

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Промышленная электроника»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
 И.В. Макурин
20 12 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Физические основы электроники»

основной профессиональной образовательной программы
подготовки бакалавров по направлению
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»,
профиль «Электроснабжение»

Форма обучения	<u>Заочная</u>
Технология обучения	<u>Традиционная</u>

Автор рабочей программы
Старший преподаватель
кафедры ПЭ

 С.Н. Гринфельд
« 10 » 04 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

 И.А. Романовская
« 10 » 04 2017 г.

Заведующий кафедрой ПЭ

 Д.А. Киба
« 10 » 04 2017 г.

Заведующий кафедрой ЭМ

 А.В. Сериков
« 12 » 04 2017 г.

Декан ФЗДО

 М.В. Семибратова
« 12 » 04 2017 г.

Начальник учебно-методического
управления

 Е.Е. Поздеева
« 14 » 04 2017 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Физические основы электроники» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 № 218, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Физические основы электроники							
Цель дисциплины	Изучение физических явлений и процессов, протекающих в различных электронных приборах и микросхемах, взаимосвязи между физическими закономерностями этих явлений и процессов в твердых телах с эксплуатационными характеристиками электронных приборов							
Задачи дисциплины	формирование у обучающихся теоретических знаний принципов работы современных полупроводниковых приборов, их основных свойств и характеристик; приобретение навыков их использования							
Основные разделы дисциплины	Физические основы работы полупроводниковых приборов Полупроводниковые диоды. Транзисторы. Тиристоры Оптоэлектронные приборы.							
Общая трудоемкость дисциплины	4 з.е. / 144 академических часов							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
		Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
	5 семестр	6	—	8	—	126	4	144
ИТОГО:		6	—	8	—	126	4	144

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Физические основы электроники» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)

ПК-5 Готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	З1(ПК-5-2) физические основы функционирования электронных приборов, их характеристики, параметры и эквивалентные схемы	У1(ПК-5-2) анализировать явления и процессы, протекающие в кристаллических структурах, используемых в составе электронных компонентов)	Н1(ПК-5-2) Навыками теоретических и экспериментальных методов исследования и применения полупроводниковых приборов.
	З2(ПК-5-2) тенденции развития электроники, классификацию и назначение основных типов полупроводниковых приборов	У2(ПК-5-2) выбирать типы электронных приборов в зависимости от особенностей их применения	Н2(ПК-5-2) квалифицированно эксплуатировать полупроводниковые приборы, контролировать их эффективность и обеспечивать безопасные режимы работы.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Физические основы электроники*» изучается в 5 семестре.

Дисциплина является обязательной дисциплиной входит, в состав блока **1** «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

Для успешного изучения дисциплины студенты должны иметь хорошие знания по дисциплинам «Физика», «Химия», «Теоретические основы электротехники», «Электротехническое материаловедение»

Знания, умения и навыки, сформированные дисциплиной «Физические основы электроники» будут использованы при изучении дисциплин «Электрические машины», «Измерение, испытание и монтаж электрооборудования / Электромонтажные работы», является основной для успешного выполнения выпускной квалификационной работы.

Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	14
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	6
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	8
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	126
Промежуточная аттестация обучающихся	Зачет с оценкой

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
Раздел 1 Физические основы работы полупроводниковых приборов					
Тема 1. Классификация твердых тел. Энергетическая диаграмма твердых тел. Основные параметры и свойства полупроводников. Электропроводность собственных полупроводников, генерация и рекомбинация носителей заряда	Лекция	0,5	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Влияние температуры	СРС	9	Изучение теоретиче-	ПК-5-2	У1(ПК-5-2)

1	2	4	3	5	6
и ширины запрещенной зоны. На процессы генерации.			ских разделов дисциплины		
Тема 1.2 Электропроводность примесных полупроводников, электронный и дырочный полупроводники. Закон действующих масс	Лекция	0,25	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Концентрация основных и неосновных носителей зарядов, их зависимость от температуры. зонная диаграмма примесного полупроводника.	СРС	8	Изучение теоретических разделов дисциплины –	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Тема 1.3 Диффузия и дрейф носителей заряда. Подвижность носителей и коэффициент диффузии. Полный ток в полупроводниках	Лекция	0,25	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Освоение универсального лабораторного стенда 87Л-01 «Луч» для исследования электронных приборов	Лабораторная работа	0,5	интерактивная	ПК-5-2	Н1(ПК-5-2)
Зависимость подвижности от типа носителей заряда, температуры и материала. Связь коэффициента диффузии и подвижности.	СРС	5	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Текущий контроль по разделу 1		тест			
ИТОГО по разделу 1	Лекции	1	–	–	–
	Лабораторные работы	0,5	–	–	–
	СРС	22	–	–	–
Раздел 2 Полупроводниковые диоды					
Тема 2.1 Физические основы образования электронно-дырочного перехода. Анализ р-п перехода в равновесном и неравновесном состоянии. Инжекция и экстракция носителей заряда в р-п-переходах.	лекция	0,5	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2)

