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, 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	Курс
			3
Контактная работа	16		16
Лекционные занятия (Лек)	8	0	8
Лабораторные занятия (Лаб)	8	0	8
Иная контактная работа, в том числе:	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
Часы на контроль	8,75		8,75
Самостоятельная работа (СР)	117,75		117,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	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)

№	Разделы дисциплины	Курс	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Классификация, обзор полупроводниковых приборов преобразовательных устройств.										
1.1.	Предмет, задачи и содержание дисциплины. Классификация преобразовательных устройств.	3	1					6	7	ОПК-4.4	
1.2.	Полупроводниковые приборы преобразовательных устройств.	3	1			2		12	15	ОПК-4.4	
2.	2 раздел. Преобразовательные устройства силовой электроники										
2.1.	Неуправляемые и управляемые выпрямители.	3	1			4		12	17	ОПК-4.4	
2.2.	Инверторы, ведомые сетью.	3						12	12	ОПК-4.4	
2.3.	Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока.	3	1					10	11	ОПК-4.4	
3.	3 раздел. Силовые преобразователи и системы управления										
3.1.	Системы управления силовыми преобразователями.	3	2					14	16	ОПК-4.4	
3.2.	Преобразователи переменного напряжения.	3						12	12	ОПК-4.4	
3.3.	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН).	3	2			2		14	18	ОПК-4.4	
3.4.	Автономные инверторы.	3						12	12	ОПК-4.4	
3.5.	Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ).	3						13,75	13,75	ОПК-4.4	

4.	4 раздел. Иная контактная работа										
4.1.	Курсовая работа	3							1,25	ОПК-4.4	
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Экзамен	3							9	ОПК-4.4	

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций									
1	Предмет, задачи и содержание дисциплины. Классификация преобразовательных устройств.	Краткий исторический обзор этапов развития силовой электронной преобразовательной техники. Роль и место преобразовательных устройств в современных производственных процессах и электрохозяйстве строительных объектов, в том числе в создании гибких и энергосберегающих технологий. Классификация и особенности преобразовательных устройств постоянного и переменного тока (выпрямителей, стабилизаторов, регуляторов, инверторов, преобразователей частоты)									
2	Полупроводниковые приборы преобразовательных устройств.	Обзор полупроводниковых приборов преобразовательных устройств. Конструкция, принцип действия, вольтамперные характеристики и параметры тиристоров, транзисторов (биполярных и полевых), оптронов, IGBT- модулей									
3	Неуправляемые и управляемые выпрямители.	Неуправляемые и управляемые выпрямители. Управляемые выпрямители однофазного тока. Коммутация тока, внешние характеристики однофазных выпрямителей средней и большой мощности. Неуправляемые выпрямители трехфазного тока. Схема трехфазного выпрямителя с нулевым выводом и схема трехфазного мостового выпрямителя. Учет коммутации в схемах трехфазных неуправляемых выпрямителей. Мостовой управляемый выпрямитель трехфазного тока. Высшие гармоники в кривой выпрямленного напряжения и первичной обмотки трансформатора выпрямителя. Регулировочные характеристики управляемых выпрямителей. Коэффициент мощности и к.п.д. выпрямителей.									
4	Инверторы, ведомые сетью.	Инверторы, ведомые сетью. Переход от режима выпрямления к режиму инвертирования. Работа однофазного ведомого инвертора с нулевой точкой вторичной обмотки трансформатора. Работа трехфазного мостового ведомого инвертора.									
5	Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока.	Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока. Тиристорный преобразователь с контактным переключателем. Двухкомплектный реверсивный тиристорный преобразователь Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ или циклоконвертеры).									
6	Системы управления силовыми преобразователями.	Системы управления силовыми преобразователями. Общие сведения и классификация систем управления. Способы управления тиристорами: амплитудный, фазовый и импульсный. Системы импульсно-фазового управления работой тиристорov (СИФУ). Синхронные СИФУ. Основные узлы синхронных СИФУ. Асинхронные СИФУ.									
7	Преобразователи переменного напряжения.	Преобразователи переменного напряжения. Методы регулирования переменного напряжения (фазовые,									

