

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Промышленная электроника»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	13.03.02
Наименование направления подготовки	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	очно-заочная

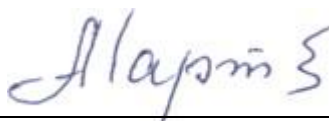
Санкт-Петербург – 2023

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент каф. №32, к.т.н.,  
доцент

---

(должность, уч. степень, звание)

---

(подпись, дата)

А.А. Мартынов

---

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«24» апреля 2023 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 32

доц., к.т.н., доц.

---

(уч. степень, звание)

---

(подпись, дата)

С.В. Солёный

---

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(03)

доц., к.т.н., доц.

---

(должность, уч. степень, звание)

---

(подпись, дата)

О.Я. Солёная

---

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преподаватель

---

(должность, уч. степень, звание)

---

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

---

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Промышленная электроника» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-4 «Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с:

- устройства, принципа работы и характеристик полупроводниковых преобразователей электрической энергии промышленной электроники;
- методик расчета и проектирования полупроводниковых устройств и систем промышленной электроники;

В области воспитания личности целью подготовки по данной дисциплине является формирование основ общекультурных и профессиональных компетенций для приобретения качеств, необходимых специалисту по промышленной электронике, таких как целеустремленность, организованность, трудолюбие, ответственность, гражданственность, коммуникативность и способность к саморазвитию и самообразованию и др.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений по современным устройствам и системам промышленной электроники, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в схемных решениях, математических моделях, свойствах и характеристиках устройств и систем промышленной электроники. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик устройств и систем промышленной электроники, проводить элементарные лабораторные испытания устройств и систем промышленной электроники.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.Д.4 демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Физика», «Электротехника», «Электромагнитные и полупроводниковые преобразователи электрической энергии», «Электроника».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Проектирование элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок»,
- «Электрические аппараты»,
- «Нетрадиционная электромеханика»,
- «Схемотехника».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№5	№6

1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины,</b> ЗЕ/ (час)	7/ 252	3/ 108	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>			
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	102	51	51
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	63	27	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	87	30	57
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 5</b>					
Раздел 1. Полупроводниковые приборы силовой электроники	2	2	2		2
Тема 1.1. Устройство, принцип работы, характеристики диодов, тиристоров, биполярных транзисторов					
Тема 1.2. Устройство, принцип работы, характеристики полевых транзисторов, IGBT транзисторов, драйверы- схемы подключения					
Раздел 2. Выпрямители	6	6	4		10
Тема 2.1. Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей.					
Тема 2.2. Многофазные выпрямители					
Тема 2.3. Активные выпрямители					
Тема 2.4. Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя					
Тема 2.5. Искажение формы тока, потребляемого выпрямителем из питающей сети					

Тема 2.6. Система импульсно-фазового управления					
Тема 2.7. Энергетические показатели выпрямителя.					
Раздел 3. Зависимые инверторы	3	3	2		5
Тема 3.1. Зависимый инвертор, выполненный на однооперационных тиристорах					
Тема 3.2. Зависимый инвертор, выполненный на управляемых вентилях					
Раздел 4. Автономные инверторы	4	4	7		10
Тема 4.1. Однофазные инверторы тока параллельного и последовательного типа					
Тема 4.2. Однофазные инверторы тока последовательно- параллельного типа					
Тема 4.3. Однофазные инверторы напряжения					
Тема 4.4. Трехфазные инверторы напряжения					
Тема 4.5. Инверторы напряжения с ШИМ выходного напряжения					
Раздел 5. Регуляторы напряжения переменного тока	2	2	2		3
Тема 5.1. Регуляторы напряжения переменного тока на однооперационных тиристорах и полностью управляемых вентилях					
Тема 5.2. Трехфазные регуляторы напряжения переменного тока					
Итого в семестре	17	17	17		30
Семестр 6					
Раздел 6. Преобразователи частоты	4		2		5
Тема 6.1. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока					
Тема 6.2. Преобразователи частоты без звена постоянного тока					
Раздел 7. Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)	7		15		7
Тема 7.1. ППТ с последовательным ключевым элементом					
Тема 7.2. ППТ с параллельным ключевым элементом					
Тема 7.3. Однотактный прямоходовой конвертор					

Тема 7.4. Однотактный обратноходовой конвертор					
Тема 7.5. Двухтактный конвертор с трансформаторной связью цепи нагрузки и источника питания					
Тема 7.6. Входной фильтр конвертора					
Тема 7.7. Схема управления однотактных конверторов					
Раздел 8. Методики проектирования ВИП	5				8
Тема 8.1. Методика проектирования ППТ с последовательным ключевым элементом					
Тема 8.2. Методика проектирования ППТ с параллельным ключевым элементом					
Тема 8.3. Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора					
Тема 8.4. Методика проектирования однотактного обратноходового конвертора					
Тема 8.5. Методика проектирования двухтактного конвертора					
Тема 8.6. Методика проектирования выпрямителя с сетевым трансформатором					
Тема 8.7. Методика проектирования активных выпрямителей					
Тема 8.8. Статический расчет стабилизатора напряжения					
Раздел 9. Защита силовых схем полупроводниковых преобразователей					
Тема 9.1. Защита от сверхтоков	1				5
Тема 9.2. Защита от перенапряжений					
Выполнение курсовой работы				17	15
Итого: Итого в семестре:	17		17	17	57
Итого:	34	17	34	17	87

