

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Статкевич

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Вторичные источники питания»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	16.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности/ специализации	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная
Год приема	2026

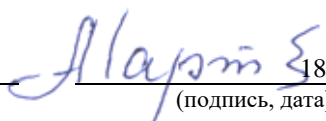
Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

А.А. Мартынов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Вторичные источники питания» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 16.03.01 «Техническая физика» направленности/специализации «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»

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, курсовое проектирование.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (5 семестр), экзамена (6 семестр).

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 вторичных источников питания, 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 вторичны. 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 вторичных источников питания.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики	ПК-1.3.1 знать методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов ПК-1.У.1 уметь проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики ПК-1.В.1 владеть навыками исследования физико-технических объектов и работы с ними

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
Общая трудоемкость дисциплины, 3Э/ (час)	6/ 216	2/ 72	4/ 144
Из них часов практической подготовки	51	17	34
Аудиторные занятия, всего час.	85	34	51
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	36		36
Самостоятельная работа, всего (час)	95	38	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач., Экз., Курс. Раб.	Дифф. зач.	Экз., Курс. Раб.

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)
Семестр 5					
Раздел 1. Полупроводниковые приборы силовой электроники	2	2	2		4
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		4		10

<p>Тема 2.1.Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей.</p> <p>Тема 2.2. Многофазные выпрямители</p> <p>Тема 2.3.Активные выпрямители</p> <p>Тема 2.4. Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на характеристики выпрямителя</p> <p>Тема 2.5. Искажение формы тока, потребляемого выпрямителем из питающей сети</p> <p>Тема 2.6. Система импульсно-фазового управления</p> <p>Тема 2.7. Энергетические показатели выпрямителя.</p>					
<p>Раздел 3. Зависимые инверторы</p> <p>Тема 3.1. Зависимый инвертор, выполненный на однооперационных тиристорах</p> <p>Тема 3.2. Зависимый инвертор, выполненный на управляемых вентилях</p>	3		2		10
<p>Раздел 4. Автономные инверторы</p> <p>Тема 4.1. Однофазные инверторы тока параллельного и последовательного типа</p> <p>Тема 4.2. Однофазные инверторы тока последовательно- параллельного типа</p> <p>Тема 4.3. Однофазные инверторы напряжения</p> <p>Тема 4.4. Трехфазные инверторы напряжения</p> <p>Тема 4.5. Инверторы напряжения с ШИМ выходного напряжения</p>	4		7		10
<p>Раздел 5. Регуляторы напряжения переменного тока</p> <p>Тема 5.1. Регуляторы напряжения переменного тока на однооперационных тиристорах и полностью управляемых вентилях</p> <p>Тема 5.2. Трехфазные регуляторы напряжения переменного тока</p>	2		2		4
Итого в семестре	17	0	17		38
Семестр 6					

Раздел 6. Преобразователи частоты Тема 6.1. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока Тема 6.2. Преобразователи частоты без звена постоянного тока	4		4		7
Раздел 7. Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ) 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	7		30		8
Раздел 8. Методики проектирования ВИП Тема 8.1. Методика проектирования ППТ с последовательным ключевым элементом Тема 8.2. Методика проектирования ППТ с параллельным ключевым элементом Тема 8.3. Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора Тема 8.4. Методика проектирования однотактного 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	5				15

Раздел 9. Защита силовых схем полупроводниковых преобразователей Тема 9.1. Защита от сверхтоков Тема 9.2. Защита от перенапряжений	1				7
Выполнение курсовой работы				17	20
Итого: Итого в семестре:	17	0	17	17	57
Итого:	34	0	34	17	95

