

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)

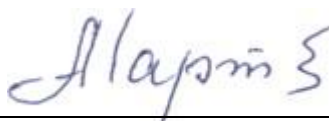
Код направления подготовки	15.03.06
Наименование направления подготовки	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов
Форма обучения	очная

## 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 15.03.06(02)

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 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности «Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-9 «Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование». Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с

-изучением устройства, принципа работы и характеристик полупроводниковых преобразовательных устройств систем управления, а именно: выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты, регуляторов напряжения переменного тока, преобразователей постоянного тока в постоянный ток.

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, самостоятельная работа обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

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-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК-9.3.1 знает назначение и принцип действия основных видов технологического оборудования ОПК-9.У.1 умеет планировать испытания модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем ОПК-9.В.1 владеет практическим опытом разработки, освоения и внедрения новых технологических процессов и материалов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Электроника;
- Электротехника.

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

- Электрических привод.

## 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, ЗЕ/ (час)</b>	6/ 216	4/ 144	2/ 72

<b>Из них часов практической подготовки</b>			
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	85	51	34
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)			
экзамен, (час)	63	36	27
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	68	57	11
<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		3
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		14
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		20
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		10
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		57
Семестр 6					
Раздел 6. Преобразователи частоты	4		4		2
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		13		6
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				2
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				1
Тема 9.2. Защита от перенапряжений					
Итого: Итого в семестре:	17	0	17	0	11
Итого:	34	17	34	0	68

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

	обратноходового 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 одноконтного 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 одноконтного прямоходового конвертора
Тема 8.4.	Методика проектирования одноконтного 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	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	Методика проектирования ППТ с последовательным ключевым элементом	Решение задач	3	3	8
2	Методика проектирования ППТ с параллельным	Решение задач	3	3	8

	ключевым элементом				
3	Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора	Решение задач	3	3	8
4	Методика проектирования однотактного обратногоходового конвертора	Решение задач	3	3	8
5	Методика проектирования однотактного обратногоходового конвертора	Решение задач	3	3	8
6	Методика проектирования двухтактного конвертора	Решение задач	2	2	8
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	2	1.1
2	Регулятор напряжения переменного тока	2	2	5.2
3	Трехфазный однотактный управляемый выпрямитель	2	2	2.2
4	Реверсивный выпрямитель	3	3	2
5	Однофазный инвертор тока параллельного типа	2	2	4.1
6	Однофазный инвертор тока последовательного типа	2	2	4.1
7	Однофазный инвертор напряжения с широтным регулированием	2	2	4.4
8	Однофазный инвертор напряжения с ШИМ	2	2	4.5
	Итого в семестре 5	17	17	
Семестр 6				

9	ППТ с последовательным ключевым элементом (ППТ-1)	2	2	7.1
10	ППТ с параллельным ключевым элементом (ППТ-2)	2	2	7.2
11	Двухкаскадный ППТ: (ППТ-1) +(ППТ-2)	2	2	7.2
12	Двухтактный ППТ при симметричном управлении	2	2	7.5
13	Двухтактный ППТ при несимметричном управлении	2	2	7.5
14	Корректор коэффициента мощности	2	2	7.3
15	Стабилизатор напряжения	2	2	8.8
16	Преобразователь частоты	3	3	6.1
	Итого в семестре 6	17	17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

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)	48	43	5
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	7	3
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	7	3
Всего:	68	57	11

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)
621.314. M29	1.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть I. Выпрямители и регуляторы переменного напряжения. ГУАП. СПб. 2011. 186с.	70
621.314. M29	2.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть II. Инверторы напряжения и преобразователи частоты. ГУАП. СПб.2012. 146с.	70
621.314.5 M29	3. Мартынов А.А. Проектирование импульсных полупроводниковых преобразователей постоянного напряжения в постоянное напряжение: учеб. пособие/А.А.Мартынов. СПб.: СПбГУАП, 2011. 216 с.:	70
621.314. M29	4.Мартынов А.А. Силовая электроника: учеб. –метод. Пособие/А.А. Мартынов.-СПб.: ГУАП, 2015.-214с.	70
621.314. M29	5.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть I / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 187 с.:	35
621.314. M29	6.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть II / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-18
2	Специализированная лаборатория	51-06-01

