

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

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Вторичные источники питания»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Управление в технических системах
Наименование направленности/ специализации	Управление и информатика в технических системах
Форма обучения	очно-заочная
Год приема	2026

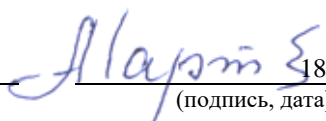
Санкт-Петербург– 2026

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 27.03.04 «Управление в технических системах» направленности/специализации «Управление и информатика в технических системах». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-7 «Способность производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием»

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 экзамена (6 семестр), курсовая работа (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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 промышленной электроники. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик устройств и систем вторичных источников питания, 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-7 Способность производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	ПК-7.3.1 знает основные методики расчета и проектирования систем автоматического управления ПК-7.В.1 владеет навыками проектирования систем автоматизации и управления

## 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	
		№6	№7
1	2	3	4
<i>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</i>	5/ 180	4/ 144	1/ 36
<i>Из них часов практической подготовки</i>	34	17	17
<i>Аудиторные занятия, всего час.</i>	51	34	17
в том числе:			
лекции (Л), (час)	17	17	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	36	36	
<i>Самостоятельная работа, всего (час)</i>	93	74	19
<i>Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)</i>	Экз., , Курс. Раб.	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 (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Полупроводниковые приборы силовой электроники Тема 1.1. Устройство, принцип работы, характеристики диодов, тиристор, транзисторов	2		2		14
Раздел 2. Выпрямители Тема 2.1. Основные параметры и характеристики выпрямителей. Тема 2.2. Однофазные выпрямители Тема 2.3. Трехфазные выпрямители	5	0	7		20

Раздел 3. Автономные инверторы	5	0	4		20
Тема 3.1. Однофазные инверторы тока параллельного и последовательного типа					
Тема 3.2. Однофазные инверторы напряжения					
Тема 3.3. Трехфазные инверторы					
Раздел 4. Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)	5	0	4		20
Тема 4.1. ППТ с последовательным ключевым элементом (ППТ-1)					
Тема 4.2. ППТ с параллельным ключевым элементом (ППТ-2)					
Тема 4.3. Однотактный прямоходовой преобразователь					
Тема 4.4. Однотактный обратногоходовой преобразователь					
Тема 4.5. Двухтактный конвертор с трансформаторной связью цепи нагрузки и источника питания					
Итого в семестре:	17	0	17	0	74
Семестр 7					
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:				17	19
Итого	17	0	17	17	93

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	Раздел 1. Полупроводниковые приборы силовой электроники Тема 1.1. Устройство, принцип работы, вольт-амперные характеристики диодов, тиристоров, транзисторов, потери мощности.

2.	<p>Раздел 2 .Выпрямители</p> <p>Тема 2.1. Классификация выпрямителей и основные параметры и характеристики выпрямителей.</p> <p>Тема 2.2. Однофазные выпрямители: схемы, характеристики, основные расчетные соотношения.</p> <p>Тема 2.3. Трехфазные выпрямители: схемы, характеристики, основные расчетные соотношения.</p>
3	<p>Раздел 3. Автономные инверторы</p> <p>Тема 3.1. Устройства, принцип работы, характеристики однофазных инверторов тока параллельного и последовательного типа</p> <p>Тема 3.2. Устройства, принцип работы, характеристики однофазного инвертора напряжения при широтном и широтно-импульсном способах регулирования величины выходного напряжения</p> <p>Тема 3.3. Устройство, принцип работы, характеристики трехфазного инвертора напряжения при широтном и широтно-импульсном способах регулирования величины выходного напряжения</p>
4	<p>Раздел 4. Преобразователи постоянного тока в постоянный ток (ППТ)</p> <p>Тема 4.1. Устройство, принцип работы, характеристики ППТ с последовательным ключевым элементом (ППТ-1)</p> <p>Тема 4.2. Устройство, принцип работы, характеристики ППТ с параллельным ключевым элементом (ППТ-2)</p> <p>Тема 4.3. Устройство, принцип работы, характеристики двухтактного преобразователя с несимметричным способом управления</p> <p>Тема 4.4. Устройство, принцип работы, характеристики двухтактного преобразователя с несимметричным способом управления</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	Трудоем- кость, (час)	Из них практич еской	№ раздела дисциплины
-------	---------------------------------	-----------------------------	-------------------------	-------------------------

			подгото вки, (час	плины
	Семестр 6			
1	Вводное занятие	1	1	
1	Исследование трехфазного однотактного управляемого выпрямителя	4	4	2.2
2	Исследование однофазного инвертора тока параллельного типа	4	4	4.1
3	Исследование однотактного ППН с последовательным ключевым элементом (ОППН-1)	4	4	7.1
4	Исследование двухтактного ППН при симметричном и несимметричном управлении (ДППН-II)	4	4	7.5
	Итого в семестре 6	17	17	
	Всего:	17	17	

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Цель курсовой работы: Развитие умения принятия обоснованных решений при решении инженерных задач. Развитие умения самостоятельно решать практические инженерные задачи, используя знания, освоенные 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 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	60	60	
Курсовое проектирование (КП, КР)	19		19
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	7	7	
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	7	7	
Всего:	93	74	19

### 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. M29	1.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть I. Выпрямители и регуляторы переменного напряжения. ГУАП. СПб. 2011. 186с.	10
621.314. M29	2.Мартынов А.А. Силовая электроника. Часть II. Инверторы напряжения и преобразователи частоты. ГУАП. СПб.2012. 146с.	10
621.314.5 M29	3. Мартынов А.А. Проектирование импульсных полупроводниковых преобразователей постоянного напряжения в постоянное напряжение: учеб. пособие/А.А.Мартынов. СПб.: СПбГУАП, 2011. 216 с.:	10
621.314. M29	4.Мартынов А.А. Силовая электроника: учеб. –метод. Пособие/А.А. Мартынов.-СПб.: ГУАП, 2015.-214с.	10
621.314. M29	5.Мартынов А.А. Основы преобразовательной техники.: Учебно-методическое пособие. Часть I / А.А. Мартынов. СПб.: ГУАП, 2016. 187 с.:	10
621.314. M29	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»

<u>URL адрес</u>	<u>Наименование</u>
<a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Элементы электронного курса по дисциплине размещены <a href="#">внутри ЭИОС ГУАП</a> <a href="#">«Интегрированная среда обучения»</a>

#### 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 <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
2	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» ( <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a> ) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso">https://guap.ru/it/system/iso</a>
3	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» ( <a href="https://guap.ru/">https://guap.ru/</a> ), 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
<a href="https://lib.guap.ru.">https://lib.guap.ru.</a>	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий ( <a href="https://lib.guap.ru.">https://lib.guap.ru.</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» ( <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>	ЭБС «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
<a href="http://elsau.ru/">http://elsau.ru/</a>	ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России ( <a href="http://elsau.ru/suai">http://elsau.ru/suai</a> ), доступ по IP-адресам ГУАП
<a href="https://znanium.ru/">https://znanium.ru/</a>	ЭБС Znanium ( <a href="https://znanium.ru/">https://znanium.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	образовательная платформа «Юрайт» ( <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» ( <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a> ), свободный доступ

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства	21-21 ул. Большая

	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.	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.
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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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	Нарисуйте реальные и идеальные вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов, тиристоров и транзисторов и дайте им пояснения	ПК-7.3.1
2	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для однофазного мостового выпрямителя.	ПК-7.В.1
3	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для трехфазного однофазного выпрямителя	ПК-7.3.1
4	Приведите пояснения процессу коммутация тока в выпрямителях: влияние на величину выпрямленного напряжения, вывод выражения для угла коммутации .	ПК-7.В.1

5	Приведите аналитическое выражение и постройте регулировочную характеристику управляемого выпрямителя при чисто активной и активно-индуктивной нагрузке.	ПК-7.3.1
6	Приведите определение понятию коэффициента пульсаций и коэффициенту сглаживания выпрямленного напряжения. Выведите аналитическое выражение для коэффициента сглаживания L-C фильтра.	ПК-7.В.1
7	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для зависимого инвертора.	ПК-7.3.1
8	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для однофазного мостового инвертора тока параллельного типа	ПК-7.В.1
9	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для однофазного мостового инвертора напряжения	ПК-7.3.1
10	Поясните принцип широтно-импульсного регулирования выходного напряжения инвертора напряжения;	ПК-7.В.1
11	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для трехфазного транзисторного инвертора напряжения	ПК-7.3.1
12	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы преобразователя частоты	ПК-7.3.1
13	Опишите устройство, принцип работы, временные диаграммы и выполните вывод расчетных соотношений для тиристорного регулятора напряжения переменного тока	ПК-7.В.1
14	Изложите основы методики расчета L и L-C сглаживающих фильтров	ПК-7.3.1
15	Опишите схемы защиты ВИП от сверхтоков	ПК-7.В.1
16	Изложите основы методики выбора радиатора для транзисторов и диодов	ПК-7.3.1
17	Изложите основы методики статического расчета ВИП со стабилизацией напряжения	ПК-7.В.1
18	Приведите методику расчета потерь мощности транзистора, работающего в режиме переключения	ПК-7.3.1
19	Изложите методику расчета ВИП, выполненного по схеме ППТ с последовательным ключевым элементом.	ПК-7.В.1
20	Изложите методику расчета ВИП, выполненного по схеме ППТ с параллельным ключевым элементом.	ПК-7.3.1
21	Приведите методика расчета ВИП, выполненного по схеме прямоходового ТОК.	ПК-7.В.1
22	Приведите методику расчета ВИП, выполненного по схеме	ПК-7.3.1

	обратноходового ТОК	
23	Поясните устройство, принцип работы двухтактного полномостового преобразователя	ПК-7.В.1
24	Поясните устройство, принцип работы двухтактного преобразователя, выполненного по схеме с выводом нулевой точки первичной обмотки трансформатора	ПК-7.3.1

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

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

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

Перечень тем для 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 однотактного прямоходового конвертора
2	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме однотактного обратноходового конвертора
3	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме двухтактного полномостового конвертора
4	Разработка стабилизатор напряжения, выполненный по схеме ТС-неуправляемый выпрямитель - ППТ с параллельным ключевым элементом
5	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><b>1 тип.</b> 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> <p>а. Выпрямитель преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока;</p>	<p>ПК-7.3.1</p> <p>ПК-7.В.1</p>

	<p>b. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока в электрическую энергию переменного тока;</p> <p>c. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением <math>U_1</math> в электрическую энергию постоянного тока с напряжением <math>U_2</math>;</p> <p>d. Выпрямитель преобразует электрическую энергию постоянного тока с напряжением <math>U_2</math> в электрическую энергию постоянного тока с напряжением <math>U_1</math>.</p> <p><b>Ключ с правильным ответом:</b></p>	
2	<p>Укажите, какое из нижеприведенных определений соответствует инвертору:</p> <p>a. устройство, которое изменяет частоту переменного тока без изменения его напряжения, используется преимущественно для синхронизации генераторов;</p> <p>b. устройство, преобразующее постоянный электрический ток (DC) в переменный ток (AC) с заданными параметрами напряжения и частоты;</p> <p>c. электрический аппарат, предназначенный для плавного снижения напряжения постоянного тока при сохранении полярности, используется как стабилизатор в бортовых сетях.</p> <p>d. устройство, преобразующее переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения без изменения частоты, работает только на синусоидальном сигнале.</p> <p><b>Ключ с правильным ответом :</b></p>	<p>ПК-7.3.1</p> <p>ПК-7.B.1</p>
<p><b>2 тип.</b> Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>		
3	<p>Укажите условия, необходимые для открытия тиристора:</p> <p>a. напряжение на аноде должно быть меньше напряжения на катоде;</p> <p>b. напряжение на аноде должно быть больше напряжения на катоде;</p> <p>c. наличие импульса управления на управляющем электроде тиристора;</p> <p>d. отсутствие импульса управления на управляющем электроде тиристора;</p> <p><b>Ключ с правильным ответом:</b></p>	<p>ПК-7.3.1</p> <p>ПК-7.B.1</p>
4	<p>Какие из перечисленных недостатков характерны для тиристорного регулятора переменного напряжения, работающего в режиме фазового регулирования:</p> <p>a. высокий коэффициент мощности (<math>\cos \varphi</math>) при работе под нагрузкой;</p> <p>b. искажение формы тока и напряжения в питающей сети (высокий уровень высших гармоник);</p> <p>c. отсутствие гальванической развязки между входом и выходом</p> <p>d. очень высокий коэффициент полезного действия во всем диапазоне регулирования</p> <p><b>Ключ с правильным ответом :</b></p>	<p>ПК-7.3.1</p> <p>ПК-7.B.1</p>
<p><b>3 тип.</b> Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>		

5	<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><math>\eta =P_d/P_1</math></td></tr><tr><td>В</td><td>Инвертор</td><td>2</td><td><math>\eta =P_2/P_d</math></td></tr><tr><td>С</td><td>Преобразователь частоты</td><td>3</td><td><math>\eta =P_{d2}/P_{d1}</math></td></tr><tr><td>Д</td><td>ППТ</td><td>4</td><td><math>\eta =P_2/P_1</math></td></tr></table> <p>где <math>P_d=U_dI_d</math> -мощность цепи постоянного тока преобразователя;</p> <p><math>P_{d1}</math>- мощность на входе преобразователя постоянного напряжения;</p> <p><math>P_{d2}</math> – мощность на выходе преобразователя постоянного напряжения;</p> <p><math>P_2=m_2U_2I_2\cos\varphi</math> –активная мощность выходной цепи переменного тока преобразователя;.</p> <p><math>P_1=m_1U_1I_1\cos\varphi</math> –активная мощность входной цепи переменного тока преобразователя.</p> <p><b>Ключ с правильным ответом</b></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-7.3.1 ПК-7.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	$\eta =P_2/P_1$																			
6	<p>Укажите возможный диапазон регулирования выходного напряжения (1, 2, 3 или 4) для четырех преобразователей постоянного напряжение в постоянное напряжение:</p> <p>- однотактный преобразователь постоянного напряжения в постоянное напряжение I рода, ОППН –I.;</p> <p>- однотактный преобразователь постоянного напряжения в постоянное напряжение II рода, ОППН –II;</p> <p>-однотактный прямоходовой преобразователь, ОПП;</p> <p>- однотактный обратноходовой 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><math>U_{\text{вых}}&gt;U_{\text{вх}}</math></td></tr><tr><td>В</td><td>ОППН-II</td><td>2</td><td><math>U_{\text{вых}}&lt;U_{\text{вх}};</math></td></tr><tr><td>С</td><td>ОПП</td><td>3</td><td><math>U_{\text{вых}}=U_{\text{вх}};</math></td></tr><tr><td>Д</td><td>ООП</td><td>4</td><td><math>U_{\text{вых}}</math> может быть как</td></tr></table>	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	ПК-7.3.1 ПК-7.В.1
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 $U_{вх}$	
<b>Ключ с правильным ответом:</b>					
<b>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</b>  Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо					
7	Установите схему соединения блоков преобразователя частоты, обеспечивающую рекуперацию электрической энергии в питающую сеть переменного тока  Блоки преобразователя:  <i>А</i> -инвертор с широтно-импульсной модуляцией;  <i>Б</i> -емкостной сглаживающий фильтр;  <i>В</i> -активный выпрямитель;  <i>Г</i> -неуправляемый выпрямитель;  <i>Д</i> -индуктивно-емкостной фильтр.  <b>Ключ с правильным ответом:</b>				ПК-7.3.1 ПК-7.В.1
8	Установите последовательность расчета мощности и напряжения вторичной обмотки сетевого трансформатора выпрямителя:  <i>А</i> - расчет мощности цепи постоянного тока, $P_{d0}$ ;  <i>Б</i> -расчет напряжения цепи постоянного тока выпрямителя с учетом падения напряжения на элементах схемы, $U_{d0}$ ;  <i>В</i> - расчет тока цепи нагрузки, $I_d$ ;  <i>Г</i> - расчет установленной мощности трансформатора, $S_T$ ;  <i>Д</i> - расчет напряжения вторичной обмотки, $U_{2ф}$  <b>Ключ с правильным ответом:</b>				ПК-7.3.1 ПК-7.В.1
<b>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</b>  Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание					
9	Изложите письменно методику расчета потерь мощности транзистора <b>Ответ:</b>				ПК-7.3.1 ПК-7.В.1
10	Изложите письменно методику расчета площади радиатора для отвода тепла от транзистора <b>Ответ:</b>				ПК-7.3.1 ПК-7.В.1

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 .

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 обучающимися 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:

- постановка задачи;
- основные сведения по теме лекции;
- результаты и выводы.

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 выполнению лабораторных работ

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

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

Приступать к работе можно только после ознакомления с рабочим местом.

2. Перед включением оборудования убедиться в том, что вся включенная в схему коммутационная аппаратура (кнопки и др.) находится в исходном положении.

3. При включении и в процессе печати следить за показаниями основных характеристик (температура стола, температура стола, обдув и др.).

4. К лабораторным занятиям допускаются только те студенты, которые усвоили правила безопасности и расписались в журнале об ознакомлении с правилами безопасности.

5. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в составе не менее двух человек.

6. Каждый студент должен подготовиться к лабораторной работе. При недостаточной подготовке студент не допускается к ее выполнению.

7. Собранная схема и написанная программа должна быть проверена преподавателем, который после проверки дает разрешение на проведение опытов.

6. Все переключения в установке и ее окончательная разборка делается только с разрешения преподавателя. В случае неверности полученных данных работа переделяется.

7. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.

8. В случае возникновения аварийной ситуации (появление дыма, запаха гари, несвойственных звуков, искры и др.) на рабочем месте необходимо немедленно отключить схему от напряжения и сообщить об этом событии преподавателю без любых изменений в схеме. Вместе с преподавателем надо найти причину аварии и устранить ее.

9. Студент должен бережно обращаться с предоставляемым ему оборудованием и компьютерной техникой, запрещается делать надписи мелом, карандашом или чернилами. Нельзя загромождать рабочее место приборами и аппаратами, которые не используются в лабораторной работе, оставлять на них книги, тетради и др. предметы.

10. К следующему занятию каждый студент должен составить отчет по предыдущей лабораторной работе в соответствии с установленной формой.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие обязательные разделы:

1. Титульный лист
2. Цель выполнения лабораторной работы
3. Принципиальные или функциональные схемы экспериментов
4. Результаты экспериментов
5. Теоретические расчеты (при необходимости)
6. Выводы по лабораторной работе

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление отчета по лабораторной работе должно соответствовать требованиям правилам оформления текстовых документов ГОСТ 7.32-2017, ГОСТ 2.105-2019 и нормативным документам ГУАП ([new.guar.ru](http://new.guar.ru)).

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/курсовой 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.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения

и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

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 включает в себя:

- контроль посещаемости;
- устный опрос по материалам лекций;
- устный опрос по практическим занятиям;
- письменный опрос по вопросам практического занятия;
- письменное выполнение заданий лабораторных работ с защитой отчетов;
- письменный опрос в форме тестирования.

В течение семестра обучающиеся загружают в ЭИОС ГУАП отчётные материалы, в соответствии с установленными НПР требованиями и методами проведения ТКУ, а НПР оценивают загруженные материалы. Оценка, сделанная НПР, зарегистрированным под своим логином и паролем, является оценкой результатов ТКУ.

Основанием для допуска к прохождению промежуточной аттестации по дисциплине «Преобразовательная техника» являются выполненные и загруженные в ЭИОС ГУАП лабораторные и практические работы.

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

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Дифференцированный зачет проводится в письменной форме по вопросам, представленным в таблице 15, в виде подготовки и изложения развёрнутого ответа. Время на подготовку ответа - 90 минут.

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