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
1	<p>Раздел 1. Полупроводниковые приборы силовой электроники</p> <p>Тема 1.1 Устройство, принцип работы, вольт-амперные характеристики диодов, тиристоров, биполярных транзисторов, потери мощности.</p> <p>Тема 1.2 Устройство, принцип работы, вольт-амперные характеристики полевых транзисторов, IGBT транзисторов, потери мощности. Драйверы-схемы подключения драйвера к транзистору</p>
2	<p>Раздел 2. Выпрямители</p> <p>Тема 2.1. Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей.</p> <p>Тема 2.2. Многофазные выпрямители: схемы, характеристики, достоинства и недостатки многофазных схем выпрямления. Внешние и регулировочные характеристики. Передаточная функция управляемого выпрямителя.</p> <p>Тема 2.3. Активные выпрямители (АВ). АВ тока, АВ напряжения: устройство, принцип работы, регулировочные и внешние характеристики</p> <p>Тема 2.4. Коммутация тока в выпрямителях и влияние ее на</p>

	<p>характеристики выпрямителя</p> <p>Тема 2.5. Искажение формы тока, потребляемого выпрямителем из питающей сети. Коэффициент искажения формы тока, потребляемого выпрямителем из питающей сети</p> <p>Тема 2.6. Система импульсно-фазового управления (СИФУ): устройство, принцип работы, регулировочные характеристики СИФУ при линейной и косинусоидальной форме опорного сигнала. Передаточная функция СИФУ.</p> <p>Тема 2.7. Энергетические показатели выпрямителей. Влияние фазности выпрямителя на энергетические показатели управляемого выпрямителя. Энергетические показатели активного выпрямителя.</p>
3	<p>Раздел 3. Зависимые инверторы</p> <p>Тема 3.1. Устройство, принцип работы, внешние характеристики зависимого инвертора, выполненного на однооперационных тиристорах</p> <p>Тема 3.2. Устройство, принцип работы, внешние характеристики зависимого инвертора, выполненного на управляемых вентилях</p>
4	<p>Раздел 4 Автономные инверторы</p> <p>Тема 4.1. Устройства, принцип работы, характеристики однофазных инверторов тока параллельного и последовательного типа</p> <p>Тема 4.2. Устройства, принцип работы, характеристики однофазного инвертора тока последовательно- параллельного типа</p> <p>Тема 4.3. Устройства, принцип работы, характеристики однофазного инвертора напряжения</p> <p>Тема 4.4. Устройства, принцип работы, характеристики трехфазного инвертора напряжения с широтным регулированием выходного напряжения</p> <p>Тема 4.5. Устройства, принцип работы, характеристики инвертора напряжения с ШИМ выходного напряжения</p>

5	<p>Раздел 5.Регуляторы напряжения переменного тока,</p> <p>Тема 5.1. Регуляторы напряжения переменного тока, выполненные на однооперационных тиристорах и полностью управляемых вентилях: устройство, принцип работы, характеристики</p> <p>Тема 5.2. Трехфазные регуляторы напряжения переменного тока: устройство, принцип работы, характеристики</p>
6	<p>Раздел 6. Преобразователи частоты</p> <p>Тема 6.1. Устройство, принцип работы, характеристики преобразователя частоты со звеном постоянного тока</p> <p>Тема 6.2. Устройство, принцип работы, характеристики преобразователя частоты без звена постоянного тока</p>
7	<p>Раздел 7 Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)</p> <p>Тема 7.1. Устройство, принцип работы, характеристики ППТ с последовательным ключевым элементом</p> <p>Тема 7.2. Устройство, принцип работы, характеристики ППТ с параллельным ключевым элементом</p> <p>Тема 7.3. Устройство, принцип работы, характеристики однотактного прямоходового конвертора</p> <p>Тема 7.4. Устройство, принцип работы, характеристики однотактного обратногоходового конвертора</p> <p>Тема 7.5. Устройство, принцип работы, характеристики двухтактного конвертора с трансформаторной связью цепи нагрузки и источником питания</p> <p>Тема 7.6. Устройство, принцип работы входного фильтра конвертора</p> <p>Тема 7.7. Устройство, принцип работы схема управления однотактного конвертора</p>