1	2	4	3	5	6
Симметричный и несимметричный р-п переход. Влияние температуры и ширины запрещенной зоны на высоту барьера	СРС	9	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	У1(ПК-5-2)
Тема 2.2 Вольтамперная характеристика (ВАХ) идеализированного р-п-перехода. Температурная зависимость тока идеализированного р-п-перехода Выпрямительный диод	лекция	0,25	Традиционная	ПК-5-2	32(ПК-5-2)
Исследование выпрямительных диодов.	Лабораторная работа	0,5	интерактивная	ПК-5-2	Н1(ПК-5-2)
Влияние генерационно-рекомбинационных процессов в области объемного заряда на ВАХ р-п-перехода. Компоненты обратного и прямого тока реальных р-п-переходов.	СРС	8	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	У1(ПК-5-2)
Тема 2.3 Емкости р-п перехода. Виды пробоев р-п перехода и их отличительные признаки. Варикап, стабилитрон	Лекция	0,25	Традиционная	ПК-5-2	У2(ПК-5-2)
Исследование стабилитронов.	Лабораторная работа	1		ПК-5-2	Н1(ПК-5-2)
Последовательное и параллельное соединение диодов для силовых электрических схем	СРС	5	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	Н2(ПК-5-2)
Текущий контроль по разделу 2		тест			
ИТОГО по разделу 2	Лекции	1			
	Лабораторные работы	1,5			
	СРС	22			
Раздел 3 Транзисторы					
Тема 3.1 Назначение и классификация транзисторов. Биполярный транзистор: устройство	Лекция	0,25	Традиционная –	ПК-5-2	31(ПК-5-2))

1	2	4	3	5	6
и основные физические процессы.					
Режимы работы, зависимость коэффициента усиления по току от напряжения и тока.	СРС	7	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	Н2(ПК-5-2)
Тема 3.2 Схемы включения транзистора ОБ, ОЭ, ОК. Статические характеристики и параметры. Нагрузочная характеристика транзистора.	Лекция	0,25	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2))
Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного транзистора в схеме ОБ	Лабораторная работа	1	интерактивная	ПК-5-2	Н1(ПК-5-2)
Усилительные свойства биполярных транзисторов с ОБ, ОЭ и ОК. Транзистор как электронный ключ.	СРС	4	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Тема 3.3 Влияние температуры на ВАХ транзистора. БТ как четырехполюсник Эквивалентная схема. h-параметры транзистора.	Лекция	0,25	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного транзистора в схеме ОЭ	Лабораторная работа	1	интерактивная	ПК-5-2	Н1(ПК-5-2)
Составной транзистор и его свойства. Предельно-допустимые параметры.	СРС	2	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	Н2(ПК-5-2)
Тема 3.4 Униполярные (полевые) транзисторы, их классификация и условные обозначения. Принцип действия ПТ с управляющим р-п переходом	Лекция	0,25	Традиционная	ПК-5-2	32(ПК-5-2)
Исследование полевого	Лабораторная	1	интерак-	ПК-5-2	Н1(ПК-5-2)

1	2	4	3	5	6
транзистора с управляющим р-п переходом	работа		тивная		
Тема 3.5 Характеристики и параметры. Эквивалентная схема полевого транзистора.	Лекция	0,5	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Влияние внешних факторов на характеристики и параметры ПТ	СРС	8	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	У1(ПК-5-2))
Тема 3.6 Полевые транзисторы с изолированным затвором: структура, принцип действия, статические характеристики	Лекция	0,5	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Частотные свойства полевого транзистора	СРС		Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	У1(ПК-5-2)
Тема 2.7 Принцип работы IGBT – транзистора, структура планарного IGBT, эквивалентная схема IGBT. Параметры и характеристики IGBT..	Лекция	0,5	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Сравнение МДП- биполярного транзистора: физические свойства и особенности эксплуатации	СРС	2	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	У2(ПК-5-2) Н2(ПК-5-2)
Текущий контроль по разделу 3		тест	—	—	—
ИТОГО по разделу 3	Лекции	2,5	—	—	—
	Лабораторная работа	3	—	—	—
	СРС	27	—	—	—
Раздел 4 Тиристоры					
Тема 4.1 Полупроводниковые тиристоры. Классификация тиристоров. Устройство тиристора и область применения. Принцип действия динистора и триистора Динамические параметры тиристора	Лекция	0,5	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Исследование тринистора	Лабораторная работа	1	интерактивная	ПК-5-2	Н1(ПК-5-2)

