

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

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ

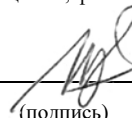
Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Электромеханика
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург – 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н, доцент  
(должность, уч. степень, звание)

22.06.2020  
(подпись, дата)

Литвинов Ю.В.  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«22» июня 2020 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н.,проф.  
(уч. степень, звание)

22.06.2020  
(подпись, дата)

В.Ф. Шишляков  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(01)

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

22.06.2020  
(подпись, дата)

С.В. Соленый  
(инициалы, фамилия)

Заместитель Директора института №3 по методической работе

и.о. зав.каф., к.э.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

22.06.2020  
(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Электроника» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электромеханика». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами работы полупроводниковых приборов: диодов, стабилитронов, полевых и биполярных транзисторов, операционных усилителей, а также схем различных электронных усилительно-преобразовательных устройств, построенных на их основе.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Изучение дисциплины «Электроника» дает возможность студентам не только изучать физические закономерности, лежащие в основы полупроводниковых приборов и схемы усилительно-преобразовательных устройств, но понимать их роль и значение при проектировании САУ в целом.

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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1.Д.3 демонстрирует знание требований к оформлению документации (ЕСКД, ЕСПД, ЕСТД) и умение выполнять чертежи простых объектов профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.Д.1 использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока ОПК-4.Д.3 применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами ОПК-4.Д.4 демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ;
- Физика;
- Информатика;
- Электротехника.

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

- Теория автоматического управления;
- Электрические аппараты.

## 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	
		№4	№5
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, 3Е/ (час)</b>	7/ 252	4/ 144	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>			
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	119	68	51
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	34	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	72	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	61	40	21
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Электропроводность полупроводников Тема 1.1. Собственный (беспримесный) полупроводник Тема 1.2. Примесный полупроводник Тема 1.3. Электронно-дырочный переход Тема 1.4. Вольт-амперная характеристика p-n перехода	2				4
Раздел 2. Полупроводниковые диоды Тема 2.1. Выпрямительные полупроводниковые диоды: принцип действия, характеристики, параметры. Тема 2.2. Полупроводниковые стабилитроны : принцип действия, характеристики, параметры. Тема 2.3. Параметрический стабилизатор напряжения на стабилитроне	4	4	10		6
Раздел 3. Тиристоры Тема 3.1. Диодные тиристоры Тема 3.2. Триодные тиристоры Тема 3.3. Симисторы	2		2		6

Раздел 4. Биполярные транзисторы Тема 4.1. Принцип действия биполярного транзистора Тема 4.2. Транзистор как усилительный прибор Тема 4.3. Режимы работы биполярного транзистора Тема 4.4. Статические вольт-амперные характеристики и параметры биполярных транзисторов	5	13	12		18
Раздел 5. Полевые транзисторы Тема 5.1. Полевой транзистор с р-п переходом Тема 5.2. Полевой транзистор с изолированным затвором	2		8		10
Раздел 6. Фотоприемники Тема 6.1. Светоизлучающий диод Тема 6.2. Фотоприемники Тема 6.3. Оптопары	2		2		5
Итого в семестре:	17	17	34		40
Семестр 5					
Раздел 7. Усилительно-преобразовательные устройства Тема 7.1. Классификация усилителей Тема 7.2. Показатели качества усилительных устройств Тема 7.3. Режимы работы усилителя Тема 7.4. Особенности построения силовых каскадов Тема 7.5. Трансформаторный усилитель мощности Тема 7.6. Бестрансформаторный усилитель мощности Тема 7.7. Усилители мощности в ключевом режиме	5		4		4
Раздел 8. Операционные усилители Тема 8.1. Типовые схемы включения ОУ Тема 8.2. Реализация корректирующих устройств на ОУ	2		4		4
Раздел 9. Схемы нелинейного преобразования непрерывных сигналов Тема 9.1. Схемы, построенные на основе ДРЯ Тема 9.2. Схемы, построенные на основе ОУ	2		2		4
Раздел 10. Генераторы Тема 10.1. Генераторы гармонических колебаний Тема 10.2. Генераторы линейно-изменяющегося напряжения Тема 10.3. Мультивибраторы Тема 10.4. Одновибраторы Тема 10.5. Блокинг-генератор	4		6		4
Раздел 11. Триггеры Тема 11.1. Симметричный триггер Тема 11.2. Триггер с эмиттерной связью	2				2
Раздел 12. Модуляторы и демодуляторы Тема 12.1. Амплитудные модуляторы Тема 12.2. Частотные модуляторы Тема 12.3. Фазовые модуляторы	2		1		4
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	17		17	17	57
Итого	34	17	51	17	97

#### 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
<b>1</b>	Собственный (беспримесный) полупроводник, примесный полупроводник, электронно-дырочный переход, вольт-амперная характеристика p-n перехода
<b>2</b>	Выпрямительные полупроводниковые диоды: принцип действия, характеристики, параметры. Полупроводниковые стабилитроны : принцип действия, характеристики, параметры. Параметрический стабилизатор напряжения на стабилитроне
<b>3</b>	Диодные тиристоры: принцип действия, характеристики, параметры. Триодные тиристоры: принцип действия, характеристики, параметры. Симисторы: принцип действия, характеристики, параметры.
<b>4</b>	Принцип действия биполярного транзистора. Транзистор как усилительный прибор. Режимы работы биполярного транзистора. Статические вольт-амперные характеристики и параметры биполярных транзисторов
<b>5</b>	Полевой транзистор с p-n переходом: принцип действия, характеристики, параметры. Полевой транзистор с изолированным затвором: принцип действия, характеристики, параметры
<b>6</b>	Светоизлучающий диод: принцип действия, характеристики, параметры. Фотоприемники ( фоторезистор, фотодиод, фототранзистор, фототиристор: принцип действия, характеристики, параметры. Оптопары: принцип действия, характеристики, параметры.
<b>7</b>	Классификация усилителей. Показатели качества усилительных устройств. Режимы работы усилителя. Особенности построения силовых каскадов. Трансформаторный усилитель мощности. Бестрансформаторный усилитель мощности. Усилители мощности в ключевом режиме.
<b>8</b>	Типовые схемы включения ОУ (инвертирующее и неинвертирующее включение). Реализация корректирующих устройств на ОУ.
<b>9</b>	Реализация нелинейных характеристик на основе диодно-резистивной ячейки. Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей.
<b>10</b>	Генераторы гармонических колебаний. Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения. Мультивибраторы. Одновибраторы. Блокинг-генератор
<b>11</b>	Симметричный триггер. Триггер с эмиттерной связью
<b>12</b>	Амплитудные модуляторы. Частотные модуляторы. Фазовые модуляторы. Амплитудные демодуляторы. Частотные демодуляторы

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4					
1	Расчет параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне	Решение практических задач	2		2
2	Выбор силовых транзисторов по параметрам нагрузки	Решение практических задач	1		4
3	Расчет числа параллельно включаемых транзисторов	Решение практических задач	2		4
4	Расчет площади теплоотвода	Решение практических задач	4		4
5	Расчет величин уравнивающих резисторов	Решение практических задач	1		4
6	Расчет термостабилизирующих резисторов	Решение практических задач	5		4
7	Расчет схем корректирующих устройств на основе ОУ	Решение практических задач	2		8
Всего			17		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4				
1	Вольт-амперные характеристики диодов и стабилитронов	2		2
2	Исследование параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне	4		2
3	Исследование двухполупериодного выпрямителя	4		2
4	Вольт-амперные характеристики тиристоров	2		3



5	Вольт-амперные характеристики биполярного транзистора (схемы включения с ОБ и ОЭ)	4		4
6	Исследование однокаскадного усилителя мощности на биполярном транзисторе (Класс А)	4		4
7	Исследование однокаскадного усилителя мощности на биполярном транзисторе (Класс В)	4		4
8	Вольт-амперные характеристики полевых транзисторов	4		5
9	Исследование однокаскадного усилителя мощности на полевом транзисторе	4		5
10	Вольт-амперные характеристики фотоприемников и светодиодов	2		6
Семестр 5				
11	Усилитель мощности (Класс D)	4		7
12	Усилительно-преобразовательные устройства на ОУ	4		8
13	Схемы нелинейного преобразования сигналов на ОУ	2		9
14	Генератор синусоидального напряжения на ОУ	2		10
15	Генератор линейно-изменяющегося напряжения на ОУ	2		10
16	Мультивибратор и одновибратор на ОУ	2		10
17	Амплитудный демодулятор	1		12
Всего		51		

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

Цель курсовой работы: проектирование усилителя мощности, работающего в классе В, как элемента системы автоматического управления.

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 4, час	Семестр 5, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	62	40	22
Курсовое проектирование (КП, КР)	35	-	35
Всего:	97	40	57

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

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

## 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Электроника : [ Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, Т. Г. Полякова, Д. В. Шишлаков ; ред. В. Ф. Шишлаков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 218 с.	
	Проектирование электронных усилительных устройств малой мощности : [ Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, Д. В. Шишлаков, Е. В. Анисимова ; ред. В. Ф. Шишлаков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 99 с.	

## 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
	Не предусмотрено

## 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	NI Multisim

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	
3	Компьютерный класс	
4	Специализированная лаборатория «Электроника»	21-11

## 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;
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

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»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

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

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

1.	Собственный (беспримесный) полупроводник	ОПК-1.Д.3
2.	Примесный полупроводник	ОПК-1.Д.3
3.	Электронно-дырочный переход	ОПК-4.Д.1
4.	Вольт-амперная характеристика p-n перехода	ОПК-4.Д.3
5.	Выпрямительные полупроводниковые диоды: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.4
6.	Полупроводниковые стабилитроны: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-1.Д.3
7.	Параметрический стабилизатор напряжения на стабилитроне	ОПК-4.Д.1
8.	Диодные тиристоры: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.3
9.	Триодные тиристоры: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.4
10.	Симисторы: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-1.Д.3
11.	Принцип действия биполярного транзистора.	ОПК-4.Д.1
12.	Транзистор как усилительный прибор. Схема ОБ.	ОПК-4.Д.3
13.	Транзистор как усилительный прибор. Схема ОЭ.	ОПК-4.Д.4
14.	Режимы работы биполярного транзистора.	ОПК-1.Д.3
15.	Статические вольт-амперные характеристики и параметры биполярных транзисторов	ОПК-4.Д.1
16.	Полевой транзистор с p-n переходом: принцип действия, характеристики, параметры	ОПК-4.Д.3
17.	Полевой транзистор с изолированным затвором и встроенным каналом: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.4
18.	Полевой транзистор с изолированным затвором и индуцированным каналом: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-1.Д.3
19.	Светоизлучающий диод: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.1
20.	Фотоприемники (фоторезистор, фотодиод: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.3
21.	Фотоприемники (фототранзистор, фототиристор: принцип	ОПК-4.Д.4

	действия, характеристики, параметры).	
22.	Оптопары: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-1.Д.3
23.	Классификация усилителей	ОПК-4.Д.1
24.	Показатели качества усилительных устройств.	ОПК-4.Д.3
25.	Режимы работы усилителя.	ОПК-4.Д.4
26.	Особенности построения силовых каскадов.	ОПК-1.Д.3
27.	Трансформаторный усилитель мощности.	ОПК-4.Д.1
28.	Бестрансформаторный усилитель мощности.	ОПК-4.Д.3
29.	Усилители мощности в ключевом режиме. Симметричная коммутация ключей.	ОПК-4.Д.4
30.	Усилители мощности в ключевом режиме. Несимметричная коммутация ключей.	ОПК-1.Д.3
31.	Усилители мощности в ключевом режиме. Диагональная коммутация ключей.	ОПК-4.Д.1
32.	Типовые схемы включения ОУ (инвертирующее включение).	ОПК-4.Д.3
33.	Типовые схемы включения ОУ (неинвертирующее включение).	ОПК-4.Д.4
34.	Реализация корректирующих устройств на ОУ.	ОПК-1.Д.3
35.	Реализация нелинейных характеристик на основе диодно-резистивной ячейки.	ОПК-4.Д.1
36.	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Ограничение»	ОПК-4.Д.3
37.	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Зона нечувствительности»	ОПК-4.Д.4
38.	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Переменный коэффициент усиления»	ОПК-1.Д.3
39.	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Люфт».	ОПК-4.Д.1
40.	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Идеальное реле».	ОПК-4.Д.3
41.	Принципы построения генераторов.	ОПК-4.Д.4
42.	Генераторы гармонических колебаний на транзисторах	ОПК-1.Д.3
43.	Генераторы гармонических колебаний на ОУ	ОПК-4.Д.1
44.	Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения на транзисторах	ОПК-4.Д.3
45.	Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения со стабилизацией тока	ОПК-4.Д.4
46.	Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения на ОУ	ОПК-1.Д.3
47.	Мультивибратор на транзисторах. Принцип работы.	ОПК-4.Д.1
48.	Мультивибратор на транзисторах. Расчет длительности импульсов	ОПК-4.Д.3
49.	Мультивибратор на ОУ	ОПК-4.Д.4
50.	Одновибратор на транзисторах. Принцип работы.	ОПК-1.Д.3

51.	Одновибратор на транзисторах. Расчет длительности импульса.	ОПК-4.Д.1
52.	Одновибратор на транзисторах. Расчет времени восстановления.	ОПК-4.Д.3
53.	Одновибратор на ОУ	ОПК-4.Д.4
54.	Блокинг-генератор	ОПК-1.Д.3
55.	Симметричный триггер.	ОПК-4.Д.1
56.	Триггер с эмиттерной связью	ОПК-4.Д.3
57.	Амплитудные модуляторы.	ОПК-4.Д.4
58.	Частотные модуляторы.	ОПК-1.Д.3
59.	Фазовые модуляторы.	ОПК-4.Д.1
60.	Амплитудные демодуляторы.	ОПК-4.Д.3
61.	Частотные демодуляторы	ОПК-4.Д.4
62.	Собственный (беспримесный) полупроводник	ОПК-1.Д.3
63.	Примесный полупроводник	ОПК-4.Д.1
64.	Электронно-дырочный переход	ОПК-4.Д.3
65.	Вольт-амперная характеристика р-п перехода	ОПК-4.Д.4
66.	Выпрямительные полупроводниковые диоды: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-1.Д.3
67.	Полупроводниковые стабилитроны: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.1
68.	Параметрический стабилизатор напряжения на стабилитроне	ОПК-4.Д.3
69.	Диодные тиристоры: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.4
70.	Триодные тиристоры: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-1.Д.3
71.	Симисторы: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.1
72.	Принцип действия биполярного транзистора.	ОПК-4.Д.3
73.	Транзистор как усилительный прибор. Схема ОБ.	ОПК-4.Д.4
74.	Транзистор как усилительный прибор. Схема ОЭ.	ОПК-1.Д.3
75.	Режимы работы биполярного транзистора.	ОПК-4.Д.1
76.	Статические вольт-амперные характеристики и параметры биполярных транзисторов	ОПК-4.Д.3
77.	Полевой транзистор с р-п переходом: принцип действия, характеристики, параметры	ОПК-4.Д.4
78.	Полевой транзистор с изолированным затвором и встроенным каналом: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-1.Д.3
79.	Полевой транзистор с изолированным затвором и индуцированным каналом: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.1
80.	Светоизлучающий диод: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.3
81.	Фотоприемники (фоторезистор, фотодиод: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.4
82.	Фотоприемники (фототранзистор, фототиристор: принцип действия, характеристики, параметры).	ОПК-1.Д.3
83.	Оптопары: принцип действия, характеристики, параметры.	ОПК-4.Д.1
84.	Классификация усилителей	ОПК-4.Д.3
85.	Показатели качества усилительных устройств.	ОПК-4.Д.4
86.	Режимы работы усилителя.	ОПК-1.Д.3
87.	Особенности построения силовых каскадов.	ОПК-4.Д.1
88.	Трансформаторный усилитель мощности.	ОПК-4.Д.3
89.	Бестрансформаторный усилитель мощности.	ОПК-4.Д.4
90.	Усилители мощности в ключевом режиме. Симметричная	ОПК-1.Д.3

	коммутация ключей.	
91.	Усилители мощности в ключевом режиме. Несимметричная коммутация ключей.	ОПК-4.Д.1
92.	Усилители мощности в ключевом режиме. Диагональная коммутация ключей.	ОПК-4.Д.3
93.	Типовые схемы включения ОУ (инвертирующее включение).	ОПК-4.Д.4
94.	Типовые схемы включения ОУ (неинвертирующее включение).	ОПК-1.Д.3
95.	Реализация корректирующих устройств на ОУ.	ОПК-4.Д.1
96.	Реализация нелинейных характеристик на основе диодно-резистивной ячейки.	ОПК-4.Д.3
97.	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Ограничение»	ОПК-4.Д.4
98.	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Зона нечувствительности»	ОПК-1.Д.3
99.	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Переменный коэффициент усиления»	ОПК-4.Д.1
100.	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Люфт».	ОПК-4.Д.3
101.	Построение схем, реализующих нелинейные статические и динамические характеристики элементов и устройств систем автоматического управления на основе операционных усилителей. Нелинейность вида «Идеальное реле».	ОПК-4.Д.4
102.	Принципы построения генераторов.	ОПК-1.Д.3
103.	Генераторы гармонических колебаний на транзисторах	ОПК-4.Д.1
104.	Генераторы гармонических колебаний на ОУ	ОПК-4.Д.3
105.	Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения на транзисторах	ОПК-4.Д.4
106.	Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения со стабилизацией тока	ОПК-1.Д.3
107.	Генераторы линейно-изменяющегося. напряжения на ОУ	ОПК-4.Д.1
108.	Мультивибратор на транзисторах. Принцип работы.	ОПК-4.Д.3
109.	Мультивибратор на транзисторах. Расчет длительности импульсов	ОПК-4.Д.4
110.	Мультивибратор на ОУ	ОПК-1.Д.3
111.	Одновибратор на транзисторах. Принцип работы.	ОПК-4.Д.1
112.	Одновибратор на транзисторах. Расчет длительности импульса.	ОПК-4.Д.3
113.	Одновибратор на транзисторах. Расчет времени восстановления.	ОПК-4.Д.4
114.	Одновибратор на ОУ	ОПК-1.Д.3
115.	Блокинг-генератор	ОПК-4.Д.1
116.	Симметричный триггер.	ОПК-4.Д.3
117.	Триггер с эмиттерной связью	ОПК-4.Д.4
118.	Амплитудные модуляторы.	ОПК-1.Д.3
119.	Частотные модуляторы.	ОПК-4.Д.1
120.	Фазовые модуляторы.	ОПК-4.Д.3

121.	Амплитудные демодуляторы.	ОПК-4.Д.4
122.	Частотные демодуляторы	ОПК-1.Д.3

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
	Учебным планом не предусмотрено

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Проектирование усилителя мощности класса В

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
	Не предусмотрено

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

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 представлена в:

Шишляков В.Ф., Полякова Т.Г., Шишляков Д.В. Электроника: учебное пособие / Под ред. Шишлякова В.Ф. – СПб.: ГУАП. – 2015. – 216с, где приводится перечень тестовых вопросов, дающих возможность студенту контролировать степень освоения им теоретического материала.

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

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

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

### Требования к проведению практических занятий

Практические занятия дают возможность студентам закреплять теоретические знания, получаемые в ходе освоения лекционного курса, а также навыки расчета электронных схем, которые необходимы для выполнения курсового проекта по разработке усилителя мощности.

Проектирование электронных усилительных устройств малой мощности : [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Шишляков, Д. В. Шишляков, Е. В. Анисимова ; ред. В. Ф. Шишляков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 99 с.

## 11.3. 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

Проведение лабораторных работ регламентируется правилами охраны труда и техники безопасности, утвержденными ректором ГУАП. Задание на выполнение лабораторных работ определяется преподавателем в соответствии с настоящей программой дисциплины «Электроника» и учебным планом направления.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. Титульный лист
2. Цель выполнения лабораторной работы
3. Принципиальные или функциональные схемы экспериментов
4. Результаты экспериментов в виде таблиц и графиков
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 7.32-2001 и нормативным документам ГУАП (guap.ru).

Методическая литература:

1. Электроника : [ Электронный ресурс ] : учебное пособие / В. Ф. Шишляков, Т. Г. Полякова, Д. В. Шишляков ; ред. В. Ф. Шишляков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 218 с.
2. Электроника: методические указания к лабораторным работам/ С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: В. Ф. Шишляков, Т. Г. Полякова, И.Г. Криволапчук, Н.В. Решетникова. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 51 с.
3. Электроника Часть 2 Методические указания к выполнению лабораторный работ/ С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: В. Ф. Шишляков, Т. Г. Полякова, И.Г. Криволапчук, Н.В. Решетникова. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2020. - 53 с.
4. Проектирование электронных усилительных устройств систем автоматического управления : учебное пособие / В. Ф. Шишляков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2005. - 150 с.

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

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

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

1. Титульный лист
2. Введение
3. Анализ технического задания
4. Расчет оконечного каскада усиления, работающего в классе В
  - 4.1. Выбор транзисторов мощного каскада усиления
  - 4.2. Расчет площади теплоотвода и числа параллельно включенных транзисторов
  - 4.3. Расчет величин сопротивлений уравнивающих резисторов
  - 4.4. Расчет термостабилизирующих резисторов выходного каскада
5. Расчет предварительных каскадов усиления
  - 5.1. Выбор транзисторов предварительных каскадов усиления
  - 5.2. Расчет сопротивлений промежуточных каскадов усиления
  - 5.3. Стыковка каскадов усиления многокаскадного усилителя
6. Расчет внешних цепей усилителя
  - 6.1. Расчет коэффициента усиления охватываемой части усилителя и коэффициента передачи отрицательной обратной связи
  - 6.2. Расчет параметров внешних цепей усилителя с параллельной отрицательной обратной связью по напряжению
  - 6.3. Расчет требуемой точности и выбор типа резисторов
7. Принципиальная электрическая схема усилителя
8. Математическое моделирование электрической схемы усилителя.
9. Сборочный чертёж конструкции разработанного усилителя.
10. Заключение
11. Библиографический список

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Оформление пояснительной записки по курсовому проекту должно соответствовать требованиям правилам оформления текстовых документов ГОСТ 7.32-2001 и нормативным документам ГУАП ([guap.ru](http://guap.ru)).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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).

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

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

В качестве формы текущего контроля после изучения каждого раздела дисциплины используются ответы на контрольные вопросы, содержащиеся в методической литературе, в устной или письменной форме. Результаты текущего контроля успеваемости оцениваются «зачтено» или «не зачтено» и отражаются в журнале учета учебных занятий.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации. Обучающийся, не получивший зачет по всем разделам текущего контроля успеваемости не допускается к промежуточной аттестации – экзамену до ликвидации задолженности в установленные сроки.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

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

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
31.08.2021	Актуализация ОП	30.08.2021 протокол №1	