



*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**11.03.01 Радиотехника**

год набора группы: 2025

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. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 — Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

ОПК-3 — Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-2**

*знания:*

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

*умения:*

освоение основных характеристик полупроводниковых электронных приборов;

*навыки:*

исследование различных схем включения электронных полупроводниковых приборов.

### **ОПК-3**

*знания:*

материалы электронной техники и 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; освоение основных характеристик полупроводниковых электронных приборов;

*навыки:*

- определение основных характеристик полупроводниковых электронных приборов;

- работа с макетными установками, включающими полупроводниковые электронные полупроводниковые приборы..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.03.01 Радиотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ, ФИЗИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**.

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
- ОПК-2 — Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных
- ОПК-3 — Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности

### 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-2	ОПК-3
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	30	30
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	10	10
2	4	<b>Раздел 3. Биполярные транзисторы (БТ). Усилительные каскады постоянного и переменного тока на БТ.</b> 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	20	20
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 NEMFET транзисторы. Разновидности транзисторов с высокой подвижностью носителей. МДП транзисторы с двойным затвором. Микро FET транзисторы интегральных схем.	20	10	6	4	10	20	20
2	4	<b>Раздел 5. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.</b> Правило Мура. Наноразмерная электроника. Квантовомеханические эффекты. Понятие о Волнах де Бройля, эффект Ааронова - Бёма, эффект Джозефсона, эффект Мейснера. Углеродные нанотрубки. Понятие о квантовых точках. Перспективные транзисторные структуры: молекулярный транзистор; спиновый транзистор, графеновый транзистор, квантово-интерференционный транзистор, транзистор на квантовых точках, транзисторы на основе нанотрубок; ферроэлектрический транзистор. Понятие о кремниевой фотонике.	14	6	6	0	8	20	20
Всего за 4 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	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. Р-п-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>			17

#### 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. Р-п-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	10

		транзисторов	
5	Раздел 5. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.	перспективные транзисторы	8
<b>Всего за 4 семестр</b>			57

#### 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	ДР				ДР				Вопр. Зач		ДР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Электронные и микроэлектронные приборы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, эл. рес.
2. А. А. Щука. . Электроника. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008, эл. рес.
3. Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. . Электроника. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://urait.com> — Urait.com is for sale | HugeDomains;
2. [Http://e.lanbook.ru](http://e.lanbook.ru) — ЭБС Лань;
3. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 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:**

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

### **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 направлению *11.03.01 Радиотехника*. 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-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных;

ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомления слушателей с основными принципами функционирования электронных и микроэлектронных приборов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- 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. Р-п-переход, его свойства. Диоды. Стабилитроны.</b>		
физика полупроводников. ВАХ диодов, ВАХ стабилитрона	А. А. Шука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (1,2) . Электронные и микроэлектронные приборы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1,2) Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. . Электроника: Москва: Юрайт, 2019 (1)	17
Итого по разделу 1		17
<b>Раздел 2. Фотоэлектрические и излучательные приборы.</b>		
фотоэлектрические эффекты	Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. . Электроника: Москва: Юрайт, 2019 (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	Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. . Электроника: Москва: Юрайт, 2019 (3)	14
Итого по разделу 3		14
<b>Раздел 4. Полевые транзисторы (ПТ).</b>		
физика работы полевых транзисторов	Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. . Электроника: Москва: Юрайт, 2019 (4)	10
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Перспективные направления транзисторной микроэлектроники.</b>		
перспективные транзисторы	Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. . Электроника: Москва: Юрайт, 2019 (4)	8
Итого по разделу 5		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к зачету;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

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

## Оценочные материалы по дисциплине ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

**ОПК-2 - Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами представлены некоторые полупроводниковые приборы и количество  $p$ - $n$  переходов в них. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Полупроводниковый прибор	Количество $p$ - $n$ переходов
1. Фоторезистор	А. Один $p$ - $n$ переход
2. Биполярный транзистор	Б. Два $p$ - $n$ переход
3. Полупроводниковый диод	В. Три $p$ - $n$ переход
4. Тиристор	Г. Не имеет $p$ - $n$ переходов

