



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Силовые электронные преобразователи зданий и сооружений

направление подготовки/специальность 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Электрохозяйство зданий и сооружений

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

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

получение студентами основных научно-практических, общесистемных знаний в области современной силовой электроники и преобразователей электрической энергии.

- подготовка студентов в области силовой электроники и преобразовательной техники для управления состоянием инженерных систем объектов строительства;
- приобретение знаний и умений в области средств управления и контроля за инженерными системами предприятий

## 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
ПК-2 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения и электрооборудования зданий и сооружений	ПК-2.1 Осуществляет разработку технического задания	<b>знает</b> принцип действия наиболее распространенных преобразователей электрической энергии: неуправляемых и управляемых выпрямителей при различных видах нагрузки, ведомых сетью и автономных инверторов; регулируемых преобразователей постоянного и переменного напряжения для электроприводов и электротехнологических установок <b>умеет</b> осуществлять эксплуатацию основных типов преобразователей электрической энергии <b>владеет</b> методами выбора и расчета рабочих режимов силовых полупроводниковых приборов
ПК-3 Способен участвовать в конструкторской деятельности в области электроснабжения и электрооборудования зданий и сооружений	ПК-3.1 Проводит расчет параметров электротехнического узла (ов) и/или системы	<b>знает</b> методики расчета и выбора силовых полупроводниковых приборов, трансформаторов и других элементов основных типов преобразователей электрической энергии <b>умеет</b> провести расчеты силовых элементов основных типов преобразователей, их испытания и применением современных средств вычислительной и измерительной техники <b>владеет</b> навыками обработки и интерпретации экспериментальных и расчетных данных

<p>ПК-4 Способен разрабатывать управляющие программы для систем регулирования, проектировать новые автоматизированные системы управления</p>	<p>ПК-4.1 Обосновывает достоинства и недостатки разных концепций построения систем автоматизации управления зданиями и сооружениями</p>	<p><b>знает</b> особенности электромагнитных процессов и энергетические характеристики основных типов силовых преобразователей электрической энергии, степень их влияния на качество напряжения в системе электроснабжения</p> <p><b>умеет</b> самостоятельно использовать и применять различные методы исследования в своей профессиональной деятельности</p> <p><b>владеет</b> навыками работы со специализированной справочной литературой и нормативно-техническими материалами</p>
--	---	---

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.2.ДВ.01.01 основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Автоматизация управления инженерными системами

знать технические, энергоэффективные и экологические требования, предъявляемые электрическим и электронным аппаратам

уметь осуществлять выбор электронных аппаратов в соответствии с техническим заданием

владеть навыками работы с технической и справочной литературой

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Современное электрооборудование объектов строительства	ПК-1.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2	Электроснабжение и режимы объектов строительства и стройиндустрии	ПК-1.1, ПК-5.1, ПК-5.2

**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
			1
<b>Контактная работа</b>	32		32
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	16	0	16
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,8		0,8
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача			
<b>Часы на контроль</b>	4		4
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	71,2		71,2
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	108		108
<b>зачетные единицы:</b>	3		3

**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	Семестр	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.	1	1					4,3	5,3	ПК-4.1	
1.2.	Обзор полупроводниковых приборов преобразовательных устройств	1	1					6	7	ПК-2.1, ПК-4.1	
2.	2 раздел. Преобразовательные устройства силовой электроники										
2.1.	Неуправляемые и управляемые выпрямители.	1	2		2			10	14	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	
2.2.	Инверторы, ведомые сетью. Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока.	1	2		2			10	14	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	
2.3.	Системы управления силовыми преобразователями	1	2		2			10	14	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	
2.4.	Преобразователи переменного напряжения	1	2		2			10	14	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	
2.5.	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН).	1	2		2			10	14	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	
2.6.	Автономные инверторы. Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ).	1	4		6			10,9	20,9	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	