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1	Полупроводниковые приборы силовой электроники
Тема 1.1	Устройство, принцип работы, вольт-амперные характеристики диодов, тиристоров, биполярных транзисторов, потери мощности.
Тема 1.2	Устройство, принцип работы, вольт-амперные характеристики полевых транзисторов, IGBT транзисторов, потери мощности. Драйверы- схемы подключения драйвера к транзистору
Раздел 2.	Выпрямители
Тема 2.1	Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей.
Тема 2.2	Многофазные выпрямители: схемы, характеристики, достоинства и недостатки многофазных схем выпрямления. Внешние и регулировочные характеристики. Передаточная функция управляемого выпрямителя.
Тема 2.3	Активные выпрямители (АВ). АВ тока, АВ напряжения: устройство, принцип работы, регулировочные и внешние характеристики
Тема 2.4.	Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя
Тема 2.5	Искажение формы тока, потребляемого выпрямителем из питающей сети. Коэффициент искажения формы тока, потребляемого выпрямителем из питающей сети
Тема 2.6	Система импульсно-фазового управления (СИФУ): устройство, принцип работы, регулировочные характеристики СИФУ при линейной и косинусоидальной форме опорного сигнала. Передаточная функция СИФУ.
Тема 2.7.	Энергетические показатели выпрямителей. Влияние фазности выпрямителя на энергетические показатели управляемого выпрямителя. Энергетические показатели активного выпрямителя.
Раздел 3	Зависимые инверторы
Тема 3.1	. Устройство, принцип работы, внешние характеристики зависимого инвертора, выполненного на однооперационных тиристорах
Тема 3.2	Устройство, принцип работы, внешние характеристики зависимого инвертора, выполненного на управляемых вентилях
Раздел 4	Автономные инверторы
Тема 4.1	Устройства, принцип работы, характеристики однофазных инверторов тока



	параллельного и последовательного типа
Тема 4.2	Устройства, принцип работы, характеристики однофазного инвертора тока последовательно-параллельного типа
Тема 4.3	Устройства, принцип работы, характеристики однофазного инвертора напряжения
Тема 4.4	Устройства, принцип работы, характеристики трехфазного инвертора напряжения с широтным регулированием выходного напряжения
Тема 4.5	Устройства, принцип работы, характеристики инвертора напряжения с ШИМ выходного напряжения
Раздел 5	Регуляторы напряжения переменного тока,
Тема 5.1	Регуляторы напряжения переменного тока, выполненные на однооперационных тиристорах и полностью управляемых вентилях: устройство, принцип работы, характеристики
Тема 5.2	Трехфазные регуляторы напряжения переменного тока: устройство, принцип работы, характеристики
Раздел 6	Преобразователи частоты
Тема 6.1	Устройство, принцип работы, характеристики преобразователя частоты со звеном постоянного тока
Тема 6.2	Устройство, принцип работы, характеристики преобразователя частоты без звена постоянного тока
Раздел 7	Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)
Тема 7.1	Устройство, принцип работы, характеристики ППТ с последовательным ключевым элементом
Тема 7.2	Устройство, принцип работы, характеристики ППТ с параллельным ключевым элементом
Тема 7.3	Устройство, принцип работы, характеристики однотактного прямоходового конвертора
Тема 7.4	Устройство, принцип работы, характеристики однотактного обратногоходового конвертора
Тема 7.5	Устройство, принцип работы, характеристики двухтактного конвертора с трансформаторной связью цепи нагрузки и источником питания
Тема 7.6	Устройство, принцип работы входного фильтра конвертора
Тема 7.7	Устройство, принцип работы схема управления однотактного конвертора
Раздел 8.	Методики проектирования ВИП
Тема 8.1.	Методика проектирования ППТ с последовательным ключевым элементом

Тема 8.2.	Методика проектирования ППТ с параллельным ключевым элементом
Тема 8.3.	Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора
Тема 8.4.	Методика проектирования однотактного обратногоходового конвертора
Тема 8.5.	Методика проектирования двухтактного конвертора
Тема 8.6.	Методика проектирования выпрямителя с сетевым трансформатором
Тема 8.7.	Методика проектирования активных выпрямителей
Тема 8.8.	Статический расчет стабилизатора напряжения
Раздел 9	Защита силовых схем полупроводниковых преобразователей
Тема 9.1	Схемы, сравнительные характеристики устройств защиты устройств силовой электроники от сверхтоков.
Тема 9.2.	Схемы, сравнительные характеристики устройств защиты устройств силовой электроники от перенапряжений.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5					
1	Расчет сетевого трансформатора для однофазного выпрямителя	Решение задач	2	2	2.2; 8.6
2	Выбор диодов и тиристоров для выпрямителей. Расчет параметров сглаживающего фильтра	Решение задач	2	2	2.2
3	Расчет энергетических показателей управляемого выпрямителя, выполненного на однооперационных тиристорах	Решение задач	2	2	2.7
4	Методика расчета инвертора напряжения	Решение задач	3	3	4.3
5	Методика расчета выходного фильтра инвертора напряжения	Решение задач	2	2	4.3
6	Методика расчета ППТ с последовательным ключевым элементом	Решение задач	2	2	8.1

