

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

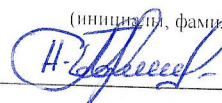
Руководитель направления

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Поваренкин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«19» 06 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург– 2019

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;
- Материаловедение;
- Информатика;

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

- Схемотехника аналоговых электронных устройств;
- Системы и сети радиосвязи;
- Радиотехнические цепи и сигналы;
- Цифровые устройства и микропроцессоры;
- Устройства приема и обработки сигналов.

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

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

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№3	№4
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	5/ 180	2/ 72	3/ 108
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	32	12	20
лекции (Л), (час)	16	6	10
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	16	6	10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
Экзамен, (час)	9		9
<i>Самостоятельная работа, всего</i>	139	60	79
Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен, дифференцированный зачет (Зачет. Экз. Дифф. зач)	Зачет, Экз.	Зачет	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

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

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Раздел 1.		0		0	30
Тема 1.1.	2		2		
Тема 1.2.	2		2		
Раздел 2.		0		0	30
Тема 2.1.	2		2		
Итого в семестре:	6		6		60

Семестр 4

Раздел 3.		0		0	40
Тема 3.1.	2		2		
Тема 3.2.	2		2		
Тема 3.3.	2		2		
Раздел 4.		0		0	39
Тема 4.1.	2		2		
Тема 4.2.	1		2		
Тема 4.3.	1		2		
Итого в семестре:	10		10		79
Итого:	16	0	16	0	139

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1	<p>Элементы физики твердого тела.</p> <p>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</p>

	<p>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>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 «металл-полупроводник», зависимость его свойств от работы выхода полупроводника и металла. Гетеропереходы.</p>
<p>Раздел 2</p>	<p>Полупроводниковые приборы.</p> <p>2.1. Полупроводниковые диоды.</p> <p>Полупроводниковый диод, его характеристики и параметры. Основные виды пробоя р-п-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>
<p>Раздел 3</p>	<p>Полупроводниковые приборы.</p> <p>3.1. Полевые транзисторы.</p> <p>Полевые транзисторы с затвором в виде р-п-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 работы МДП-транзисторов. Область применения полевых транзисторов.</p> <p>3.2. Биполярные транзисторы.</p> <p>Транзистор как система двух взаимодействующих р-п-переходов. Возможные режимы работы транзистора: активный (усилительный), отсечки, насыщения, инверсный. Физические процессы в бездрейфовом транзисторе в активном усилительном</p>

<p>Раздел 4</p>	<p>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 при работе транзистора в режиме усиления. Работа транзистора на высоких частотах. Дрейфовые транзисторы. Параметра, характеризующие высокочастотные свойства транзистора. Эквивалентные схемы 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>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> <p>Электрорадиодные приборы.</p> <p>4.1. Электрорадиодные 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>4.2. Электронно-лучевые приборы.</p> <p>Электронно-лучевые приборы и их классификация. Устройство</p>
------------------------	---

электронно-лучевых трубок и их основные элементы. Электростатическая и магнитная системы фокусировки и управления. Особенности электронно-лучевых трубок различного назначения.
4.3. Электронные приборы специального назначения. Особенности электронных приборов СВЧ. Особенности газоразрядных приборов и область их применения. Тенденции и перспективы развития элементной базы РЭА.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
			Всего:	

4.4. 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 3			
1	Исследование ширины запрещенной зоны полупроводников	2	Раздел 1
2	Исследование характеристик выпрямительных диодов	2	Раздел 1
3	Исследование варикапа	1	Раздел 2
4	Исследование полупроводникового стабилизатора	1	Раздел 2
Семестр 4			
1	Исследование полевых транзисторов	4	Раздел 3
2	Исследование биполярных транзисторов, включенных по схеме с общей базой	2	Раздел 3
3	Исследование электровакуумных приборов	4	Раздел 4
	Всего:	16	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. 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 3, час	Семестр 4, час
1	2	3	4
Самостоятельная работа, всего	139	60	79
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	100	50	50
контрольные работы заочников (КРЗ)	39	10	29

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

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

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.385 Д81	Дулин, Виктор Николаевич. Электронные приборы [Текст] : учебник / В. Н. Дулин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергия, 1977. - 420 с. : рис. - Библ.: с. 417. - Алф. указ.: с. 418 - 420.	467
621.385(075) Б28	Батушев, Владимир Александрович. Электронные приборы [Текст] : учебник / В. А. Батушев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1980. - 384 с. : рис., табл. - Библ.: с. 378 (20 назв.)	88
621.38 А18	Аваев, Н. А. Электронные приборы [Текст] : учебник для вузов / Н. А. Аваев,	68

	Г. Г. Шишкин ; ред. Г. Г. Шишкин. - учеб. изд. - М. : Изд-во МАИ, 1996. - 544 с. : рис., табл., граф., схем. - Библ. : с. 536 - 537 (27 назв.). - ISBN 5-7035-1386-3
--	--