		ступенчатый, фазово-ступенчатый, широтноимпульсный метод регулирования переменного напряжения на пониженной частоте). Схемы однофазного и трехфазного преобразователей переменного напряжения с фазовым регулированием. Схемы преобразователей, построенных по другим методам.
8	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН).	Импульсные преобразователи постоянного напряжения Принципы построения импульсных преобразователей постоянного напряжения. Узлы принудительной коммутации тиристоров. Принципы действия узлов принудительной коммутации. Узлы параллельной и последовательной коммутации. ИППН с последовательной коммутацией. Двухтактные ИППН. Реверсивные ИППН.
9	Автономные инверторы.	Автономные инверторы. Их назначение и классификация (АИН, АИТ, АИР). Способы формирования и регулирования выходного напряжения однофазных АИН. Трехфазные АИН. Параллельный АИТ. АИТ с обратным выпрямителем.
10	Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ).	Полупроводниковые преобразователи частоты Классификация полупроводниковых ППЧ по типу промежуточного преобразования первичного напряжения; по виду коммутации (выключения) тиристоров (транзисторов). Функциональная схема ППЧ с промежуточным звеном постоянного тока. Достоинства, недостатки, области применения. Основные параметры и энергетические показатели. Функциональная схема ППЧ с ШИМ. Достоинства, недостатки, области применения. Основные параметры и энергетические показатели.

5.2. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
2	Полупроводниковые приборы преобразовательных устройств.	Исследование выпрямительного диода. Исследование стабилитрона. Исследование однооперационного тиристора. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на лабораторном стенде «Электрические цепи и основы электроники».
2	Полупроводниковые приборы преобразовательных устройств.	Исследование симистора. Исследование биполярного транзистора. Исследование полевого транзистора. Исследование модуля IGBT. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на лабораторном стенде «Электрические цепи и основы электроники».
3	Неуправляемые и управляемые выпрямители.	Исследование схем однофазных неуправляемых выпрямителей. Исследование однофазного управляемого выпрямителя. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на лабораторном стенде «Электрические цепи и основы электроники».
3	Неуправляемые и управляемые выпрямители.	Исследование схем однофазных неуправляемых выпрямителей. Исследование трехфазного неуправляемого выпрямителя с нулевой точкой. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на лабораторном стенде «Электрические цепи и основы электроники». Изучение схем, основных свойств и режимов работы полупроводниковых неуправляемых и управляемых выпрямителей. Экспериментальное определение внешних и регулировочных

		характеристик, а также коэффициентов пульсаций выпрямленного напряжения.
4	Инверторы, ведомые сетью.	Исследование трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя. Исследование трехфазного управляемого выпрямителя. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на лабораторном стенде «Электрические цепи и основы электроники». Изучение схем, основных свойств и режимов работы полупроводниковых неуправляемых и управляемых выпрямителей. Экспериментальное определение внешних и регулировочных характеристик, а также коэффициентов пульсаций выпрямленного напряжения.
5	Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока.	Исследование инверторов, ведомых сетью. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на лабораторном стенде «Электрические цепи и основы электроники». Изучить работу инвертора, ведомого сетью. Снять характеристики инвертора, ведомого сетью. Сопоставить интегральные характеристики инвертора, ведомого сетью.
6	Системы управления силовыми преобразователями.	Исследование генератора пилообразного напряжения. Исследование операционного усилителя. Исследование двухкаскадного RC-усилителя Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на стенде «Электрические машины и привод ЭМП-С-К». Изучение схем цепи, расчет ее параметров, осциллограммы тока/напряжения, результаты измерений и выводы по работам.
6	Системы управления силовыми преобразователями.	Исследование системы управления силового преобразователя для электропривода с асинхронным двигателем. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на стенде «Электрические машины и привод ЭМП-С-К».
7	Преобразователи переменного напряжения.	Исследование преобразователя переменного напряжения. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на стенде «Электрические машины и привод ЭМП-С-К».
8	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН).	Исследование импульсного преобразователя постоянного напряжения. Исследование параметрического стабилизатора напряжения. Исследование компенсационного стабилизатора напряжения. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на стенде «Электрические машины и привод ЭМП-С-К».
9	Автономные инверторы.	Исследование автономного инвертора. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на лабораторном стенде «Электрические цепи и основы электроники».
10	Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ).	Исследование полупроводникового преобразователя частоты. Экспериментальная часть проводится в лаборатории ЭиЭ на лабораторном стенде «Электрические цепи и основы электроники».

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Предмет, задачи и содержание дисциплины. Классификация	Предмет, задачи и содержание дисциплины. Классификация преобразовательных устройств. Освоение теоретического материала по темам 1-го раздела. Подготовка конспекта.

	преобразовательных устройств.	
2	Полупроводниковые приборы преобразовательных устройств.	Обзор полупроводниковых приборов преобразовательных устройств. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Оформление отчета по ЛР.
3	Неуправляемые и управляемые выпрямители.	Неуправляемые и управляемые выпрямители. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Оформление отчета по ЛР.
4	Инверторы, ведомые сетью.	Инверторы, ведомые сетью. Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций.
5	Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока.	Полупроводниковые преобразователи Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций.
6	Системы управления силовыми преобразователями.	Системы управления силовыми преобразователями. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций.
7	Преобразователи переменного напряжения.	Сравнительная характеристика преобразователей, использующих различные методы регулирования. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций.
8	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН).	Импульсные преобразователи постоянного напряжения Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Оформление отчета по ЛР.
9	Автономные инверторы.	Автономные инверторы. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций.
10	Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ).	Основные типы ППЧ, выпускаемые отечественными и зарубежными производителями. Освоение теоретического материала. Подготовка конспекта лекций.

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

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал 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 лабораторным работам;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к написанию курсовой работы;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса.

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 лабораторным занятиям.

При подготовке к лабораторным занятиям, курсовой работы 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;

ознакомиться с методическими рекомендациями к выполнению лабораторных работ;

подготовить отчеты по выполненным лабораторным работам;

ознакомиться с методическими рекомендациями к выполнению курсовой работы;

подготовить отчет по курсовой работе;

подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины являются экзамен и защита курсовой работы. 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	Предмет, задачи и содержание дисциплины. Классификация преобразовательных устройств.	ОПК-4.4	Устный опрос. Тесты.
2	Полупроводниковые приборы преобразовательных устройств.	ОПК-4.4	Устный опрос. Тесты.
3	Неуправляемые и управляемые выпрямители.	ОПК-4.4	Устный опрос. Тесты.
4	Инверторы, ведомые сетью.	ОПК-4.4	Устный опрос. Тесты.
5	Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока.	ОПК-4.4	Устный опрос. Тесты.
6	Системы управления силовыми	ОПК-4.4	Устный опрос. Тесты.

	преобразователями.		
7	Преобразователи переменного напряжения.	ОПК-4.4	Устный опрос. Тесты.
8	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН).	ОПК-4.4	Устный опрос. Тесты.
9	Автономные инверторы.	ОПК-4.4	Устный опрос. Тесты.
10	Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ).	ОПК-4.4	Устный опрос. Тесты.
11	Курсовая работа	ОПК-4.4	Устный опрос.
12	Экзамен	ОПК-4.4	Устный опрос.

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-4.4:

тестовые задания размещены на портале дистанционного обучения СПбГАСУ по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=66>

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

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<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</p> <p>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</p> <p>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;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>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

1. Устройство и принцип действия обычного (асимметричного) тиристора.
2. Объясните вид выходной ВАХ тиристора.
3. Каково назначение диаграммы управления и как ею пользоваться?
4. От чего и как зависит переходный процесс при включении тиристора?
5. Как протекает процесс выключения тиристора?
6. Почему напряжение на тиристоре не может нарастать слишком быстро?
7. Перечислите основные параметры тиристорov (по току, напряжению, динамические и цепи управления).
8. Какие разновидности тиристорov вы знаете? Область их применения.
9. Поясните процесс выключения запираемых тиристорov GTO и GCT.
10. Эквивалентная схема и принцип работы полевого тиристора.
11. Назовите виды стабилизаторов напряжения и укажите их области применения.
12. Какие параметры характеризуют стабилизаторы постоянного напряжения?
13. Поясните принцип действия непрерывного стабилизатора постоянного напряжения и укажите его преимущества и недостатки.
14. Поясните принцип действия импульсного стабилизатора постоянного напряжения и укажите его преимущества и недостатки.
15. Какие требования предъявляются к системам защиты полупроводниковых преобразователей?
16. Какие виды перенапряжений возникают в процессе работы полупроводниковых вентиляей?
17. Перечислите основные элементы защиты по току электронных устройств.
18. Назовите основные параметры предохранителей.
19. Как осуществляется выбор плавкого предохранителя для защиты силовых ключей?
20. Принцип работы самовосстанавливающего предохранителя. Его основные достоинства и недостатки по сравнению с быстродействующими плавкими предохранителями.
21. Какие разновидности элементов для ограничения перенапряжений вы знаете?
22. Перечислите основные параметры газовых разрядников, варисторов и супрессоров.
23. Сформулируйте основные преимущества, недостатки и области применения основных элементов защиты от перенапряжений.
24. Каковы пути улучшения $\cos \varphi$ выпрямителя?
25. Каковы пути улучшения коэффициента пульсаций?
26. Поясните преимущества условно двенадцатифазной схемы.
27. Объясните принципы действия схем, повышающих коэффициент мощности.
28. Почему нельзя обеспечить опережающий угол сдвига при естественной коммутации?
29. Какие трудности возникают при применении конденсаторных батарей и питании от сети вентиляейных преобразователей?
30. Каков принцип действия конденсаторно -реакторных компенсаторов?
31. Для чего и в каких устройствах применяют пассивные фильтры?
32. Что такое активный фильтр и каков принцип его действия?
33. Что такое вентиляейный компенсатор пассивной мощности и каков принцип его действия?
34. Что такое выпрямитель с корректором коэффициента мощности и каков принцип его действия?
35. Где применяются выпрямители с корректором коэффициента мощности?
36. В чем преимущество вентиляейных преобразователей-компенсаторов пассивной мощности?
37. Что такое комбинированная СЭС?
38. Как борются с колебаниями напряжения сети?

