

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.

(должность, уч. степень, звание)

О.В. Тихоненкова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» мая 2020 г


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Биотехнические системы и технологии
Наименование направленности	Биотехнические и медицинские аппараты и системы
Форма обучения	очная


Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

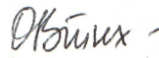
<u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>А.П. Абрамов</u> (инициалы, фамилия)
---	--	--

Программа одобрена на заседании кафедры № 23  
«18»мая 2020 г, протокол № 10/20

Заведующий кафедрой № 23

<u>проф., д.т.н., проф.</u> (уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>А.Р. Бестугин</u> (инициалы, фамилия)
--	--	---

Ответственный за ОП ВО 12.03.04(02)

<u>доц., к.т.н.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>О.В. Тихоненкова</u> (инициалы, фамилия)
---	--	--

Заместитель директора института/ декана факультета № 2 по методической работе

<u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>О.Л. Балышева</u> (инициалы, фамилия)
---	--	---

## Аннотация

Дисциплина «Электроника» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» направленности «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических си».

ОПК-2 «Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов»

ОПК-3 «Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий».

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Электроника» является изучение студентами физических принципов действия, характеристик, моделей и особенностей использования в радиотехнических цепях основных типов активных приборов, принципов построения и основ технологии микроэлектронных цепей, механизмов влияния условий эксплуатации на работу активных приборов и микроэлектронных 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. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3.1 знать как проводить анализ задач, выделяя ее базовые составляющие, осуществление декомпозиции задачи.
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и	ОПК-1.3.1 знать математику в инженерной практике при моделировании биотехнических систем ОПК-1.У.1 уметь применять знания естественных наук в инженерной практике проектирования биотехнических систем и медицинских изделий ОПК-1.В.1 владеть общеинженерными знаниями в инженерной деятельности для анализа и проектирования биотехнических систем, медицинских изделий

	эксплуатации биотехнических си	
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов	ОПК-2.В.1 владеть навыками осуществления профессиональной деятельности с учетом социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	ОПК-3.У.1 уметь выбирать и использовать соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений ОПК-3.В.1 владеть навыками обработки и представления полученных экспериментальных данных для получения обоснованных выводов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика-1 (Математический анализ)»,
- «Физика»,
- «Химия»,
- «Экология»,
- «Безопасность жизнедеятельности».

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

- «Электропреобразовательные устройства»,
- «Цифровая обработка сигналов»,
- «Интеллектуальные биомедицинские информационные системы»,
- «Схемотехника аналоговых электронных устройств».

## 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	
		№3	№4
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/180	2/72	3/108
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b> в том числе:	85	34	51
лекции (Л), (час)	51	17	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)	36		36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	59	38	21
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет, Экз.	Зачет	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 3					
Раздел 1.		0		0	19
Тема 1.1.	6		6		
Тема 1.2.	6		6		
Раздел 2.		0		0	19
Раздел 2.1	5		5		
Раздел 3.		0		0	10
Тема 3.1.	6		4		
Тема 3.2.	6		4		
Тема 3.3.	6		4		
Раздел 4.		0		0	11
Тема 4.1.	6		3		
Тема 4.2.	6		2		
Тема 4.3.	4				
Итого в семестре:	34	0	17	0	21
Итого	51	0	34	0	59

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

<p><b>Раздел 1</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Элементы физики твердого тела.</b></p> <p>1.1. Физические основы полупроводниковых приборов.  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. <b>Оптические</b> и тепловые свойства полупроводников. Фотоэлектрические и термоэлектрические явления.</p> <p style="text-align: center;">1.2. Контактные явления.</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><b>Раздел 2</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Полупроводниковые приборы.</b></p> <p>2.1. Полупроводниковые диоды.</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><b>Раздел 3</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Полупроводниковые приборы.</b></p> <p>3.1. Полевые транзисторы.</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 мощных МДП- транзисторов. Область применения полевых транзисторов. <p style="text-align: center;">3.2. Биполярные транзисторы.</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 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

	<p>общим эмиттером. Влияние температуры на характеристики транзистора. Транзистор как линейный четырехполосник. 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 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. 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><b>Раздел 4</b></p>	<p><b>Электроракуумные и газоразрядные приборы.</b></p> <p>4.1. Электроракуумные приборы. 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. 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>4.3. Электронные приборы специального назначения. Особенности электронных приборов СВЧ. Особенности газоразрядных приборов и область их применения. Тенденции и перспективы развития элементной базы РЭА.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.



Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

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

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 3			
1	Исследование ширины запрещенной зоны полупроводников	4	Раздел 1
2	Исследование характеристик выпрямительных диодов	4	Раздел 1
3	Исследование варикапа	4	Раздел 1
4	Исследование температурной зависимости хар-тик	2	Раздел 2
5	Исследование полупроводникового стабилитрона	3	Раздел 2
Семестр 4			
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	2	Раздел 4
5	Исследование электронных ламп (триод, тетрод)	3	Раздел 4
Всего		34	

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

Учебным планом не предусмотрено

#### 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 3, час	Семестр 4, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	49	33	16
Курсовое проектирование (КП, КР)	10	5	5
Расчетно-графические задания (РГЗ)			

Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)			
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)			
Всего:	59	38	21

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)
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	Батушев, Владимир Александрович. Электронные приборы [Текст]: учебник / В.А. Батушев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1980. - 384с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 378 (20 назв.)	88
621.38 А18	Аваев, Н.А. Электронные приборы [Текст]: учебник для вузов / Н.А. Аваев, Г.Г. Шишкин; ред. Г.Г. Шишкин. - учеб. изд. - М.: Изд-во МАИ, 1996. - 544с.: рис., табл., граф., схем. - Библиогр.: с. 536 - 537 (27 назв.). - ISBN 5- 7035-1386-3	68
621.38 Б90	Булычев, Анатолий Леонидович. Электронные приборы [Текст]: учебное пособие / А.Л. Булычев, В.А. Прохоренко. - Минск: Вышэйш. шк., 1987. -315 с.: рис.	3
	Петров, К. С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника [Текст]: учебное пособие / К. С. Петров. - СПб.: ПИТЕР, 2006. - 522с.: рис., табл. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 512 -	4

	513 (38 назв.). - Алф. указ.: с. 514 - 519. - ISBN 5-94723-378-9	
621.38 Ш65	Шишкин, Г. Г. Электроника: учебник / Г.Г. Шишкин, А.Г. Шишкин. - М.: Дрофа, 2009. - 703 с.	4

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
ftp://ftp.radio.ru/pub/ugo/	Условные графические обозначения элементов электрических схем

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
	Не предусмотрено

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	24-01 (Г)
2	Стенд	22-09 (Г)

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; Экзаменационные билеты.
Зачет	Список вопросов.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<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>
«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

№ 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 выходных 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 $N$ параметров биполярных транзисторов.
35	Фототранзистор, устройство и принцип действия.
36	Электронные лампы, конструкция и принцип действия.

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
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 вольтамперная характеристика р-п-перехода.
10	Реальная вольтамперная 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 вольтамперные 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	Стабилитрон и его вольтамперная 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 вольтамперной характеристики туннельного диода с помощью зонных диаграмм.

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
	Учебным планом не предусмотрено

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
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 подвижность носителей зарядов, чему она равна?
14	В каком случае ток, протекающий в полупроводнике, будет иметь дрейфовую и диффузионную составляющие?
15	Как создается электронно-дырочный переход?
16	В результате чего в (p-n) - переходе формируется потенциальный барьер?
17	Почему диффузионное электрическое поле в (p-n) - переходе является тормозящим 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?

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в

локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

##### 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:

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

##### 11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением



поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

#### Требования к проведению семинаров

*Обязательно для заполнения преподавателем*

11.3. 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 обучающимся 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.

#### Требования к проведению практических занятий

*Обязательно для заполнения преподавателем*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

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

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.

11.5. 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:

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Обязательно для заполнения преподавателем*

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

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по курсовому проектированию/ выполнению курсовой работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

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

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

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– 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».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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