6.2. Дополнительная литература
Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.
Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.38 Б90	Булычев, Анатолий Леонидович. Электронные приборы [Текст] : учебное пособие / А. Л. Булычев, В. А. Прохоренко. - Минск : Вышш. шк., 1987. - 315 с. : рис.	13
621.315.5/61 П30	Петров, К. С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника [Текст] : учебное пособие / К. С. Петров. - СПб. : ПИТЕР, 2006. - 522 с. : рис., табл. - (Учебное пособие). - Библ.: с. 512 - 513 (38 назв.). - Алф. указ.: с. 514 - 519. - ISBN 5-94723-378-9	14
621.38 Ш65	Шишкин, Г. Г. Электроника: учебник/Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. – М.: Дрофа, 2009. – 703 с.	14

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

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

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

URL адрес	Наименование
ftp://ftp.radio.ru/pub/ugo/	Условные графические обозначения элементов электрических

	схем
--	------

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения
Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.
Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем
Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.
Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

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

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

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13
Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

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

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

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

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-7	«способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности»

3	Материаловедение
3	Электроника
4	Электроника
5	Радиоавтоматика
10	Преддипломная практика
ПК-5 «способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем»	
3	Электроника
4	Радиотехнические цепи и сигналы
4	Электроника
5	Электропитание устройств и систем
5	Обработка речевых сигналов
5	Радиотехнические цепи и сигналы
6	Схемотехника аналоговых электронных устройств
6	Электродинамика и распространение радиоволн
6	Квантовые приборы СВЧ
6	Производственная (научно-исследовательская работа) практика
6	Устройства генерирования и формирования сигналов
7	Устройства СВЧ и антенны
7	Основы телевидения
7	Системы отображения информации
7	Цифровые устройства и микропроцессоры
7	Схемотехника аналоговых электронных устройств
7	Основы конструирования и технологии производства РС
8	Цифровые устройства и микропроцессоры
8	Основы оптоэлектроники
8	Физические основы акустооптоэлектроники
8	Производственная (научно-исследовательская работа) практика
9	Программируемые устройства цифровой обработки сигналов
10	Системы радиосвязи с подвижными объектами
10	Помехоустойчивость радиотехнических систем
10	Средства интроскопии
10	Системы и сети радиосвязи
10	Основы спутниковых радиотехнических систем
10	Программируемые устройства цифровой обработки сигналов
10	Математические методы в радиотехнике
ПК-6 «готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования»	
3	Электроника
3	Материаловедение

4	Электроника
5	Электропитание устройств и систем
5	Радиоавтоматика
6	Основы компьютерного проектирования радиоэлектронных систем
6	Схемотехника аналоговых электронных устройств
6	Квантовые приборы СВЧ
7	Устройства СВЧ и антенны
7	Цифровые устройства и микропроцессоры
7	Схемотехника аналоговых электронных устройств
8	Цифровые устройства и микропроцессоры
8	Программирование микропроцессоров
8	Устройства приема и обработки сигналов
9	Основы теории оптимизации
9	Программируемые устройства цифровой обработки сигналов
9	Устройства приема и обработки сигналов
9	Основы математического моделирования радиотехнических систем
10	Программируемые устройства цифровой обработки сигналов

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

Таблица 15 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, с тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - 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.

$55 \leq K \leq 69$	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся усвоил только основную программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний направленных; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
$K \leq 54$	«неудовлетворительно»	«не зачтено»

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

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

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	
1	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-п 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 H параметров биполярных транзисторов.
35	Фототранзистор, устройство и принцип действия.
36	Электронные лампы, конструкция и принцип действия.

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
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 p-n-перехода.
8	Обратное включение p-n-перехода.
9	Теоретическая вольт-амперная характеристика p-n-перехода.
10	Реальная вольт-амперная характеристика p-n-перехода.
11	Виды пробоев p-n-перехода и их особенности.
12	Емкости p-n-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.

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 p-типа при увеличении концентрации атомов донорной примеси?
6	Куда смещается уровень Ферми в зонной диаграмме полупроводника p-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 r-типа называют полупроводниками с дырочной электропроводностью?
11	Чем отличается полупроводник n-типа от полупроводника r-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 переход</i> ?
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 r 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 стабилизатора.
5	С помощью линии нагрузки проанализировать работу полупроводникового стабилизатора напряжения.
6	По семействам стоково-загворных и выходных характеристик определить дифференциальные параметры полевого транзистора с управляющим p-n-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 стабилизатора определить его специальные параметры.

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

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области «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 целях.

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 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 предоставляемого 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 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.guar.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);

– 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.

– 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.

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

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

– экзамен – форма оценки знаний, полученных студентами в ходе 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».

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