8	<p>Раздел 8. Методики проектирования ВИП</p> <p>Тема 8.1. Методика проектирования ППТ с последовательным ключевым элементом</p> <p>Тема 8.2. Методика проектирования ППТ с параллельным ключевым элементом</p> <p>Тема 8.3. Методика проектирования однотактного прямоходового конвертора</p> <p>Тема 8.4. Методика проектирования однотактного обратногоходового конвертора</p> <p>Тема 8.5. Методика проектирования двухтактного конвертора</p> <p>Тема 8.6. Методика проектирования выпрямителя с сетевым трансформатором</p> <p>Тема 8.7. Методика проектирования активных выпрямителей</p> <p>Тема 8.8. Статический расчет стабилизатора напряжения</p>
9	<p>Раздел 9. Защита силовых схем полупроводниковых преобразователей</p> <p>Тема 9.1. Схемы, сравнительные характеристики устройств защиты устройств силовой электроники от сверхтоков.</p> <p>Тема 9.2. Схемы, сравнительные характеристики устройств защиты устройств силовой электроники от перенапряжений.</p>

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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

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	Вводное занятие	1	1	1.1
2	Исследование регулятора напряжения переменного тока	4	4	5.2
3	Исследование трехфазного одноконтурного управляемого выпрямителя	4	4	2.2
4	Исследование однофазного инвертора тока параллельного типа	4	4	4.1
5	Исследование однофазного инвертора напряжения с широтным и с широтно-импульсным регулированием	4	4	4.4
	Итого в семестре 5	17	17	
Семестр 6				
	Вводное занятие	1	1	
9	Исследование ППТ с последовательным ключевым элементом (ППТ-1)	4	4	7.1
10	Исследование ППТ с параллельным ключевым элементом (ППТ-2)	4	4	7.2
12	Исследование двухтактного ППТ при симметричном и несимметричном управлении	4	4	7.5
15	Исследование стабилизатора напряжения	4	4	8.8
	Итого в семестре 6	17	17	
	Итого	34	34	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

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, приобретенные при изучении теоретической части курса.

Часов практической подготовки: 17.

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 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)		20	19
Курсовое проектирование (КП, КР)			20
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		9	9
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		9	9
Всего:	95	38	57

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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. М29	1.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть I. Выпрямители и регуляторы переменного напряжения. ГУАП. СПб. 2011. 186с.	10
621.314. М29	2.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть II. Инверторы напряжения и преобразователи частоты. ГУАП. СПб.2012. 146с.	10
621.314.5 М29	3. Мартынов А.А. Проектирование импульсных полупроводниковых преобразователей постоянного напряжения в постоянное напряжение: учеб. пособие/А.А.Мартынов. СПб.: СПбГУАП, 2011. 216 с.:	10
621.314. М29	4.Мартынов А.А. Силовая электроника: учеб. –метод. Пособие/А.А. Мартынов.-СПб.: ГУАП, 2015.-214с.	10
621.314. М29	5.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть I / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 187 с.:	10

621.314. М29	6.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть II / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 157 с.:	10
-----------------	--	----

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
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

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
1	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
2	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
3	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23).
4	Браузер для работы в Интернете Яндекс Браузер (лицензии GPL/LGPL/MPL).

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

URL адрес	Наименование
https://lib.guap.ru.	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru.), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
https://e.lanbook.com	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет

	читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
http://elsau.ru/	ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России (http://elsau.ru/suai), доступ по IP-адресам ГУАП
https://znanium.ru/	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
https://urait.ru/	образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
https://cyberleninka.ru/	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (https://cyberleninka.ru/), свободный доступ

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 ул. Большая Морская, д.67, лит. А
2	Учебная аудитория для практических и лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории; лабораторное оборудование по изучению электрического привода постоянного тока до 1 кВт.	31-01 ул. Большая Морская, д.67, лит. А

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; Тесты.
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