7	Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора	Решение задач	2	2	8.3
8	Методика проектирования однотактного обратногоходового конвертора	Решение задач	2	2	8.4
Итого в семестре 5			17	17	
Всего:			17	17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Вольт-амперные характеристики диода, стабилитрона, светодиода, тиристора, запираемого тиристора	2		1.1
2	Регулятор напряжения переменного тока	2		5.2
3	Трехфазный однотактный управляемый выпрямитель	2		2.2
4	Реверсивный выпрямитель	3		2
5	Однофазный инвертор тока параллельного типа	2		4.1
6	Однофазный инвертор тока последовательного типа	2		4.1
7	Однофазный инвертор напряжения с широтным регулированием	2		4.4
8	Однофазный инвертор напряжения с ШИМ	2		4.5
Итого в семестре 5		17		
Семестр 6				
9	ППТ с последовательным ключевым элементом (ППТ-1)	4		7.1

10	ППТ с параллельным ключевым элементом (ППТ-2)	4		7.2
11	Двухкаскадный ППТ: (ППТ-1) +(ППТ-2)	4		7.2
12	Двухкаскадный ППТ: (ППТ-2) +(ППТ-1)	4		7.2
13	Двухтактный ППТ при симметричном управлении	4		7.5
14	Двухтактный ППТ при несимметричном управлении	4		7.5
15	Корректор коэффициента мощности	4		7.3
16	Стабилизатор напряжения	4		8.8
17	Преобразователь частоты	2		6.1
	Итого в семестре 6	34		
	Всего:	51		

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта: Развитие и укрепление навыков к саморазвитию и самообразованию. Развитие умения принятия обоснованных решений при решении инженерных задач. Развитие умения самостоятельно решать практические инженерные задачи, используя знания, освоенные при изучении теоретической части курса

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час	Семестр 6, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	42	15	27
Курсовое проектирование (КП, КР)	15		15
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	14	7	7
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	16	8	8
Всего:	87	30	57

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

## 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.311 М29	1.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть I. Учебное пособие. Выпрямители и регуляторы переменного напряжения. ГУАП. СПб. 2011. 186с.	70
621.31 М29	2.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть II. Учебное пособие. Инверторы напряжения и преобразователи частоты. ГУАП. СПб.2012. 146с.	70
621.311 М29	3. Мартынов А.А.. Проектирование импульсных полупроводниковых преобразователей постоянного напряжения в постоянное напряжение: учеб. пособие/А.А. Мартынов. СПб.: СПбГУАП, 2011. 216 с.:	70
621.382 М29	4.Мартынов А.А. Силовая электроника: учеб. –метод. Пособие/А.А. Мартынов.- СПб.: ГУАП, 2015.-214с.	70
621.314 М29	5.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть I / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 187 с.:	35
621.314 М29	6.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть II / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2017. 157 с	35

## 7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://194.226.30/32/book.htm">URL:http://194.226.30/32/book.htm</a>	Библиотека Администрации Президента РФ [Электронный ресурс]
URL:http://imin.urc.ac.ru	Виртуальные библиотеки [Электронный ресурс].
URL:http://www.rsl.ru	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс].

URL:http://web.ido.ru	Электронная библиотека [Электронный ресурс].
URL:http://gpntb.ru	Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс].
http://window.edu.ru/	Информационный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-21
2	Специализированная лаборатория «Преобразовательная техника»	51-06-01
3	Специализированная лаборатория «Электрический привод»	31-01

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Примерный перечень вопросов для тестов.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться

100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу, излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена 5 семестра

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена 5 семестра	Код индикатора
1.	Применение метода мгновенных значений при исследовании устройств силовой электроники.	ОПК-4.Д.4
2.	Применение методов полезной составляющей и эквивалентных источников при исследовании устройств силовой электроники.	ОПК-4.Д.4
3	Реальные и идеальные вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов, тиристоров и транзисторов.	ОПК-4.Д.4
4.	Однофазный одноконтурный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
5.	Однофазный мостовой выпрямитель: схема, временные	ОПК-4.Д.4

	диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.	
6.	Трехфазный однотактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
7.	Особенности работы трансформатора в трехфазном однотактном выпрямителе.	ОПК-4.Д.4
8.	Трехфазный однотактный управляемый выпрямитель: схема, принцип работы, вывод выражения .	ОПК-4.Д.4
9.	Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель: схема, временные диаграммы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
10.	Шестифазный однотактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
11	Влияние индуктивности нагрузки на работу управляемого выпрямителя. Пояснить на примере любой схемы выпрямителя.	ОПК-4.Д.4
12	Коммутация тока в выпрямителях: влияние на величину выпрямленного напряжения, вывод выражения для угла коммутации .	ОПК-4.Д.4
13.	Внешняя характеристика управляемого выпрямителя, при .	ОПК-4.Д.4
14	Регулировочные характеристики управляемых выпрямителей при и , .	ОПК-4.Д.4
15	Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения, С-фильтр, L-фильтр, L-C фильтр, вывод выражения коэффициента сглаживания.	ОПК-4.Д.4
16	Зависимый инвертор: схема, принцип работы, условия перевода управляемого выпрямителя в режим инвертирования.	ОПК-4.Д.4
17.	Однофазный мостовой инвертор тока параллельного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
18.	Однофазный мостовой инвертор последовательного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
19.	Однофазный мостовой инвертор последовательно-параллельного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений	ОПК-4.Д.4
20.	Резонансный режим работы инвертора последовательного типа	ОПК-4.Д.4
21.	Резонансный режим работы инвертора последовательно-параллельного типа	ОПК-4.Д.4
22.	Однофазный мостовой инвертор напряжения: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражений для $P_{d1}$ , $P_{d2}$ , $P_d$ .	ОПК-4.Д.4
23.	Широтное регулирование выходного напряжения инвертора напряжения; зависимость гармонического состава выходного напряжения от длительности импульса полуволны выходного напряжения.	ОПК-4.Д.4
24.	Широтно-импульсное регулирование выходного напряжения инвертора напряжения; гармонический состав выходного напряжения.	ОПК-4.Д.4
25.	Трехфазный транзисторный инвертор напряжения с : схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражения действующих значений напряжений $U_{\phi}$ и $U_L$ .	ОПК-4.Д.4
26	. Трехфазный транзисторный инвертор напряжения с : схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражения действующих значений напряжений $U_{\phi}$ и $U_L$ .	ОПК-4.Д.4



27.	Преобразователи частоты со звеном постоянного тока: основные структурные схемы, достоинства, недостатки.	ОПК-4.Д.4
28.	Преобразователь частоты без звена постоянного тока с естественной коммутацией: схема, временные диаграммы, принцип работы.	ОПК-4.Д.4
29.	Тиристорный регулятор напряжения переменного тока: устройство, принцип работы.	ОПК-4.Д.4
30.	Трехфазный тиристорный регулятор напряжения переменного тока: устройства, принцип работы.	ОПК-4.Д.4

Вопросы для экзамена представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для экзамена 6 семестра

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена 6 семестра	Код индикатора
1.	Применение метода мгновенных значений при исследовании устройств силовой электроники.	ОПК-4.Д.4
2.	Применение методов полезной составляющей и эквивалентных источников при исследовании устройств силовой электроники.	ОПК-4.Д.4
3.	Реальные и идеальные вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов, тиристоров и транзисторов.	ОПК-4.Д.4
4.	Однофазный одноктактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
5.	Однофазный мостовой выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
6.	Трехфазный одноктактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
7.	Особенности работы трансформатора в трехфазном одноктактном выпрямителе.	ОПК-4.Д.4
8.	Трехфазный одноктактный управляемый выпрямитель: схема, принцип работы, вывод выражения .	ОПК-4.Д.4
9.	Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель: схема, временные диаграммы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
10.	Шестифазный одноктактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
11.	Влияние индуктивности нагрузки на работу управляемого выпрямителя. Пояснить на примере любой схемы выпрямителя.	ОПК-4.Д.4
12.	Коммутация тока в выпрямителях: влияние на величину выпрямленного напряжения, вывод выражения для угла коммутации.	ОПК-4.Д.4
13.	Внешняя характеристика управляемого выпрямителя, при .	ОПК-4.Д.4
14.	Регулировочные характеристики управляемых выпрямителей при и , .	ОПК-4.Д.4
15.	Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения, С-фильтр, L-фильтр, L-C фильтр, вывод выражения коэффициента сглаживания.	ОПК-4.Д.4
16.	Зависимый инвертор: схема, принцип работы, условия перевода управляемого выпрямителя в режим инвертирования.	ОПК-4.Д.4
17.	Однофазный мостовой инвертор тока параллельного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-4.Д.4
18.	Однофазный мостовой инвертор последовательного типа: схема,	ОПК-4.Д.4

	временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.	
19.	Однофазный мостовой инвертор последовательно-параллельного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений	ОПК-4.Д.4
20.	Резонансный режим работы инвертора последовательного типа	ОПК-4.Д.4
21.	Резонансный режим работы инвертора последовательно-параллельного типа	ОПК-4.Д.4
22.	Однофазный мостовой инвертор напряжения: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражений для $P_{d1}$ , $P_{d2}$ , $P_d$ .	ОПК-4.Д.4
23.	Широтное регулирование выходного напряжения инвертора напряжения; зависимость гармонического состава выходного напряжения от длительности импульса полуволны выходного напряжения.	ОПК-4.Д.4
24.	Широтно-импульсное регулирование выходного напряжения инвертора напряжения; гармонический состав выходного напряжения.	ОПК-4.Д.4
25.	Трехфазный транзисторный инвертор напряжения с $\alpha$ : схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражения действующих значений напряжений $U_{\phi}$ и $U_L$ .	ОПК-4.Д.4
26.	Трехфазный транзисторный инвертор напряжения с $\alpha$ : схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражения действующих значений напряжений $U_{\phi}$ и $U_L$ .	ОПК-4.Д.4
27.	Преобразователи частоты со звеном постоянного тока: основные структурные схемы, достоинства, недостатки.	ОПК-4.Д.4
28.	Преобразователь частоты без звена постоянного тока с естественной коммутацией: схема, временные диаграммы, принцип работы.	ОПК-4.Д.4
29.	Тиристорный регулятор напряжения переменного тока: устройство, принцип работы.	ОПК-4.Д.4
30.	Трехфазный тиристорный регулятор напряжения переменного тока: устройства, принцип работы.	ОПК-4.Д.4

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

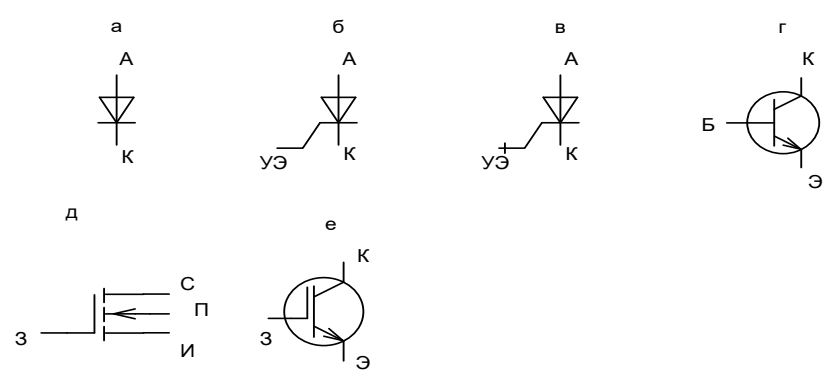
Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме: трансформатор сетевой (ТС)- управляемый выпрямитель (УВ)
2	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме однотактного прямоходового конвертора
3	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме однотактного обратногоходового конвертора
4	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного полномостового конвертора

5	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного полумостового конвертора
6	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного конвертора с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора
7	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного одноплечевого конвертора
8	Активный выпрямитель
9	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме ТС- неуправляемый выпрямитель - ППТ с параллельным ключевым элементом
10	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме ТС- неуправляемый выпрямитель - ППТ с последовательным ключевым элементом

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<p>Вопрос №1</p>  <p>Укажите какой из рисунков (а, б, в, г, д, е) соответствует условному изображению:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– биполярного транзистора (<i>n-p-n</i>-типа);</li> <li>– диода;</li> <li>– запираемого тиристора (двухоперационный управляемый вентиль) с управлением по катоду;</li> <li>– тиристора (однооперационный управляемый вентиль) триодного типа с управлением по катоду;</li> <li>– комбинированного транзистора (IGBT) с каналом <i>n</i>-типа</li> <li>– полевого транзистора МДП-типа (с изолированным затвором) с</li> </ul>	ОПК-4.Д.4

	индукционным каналом $n$ -типа;	
2	Вопрос №2. Укажите какие условия необходимо выполнить для того, чтобы через диод начал протекать ток?	ОПК-4.Д.4
3	Вопрос №3. Укажите какие условия необходимо выполнить для того, чтобы через тиристор начал протекать ток?	ОПК-4.Д.4
4	Вопрос №4. Укажите в чем заключается отличие между однооперационным и двухоперационным тиристором?	ОПК-4.Д.4
5	Вопрос №5 Укажите в чем заключается отличие в форме импульсов управления транзистора и двухоперационного тиристора?	ОПК-4.Д.4
6	<p>Вопрос №6. Укажите какое из трех нижеприведенных определений выпрямителя (1, 2 или 3) - правильное:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выпрямитель преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока;</li> <li>2. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока;</li> <li>3. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением <math>U_1</math> в электрическую энергию постоянного тока с напряжением <math>U_2</math>.</li> </ol>	ОПК-4.Д.4
7	Вопрос №7. Укажите на каких полупроводниковых приборах (транзисторах, тиристорах или диодах) выполняются неуправляемые выпрямители.	ОПК-4.Д.4
8	Вопрос №8. Нарисуйте схему однофазного неуправляемого выпрямителя.	ОПК-4.Д.4
9	Вопрос №9. Нарисуйте схему трехфазного однотактного управляемого выпрямителя.	ОПК-4.Д.4
10	Вопрос №10. Нарисуйте схему трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.	ОПК-4.Д.4
11	Вопрос №11. Укажите для каких целей в выпрямителях применяют трансформаторы.	ОПК-4.Д.4
12	Вопрос №12. Укажите для каких целей в выпрямителях применяют сглаживающие фильтры.	ОПК-4.Д.4
13	Вопрос №13. Определите, чему будет равно среднее значение выпрямленного напряжения однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В?	ОПК-4.Д.4
14	Вопрос №14. Определите, чему будет равно среднее значение выпрямленного напряжения трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В?	ОПК-4.Д.4