## 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.

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

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена 5 семестра	Код индикатора
1.	Применение метода мгновенных значений при исследовании устройств силовой электроники.	ОПК-9.3.1
2.	Применение методов полезной составляющей и эквивалентных источников при исследовании устройств силовой электроники..	ОПК-9.У.1
3	.Реальные и идеальные вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов, тиристоров и транзисторов.	ОПК-9.В.1
4.	Однофазный одноконтный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.	ОПК-9.3.1
5.	Однофазный мостовой выпрямитель: схема, временные	ОПК-9.У.1

	диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.	
6.	Трехфазный однотактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.	ОПК-9.В.1
7.	Особенности работы трансформатора в трехфазном однотактном выпрямителе.	ОПК-9.3.1
8.	Трехфазный однотактный управляемый выпрямитель: схема, принцип работы, вывод выражения .	ОПК-9.У.1
9.	Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель: схема, временные диаграммы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-9.В.1
10.	Шестифазный однотактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-9.3.1
11.	.Влияние индуктивности нагрузки на работу управляемого выпрямителя. Пояснить на примере любой схемы выпрямителя.	ОПК-9.У.1
12.	.Коммутация тока в выпрямителях: влияние на величину выпрямленного напряжения, вывод выражения для угла коммутации .	ОПК-9.В.1
13.	Внешняя характеристика управляемого выпрямителя, при .	ОПК-9.3.1
14.	.Регулировочные характеристики управляемых выпрямителей при и , .	ОПК-9.У.1
15.	.Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения, С-фильтр, L-фильтр, L-C фильтр, вывод выражения коэффициента сглаживания.	ОПК-9.В.1
16.	.Зависимый инвертор: схема, принцип работы, условия перевода управляемого выпрямителя в режим инвертирования.	ОПК-9.3.1
17.	Однофазный мостовой инвертор тока параллельного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-9.У.1
18.	Однофазный мостовой инвертор последовательного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-9.В.1
19.	Однофазный мостовой инвертор последовательно-параллельного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений	ОПК-9.3.1
20.	Резонансный режим работы инвертора последовательного типа	ОПК-9.У.1
21.	Резонансный режим работы инвертора последовательно-параллельного типа	ОПК-9.В.1
22.	Однофазный мостовой инвертор напряжения: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражений для $P_{d1}$ , $P_{d2}$ , $P_d$ .	ОПК-9.3.1
23.	Широтное регулирование выходного напряжения инвертора напряжения; зависимость гармонического состава выходного напряжения от длительности импульса полуволны выходного напряжения.	ОПК-9.У.1
24.	Широтно-импульсное регулирование выходного напряжения инвертора напряжения; гармонический состав выходного напряжения.	ОПК-9.В.1
25.	Трехфазный транзисторный инвертор напряжения с : схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражения действующих значений напряжений $U_{\phi}$ и $U_L$ .	ОПК-9.3.1
26.	.Трехфазный транзисторный инвертор напряжения с : схема,	ОПК-9.У.1



	временные диаграммы, принцип работы, вывод выражения действующих значений напряжений $U_{\Phi}$ и $U_{\Delta}$ .	
27.	Преобразователи частоты со звеном постоянного тока: основные структурные схемы, достоинства, недостатки.	ОПК-9.В.1
28.	Преобразователь частоты без звена постоянного тока с естественной коммутацией: схема, временные диаграммы, принцип работы.	ОПК-9.3.1
29.	Тиристорный регулятор напряжения переменного тока: устройство, принцип работы.	ОПК-9.У.1
30.	Трехфазный тиристорный регулятор напряжения переменного тока: устройства, принцип работы..	ОПК-9.В.1
	Перечень вопросов для экзамена 6 семестра	
1.	Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с последовательным ключевым элементом: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений (ППТ-1)	ОПК-9.3.1
2.	Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с параллельным ключевым элементом: схема, временные диаграммы, принцип работы, основные расчетные соотношения. (ППТ-2)	ОПК-9.У.1
3.	.Двухкаскадный преобразователь постоянного тока в постоянный ток, выполненный по схеме (ППТ-1) +(ППТ-2): устройство, принцип работы, характеристики ПК-3.3.1	ОПК-9.В.1
4.	Двухкаскадный преобразователь постоянного тока в постоянный ток, выполненный по схеме (ППТ-2) + (ППТ-1): устройство, принцип работы, характеристики	ОПК-9.3.1
5.	Преобразователи частоты со звеном постоянного тока: основные структурные схемы, достоинства, недостатки.	ОПК-9.У.1
6.	Преобразователь частоты без звена постоянного тока с естественной коммутацией: схема, временные диаграммы, принцип работы.	ОПК-9.В.1
7.	Классификация ВИП, сравнительная оценка схемных вариантов построения ВИП.	ОПК-9.3.1
8.	Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с последовательным ключевым элементом: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.	ОПК-9.У.1
9.	Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с параллельным ключевым элементом: схема, временные диаграммы, принцип работы, основные расчетные соотношения.	ОПК-9.В.1
10.	Основы методики расчета выпрямителя с сетевым трансформатором.	ОПК-9.3.1
11.	Основы методики расчета L и L-C сглаживающих фильтров	ОПК-9.У.1
12.	Схемы защиты ВИП от сверхтоков	ОПК-9.В.1
13.	Основы методики выбора радиатора для транзисторов и диодов	ОПК-9.3.1