1	2	4	3	5	6
Статические параметры тиристора. Способы переключения однооперационного тиристора	СРС	14	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	У1(ПК-5-2)
Тема 4.3 Симметричные тиристоры - тиристоры, проводящие в обратном направлении. Влияние температуры.	Лекция	0,25	Традиционная	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Динамические параметры тиристора	СРС	13	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	У1(ПК-5-2))
Текущий контроль по разделу 4		тест	–		
ИТОГО по разделу 4	Лекции	0,75	–	–	–
	Лабораторные работы	1	–	–	–
	СРС	27	–	–	–
Раздел 5 Оптоэлектронные приборы					
Тема 5.1 Приборы с внутренним фотоэффектом: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры.	Лекции	0,5	Традиционная	ПК-5-2	32(ПК-5-2)
Исследование полупроводниковых фотоприемников	Лабораторная работа	1	интерактивная	ПК-5-2	Н2(ПК-5-2)
основные параметры, характеристики и особенности применения фотоприборов	СРС	10	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	31(ПК-5-2)
Тема 5.2 Светоизлучающие приборы, оптические каналы, приемники света, оптроны – принцип действия, основные параметры.	Лекции	0,25	интерактивная лекция	ПК-5-2	32(ПК-5-2)
Исследование диодных и транзисторных оптронов	Лабораторная работа	1	интерактивная	ПК-5-2	Н1(ПК-5-2)
Преимущества и недостатки оптронов. Требования, предъявляемые к элементам оптрона	СРС	18	Изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-5-2	У2(ПК-5-2)
Текущий контроль по разделу 5		тест	–	–	–
ИТОГО по разделу 5	Лекции	0,75	–	–	–
	Лаборатор-	2	–	–	–

1	2	4	3	5	6
	ные работы				
	СРС	28	–	–	–
Промежуточная аттестация по дисциплине		Зачет с оценкой	–	–	–
ИТОГО по дисциплине	Лекции	6	–	–	–
	Лабораторные работы	8	–	–	–
	СРС	126	–	–	–
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 144 часа,					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Физические основы электроники», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к получению допуска к лабораторным работам; подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите; выполнение контрольной работы. Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

- 1) Копытов, С.М. Твердотельная электроника: Методическое пособие. / С.М. Копытов (автор-составитель) – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2003. – 179 с.
- 2) Копытов, С.М. Твердотельная электроника: Методические указания к лабораторным работам / Сост. С.М. Копытов – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2002. – 40 с.
- 3) Копытов, С.М. Квантовая и оптическая электроника: Методическое пособие. / С.М. Копытов (автор-составитель) – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2003. – 179 с.
- 4) Копытов, С.М. Квантовая и оптическая электроника: Методические указания к лабораторным работам. / С.М. Копытов – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2002.–31 с.
- 5) Гринфельд, С.Н. Физические основы электроники: Методическое пособие. / С.Н.Гринфельд (автор-составитель) – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2004. – 19 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Таблица 5 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 17-недельном семестре

Вид самостоя- тельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к получению до- пуска к лабора- торным работам		1		1		1		1		1		1		1		1		8
Подготовка от- четов по лабора- торным работам и их защите		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32
Изучение теоре- тических разде- лов дисциплины	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	58
Выполнение РГР				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	28
ИТОГО в 5 семестре	3	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	126

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1-5	31(ПК-5-2), У1(ПК-5-2), Н1(ПК-5-2)	Тест	Правильность выполнения задания
Разделы 1-5	31(ПК-5-2), У1(ПК-5-2), Н2(ПК-5-2)	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Разделы 1-2	31(ПК-5-2), У2(ПК-5-2), Н1(ПК-5-2)	РГР	Полнота и правильность выполнения задания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Тест 1	в течение сессии	5 баллов	5 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 4 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 3 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 2 баллов – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
2	Тест 2	в течение сессии	5 баллов	
3	Тест 3	в течение сессии	5 баллов	
4	Тест 4	в течение сессии	5 баллов	
5	Тест 5	в течение сессии	5 баллов	
6	Лабораторная работа	в течение сессии	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовле-
7	Лабораторная работа	в течение сессии	5 баллов	
8	Лабораторная работа	в течение сессии	5 баллов	
9	Лабораторная работа	в течение сессии	5 баллов	
10	Лабораторная работа	в течение сессии	5 баллов	

	Наименование оценочного средства	Сроки выпол- нения	Шкала оценива- ния	Критерии оценивания
11	Лабораторная работа	в течение сессии	5 баллов	творительное владение навыками приме- нения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рам- ках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал не- достаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональ- ных задач в рамках усвоенного учебного материала.
12	Лабораторная работа	в течение сессии	5 баллов	
13	Лабораторная работа	в течение сессии	5 баллов	
14	РГР	В тече- ние сес- сии	30 баллов	30 – студент владеет знаниями в полном объеме, достаточно глубоко осмысливает выполненную работу; самостоятельно, в логической последовательности и исчер- пывающе отвечает на вопросы, связанные с работой 24 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серь- езных ошибок 18 – студент способен решать лишь наибо- лее легкие задачи, владеет только обяза- тельным минимумом выполнения расчетов 12 – студент не освоил обязательного ми- нимума знаний, не способен решать задачи
ИТОГО:			95 баллов	
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); (0 – 61 баллов) 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень); (62 – 70 баллов) 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); (71 – 80 баллов) 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максималь- ный уровень) (81 – 95 баллов)				

Задания для текущего контроля

ТЕСТЫ

Тест 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

1. Какой полупроводник называется примесным?