3.	3 раздел. Иная контактная работа										
3.1.	Контрольная работа	1							0,8	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	
4.	4 раздел. Контроль										
4.1.	Зачет	1							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	Обзор полупроводниковых приборов 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. Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока.	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.  Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока. Тиристорный преобразователь с контактным переключателем. Двухкомплектный реверсивный тиристорный преобразователь. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ или циклоконвертеры).									
5	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 тиристоров (СИФУ). Синхронные СИФУ. Основные узлы синхронных СИФУ. Асинхронные СИФУ.									
6	Преобразователи	Преобразователи переменного напряжения. Методы регулирования									

	переменного напряжения	переменного напряжения (фазовые, ступенчатый, фазово-ступенчатый, широтно-импульсный метод регулирования переменного напряжения на пониженной частоте). Схемы однофазного и трехфазного преобразователей переменного напряжения с фазовым регулированием. Схемы преобразователей, построенных по другим методам. Сравнительная характеристика преобразователей, использующих различные методы регулирования.
7	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН).	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН). 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.
8	Автономные инверторы. Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ).	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.  Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ). 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. Основные типы ППЧ, выпускаемые отечественными и зарубежными производителями

## 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
3	Неуправляемые и управляемые выпрямители.	Расчет выпрямителей. Расчет рабочего режима силового полупроводникового прибора (СПП)
4	Инверторы, ведомые сетью. Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока.	Расчет инвертора. Расчет преобразователя.
5	Системы управления силовыми преобразователями	Расчет системы управления. Расчеты и построение схемы систем управления
6	Преобразователи переменного напряжения	Расчет ППР.
7	Импульсные преобразователи постоянного	Расчет ИППН

	напряжения (ИППН).	
8	Автономные инверторы. Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ).	Расчет автономного инвертора. Расчет искажений напряжений питающей сети. Расчет ППЧ. Контрольная работа.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Предмет, задачи и содержание дисциплины. Классификация преобразовательных устройств.	Предмет, задачи и содержание дисциплины. Классификация преобразовательных устройств. Освоение теоретического материала по темам 1-го раздела. Подготовка конспекта.
2	Обзор полупроводниковых приборов преобразовательных устройств	Обзор полупроводниковых приборов преобразовательных устройств. Освоение теоретического материала по темам 1-го раздела. Подготовка конспекта
3	Неуправляемые и управляемые выпрямители.	Неуправляемые и управляемые выпрямители. Подготовка конспекта. Подготовка к практическим занятиям. Отчет по ПЗ №1,2
4	Инверторы, ведомые сетью. Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока.	Инверторы, ведомые сетью. Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока. Освоение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям. Отчет по ПЗ №3,4
5	Системы управления силовыми преобразователями	Системы управления силовыми преобразователями Освоение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям. Отчет по ПЗ №5. Подготовка к контрольной работе.
6	Преобразователи переменного напряжения	Преобразователи переменного напряжения Освоение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям. Отчет по ПЗ №6. Подготовка к контрольной работе.
7	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН).	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН). Освоение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. Отчет по ПЗ №6. Подготовка к контрольной работе.
8	Автономные инверторы. Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ).	Автономные инверторы. Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ). Освоение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям. Отчет по ПЗ №7,8,9. Подготовка к контрольной работе. Выполнение теста.

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

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических 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 выполнению контрольной работы;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету.

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, 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;

подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины являются зачет в 1-м семестре. Форма проведения зачета - 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.	ПК-4.1	Контрольная работа. Тесты.
2	Обзор полупроводниковых приборов преобразовательных устройств	ПК-2.1, ПК-4.1	Контрольная работа. Тесты.
3	Неуправляемые и управляемые выпрямители.	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	
4	Инверторы, ведомые сетью. Полупроводниковые преобразователи для электропривода постоянного и переменного тока.	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	Контрольная работа. Тесты.
5	Системы управления силовыми преобразователями	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	Контрольная работа. тесты.
6	Преобразователи переменного напряжения	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	Контрольная работа. Тесты.

7	Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ИППН).	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	Контрольная работа. Тесты.
8	Автономные инверторы. Полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ).	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	Контрольная работа. Тесты.
9	Контрольная работа	ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1	
10	Зачет		Тесты. Контрольная работа. 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 ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-4.1:

#### Контрольная работа

1. Построение силовой схемы выпрямителя и блок- схемы системы фазового управления вентилями.
2. Расчет номинального рабочего режима выпрямителя.
3. Построение временных диаграмм работы выпрямителя.
4. Построение энергетических характеристик выпрямителя.
5. Расчет гармонического состава фазных токов выпрямителя и величины искажений сетевого напряжения.
6. Расчет баланса мощности выпрямителя.
7. Расчет параметров силового фильтра.
8. Выбор силовых вентилялей и проверка их тепловых режимов.