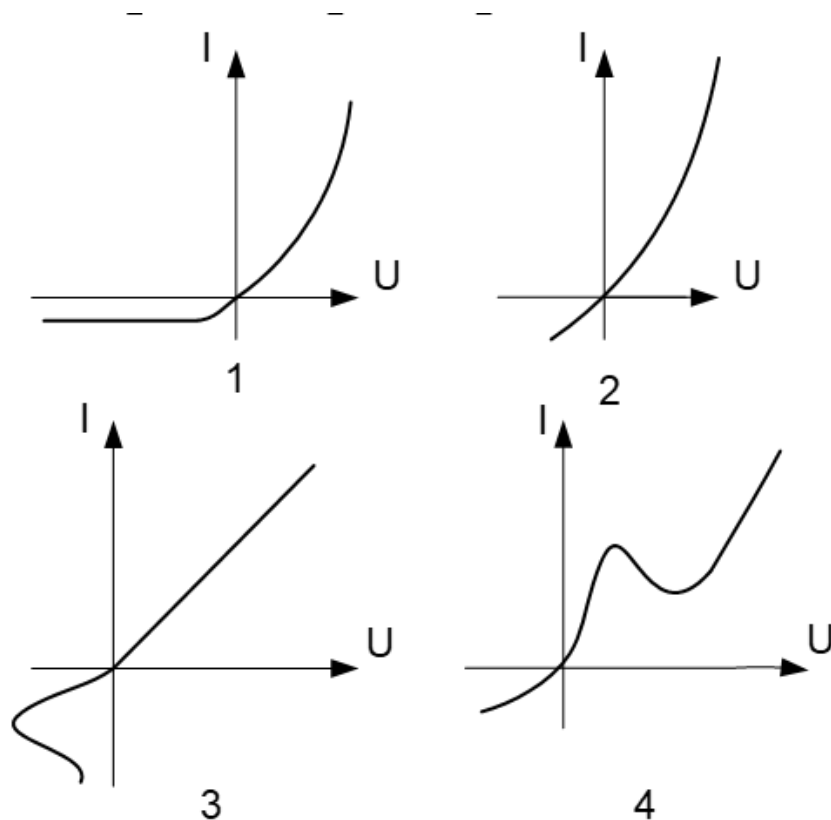
№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами представлены некоторые типы транзисторов. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

1. Биполярный транзистор	А. Транзистор <i>MOSFET</i>
2. МОП (МДП) транзистор	Б. Транзистор <i>FET</i>
3. Полевой транзистор	В. Транзистор <i>JFET</i>
4. Полевой транзистор с управляющим $p$ - $n$ переходом	Г. Транзистор <i>BJT</i>

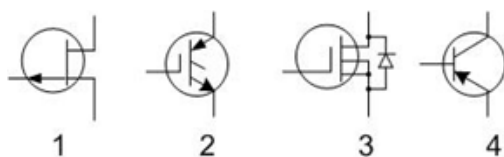
№ 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите какие из представленных ниже вольт-амперных характеристик соответствуют туннельному диоду и диоду с  $p$ - $n$  переходом?



№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите какие из представленных ниже условно-графических обозначений соответствуют *JGBT* и *BT* *p-n-p* транзисторам?