1. Смесь нескольких различных полупроводников.
2. Сплав кремния и германия.
3. Полупроводник, содержащий в небольшой концентрации примесь с валентностью, отличной от валентности основного вещества.
4. Механическая смесь частиц металла и диэлектрика.

2. От чего зависит проводимость примесных полупроводников?

1. От концентрации примесей.
2. От полярности приложенного напряжения.
3. От направления протекающего тока.
4. Правильного ответа нет.

3. Какие носители являются основными в полупроводнике р-типа?

1. Электроны.
2. Положительные ионы.
3. Отрицательные ионы.
4. Дырки.

4. Какие носители являются основными в полупроводнике n-типа?

1. Положительные ионы.
2. Электроны.
3. Отрицательные ионы.
4. Дырки.

5. Какова примерно концентрация примесей в полупроводниках, используемых для изготовления большинства полупроводниковых приборов?

1. Один атом примеси на 100 атомов полупроводника.
2. Один атом примеси на 10 000 атомов полупроводника.
3. Один атом примеси на 1000 000 атомов полупроводника.

6. Сравните концентрацию основных носителей в примесных полупроводниках с концентрацией примесей?

1. Концентрация носителей значительно меньше концентрации примесей.
2. Концентрация носителей приблизительно равна концентрации примесей.
3. Концентрация носителей значительно больше концентрации примесей.

7. Что такое диффузия носителей в полупроводнике?

1. Движение носителей за счет электрического поля.
2. Хаотическое тепловое движение носителей.
3. Движение за счет разности концентраций.

8. Что такое дрейф носителей в полупроводнике?

1. Движение носителей за счет электрического поля.
2. Хаотическое тепловое движение.
3. Движение за счет разности концентраций.

9. Большей подвижностью в полупроводнике обладают носители заряда

1. дырки;
2. электроны проводимости.

10. Какие материалы относятся к полупроводникам с точки зрения ширины запрещенной зоны ΔW_z ?

- 1) $\Delta W_z = 0$ эВ. 2) $0 < \Delta W_z < 3$ эВ. 3) $\Delta W_z > 3$ эВ.

Тест 2. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ.

1. Основное достоинство точечного диода:

1. Малые размеры;
2. Простота конструкции;
3. Малая емкость PN-перехода;
4. Малая мощность.

2. Из какого материала может быть изготовлена таблетка примеси для получения PN-перехода методом сплавления в кристалле PN-типа?

1. из Индия;
2. из Бора;
3. из Галлия;
4. из мышьяка.

3. С какой целью мощные диоды изготавливают в массивных металлических корпусах?

1. Для повышения прочности;
2. Для лучшего отвода теплоты;
3. Для повышения пробивного напряжения;
4. Для увеличения емкости.

4. Какие диоды применяют в качестве электрически – управляемой емкости?

1. Варикапы;
2. Стабилитроны;
3. Стабисторы;
4. Туннельные диоды.

5. Какие диоды работают в режиме электрического пробоя?

1. Варикапы;
2. Стабилитроны;
3. Туннельные диоды;
4. Импульсные диоды.

6. Какие диоды используют для усиления и генерации электрических колебаний?

1. Варикапы;
2. Стабилитроны;
3. Туннельные диоды;
4. Импульсные диоды.

7. Какими буквами маркируют высокочастотные и туннельные диоды?

1. U и D;
2. B и C;
3. A и B;
4. A и И.

8. Почему на СВЧ хорошо работают диоды Шотки?

1. Отсутствует инжекция и накопление не основных носителей заряда, благодаря чему имеют малую инерционность;
2. т.к. электроны более подвижны, чем дырки;
3. т.к. имеют очень малую емкость;
4. т.к. это точечные диоды, имеющие малую площадь PN-перехода.

9. Почему изменение температуры влияет на ВАХ диода?

1. Увеличивается длина свободного пробега электронов;
2. Изменяется количество пар свободных носителей заряда “электрон- дырка”;
3. Изменяется толщина PN-перехода;
4. Изменяется напряжение.

10. Какой пробой опасен для диодов?

1. Лавинный;
2. Электронный;
3. Тепловой;
4. Электрический.