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	Код индикатора

1.	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и характеристики преобразователя постоянного тока в постоянный ток с последовательным ключевым элементом (ППТ-1)	ПК-1.3.1
2.	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и характеристики преобразователя постоянного тока в постоянный ток с параллельным ключевым элементом (ППТ-2)	ПК-1.У.1
3	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и характеристики преобразователя частоты со звеном постоянного тока.	ПК-1.У.1
4	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и характеристики преобразователя частоты без звена постоянного тока с естественной коммутацией.	ПК-1.В.1
5	Проведите классификацию вторичных источников питания и выполните сравнительную оценку схемных вариантов построения ВИП.	ПК-1.3.1
6.	Изложите основы методики расчета выпрямителя с сетевым трансформатором.	ПК-1.3.1
7.	Изложите основы методики расчета L и L-C сглаживающих фильтров	ПК-1.У.1
8	Опишите схемы защиты ВИП от сверхтоков	ПК-1.В.1
9	Изложите основы методики выбора радиатора для транзисторов и диодов	ПК-1.3.1
10	Изложите основы методики расчета входного фильтра ШИП.	ПК-1.У.1
11	Изложите основы методики статического расчета ВИП со стабилизацией напряжения	ПК-1.В.1
12.	Приведите расчет потерь мощности транзистора, работающего в режиме переключения	ПК-1.3.1
13.	Изложите методику расчета ВИП, выполненного по схеме ППТ с последовательным ключевым элементом.	ПК-1.У.1
14.	Изложите методику расчета ВИП, выполненного по схеме ППТ с параллельным ключевым элементом.	ПК-1.В.1
15	Приведите методика расчета ВИП, выполненного по схеме прямоходового ТОК.	ПК-1.3.1
16.	Приведите методику расчета ВИП, выполненного по схеме обратногоходового ТОК	ПК-1.У.1
17.	Приведите методика расчета ВИП, выполненного по двухтактной полномостовой схеме	ПК-1.В.1
18	Приведите методику расчета ВИП, выполненного по двухтактной полумостовой схеме	ПК-1.3.1
19	Приведите методику расчета ВИП, выполненного по двухтактной схеме с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора	ПК-1.У.1
20	Приведите методику расчета ВИП, выполненного по двухтактной одноплечевой схеме	ПК-1.В.1
21	Опишите методику расчета параметрического стабилизатора.	ПК-1.У.1

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.
Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифф. зачета	Код индикатора
1.	Опишите применение метода мгновенных значений при исследовании устройств силовой электроники.	ПК-1.У.1
2.	Опишите применение методов полезной составляющей и эквивалентных источников при исследовании устройств силовой электроники..	ПК-1.В.1
3	Нарисуйте реальные и идеальные вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов, тиристоров и транзисторов и дайте им пояснения.	ПК-1.3.1
4.	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для однофазного однотактного выпрямителя.	ПК-1.У.1
5.	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для однофазного мостового выпрямителя.	ПК-1.В.1
6.	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для трехфазного однотактного выпрямителя	ПК-1.У.1
7.	Дайте пояснения особенностям работы трансформатора в трехфазном однотактном выпрямителе.	ПК-1.У.1
9.	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для трехфазного мостового управляемого выпрямителя.	ПК-1.В.1
10	Приведите пояснения процессу коммутация тока в выпрямителях: влияние на величину выпрямленного напряжения, вывод выражения для угла коммутации .	ПК-1.3.1
11	Приведите аналитическое выражение и постройте внешнюю характеристику управляемого выпрямителя,	ПК-1.У.1
12	Приведите аналитическое выражение и постройте регулировочную характеристику управляемого выпрямителя при чисто активной и активно-индуктивной нагрузке.	ПК-1.В.1
13	Приведите определение понятию коэффициента пульсаций и коэффициенту сглаживания выпрямленного напряжения. Выведите аналитическое выражение для коэффициента сглаживания L-С фильтра.	ПК-1.У.1
14	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для зависимого инвертора.	ПК-1.У.1
15	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для однофазного мостового инвертора тока параллельного типа.	ПК-1.В.1
16	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для однофазного мостового инвертора последовательного типа:	ПК-1.3.1
17.	Опишите резонансный режим работы инвертора последовательного типа	ПК-1.У.1
18	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы	ПК-1.В.1

	и выполните вывод расчетных соотношений для однофазного мостового инвертора напряжения.	
19	Поясните принцип широтного регулирования выходного напряжения инвертора напряжения и выведите зависимость гармонического состава выходного напряжения от длительности импульса полуволны выходного напряжения.	ПК-1.У.1
20	Поясните принцип широтно-импульсного регулирования выходного напряжения инвертора напряжения;	ПК-1.У.1
21	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для трехфазного транзисторного инвертора напряжения	ПК-1.В.1
22	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для преобразователя частоты со звеном постоянного тока:	ПК-1.З.1
23	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для преобразователя частоты без звена постоянного тока с естественной коммутацией: схема, временные диаграммы, принцип работы.	ПК-1.У.1
24	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для тиристорного регулятора напряжения переменного тока	ПК-1.В.1

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме: трансформатор сетевой (ТС)- -управляемый выпрямитель (УВ)
2	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме однотактного прямоходового конвертора
3	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме однотактного обратногоходового конвертора
4	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного полномостового конвертора
5	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного полумостового конвертора
6	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного конвертора с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора
7	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного одноплечевого конвертора

8	Разработка активный выпрямитель
9	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме ТС-неуправляемый выпрямитель - ППТ с параллельным ключевым элементом
10	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме ТС-неуправляемый выпрямитель - ППТ с последовательным ключевым элементом

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<p>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>		
1	<p>Укажите какое из нижеприведенных определений выпрямителя правильное:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Выпрямитель преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока; b. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока; c. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_1 в электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_2; d. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_2 в электрическую энергию постоянного тока с напряжением U_1. <p>Ключ с правильным ответом:</p>	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1
2	<p>Какое физическое явление лежит в основе работы тиристорного регулятора переменного напряжения, позволяющее изменять действующее значение напряжения на нагрузке?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. изменение амплитуды напряжения за счет автотрансформаторной связи; b. изменение частоты питающего напряжения для уменьшения индуктивного сопротивления нагрузки; c. изменение длительности открытого состояния ключа; d. изменение активного сопротивления полупроводниковой структуры под действием управляющего тока; <p>Ключ с правильным ответом:</p>	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1
3	<p>Укажите, какое из нижеприведенных определений соответствует инвертору:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. устройство, которое изменяет частоту переменного тока без изменения его напряжения, используется преимущественно для синхронизации генераторов; 	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1