15	Вопрос №15. Определите, чему будет равно среднее значение выпрямленного напряжения трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В?	ОПК-4.Д.4
16	Вопрос №16. Определите, чему равно среднее значение тока диода однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 100 А.	ОПК-4.Д.4
17	Вопрос №17. Определите, чему равно среднее значение тока диода трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А.	ОПК-4.Д.4
18	Вопрос №18. Определите, чему равно среднее значение тока диода трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А	ОПК-4.Д.4
19	Вопрос №19. Определите, чему равно максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, действующее значение которого равно 100 В?	ОПК-4.Д.4
20	Вопрос №20. Определите, чему равно максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, действующее значение которого равно 100 В?	ОПК-4.Д.4
21	Вопрос №21. Определите, чему равно максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, действующее значение которого равно 100 В?	ОПК-4.Д.4
22	Вопрос №22. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения однофазного мостового неуправляемого выпрямителя.	ОПК-4.Д.4
23	Вопрос №23. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.	ОПК-4.Д.4
24	Вопрос №24. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя.	ОПК-4.Д.4
25	Вопрос №25. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя.	ОПК-4.Д.4
26	Вопрос №26. Укажите в каком из выпрямителей - однофазном мостовом, трехфазном однотактном или трехфазном мостовом, имеет место вынужденное подмагничивание сердечника магнитопровода трансформатора постоянным потоком.	ОПК-4.Д.4

27	Вопрос №27. Дайте определение понятию «Угол регулирования $\alpha$ ».	ОПК-4.Д.4
28	Вопрос №28. Дайте определение понятию «Угол коммутации $\gamma$ ».	ОПК-4.Д.4
29	Вопрос №29. Дайте определение понятию «граничное значение угла регулирования $\alpha_{гр}$ ».	ОПК-4.Д.4
30	Вопрос №30. Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для однофазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-4.Д.4
31	Вопрос №31. Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-4.Д.4
32 33	Вопрос №32. Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для трехфазного однотактного управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку. Вопрос №33. Дайте определение понятию «угол запирания $\alpha_{зап}$ ».	ОПК-4.Д.4
34	Вопрос №34. Укажите значение угла $\alpha_{зап}$ для однофазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-4.Д.4
35	Вопрос №35. Укажите значение угла $\alpha_{зап}$ для трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-4.Д.4
36	Вопрос №36. Укажите значение угла $\alpha_{зап}$ для трехфазного однотактного управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-4.Д.4
37	Вопрос №37. Укажите как влияет ток нагрузки на величину угла коммутации $\gamma$ (увеличивает его или уменьшает).	ОПК-4.Д.4
38	Вопрос №38. Укажите как влияет напряжение переменного тока на величину угла коммутации $\gamma$ (увеличивает его или уменьшает).	ОПК-4.Д.4
39	Вопрос №39. Укажите как влияет индуктивное сопротивление рассеяния обмотки сетевого трансформатора на величину угла коммутации $\gamma$ (увеличивает его или уменьшает).	ОПК-4.Д.4
40	Вопрос №40. Укажите как влияет увеличение угла коммутации $\gamma$ управляемого выпрямителя на величину его коэффициента мощности $\chi$ (увеличивает его или уменьшает).	ОПК-4.Д.4
41	Вопрос №41. Укажите как влияет увеличение угла регулирования $\alpha$ управляемого выпрямителя на величину его коэффициента мощности $\chi$ (увеличивает его или уменьшает).	ОПК-4.Д.4
42	Вопрос №42. Укажите по какой формуле (№1 или №2) следует рассчитывать коэффициент полезного действия выпрямителя $\eta_v$ : $\eta = P_d/P_2$ (1); $\eta = P_2/P_d$ (2), где $P_d = U_d I_d$ - мощность цепи постоянного тока преобразователя; $P_2 = m_2 U_2 I_2 \cos \varphi$ – активная мощность цепи переменного тока преобразователя.	ОПК-4.Д.4