Тестовые задания размещены на портале дистанционного обучения СПб ГАСУ по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=283>

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 ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-

4.1)

1. Определение мощности потерь в СПП.
2. Схемы формирования импульсов управления тиристорами.
3. Способы фазового управления тиристорами.
4. Методы расчета тепловых режимов СПП.
5. Динамические параметры СПП.
6. Остаточные параметры тиристорного ключа.
7. Понятие естественной и искусственной коммутации тиристорov. Принципы построения схем искусственной коммутации.
8. Характеристики быстрodeйствия тиристорного коммутатора переменного тока с естественной и искусственной коммутацией вентилей.
9. Особенности построения трехфазных тиристорных коммутаторов.
10. Разновидности выпрямителей.
11. Коммутационные процессы в выпрямителе, параметры, определяющие величину угла коммутации.
12. Общепринятые допущения, принимаемые при исследовании силовых выпрямителей.

13. Коэффициенты преобразования выпрямителя по току, напряжению и мощности.
14. Выбор вентиля для выпрямителя и расчет их тепловых режимов.
15. Величина реактивной мощности, потребляемая неуправляемым силовым выпрямителем.
16. Управляемые выпрямители, способы регулирования величины выпрямленного напряжения
17. Влияние углов управления вентилями выпрямителя на его энергетические характеристики.
18. Внешние характеристики управляемого трехфазного мостового выпрямителя и режимы его работы.
19. Основные типы сложных схем выпрямителя.
20. Специальные схемы выпрямителей: компенсированные выпрямители, несимметричные.
21. Инверторный режим работы выпрямителей.
22. Гармонический состав фазных токов трехфазного мостового выпрямителя.
23. Методика анализа искажений напряжения сети, питающей силовой выпрямитель.
24. Классификация тиристорных регуляторов-стабилизаторов напряжения, тока, мощности.
25. Энергетические характеристики фазорегулируемой биполярной тиристорной ячейки.
26. Особенности работы фазорегулируемых регуляторов переменного тока в однофазных и трехфазных с трех- и четырехпроводных системах.
27. Основные типы статических преобразователей частоты.
28. Принцип действия и основные типы автономных инверторов.
29. Основные характеристики выпрямительно-инверторных преобразователей частоты.
30. Основные характеристики преобразователей частоты с непосредственной связью с естественной и искусственной коммутацией вентиля.
31. Особенности формирования питающего напряжения для частотно-регулируемых электроприводов.
32. Области применения вентильных преобразователей параметров электроэнергии.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ПК-2.1, ПК-3.1, ПК - 4.1.

Практические задания размещены на портале дистанционного обучения СПб ГАСУ по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=283>

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

Не предусмотрено учебным планом

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 зачета.

Зачет проводится в форме собеседования.

#### 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 «продвинутый». 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	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.	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.	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.	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>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>Основная литература</b>		
1	Семенов Б. Ю., Силовая электроника: профессиональные решения, Саратов: Профобразование, 2019	<a href="https://www.iprbooks-hop.ru/88008.html">https://www.iprbooks-hop.ru/88008.html</a>
1	Башлыков А. М., Силовая электроника, Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/22933.html">http://www.iprbookshop.ru/22933.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
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/93780">https://e.lanbook.com/book/93780</a> .	<a href="https://e.lanbook.com/book/93780">https://e.lanbook.com/book/93780</a>
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/12948">https://e.lanbook.com/book/12948</a> . — Загл. с экрана	<a href="https://e.lanbook.com/book/12948">https://e.lanbook.com/book/12948</a>
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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/63586.html">http://www.iprbookshop.ru/63586.html</a>	<a href="http://www.iprbookshop.ru/63586.html">http://www.iprbookshop.ru/63586.html</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>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</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

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
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. 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. ПО Microsoft Windows 10

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