14.	Основы методики расчета входного фильтра ШИП.	ОПК-9.У.1
15.	Основы методики статического расчета ВИП со стабилизацией напряжения	ОПК-9.В.1
16.	Расчет потерь мощности транзистора, работающего в режиме переключения	ОПК-9.3.1
17.	Методика расчета ВИП, выполненного по схеме ППТ с последовательным ключевым элементом.	ОПК-9.У.1
18.	Методика расчета ВИП, выполненного по схеме ППТ с параллельным ключевым элементом.	ОПК-9.В.1
19.	Методика расчета ВИП, выполненного по схеме прямоходового ТОК.	ОПК-9.3.1
20.	Методика расчета ВИП, выполненного по схеме обратногоходового ТОК	ОПК-9.У.1
21.	Методика расчета ВИП, выполненного по двухтактной полномостовой схеме	ОПК-9.В.1
22.	Методика расчета ВИП, выполненного по двухтактной полумостовой схеме	ОПК-9.3.1
23.	Методика расчета ВИП, выполненного по двухтактной схеме с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора	ОПК-9.У.1
24.	Методика расчета ВИП, выполненного по двухтактной одноплечевой схеме	ОПК-9.В.1
25.	Упрощенная методика расчета сетевого трансформатора ВИП.	ОПК-9.3.1
26.	Методика расчета параметрического стабилизатора.	ОПК-9.У.1
27.	Методика расчета стабилизатора напряжения непрерывного типа.	ОПК-9.3.1
1.	Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с последовательным ключевым элементом: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений (ППТ-1)	ОПК-9.3.1
2.	Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с параллельным ключевым элементом: схема, временные диаграммы, принцип работы, основные расчетные соотношения. (ППТ-2)	ОПК-9.У.1
3.	Двухкаскадный преобразователь постоянного тока в постоянный ток, выполненный по схеме (ППТ-1) +(ППТ-2): устройство, принцип работы, характеристики ПК-3.3.1	ОПК-9.В.1
4.	Двухкаскадный преобразователь постоянного тока в постоянный ток, выполненный по схеме (ППТ-2) + (ППТ-1): устройство, принцип работы, характеристики	ОПК-9.3.1
5.	Преобразователи частоты со звеном постоянного тока: основные структурные схемы, достоинства, недостатки.	ОПК-9.У.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.  
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

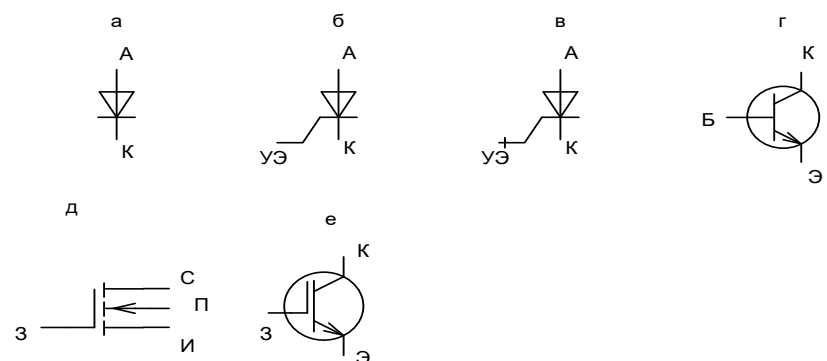
Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

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, 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 индукционным каналом <i>n</i>-типа;</li> </ul>	ОПК-9.3.1
2	Вопрос №2. Укажите какие условия необходимо выполнить для того, чтобы через диод начал протекать ток?	ОПК-9.У.1
3	Вопрос №3. Укажите какие условия необходимо выполнить для того, чтобы через тиристор начал протекать ток?	ОПК-9.В.1
4	Вопрос №4. Укажите в чем заключается отличие между однооперационным и двухоперационным тиристором?	ОПК-9.3.1
5	Вопрос №5. Укажите в чем заключается отличие в форме импульсов управления транзистора и двухоперационного тиристора?	ОПК-9.У.1
6	Вопрос №6. Укажите какое из трех нижеприведенных определений выпрямителя (1, 2 или 3) - правильное:	ОПК-9.3.1

	<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>	
7	Вопрос №7. Укажите на каких полупроводниковых приборах (транзисторах, тиристорах или диодах) выполняются неуправляемые выпрямители.	ОПК-9.3.1
8	Вопрос №8. Нарисуйте схему однофазного неуправляемого выпрямителя.	ОПК-9.3.1
9	Вопрос №9. Нарисуйте схему трехфазного однотактного управляемого выпрямителя.	ОПК-9.У.1
10	Вопрос №10. Нарисуйте схему трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.	ОПК-9.В.1
11	Вопрос №11. Укажите для каких целей в выпрямителях применяют трансформаторы.	ОПК-9.3.1
12	Вопрос №12. Укажите для каких целей в выпрямителях применяют сглаживающие фильтры.	ОПК-9.У.1
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-9.3.1
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-9.3.1
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-9.3.1
16	Вопрос №16. Определите чему равно среднее значение тока диода однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 100 А.	ОПК-9.У.1
17	Вопрос №17. Определите чему равно среднее значение тока диода трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А.	ОПК-9.В.1
18	Вопрос №18. Определите чему равно среднее значение тока диода трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток	ОПК-9.3.1

	нагрузки равен 150 А	
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-9.У.1
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-9.3.1
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-9.3.1
22	Вопрос №22. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения однофазного мостового неуправляемого выпрямителя.	ОПК-9.3.1
23	Вопрос №23. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.	ОПК-9.У.1
24	Вопрос №24. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя.	ОПК-9.В.1
25	Вопрос №25. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя.	ОПК-9.3.1
26	Вопрос №26. Укажите в каком из выпрямителей - однофазном мостовом, трехфазном однотактном или трехфазном мостовом, имеет место вынужденное подмагничивание сердечника магнитопровода трансформатора постоянным током.	ОПК-9.У.1
27	Вопрос №27. Дайте определение понятию «Угол регулирования $\alpha$ ».	ОПК-9.3.1
28	Вопрос №28. Дайте определение понятию «Угол коммутации $\gamma$ ».	ОПК-9.3.1
29	Вопрос №29. Дайте определение понятию «граничное значение угла регулирования $\alpha_{гр}$ ».	ОПК-9.3.1
30	Вопрос №30. Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для однофазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-9.У.1
31	Вопрос №31. Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-9.В.1
32 33	Вопрос №32. Укажите значение угла $\alpha_{гр}$ для трехфазного однотактного управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-9.3.1

	Вопрос №33. Дайте определение понятию «угол запираания $\alpha_{\text{зап}}$ ».	
34	Вопрос №34. Укажите значение угла $\alpha_{\text{зап}}$ для однофазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-9.У.1
35	Вопрос №35. Укажите значение угла $\alpha_{\text{зап}}$ для трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-9.3.1
36	Вопрос №36. Укажите значение угла $\alpha_{\text{зап}}$ для трехфазного однотактного управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.	ОПК-9.3.1
37	Вопрос №37. Укажите как влияет ток нагрузки на величину угла коммутации $\gamma$ (увеличивает его или уменьшает).	ОПК-9.3.1
38	Вопрос №38. Укажите как влияет напряжение переменного тока на величину угла коммутации $\gamma$ (увеличивает его или уменьшает).	ОПК-9.У.1
39	Вопрос №39. Укажите как влияет индуктивное сопротивление рассеяния обмотки сетевого трансформатора на величину угла коммутации $\gamma$ (увеличивает его или уменьшает).	ОПК-9.В.1
40	Вопрос №40. Укажите как влияет увеличение угла коммутации $\gamma$ управляемого выпрямителя на величину его коэффициента мощности $\chi$ (увеличивает его или уменьшает).	ОПК-9.3.1
41	Вопрос №41. Укажите как влияет увеличение угла регулирования $\alpha$ управляемого выпрямителя на величину его коэффициента мощности $\chi$ (увеличивает его или уменьшает).	ОПК-9.У.1
42	Вопрос №42. Укажите по какой формуле (№1 или №2) следует рассчитывать коэффициент полезного действия выпрямителя $\eta_{\text{в}}$ : $\eta = P_{\text{д}}/P_2$ (1); $\eta = P_2/P_{\text{д}}$ (2), где $P_{\text{д}}=U_{\text{д}}I_{\text{д}}$ -мощность цепи постоянного тока преобразователя; $P_2=m_2U_2I_2\cos\varphi$ –активная мощность цепи переменного тока преобразователя.	ОПК-9.3.1
43	Вопрос №43. Укажите какое из трех нижеприведенных определений инвертора (1, 2 или 3) - правильное: 1. Инвертор преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока; 2. Инвертор преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока; 3. Инвертор преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением $U_1$ в электрическую энергию постоянного тока с напряжением $U_2$ .	ОПК-9.3.1
44	Вопрос №44. Укажите в каких пределах $0 < \alpha < 90^\circ$ или $90^\circ < \alpha < 180^\circ$	ОПК-9.3.1

	должен находиться угол регулирования $\alpha$ в режиме инвертирования.	
45	Вопрос №45. Укажите следует ли изменять полярность напряжения цепи постоянного тока выпрямителя на противоположное при переводе выпрямителя в режим инвертирования.	ОПК-9.У.1
46	Вопрос №46. Укажите параметры зависимого инвертора, воздействуя на которые можно регулировать величину мощности, отдаваемой зависимым инвертором в сеть переменного тока.	ОПК-9.В.1
47	Вопрос №47. Укажите по какой формуле (№1 или №2) следует рассчитывать коэффициент полезного действия зависимого инвертора $\eta_{з.и.}$ : $\eta = P_d / P_2$ (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-9.3.1
48	Вопрос №48. Поясните, что означает термин «вторичный источник питания».	ОПК-9.У.1
49	Вопрос №49. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ОДППН I рода. 1 - $U_{\text{ВЫХ}} > U_{\text{ВХ}}$ ; 2 - $U_{\text{ВЫХ}} < U_{\text{ВХ}}$ ; 3 - $U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}$ ; 4 - $U_{\text{ВЫХ}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{ВХ}}$ .	ОПК-9.3.1
50	Вопрос №50. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ОДППН II рода: 1 - $U_{\text{ВЫХ}} > U_{\text{ВХ}}$ ; 2 - $U_{\text{ВЫХ}} < U_{\text{ВХ}}$ ; 3 - $U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}}$ ; 4 - $U_{\text{ВЫХ}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{ВХ}}$ .	ОПК-9.3.1
51	Вопрос №51. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ДППН I: 1 - $U_{\text{ВЫХ}} > U_{\text{ВХ}}$ ; 2 - $U_{\text{ВЫХ}} < U_{\text{ВХ}}$ ;	ОПК-9.3.1

	<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>	
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-9.У.1
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-9.В.1
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-9.3.1
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> <p>4 - <math>U_{\text{ВЫХ}}</math> может быть как больше, так и меньше <math>U_{\text{ВХ}}</math>.</p>	ОПК-9.У.1
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-9.3.1
57	<p>Вопрос №57. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по</p>	ОПК-9.3.1



	<p>схеме ОППН 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>	
58	<p>Вопрос №58. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ОППН 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-9.3.1
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-9.У.1
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-9.В.1
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-9.3.1
62	<p>Вопрос №62. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует</p>	ОПК-9.У.1

	<p>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>	
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-9.3.1
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-9.3.1
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-9.3.1
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> <p>2 - <math>k_{\text{дп}}= U_{\text{вх ном}}/U_{\text{осн}}</math>;</p> <p>3 - <math>k_{\text{дп}}= U_{\text{осн}}/ U_{\text{упр.}}</math>.</p>	ОПК-9.У.1

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 вентилялей

## 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, заключающаяся 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 обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися 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.

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 вторичных источников питания, 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 приведены в [ 5, 6 ].

Структура и форма отчета о лабораторной работе приведены в [ 5, 6 ].

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе приведены в [ 5, 6 ].

11.4. 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;

11.5. 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.

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».

11.6. 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 таблице 15.

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