43	<p>Вопрос №43. Укажите какое из трех нижеприведенных определений инвертора (1, 2 или 3) - правильное:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Инвертор преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока;</li> <li>2. Инвертор преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока;</li> <li>3. Инвертор преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением <math>U_1</math> в электрическую энергию постоянного тока с напряжением <math>U_2</math>.</li> </ol>	ОПК-4.Д.4
44	<p>Вопрос №44. Укажите в каких пределах <math>0 &lt; \alpha &lt; 90^\circ</math> или <math>90^\circ &lt; \alpha &lt; 180^\circ</math> должен находиться угол регулирования <math>\alpha</math> в режиме инвертирования.</p>	ОПК-4.Д.4
45	<p>Вопрос №45. Укажите следует ли изменять полярность напряжения цепи постоянного тока выпрямителя на противоположное при переводе выпрямителя в режим инвертирования.</p>	ОПК-4.Д.4
46	<p>Вопрос №46. Укажите параметры зависимого инвертора, воздействуя на которые можно регулировать величину мощности, отдаваемой зависимым инвертором в сеть переменного тока.</p>	ОПК-4.Д.4
47	<p>Вопрос №47. Укажите по какой формуле (№1 или №2) следует рассчитывать коэффициент полезного действия зависимого инвертора <math>\eta_{з.и.}</math>:</p> <p><math>\eta = P_d / P_2</math> (1);</p> <p><math>\eta = P_2 / P_d</math> (2),</p> <p>где <math>P_d = U_d I_d</math> - мощность цепи постоянного тока преобразователя;</p> <p><math>P_2 = m_2 U_2 I_2 \cos \varphi</math> - активная мощность цепи переменного тока преобразователя</p>	ОПК-4.Д.4
48	<p>Вопрос №48. Поясните, что означает термин «вторичный источник питания».</p>	ОПК-4.Д.4
49	<p>Вопрос №49. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ОДППН I рода.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</li> <li>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</li> <li>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</li> <li>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</li> </ol>	ОПК-4.Д.4
50	<p>Вопрос №50. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ОДППН II рода:</p>	ОПК-4.Д.4

	<p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>	
51	<p>Вопрос №51. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ДППН I:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
52	<p>Вопрос №52. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ДППН II:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
53	<p>Вопрос №53. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ДППН III:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
54	<p>Вопрос №54. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ООП:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
55	<p>Вопрос №55. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ОПП:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &gt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ}} &lt; U_{\text{ВХ}}</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}</math>;</p>	ОПК-4.Д.4



	4 - $U_{\text{ВЫХ}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{ВХ}}$ .	
56	<p>Вопрос №56. Укажите формулу (1, 2 или 3), по которой следует определять коэффициент пульсаций выходного напряжения ВИП:</p> <p>1 - <math>k_{\text{П}}=U_{\text{ПМ}}/U_{\text{НГ.ср}}</math>;</p> <p>2 - <math>k_{\text{П}}=U_{\text{ПМ}}/U_{\text{ВХ.ср}}</math>;</p> <p>3 - <math>k_{\text{П}}=U_{\text{НГ.ср}}/U_{\text{ВХ.ср}}</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
57	<p>Вопрос №57. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ОПН I:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}\gamma</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}/\gamma</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}(1-\gamma)</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}/(1-\gamma)</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
58	<p>Вопрос №58. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ОПН II:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}\gamma</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}/\gamma</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}(1-\gamma)</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}/(1-\gamma)</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
59	<p>Вопрос №59. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ДППН I:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}\gamma/k_{\text{ТР}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}/(\gamma k_{\text{ТР}})</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}(1-\gamma)/k_{\text{ТР}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}/[(1-\gamma)k_{\text{ТР}}]</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
60	<p>Вопрос №60. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ДППН II:</p> <p>1 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}\gamma/k_{\text{ТР}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}/(\gamma k_{\text{ТР}})</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}(1-\gamma)/k_{\text{ТР}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ.ср}}=U_{\text{ВХ}}/[(1-\gamma)k_{\text{ТР}}]</math>.</p>	ОПК-4.Д.4

61	<p>Вопрос №61. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ОПП:</p> <p>1 - <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} \gamma / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / (\gamma k_{\text{тр}})</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} (1 - \gamma) / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / [(1 - \gamma) k_{\text{тр}}]</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
62	<p>Вопрос №62. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ООП:</p> <p>1 - <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} \gamma / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>2 - <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / (\gamma k_{\text{тр}})</math>;</p> <p>3 - <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} (1 - \gamma) / k_{\text{тр}}</math>;</p> <p>4 - <math>U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / [(1 - \gamma) k_{\text{тр}}]</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
63	<p>Вопрос №63. Укажите формулу (1, 2 или 3) для расчета коэффициента полезного действия ВИП <math>\eta</math>:</p> <p>1 - <math>\eta = P_{\text{нг}} / P_{\text{вх}}</math>;</p> <p>2 - <math>\eta = P_{\text{вх}} / P_{\text{нг}}</math>;</p> <p>3 - <math>\eta = 1 - P_{\text{нг}} / P_{\text{вх}}</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
64	<p>Вопрос №64. Укажите формулу (1, 2 или 3) для расчета требуемого общего коэффициента усиления замкнутой по напряжению системы ВИП:</p> <p>1 - <math>K = \Delta U_{\text{нг. раз}} / \Delta U_{\text{нг. замк}} - 1</math>;</p> <p>2 - <math>K = U_{\text{нг. ном}} / U_{\text{упр. макс}} - 1</math>;</p> <p>3 - <math>K = U_{\text{нг. ном}} / U_{\text{оп. макс}} - 1</math>.</p>	ОПК-4.Д.4
65	<p>Вопрос №65. Укажите формулу для расчета коэффициента усиления силовой схемы ВИП:</p> <p>1 - <math>k_{\text{пр}} = E_{\text{пр}} / U_{\text{упр. макс}}</math>;</p> <p>2 - <math>k_{\text{пр}} = E_{\text{пр}} / U_{\text{оп. макс}}</math>;</p> <p>3 - <math>k_{\text{пр}} = E_{\text{пр}} / U_{\text{вх. ном}}</math>;</p>	ОПК-4.Д.4
66	<p>Вопрос №66. Укажите формулу для расчета коэффициента передачи датчика напряжения для цепи обратной связи ВИП по напряжению нагрузки:</p> <p>1 - <math>k_{\text{дп}} = U_{\text{нг ном}} / U_{\text{осн}}</math>;</p>	ОПК-4.Д.4

