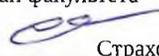


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Страхов С. Ю.  
(подпись) ФИО  
«17» 01 2022**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ**

Направление/специальность подготовки	11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы 11.05.02 Специальные радиотехнические системы
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиолокационные системы и комплексы Средства и комплексы радиозлектронной борьбы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
2	4	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
11.05.02 Специальные радиотехнические системы

год набора группы: 2019

Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
Флёров Александр Николаевич, старший преподаватель



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 4. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

11.05.01 (И4)	ОПК-1 — способность представить адекватную современную уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
11.05.01 (И4)	ОПК-2 — способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа принятия решения
11.05.01 (И4)	ОПК-4 — способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
11.05.02 (И4)	ОПК-5 — способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности
11.05.01 (И4)	ОПК-6 — способность учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ
11.05.02 (И4)	ОПК-6 — способность понимать принципы работы информационных технологий, применять основные методы и средства получения, хранения обработки информации в сфере профессиональной деятельности
11.05.02 (И4)	ОПК-7 — способность применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1 (11.05.01, И4)**

*знания:*

основные законы физики электричества и магнетизма;

*умения:*

применять знания законов физики в области микроэлектроники;

*навыки:*

владеть методологией исследования физических объектов микроэлектроники.

### **ОПК-2 (11.05.01, И4)**

*знания:*

физические процессы, конструкции, принцип действия, характеристики и параметры приборов различного назначения и микроэлектронных устройств;

*умения:*

понимание современных технологий изготовления электронных приборов;

*навыки:*

определение основных характеристик электронных приборов;

исследование различных схем включения электронных приборов.

### **ОПК-4 (11.05.01, И4)**

*знания:*

материалы электронной техники и их электрофизические свойства; характеристики р-п перехода; полупроводниковые диоды, биполярные и полевые транзисторы; фотоэлектрические и излучательные приборы, характеристики, параметры и модели полупроводниковых приборов;

*умения:*

умение анализировать работу схем, содержащих полупроводниковые электронные приборы;

*навыки:*

работа с макетными установками, включающими электронные приборы.

### **ОПК-5 (11.05.02, И4)**

*знания:*

основные типы микроэлектронных приборов;

*умения:*

уметь применять вычислительную технику для решения задач микроэлектроники;

*навыки:*

практические навыки при работе с радиоизмерительными приборами.

### **ОПК-6 (11.05.01, И4)**

*знания:*

основы технологии производства п/п приборов;

*умения:*

проводить исследовательские и опытно-конструкторские работы с учетом возможностей современных технологий производства радиоэлектронной аппаратуры;

*навыки:*

ориентироваться в конструкторско - технологической документации, ГОСТах.

### **ОПК-6 (11.05.02, И4)**

*знания:*

основы технологии производства п/п приборов;

*умения:*

проводить исследовательские и опытно-конструкторские работы с учетом возможностей современных технологий производства радиоэлектронной аппаратуры;

*навыки:*

ориентироваться в конструкторско - технологической документации, ГОСТах.

**ОПК-7 (11.05.02, И4)**

*знания:*

методику расчета основных параметров п/п приборов на основе их ВАХ;

*умения:*

работать с КД п/п приборов;