Контрольные вопросы для аттестации итогового освоения дисциплины:

1. Однофазный однополупериодный выпрямитель
2. Виды фильтров
3. Однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом, работающий на

активную нагрузку

4. Однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом, работающий на активно-индуктивную нагрузку
5. Однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом, работающий на активно-емкостную нагрузку
6. Однофазный мостовой выпрямитель
7. Управляемый однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом, работающий на активную нагрузку
8. Управляемый однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом, работающий на активно-индуктивную нагрузку
9. Управляемый однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом и нулевым диодом, работающий на активно-индуктивную нагрузку
10. Управляемый однофазный мостовой выпрямитель
11. Управляемый однофазный мостовой выпрямитель с неполным числом управляемых вентилях
12. Коммутация в выпрямителях средней и большой мощности
13. Трехфазный выпрямитель с нулевым выводом
14. Трехфазный мостовой выпрямитель
15. Управляемый трехфазный мостовой выпрямитель
16. Инверторы ведомые сетью. Перевод в режим инвертирования
17. Реверсивный тиристорный преобразователь с контактным переключателем
18. Реверсивный тиристорный преобразователь с совместным управлением двух тиристорных групп
19. Тиристорный преобразователь для управления двигателем постоянного тока
20. Непосредственные преобразователи частоты
21. Система импульсно-фазового управления тиристорами
22. Импульсные преобразователи постоянного напряжения
23. Автономные инверторы

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания размещены на портале дистанционного обучения СПб ГАСУ по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=66>

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

В течение семестра студенты выполняют курсовой проект на тему: «Разработка силового электронного преобразователя».

Работа состоит из введения, расчетной части силового электронного преобразователя, заключительной части.

Во введении приводятся задание на проектирование и исходные данные: номер варианта задания с указанием назначения объекта и численных значений исходных показателей.

В расчетной части работы должны быть решены следующие вопросы:

- Расчет механических нагрузок;
- Выбор механической части лифта.
- Выбор электрооборудования лифта.
- Расчет производительности лифта.
- Расчет точности остановки лифта.

Методические указания к выполнению курсовой работы размещены на портале дистанционного обучения СПб ГАСУ по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=66>

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»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	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.	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

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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.
умения	<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>

владение навыками	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.	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.	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.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	--	---	---	--

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
<u>Основная литература</u>		
1	Зиновьев Г. С., Силовая электроника в 2 ч. Часть 2, Москва: Издательство Юрайт, 2018	https://urait.ru/bcode/422382
2	Башлыков А. М., Силовая электроника, Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013	http://www.iprbookshop.ru/22933.html
3	Белоус А. И., Ефименко С. А., Турцевич А. С., Полупроводниковая силовая электроника, Москва: Техносфера, 2013	http://www.iprbookshop.ru/31876.html
4	Зиновьев Г. С., Силовая электроника в 2 ч. Часть 1, Москва: Издательство Юрайт, 2018	https://urait.ru/bcode/422381
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Розанов Ю. К., Лепанов М. Г., Силовая электроника, Москва: Издательство Юрайт, 2019	https://urait.ru/bcode/437803

1	Удовиченко А. В., Гришанов Е. В., Кучак С. В., Сараханова Р. Ю., Силовая электроника, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2021	https://www.iprbooks hop.ru/126627.html
---	--	---

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
Фролов, В.Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab-Simulink [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Я. Фролов, В.В. Смородинов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 332 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93780 .	https://e.lanbook.com/book/93780
Смирнов, Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 496 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/12948 . — Загл. с экрана	https://e.lanbook.com/book/12948
Семенов Б.Ю. Силовая электроника. Профессиональные решения [Электронный ресурс] / Б.Ю. Семенов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 415 с. — 978-5-4488-0057-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63586.html	http://www.iprbookshop.ru/63586.html

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/

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

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
01. 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
01. Учебная лаборатория электроэнергетики и электротехники: Ул. Егорова д.5/8 Ауд. 232Е,	Комплект типового лабораторного оборудования «Автоматика на основе программируемого контроллера» - 8 шт. Учебный стенд «Умный дом»
01. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), 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
01. 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.