

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра управления в технических системах

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. проректора по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

« _____ » _____ 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Б1.В.ОД.7

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Многоканальные телекоммуникационные системы

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	6
4.3 Лабораторные работы.....	8
4.4 Практические занятия.....	8
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	9
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	11
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ	12
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	36
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	36
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	37
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	41
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	42

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к экспериментально-исследовательскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Изучение физических эффектов и процессов, лежащих в основе принципов действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов.

Задачи дисциплины

Формирование знаний, умений и навыков, позволяющих проводить самостоятельный анализ полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-17	Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	знать: – основные физические явления; уметь: – выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности; владеть: – опытом аналитического и численного решения вероятностных и статистических задач, навыками использования основных приемов обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ОД.7 Физические основы электроники относится к вариативной части.

Дисциплина Физические основы электроники базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплины Б1.Б.09 Физика, Б1.Б.06 Математический анализ.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Физические основы электроники представляет основу для изучения дисциплин: Б1.Б.17 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Б1.В.13 Многоканальные телекоммуникационные системы, Б1.ВДВ.07.01 Основы теории автоматического управления, Б1.В.17 Спутниковые и наземные системы радиосвязи.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	3	108	51	17	-	34	57	-	Зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			3
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	51	12	51
Лекции (Лк)	17	4	17
Практические занятия (ПЗ)	34	8	34
Консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	57	-	57
Подготовка к практическим занятиям	37	-	37
Подготовка к зачету	20	-	20
III. Промежуточная аттестация - зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	практические работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Электронно-дырочные и металлополупроводниковые переходы	22	4	8	10
1.1.	Движение электронов в электрических и магнитных полях	5	1	2	2
1.2.	Электропроводность полупроводников	5	1	2	2
1.3.	Электронно-дырочный (p-n) переход	5	1	2	2
1.4.	Переход Шоттки	3,5	0,5	1	2
1.5.	Некоторые эффекты полупроводника	3,5	0,5	1	2
2.	Полупроводниковые приборы	23	4	8	11
2.1.	Устройство, классификация и основные параметры полупроводниковых диодов	5	1	2	2
2.2.	Выпрямительные диоды	6	1	2	3
2.3.	Стабилитроны, варикапы, светодиоды и фотодиоды	6	1	2	3
2.4.	Импульсные, высокочастотные (ВЧ) и сверхвысокочастотные (СВЧ) диоды	6	1	2	3
3.	Биполярные транзисторы	24	4	8	12
3.1.	Устройство, классификация и принцип действия биполярных транзисторов	3,5	0,5	1	2
3.2.	Схемы включения биполярных транзисторов	3,5	0,5	1	2
3.3.	Статические характеристики транзисторов	3,5	0,5	1	2
3.4.	Динамический режим работы транзистора	3,5	0,5	1	2
3.5.	Эквивалентная схема транзистора	5	1	2	2
3.6.	Система h-параметров транзистора Y-параметры	2,5	0,5	1	1
3.7.	Температурные и частотные свойства транзисторов. Фототранзисторы.	2,5	0,5	1	1
4.	Полевые транзисторы	18	2	4	12
4.1.	Представление о полевых транзисторах	18	2	4	12
5	Электровакuumные приборы	21	3	6	12
5.1.	Электровакuumный диод	6	1	2	3
5.2.	Триод	6	1	2	3
5.3.	Тетрод	4,5	0,5	1	3
5.4.	Пентод	4,5	0,5	1	3
	ИТОГО	108	17	34	57

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Электронно-дырочные металлополупроводниковые переходы

Тема 1.1. Движение электронов в электрических и магнитных полях

Лекция (1 час)

Интерактивная форма занятия – разбор конкретных ситуаций

- 1) Движение электрона в ускоряющем электрическом поле.
- 2) Движение электрона в тормозящем электрическом поле.
- 3) Движение электрона в поперечном электрическом поле.
- 4) Движение электрона в магнитных полях.

Тема 1.2. Электропроводность полупроводников

Лекция (1 час)

Интерактивная форма занятия – разбор конкретных ситуаций

- 1) Собственные полупроводники.
- 2) Движение в полупроводнике дырок и электронов проводимости.
- 3) Уровень Ферми. Энергия Ферми.
- 4) Примесные полупроводники.

Тема 1.3. Электронно-дырочный (p-n) переход

Лекция (1 час)

- 1) Электронно-дырочный (p-n) переход. Определение.
- 2) Диффузионный ток p-n -перехода.
- 3) Симметричные и несимметричные p-n переходы.
- 4) Вольт-амперные характеристики электронно-дырочных переходов.
- 5) Пробои p-n- перехода.
- 6) Вольт-Фарадная характеристика p-n-перехода.

Тема 1.4. Переход Шоттки

Лекция (0,5 час)

- 1) Омические (невыпрямляющие) контакты.
- 2) Выпрямляющие контакты.
- 3) Переход Шоттки. Диод Шоттки.

Тема 1.5. Некоторые эффекты полупроводника

Лекция (0,5 час)

- 1) Тоннельный эффект.
- 2) Эффект Ганна.
- 3) Эффект Холла.

Раздел 2. Полупроводниковые приборы

Тема 2.1. Устройство, классификация и основные параметры полупроводниковых диодов

Лекция (1 час)

Интерактивная форма занятия – разбор конкретных ситуаций

- 1) Классификация электронных полупроводниковых приборов.
- 2) Вольт-амперная характеристика и основные параметры полупроводникового диода.
- 3) Диод малой мощности. Диод средней мощности.

Тема 2.2. Выпрямительные диоды

Лекция (1 час)

Интерактивная форма занятия – разбор конкретных ситуаций

- 1) Работа выпрямительного диода.
- 2) Вольт-амперная характеристика выпрямительного диода.
- 3) Основные параметры выпрямительных диодов.
- 4) Кремниевые и германиевые диоды.
- 5) Точечные и плоскостные диоды.
- 6) Импульсные, обращенные и диоды Шоттки.

Тема 2.3. Стабилитроны, варикапы, светодиоды и фотодиоды

Лекция (1 час)

- 1) Стабилитроны. Определение. Основные параметры. Применение.
- 2) Варикапы. Определение. Основные параметры. Применение.
- 3) Светодиоды. Определение. Основные параметры. Применение.
- 4) Фотодиоды. Определение. Основные параметры. Применение.

Тема 2.4. Импульсные, высокочастотные (ВЧ) и сверхвысокочастотные (СВЧ) диоды

Лекция (1 час)

- 1) Импульсные диоды. Характеристика. Применение.
- 2) Высокочастотные диоды. Характеристика. Применение.
- 3) Сверхвысокочастотные диоды. Характеристика. Применение.

Раздел 3. Биполярные транзисторы

Тема 3.1. Устройство, классификация и принцип действия биполярных транзисторов

Лекция (0,5 час)

- 1) Классификация биполярных транзисторов.
- 2) Устройство биполярных транзисторов.
- 3) Принцип действия биполярных транзисторов.

Тема 3.2. Схемы включения биполярных транзисторов

Лекция (0,5 час)

- 1) Усилительные свойства биполярных транзисторов.
- 2) Схема с общим эмиттером.
- 3) Схема с общим коллектором.
- 4) Схема с общей базой.

Тема 3.3. Статические характеристики транзистора

Лекция (0,5 час)

- 1) Статический режим работы транзистора.
- 2) Входная статическая характеристика.
- 3) Выходная статическая характеристика.

Тема 3.4. Динамический режим работы транзистора

Лекция (0,5 час)

- 1) Входная динамическая характеристика.
- 2) Выходная динамическая характеристика.
- 3) Режим отсечки. Режим насыщения. Предельные режимы. Линейный режим.