Тест 3. ТРАНЗИСТОРЫ.

1. В каком направлении включаются эмиттерный и коллекторный переходы в активном режиме?

1. Эмиттерный – в обратном, коллекторный – в прямом;
2. Оба – в прямом направлении;
3. Оба – в обратном направлении;
4. Эмиттерный – в прямом, коллекторный – в обратном.

2. Какие особенности отличают базу от эмиттера и коллектора?

1. Толщина;
2. Тип примеси;
3. Концентрация примеси;
4. Все указанное выше.

3. Что произойдет, если эмиттерный переход включить в обратном направлении, а коллекторный – в прямом?

1. Прибор выйдет из строя;
2. Все токи в транзисторе резко возрастут;
3. Уменьшится коэффициент усиления, т.к. размеры эмиттера меньше размеров коллектора;
4. Транзистор работать не будет.

4. Сущность процесса инжекции в биполярном транзисторе?

1. Образование пары электрон-дырка;
2. Исчезновение пары электрон-дырка;
3. Переход основных носителей заряда через пониженный потенциальный барьер при прямом включении;
4. Переброс не основных носителей заряда повышенным электрическим полем при обратном включении.

5. При включении транзистора по схеме с общей базой коэффициент усиления по току равен 0,95. Чему равен коэффициент усиления по току этого транзистора, если его включить по схеме с общим эмиттером?

1. 0,95;
2. 0,05;
3. 19;
4. 20.

6. Транзистор, рассмотренный в предыдущем вопросе 5, включен по схеме с общим коллектором. Чему равен коэффициент усиления по току?

1. 0,95;
2. 1;

3. 19;
4. 20.

7. Какая схема включения имеет наибольший коэффициент усиления по мощности и фазовый сдвиг 180° ?

1. Общая база;
2. Общий эмиттер;
3. Общий коллектор;
4. Все три.

8. Какая схема включения имеет большое входное сопротивление, малое выходное и не дает усиление по напряжению?

1. Общая база;
2. Общий эмиттер;
3. Общий коллектор;
4. Все три.

9. Какая схема включения имеет наименьшее входное сопротивление, наибольшее выходное и не дает усиление по току?

1. Общая база;
2. Общий эмиттер;
3. Общий коллектор;
4. Все три.

10. Что такое граничная частота?

1. Частота, при которой β становится равным единице;
2. Частота, при которой коэффициент передачи тока падает на 3 дБ по сравнению с его низкочастотным значением;
3. Частота, на которой коэффициент усиления по мощности становится равным единице;
4. Частота, на которой коэффициент усиления уменьшается в $\sqrt{2}$ раз.

11. У какого транзистора входное сопротивление максимально?

1. У полевого транзистора с управляющим PN-переходом;
2. У биполярного транзистора структуры NPN;
3. У биполярного транзистора структуры PNP;
4. У МДП-транзистора.

12. Изоляцией между каналом и управляющим электродом у ПТ с управляющим PN-переходом является:

1. Диэлектрик;
2. Воздушная среда;
3. Оксид кремния SiO_2 ;
4. Обратно – включенный PN-переход.

13. Затвор – это электрод,...

1. от которого перемещаются носители заряда в канале;
2. к которому стекаются носители заряда в канале;
3. на котором выполняют PN-переходы;
4. который управляет электрическим полем.

14. Усилительные свойства полевых транзисторов обусловлены:

1. Не основными носителями заряда;
2. Тепловыми носителями заряда;
3. Основными носителями, протекающими через канал, управляемый электрическим полем;
4. Электронами и дырками, образованными в процессе генерации.

15. Полевые транзисторы управляются:

1. Входным напряжением;
2. Входным током;
3. Выходным током;
4. Выходным напряжением.

16. Наибольшее применение нашла схема включения с общим истоком (ОИ), т.к. имеет:

1. Большое входное сопротивление и наибольший коэффициент усиления по мощности;
2. Наибольшее входное сопротивление и наибольший коэффициент усиления по напряжению;
3. Наименьшее входное сопротивление и наибольший коэффициент усиления по току;
4. Большое входное сопротивление и малое выходное.

17. Почему электронно-дырочный переход (затвор) у транзисторов с управляющим PN-переходом включают в обратном направлении?

1. Чтобы увеличить толщину PN-перехода;
2. Чтобы уменьшить толщину PN-перехода;
3. Чтобы увеличить входное сопротивление и уменьшить потери мощности на выходе;
4. Чтобы уменьшить входное сопротивление и увеличить выходное.

18. Почему большое входное сопротивление является достоинством электронного прибора?

1. Позволяет обеспечить согласованный режим на выходе;
2. С увеличением входного сопротивления увеличивается входной ток и напряжение;
3. Уменьшается входной ток и потери мощности на управление

- потоком носителей заряда;
4. При большом входном сопротивлении получаем большое напряжение на выходе.