№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Для определения вольт-амперной характеристики (ВАХ) диода необходимо выполнить следующие шаги в правильном порядке:

1. Подготовка измерительного оборудования – собрать схему с диодом, источником питания, амперметром и вольтметром.
2. Подача напряжения на диод – плавно изменять напряжение от нуля в прямом и обратном направлениях.
3. Фиксация показаний приборов – записывать значения тока через диод и напряжения на нём для каждого шага.
4. Построение графика ВАХ – нанести полученные точки на график (ток по вертикали, напряжение по горизонтали) и соединить их в кривую.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Для определения входных характеристик биполярного транзистора (зависимости тока базы от напряжения база-эмиттер при фиксированном напряжении коллектор-эмиттер) нужно выполнить следующие шаги в правильном порядке:

1. Подготовка схемы – подключить транзистор по схеме с общим эмиттером (ОЭ), подать постоянное напряжение  $U_{кэ}$  и подготовить регулируемый источник  $U_{бэ}$ .
2. Фиксация  $U_{кэ}$  – установить постоянное напряжение между коллектором и эмиттером (например, 0 В, 1 В, 5 В).
3. Изменение  $U_{бэ}$  и измерение  $I_b$  – плавно увеличивать  $U_{бэ}$ , фиксируя соответствующие значения тока базы.



4. Построение графика – нанести полученные зависимости  $I_b(U_{бэ})$  для каждого  $U_{кэ}$  на один график.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Каково, примерно, напряжение открывания германиевого диода?

1. (0,8-1) В
2. (0,5-0,7) В
3. **(0,2-0,3) В**
4. (0,05-0,1) В

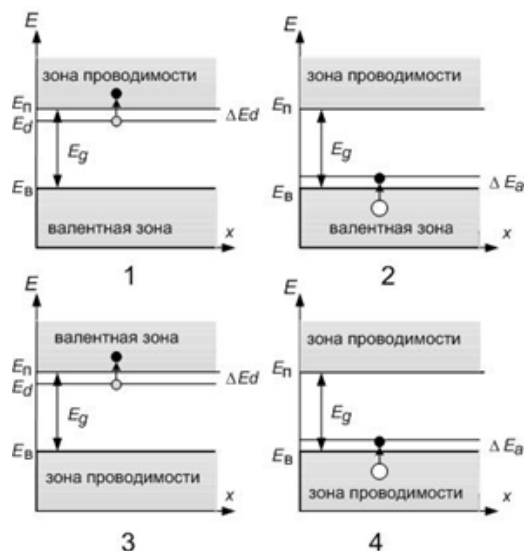
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Электроны и дырки в полупроводнике подчиняются статистике?

1. Гаусса;
2. Бозе-Эйнштейна;
3. **Ферми-Дирака;**
4. Пуассона

- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какие носители заряда инжектируются в базу транзистора  $p-n-p$ ?

1. Электроны;
2. **Дырки;**
3. Дырки и электроны;
4. Ионы примеси

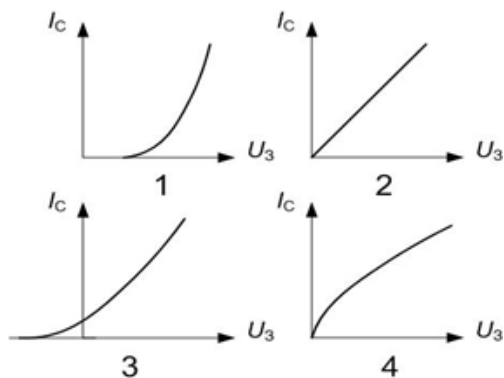
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Укажите какие из представленных ниже энергетических диаграмм соответствуют полупроводникам  $p$ - и  $n$ - типов?



- № 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Движение носителей заряда за счет разности их концентраций в полупроводнике \_\_\_\_\_
- № 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Зонные энергетические диаграммы кристалла определяют \_\_\_\_\_

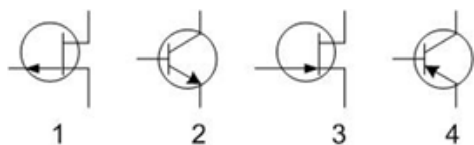
**ОПК-3 - Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Укажите какие из представленных ниже стоко-затворных характеристик соответствуют МДП транзистору с встроенным каналом и МДП транзистору с индуцированным каналом?



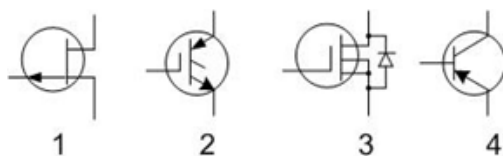
№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите какие из представленных ниже УГО соответствуют полевому транзистору с управляющим  $p$ - $n$  переходом и каналом  $p$  – типа и биполярного  $p$ - $n$ - $p$  транзистора?



№ 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите какие из представленных ниже УГО соответствуют MOSFET транзистору и ПТ транзистору с управляющим  $p$ - $n$  переходом?



№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Кремний входит в группу соединений полупроводников:

1.  $A^{IV}B^{VI}$ ;
2. **Элементарных полупроводников;**
3.  $A^{II}B^{VI}$ ;
4.  $A^{III}B^V$

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Если эмиттерный и коллекторный переходы биполярного транзистора открыты, то это режим \_\_\_\_\_

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Полную функциональную группу Буля (базис) составляют логические элементы \_\_\_\_\_

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Вам даны  $h$  параметры биполярного транзистора с ОЭ и значения этих параметров. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

$h$  параметры

биполярного  
транзистора с ОЭ

Значение  $h$  параметра

- |              |                                                |
|--------------|------------------------------------------------|
| 1. $h_{11э}$ | А. Выходная проводимость                       |
| 2. $h_{21э}$ | Б. Входное сопротивление                       |
| 3. $h_{12э}$ | В. Коэффициент обратной передачи по напряжению |
| 4. $h_{22э}$ | Г. Коэффициент передачи по току                |

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Вам даны  $h$  параметры биполярного транзистора (БТ) и значения этих параметров. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

$h$  параметры БТ      Значение  $h$  параметра

- |              |                                                        |
|--------------|--------------------------------------------------------|
| 1. $h_{11э}$ | А. Выходная проводимость БТ с ОК                       |
| 2. $h_{21б}$ | Б. Входное сопротивление БТ с ОЭ                       |
| 3. $h_{12э}$ | В. Коэффициент обратной передачи по напряжению БТ с ОЭ |
| 4. $h_{22к}$ | Г. Коэффициент передачи по току БТ с ОБ                |

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Указать правильную последовательность определения ВАХ стабилитрона. Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

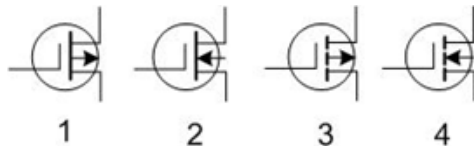
1. Сборка схемы – стабилитрон подключается в обратном направлении (катод к "+" источника), последовательно с амперметром, а вольтметр – параллельно стабилитрону.
2. Прямая ветвь – подача плавно возрастающего прямого напряжения (как у диода), фиксация  $I_{пр}$  и  $U_{пр}$ .
3. Обратная ветвь – подача обратного напряжения до пробоя, затем фиксация резкого роста тока при  $U \approx U_{ст}$ .
4. Построение графика – объединение данных в один график  $I(U)$  с выделением зоны стабилизации.

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Определите правильную последовательность действий для снятия вольт-амперной характеристики (ВАХ) светодиода. Запишите соответствующую последовательность цифр слева на право.

1. Построение графика зависимости тока через светодиод от приложенного напряжения.
2. Подача прямого напряжения и фиксация значений тока и напряжения.
3. Подключение светодиода в электрическую схему с амперметром, вольтметром и ограничительным резистором.
4. Подача обратного напряжения (не превышая максимально допустимого) и измерение обратного тока (если требуется в ходе эксперимента).

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Условно-графическое обозначение МДП транзистора с встроенным каналом  $n$ - типа?



№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Структура кристаллической решетки кремния?

1. С кубической симметрией;
2. Объемно-центрированный октаэдр;
3. Гранецентрированный тетраэдр;
4. **Объемно-центрированный тетраэдр**