Тема 3.5. Эквивалентная схема транзистора

Лекция (1 час)

- 1) Малосигнальные эквивалентные схемы транзистора.
- 2) Дифференциальное сопротивление эмиттерного перехода.
- 3) Дифференциальное сопротивление коллекторного перехода.
- 4) Т-образная схема замещения транзистора.

Тема 3.6. Система h-параметров транзистора. Y-параметры

Лекция (0,5 час)

- 1) Биполярный транзистор. Схемы включения.
- 2) Y-параметры.
- 3) Система h-параметров.

Тема 3.7. Температурные и частотные свойства транзисторов. Фототранзисторы

Лекция (0,5 час)

- 1) Частотные свойства транзисторов.
- 2) Температурные свойства транзисторов.
- 3) Фототранзисторы. Устройство. Принцип действия. Схемы подключения. Режимы работы. Применение. Преимущества. Недостатки. Маркировка.

Раздел 4. Полевые транзисторы

Тема 4.1. Представление о полевых транзисторах

Лекция (2 час)

- 1) Полевой транзистор. Структура.
- 2) Принцип работы полевого транзистора.
- 3) Схемы включения полевого транзистора.

Раздел 5. Электровакуумные приборы

Тема 5.1. Электровакуумный диод

Лекция (1 час)

- 1) Электровакуумный диод. Определение. Принцип работы.
- 2) Вольт-амперная характеристика вакуумного диода.
- 3) Маркировка электровакуумных диодов.
- 4) Применение электровакуумных ламп.

Тема 5.2. Триод

Лекция (1 час)

- 1) Триод. Определение. Принцип работы.
- 2) Сеточные и анодные характеристики.
- 3) Параметры триода.
- 4) Усилитель на триоде.

Тема 5.3. Тетрод

Лекция (0,5 час)

- 1) Тетрод. Определение.
- 2) Принцип действия тетрода.
- 3) Динатронный эффект.

Тема 5.4. Пентод

Лекция (0,5 час)

- 1) Пентод. Определение.
- 2) Принцип действия пентода.

4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1.	1.	Движение электронов в электрических и магнитных полях.	2	Разбор конкретных ситуаций (2 час.)
2.	1.	Электропроводность полупроводников.	2	-
3.	1.	Электронно-дырочный переход.	2	Разбор конкретных ситуаций (2 час.)
4.	1.	Переход Шоттки. Некоторые эффекты полупроводника.	2	-
5.	2.	Устройство, классификация и основные параметры полупроводниковых диодов.	2	Разбор конкретных ситуаций (2 час.)

6.	2.	Выпрямительные диоды.	2	-
7.	2.	Стабилитроны, варикапы, светодиоды и фотодиоды.	2	-
8.	2.	Импульсные, высокочастотные (ВЧ) и сверхвысокочастотные (СВЧ) диоды.	2	-
9.	3.	Устройство, классификация и принцип действия биполярных транзисторов. Схемы включения биполярных транзисторов.	2	-
10.	3.	Статические характеристики транзисторов. Динамический режим работы транзисторов.	2	Разбор конкретных ситуаций
11.	3.	Эквивалентная схема транзистора.	2	-
12.	3.	Система h-параметров транзистора. Y-параметры. Температурные и частотные свойства транзисторов. Фототранзисторы.	2	-
13.	4.	Вольтамперная характеристика полевого транзистора	4	-
14.	5.	Вольтамперная характеристика электровакуумного диода	2	-
15.	5.	Триод.	2	-
16.	5.	Тетрод. Пентод.	2	-
ИТОГО			34	8

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрены

5.МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Σ комп.</i>	<i>T_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ПК</i>				
		<i>17</i>				
1	2	3	4	5	6	7
1. Электронно-дырочные и металлополупроводниковые переходы	22	+	1	22	Лк, Пз,СРС	ЗАЧЕТ
2. Полупроводниковые приборы	23	+	1	23	Лк, Пз,СРС	ЗАЧЕТ
3. Биполярные транзисторы	24	+	1	24	Лк, Пз,СРС	ЗАЧЕТ
4. Полевые транзисторы	18	+	1	18	Лк, Пз,СРС	ЗАЧЕТ
5. Электровакуумные приборы	21	+	1	21	Лк, Пз,СРС	ЗАЧЕТ
<i>всего часов</i>	108	108	1	108		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Соболев В.Д. Физические основы электронной техники: Учебник для вузов/В.Д.Соболев.– М.:Высш.школа, 1979. -448с.
2. Шалимова К.В. Физика полупроводников. Научное издание/К.В.Шалимова – М.: Энергия, 1971. -312с.
3. Кравченко А.Ф. Физические основы функциональной электроники./Учебное пособие для вузов/А.Ф.Кравченко.-Новосибирск: Изд-во Новосибирского ун-та.- 2000. -442с.
4. Физика микросистем. В 2-ч.Ч.1:Учеб. Пособие для вузов / В.А.Гриджин, В.П.Драгунов .-Новосибирск: НГТУ, 2004. – 416с.
5. Эннс В.И. Проектирование аналоговых КМОП-микросхем: Краткий справочник разработчика/В.И.Эннс, Ю.М.Кобзев. – М л. :Горячая линия-Телеком, 2005. – 454с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк,ПЗ)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Смирнов Ю.А. Физические основы электроники [Электронный ресурс]: учебн.пособие/ Ю.А.Смирнов, С.В.Соколов,Е.В.Титов. –Электр.дан. –Санкт-Петербург:Лань, 2013. -560с. –Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5856	Лк	ЭР	1
2.	Валухов Д.П.Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767	Лк, ПЗ	ЭР	1
3.	Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: http://www.kti.ru/data/2932/Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf	ПЗ	ЭР	1
Дополнительная литература				
4.	Кузовкин В.А.Электроника. Электрофизические основы, микросхемотехника, приборы и устройства:Учебное пособие/Кузовкин В.А.- М.: Логос, 2005.-328с.	Лк	30	1
5.	Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.- М. : Высш.шк., 2006. – 799с.	Лк, ПЗ	10	0,63

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ http://irbis.brstu.ru/CGI/IRBIS64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» » <http://e.lanbook.com>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>.
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/семинаров /практических работ

Практическое занятие №1

Движение электронов в электрических и магнитных полях

(2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Движение электронов в электрических и магнитных полях».

Задание:

Задача №1

Однородное электрическое поле с напряженностью 100 В/см перпендикулярно к однородному магнитному полю с индукцией 0,20 Тл. Электрон влетает в эти поля перпендикулярно к векторам E и B . При какой начальной скорости электрон будет двигаться в этих полях прямолинейно? При какой скорости прямолинейно будут двигаться протоны?

Задача №2

Прямолинейный проводник длиной 1,2 м с помощью гибких проводов присоединен к источнику электрической энергии с э. д. с. 24 В и сопротивлением 0,5 Ом. Этот проводник помещают в однородное магнитное поле с магнитной индукцией 0,8 Тл, которое направлено так, как показано на рисунке. Сопротивление всей внешней цепи равно 2,5 Ом. Определить силу тока в проводнике в этот момент, когда он движется перпендикулярно к линиям индукции поля со скоростью 12,5 м/с. Во сколько раз изменится сила тока, когда проводник остановится?

Задача №4

Прямолинейный проводник длиной 1,2 м с помощью гибких проводов присоединен к источнику электрической энергии с э. д. с. 24 В и сопротивлением 0,5 Ом. Этот проводник помещают в однородное магнитное поле с магнитной индукцией 0,8 Тл, которое направлено так, как показано на рисунке. Сопротивление всей внешней цепи равно 2,5 Ом. Определить силу тока в проводнике в этот момент, когда он движется перпендикулярно к линиям индукции поля со скоростью 12,5 м/с. Во сколько раз изменится сила тока, когда проводник остановится?