19. Режим, при котором число носителей заряда в канале увеличивается, называется:

1. Насыщения;
2. Отсечки;
3. Обогащения;
4. Обеднения.

20. МДП-транзисторы с индуцированным каналом могут работать только в режиме:

1. Насыщения;
2. Обогащения;
3. Отсечки;
4. Обеднения.

Тест 4. ТИРИСТОРЫ

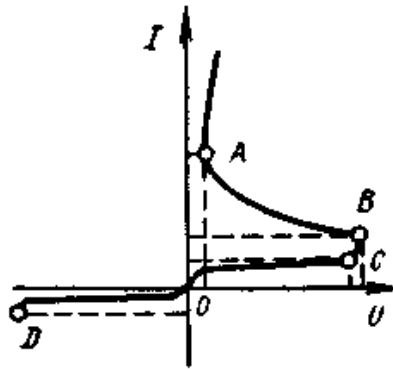
1. Охарактеризуйте тиристор.

1. Это полупроводниковый прибор с тремя или более р-п-переходами, на вольтамперной характеристике которого есть участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением.
2. Это полупроводниковый прибор с двумя переходами, работающий в импульсном режиме.
3. Это полупроводниковый прибор, работающий в режиме лавинного умножения.

2. Как смещены переходы динистора в проводящем состоянии?

1. Крайние переходы P_1 и P_3 (эмиттеры) отперты, а средний переход P_2 (коллекторный) заперт.
2. Все переходы открыты.
3. Все переходы закрыты.
4. Средний переход (коллектор) открыт, а напряжение на эмиттерах равно нулю.

3. Напряжение и ток какой точки на характеристике динистора носят название соответственно напряжения включения и тока включения?



1. A. 2. B. 3. C. 4. D.

4. Как включить динистор?

1. Повышением напряжения до значения напряжения включения.
2. Повышением напряжения на нагрузке до значения напряжения включения.
3. Повышением напряжения до значения остаточного, напряжения.
4. Уменьшением напряжения до значений, соответствующих режиму высокой проводимости.

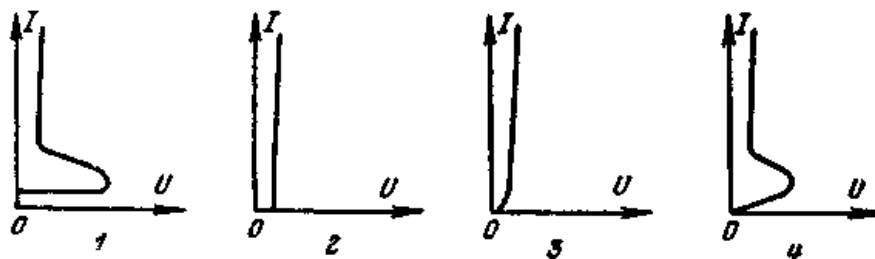
5. Как выключить динистор?

1. Повышением напряжения до значения напряжения включения.
2. Уменьшением тока до значения, не превышающего ток выключения.
3. Уменьшением нагрузочного сопротивления.
4. Резким уменьшением тока в пределах значений, превышающих ток выключения.

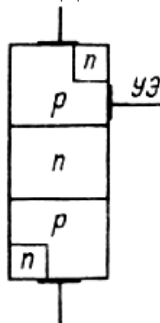
6. Как происходит управление моментом включения тринистора?

1. Введением носителей в базовые области.
2. Изменением напряжения на коллекторе при сохранении напряжения на эмиттерах.
3. Введением тока в крайние области четырехслойной структуры.
4. Выведением носителей из крайних областей четырехслойной структуры.

7. Укажите вольтамперную характеристику тринистора при максимальном управляющем токе.



8. Структура какого прибора приведена на рисунке?



1. Тринистора с управлением по катоду.
2. Тринистора с управлением по аноду.
3. Триодного симистора.

9. Охарактеризуйте симистор.

1. Это тиристор, который может проводить ток в двух направлениях.
2. Это тиристор, работающий в импульсном режиме.
3. Это тиристор, имеющий два управляющих электрода.

10. Что такое двухоперационный тринистор?

1. Тринистор, который может проводить ток в двух направлениях.
2. Тринистор, который можно как открыть, так и закрыть с помощью управляющего электрода.
3. Тринистор, который можно использовать как электронный ключ и как выпрямительный диод.

Тест 5. ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

1. Оптроны – это...

1. Фотоэлектрические приборы, преобразующие световую энергию в электрическую;
2. Фотоэлектрические приборы, обеспечивающие электрическую изоляцию входных и выходных цепей;
3. Фотоэлектрические приборы, преобразующие электрическую энергию в световую;
4. Фотоэлектрические приборы, обеспечивающие преобразование сигналов.

2. Достоинство оптронов:

1. Электрическая изоляция входных и выходных цепей;
2. Отсутствие паразитных обратных связей между входом и выходом;
3. Возможность передачи большого объема информации;
4. Все выше перечисленное.

3. Для создания фотоприборов используют:

1. Сернистый свинец;
2. Сернистый кадмий;
3. Селенид свинца и селенид кадмия;
4. Все выше перечисленное.

4. К фотоэлектронным приборам с внутренним фотоэффектом относятся:

1. Фоторезисторы, фотодиоды;
2. фототранзисторы, фототиристоры;
3. Оптроны;
4. Все выше перечисленное.

5. Внутренний фотоэффект – это...

1. Генерация пар носителей заряда “электронов-дырок” под воздействием светового потока;
2. Рекомбинация пар носителей заряда “электронов-дырок” под воздействием светового потока;
3. Уменьшение электропроводности под воздействием светового потока;
4. Увеличение сопротивления под воздействием светового потока.

6. Оптрон состоит из:

1. Источника света;
2. Фотоприбора
3. Оптической среды;
4. Всего выше перечисленного.

7. Светодиоды – это...

1. п/п приборы на основе PN-перехода, преобразующие электрическую энергию в световую;
2. приборы, преобразующие световую энергию в электрическую;
3. приборы, которые используют в качестве солнечных батарей;
4. приборы, которые излучают световой поток.

8. Какими свободными носителями зарядов обусловлен ток в фоторезисторе?

1. Дырками;
2. Электронами;
3. Электронами и дырками;
4. Ионами.

9. Какие фотоприборы обладают наибольшей чувствительностью?

1. Фотоэлементы;

2. Фоторезисторы;
3. Фотодиоды;
4. Фототранзисторы.

ЗАЩИТА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа. Исследование выпрямительных полупроводниковых диодов

- 1) Объясните выпрямляющее действие p - n -перехода.
- 2) Сравните ВАХ p - n -перехода и реального выпрямительного диода.
- 3) Чем различаются ВАХ германиевых и кремниевых диодов?
- 4) Влияние температуры и концентрации примесей на ВАХ диода.
- 5) Каковы основные области применения диодов?
- 6) Назовите основные параметры полупроводниковых диодов.

Лабораторная работа. Исследование полупроводниковых стабилитронов

- 1) Назовите основные виды пробоев p - n -переходов.
- 2) Расскажите; какие физические процессы определяют форму характеристики стабилитрона на разных участках.
- 3) От чего зависит напряжение пробоя?
- 4) Как найти температурный коэффициент напряжения стабилизации? Какой знак он имеет для разных видов пробоя?
- 5) Привести схему включения стабилитрона.

Лабораторная работа. Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного биполярного транзистора с ОЭ

- 1) Объясните устройство и принцип действия транзистора.
- 2) Приведите картину распределения неосновных носителей в базе транзистора в зависимости от режима работы.
- 3) Назовите составляющие токов электродов транзистора.
- 4) Назовите статические параметры транзистора, объясните их физический смысл.
- 5) Начертить схему включения транзистора с ОЭ
- 6) Объяснить усилительные свойства транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.
- 7) Изобразите ВАХ транзистора для схемы с ОЭ, объясните их.

Лабораторная работа. Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного биполярного транзистора с ОБ

- 1) Начертить схему включения транзистора с ОБ
- 2) Изобразите ВАХ транзистора для схем с ОБ объясните их.
- 3) Объяснить усилительные свойства транзистора, включенного по схеме с общей базой.

4) Какие существуют системы малосигнальных параметров и в чем преимущества системы h - параметров?

5) Как выглядит эквивалентная схема транзистора в системе h - параметров?

6) Объясните влияние температуры на работу транзистора в схемах с ОБ и ОЭ.

Лабораторная работа. Исследование полевого транзистора

1) Определение полевых транзисторов, их отличие от биполярных

2) Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим $p - n$ - переходом.

3) Полевой транзистор с управляющим $p - n$ – переходом, его основные характеристики и параметры.

4) Устройство и принцип действия полевого транзистора с изолированным затвором и встроенным каналом, его характеристики

5) Устройство и принцип действия полевого транзистора с изолированным затвором и индуцированным каналом. его характеристики

6) Эквивалентная схема замещения полевого транзистора

Лабораторная работа. Исследование тиристора

1) Назовите основные типы тиристоров и объясните принцип их действия.

2) Каковы основные параметры тиристоров?

3) Перечислить и пояснить способы перевода тиристора из закрытого состояния в открытое

4) Перечислить и объяснить характеризующие и предельно-допустимые параметры тиристоров по цепи анода

5) Рассмотрите вольт-амперные характеристики тиристора с точки зрения физических процессов, протекающих в структуре типа $n-p-n-p$?

