

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

---

Кафедра №23

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель направления  
доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)



А.Ф. Крячко  
(подпись)

21. 05. 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электротехника и электроника. Электроника»  
(Название дисциплины)

Код направления	16200165Ф
Наименование специальности	Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения
Наименование специализации	Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)



доц., к.т.н., доц.

18.05.20

В.Г. Нефедов

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«18»\_05\_2020 г, протокол № 10/20

Заведующий кафедрой № 23



проф., д.т.н., проф.

21.05.18 А.Р. Бестугин

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 16200165Ф

к.т.н., доц.



18.05.20

Н.А. Гладкий

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.



О.Л. Балышева

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Электротехника и электроника. Электроника» входит в базовую часть образовательной программы подготовки студентов по специальности «27.05.02 «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники» специализация «Эксплуатация средств измерений военного назначения и их поверка». Дисциплина реализуется кафедрой №23

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-3 «способность обеспечивать энергетическую эффективность проводимых работ».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физических принципов действия, характеристик, моделей и особенностей в радиотехнических цепях основных типов активных приборов, принципов их построения и механизмов влияния условий эксплуатации на работу активных приборов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Электротехника и электроника. Электроника» является изучение студентами физических принципов действия, характеристик, моделей и особенностей использования в радиотехнических цепях основных типов активных приборов, принципов построения и основ технологии микронэлектронных цепей, механизмов влияния условий эксплуатации на работу активных приборов и микронэлектронных цепей. При изучении этой дисциплины закладываются основы знаний, позволяющих умело использовать современную элементную базу радиоэлектроники и понимать тенденции и перспективы ее развития и практического использования; приобретаются навыки расчета режимов активных приборов в электронных цепях, экспериментального исследования их характеристик, измерения параметров и построения базовых ячеек электронных цепей, содержащих такие приборы.

В области воспитания личности целью подготовки по данной дисциплине является формирование социально-личностных и общекультурных компетенций, таких качеств, как целеустремленность, организованность, трудолюбие, ответственность, гражданственность, коммуникативность, толерантность и др.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-3 «способность обеспечивать энергетическую эффективность проводимых работ»:

**знать** – критерии энергетической эффективности проводимых работ;

**уметь** – оценивать энергетическую эффективность проводимых работ;

**владеть навыками** – выбора способа обеспечения энергетической эффективности проводимых работ;

**иметь опыт деятельности** в обеспечении энергетической эффективности проводимых работ.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика-1 (Аналитическая геометрия и линейная алгебра);
- Математика-1 (Математический анализ);
- Физика;
- Химия;
- Электротехника

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

- Инженерная и компьютерная графика;
- Средства измерений военного назначения и их поверка;
- Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов;
- Основы радиотехники;
- Основы проектирования военной измерительной техники;
- Технология сборки и монтажа узлов приборов.

• **Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час**

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

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№4	№5
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	7/ 252	5/ 180	2/ 72
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	102	68	34
лекции (Л), (час)	51	34	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
Экзамен, (час)	54	54	
<i>Самостоятельная работа</i> , всего	96	58	38
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Зачет	Экз.	Зачет

### 3. Содержание дисциплины

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

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1.				0	25
Тема 1.1.	6	4	4		
Тема 1.2.	6	4	4		
Раздел 2.					15
Тема 2.1.	6	4	4		

Раздел 3.				0	18
Тема 3.1.	6	2	3		
Тема 3.2.	6	2	2		
Тема 3.3.	4	1			
Итого в семестре:	34	17	17		58
Семестр 5					
Раздел 4.				0	
Тема 4.1.	6		6		10
Тема 4.2.	6		6		16
Тема 4.3.	5		5		12
Итого в семестре:	17		17		38
Итого:	51	17	34	0	96

### 3.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>Раздел 1</b>	<p style="text-align: center;"><b>Элементы физики твердого тела.</b></p> <p style="text-align: center;">1.1. Физические основы полупроводниковых приборов.</p> <p>Основные понятия зонной теории полупроводников. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Вырожденные и невырожденные полупроводники. Концентрация носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках в условиях термодинамического равновесия. Неравновесное состояние полупроводника. Процессы переноса носителей заряда в полупроводниках. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Влияние электрического поля на объемную и поверхностную электропроводность полупроводников. Температурные зависимости концентрации, подвижности и удельной электропроводности полупроводников. Возникновение объемных неустойчивостей. Оптические и тепловые свойства полупроводников. Фотоэлектрические и термоэлектрические явления.</p> <p style="text-align: center;">1.2. Контактные явления.</p> <p>Понятие о р-п-переходе, типы р-п-переходов. Физические процессы в р-п-переходе при отсутствии и при наличии внешнего напряжения. Вольтамперная характеристика р-п-перехода. Контакт</p>

	«металл-полупроводник», зависимость его свойств от работы выхода полупроводника и металла. Гетеропереходы.
<b>Раздел 2</b>	<p align="center"><b>Полупроводниковые приборы.</b></p> <p align="center">2.1. Полупроводниковые диоды.</p> <p>Полупроводниковый диод, его характеристики и параметры. Основные виды пробоя р-n-перехода. Переходные процессы в полупроводниковом диоде, накопление и рассасывание избыточного заряда, диффузионная емкость. Эквивалентная схема полупроводникового диода. Основные типы полупроводниковых диодов, их конструкции, параметры и области применения.</p>
<b>Раздел 3</b>	<p align="center"><b>Полупроводниковые приборы.</b></p> <p align="center">3.1. Полевые транзисторы.</p> <p>Полевые транзисторы с затвором в виде р-n-перехода. Их устройство, принцип действия, схемы включения, характеристики и параметры. Зависимость характеристик от температуры. Нагрузочный режим полевого транзистора, нагрузочные характеристики. Физические явления на поверхности полупроводника. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МОП- или МДП-транзисторы), их принцип действия, характеристики и параметры. Особенности мощных МДП-транзисторов. Область применения полевых транзисторов.</p> <p align="center">3.2. Биполярные транзисторы.</p> <p>Транзистор как система двух взаимодействующих р-n-переходов. Возможные режимы работы транзистора: активный (усилительный), отсечки, насыщения, инверсный. Физические процессы в бездрейфовом транзисторе в активном усилительном режиме. Токи в транзисторе. Коэффициент передачи эмиттерного тока и его составляющие. Три схемы включения транзистора: с общим эмиттером, с общей базой и общим коллектором. Характеристики транзистора в схемах с общей базой и с общим эмиттером. Влияние температуры на характеристики транзистора. Транзистор как линейный четырехполюсник. Системы малосигнальных (дифференциальных) параметров транзистора. Определение малосигнальных параметров по характеристикам транзистора. Работа транзистора при наличии нагрузки в коллекторной цепи. Нагрузочные характеристики транзистора. Параметры, характеризующие режим усиления, определение их по характеристикам. Выбор рабочей точки транзистора в режиме усиления. Схемотехнические способы задания рабочей точки. Влияние нелинейности входных характеристик на работу транзистора в режиме усиления. Работа транзистора на высоких частотах. Дрейфовые транзисторы. Параметра, характеризующие высокочастотные свойства транзистора. Эквивалентные схемы</p>

	<p>транзистора (формальные и физические). Модели транзистора, используемые при компьютерном проектировании электронных схем. Работа транзистора в режиме переключения. Условия отсечки и насыщения. Переходные процессы в транзисторе при переключении. Параметра транзисторов в импульсном режиме. Транзисторный ключ, построенный по схеме с общим эмиттером. Предельно допустимые параметры транзистора.</p> <p style="text-align: center;">3.3. Фотоэлектрические и излучательные приборы.</p> <p>Фоторезисторы, их конструкция, характеристики и параметры. Физические процессы в р-п-переходе при воздействии света. Фото ЭДС. Фотогальванические элементы. Фотодиоды, основные режимы их работы. Характеристики и параметры фотодиодов. Основные типы фотодиодов. Фототранзисторы: принцип действия, характеристики, параметры. Области применения различных типов полупроводниковых фотоэлектрических приборов. Излучающие полупроводниковые приборы и их применение.</p>
<b>Раздел 4</b>	<p style="text-align: center;"><b>Электровacuумные и газоразрядные приборы.</b></p> <p style="text-align: center;">4.1. Электровacuумные приборы.</p> <p>Основные типы электронных ламп (диоды, триоды, тетроды и пентоды), их устройство, принцип действия, характеристики и параметры. Область применения электронных ламп.</p> <p style="text-align: center;">4.2. Электронно-лучевые приборы.</p> <p>Электронно-лучевые приборы и их классификация. Устройство электронно-лучевых трубок и их основные элементы. Электростатическая и магнитная системы фокусировки и управления. Особенности электронно-лучевых трубок различного назначения.</p> <p style="text-align: center;">4.3. Электронные приборы специального назначения.</p> <p>Особенности электронных приборов СВЧ. Особенности газоразрядных приборов и область их применения. Тенденции и перспективы развития элементной базы РЭА.</p>

### 3.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4				
1	Рассчитать прямое сопротивление	занятия по моделированию реальных условий	2	Раздел 1



	выпрямительного диода постоянному току и прямое дифференциальное сопротивление диода переменному току, используя его вольт- амперную характеристику.			
2	Графическим методом определить параметры диода в рабочем режиме.	занятия по моделированию реальных условий	3	Раздел 1
3	С помощью линии нагрузки проанализировать работу полупроводникового стабилизатора напряжения.	занятия по моделированию реальных условий	4	Раздел 2
4	По семействам стоково- затворных и выходных характеристик определить дифференциальные параметры полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.	занятия по моделированию реальных условий	4	Раздел 3
5	По семействам входных и выходных характеристик определить малосигнальные дифференциальные параметры биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой.	занятия по моделированию реальных условий	4	Раздел 3
Всего:			17	

### 3.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4			
1	Исследование ширины запрещенной зоны полупроводников	4	Раздел 1
2	Исследование характеристик выпрямительных диодов	4	Раздел 1

3	Исследование варикапа	4	Раздел 2
4	Исследование полупроводникового стабилитрона	4	Раздел 2
Семестр 5			
1	Исследование полевых транзисторов	4	Раздел 3
2	Исследование биполярных транзисторов, включенных по схеме с общей базой	4	Раздел 3
3	Исследование биполярных транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером	4	Раздел 3
4	Исследование фототранзисторов	4	Раздел 4
5	Исследование электронных ламп (триод, тетрод)	2	Раздел 4
Всего:		34	

### 3.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

### 3.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час	Семестр 5, час
1	2	3	4
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	96	58	38
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	76	46	30
Подготовка к текущему контролю (ТК)	20	12	8

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

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

## 5. Перечень основной и дополнительной литературы

### 5.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка /	Количество экземпляров в библиотеке
------	----------------------------	-------------------------------------

	URL адрес	(кроме электронных экземпляров)
621.385 Д81	<b>Дулин, Виктор Николаевич.</b> Электронные приборы [Текст] : учебник / В. Н. Дулин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергия, 1977. - 420 с. : рис. - Библиогр.: с. 417. - Алф. указ.: с. 418 - 420.	467
621.385(075) Б28	<b>Батушев, Владимир Александрович.</b> Электронные приборы [Текст] : учебник / В. А. Батушев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1980. - 384 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 378 (20 назв.)	88
621.38 А18	<b>Аваев, Н. А.</b> Электронные приборы [Текст] : учебник для вузов / Н. А. Аваев, Г. Г. Шишкин ; ред. Г. Г. Шишкин. - учеб. изд. - М. : Изд-во МАИ, 1996. - 544 с. : рис., табл., граф., схем. - Библиогр. : с. 536 - 537 (27 назв.). - ISBN 5-7035-1386-3	68

## 5.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.38 Б90	<b>Булычев, Анатолий Леонидович.</b> Электронные приборы [Текст] : учебное пособие / А. Л. Булычев, В. А. Прохоренко. - Минск : Вышэйш. шк., 1987. - 315 с. : рис.	3
621.315.5/.61 П30	<b>Петров, К. С.</b> Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника [Текст] : учебное пособие / К. С. Петров. - СПб. : ПИТЕР, 2006. - 522 с. : рис., табл. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 512 - 513 (38 назв.). - Алф. указ.: с. 514	4

	- 519. - ISBN 5-94723-378-9	
621.38 Ш65	<b>Шишкин, Г. Г.</b> Электроника: учебник/Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. – М.: Дрофа, 2009. – 703 с.	4

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

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

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

URL адрес	Наименование
<a href="ftp://ftp.radio.ru/pub/ugo/">ftp://ftp.radio.ru/pub/ugo/</a>	Условные графические обозначения элементов электрических схем

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **7.1. Перечень программного обеспечения**

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### **7.2. Перечень информационно-справочных систем**

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	24-01 (Г)
2	Стенд	22-09 (Г)

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

9.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты.
Зачет	Список вопросов.

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

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

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ПК-31 «способность выполнять работы по расчету и проектированию деталей и узлов разрабатываемых средств измерений, испытаний и контроля в соответствии с техническими заданиями, используя при этом стандартные средства автоматизации проектирования»	
1	Инженерная и компьютерная графика
3	Прикладная механика
3	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Материаловедение
4	Электротехника и электроника. Электроника
4	Электротехника и электроника. Электротехника
4	Прикладная механика
5	Средства измерений военного назначения и их поверка
5	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
5	Электротехника и электроника. Электроника
5	Взаимозаменяемость и нормирование точности
6	Основы радиотехники
6	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
6	Математическое моделирование средств измерений
6	Средства измерений военного назначения и их поверка
7	Средства измерений военного назначения и их поверка
8	Средства измерений военного назначения и их поверка
8	Автоматизированное проектирование измерительных систем
8	Основы системного подхода
9	Основы системного подхода
9	Автоматизированное проектирование измерительных систем
9	Средства измерений военного назначения и их поверка
10	Измерительные устройства в системах управления
10	Войсковая стажировка практика
10	Преддипломная практика
ВПК_П-5 «способность применять на практике в сфере профессиональной деятельности знания и навыки, полученные из различных общеобразовательных, общедоступных	

источников, в том числе иностранных»	
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
1	Введение в специальность
1	Математика. Математический анализ
1	Информатика
1	Физика
1	Иностранный язык
2	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
2	Химия
2	Математика. Математический анализ
2	Информатика
2	Физика
2	Военная история
2	Иностранный язык
3	Иностранный язык
3	Физика
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
3	Электротехника и электроника. Электротехника
3	Основы информатизации измерений
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Физические основы измерений и эталоны
4	Информатика. Защита интеллектуальной собственности и патентоведение
4	Электротехника и электроника. Электроника
4	Иностранный язык
4	Электротехника и электроника. Электротехника
5	Взаимозаменяемость и нормирование точности
5	Схемотехника
5	Общая теория измерений
5	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
5	Психология и педагогика в воспитательной работе
5	Электротехника и электроника. Электроника
6	Математическое моделирование средств измерений
6	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
6	Микропроцессорная техника
6	Управление качеством
6	Основы радиотехники
7	Сертификация
7	Информатика. Основы информационной безопасности
7	Стандартизация
8	Квалиметрия

8	Научно-исследовательская работа
9	Экология
10	Теоретические основы нанодиагностики
ВПК_П-15 «способность проводить научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую работы по автоматизации и совершенствованию измерительных средств военного назначения»	
1	Инженерная и компьютерная графика
3	Материаловедение
3	Электротехника и электроника. Электротехника
4	Электротехника и электроника. Электроника
4	Физические основы измерений и эталоны
4	Информатика. Защита интеллектуальной собственности и патентование
4	Метрология
4	Электротехника и электроника. Электротехника
5	Метрология
5	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
5	Средства измерений военного назначения и их поверка
5	Электротехника и электроника. Электроника
5	Схемотехника
6	Методы и средства измерений, испытаний и контроля
6	Основы проектирования военной измерительной техники
6	Основы радиотехники
6	Информационные технологии в области метрологического обеспечения вооружения и военной техники
6	Средства измерений военного назначения и их поверка
6	Математическое моделирование средств измерений
6	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
6	Микропроцессорная техника
7	Основы проектирования военной измерительной техники
7	Средства измерений военного назначения и их поверка
7	Стандартизация
7	Интегрированные пакеты для метрологии
8	Информационная поддержка жизненного цикла вооружения и военной техники
8	Основы проектирования военной измерительной техники
8	Средства измерений военного назначения и их поверка
8	Научно-исследовательская работа
8	Интегрированные пакеты для метрологии
9	Средства измерений военного назначения и их поверка
10	Преддипломная практика

ВПК_П-18 «способность самостоятельно осваивать и разрабатывать новые образцы ВВТ»	
3	Электротехника и электроника. Электротехника
4	Электротехника и электроника. Электротехника
4	Электротехника и электроника. Электроника
4	Информатика. Защита интеллектуальной собственности и патентование
5	Схемотехника
5	Электротехника и электроника. Электроника
6	Основы радиотехники
6	Основы проектирования военной измерительной техники
6	Информационные технологии в области метрологического обеспечения вооружения и военной техники
6	Микропроцессорная техника
6	Управление качеством
6	Методы и средства измерений, испытаний и контроля
7	Стандартизация
7	Основы проектирования военной измерительной техники
8	Научно-исследовательская работа
8	Основы научных исследований
8	Основы проектирования военной измерительной техники
8	Информационная поддержка жизненного цикла вооружения и военной техники
8	Квалиметрия
9	Основы научных исследований
10	Основы научных исследований

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

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>



$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

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

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

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Полупроводники с собственной электропроводностью.
2	Полупроводники с электронной электропроводностью.
3	Полупроводники с дырочной электропроводностью.
4	Дрейфовый ток в полупроводниках.
5	Диффузионный ток в полупроводниках.
6	Электронно-дырочный переход в состоянии равновесия.
7	Прямое включение р-п-перехода.
8	Обратное включение р-п-перехода.
9	Теоретическая вольт-амперная характеристика р-п-перехода.
10	Реальная вольт-амперная характеристика р-п-перехода.
11	Виды пробоев р-п-перехода и их особенности.
12	Емкости р-п-перехода.

13	Назначение и классификация полупроводниковых диодов.
14	Общие параметры полупроводниковых диодов.
15	Выпрямительные диоды.
16	Однополупериодный выпрямитель – принцип его действия.
17	Влияние температуры на вольт-амперные характеристики полупроводниковых диодов.
18	Графический метод определения параметров рабочего режима полупроводниковых диодов.
19	Полупроводниковые стабилитроны, специальные параметры полупроводниковых стабилитронов.
20	Анализ работы полупроводникового стабилизатора напряжения с помощью линии нагрузки.
21	Стабистор и его вольт-амперная характеристика.
22	Варикапы, схемы включения в электрическую цепь.
23	Эквивалентная схема варикапа и его основные параметры.
24	Туннельные диоды, основные параметры туннельных диодов.
25	Анализ вольт-амперной характеристики туннельного диода с помощью зонных диаграмм.

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1	Общие сведения о полевых транзисторах.
2	Структура полевого транзистора с управляющим р-п переходом и принцип его работы.
3	Электрические схемы включения полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.
4	Семейство стоково-затворных характеристик полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.
5	Семейство выходных характеристик полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.
6	Зависимость конфигурации «канала» полевых транзисторов с управляющим р-п переходом от изменения напряжения «сток-исток» при постоянном напряжении

	«затвор-исток».
7	Графический способ построения стоково-затворных характеристик по выходным характеристикам полевых транзисторов с управляющим р-n переходом.
8	Структура МДП полевого транзистора с «индуцированным» каналом и принцип его работы.
9	Электрические схемы включения МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.
10	Семейство стоково-затворных характеристик МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.
11	Семейство выходных характеристик МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.
12	Структура МДП полевого транзистора со «встроенным» каналом и принцип его работы.
13	Электрические схемы включения МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.
14	Семейство стоково-затворных характеристик МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.
15	Семейство выходных характеристик МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.
16	Дифференциальные или малосигнальные параметры полевых транзисторов.
17	Определение дифференциальных параметров полевых транзисторов по семействам стоково-затворных и выходных характеристик.
18	Работа полевых транзисторов в динамическом режиме.
19	Отличие определения дифференциальных параметров в динамическом режиме от их определения в статическом режиме.
20	Общие сведения о биполярных транзисторах.
21	Устройство и конструктивные особенности биполярных транзисторов.
22	Электрические схемы включения биполярных транзисторов и их особенности.
23	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, в режимах «отсечки» и «насыщения».
24	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, в «активном» режиме.
25	Общие сведения о статических характеристиках биполярных транзисторов.

26	Семейство статических входных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, и их особенности.
27	Семейство статических выходных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, и их особенности.
28	Семейства характеристик прямой передачи и обратной связи биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой.
29	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, в режимах «отсечки» и «насыщения».
30	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, в «активном» режиме.
31	Семейство статических входных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и их особенности.
32	Семейство статических выходных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и их особенности.
33	Схема включения биполярного транзистора с общим коллектором в «активном» режиме и ее особенности.
34	Система <b>H</b> параметров биполярных транзисторов.
35	Фототранзистор, устройство и принцип действия.
36	Электронные лампы, конструкция и принцип действия.

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

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

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

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

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Как из химически чистого полупроводника сформировать полупроводник n-типа?
2	Как подбирают вещества для доноров?
3	Почему полупроводники n-типа называют полупроводниками с электронной

	электропроводностью?
4	Где находится уровень Ферми в зонной диаграмме полупроводника n-типа?
5	Куда смещается уровень Ферми в зонной диаграмме полупроводника n-типа при увеличении концентрации атомов донорной примеси?
6	Куда смещается уровень Ферми в зонной диаграмме полупроводника n-типа при увеличении температуры?
7	Что остается на энергетическом уровне донорной примеси при полной активации ее атомов?
8	Как из химически чистого полупроводника сформировать полупроводник p-типа?
9	Какие примеси называются акцепторными?
10	Почему полупроводники p-типа называют полупроводниками с дырочной электропроводностью?
11	Чем отличается полупроводник n-типа от полупроводника p-типа?
12	Какие два тока могут иметь место в полупроводнике?
13	Что такое <i>подвижность</i> носителей зарядов, чему она равна?
14	В каком случае ток, протекающий в полупроводнике, будет иметь дрейфовую и диффузионную составляющие?
15	Как создается <i>электронно-дырочный</i> переход?
16	В результате чего в (p-n) – переходе формируется <i>потенциальный барьер</i> ?
17	Почему диффузионное электрическое поле в (p-n) – переходе является <i>тормозящим</i> для основных носителей заряда?
18	В чем отличие основных носителей заряда от неосновных?
19	Как зависит толщина (p-n) – перехода от концентрации примесей в p и n – областях?
20	Как и почему изменяется напряженность электрического поля в (p-n) – переходе при его прямом смещении?

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

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1	Рассчитать прямое сопротивление выпрямительного диода постоянному току и

	прямое дифференциальное сопротивление диода переменному току, используя его вольт-амперную характеристику.
2	Графическим методом определить параметры диода в рабочем режиме.
3	С помощью энергетических диаграмм проанализировать вольт-амперную характеристику туннельного диода.
4	С помощью линии нагрузки проанализировать работу полупроводникового стабилитрона.
5	С помощью линии нагрузки проанализировать работу полупроводникового стабилизатора напряжения.
6	По семействам стоково-затворных и выходных характеристик определить дифференциальные параметры полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.
7	По семействам входных и выходных характеристик определить малосигнальные дифференциальные параметры биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой.
8	С помощью эквивалентной схемы варикапа проанализировать зависимость его добротности от частоты.
9	Используя графический метод, определить семейство управляющих характеристик полевого транзистора по известному семейству его выходных характеристик.
10	По известной вольт-амперной характеристике полупроводникового стабилитрона определить его специальные параметры.

9.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области «Электроники»/ создание поддерживающей образовательной среды преподавания «Электроники»/ предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в области проектирования современной элементной базы, широко используемой в различных радиотехнических цепях.

### **Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Рассмотрение теоретического материала;
- Анализ электрических схем и характеристик полупроводниковых приборов;
- Демонстрация промышленных образцов полупроводниковых приборов и устройств на их основе.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)**

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

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

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

### **Требования к проведению практических занятий**

1. Знать методы определения характеристик полупроводниковых приборов.
2. Знать методы графического анализа полупроводниковых приборов.
3. Знать формулы для определения малосигнальных дифференциальных параметров полупроводниковых приборов.
4. Владеть методом описания электрической схемы линейным уравнением первой степени.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ**

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

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

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.



### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

Исследование характеристик полупроводниковых приборов. Лабораторная работа выполняется бригадой из двух-трех студентов на универсальных измерительных стендах. Проведение исследований осуществляется в соответствии с заданием и в указанной последовательности. Результаты измерений заносятся в протокол испытаний, который по окончании исследований должен быть представлен для проверки преподавателю.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчет должен содержать: наименование и цель работы; схемы измерений; таблицы измеренных данных; графики характеристик исследуемых объектов; рассчитанные значения параметров исследуемых объектов; краткие выводы. Отчет выполняется на белой бумаге формата 297 x 210 кв. мм.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Образец оформления титульного листа приведен на сайте: <http://standarts.guap.ru/> Графики строятся на отдельных листах формата отчета. Иллюстрации малых размеров размещаются на одном листе. Все графики и рисунки должны иметь нумерацию и поясняющие подписи с указанием типа исследуемого объекта. Принципиальные схемы вычерчиваются в соответствии с требованиями ЕСКД.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ**

1. Абрамов, А. П. Электроника. Методические указания к выполнению лабораторных работ по исследованию полевых транзисторов / А. П. Абрамов, В. В. Опарин. СПб.: ГУАП, 2009. – 42 с.: ил.
2. Абрамов, А. П. Электроника. Методические указания к выполнению лабораторных работ по исследованию полупроводниковых диодов/ А. П. Абрамов, В. В. Опарин. СПб.: ГУАП, 2008. – 41 с.: ил.
3. Курсанова, К. И. Электронные приборы. Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-8. / К. И. Курсанова, В. В. Молоток, В. В. Опарин, Л. Н. Пресленев, Н. Г. Туркин. СПб.: ГУАП, 2002.

### **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).

#### **Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

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

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

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

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