Задача №5

Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 400$ В, попал в однородное магнитное поле напряженностью $H = 103$ А/м. Определить радиус R кривизны траектории и частоту n обращения электрона в магнитном поле. Вектор скорости перпендикулярен линиям поля.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data\2932\Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Запишите формулу, описывающую движение электрона в электрическом поле.
2. Запишите формулу, описывающую движение электрона в магнитном поле.
3. По какой траектории движется электрон в магнитном поле?
4. Какая модель применяется для описания движения электрона во взаимно перпендикулярных электрических и магнитных полях?
5. Изобразить траекторию движения электрона в скрещенных электрическом и магнитных полях.
6. В каких электронных приборах применяется управление электронами с помощью электрического и магнитного поля?

Практическое занятие №2 Электропроводность полупроводников (2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Электропроводность полупроводников».

Задание:

Задача №1.

Удельное сопротивление собственного германия $\rho=0.43$ Ом·м при $T=300$ К. Подвижности электронов и дырок в германии равны соответственно 0.39 и 0.19 м²/(В·с). Определите собственную концентрацию электронов (n) и дырок (p).

Задача №2.

Образец германия, рассмотренный в предыдущей задаче, легирован примесью атомов сурьмы так, что один атом примеси приходится на $2 \cdot 10^6$ атомов германия. Определить: а) концентрацию электронов и дырок при $T=300$ К (предположить, что при этой температуре все атомы сурьмы ионизированы и концентрация атомов германия $N=4.4 \cdot 10^{28}$ м⁻³); б) удельное сопротивление этого легированного материала, в) коэффициенты диффузии электронов и дырок в германии при данной температуре.

Задача №3.

Найти положение уровня Ферми в собственном германии при 300 К, если известно, что ширина запрещенной зоны $\Delta E = 0,665$ эВ, а эффективные массы плотности состояний для дырок валентной зоны и

для электронов зоны проводимости соответственно равны: $m_v = 0,388 m_0$; $m_c = 0,55 m_0$, где m_0 – масса свободного электрона.

Задача №4.

Вычислить собственную концентрацию носителей заряда в кремнии при $T = 300$ К, если ширина запрещенной зоны $\Delta E = 1,12$ эВ, а эффективные массы плотности состояний $0,0 m_c = 1,05 m_0$, $m_v = 0,56 m_0$.

Задача №5.

В кремний введены донорные и акцепторные примеси. Концентрации доноров и акцепторов соответственно равны $N_d = 5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, $N_a = 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Определить удельное сопротивление ρ .

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. –135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data\2932\Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. В чем отличие полупроводниковых материалов от проводниковых?
2. В чем отличие полупроводниковых материалов от диэлектрических?
3. Как возникают в полупроводнике свободные носители зарядов?

4. Почему подвижность дырок меньше, чем подвижность электронов?
5. Какой тип электропроводности (дырочный или электронный) имеет собственный полупроводник? Почему?
6. Как влияет температура на подвижность электронов и дырок в полупроводнике?

Практическое занятие №3 Электронно-дырочный (p-n) переход (2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Электронно-дырочный (p-n) переход».

Задание:

Задача №1.

Удельное сопротивление p-области германиевого p-n перехода $\rho_p = 2 \text{ Ом}\cdot\text{см}$, а удельное сопротивление n-области $\rho_n = 1 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Вычислить контактную разность потенциалов (высоту потенциального барьера) при $T = 300 \text{ К}$.

Задача №2.

Барьерная емкость сплавного диода равна 200 пФ при обратном напряжении 2 В. Какое требуется обратное напряжение, чтобы уменьшить емкость до 50 пФ, если контактная разность потенциалов $\phi_k = 0,82 \text{ В}$.

Задача №3.

Вычислить прямое напряжение на p-n переходе при токе диода 1 мА, если обратный ток насыщения S при $T = 300 \text{ К}$ равен: а) 1 мкА; б) 1 нА.

Задача №4.

Имеется сплавной p-n переход с $N_D = 10^3/N_A$, причем на каждые 10^8 атомов приходится один атом акцепторной примеси. Определить контактную разность потенциалов ($T=300 \text{ К}$). Плотность атомов N и ионизированных атомов n_i соответственно принять $4,4 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}$ и $2,5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ соответственно.

Задача №5.

Определить ширину p-n перехода в кремнии при температуре 350 К в отсутствие внешнего напряжения, если концентрация дырок и электронов соответственно $1,0 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$ и $2,0 \cdot 10^{27} \text{ м}^{-3}$.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Используемые в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем

состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валюхов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валюхов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data\2932\Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое электронно-дырочный переход?
2. Нарисуйте зонную энергетическую диаграмму p-n перехода.
3. Что такое инжекция и экстракция?
4. Какова природа токов в p-n переходе?

Практическое занятие №4

**Переход Шоттки. Некоторые эффекты полупроводника
(2 час)**

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Переход Шоттки. Тоннельный эффект. Эффект Ганна. Эффект Холла».

Задание:

Задача №1.

Определить высоту потенциального барьера ϕ_0^S на контакте Шоттки из кремния n-типа – платина, полагая $\phi_{Pt} = 5,3В$. $\phi_{Si} = 4В$. Удельное сопротивление кремния $\mu = 100\text{ Ом} \cdot \text{см}$. Температура $T = 300К$

Задача №2.

Нарисовать зонную энергетическую диаграмму контакта металла с полупроводником в состоянии термодинамического равновесия (при $U = 0$) и при приложении прямого ($U > 0$) и обратного ($U < 0$).

Задача №3.

Определить ширину области пространственного заряда на контакте металл-кремний n-типа проводимости с концентрацией легирующей примеси $N_D = 10^{15} \text{ см}^{-3}$ при напряжении $U = -50 В$.

Задача №4.

Полупроводник в виде тонкой пластины шириной $d = 1 \text{ см}$ и длиной $l = 10 \text{ см}$ помещен в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,2 Т$. Вектор индукции перпендикулярен плоскости пластины. К концам пластины (по направлению l) приложено постоянное напряжение $U = 300 В$. Определить холловскую разность потенциалов U_x на гранях пластины, если постоянная Холла $R_x = 0,1 \text{ м}^3/К$, удельное сопротивление $\rho = 0,5 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Задача №5.

Оценить ток в максимуме ВАХ туннельного диода по формуле $I_{\max} = eSnD\sqrt{2(E_m - E_c)_{\text{ме}}}$. Площадь перехода S принять равной для первого образца $S_1 = 0,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$, для второго образца $S_2 = 0,05 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$. Концентрацию по-прежнему считать равной $n \sim 3 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$.

Задача №6.

Коэффициент Холла и удельное сопротивление полупроводника равны $3,66 \cdot 10^{-4}$ мЗ/Кл и $8,93 \cdot 10^{-4}$ Ом м, соответственно. Магнитное поле, приложенное к полупроводнику, считается слабым и равно $0,5T$. Отношение холловской подвижности к дрейфовой равно $3p 8$. Найти угол Холла.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. –135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data\2932\Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Понятие эффекта Шоттки?
2. От чего зависит высота барьера Шоттки ?
3. Закон Богуславского-Лэнгмюра.
4. Особенности работы, вольт-амперная характеристика туннельного диода.
5. В чем состоит эффект Холла?
6. Почему с помощью эффекта Холла можно определить знак носителей тока?
7. Каковы практические применения эффекта Холла?

Практическое занятие №5

Устройство, классификация и основные параметры полупроводниковых диодов (2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Устройство, классификация и основные параметры полупроводниковых диодов».

Задание:

Задача №1.

Определить величину поверхностного потенциала ϕ_s^0 на контакте металла с полупроводником, если концентрация электронов на поверхности полупроводника равна $n_s = 10^{15} \text{ см}^{-3}$, а в объеме $n_0 = 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Температура $T = 300\text{К}$.

Задача №2.

Нарисовать зонную энергетическую диаграмму контакта металла с полупроводником в состоянии термодинамического равновесия (при $U = 0$) и при приложении прямого ($U > 0$) и обратного ($U < 0$). Показать потоки носителей зарядов через контакт.

Задача №3.

Определить удельную емкость обедненного слоя на контакте металл-полупроводник, если концентрация примеси $N_d = 10^{15} \text{ см}^{-3}$, а поверхностный потенциал $\phi_s^0 = 0,6\text{В}$. Значение удельной емкости вычислить, если база диода сделана из кремния, германия и арсенида галлия.

Задача №4.

Определить ширину области пространственного заряда на контакте металл-кремний n-типа проводимости с концентрацией легирующей примеси $N_d = 10^{15} \text{ см}^{-3}$ при напряжении $U = -50 \text{ В}$.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие / Д.П. Валухов, Р.В. Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь: СКФУ, 2014. – 135 с.: ил. – Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data/2932/Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – 4-е изд., доп.-М.: Высш.шк., 2006. – 799 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что называется полупроводниковым диодом?
2. Классификация полупроводниковых диодов.
3. Из каких материалов изготавливаются полупроводниковые диоды?
4. Вольт-амперная характеристика идеального полупроводникового диода.

Практическое занятие №6

Выпрямительные диоды

(2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Выпрямительные диоды».

Задание:

Задача №1.

Диод Шоттки изготовлен на основе контакта кремния n-типа проводимости с удельным сопротивлением $\rho_B = 3,5 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ и электронным сродством $\chi = 0,35 \text{ эВ}$ и металла, имеющего работу выхода $\phi_M = 4,5 \text{ эВ}$. В полупроводнике n-типа уровень Ферми лежит ниже уровня E_C на $0,2 \text{ эВ}$. Площадь контакта $S = 10^{-4} \text{ см}^2$. Подвижность электронов в кремнии принять равной $\mu_n = 1400 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. Определить емкость диода Шоттки.

Задача №2.

В транзисторе КТ315А, включенном по схеме с общим эмиттером, ток базы изменился на $0,1 \text{ мА}$. Определить изменение тока эмиттера, если коэффициент передачи тока базы $h_B = 0,975$. 55

Задача №3.

В однофазной мостовой схеме выпрямления (рис.1) все диоды имеют одинаковые вольтамперные характеристики.

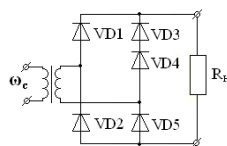


Рис. 1 – Схема однофазного двухтактного выпрямителя

Определите частоту первой гармоники пульсаций на нагрузке, если частота сети равна ω_c

Задача №4.

На рис.2 приведены схемы замещения неуправляемых выпрямителей, где VD – идеальный вентиль.

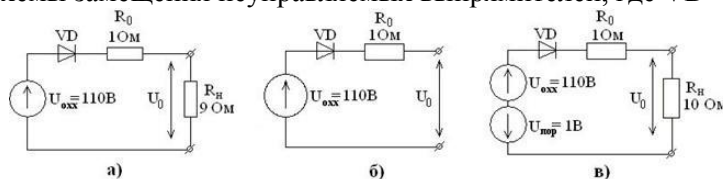


Рис. 2 – Схемы замещения выпрямителей

Расположите схемы в порядке возрастания выходного напряжения.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data\2932\Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каково основное назначение выпрямителя?
2. Что такое коэффициент выпрямления диода и как он определяется?
3. Какие виды диодных выпрямителей вы знаете?
4. Что такое статическое сопротивление выпрямительного диода?
5. Что такое дифференциальное сопротивление выпрямительного диода?

Практическое занятие №7

Стабилитроны, варикапы, светодиоды и фотодиоды

(2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Стабилитроны, варикапы, светодиоды и фотодиоды».

Задание:

Задача №1.

Полупроводниковый стабилитрон Д815Г ($U_{ст} = 6,8В$) включили последовательно с кремниевым диодом, смещенным в прямом направлении, чтобы получить схему с нулевым ТКН. Температурный коэффициент напряжения кремниевого диода равен $-3,4$ мВ/град. Выразить в процентах на градус необходимый ТКН стабилитрона.

Задача №2.

Определить предельную рабочую частоту и добротность, диапазон перекрытия по емкости варикапа, если максимальное напряжение варикапа $U=80$ В, номинальная емкость C_v при напряжении 4 В равна 28 пФ, коэффициент перекрытия $C_k = 4$, а индуктивность вводов и контактов L мкГн $S=1 \cdot 10$. Два туннельных диода соединены последовательно. П

Задача №3.

Определение положения уровня Ферми (E_F) в полупроводнике, содержащем концентрацию доноров $N_D = 10^{15} \text{ см}^{-3}$ при $T = 300\text{К}$ и значений $n_i = 10^{10} \text{ см}^{-3}$.

Задача №4.

Рекомбинационное время жизни неосновных носителей заряда фотодиода $\tau = 5$ нс. При протекании постоянного тока оптическая выходная мощность равна $P_{dc} = 300$ мВт. Определить выходную мощность P_f , когда сигнал через диод модулирован на частоте 20 МГц и 100 МГц.

Задача №5

Фотодиод на основе p-n перехода имеет квантовый выход 50 % на длине волны 0,9 мкм. Рассчитать чувствительность R , поглощенную оптическую мощность P ($I_p = 1$ мкА) и число фотонов, поглощенных в секунду на этой длине волны гр.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub/ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data/2932/Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что называется полупроводниковым стабилитроном и какие явления лежат в основе работы этого прибора?
2. Как выглядит ВАХ полупроводникового стабилитрона?
3. Каково основное назначение полупроводниковых стабилитронов?
4. Что такое добротность варикапа?
5. Почему варикап работает только при обратных смещениях?
6. Фотодиоды и светодиоды. Структуры и схемы подключений.

Практическое занятие №8

Импульсные, высокочастотные (ВЧ) и сверхчастотные (СВЧ) диоды (2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Импульсные, высокочастотные (ВЧ) и сверхчастотные (СВЧ) диоды».

Задание:

Задача №1.

Коэффициент усиления по мощности усилителя $K_p = 250$. Определить коэффициент усиления по напряжению K_U , если коэффициент усиления по току $K_I = 28$ дБ.

Задача №2.

Напряжение на входе усилителя $U_{вх} = 20$ мВ. Определить мощность на выходе усилителя, если его сопротивление нагрузки $R_n = 25$ Ом, а коэффициент усиления по напряжению $K_0 = 25$.

Задача №3.

Известно, что усиление по напряжению трехкаскадного усилителя равно 1000. Определить усиление второго каскада, если усиление первого каскада составляет 25 дБ, а третьего – 10 дБ.

Задача №4.

В трехкаскадном усилителе усиление каждого каскада составляет 30, 20 и 10 дБ. Определить общее усиление усилителя.

Задача №5.

Коэффициенты усиления отдельных каскадов усилителя составляют 20, 30 и 10. Определить общий коэффициент усиления усилителя. Перевести полученный результат в децибелы.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.

8. Используемые в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.

9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.

10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валюхов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валюхов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data/2932/Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите основной параметр импульсного диода.
2. Диоды СВЧ диапазона: особенности конструкции.
3. Импульсные диоды: определение, параметры, применение.
4. Универсальные диоды.

Практическое занятие №9

Устройство, классификация и принцип действия биполярных транзисторов. Схемы включения биполярных транзисторов.

(2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Устройство, классификация и принцип действия биполярных транзисторов. Схемы включения биполярных транзисторов».

Задание:

Задача №1.

На примере n - p - n - транзистора объясните принцип его действия. Что случится с транзистором, включенным в усилительный каскад, если его базу закоротить с эмиттером?

Задача №2.