2 – $k_{дп} = U_{вх ном} / U_{осн}$ ;	
3 – $k_{дп} = U_{осн} / U_{упр}$ .	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области современных устройств и систем промышленной электроники, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в схемных решениях, математических моделях, свойствах и характеристиках устройств и систем промышленной электроники. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик устройств и систем промышленной электроники, проводить элементарные лабораторные испытания устройств и систем силовой электроники.

##### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

##### Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

– научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

– получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Введение в курс «Промышленная электроника»

Классификация полупроводниковых преобразователей электрической энергии.

Основные методы исследования полупроводниковых преобразователей электрической энергии

Вольт-амперные характеристики полупроводниковых вентиляей

Выпрямители

Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей.

Устройство, принцип работы однофазных схем выпрямления

Устройство, принцип работы трехфазных схем выпрямления

Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя

Система импульсно-фазового управления

Энергетические показатели выпрямителя.

Устройство, принцип работы и характеристики зависимого инвертора

Автономные инверторы

Устройство, принцип работы и характеристики однофазных инверторов тока

Устройство, принцип работы и характеристики однофазных инверторов напряжения

Устройство, принцип работы и характеристики трехфазных инверторов напряжения

Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)

Устройство, принцип работы и характеристики ППТ с последовательным ключевым элементом

Устройство, принцип работы и характеристики ППТ с параллельным ключевым элементом

Устройство, принцип работы и характеристики однотактного прямоходового конвертора

Устройство, принцип работы и характеристики однотактного обратногоходового конвертора

Устройство, принцип работы и характеристики двухтактного полномостового преобразователя

Устройство, принцип работы и характеристики двухтактного полумостового преобразователя

## 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий:

1. Все студенты должны быть ознакомлены с темами практических занятий, приведенными в таблице 4.

2. Практические занятия целесообразно проводить по темам, предварительно изученными студентами на лекциях или самостоятельно.

3. В начале каждого практического занятия необходимо провести тестовый контроль подготовки студентов к этому занятию, воспользовавшись вопросами тестового контроля, приведенными в таблице 19.

4. С целью повышения эффективности практических занятий необходимо изучение каждой темы сопровождать решением задач. Темы практических занятий и номера заданий приведены в таблице 20.

5. При проведении практических занятий необходимо обращать внимание студентов на методики расчета полупроводниковых преобразователей, а при решении студентами практических задач необходимо акцентировать внимание на ошибки,

допускаемые студентами, предлагать им найти более оптимальный путь решения задачи и т.п.

### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

в методических указаниях к выполнению лабораторных работ [5], [6].

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

в методических указаниях к выполнению лабораторных работ [5], [6].

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

в методических указаниях к выполнению лабораторных работ [5], [6].

### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы.

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;

- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Структура пояснительной записки курсовой работы / проекта

Пояснительная записка курсовой работы должна включать в себя следующие разделы:

- Цель проекта;
- Исходные данные на проектирование;
- Расчет силовой части преобразователя;
- Выбор элементов силовой части преобразователя;
- Расчет потерь мощности и КПД;
- Тепловой расчет и выбор охладителя;
- Разработка схемы управления и защиты;
- Разработка математической модели проектируемого преобразователя;
- Результаты исследования динамических характеристик спроектированного преобразователя;
- Заключение.

Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы / проекта

Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями стандартов ГУАП к оформлению пояснительных записок курсовых работ.

Текст записки должен быть напечатан на листах формата А4 и сброшюрован.

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

#### 11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости проводится в течение семестра с использованием тестовых вопросов (табл.18). В конце семестра по результатам текущего контроля выставляется оценка, которая учитывается при выставлении оценки по результатам промежуточной аттестации.

#### 11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится по вопросам, приведенным в таблицах 15 и 16.

При оценке окончательных результатов обучения по дисциплине учитывается оценка по текущему контролю, а также отсутствие или наличие задолженности по лабораторным работам и практическим занятиям. При наличии задолженностей по лабораторным работам и практическим занятиям итоговая оценка снижается на 0,5 балла за каждую не выполненную и не защищенную лабораторную работу или не решенную задачу.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».



## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой