


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  
проф., д.т.н., проф.  
(должность, уч. степень, звание)  
  
А.Л. Ронжин  
(подпись)  
«27» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Силовая электроника»  
(Название дисциплины)

Код направления	13.05.02
Наименование направления/ специальности	Специальные электромеханические системы
Наименование направленности	Электромеханические системы специальных устройств и изделий
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)  
Доцент каф.№32, к.т.н., доцент  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

22.05.2019 А.А. Мартынов  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32  
« 22 » мая 2019 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32  
проф., д.т.н., проф.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

22.05.2019 А.Л. Ронжин  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 15.03.06(01)

доц., к.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

22.05.2019 С.В. Соленький  
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

22.05.2019 М.В. Бураков  
инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Силовая электроника» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности 13.05.02 «Специальные электромеханические системы» направленность «Электромеханические системы специальных устройств и изделий». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

профессиональных компетенций:

ПК-21 «способность участвовать в выполнении технологических операций по обеспечению заданных параметров функционирования специальных электромеханических систем».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением:

- устройством, принципом работы и характеристиками полупроводниковых приборов силовой электроники;

- устройством, принципом работы и характеристиками полупроводниковых преобразователей электрической энергии;

- методик расчета и проектирования полупроводниковых устройств и систем силовой электроники;

- защитой устройств силовой электроники от сверхтоков и перенапряжений;

- с обеспечением электромагнитной совместимости устройств силовой электроники.

В области воспитания личности целью подготовки по данной дисциплине является формирование основ общекультурных и профессиональных компетенций для приобретения качеств, необходимых специалисту по силовой 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 9 зачетных единиц, 324 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 силовой 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 силовой электроники. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик устройств и систем силовой электроники, проводить элементарные лабораторные испытания устройств и систем силовой электроники.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

**ПК-21** «способность участвовать в выполнении технологических операций по обеспечению заданных параметров функционирования специальных электромеханических систем»:

знать – устройство, принцип работы, характеристики специальных электромеханических систем;

уметь – выполнять операции контроля заданных параметров электромеханических систем;

владеть навыками – регулирования и настройки параметров специальных электромеханических систем;

иметь опыт деятельности – в эксплуатации специальных электромеханических систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

– Электроника.

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

– Преобразовательная техника

## 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№5	№6
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	9/ 324	4/ 144	5/ 180
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	119	51	68

лекции (Л), (час)	34	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	17	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
Экзамен, (час)	36		36
<b>Самостоятельная работа</b> , всего	169	93	76
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. Зач., Экз.	Дифф. Зач.	Экз.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.  
Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 5</b>					
Раздел 1. Введение в курс «Силовая электроника»	4	2			12
Тема 1.1. Классификация устройств силовой электроники.					
Тема 1.2. Основные методы исследования полупроводниковых преобразователей электрической энергии.					
Тема 1.3. Вольт-амперные характеристики полупроводниковых вентилях			4		
Раздел 2. Выпрямители	10	12	11		57
Тема 2.1.Классификация выпрямителей, основные параметры и характеристики выпрямителей.					
Тема 2.2. Однофазные выпрямители					
Тема 2.3. Трехфазные выпрямители					
Тема 2.4. Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя					
Тема 2.5. Система импульсно-фазового					

управления					
Тема 2.6. Энергетические показатели выпрямителя.					
Раздел 3. Зависимые инверторы	3	3	2		24
Итого в семестре:	17	17	17		93

Семестр 6					
Раздел 4. Автономные инверторы	12		5		22
Тема 4.1. Однофазные инверторы тока					
Тема 4.2. Однофазные инверторы напряжения					
Тема 4.3. Трехфазные инверторы напряжения					
Раздел 5. Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)	22		12		32
Тема 5.1. ППТ с последовательным ключевым элементом					
Тема 5.2. ППТ с параллельным ключевым элементом					
Тема 5.3. Однотактный прямоходовой конвертор					
Тема 5.4. Однотактный обратногоходовой конвертор					
Тема 5.5. Двухтактный полномостовой преобразователь постоянного напряжения					
Тема 5.6. Двухтактный полумостовой преобразователь постоянного напряжения					
Выполнение курсовой работы				17	22
Итого в семестре:	17		34	17	76
Итого:	34	17	51	17	169

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	Введение в курс «Силовая электроника»
Тема 1.1.	Классификация полупроводниковых преобразователей электрической энергии.
Тема 1.2.	Основные методы исследования полупроводниковых преобразователей электрической энергии.
Тема 1.3.	Вольт-амперные характеристики полупроводниковых вентилей
Раздел 2.	Выпрямители
Тема 2.1.	Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей.
Тема 2.2.	Устройство, принцип работы однофазных схем выпрямления.
Тема 2.3	Устройство, принцип работы трехфазных схем выпрямления.
Тема 2.4.	Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя
Тема 2.5.	Система импульсно-фазового управления
Тема 2.6.	Энергетические показатели выпрямителя.
Раздел 3.	Устройство, принцип работы и характеристики зависимого инвертора
Раздел 4.	Автономные инверторы
Тема 4.1.	Устройство, принцип работы и характеристики однофазных инверторов тока
Тема 4.2.	Устройство, принцип работы и характеристики однофазных инверторов напряжения
Тема 4.3.	Устройство, принцип работы и характеристики трехфазных инверторов напряжения
Раздел 5.	Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)
Тема 5.1.	Устройство, принцип работы и характеристики ППТ с последовательным ключевым элементом
Тема 5.2.	Устройство, принцип работы и характеристики ППТ с параллельным ключевым элементом
Тема 5.3.	Устройство, принцип работы и характеристики однотактного прямоходового конвертора
Тема 5.4.	Устройство, принцип работы и характеристики однотактного обратногоходового конвертора
Тема 5.5.	Устройство, принцип работы и характеристики двухтактного полномостового преобразователя

Тема 5.6.	Устройство, принцип работы и характеристики двухтактного полумостового преобразователя
-----------	--

### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоем- -кость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Расчет сетевого трансформатора для однофазного выпрямителя	Решение задач	2	2.2
2	Выбор диодов и тиристоров для выпрямителей. Расчет параметров сглаживающего фильтра	Решение задач	2	2.3
3	Расчет энергетических показателей управляемого выпрямителя, выполненного на однооперационных тиристорах	Решение задач	1	2.6
4	Методика расчета ППТ с последовательным ключевым элементом	Решение задач	2	5.1
5	Методика расчета ППТ с параллельным ключевым элементом	Решение задач	2	5.2
6	Методика расчета однотактного прямоходового конвертора	Решение задач	2	5.3
7	Методика расчета однотактного обратногоходового конвертора	Решение задач	2	5.4
8	Методика расчета двухтактного полномостового преобразователя	Решение задач	2	5.5
9	Методика расчета двухтактного полумостового преобразователя	Решение задач	2	5.6
		Всего:	17	

### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№	Наименование лабораторных работ	Трудоем	№ раздела дисциплины
---	---------------------------------	---------	----------------------

п/п		кость, (час)	
Семестр 5			
1	Вольт-амперные характеристики диодов, тиристоров, запираемых тиристоров	3	1.1
2	Однофазный одноконтный выпрямитель	2	
2	Трехфазный одноконтный управляемый выпрямитель	4	2.2
3	Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель	4	2.2
4	Зависимый инвертор	4	3
	Итого в семестре	17	
Семестр 6			
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 напряжения	4	4.2
8	ППТ с последовательным ключевым элементом (ППТ-1)	3	5.1
9	ППТ с параллельным ключевым элементом (ППТ-2)	2	5.2
10	Двухконтный ШИП, выполненный по полномостовой схеме	4	5.5
	Итого за семестр	17	
	Итого	34	

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоем- кость, (час)	№ разде- ла дисци- плины
Семестр 5			
1	Вольт-амперные характеристики диодов, тиристоров, запираемых тиристоров	2	1.1
2	Трехфазный одноконтный управляемый выпрямитель	2	2.2
3	Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель	2	2.2
4	Однофазный инвертор тока параллельного типа	2	4.1
5	Однофазный инвертор тока последовательного типа	2	4.1



6	Резонансный режим однофазного инвертора последовательного типа	2	4.2
7	Однофазный инвертор напряжения с широтным регулированием	2	4.4
8	Однофазный инвертор напряжения с ШИМ	3	4.5
	Итого за семестр	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	Реверсивный ШИП при симметричном управлении	4	7.8
14	Реверсивный ШИП при несимметричном управлении	4	7.9
15	Корректор коэффициента мощности	4	7.3
16	Стабилизатор напряжения	4	8.8
17	Источник вторичного электропитания	2	
	Итого в семестре №6	34	
	Итого:	68	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Цель курсовой работы:

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 курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час	Семестр 6, час
----------------------------	------------	----------------	----------------

1	2	3	4
<b>Самостоятельная работа</b> , всего	169	93	76
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	130	88	42
курсовое проектирование (КП, КР)	29		29
расчетно-графические задания (РГЗ)			
выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю (ТК)	10	5	5
домашнее задание (ДЗ)			
контрольные работы заочников (КРЗ)			

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

## 6. Перечень основной и дополнительной литературы

### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	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	4. Мартынов А.А. Силовая электроника: учеб. –метод.	70

M29	Пособие/А.А. Мартынов.-СПб.: ГУАП, 2015.-214с.	
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, 2015. 157 с	35

## 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.31 M29	Мартынов А.А. Проектирование ВИП с выходом на постоянном токе. 2-е изд. 2012. -77с. Учебное пособие.: СПб.: ГУАП, 2012. -77 с	45
621.382 M47	Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. Техносфера. М. 2005. 627с.	5

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

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, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы 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	21-28
2	Специализированная лаборатория	51-06-01

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Задачи; Тесты.
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
----------------	--

ПК-21 «способность участвовать в выполнении технологических операций по обеспечению заданных параметров функционирования специальных электромеханических систем»	
5	Электропривод
6	Электропривод
6	Силовая электроника
6	Защита и автоматика электроэнергетических и электромеханических систем
7	Силовая электроника
9	Системы управления торможением летательных аппаратов
9	Электромагнитная совместимость

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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>
$70 \leq K \leq 84$	«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>
$55 \leq K \leq 69$	«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>
$K \leq 54$	«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> </ul>

		- не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.
--	--	--

#### 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

##### 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Однофазный мостовой инвертор тока параллельного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.
2	Однофазный мостовой инвертор последовательного типа: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений.
3	Однофазный мостовой инвертор напряжения: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражений для $P_{d1}$ , $P_{d2}$ , $P_d$ .
4	Широтное регулирование выходного напряжения инвертора напряжения; зависимость гармонического состава выходного напряжения от длительности импульса полуволны выходного напряжения.
5	Трехфазный транзисторный инвертор напряжения с $\lambda_{и,у}=120^\circ$ : схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражения действующих значений напряжений $U_\Phi$ и $U_L$ .
6	Трехфазный транзисторный инвертор напряжения с $\lambda_{и,у}=180^\circ$ : схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод выражения действующих значений напряжений $U_\Phi$ и $U_L$ .
7	Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с последовательным ключевым элементом: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений
8	Преобразователь постоянного тока в постоянный ток с параллельным ключевым элементом: схема, временные диаграммы, принцип работы, основные расчетные соотношения.
9	Двухтактный полномостовой преобразователя: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений
10	Двухтактный полумостовой преобразователя: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод основных расчетных соотношений
11	Однотактный прямоходовой преобразователь: устройство, принцип работы, характеристики

12	Однотактный обратногоходовой преобразователь: устройство, принцип работы, характеристики
13	Корректор коэффициента мощности: устройство, принцип работы
14	Методика расчета ППТ с последовательным ключевым элементом
15	Методика расчета ППТ с параллельным ключевым элементом
16	Методика расчета однотактного прямоходового конвертора
17	Методика расчета однотактного обратногоходового конвертора
18	Методика расчета двухтактного полномостового преобразователя
19	Методика расчета двухтактного полумостового преобразователя
20	Методика расчета параметрического стабилизатора.

## 2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. Зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для дифф. зачета
1.	Классификация устройств силовой электроники
2	Вольт-амперные характеристики диода, тиристора, стабилитрона
3	Применение метода мгновенных значений для исследования устройств силовой электроники
4	Классификация выпрямителей. Структурная схема управляемого выпрямителя, основные параметры, характеризующие работу выпрямителей
5	Однофазный однотактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.
6	Однофазный мостовой выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.
7	Трехфазный однотактный выпрямитель: схема, временные диаграммы, принцип работы, вывод расчетных соотношений.
8	Особенности работы трансформатора в трехфазном однотактном выпрямителе.
9	Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель: схема, временные диаграммы, вывод основных расчетных соотношений.
10	Влияние индуктивности нагрузки на работу управляемого выпрямителя. Пояснить на примере любой схемы выпрямителя.

11	Коммутация тока в выпрямителях: влияние на величину выпрямленного напряжения, вывод выражения для угла коммутации .
12	Внешняя характеристика управляемого выпрямителя.
13	Регулировочная характеристика управляемого выпрямителя.
14	Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения, С-фильтр, L-фильтр, L-C фильтр, вывод выражения коэффициента сглаживания.
15	Зависимый инвертор: схема, принцип работы, условия перевода управляемого выпрямителя в режим инвертирования.
16	Внешняя характеристика зависимого инвертора. Влияние угла коммутации на работу зависимого инвертора
17	Система импульсно-фазового управления: устройство, принцип работы
18	Потери мощности и коэффициент полезного действия выпрямителя
19	Потери мощности и коэффициент полезного действия зависимого инвертора
20	Коэффициент мощности управляемого выпрямителя

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
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	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме ТС- неуправляемый выпрямитель - ППТ с параллельным ключевым элементом
9	Стабилизатор напряжения, выполненный по схеме ТС- неуправляемый выпрямитель - ППТ с последовательным ключевым элементом

#### 4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Вопрос №1. Нарисуйте схему трехфазного однотактного управляемого выпрямителя.
	Вопрос №2. Нарисуйте схему трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.
	Вопрос №3. Укажите для каких целей в выпрямителях применяют трансформаторы. Вопрос №4. Укажите для каких целей в выпрямителях применяют сглаживающие фильтры. Вопрос №5. Определите чему будет равно среднее значение выпрямленного напряжения однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В? Вопрос №6. Определите чему будет равно среднее значение выпрямленного напряжения трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В? Вопрос №7. Определите чему будет равно среднее значение выпрямленного напряжения трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, равное 100 В? Вопрос №8. Определите чему равно среднее значение тока диода однофазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 100 А. Вопрос №9. Определите чему равно среднее значение тока диода трехфазного однотактного неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А.

Вопрос №10. Определите чему равно среднее значение тока диода трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя, если ток нагрузки равен 150 А

Вопрос №11. 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?

Вопрос №12. 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?

Вопрос №13. Определите чему равно максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода трехфазного одноктного неуправляемого выпрямителя, если на его вход подано напряжение переменного тока, действующее значение которого равно 100 В?

Вопрос №14. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения однофазного мостового неуправляемого выпрямителя.

Вопрос №15. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.

Вопрос №16. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного одноктного неуправляемого выпрямителя.

Вопрос №17. Укажите величину коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения трехфазного одноктного неуправляемого выпрямителя.

Вопрос №18. Укажите в каком из выпрямителей - однофазном мостовом, трехфазном одноктном или трехфазном мостовом, имеет место вынужденное подмагничивание сердечника магнитопровода трансформатора постоянным потоком.

Вопрос №19. Дайте определение понятию «Угол регулирования  $\alpha$ ».

Вопрос №20. Дайте определение понятию «Угол коммутации  $\gamma$ ».

Вопрос №21. Дайте определение понятию «граничное значение угла регулирования  $\alpha_{гр}$ ».

Вопрос №22. Укажите значение угла  $\alpha_{гр}$  для однофазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Вопрос №23. Укажите значение угла  $\alpha_{гр}$  для трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Вопрос №24. Укажите значение угла  $\alpha_{гр}$  для трехфазного однократного управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Вопрос №25. Дайте определение понятию «угол запираания  $\alpha_{зап}$ ».

Вопрос №26. Укажите значение угла  $\alpha_{зап}$  для однофазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Вопрос №27. Укажите значение угла  $\alpha_{зап}$  для трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Вопрос №28. Укажите значение угла  $\alpha_{зап}$  для трехфазного однократного управляемого выпрямителя, работающего на чисто активную нагрузку.

Вопрос №29. Укажите как влияет ток нагрузки на величину угла коммутации  $\gamma$  (увеличивает его или уменьшает).

Вопрос №30. Укажите как влияет напряжение переменного тока на величину угла коммутации  $\gamma$  (увеличивает его или уменьшает).

Вопрос №31. Укажите как влияет индуктивное сопротивление рассеяния обмотки сетевого трансформатора на величину угла коммутации  $\gamma$  (увеличивает его или уменьшает).

Вопрос №32. Укажите как влияет увеличение угла коммутации  $\gamma$  управляемого выпрямителя на величину его коэффициента мощности  $\chi$  (увеличивает его или уменьшает)

Вопрос №33. 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  $U_{\text{ВХ}}$ .

Вопрос №34. 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  $U_{\text{ВХ}}$ .

Вопрос №35. Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) ВИП, выполненного по схеме ОПП:

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  $U_{\text{ВХ}}$ .

Вопрос №36. Укажите формулу (1, 2 или 3), по которой следует определять коэффициент пульсаций выходного напряжения ВИП:

1 -  $k_{\text{П}} = U_{\text{пм}} / U_{\text{нг.ср}}$ ;

2 -  $k_{\text{П}} = U_{\text{пм}} / U_{\text{вх.ср}}$ ;

3 -  $k_{\text{П}} = U_{\text{нг.ср}} / U_{\text{вх.ср}}$ .

Вопрос №37. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ОППН I:

1 -  $U_{\text{ВЫХ.ср}} = U_{\text{ВХ}} \gamma$ ;

2 -  $U_{\text{ВЫХ.ср}} = U_{\text{ВХ}} / \gamma$ ;

3 -  $U_{\text{ВЫХ.ср}} = U_{\text{ВХ}} (1 - \gamma)$ ;

4 -  $U_{\text{ВЫХ.ср}} = U_{\text{ВХ}} / (1 - \gamma)$ .

Вопрос №38. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ОППН II:

1 -  $U_{\text{ВЫХ.ср}} = U_{\text{ВХ}} \gamma$ ;

2 -  $U_{\text{ВЫХ.ср}} = U_{\text{ВХ}} / \gamma$ ;

3 -  $U_{\text{ВЫХ.ср}} = U_{\text{ВХ}} (1 - \gamma)$ ;

4 -  $U_{\text{ВЫХ.ср}} = U_{\text{ВХ}} / (1 - \gamma)$ .

Вопрос №39. Укажите формулу (1, 2, 3 или 4), по которой следует рассчитывать величину выходного напряжения ВИП, выполненного по схеме ОПП:

1 -  $U_{\text{ВЫХ.ср}} = U_{\text{ВХ}} \gamma / k_{\text{ТР}}$ ;

2 -  $U_{\text{ВЫХ.ср}} = U_{\text{ВХ}} / (\gamma k_{\text{ТР}})$ ;

$$3 - U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}}(1-\gamma) / k_{\text{тр}};$$

$$4 - U_{\text{вых.ср}} = U_{\text{вх}} / [(1-\gamma) k_{\text{тр}}].$$

Вопрос №40. Укажите формулу (1, 2 или 3) для расчета коэффициента полезного действия ВИП  $\eta$ :

$$1 - \eta = P_{\text{нг}} / P_{\text{вх}};$$

$$2 - \eta = P_{\text{вх}} / P_{\text{нг}};$$

$$3 - \eta = 1 - P_{\text{нг}} / P_{\text{вх}}.$$

### 5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/ п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	<p><b>ЗАДАЧИ</b></p> <p>Первая задача - по разделу «Выпрямители», Вторая задача по разделу «Автономные инверторы».</p> <p>Для студентов заочников эти задачи служат контрольными заданиями.</p> <p>Контрольное задание выполняется студентом самостоятельно. Номера вариантов заданий как первой, так и второй задачи одинаковы и соответствуют порядковому номеру фамилии студента в списке учебной группы. Отчет о выполнении контрольного задания оформляется на листах формата А4 и содержит текстовый материал и необходимые рисунки и временные диаграммы.</p> <p>При решении первой задачи контрольного задания необходимо для заданного варианта схемы управляемого выпрямителя (смотри таблицу 17):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нарисовать схему выпрямителя;</li> <li>- построить временные диаграммы напряжений сети переменного тока для указанной схемы выпрямления.</li> </ul> <p>Используя временные диаграммы напряжений сети переменного тока, построить временную диаграмму напряжения нагрузки для заданных значениях угла регулирования и индуктивности цепи нагрузки.</p> <p>Пользуясь графо-аналитическим методом по временной диаграмме напряжения нагрузки определить коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения (<math>k_{\text{п1}} =</math> )</p> <p>Схема управляемого выпрямителя задана двумя параметрами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- числом фаз сети переменного тока выпрямителя, <math>m_2 =</math> , и коэффициентом тактности выпрямителя <math>k_{\text{т}} =</math> . Напомним, что схемы выпрямителей с выводом нулевой точки трансформатора имеют коэффициент тактности <math>k_{\text{т}} = 1</math>, а мостовые схемы имеют коэффициент тактности <math>k_{\text{т}} = 2</math>.</li> </ul>

Угол регулирования  $\alpha$  задан в градусах, ( $\alpha =$  ,град.);

Характер нагрузки зависит от наличия или отсутствия индуктивности в цепи нагрузки. При наличии индуктивности в цепи нагрузки  $L_d = L_{dN}$  нагрузка имеет активно-индуктивный характер, а при отсутствии индуктивности в цепи нагрузки  $L_d = 0$  нагрузка имеет чисто индуктивный характер.

Варианты задания

Таблица 17

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
кт	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
$\alpha$ , град.	30	45	45	90	90	30	120	150	30	60
$L_d$	0	$L_{dN}$	0	$L_{dN}$	0	$L_{dN}$	0	0	0	0

Продолжение таблицы 17

Вар.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
m2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
кт	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
$\alpha$ , град.	60	90	90	120	30	60	60	90	90	0
$L_d$	$L_{dN}$	0	$L_{dN}$	0	0	0	$L_{dN}$	0	$L_{dN}$	0

Методические рекомендации для выполнения первого задания приведены в [1], раздел 3.5. Методические рекомендации по расчету коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения приведены в [1], стр.94-95.

В качестве примера в приложении 1 приведен пример решения задачи №1 для случая однофазной мостовой схемы выпрямления, активно-индуктивном характере нагрузки и значении угла регулирования  $\alpha = 60^\circ$ .

При решении второй задачи необходимо для одной заданной схемы инвертора (А, Б или В) выполнить расчет параметров силовой схемы, включая и параметры выходного фильтра.

Принятые в таблице 18 обозначения схем однофазных инверторов напряжения:

- схема А – однофазная схема с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора;
- схема Б - полумостовая схема;
- схема В - полномостовая (мостовая) схема .

Исходные данные, необходимые для расчета:

Схема инвертора;

Напряжение нагрузки,  $U_{нгN} = B$ ;

Ток нагрузки,  $I_{нгN} = A$ ;

Частота выходного напряжения,  $f = \text{Гц}$ ;

Напряжение входной сети,  $U_{вхN} = B$ ;

Допустимое отклонение напряжения входной сети  $\pm \Delta U_{вх} = \%$ ;

Требуемый коэффициент гармоник выходного напряжения,  $k_{г.вых.} =$  .

Коэффициент мощности нагрузки,  $\cos \varphi_{нг} =$  . (Угол  $\varphi_{нг} =$  ).

Регулирование выходного напряжения осуществляется посредством широтного способа регулирования.

По разделу «инверторы» необходимо выполнить расчет параметров однофазного инвертора напряжения с выходным фильтром и выполнить выбор его элементов.

Требуется:

- нарисовать схему инвертора;
- построить временные диаграммы, поясняющие принцип работы инвертора;
- рассчитать загрузку элементов схемы (транзисторов, диодов) по току и напряжению;
- рассчитать требуемый диапазон изменения коэффициента скважности  $\gamma$ ;

Варианты заданий сведены в таблицу 18 .

Таблица 18

Параметры	Варианты заданий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Схема инвертора	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А
$U_{нгN}, B$	36	11 5	22 0	60	70	80	90	10 0	11 5	22 0
$I_{нгN}, A$	1	1, 0	0, 8	4	5	4	3	2	1, 0	0, 8
$f, \text{Гц}$	50	40 0	50	30 0	40 0	30 0	20 0	10 0	40 0	50
$U_{вхN}, B$	12	10	15	12	24	36	12	24	12	18
$\pm \Delta U_{вх}, \%$	10	0, 1	0, 1	10	15	20	15	10	10	15
$k_{г.вых}$	0, 05	0, 8	0, 7	0, 05	0, 05	0, 05	0, 05	0, 05	0, 1	0, 1

$\cos\varphi_{Hz}$	1, 0	0, 9	0, 8	0, 7	0, 8	0, 9	1, 0	0, 9	0, 8	0, 7
--------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Продолжение таблицы 18

Параметры	Варианты заданий									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Схема инвертора	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б
$U_{HzN}, B$	115	220	115	220	200	127	36	48	115	220
$I_{HzN}, A$	1, 0	0, 8	1, 5	0, 9	0, 7	0, 9	2, 0	1, 5	1, 0	0, 8
$f, Гц$	40 0	5 0	40 0	5 0	40 0	5 0	50 0	5 0	40 0	5 0
$U_{BxN}, B$	12	1 8	24	3 6	48	6 0	11 0	1 2	12	1 8
$\pm\Delta U_{Bx}, \%$	10	1 5	20	2 5	10	1 5	20	25	10	1 5
$k_{Г.ВЫХ}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,1	0,1
$\cos\varphi_{Hz}$	0,8	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7

Требуется:

- нарисовать схему инвертора;
- построить временные диаграммы, поясняющие принцип работы инвертора;
- рассчитать загрузку элементов схемы (транзисторов, диодов) по току и напряжению;
- рассчитать требуемый диапазон регулирования коэффициента скважности  $\gamma$ ;
- рассчитать параметры трансформатора, необходимые для его выбора (напряжения и токи первичной и вторичной обмоток, расчетную мощность трансформатора);
- рассчитать выходной фильтр, необходимый для достижения требуемого по заданию коэффициента гармоник выходного напряжения ( $k_{Г.ВЫХ}$ ).

Варианты заданий второй задачи задаются студентам из таблицы 18.

Расчетные соотношения для определения загрузки транзисторов по току и напряжению приведены в [2], стр. 14-20, стр.40-45. Методика расчета выходного фильтра для всех трех схем одинакова и приведена в [2], стр.45-47.



### Методические рекомендации по выполнению контрольного задания.

Перед выполнением контрольного задания следует внимательно изучить разделы учебного пособия, в которых изложены вопросы устройства, принципа работы и расчетные соотношения для определения загрузки элементов схемы по току и напряжению, как для выпрямителей, так и инверторов напряжения 2. Порядок выполнения контрольной работы изложен в разделе 3.5 учебного пособия [1], в котором приведен пример решения первой задачи контрольной работы, и в разделах 1.4, 1.9 и 1.10 учебного пособия [2], в которых приведены примеры расчета однофазного инвертора напряжения с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора и расчета однофазного мостового инвертора напряжения (1.10).

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в 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 силовой 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 силовой электроники. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик устройств и систем силовой электроники, проводить элементарные лабораторные испытания устройств и систем силовой электроники.

**Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Силовая электроника», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях [1], [2], [3]. и в учебно-методическом пособии [4].**

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:

**Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Силовая электроника», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях [1], [2], [3].**

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 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.

**Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Силовая электроника», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях в учебно-методических пособиях [4], [5], [6], [7] и в методических указаниях к выполнению лабораторных работ [8], [9].**

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** учебно-методических пособиях [4], [5], [6], [7] и в методических указаниях к выполнению лабораторных работ [8], [9].

**Структура и форма отчета о лабораторной работе приведены** учебно-методических пособиях [4], [5], [6], [7] и в методических указаниях к выполнению лабораторных работ [8], [9].

**Требования к оформлению отчета о лабораторной работе приведены** учебно-методических пособиях [4], [5], [6], [7] и в методических указаниях к выполнению лабораторных работ [8], [9].

**Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Силовая электроника»,** размещенных на электронном ресурсе каф. 32, а также в учебных пособиях [1], [2], [3].

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** приведена в [3].

#### **Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы / проекта**

Оформление пояснительной записки должно соответствовать требованиям стандарта ГОСТ 7.32-2001 издания 2008 г.

**Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы** приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Силовая электроника», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях [1], [2], [3].

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

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

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;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

#### **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».
- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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