Германиевый p-n-p транзистор имеет при $I_3 = 1\text{мА}$, $U_K = 5\text{В}$ следующие значения внутренних параметров: $R_3 = 18\text{Ом}$, $R_B = 220\text{Ом}$, $R_K = 0,8\text{МОм}$. Удельное сопротивление базы $r_B = 4\text{Ом}\times\text{см}$, коэффициент обратной связи по напряжению $\mu_{ЭК} = -2 \cdot 10^{-4}$. Время жизни дырок $t_p = 0,1\text{нс}$. Определить h - параметры транзистора в схеме с общим эмиттером и граничную частоту коэффициента передачи тока базы.

Задача №3.

Выводы электродов транзистора маркированы А, В, С. Токи, снимаемые с этих выводов в активном режиме транзистора равны $I_A = 1 \text{ мА}$, $I_B = 20 \text{ мкА}$, $I_C = +1,02 \text{ мА}$. Определить: а) с какими электродами транзистора соединены выводы; б) чему равен коэффициент передачи постоянного тока базы транзистора (обратный ток коллекторного перехода принять равным нулю).

Задача №4.

Биполярный транзистор с коэффициентом передачи тока эмиттера $\alpha = 0,95$ включен в схему со свободной базой. Определить I_K , если $I_{KB} = 10^{-6} \text{ А}$.

Задача №5.

Диффузионный кремниевый транзистор в схеме с общей базой имеет предельную частоту коэффициента передачи тока $f_{h_{21B}} = 25 \text{ МГц}$. Напряжение пробоя коллектора $U_{KBпроб} = 400 \text{ В}$. Обратный ток эмиттера $I_{Э0} = 12 \text{ мкА}$.

При токе эмиттера $I_{Э} = 50 \text{ мА}$ определить:

- ширину базы транзистора,
- статический коэффициент передачи тока эмиттера h_{21B} ,
- граничную частоту коэффициента передачи тока $f_{гр}$,
- максимальную частоту генерации, если активное сопротивление базы $R_B = 10 \text{ Ом}$, а барьерная емкость коллектора $C_K = 9 \text{ пФ}$

Задача №6.

Транзистор типа р - п - р включен по схеме с общим эмиттером. Пояснить, в каком режиме работает транзистор, если: а) напряжение база – эмиттер $U_{БЭ} = -0,4 \text{ В}$ и напряжение коллектор эмиттер $U_{КЭ} = -0,3 \text{ В}$; б) напряжение $U_{БЭ} = -0,4 \text{ В}$ и напряжение $U_{КЭ} = -10 \text{ В}$; в) напряжение $U_{БЭ} = 0,4 \text{ В}$ и напряжение $U_{КЭ} = -10 \text{ В}$.

Задача №7.

Изобразите схемы включения с общей базой для транзисторов типов р - п - р и п - р - п. Покажите полярности питающих напряжений для случаев работы транзистора: а) в активном режиме; б) в режиме отсечки; в) в режиме насыщения; г) в инверсном режиме. На обеих схемах показать направления токов эмиттера $I_{Э}$, коллектора I_K , базы I_B для всех режимов работы.

Порядок выполнения:

- Переписать условие задачи полностью без сокращений.
- Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
- Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
- Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
- С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
- Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
- Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
- Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
- После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валюхов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валюхов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data\2932\Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие полупроводниковые приборы называют биполярными транзисторами?
2. Перечислите режимы работы биполярного транзистора.
3. Как работает транзистор типа р-п-р?
4. Изобразите входную характеристику транзистора при включении с общим эмиттером.
5. Какова взаимосвязь между токами базы, эмиттера и коллектора биполярного транзистора?
6. Изобразить графики входных и выходных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.
7. Изобразите семейство выходных характеристик транзистора при включении с общим эмиттером.
8. Изобразите схемы включения биполярных транзисторов типов р-п-р и п-р-п в режимах отсечки, насыщения и активном.

Практическое занятие №10

Статические характеристики транзисторов. Динамический режим работы транзистора. (2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Статические характеристики транзисторов. Динамический режим работы транзистора».

Задание:

Задача №1.

В схеме на рис. $E_3 = 2$ В; $R_3 = 2$ кОм; $R_6 = 15$ кОм; $E_6 = 3$ В; $R_H = 4$ кОм; $E_K = 16$ В. Транзистор имеет $\alpha = 0,98$; $I_{к60} = 10$ мкА. Определить ток коллектора.

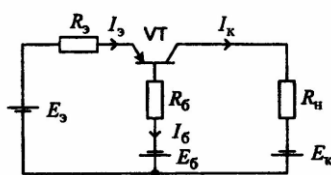


Рис. Работа биполярного транзистора в статическом режиме

Задача №2.

В каком режиме работает транзистор при $I_{К\text{нас.}} = 80$ мА, $I_B = 1$ мА, $\beta = 20$.

Задача №3.

Транзистор включен по схеме с общей базой $\rho = 80$, $R_{ст} = 2$ кОм, $W = d_k/2$, $\gamma = 1$.
Определить $R_{КБ}$.

Задача №4.

В германиевом р - п - р транзисторе толщиной базы $W = 2$ мкм, работающем при температуре $T = 300$ К, ток эмиттера $I_3 = 2$ мА. Определить сопротивление эмиттера, время пролета носителей через базу, предельную частоту $f_{h21\beta}$, диффузионную емкость эмиттерного перехода.

Задача №5.

Известно, что транзистор работает в активном режиме. Предполагая, что сопротивление резистора $R_э$ достаточно велико по сравнению с сопротивлением эмиттерного перехода и что сопротивление коллекторного перехода $r_k \gg R_n$, найти коэффициент усиления по напряжению k_U . Пренебречь обратным током коллектора $I_{к60}$.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data/2932/Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Собственные статические параметры транзистора: коэффициент инжекции, коэффициент переноса, эффективность коллектора, коэффициент передачи тока эмиттера, коэффициент передачи тока базы.
2. Статические параметры режима отсечки биполярного транзистора.
3. Распределение концентраций неосновных носителей заряда в базе, эмиттере и коллекторе в нормальном активном режиме, режимах насыщения и отсечки.
4. Входная динамическая характеристика.
5. Выходная динамическая характеристика.

Практическое занятие №11 Эквивалентная схема транзистора

(2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Эквивалентная схема транзистора».

Задание:

Задача №1.

В схеме на рис.1 используется транзистор с коэффициентом передачи тока эмиттера $\alpha = 0,99$ и обратным током коллектора $I_{кб0} = 10$ мкА. Данные схемы: $E_k = 20$ В; $R_{\text{с}} = 3$ кОм; $R_{\text{н}} = 2$ кОм. Определить, при каком минимальном значении входного напряжения транзистор будет работать в режиме насыщения.

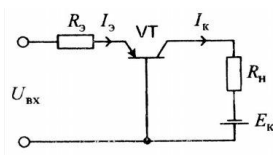


Рис.1. Биполярный транзистор в схеме с общей базой

Задача №2.

Транзистор используется в схеме показанной на рис.2. Данные схемы: $E_k = -28$ В; $R_{\text{б}} = 15$ кОм; $R_{\text{с}} = 1$ кОм; $R_{\text{н}} = 2$ кОм. Определить, при каком минимальном входном напряжении транзистор будет работать в режиме насыщения. Принять, что на границе режима насыщения $\beta = 9$.

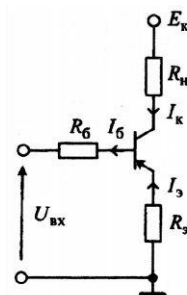


Рис.2. Биполярный транзистор в схеме с общим эмиттером

Задача №3.

У некоторого транзистора типа р - н - р $\alpha = 0,98$, $I_{кб0} = 5$ мкА, $I_{э0} = 3,57$ мкА. Определить токи транзистора I_k и $I_{\text{э}}$, если оба р - н - перехода смещены в обратном направлении. 63. У некоторого р - н - р транзистора $\alpha = 0,98$, $\alpha_1 =$

Задача №4

В усилительном каскаде на основе транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, ЭДС источника входного напряжения $E_1 = 100$ мВ, его внутреннее сопротивление $R_{\text{г}} = 500$ Ом, сопротивление нагрузочного резистора в коллекторной цепи $R_{\text{н}} = 8$ кОм. Кроме этого, известны дифференциальные h-параметры: $h_{11\text{э}} = 800$ Ом, $h_{21\text{э}} = 48$, $h_{12\text{э}} = 0,0005$, $h_{22\text{э}} = 80$ мкСм. Определить выходную мощность каскада $P_{\text{вых}}$ и коэффициент усиления по мощности $P_{\text{к}}$.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Используемые в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.

10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data\2932\Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Физические линейные эквивалентные схемы биполярных транзисторов.
2. Гибридная эквивалентная схема биполярного транзистора.
3. Тепловая эквивалентная схема БТ

Практическое занятие №12

**Система h-параметров транзистора. Y-параметры. Температурные и частотные свойства транзисторов. Фототранзисторы
(2 час)**

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Система h-параметров транзистора. Y-параметры. Температурные и частотные свойства транзисторов. Фототранзисторы ».

Задание:

Задача №1.

Выразить C и D через h – параметры, если $I_{Э} = C \times U_{КБ} + D \times I_{К}$.

Задача №2.

$\alpha = 0,98$, $R_{Э} = 12 \text{ Ом}$, $R_{Б} = 500 \text{ Ом}$. Определить $h_{11Э}$ и $h_{11Б}$.

Задача №3.

Для транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, определить коэффициент усиления $h_{21Э}$ по его входной и выходным характеристикам, если $U_{БЭ} = 0,4 \text{ В}$, $U_{КЭ} = 25 \text{ В}$. Подсчитать также коэффициент передачи по току $h_{21Б}$ и мощность P_k на коллекторе.

Задача №4.

У некоторого транзистора типа $p - n - p$ $\alpha = 0,98$, $I_{кБ0} = 5 \text{ мкА}$, $I_{ЭБ0} = 3,57 \text{ мкА}$. Определить токи транзистора I_K и $I_{Э}$, если оба $p - n$ -перехода смещены в обратном направлении.

Задача №5.

Покажите, что для идеального транзистора типа $p-n-p$ при обратном напряжении на коллекторном переходе ток эмиттера равен нулю, если напряжение эмиттерного перехода $U_{ЭБ} = U_{Тлн}$.

Задача №6.

Транзистор работает в схеме с общей базой с нагрузкой $R_H = 2$ кОм. Его параметры: $r_3 = 400\Omega$, $r_6 = 200\Omega$, $r_k = 200\text{кОм}$, $C_k = 20\text{пФ}$. На какой частоте за счет влияния емкости C_k модуль коэффициента усиления вдвое? Внутренним пренебречь.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь: СКФУ, 2014. – 135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data\2932\Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое h – параметр транзистора?
2. Как определяются h -параметры по статическим, гибридным характеристикам транзистора?
3. Опишите схемы включения биполярного транзистора: с общей базой, общим эмиттером и общим

коллектором.

4. Биполярный транзистор как линейный четырехполюсник. Системы z -, y - и h -параметров.
5. Определение низкочастотных h -параметров по статическим вольт-амперным характеристикам транзистора.
6. Сколько p - n -переходов имеет фототранзистор?
7. Изобразите возможные схемы включения фототранзисторов.

Практическое занятие №13 Вольтамперная характеристика полевого транзистора (4 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Вольтамперная характеристика полевого транзистора».

Задание:

Задача №1.

а) Удельная проводимость канала n -типа полевого транзистора $s = 20,9$ См/м и ширина канала $w = 6$ мкм при напряжении затвор - исток, равном нулю. Найти напряжение отсечки U_{omc} , считая, что подвижность электронов $m_{II} = 0,13$ м²/(В×с), а относительная диэлектрическая проницаемость кремния $\epsilon = 12$.

б) При напряжении затвора, равном нулю, сопротивление сток - исток равно 50 Ом. При каком напряжении затвора сопротивление сток - исток станет равным 200 Ом?

Задача №2.

Полевой транзистор с управляющим p - n -переходом, имеющий $I_{Cmax} = 2$ мА и $S_{max} = 2$ мА/В, включен в усилительный каскад по схеме с общим истоком. Сопротивление резистора нагрузки $R_H = 10$ кОм. Определить коэффициент усиления по напряжению, если: а) $U_{зи} = -1$ В; б) $U_{зи} = -0,5$ В; в) $U_{зи} = 0$.

Задача №3.

У некоторого полевого транзистора с управляющим p - n -переходом $I_{Cmax} = 1$ мА и $U_{omc} = 4$ В.

Определить:

- а) какой ток будет протекать при обратном напряжении смещения затвор - исток, равном 2 В;
- б) чему равна крутизна и максимальная крутизна в этом случае?

Задача №4.

В усилительном каскаде с общим истоком, показанным на рис.1, сопротивление нагрузки $R_H = 20$ кОм. Эффективное входное сопротивление полевого транзистора 20 кОм, рабочая крутизна $S = 2$ мА/В.

Определить коэффициент усиления каскада.

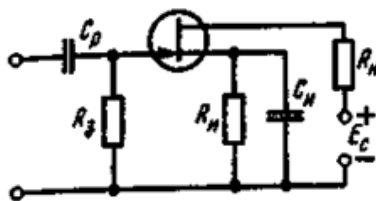


Рис.1.

Задача №5.

Крутизна полевого транзистора S с управляющим p - n -переходом и каналом n -типа в области насыщения при напряжении $U_{зи} = -0,7$ В и $U_{си} = 10$ В равна 1 мА/В. Чему равна крутизна транзистора при напряжениях $U_{зи} = -1$ В и $U_{си} = 10$ В, если напряжение отсечки транзистора $U_{отс} = 3$ В.

Задача №6.

Полевой транзистор с управляющим p - n -переходом имеет $S_{max} I = 2$ мА и $U_{отс} = 5$ В. Определить ток стока S и крутизну S транзистора при напряжениях затвора равных: а) -5 В; б) 0 ; в) $-2,5$ В.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.

2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).

3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.

5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.

6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.

7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.

8. Используемые в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.

9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.

10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валюхов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валюхов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data/2932/Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте определение полевого транзистора
2. Разновидности полевых транзисторов.
3. Расскажите о физических процессах в полевом транзисторе
4. Какие характеристики и параметры определяют основные свойства полевых транзисторов?

Практическое занятие №14

Вольтамперная характеристика электровакуумного диода (2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Вольтамперная характеристика электровакуумного диода».

Задание:

Задача №3.

Определить удельную емкость обедненного слоя на контакте металл-полупроводник, если концентрация

примеси $N_D = 10^{15} \text{ см}^{-3}$, а поверхностный потенциал $\phi_s^0 = 0,6 \text{ В}$. Значение удельной емкости вычислить, если база диода сделана из кремния, германия и арсенида галлия.

Задача №1.

Диод Шоттки изготовлен на основе контакта кремния n-типа проводимости с удельным сопротивлением $\rho_B = 3,5 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ и электронным сродством $\chi = 0,35 \text{ эВ}$ и металла, имеющего работу выхода $\phi_M = 4,5 \text{ эВ}$. В полупроводнике n-типа уровень Ферми лежит ниже уровня E_C на $0,2 \text{ эВ}$. Площадь контакта $S = 10^{-4} \text{ см}^2$. Подвижность электронов в кремнии принять равной $\mu_n = 1400 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. Определить емкость диода Шоттки.

Задача №3.

В однофазной мостовой схеме выпрямления (рис.1) все диоды имеют одинаковые вольтамперные характеристики.

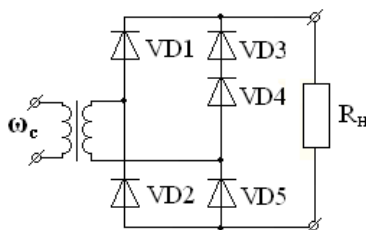


Рис. 1 – Схема однофазного двухтактного выпрямителя

Определите частоту первой гармоники пульсаций на нагрузке, если частота сети равна ω_c

Задача №4.

При прямом напряжении 1 В максимально допустимый ток диода равен 50 мА . Если этот диод соединить последовательно с резистором нагрузки $R_n = 100 \text{ Ом}$, то каково будет наибольшее значение напряжения источника, при котором диод будет работать в безопасном режиме?

Задача №5.

Определить прямой ток и сопротивление постоянному току R_0 кремниевого диода при напряжении $U_{пр} = 1 \text{ В}$, если коэффициент выпрямления кремниевого диода $= 2500 \text{ КВ}$, а обратный ток насыщения $I_s = 20 \text{ мкА}$ при $U_{пр} = -1 \text{ В}$.

Задача №6.

Вакуумный диод с вольфрамовым катодом заполнен насыщенными парами цезия. Температура стенок баллона диода $t_b = 127^\circ \text{C}$, а рабочая температура катода $T_k = 1140 \text{ К}$.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Используемые в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data\2932\Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое диод?
2. Для чего предназначены выпрямительные диоды?
3. Какие физические явления лежат в основе работы варикапа, стабилитрона, фотодиода?
4. Что такое выпрямительные столбы и блоки и для чего они предназначены?
5. Перечислите виды диодов, содержащих р-п переход.

Практическое занятие №15

**Триод
(2 час)**

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Триод».

Задание:

Задача №1.

Рассчитать и построить семейство анодных характеристик триода плоской конструкции, соответствующих напряжениям управляющей сетки U_c , равным 0;-2;-4;-6 В. Известно, что площадь действующей поверхности анода $S=4\text{см}^2$, расстояние между сеткой и катодом $r_{c-k}=0.2\text{см}$, расстояние катодом и анодом $r_{a-k}=0.5\text{см}$. Прямая проницаемость лампы $D=0.05$.

Задача №2.

В лампе, в которой для изменения анодного тока на 2 ма необходимо либо изменить анодное напряжение на 18 в, либо сеточное напряжение на 0,3 в. Определить коэффициент усиления.

Задача №3.

Усилитель напряжения на триоде имеет $K=30$ при $R_a=50\text{кОм}$ и $K_1=34$ при $R_{a1}=85\text{кОм}$. Определить параметры триода S , R_i , μ .

Задача №4.

Определить действующее напряжение в триоде при трех значениях отрицательного напряжения на сетке (-1;-2;-3 В), если анодное напряжение 100В, прямая проницаемость $D=0.03$. Пояснить от каких факторов зависит величина прямой проницаемости.

Задача №5.

Изменение напряжения на сетке триода на 2 в приводит к изменения анодного тока на 10 ма. Определить крутизну характеристики.

Задача №6.

Коэффициент усиления триода $m=50$, если изменить напряжение сетки U_c на 2 В, поддерживая анодное напряжение постоянным, то анодный ток изменится на 10 мА. На сколько вольт нужно изменить анодное напряжение, поддерживая сеточное напряжение постоянным, чтобы анодный ток изменился на 20 мА.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие / Д.П. Валухов, Р.В. Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь: СКФУ, 2014. – 135 с.: ил. – Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data/2932/Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Трёхэлектродные лампы.
2. Устройство и принцип работы триода.
3. Характеристики триода
4. Параметры триода

Практическое занятие №16

Триод (2 час)

Цель работы: Научиться решать задачи по теме «Триод».

Задание:

Задача №1.

Тетрод имеет прямую проницаемость первой сетки 0.05 и проницаемость второй 0.02. Пользуясь приближенной формулой найдите его напряжение запираения по первой сетке, если анодное напряжение $U_{a0}=250$ В и напряжение экранирующей сетки 100 В.

Задача №2.

Как изменится ход характеристик тетрода, если на поверхность экранирующей сетки будет оказано воздействие, увеличивающее вторичную эмиссию с поверхности экранирующей сетки? Проиллюстрируйте это графиками.

Задача №3.

Тетрод работает в усилительном каскаде. Постоянная составляющая анодного напряжения 200В, постоянная составляющая напряжения экранирующей сетки 100В. На сетку подается сигнал амплитудой 3В. Коэффициент усиления 40. Будет ли динаatronный эффект в этом каскаде. Поясните полученный результат.

Задача №4.

Как осуществляется двойное управление пентодом? В каком режиме при этом должен работать пентод? Каковы недостатки пентода с двойным управлением.

Задача №5.

Какие причины вызывают появление собственных шумов в в электронных лампах? Каков частотный спектр флуктуаций анодного тока, вызванный шумами.

Задача №6.

Даны две лампы (триод, пентод), имеющие одинаковые величины крутизны 4.5та/В и анодного тока 7та. Вычислить эквивалентное сопротивление внутриламповых шумов, если ток экранирующей сетки пентода 2 та. Объясните различие полученных результатов.

Порядок выполнения:

1. Переписать условие задачи полностью без сокращений.
2. Все значения величин, заданных в условиях и привлекаемых из справочных таблиц, записывают для наглядности сокращенно (столбиком) в тех единицах, которые заданы, и в единицах той системы, в которой выполняют решение (в единицах СИ).
3. Выполнить необходимые поясняющие чертежи с обозначением всех величин.
5. Необходимо указать физические законы, которые должны быть использованы, и аргументировать возможность их применения для решения данной задачи.
6. С помощью этих законов, учитывая условия задачи, получить необходимые расчетные формулы.
7. Вывод формул и решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
8. Использованные в формулах буквенные обозначения должны быть согласованы с обозначениями, приведенными в условии задач и на приведенном рисунке. Дополнительные буквенные обозначения следует сопровождать соответствующими объяснениями.
9. Получив расчетную формулу, необходимо проверить ее размерность.
10. После проверки размерности полученных расчетных формул приводится численное решение задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практической работе в виде решения задач в тетради.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию:

Внимательно ознакомиться с описанием соответствующей практической работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы. По лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной работе.

Рекомендуемые источники:

Не предусмотрены.

Основная литература

1. Валухов Д.П. Физические основы электроники: учебное пособие/ Д.П.Валухов, Р.В.Пигулев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». –Ставрополь: СКФУ, 2014. -135с.: ил.-Библиогр. В кн.; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457767>
2. Сошинов, А. Г. Сборник задач по электротехнике и электронике[Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Сошинов, О. И. Доронина. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 80 с. Режим доступа: <http://www.kti.ru/data\2932\Сборник%20задач%20электротехнике%20и%20электронике.pdf>

Дополнительная литература

1. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/В.Г.Гусев,Ю.М.Гусев. – 4-е изд., доп.-М. : Высш.шк., 2006. – 799с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Характеристики и параметры тетрода.
2. Динатронный эффект.
3. Лучевой тетрод.
4. Пятиэлектродная лампа.
5. Устройство пятиэлектродной лампы. Роль защитной сетки.
6. Характеристики пентода.
7. Параметры пентода.
8. Типы пентодов.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к занятиям,
- создания презентационного сопровождения лекций;
- интерактивного общения.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ, КП, КР, кр, СР...)	Наименование аудитории	Перечень основного оборудования	№ ЛР или ПЗ (согласно р. 4.3,4.4 РПД)
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория	Учебная доска	
ПЗ	Лекционная аудитория	Учебная доска	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17
СР	ЧЗЗ	-	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-17	Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	1. Электронно-дырочные и металло-полупроводниковые переходы	1.1. Движение электронов в электрических и магнитных полях	Вопросы к зачету №№ 1.1 – 1.2 (из табл.2 стр.38).
			1.2. Электропроводность полупроводников	Вопросы к зачету №№ 1.3 – 1.4 (из табл.2 стр.38).
			1.3. Электронно-дырочный (p-n) переход	Вопросы к зачету №№ 1.5 – 1.8 (из табл.2 стр.38).
			1.4. Переход Шоттки	Вопросы к зачету №№ 1.9 – 1.10 (из табл.2 стр.38).
			1.5. Некоторые эффекты полупроводника	Вопросы к зачету №№ 1.11 – 1.13 (из табл.2 стр.38).
		2. Полупроводниковые приборы	2.1. Устройство, классификация и основные параметры полупроводниковых диодов	Вопросы к зачету №№ 2.1 – 2.2 (из табл.2 стр.38).
			2.2. Выпрямительные диоды	Вопросы к зачету №№ 2.3 – 2.6 (из табл.2 стр.38).
			2.3. Стабилитроны, варикапы, светодиоды и фотодиоды	Вопросы к зачету №№ 2.7 – 2.10 (из табл.2 стр.38).
			2.4. Импульсные, высокочастотные (ВЧ) и сверхвысокочастотные (СВЧ) диоды	Вопросы к зачету №№ 2.11 – 2.13 (из табл.2 стр.38).
		3. Биполярные транзисторы	3.1. Устройство, классификация и принцип действия биполярных транзисторов	Вопросы к зачету № 3.1 (из табл.2 стр.38).
			3.2. Схемы включения биполярных транзисторов	Вопросы к зачету № 3.2 (из табл.2 стр.38).
			3.3. Статическая характеристика транзисторов	Вопросы к зачету № 3.3 (из табл.2 стр.38).
			3.4. Динамический режим работы транзистора	Вопросы к зачету № 3.4 (из табл.2 стр.38).
			3.5. Эквивалентная схема транзистора	Вопросы к зачету № 3.5 (из табл.2 стр.38).
			3.6. Система h-параметров транзистора Y-параметры	Вопросы к зачету № 3.6 (из табл.2 стр.38).
			3.7. Температурные и частотные свойства транзисторов. Фототранзисторы.	Вопросы к зачету № 3.7 (из табл.2 стр.38).
		4. Полевые транзисторы	4.1. Представление о полевых транзисторах	Вопросы к зачету № 4.1 (из табл.2 стр.38).
		5. Электровакуумные приборы	5.1. Электровакуумный диод	Вопросы к зачету №5.1 (из табл.2 стр.38).
			5.2. Триод	Вопросы к зачету № 5.2 (из табл.2 стр.38).
			5.3. Тетрод	Вопросы к зачету № 5.3 (из табл.2 стр.38).
5.4. Пентод	Вопросы к зачету № 5.4 (из табл.2 стр.38).			

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела (
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ПК-17	Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	1.1. Движение электронов в электрических полях. 1.2. Движение электронов в магнитных полях. 1.3. Физические явления и процессы в собственных полупроводниках. 1.4. Физические явления и процессы в примесных полупроводниках. 1.5. Полупроводники n- и p- типа. Структура p-n перехода. 1.6. Прямое и обратное смещение p-n-перехода. 1.7. Виды пробоя в электронно-дырочном переходе. 1.8. Вольт-амперная характеристика электронно-дырочных переходов. 1.9. Структура и свойства контактов металл-полупроводник. Диод Шоттки. 1.10. Переходы p-i, n-i типов. 1.11. Тоннельный эффект. 1.12. Эффект Гана. 1.13. Эффект Холла.	1. Электронно-дырочные и металло-полупроводниковые переходы
			2.1. Устройство и классификация полупроводниковых диодов. 2.2. Вольт-амперная характеристика и параметры полупроводниковых диодов. 2.3. Работа выпрямительного диода. Точечный и плоскостной диод. 2.4. Импульсные диоды. 2.5. Обращенные диоды. 2.6. Диоды Шоттке. 2.7. Параметры и вольт-амперная характеристика стабилитрона. 2.8. Параметры и вольт-амперная характеристика варикапа. 2.9. Параметры и вольт-амперная характеристика светодиода. 2.10. Параметры и вольт-амперная характеристика фотодиода. 2.11. Работа и применение импульсных диодов. 2.12. Работа и применение высокочастотных диодов. 2.13. Работа и применение сверхвысокочастотных диодов.	2. Полупроводниковые приборы
			3.1. Устройство, классификация и принцип действия биполярных транзисторов 3.2. Схемы включения биполярных транзисторов. 3.3. Статические характеристики транзисторов. 3.4. Динамический режим работы транзистора. 3.5. Эквивалентная схема транзистора. 3.6. Система h-параметров транзистора Y-параметры. 3.7. Температурные и частотные свойства транзисторов. Фототранзисторы.	3. Биполярные транзисторы
			4.1. Структура, принцип работы, схемы включения полевого транзистора.	4. Полевые транзисторы
			5.1. Устройство и принцип действия электровакуумного диода. 5.2. Устройство и принцип действия триода. 5.3. Устройство и принцип действия тетрода. 5.4. Устройство и принцип действия пентода.	5. Электровакуумные приборы

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

4.

Показатели	Оценка	Критерии
<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные физические явления; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – иметь опыт аналитического и численного решения вероятностных и статистических задач, навыками использования основных приемов обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения. 	<p>зачтено</p>	<p>Студент знает основные физические явления.</p> <p>Студент умеет выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности.</p> <p>Студент владеет опытом аналитического и численного решения вероятностных и статистических задач, навыками использования основных приемов обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения.</p>
	<p>незачтено</p>	<p>Студент не знает основные физические явления.</p> <p>Студент не умеет выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности.</p> <p>Студент не владеет опытом аналитического и численного решения вероятностных и статистических задач, навыками использования основных приемов обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения.</p>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Физические основы электроники направлена на ознакомление с современным уровнем развития физических основ полупроводниковой электроники с учетом использования перспективных полупроводниковых материалов.

Изучение дисциплины Физические основы электроники предусматривает:

- лекции,
- практические занятия,
- самостоятельную работу студента,
- зачет.

В ходе освоения раздела 1 «Электроннодырочные и металлополупроводниковые переходы» студенты должны изучить: движение электронов в электрических и магнитных полях, электропроводность полупроводников, электронно-дырочный (p-n) переход, переход Шоттки.

В ходе освоения раздела 2 «Полупроводниковые приборы» студенты должны изучить: устройство, классификацию и основные параметры полупроводниковых диодов, выпрямительных диодов, светодиодов и т.д.

В ходе освоения раздела 3 «Биполярные транзисторы» студенты должны изучить: устройство, классификацию и принцип действия биполярных транзисторов.

В ходе освоения раздела 4 «Полевые транзисторы» студенты должны изучить: устройство и принцип действия полевых транзисторов.

В ходе освоения раздела 5 «Электровакуумные приборы» студенты должны изучить: устройство и принцип действия электровакуумного диода, триода, тетрода, пентода.

В процессе проведения практических работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Физические основы электроники

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является изучение физических эффектов и процессов, лежащих в основе принципов действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов.

Задачей изучения дисциплины является формирование знаний, умений и навыков, позволяющих проводить самостоятельный анализ полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк – 17 часов, ПЗ – 34 часа, СРС – 57 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Электронно-дырочные и металлополупроводниковые переходы.
2. Полупроводниковые приборы.
3. Биполярные транзисторы.
4. Полевые транзисторы.
5. Электровакуумные приборы.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции:

ПК-17 - Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики

4. Вид промежуточной аттестации: зачет

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «__» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи от «6» марта 2015 г. №174 и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429.

Программу составил:

Морковцев Н.П.. к.т.н., доцент кафедры физики _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры УТС от «20» ноября 2017 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой УТС _____ Игнатъев И.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____ Игнатъев И.В.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета энергетики и автоматики от «29» ноября 2017 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета _____ Ульянов А.Д.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления _____ Нежевец Г.П.

Регистрационный № _____