*навыки:*

ориентироваться в документации п/п приборов ведущих зарубежных производителей МЭП.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, 11.05.02 Специальные радиотехнические системы.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен представить адекватную современную уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа принятия решения
- ОПК-3 — Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %						
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-1 (11.05.01)	ОПК-2 (11.05.01)	ОПК-4 (11.05.01)	ОПК-5 (11.05.02)			
											ОПК-6 (11.05.01)	ОПК-6 (11.05.02)	ОПК-6 (11.05.02)	ОПК-7 (11.05.02)
2	4	<b>Раздел 1. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. Р-п-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны.</b> Собственные и примесные полупроводники. Электронно-дырочный р-п переход. Диффузионная разность потенциалов. ВАХ диода. Понятия о зарядной и диффузионной емкостях диода. Эквивалентная схема диода. Особенности диодов различного назначения: выпрямительного, стабилитрона, варикапа, высокочастотного, импульсного, туннельного, диода Шоттки. Пробой диода: туннельный, лавинный, тепловой пробой. Стабилитрон, его устройство и принцип работы. Основные характеристики и параметры стабилитрона.	34	17	8	9	17	25	25	25	25	25	25	25
2	4	<b>Раздел 2. Фотоэлектрические и излучательные приборы.</b> Фотодиод, светоизлучающий диод. Биполярный фототранзистор. Характеристики, параметры и модели полупроводниковых приборов.	12	4	4	0	8	5	5	5	5	5	5	5
2	4	<b>Раздел 3. Биполярные транзисторы (БТ).</b> Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ. Устройство и работа биполярного транзистора (БТ). Токи прибора, параметры. Схемы включения их свойства. Модель БТ реальные и идеализированные ВАХ. Работа при малом сигнале. Эквивалентные схемы. Зависимости параметров от температуры, режима, частоты сигнала. Работа при большом сигнале. Импульсный режим, способы повышения быстродействия. Мощные БТ: особенности конструкции, работы и применения.	28	14	10	4	14	30	30	30	30	30	30	30
2	4	<b>Раздел 4. Полевые транзисторы (ПТ).</b> ПТ с управляющим р-п-переходом. ПТ с изолированным затвором и собственным каналом. ПТ с изолированным затвором и индуцируемым каналом. Современные полевые транзисторы. Мощные MOSFET (SIPMOS, HEXFET) полевые транзисторы. Структура и принцип действия. Мощные IGBT полевые транзисторы, структура и принцип действия HEMFET транзисторы. Разновидности транзисторов с высокой подвижностью носителей. МДП транзисторы с двойным затвором. Микро FET транзисторы интегральных схем.	20	10	6	4	10	30	30	30	30	30	30	30
2	4	<b>Раздел 5. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.</b> Правило Мура. Наноразмерная электроника. Квантовомеханические эффекты. Понятие о Волнах де Бройля, эффект Аарнонова - Бёма, эффект Джозефсона, эффект Мейснера. Углеродные нанотрубки. Понятие о квантовых точках. Перспективные транзисторные	14	6	6	0	8	10	10	10	10	10	10	10

	структуры: молекулярный транзистор, спиновый транзистор, графеновый транзистор, квантово-интерференционный транзистор, транзистор на квантовых точках, транзисторы на основе нанотрубок; ферроэлектрический транзистор. Понятие о кремниевой фотонике.												
<b>Всего за 4 семестр</b>		108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>		108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100

### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. P-n-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны.	исследование полупроводниковых диодов, исследование стабилитрона	9
2	Раздел 3. Биполярные транзисторы (БТ). Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ.	исследование биполярного транзистора	4
3	Раздел 4. Полевые транзисторы (ПТ).	«исследование полевого транзистора»	4
<b>Всего за 4 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. P-n-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны.	физика полупроводников. ВАХ диодов, ВАХ стабилитрона	17
2	Раздел 2. Фотоэлектрические и излучательные приборы.	фотоэлектрические эффекты	8
3	Раздел 3. Биполярные транзисторы (БТ). Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ.	физика биполярного транзистора	14
4	Раздел 4. Полевые транзисторы (ПТ).	физика работы полевых транзисторов	10
5	Раздел 5. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.	перспективные транзисторы	8
<b>Всего за 4 семестр</b>			<b>57</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4					Вопр. Зач					Вопр. Зач				Вопр. Зач			Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

**Текущая аттестация** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- вопросы к зачету.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. . Электронные и микроэлектронные приборы. СПб.БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, 2021, 86 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Комплект учебного оборудования "Основы электроники" ОЭ-МР-01.1;
2. Осциллограф АК ИП-4115;
3. Проектор.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, 11.05.02 Специальные радиотехнические системы. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Дисциплина нацелена на формирование компетенций:

ОПК-1 (11.05.01) способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;  
ОПК-2 (11.05.01) способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа принятия решения;  
ОПК-4 (11.05.01) способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;  
ОПК-5 (11.05.02) способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности;  
ОПК-6 (11.05.01) способность учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ;  
ОПК-6 (11.05.02) способность понимать принципы работы информационных технологий, применять основные методы и средства получения, хранения обработки информации в сфере профессиональной деятельности;  
ОПК-7 (11.05.02) способность применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущая аттестация** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- вопросы к зачету.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. P-n-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны.</b>		
физика полупроводников. ВАХ диодов, ВАХ стабилитрона	А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. Электронные и микроэлектронные приборы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1,2,3)	17
Итого по разделу 1		17
<b>Раздел 2. Фотоэлектрические и излучательные приборы.</b>		
фотоэлектрические эффекты	А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. Электронные и микроэлектронные приборы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2)	8
Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Биполярные транзисторы (БТ). Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ.</b>		
физика биполярного транзистора	А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. Электронные и микроэлектронные приборы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (4)	14
Итого по разделу 3		14
<b>Раздел 4. Полевые транзисторы (ПТ).</b>		
физика работы полевых транзисторов	А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. Электронные и микроэлектронные приборы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (4)	10
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.</b>		
перспективные транзисторы	А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. Электронные и микроэлектронные приборы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (3, 4)	8
Итого по разделу 5		8

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- вопросы к зачету;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Вопросы к зачету

1. Электронный энергетический спектр кристалла.
2. Энергетические зоны в кристаллах.
3. Туннельный эффект.
4. Образование энергетических зон.
5. Соотношение Гейзенберга для энергии и времени.
6. Зонная диаграмма. Валентная зона и зона проводимости. Проводники, полупроводники и изоляторы.
7. Статистика Ферми- Дирака
8. Тепловое движение электронов, длина свободного пробега.
9. Собственный полупроводник. Электроны и дырки.
10. Генерация и рекомбинация.
11. Световая генерация и рекомбинация. Излучательная рекомбинация.
12. Время жизни неравновесных носителей заряда.
13. Примесные полупроводники (р и n полупроводники). Донорные и акцепторные примеси.
14. Зонные диаграммы примесных полупроводников.
15. Электронно- дырочная проводимость n/p.
16. Основные и неосновные носители заряда.
17. Механизм электронной и дырочной проводимости полупроводника.
18. Концентрация носителей заряда в примесных полупроводниках.
19. Энергия ионизации примесей.
20. Температурная зависимость концентрации носителей заряда в примесных полупроводниках.
21. Процессы переноса зарядов в полупроводнике.
22. Дрейф носителей заряда. Дрейфовая скорость насыщения. Подвижность носителей заряда. Плотность дрейфового тока.
23. Диффузия носителей заряда. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Плотность диффузионного тока.
24. Диффузионная длина.
25. Полупроводники в сильном электрическом поле. Трансформация зонной диаграммы. 26. Ударная ионизация. Лавинный пробой.
27. Туннелирование. Туннельный пробой.
28. Электронно-дырочный переход (р-n). Классификация.
29. р-n –переход в равновесном и неравновесном состояниях. Энергетическая диаграмма р-n-перехода. Потенциальный барьер.
30. Прямосмещенный р-n –переход. Инжекция носителей заряда, Прямой ток.
31. Обратносмещенный р-n –переход, Экстракция носителей заряда. Обратный ток.
32. Ширина и емкость р-n –перехода. Барьерная и диффузионная емкость.
33. Вольтамперная характеристика р-n –перехода. Прямая и обратная ветви.
34. Электрический и тепловой пробой р-n перехода.
35. Дифференциальное сопротивление р-n –перехода.
36. Переход полупроводник- полупроводник.
37. Переход металл-полупроводник. Выпрямляющий контакт, омический контакт.
38. Переход Шоттки.
39. Выпрямительный диод. Вольтамперные характеристики.
40. Диод Шоттки. Вольтамперные характеристики.
41. Параметры диодов.
42. Стабилитрон. Вольтамперные характеристики.
43. Параметры стабилитрона.
44. Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. 45. Коэффициенты инжекции, переноса и усиления тока.
46. Статические характеристики биполярного транзистора.
47. Параметры БТ транзисторов.
48. Малосигнальные параметры биполярного транзистора.
49. Эффект поля. Режимы обеднения, обогащения и инверсии приповерхностного слоя полупроводника.
50. Структура металл-диэлектрик- полупроводник (МДП).
51. Полевой транзистор с изолированным затвором. Устройство и принцип действия МОП транзистора с встроенным и индуцированным каналами.

52. Статические характеристики МОП (MOSFET) транзисторов.

53. Параметры полевых транзисторов

**Зачет**

На зачете студенту предлагается 2 теоретических вопроса, на которые студент должен развернуто ответить. После этого он получает зачет по дисциплине.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Формируемая компетенция, %							НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Самостоятельная работа студентов	ОПК-1 (11.05.01)	ОПК-2 (11.05.01)	ОПК-4 (11.05.01)	ОПК-5 (11.05.02)	ОПК-6 (11.05.01)	ОПК-6 (11.05.02)	ОПК-7 (11.05.02)	
2	4	Раздел 1. Электрофизические свойства полупроводниковых материалов. Р-п-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны.	34	17	8	9	17	25	25	25	25	25	25	25	Вопросы к зачету
2	4	Раздел 2. Фотозлектрические и излучательные приборы.	12	4	4	0	8	5	5	5	5	5	5	5	Вопросы к зачету
2	4	Раздел 3. Биполярные транзисторы (БТ). Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ.	28	14	10	4	14	30	30	30	30	30	30	30	Вопросы к зачету
2	4	Раздел 4. Полевые транзисторы (ПТ).	20	10	6	4	10	30	30	30	30	30	30	30	Вопросы к зачету
2	4	Раздел 5. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.	14	6	6	0	8	10	10	10	10	10	10	10	Вопросы к зачету
Всего за 4 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100	