	<div><div><div><div><div><div></div><div>b. устройство, преобразующее постоянный электрический ток (DC) в переменный ток (AC) с заданными параметрами напряжения и частоты;</div></div><div><div></div><div>c. электрический аппарат, предназначенный для плавного снижения напряжения постоянного тока при сохранении полярности, используется как стабилизатор в бортовых сетях.</div></div><div><div></div><div>d. устройство, преобразующее переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения без изменения частоты, работает только на синусоидальном сигнале.</div></div></div></div></div><div>Ключ с правильным ответом :</div></div>			
<div>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</div> <div>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</div>				
4	<div>Укажите какие полупроводниковые усилители мощности находят применение в электроприводах постоянного тока:</div> <div><div><div>a. управляемые выпрямители;</div><div>b. преобразователи частоты;</div><div>c. широтно – импульсные преобразователи постоянного тока;</div><div>d. тиристорные регуляторы напряжения.</div></div></div> <div>Ключ с правильным ответом :</div>	<div>ПК-1.3.1</div> <div>ПК-1.У.1</div> <div>ПК-1.В.1</div>		
5	<div>Укажите условия, необходимые для открытия тиристора:</div> <div><div><div>a. напряжение на аноде должно быть меньше напряжения на катоде;</div><div>b. напряжение на аноде должно быть больше напряжения на катоде;</div><div>c. наличие импульса управления на управляющем электроде тиристора;</div><div>d. отсутствие импульса управления на управляющем электроде тиристора;</div></div></div> <div>Ключ с правильным ответом:</div>	<div>ПК-1.3.1</div> <div>ПК-1.У.1</div> <div>ПК-1.В.1</div>		
6	<div>Какие из перечисленных недостатков характерны для тиристорного регулятора переменного напряжения, работающего в режиме фазового регулирования:</div> <div><div><div>a. высокий коэффициент мощности (cos φ) при работе под нагрузкой;</div><div>b. искажение формы тока и напряжения в питающей сети (высокий уровень высших гармоник);</div><div>c. отсутствие гальванической развязки между входом и выходом</div><div>d. очень высокий коэффициент полезного действия во всем диапазоне регулирования</div></div></div> <div>Ключ с правильным ответом :</div>	<div>ПК-1.3.1</div> <div>ПК-1.У.1</div> <div>ПК-1.В.1</div>		
<div>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</div> <div>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</div>				
7	<div>Установите соответствие между типом выпрямителя и числом фаз и коэффициентом тактности:</div> <table><tr><td>Тип выпрямителя</td><td>Число фаз и коэффициент тактности</td></tr></table>	Тип выпрямителя	Число фаз и коэффициент тактности	<div>ПК-1.3.1</div> <div>ПК-1.У.1</div> <div>ПК-1.В.1</div>
Тип выпрямителя	Число фаз и коэффициент тактности			

	<table><tr><td>А</td><td>однофазный мостовой</td><td>1</td><td>$m_2=6, k_T=1$</td></tr><tr><td>В</td><td>трехфазный мостовой</td><td>2</td><td>$m_2=3, k_T=1$</td></tr><tr><td>С</td><td>трехфазный однотоактный</td><td>3</td><td>$m_2=1, k_T=2$</td></tr><tr><td>Д</td><td>шестифазный однотоактный</td><td>4</td><td>$m_2=3, k_T=2$</td></tr></table> <p>Ключ с правильным ответом:</p>	А	однофазный мостовой	1	$m_2=6, k_T=1$	В	трехфазный мостовой	2	$m_2=3, k_T=1$	С	трехфазный однотоактный	3	$m_2=1, k_T=2$	Д	шестифазный однотоактный	4	$m_2=3, k_T=2$					
А	однофазный мостовой	1	$m_2=6, k_T=1$																			
В	трехфазный мостовой	2	$m_2=3, k_T=1$																			
С	трехфазный однотоактный	3	$m_2=1, k_T=2$																			
Д	шестифазный однотоактный	4	$m_2=3, k_T=2$																			
8	<p>Установите соответствие четырех формул для расчета коэффициента полезного действия полупроводниковых преобразователей</p> <p>- выпрямитель;</p> <p>- инвертор;</p> <p>-преобразователь частоты;</p> <p>- Преобразователь постоянного тока в постоянный ток (ППТ)</p> <p>Укажите номер формулы КПД для каждого преобразователя</p> <table><tr><th colspan="2">Тип преобразователя</th><th colspan="2">Номер формулы КПД</th></tr><tr><td>А</td><td>Выпрямитель</td><td>1</td><td>$\eta =P_d/P_1$</td></tr><tr><td>В</td><td>Инвертор</td><td>2</td><td>$\eta =P_2/P_d$</td></tr><tr><td>С</td><td>Преобразователь частоты</td><td>3</td><td>$\eta =P_{d2}/P_{d1}$</td></tr><tr><td>Д</td><td>ППТ</td><td>4</td><td>$\eta =P_2/P_1$</td></tr></table> <p>где $P_d=U_dI_d$ -мощность цепи постоянного тока преобразователя;</p> <p>P_{d1}- мощность на входе преобразователя постоянного напряжения;</p> <p>P_{d2} – мощность на выходе преобразователя постоянного напряжения;</p> <p>$P_2=m_2U_2I_2\cos\varphi$ –активная мощность выходной цепи переменного тока преобразователя;.</p> <p>$P_1=m_1U_1I_1\cos\varphi$ –активная мощность входной цепи переменного тока преобразователя.</p> <p>Ключ с правильным ответом:</p>	Тип преобразователя		Номер формулы КПД		А	Выпрямитель	1	$\eta =P_d/P_1$	В	Инвертор	2	$\eta =P_2/P_d$	С	Преобразователь частоты	3	$\eta =P_{d2}/P_{d1}$	Д	ППТ	4	$\eta =P_2/P_1$	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1
Тип преобразователя		Номер формулы КПД																				
А	Выпрямитель	1	$\eta =P_d/P_1$																			
В	Инвертор	2	$\eta =P_2/P_d$																			
С	Преобразователь частоты	3	$\eta =P_{d2}/P_{d1}$																			
Д	ППТ	4	$\eta =P_2/P_1$																			
9	<p>Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) для четырех преобразователей постоянного напряжение в постоянное напряжение:</p> <p>- однотоактный преобразователь постоянного напряжения в постоянное напряжение I рода, ОППН –I.;</p> <p>- однотоактный преобразователь постоянного напряжения в постоянное напряжение II рода, ОППН –II;</p>	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1																				

	<p>-однотактный прямоходовой преобразователь, ОПП;</p> <p>- однотактный обратногоходовой преобразователь, ООП.</p> <p>Укажите номер формулы ДР для каждого преобразователя</p> <table><tr><th colspan="2">Тип преобразователя</th><th colspan="2">Номер формулы ДР</th></tr><tr><td>А</td><td>ОППН-I</td><td>1</td><td>$U_{\text{вых}} > U_{\text{вх}}$</td></tr><tr><td>В</td><td>ОППН-II</td><td>2</td><td>$U_{\text{вых}} < U_{\text{вх}}$;</td></tr><tr><td>С</td><td>ОПП</td><td>3</td><td>$U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}}$;</td></tr><tr><td>Д</td><td>ООП</td><td>4</td><td>$U_{\text{вых}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{вх}}$</td></tr></table> <p>Ключ с правильным ответом:</p>	Тип преобразователя		Номер формулы ДР		А	ОППН-I	1	$U_{\text{вых}} > U_{\text{вх}}$	В	ОППН-II	2	$U_{\text{вых}} < U_{\text{вх}}$;	С	ОПП	3	$U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}}$;	Д	ООП	4	$U_{\text{вых}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{вх}}$	
Тип преобразователя		Номер формулы ДР																				
А	ОППН-I	1	$U_{\text{вых}} > U_{\text{вх}}$																			
В	ОППН-II	2	$U_{\text{вых}} < U_{\text{вх}}$;																			
С	ОПП	3	$U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}}$;																			
Д	ООП	4	$U_{\text{вых}}$ может быть как больше, так и меньше $U_{\text{вх}}$																			
<p>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>																						
10	<p>Установите правильную последовательность преобразования электрической энергии в автономном инверторе напряжения со звеном постоянного тока:</p> <p>a. сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения и тока с помощью фильтра (дроссель + конденсаторная батарея). Формирование стабильного постоянного напряжения;</p> <p>b. широтно-импульсная модуляция сигналов управления ключами инвертора и фильтрация выходного напряжения для получения синусоидального тока заданной частоты;</p> <p>c. выпрямление трехфазного переменного напряжения промышленной частоты с помощью неуправляемого диодного моста;</p> <p>d. инвертирование постоянного напряжения в трехфазное переменное напряжение регулируемой частоты и амплитуды с помощью IGBT-транзисторов, работающих в ключевом режиме.</p> <p>Ключ с правильным ответом:</p>	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1																				
11	<p>Установите схему соединения блоков преобразователя частоты, обеспечивающую рекуперацию электрической энергии в питающую сеть переменного тока</p> <p>Блоки преобразователя:</p> <p><i>А</i> -инвертор с широтно-импульсной модуляцией;</p> <p><i>Б</i> -емкостной сглаживающий фильтр;</p> <p><i>В</i> -активный выпрямитель;</p> <p><i>Г</i> -неуправляемый выпрямитель;</p>	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1																				

	<p><i>Д</i> -индуктивно-емкостной фильтр.</p> <p>Ключ с правильным ответом:</p>	
12	<p>Установите последовательность расчета мощности и напряжения вторичной обмотки сетевого трансформатора выпрямителя:</p> <p><i>А</i>- расчет мощности цепи постоянного тока, P_{d0};</p> <p><i>Б</i>-расчет напряжения цепи постоянного тока выпрямителя с учетом падения напряжения на элементах схемы, U_{d0};</p> <p><i>В</i>- расчет тока цепи нагрузки, I_d;</p> <p><i>Г</i>- расчет установленной мощности трансформатора, S_T;</p> <p><i>Д</i>- расчет напряжения вторичной обмотки, $U_{2ф}$</p> <p>Ключ с правильным ответом:</p>	<p>ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1</p>
<p>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание</p>		
13	<p>Изложите письменно методику расчета потерь мощности транзистора</p> <p>Ответ:</p>	<p>ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1</p>
14	<p>Изложите письменно методику расчета площади радиатора для отвода тепла от транзистора</p> <p>Ответ.</p>	<p>ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1</p>
15	<p>Приведите формулу для расчета угла коммутации управляемого выпрямителя и поясните влияние угла коммутации на величину выходного напряжения выпрямителя.</p> <p>Ответ:</p>	<p>ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1</p>

Примечание:

Система оценивания тестовых заданий

Задание типа тест 1 с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора:

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Задание типа тест 2 с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора:

Полное совпадение с верным ответом 1 балл.

Отсутствие минимум одного правильно ответа или полное отсутствует ответа – 0 баллов.

Задание типа тест 3 на установление соответствия:

Полное совпадение с верным ответом - 1 балл.

Неверное сопоставление ответов или отсутствие ответа – 0 баллов.

Задание типа тест 4 на установление последовательности:

Полное правильное совпадение очередности ответов - 1 баллом

Нарушение правильного порядка ответов или отсутствие ответа – 0 баллов.

Задание типа тест 5 с развернутым ответом:

Правильный ответ за задание оценивается - 3 балла.

Если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл.

Если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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 приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Промышленная 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:

Введение в курс «Промышленная электроника»
 Классификация полупроводниковых преобразователей электрической энергии.
 Основные методы исследования полупроводниковых преобразователей электрической энергии
 Вольт-амперные характеристики полупроводниковых вентилях
 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 участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий
Учебным планом не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ приведены в «Методических указаниях по изучению дисциплины «Промышленная электроника», размещенных на электронном ресурсе каф. №32, а также в учебных пособиях в учебно-методических пособиях [5], [6].

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].

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы приведены в [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

Пояснительная записка курсовой работы должна включать в себя следующие разделы:

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

Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы / проекта

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

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

11.6. 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.

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).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

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

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

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- 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».

- 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».

- выполнение курсового проекта с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится по вопросам, приведенным в таблицах 15 и 16. При оценке окончательных результатов обучения по дисциплине учитывается оценка по текущему контролю, а также отсутствие или наличие задолженности по лабораторным работам и практическим занятиям. При наличии задолженностей по лабораторным работам и практическим занятиям итоговая оценка снижается на 0,5 балла за каждую не выполненную и не защищенную лабораторную работу или не решенную задачу.

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