6) В чем состоят преимущества тиристора перед динистором

7) Каковы конструктивные особенности тиристоров?

Лабораторная работа 8. Исследование полупроводниковых фотоприемников

1) Объясните, что такое фотопроводимость

2) фотогальванический эффект.

3) Фотодиод: фотодиодный режим, характеристики, параметры.

4) Фотодиод: фотогальванический режим, характеристики, параметры

5) Фототранзистор принцип действия, характеристики, параметры

Лабораторная работа 9. Исследование диодных и транзисторных оптронов

1) Полупроводниковые излучатели: устройство, принцип действия, характеристики и параметры

- 2) Свойства и области применения диодных оптронов
- 3) Оптроны, их разновидности.
- 4) Принцип действия, входные и выходные параметры оптопар.
- 5) Требования, предъявляемые к элементам оптрона: излучателю, оптическому каналу, фотоприемнику.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Тема: «Расчет параметров р-п перехода и ВАХ полупроводникового диода, влияние температуры на ВАХ».

Необходимо изучить физические основы функционирования, принципы устройства и работы полупроводниковых диодов, ознакомиться с их характеристиками и параметрами.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1) Умрихин, В. В. Физические основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Умрихин; Уником Сервис. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 304 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2) Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы : учебник для вузов / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 9-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2009; 2006; 2003; 2002; 2001. – 480 с.

3) Давыдов В.Н. Физические основы оптоэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Давыдов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 139 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72209.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.

4) Булычев А.Л. Электронные приборы [Электронный ресурс]/ А.Л. Булычев, П.М. Лямин, Е.С. Тулинов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 399 с. — 978-5-4488-0130-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64054.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

1) Твердотельная электроника: Учебное пособие для вузов/ Э. Н. Воронков, А. М. Гуляев, И. Н. Мирошникова, Н. А. Чарыков. - М.: Академия, 2009. – 318 с.

2) Панюшкин, Н. Н. Физика полупроводников и полупроводниковые приборы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Панюшкин Н.Н. - Воронеж:ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, 2016. - 131 с. // ZNANIUM.COM : электрон-

но-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znaniyum.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3) Барыбин А. А. Электроника и микроэлектроника [Электронный учебник]: физико-технологические основы Учебное пособие / Барыбин А. А.. - Физматлит, 2008. - 424 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/12972>

4) Давыдов В. Н. Физические основы оптоэлектроники [Электронный учебник]: учебное пособие / Давыдов В. Н.. - Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - 139 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/13872>

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1) Егоров, Н. М. Электроника. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: конспект лекций / Н. М. Егоров. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 330 с. - Режим доступа: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/48/u_lectures.pdf

2) Полупроводники. Техническая информация, технологии и характеристики. - Режим доступа: <http://www.symmetron.ru/suppliers/infineon/>

3) Учебный лабораторный стенд по электронике для изучения полупроводниковых приборов LESO3. - Режим доступа: <http://www.labfor.ru/devices/leso3>

4) Тороид. Полезная информация. Полупроводниковые приборы и устройства на их основе. - Режим доступа: - www.toroid.ru/polprovod.html

5) Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

6) Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

7) «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

8) Веб-сайт: <http://www.laserfest.org/lasers/history/timeline.cfm>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины «Физические основы электроники» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и лабораторных занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение РГР;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля.

Студенту необходимо усвоить и запомнить основные термины, понятия и их определения, подходы, концепции и методики.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе лабораторных занятий. Для этого используются задания, подготовленные студентами во время семестра и предназначенные для текущего контроля (таблица 6).

1 «отлично» (высокий, максимальный уровень) - 81 – 95 баллов

«хорошо» (средний уровень) - 71 – 80 баллов

«удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень) - 62 – 70 баллов

«неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине - 0 – 61 баллов

Расчетно-графическая работа

Тема работы «Расчет параметров р-п перехода, ВАХ полупроводникового диода, влияние температуры на ВАХ ».

Цель работы: изучить физические основы функционирования р-п перехода и получить навыки расчета его основных параметров. Ознакомиться с характеристиками и параметрами полупроводникового диода, получить навыки работы со справочником.

Задание на расчетно-графическую работу представляет собой набор практических задач, результаты решения которых, должны быть изложены в виде расчетно-пояснительной записки. Студент выполняет задачи из разделов курса «Полупроводниковые диоды» в соответствии со своим вариантом.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать исходные задания, решения задач с необходимыми пояснениями. Выполненная РГР должна удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины «Физические основы электроники» основывается на активном использовании Microsoft Office в процессе подготовки РГР.

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «Физические основы электроники» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
304/3	Лаборатория электронной техники (медиа)	Универсальные лабораторные стенды 87-01 «Луч»	Проведение лабораторных работ по исследованию параметров и вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов.