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
«___» ____05____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «*Физические основы электроники*»

основной профессиональной образовательной программы
подготовки *бакалавров* по направлениям
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»,
профиль *«Промышленная электроника»,*
12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»,
профиль *«Инженерное дело в медико-биологической практике»,*
11.03.01 «Радиотехника»,
профиль *«Радиоэлектронные системы телекоммуникации и связи»*

Форма обучения *Очная*

Технология обучения *Традиционная*

Комсомольск-на-Амуре 20__16

Автор рабочей программы _____ С.М. Копытов
доцент, канд. техн. наук, доцент «18» 05 2016 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки _____ И.А. Романовская
«18» 05 2016г.

Заведующий кафедрой ПЭ _____ Д.А. Киба
«18» 05 2016г.

Декан электротехнического факультета _____ А.С. Гудим
«18» 05 2016г.

Начальник учебно-методического управления _____ Е.Е. Поздеева
«18» 05 2016г.

Введение

Рабочая программа дисциплины *«Физические основы электроники»* составлена в соответствии с требованиями

ФГОС, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 06.03.2015 № 179, и ОПОП подготовки *бакалавров* по направлению *11.03.01 «Радиотехника»*;

ФГОС, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 12.03.2015 № 216, и ОПОП подготовки *бакалавров* по направлению *12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»*;

ФГОС, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 12.03.2015 № 218, и ОПОП подготовки *бакалавров* по направлению *11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»*.

1 Аннотация дисциплины

<table>
<tr><td>Наименование дисциплины</td><td colspan="8">Физические основы электроники</td></tr>
<tr><td>Цель дисциплины</td><td colspan="8">Изучение физические процессов, лежащих в основе работы электронных приборов, основных параметров и характеристик электронных приборов.</td></tr>
<tr><td>Задачи дисциплины</td><td colspan="8">Формирование знаний, умений и навыков по анализу работы, применению и замене активных электронных приборов промышленных электронных устройств.</td></tr>
<tr><td>Основные разделы дисциплины</td><td colspan="8">Физические основы работы электровакуумных приборов.
Электровакуумные приборы и электронно-лучевые трубки.
Электрические свойства полупроводниковых материалов.
Электронно-дырочный переход и контактные явления.
Полупроводниковые диоды.
Биполярные транзисторы.
Униполярные (полевые) транзисторы.
Тиристоры.
Полупроводниковые термоэлектрические устройства.
Магнитоэлектрические полупроводниковые приборы.
Полупроводниковые источники некогерентного излучения.
Фотоприемные полупроводниковые приборы.
Физические основы квантовой электроники.
Оптические квантовые генераторы.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Общая трудоемкость дисциплины</td><td colspan="8">10 з.е. / 360 академических часов</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Семестр</td><td colspan="4">Аудиторная нагрузка, ч</td><td rowspan="2">СРС, ч</td><td rowspan="2">Промежуточная аттестация, ч</td><td rowspan="2">Всего за семестр, ч</td></tr>
<tr><td>Лекции</td><td>Пр. занятия</td><td>Лаб. работы</td><td>Курсовое проектирование</td></tr>
<tr><td>3 семестр</td><td>34</td><td>17</td><td>34</td><td>–</td><td>59</td><td>–</td><td>144</td></tr>
<tr><td></td><td>4 семестр</td><td>34</td><td>34</td><td>34</td><td>–</td><td>78</td><td>36</td><td>216</td></tr>
<tr><td colspan="2">ИТОГО:</td><td>68</td><td>51</td><td>68</td><td>–</td><td>137</td><td>36</td><td>360</td></tr>
</table>

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 участвует дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ОПК-2 Способностью выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико - математический аппарат	З1(ОПК-2-1) Физические процессы, лежащие в основе работы твердотельных электропреобразовательных электронных приборов	У1(ОПК-2-1) Практически определять параметры и характеристики твердотельных электро - преобразовательных электронных приборов, оценивать влияние на них окружающей среды	Н1(ОПК-2-1) Навыками проверки исправности и определения режима работы электропреобразовательного электронного прибора в схеме устройства
	З2(ОПК-2-1) Назначение, конструктивные особенности, основные параметры и характеристики полупроводниковых электронных приборов	У2(ОПК-2-1) Использовать соответствующий физико - математический аппарат для расчета параметров и характеристик твердотельных электропреобразовательных электронных приборов	Н2(ОПК-2-1) Навыками выбора электропреобразовательных электронных приборов исходя из требуемых параметров для использования в устройствах
	З1(ОПК-2-2) Физические процессы, лежащие в основе работы оптоэлектронных и квантовых приборов	У1(ОПК-2-2) Практически определять параметры и характеристики оптоэлектронных и квантовых приборов, оценивать влияние на них окружающей среды	Н1(ОПК-2-2) Навыками проверки исправности и определения режима работы оптоэлектронного и квантового прибора в схеме устройства
	З2(ОПК-2-2) Назначение, конструктивные особенности, основные параметры и характеристики оптоэлектронных и квантовых приборов	У2(ОПК-2-2) Использовать соответствующий физико - математический аппарат для расчета параметров и характеристик оптоэлектронных и квантовых приборов, применяемых в устройствах	Н2(ОПК-2-2) Навыками выбора оптоэлектронных и квантовых приборов исходя из требуемых параметров для использования в устройствах

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физические основы электроники» изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах. Дисциплина является *базовой дисциплиной*, входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к *базовой* части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные при освоении компетенции *ОПК-1* в процессе изучения дисциплин:

Этап 1 (семестр 1): «Математика», «Химия».

Этап 2 (семестр 2): «Математика», «Физика».

Знания, умения и навыки, сформированные дисциплиной «Физические основы электроники», будут использованы при изучении дисциплины «Схемотехника», являются основой 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 10 зачетных единиц, 360 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	360
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	187
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	68
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	119
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	137
Промежуточная аттестация обучающихся **3 семестр** **4 семестр**	 зачет с оценкой экзамен 36 ч.

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
Семестр 3					
Раздел 1. Физические основы работы электровакуумных приборов					
Тема 1.1 Электронная эмиссия. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Термоэлектрическая, вторичная, фотоэлектронная, полевая эмиссия электронов	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Моделирование движения заряженных частиц в электрических полях.	Практическое занятие	2	работа с симулятором	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)
Тема 1.2 Вакуумные диоды. Устройство, физические процессы, принцип работы. Режим объемного заряда и насыщения тока. ВАХ диода. Усилительные электронные лампы. Модуляция тока в электровакуумных приборах. Вакуумный триод, тетрод и пентод.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Электронно-лучевые трубки. Рентгеновская трубка.	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Текущий контроль по разделу 1			тест		
ИТОГО по разделу 1	Лекции	4	–	–	–
	Практические занятия	2	–	–	–
	СРС	6	–	–	–
Раздел 2. Электрические свойства полупроводниковых материалов					
Тема 2.1 Классификация электронных приборов. Классификация и энергетические диаграммы твердых тел. Валентная зона и	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)

1	2	4	3	5	6
зона проводимости. Зонная структура металла, диэлектрика и полупроводника. Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках. Собственные и примесные полупроводники.					
Изучение зонной теории твердого тела	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Тема 2.2 Уровень Ферми. Законы распределения носителей заряда в зонах полупроводника. Вырожденные и невырожденные полупроводники	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Освоение универсального лабораторного стенда 87Л-01 «Луч» для исследования электронных приборов	Лабораторная работа	4	интерактивная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1) Н1(ОПК-2-1)
Изучение законов распределения носителей заряда в зонах полупроводника	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Определение уровня Ферми через концентрации носителей	Практическое занятие	2	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)
Тема 2.3 Диффузия и дрейф носителей заряда. Подвижность носителей и коэффициент диффузии, их связь. Полный ток в полупроводнике	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Изучение законов движения носителей в твердых телах	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Тема 2.4 Полупроводники в сильных электрических полях (ударная ионизация, туннелирование электронов, рассеяние носителей заряда, междолинный переход электронов)	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Построение энергетических диаграмм при наличии электрического поля в полупроводнике	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)

1	2	4	3	5	6
Изучение эффектов сильного поля в полупроводнике	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Текущий контроль по разделу 2			тест		
ИТОГО по разделу 2	Лекции	8	–	–	–
	Лабораторные работы	4	–	–	–
	Практические занятия	4	–	–	–
	СРС	12	–	–	–
Раздел 3. Электронно-дырочный переход, контактные явления и полупроводниковые приборы					
Тема 3.1 Физические основы образования электронно-дырочного перехода. Анализ перехода в равновесном и в неравновесном состоянии. Токи через p-n – переход. Свойства симметричного и несимметричного p-n-перехода. ВАХ p-n – перехода	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Физика образования p-n – перехода	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Исследование выпрямительных диодов.	Лабораторная работа	6	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1) Н1(ОПК-2-1)
Тема 3.2 Диффузионная и барьерная емкость p-n-перехода.	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Емкостные свойства p-n-перехода и их проявлений при прохождении тока через переход.	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Вольтфарадная характеристика p-n – перехода и ее использование в варикапах.	Практическое занятие	2	традиционная	ОПК-2	Н2(ОПК-2-1)
Тема 3.3 Пробой p-n-перехода. Лавинный, туннельный и тепловой пробой.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Виды пробоя p-n - перехода.	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Использование лавинного и туннельного пробоя для стабилизации напряжения. Стабилитроны, стабисторы.	Практическое занятие	2	традиционная	ОПК-2	Н2(ОПК-2-1)

1	2	4	3	5	6
Исследование полупроводниковых стабилитронов	Лабораторная работа	6	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1) Н1(ОПК-2-1)
Решение задач РГР из раздела «Контактные явления»	СРС	3	выполнение РГР	ОПК-2	У2(ОПК-2-1)
Тема 3.4 Частотные и импульсные свойства p-n-перехода. Туннельные и обращенные диоды.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Импульсные, высокочастотные и сверхвысокочастотные диоды.	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З2(ОПК-2-1)
Исследование туннельных и обращенных диодов	Лабораторная работа	6	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1) Н1(ОПК-2-1)
Тема 3.4 Контакт полупроводников с одним типом проводимости, но с разной концентрацией носителей заряда (переходы типа p+-p, n+-n, p-i, n-i). Выпрямляющие и омические переходы на контакте металла с полупроводником	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Диоды Шоттки.	Практическое занятие	2	традиционная	ОПК-2	Н2(ОПК-2-1)
Гетеропереходы.	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Решение задач РГР из раздела «Полупроводниковые диоды»	СРС	3	выполнение РГР	ОПК-2	У2(ОПК-2-1)
Текущий контроль по разделу 3			тест		
ИТОГО по разделу 3	Лекции	10	–	–	–
	Лабораторные работы	18	–	–	–
	Практические занятия	6	–	–	–
	СРС	21	–	–	–
Раздел 4. Биполярные транзисторы					
Тема 4.1 Назначение и классификация транзисторов. Принцип работы транзистора и его основные параметры. Основные режимы работы и схемы включения транзистора.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Режимы работы и схемы включения транзистора.	СРС	3	изучение теоретиче-	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)

1	2	4	3	5	6
			ских разделов дисциплины		
Тема 4.2 Статические вольтамперные характеристики транзистора в схемах с ОБ и с ОЭ.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З2(ОПК-2-1)
ВАХ транзистора в схемах с ОБ и с ОЭ	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З2(ОПК-2-1)
Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного транзистора в схеме с ОБ	Лабораторная работа	6	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1) Н1(ОПК-2-1)
Решение задач РГР из раздела «Биполярные транзисторы»	СРС	3	выполнение РГР	ОПК-2	У2(ОПК-2-1)
Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного транзистора в схеме с ОЭ	Лабораторная работа	6	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1) Н1(ОПК-2-1)
Использование характериографа LESO-3 для автоматизированного получения ВАХ транзистора	Практическое занятие	2	работа с характериографом	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)
Тема 4.3 Пробой транзистора. Зависимость напряжения пробоя от схемы включения транзистора. Работа транзистора на малом переменном сигнале. Схемы замещения малого и большого сигнала. Малосигнальные параметры.	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Пробивные свойства транзистора	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Тема 4.4 Усилительные свойства транзистора в разных схемах включения.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З2(ОПК-2-1)
Усилительные свойства транзистора в разных схемах включения	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З2(ОПК-2-1)
Система обозначений и конструкции элементной базы электронных	Практическое занятие	3	интерактивная	ОПК-2	З2(ОПК-2-1)

1	2	4	3	5	6
устройств. Технологические процессы изготовления.					
Тема 4.5 Дрейфовый и бездрейфовый транзисторы. Частотные свойства транзисторов в разных схемах включения. Нагрузочная характеристика транзистора. Параметры предельного режима работы по температуре.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Частотные свойства транзистора в разных схемах включения	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З2(ОПК-2-1)
Выполнение расчетного задания РГР из раздела «Биполярные транзисторы»	СРС	3	выполнение РГР	ОПК-2	У2(ОПК-2-1)
Тема 4.6 Работа транзистора на импульсах.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Текущий контроль по разделу 4			тест		
ИТОГО по разделу 4	Лекции	12	–	–	–
	Лабораторные работы	12	–	–	–
	Практические занятия	5	–	–	–
	СРС	20	–	–	–
Промежуточная аттестация за 3 семестр			Зачет с оценкой		
ИТОГО за 3 семестр	Лекции	34	–	–	–
	Лабораторные работы	34	–	–	–
	Практические занятия	17	–	–	–
	СРС	59	–	–	–
Семестр 4					
Раздел 5. Униполярные (полевые) транзисторы					
Тема 5.1 Полевые транзисторы с управляющим p-n-переходом и с переходом Шотки. Статические характеристики, эквивалентные схемы.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Принцип работы и ВАХ полевого транзистора с управляющим p-n-переходом	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)

1	2	4	3	5	6
Использование характериографа LESO-3 для автоматизированного получения ВАХ полевого транзистора	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)
Исследование полевого транзистора с управляющим переходом	Лабораторная работа	6	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1) Н1(ОПК-2-1)
Тема 5.2 Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП - транзисторы), структура, принцип действия. МДП - транзисторы с индуцируемым каналом, статические характеристики, виды пробоя.	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Принцип работы и ВАХ полевых транзисторов с изолированным затвором и индуцируемым и встроенным каналом	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Расчет параметров полевого транзистора	СРС	3	выполнение курсовой работы	ОПК-2	У2(ОПК-2-1)
Тема 5.3 Полупроводниковые приборы с зарядовой связью, свойства и параметры.	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)
Аналоговые линии задержки на ПЗС и фото ПЗС	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Построение передаточных и выходных характеристик полевого МДП-транзистора	СРС	3	выполнение курсовой работы	ОПК-2	У2(ОПК-2-1)
ИТОГО по разделу 5	Лекции	4	–	–	–
	Лабораторные работы	6	–	–	–
	Практические занятия	4	–	–	–
	СРС	12	–	–	–
Раздел 6. Тиристоры					
Тема 6.1 Динисторы (диодные тиристоры). Структура и принцип действия, ВАХ. Динистор с зашунтированным эмиттерным переходом.	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Принцип действия и ВАХ динистора	СРС	2	изучение теоретических разделов дис-	ОПК-2	З2(ОПК-2-1)

1	2	4	3	5	6
			циплины		
Исследование тиристора	Лабораторная работа	6	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1) Н1(ОПК-2-1)
Тема 6.2 Триодные тиристоры (тринисторы), структура, принцип действия, ВАХ.	Практическое занятие	2	традиционная	ОПК-2	Н2(ОПК-2-1)
Принцип действия и ВАХ тринистора	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Тема 6.3 Тиристоры, проводящие в обратном направлении. Симметричные тиристоры (симисторы).	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Принцип действия и ВАХ симистора	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Тема 6.4 Способы переключения тиристоров. Динамические свойства. Основные параметры тиристоров.	Практическое занятие	2	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)
Расчет параметров тиристора	СРС	3	выполнение курсовой работы	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)
ИТОГО по разделу 6	Лекции	4	–	–	–
	Лабораторные работы	6	–	–	–
	Практические занятия	4	–	–	–
	СРС	9	–	–	–
Раздел 7. Полупроводниковые термоэлектрические устройства					
Тема 7.1 Конструкция и принцип действия термоэлектрических устройств. Возникновение термо-ЭДС (эффект Зеебека). Поглощение и выделение теплоты в спаях термоэлемента (эффект Пельтье).	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Принцип действия и параметры термоэлемента	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З2(ОПК-2-1)
Тема7.2 Термоэлектрические генераторы. Полупроводниковые холодильники и тепловые насосы	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)

1	2	4	3	5	6
ИТОГО по разделу 7	Лекции	2	–	–	–
	Практические занятия	2	–	–	–
	СРС	2	–	–	–
Раздел 8. Магнитоэлектрические полупроводниковые приборы					
Тема 8.1 Эффект Холла. Магниторезистивный эффект. Преобразователи Холла.	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Принцип действия и параметры преобразователя Холла	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-1)
Тема 8.2 Магниторезисторы. Магнитодиоды и магнитотранзисторы.	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Расчет полупроводниковых датчиков».	СРС	3	выполнение курсовой работы	ОПК-2	У1(ОПК-2-1)
ИТОГО по разделу 8	Лекции	2	–	–	–
	Практические занятия	2	–	–	–
	СРС	6	–	–	–
Раздел 9. Полупроводниковые источники некогерентного излучения и жидкокристаллические индикаторы					
Тема 9.1 Светодиоды и инфракрасные излучающие диоды. Принцип действия, параметры и характеристики, конструктивное исполнение.	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Принцип действия и параметры светодиодов и инфракрасных излучающих диодов	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Исследование светодиодов	Лабораторная работа.	6	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-2) Н1(ОПК-2-2)
Тема 9.2 Знаковые индикаторы, шкалы и экраны на основе светоизлучающих диодов.	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	Н2(ОПК-2-2)
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Светоизлучающие приборы»	СРС	3	выполнение курсовой работы	ОПК-2	У2(ОПК-2-2)
Тема 9.3 Порошковые и пленочные электролюминесцентные излучатели.	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Тема 9.4 Жидкокристал-	Практическое	2	интерак-	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)

1	2	4	3	5	6
лические элементы индикации	занятие		тивная		
Принцип действия и параметры ЖКИ	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
ИТОГО по разделу 9	Лекции	4	–	–	–
	Лабораторные работы	6	–	–	–
	Практические занятия	4	–	–	–
	СРС	9	–	–	–
Раздел 10. Фотоприемные приборы с внешним и внутренним фотоэффектом					
Тема 10.1 Внешний фотоэффект. Электронные и ионные фотоэлементы. Структура, вольтамперные характеристики, частотные свойства, применение.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Тема 10.2 Фотоэлектронные умножители, вторичные и каналовые электронные умножители.	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	Н2(ОПК-2-2)
Тема 10.3 Внутренний фотоэффект. Фоторезисторы. Структура, вольтамперные характеристики, частотные свойства, применение.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Принцип действия и параметры фотоприборов.	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З2(ОПК-2-2)
Исследование полупроводниковых фотоприемников	Лабораторная работа	6	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-2) Н1(ОПК-2-2)
Тема 10.4 Режимы работы освещаемого p-n-перехода (фотодиодный режим и режим генерации фото-ЭДС). Фотодиоды. Полупроводниковые фотоэлементы.	Практическое занятие	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Исследование оптронов	Лабораторная работа	4	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-2) Н1(ОПК-2-2)
Тема 10.5 Фототранзисторы и фототиристоры.	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Принцип действия и параметры фототранзисторов и фототиристоров	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З2(ОПК-2-2)

1	2	4	3	5	6
Применение кода RC-5 для дистанционного управления на ИК-лучах	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	Н2(ОПК-2-2)
ИТОГО по разделу 10	Лекции	6	–	–	–
	Лабораторные работы	10	–	–	–
	Практические занятия	6	–	–	–
	СРС	6	–	–	–
Раздел 11. Физические основы квантовой электроники					
Тема 11.1 Квантовые переходы в веществе и процессы испускания и поглощения света. Инвертированная активная среда. Усиление света, методы создания инверсии, принципиальные схемы уровней активных центров.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Использование инвертированной активной среды для усиления света	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Тема 11.2 Возникновение лазерной генерации. Оптический резонатор, моды оптического резонатора, виды потерь световой энергии.	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Оптические резонаторы	СРС	3	выполнение курсовой работы	ОПК-2	У2(ОПК-2-2)
Тема 11.3 Основные сведения о лазере. Коэффициент усиления, мощность генерации, условие возникновения генерации, оптимальное значение коэффициента излучательных потерь.	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Линия усиления активной среды, резонансные частоты.	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Использование инвертированной активной среды для генерации когерентного излучения	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Квантовые парамагнитные усилители	СРС	3	выполнение курсовой работы	ОПК-2	У2(ОПК-2-2)

1	2	4	3	5	6
ИТОГО по разделу 11	Лекции	4	–	–	–
	Практические занятия	4	–	–	–
	СРС	12	–	–	–
Раздел 12. Оптические квантовые генераторы					
Тема 12.1 Структурная схема лазера. Типы лазеров и способы накачки.	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Газовый и твердотельный лазер.	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З2(ОПК-2-2)
Структура, принципы работы и конструкции лазеров	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	У1(ОПК-2-2)
Тема 12.2 Полупроводниковые инжекционные лазеры на гомопереходах.	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Принцип действия и параметры полупроводниковых инжекционных лазеров	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З2(ОПК-2-2)
Полупроводниковые инжекционные лазеры на гетеропереходах, энергетические диаграммы, конструкция параметры и характеристики.	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	У1(ОПК-2-2)
Исследование лазеров	Лабораторная работа	6	традиционная	ОПК-2	У1(ОПК-2-2) Н1(ОПК-2-2)
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Оптические резонаторы»	СРС	3	выполнение курсовой работы	ОПК-2	У2(ОПК-2-2)
ИТОГО по разделу 12	Лекции	4	–	–	–
	Лабораторные работы	6	–	–	–
	Практические занятия	4	–	–	–
	СРС	9	–	–	–
Раздел 13. Управление лазерным излучением и его применение для передачи информации					
Тема 13.1 Внутрирезонансное управление спектральными характеристиками лазерного излучения	Лекция	2	интерактивная лекция	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Подавление нежелательных рабочих переходов. Плавная перестройка длины волны. Селекция центральной продольной моды	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)

1	2	4	3	5	6
за счет уменьшения длины резонатора и за счет использования резонаторас дополнительным зеркалом.					
Тема 13.2 Модуляция добротности резонатора	Практическое занятие	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Тема 13.3 Преобразование частоты излучения в нелинейной среде	СРС	3	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Тема 13.4 Отклонение и сканирование светового луча	Лекция	2	традиционная	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Управление лазерным излучением»	СРС	3	выполнение курсовой работы	ОПК-2	У2(ОПК-2-2)
Тема 13.5 Передаточные свойства световода. Волоконно-оптические линии связи.	Практическое занятие	2	интерактивная	ОПК-2	З1(ОПК-2-2)
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Оптические методы передачи информации»	СРС	4	выполнение курсовой работы	ОПК-2	У2(ОПК-2-2)
ИТОГО по разделу 13	Лекции	4	–	–	–
	Практические занятия	4	–	–	–
	СРС	13	–	–	–
ИТОГО за 4 семестр	Лекции	34	–	–	–
	Лабораторные работы	34	–	–	–
	Практические занятия	34	–	–	–
	СРС (всего)	78	–	–	–
	Курсовая работа (в составе СРС)	28	–	–	–
Промежуточная аттестация по дисциплине		36	Экзамен	–	–
ИТОГО по дисциплине	Лекции	68	–	–	–
	Лабораторные работы	68	–	–	–
	Практические занятия	51	–	–	–
	СРС	137	–	–	–
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 360 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 96 часов					

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 лабораторным и практическим занятиям; подготовка и оформление расчетно-графической работы; подготовка и оформление курсового проекта.* 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. http://www.initkms.ru/library/readbook/1101098/1

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.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 17-недельном семестре

Вид самостоятельной 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	
3 семестр																		
Подготовка к лабораторным занятиям	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**17**
Подготовка к практическим занятиям	**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**	**9**
Изучение теоретических разделов дисциплины	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**17**
Подготовка и оформление РГР		**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**16**
ИТОГО в 3 сем.	**3**	**3**	**4**	**3**	**4**	**3**	**4**	**3**	**4**	**3**	**4**	**3**	**4**	**3**	**4**	**3**	**4**	**59**
4 семестр																		
Подготовка к лабораторным занятиям	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**17**
Подготовка к практическим занятиям		**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**16**
Изучение теоретических разделов дисциплины	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**17**
Подготовка, оформление и защита КР		**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**1**		**28**
ИТОГО в 4 сем.	**2**	**4**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**4**	**3**	**78**

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
Семестр 3			
Разделы 1, 2, 3, 4	З1(ОПК-2-1) З2(ОПК-2-1)	Тест	Правильность ответов на вопросы
Разделы 2, 3, 4	У1(ОПК-2-1) Н1(ОПК-2-1)	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Разделы 1, 2, 3, 4	З2(ОПК-2-1) У1(ОПК-2-1) Н2(ОПК-2-1)	Практические задания	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 2, 3, 4	З1(ОПК-2-1) З2(ОПК-2-1) У2(ОПК-2-1)	Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения заданий
Семестр 4			
Разделы 5, 6, 9, 10, 12	У1(ОПК-2-1) Н1(ОПК-2-1) У1(ОПК-2-2) Н1(ОПК-2-2)	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Разделы 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13	З1(ОПК-2-2) У1(ОПК-2-1) У1(ОПК-2-2) Н2(ОПК-2-1) Н2(ОПК-2-2)	Практические задания	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13	З1(ОПК-2-1) З2(ОПК-2-1) З1(ОПК-2-2) З2(ОПК-2-2) У2(ОПК-2-1) У2(ОПК-2-2)	Курсовая работа	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 5 - 13	З1(ОПК-2-1) З2(ОПК-2-1) З1(ОПК-2-2) З2(ОПК-2-2)	Вопросы к экзамену	Полнота и аргументированность ответов

Промежуточная аттестация проводится в форме *зачета с оценкой* (3 семестр) и *экзамена* (4 семестр).

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
3 семестр ***Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой***				
1	Тест	в течение семестра	30 баллов	30 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 24 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 18 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 12 баллов – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
2	Лабораторная работа 1	в течение семестра	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 удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
3	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
4	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
5	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5 баллов	
6	Лабораторная работа 5	в течение семестра	5 баллов	
7	Лабораторная работа 6	в течение семестра	5 баллов	
8	Практическое задание 1	в течение семестра	5 баллов	
9	Практическое задание 2	в течение семестра	5 баллов	
10	Практическое задание 3	в течение семестра	5 баллов	
11	Практическое задание 4	в течение семестра	5 баллов	
12	Практическое задание 5	в течение семестра	5 баллов	
13	Практическое задание 6	в течение семестра	5 баллов	
14	Практическое задание 7	в течение семестра	5 баллов	
15	Практическое задание 8	в течение семестра	5 баллов	
16	РГР	в течение семестра	50 баллов	43-50 – студент владеет знаниями в полном объеме, достаточно глубоко осмысливает выполненную работу; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на вопросы, связанные с работой; 35-42 – студент владеет знаниями почти в

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок; 27-34 – студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом выполнения расчетов; меньше 27 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен решать задачи.
ИТОГО:			150 баллов	

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:
0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);
65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень);
75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);
85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)

4 семестр
Промежуточная аттестация в форме экзамена

1	Лабораторная работа 7	в течение семестра	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 удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 8	в течение семестра	5 баллов	
3	Лабораторная работа 9	в течение семестра	5 баллов	
4	Лабораторная работа 10	в течение семестра	5 баллов	
5	Лабораторная работа 11	в течение семестра	5 баллов	
6	Лабораторная работа 12	в течение семестра	5 баллов	
7	Практическое задание 9	в течение семестра	5 баллов	
8	Практическое задание 10	в течение семестра	5 баллов	
9	Практическое задание 11	в течение семестра	5 баллов	
10	Практическое задание 12	в течение семестра	5 баллов	
11	Практическое задание 13	в течение семестра	5 баллов	
12	Практическое задание 14	в течение семестра	5 баллов	
13	Практическое задание 15	в течение семестра	5 баллов	
14	Практическое	в течение	5 баллов	

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	занятие 16	семестра		
15	Практическое задание 17	в течение семестра	5 баллов	
16	Практическое задание 18	в течение семестра	5 баллов	
17	Практическое задание 19	в течение семестра	5 баллов	
18	Практическое задание 20	в течение семестра	5 баллов	
19	Практическое задание 21	в течение семестра	5 баллов	
20	Практическое задание 22	в течение семестра	5 баллов	
21	Практическое задание 23	в течение семестра	5 баллов	
22	Практическое задание 24	в течение семестра	5 баллов	
23	Практическое задание 25	в течение семестра	5 баллов	
Текущий контроль:			115 баллов	
24	Экзамен	на сессии	100 баллов	100 – студент владеет знаниями в полном объеме, самостоятельно, логически последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; 75 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; 50 – студент владеет только обязательным минимумом знаний по дисциплине; 0 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен ответить на поставленный вопрос
ИТОГО:			215 баллов	

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:
0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);
65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень);
75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);
85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)

1	Курсовая работа	в течение семестра	5 баллов	5 – студент владеет знаниями в полном объеме, достаточно глубоко осмысливает выполненную работу; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на вопросы, связанные с проектом

				4 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в проектировании 3 – студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов проектирования 2 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен проектировать
ИТОГО:			5 баллов	-

Задания для текущего контроля

ТЕСТ

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. Примеси какой валентности обеспечивают получение полупроводников p-типа?
1) Трехвалентные (B, Al, In, Ga).
2) Четырехвалентные (C, Sn).
3) Пятивалентные (P, As, Sb).

4. Примеси какой валентности обеспечивают получение полупроводников n-типа?
1) Трехвалентные (B, Al, In, Ga).
2) Четырехвалентные (C, Sn).
3) Пятивалентные (P, As, Sb).

5. Где располагается уровень Ферми у примесных полупроводников p-типа?
1) Посредине запрещенной зоны.
2) В валентной зоне.
3) В зоне проводимости.
4) В запрещенной зоне вблизи валентной зоны.
5) В запрещенной зоне вблизи зоны проводимости.

6. Где располагается уровень Ферми у примесных полупроводников n-типа?
1) Посредине запрещенной зоны.

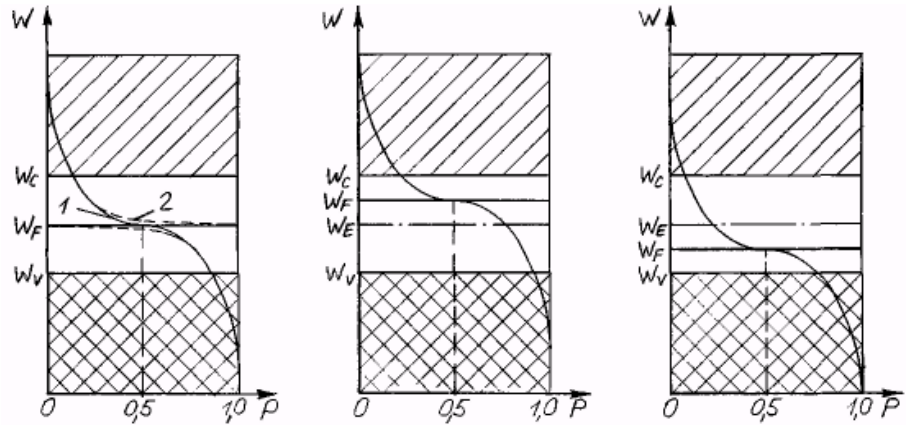
2) В валентной зоне.
3) В зоне проводимости.
4) В запрещенной зоне вблизи валентной зоны.
5) В запрещенной зоне вблизи зоны проводимости.

7. Как изменится положение уровня Ферми примесного полупроводника p-типа при повышении температуры?
1) Уровень Ферми сместится вниз к середине запрещенной зоны.
2) Уровень Ферми сместится вверх к середине запрещенной зоны.
3) Положение уровня Ферми не изменится.

8. Как влияет повышение температуры на положение уровня Ферми в полупроводнике n-типа?
1) Уровень Ферми стремится ко дну зоны проводимости.
2) Уровень Ферми стремится к середине запрещенной зоны.
3) Уровень Ферми остается на месте.

8. Какова валентность материалов ковалентных полупроводников?
1) Три. 2) Пять 3) Четыре. 4) Один-два. 5) Семь-восемь.

9. Укажите энергетическую диаграмму примесного полупроводника n-типа.



10. Какие носители являются основными в полупроводнике p-типа?
1) Электроны. 2) Положительные ионы. 3) Отрицательные ионы. 4) Дырки.

11. Какие носители являются основными в полупроводнике n-типа?
1) Положительные ионы. 2) Электроны. 3) Отрицательные ионы. 4) Дырки.

12. Какова примерно относительная концентрация легирующих 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.

13. Как меняется положение уровня Ферми полупроводника n-типа с увеличением концентрации примеси?
1) Смещается ко дну зоны проводимости.
2) Смещается к середине запрещенной зоны.
3) Остается на прежнем месте.

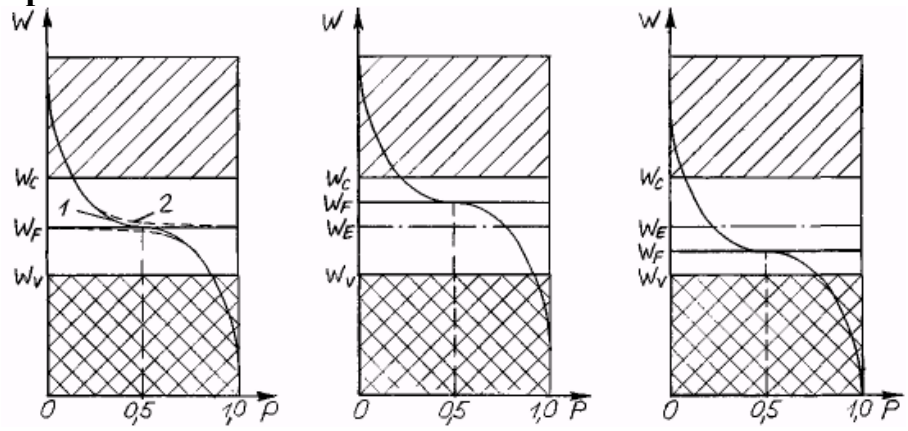
14. Как влияет увеличение концентрации легирующей примеси на положение уровня Ферми в полупроводнике p-типа?
1) Уровень Ферми остается на месте.
2) Уровень Ферми стремится к середине запрещенной зоны.
3) Уровень Ферми стремится к потолку валентной зоны.

15. Сравните концентрацию 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.

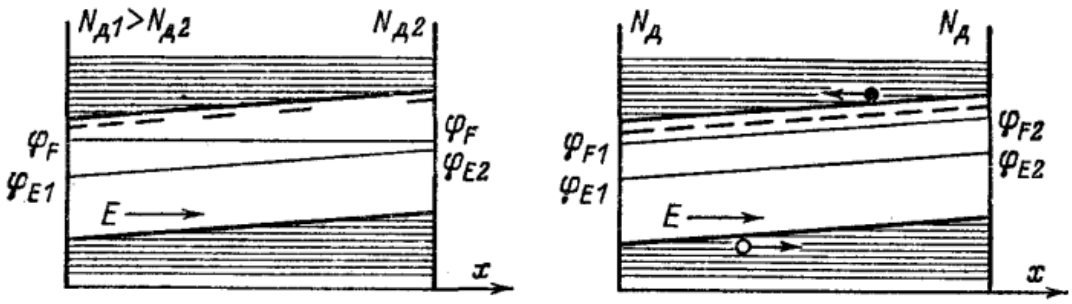
16. Что такое диффузия носителей в полупроводнике?
1) Движение носителей за счет электрического поля.
2) Хаотическое тепловое движение носителей.
3) Движение за счет разности концентраций.

17. Что такое дрейф носителей в полупроводнике?
1) Движение носителей за счет электрического поля.
2) Хаотическое тепловое движение.
3) Движение за счет разности концентраций.

18. На каком рисунке приведена энергетическая диаграмма примесного полупроводника p-типа?



19. Какой полупроводник легирован донорной примесью равномерно?



1) Первый. 2) Второй. 3) Оба неравномерно. 4) Оба равномерно.

20. Каково соотношение между направленными и тепловыми скоростями электронов в полупроводниках в слабых электрических полях?
1) Направленные скорости соизмеримы с тепловыми.
2) Направленные скорости меньше тепловых.
3) Направленные скорости больше тепловых.

21. Какие примеси существенно уменьшают время жизни неосновных носителей?
1) Легирующие примеси.
2) Примеси ловушек захвата.
3) Примеси рекомбинационных ловушек.

22. Объясните, какая из дырок обладает большей энергией: в центре валентной зоны или у ее потолка.
1) У потолка валентной зоны. 2) В центре валентной зоны.

23. При каких относительных концентрациях примесей энергетические уровни примесей можно считать дискретными?
1) Один атом примеси на миллион – сто миллионов атомов полупроводника.
2) Один атом примеси на одну – десять тысяч атомов полупроводника.
3) Один атом примеси на сто – тысячу атомов полупроводника.

24. Какими примесями являются атомы, энергетические уровни которых находятся вблизи середины запрещенной зоны?
1) Акцепторными или донорными примесями.
2) Примесями рекомбинационных ловушек.
3) Примесями ловушек захвата.

25. Для чего ковалентные полупроводники легируют атомами золота?
1) Для уменьшения удельного сопротивления.
2) Для увеличения времени жизни неосновных носителей.
3) Для уменьшения времени жизни неосновных носителей.

26. Какими примесями являются трехвалентные атомы для ковалентных полупроводников?
1) Донорными. 2) Акцепторными.

27. Что понимается под рассеянием носителей заряда в полупроводниках?
1. Растекание носителей в разных направлениях из области с повышенной концентрацией.
2. Уменьшение концентрации носителей в результате их рекомбинации с носителями противоположного знака.
3. Передача энергии носителей узлам решетки и ионам при их движении в результате столкновений и кулоновского взаимодействия.

28. При каких температурах рассеяние на ионизированных примесях сильно сказывается на подвижности носителей?
1) При низких температурах (порядка 0 – 200 К).
2) При комнатных температурах (порядка 300 К).
3) При повышенных температурах (порядка 400 – 500 К).

29. Какой механизм рассеяния преобладает при нормальных температурах?
1) Рассеяние на ионизированных примесях. 2) Рассеяние на фононах.

30. Может ли удельное сопротивление полупроводников возрастать при нагревании?
1) Может в узком температурном диапазоне. 2) Не может.

31. Как изменяется фотопроводимость полупроводников при увеличении числа рекомбинационных ловушек?
1) Увеличивается. 2) Уменьшается. 3) Не изменяется.

32. Для какого полупроводника термодинамическая работа выхода электронов меньше?
1) Для полупроводника n-типа.
2) Для полупроводника p-типа.
3) Термодинамическая работа выхода электронов не зависит от типа проводимости.

33. Почему разность потенциалов в полупроводнике с неравномерным распределением примесей нельзя измерить вольтметром?
1) Входное сопротивление вольтметра недостаточно велико.
2) Из-за малой концентрации легирующих примесей.
3) Дрейфовый ток, вызываемый этой разностью потенциалов, уравновешен диффузионным током.

34. Какой вид кристаллической решетки используется в ковалентных полупроводниках?
1) Октаэдр. 2) Тетраэдр. 3) Гексаэдр.

35. Какое влияние оказывают примеси рекомбинационных ловушек?
1) Увеличивают время жизни неосновных носителей.
2) Уменьшают концентрацию неосновных носителей.
3) Уменьшают время жизни неосновных носителей.

36. Какое влияние оказывают примеси ловушек захвата (сенсибилизирующих примесей)?
1) Уменьшают концентрацию неосновных носителей.
2) Увеличивают время жизни неосновных носителей.
3) Уменьшают концентрацию основных носителей.

37. Какое влияние оказывают дефекты кристаллического строения полупроводников?
1) Ухудшают частотные свойства приборов.
2) Увеличивают тепловые шумы.
3) Снижают концентрацию основных носителей.

38. Для какого полупроводника характерно горизонтальное расположение уровня Ферми?
1) В котором отсутствует электрическое поле.
2) В котором внутренние электрические поля скомпенсированы полями от внешних источников напряжений.
3) Который находится в состоянии термодинамического равновесия.

39. Как определить эффективную массу носителей заряда?
1) Она совпадает с массой покоя носителя.
2) Она находится из выражения для кинетической энергии носителя $W = mV^2/2$.
3) Она связывает силу, действующую на носитель, с его ускорением $F = ma$.

40. Какие материалы относятся к полупроводникам с точки зрения ширины запрещенной зоны $\Delta W_з$?
1) $\Delta W_з = 0$ эВ. 2) $0 < \Delta W_з < 3$ эВ. 3) $\Delta W_з > 3$ эВ.

41.Что показывает функция распределения Ферми-Дирака?
1) Показывает вероятность занятия электронами или дырками энергетических уровней.
2) Показывает распределение разрешенных уровней по оси энергий.
3) Показывает распределение электронов или дырок по энергетическим уровням.

42. Чем главным образом определяется концентрация свободных электронов в полупроводнике n-типа?
1) Температурой кристалла.
2) Химическим составом.
3) Концентрацией донорной примеси.

43. Сформулировать закон действующих масс.
1) Масса электрона примерно в два раза больше массы дырки.
2) Скорость «тяжелых» электронов при той же напряженности электрического поля меньше скорости «легких» электронов.
3) Произведение концентраций основных и неосновных носителей при одинаковой температуре равно постоянной величине.

44. Теплопроводность первого материала больше чем второго. Что можно сказать об их электропроводности?
1) Электропроводность первого материала больше.
2) Электропроводность первого материала меньше.
3) По данному свойству невозможно судить об электропроводности.

45. Через два образца одинаковой формы из полупроводника и металла проходит одинаковый ток. В каком материале скорость носителей больше?
1) Скорость носителей больше в металле.
2) Скорость носителей больше в полупроводнике.
3) Точно сказать нельзя.

ЗАЩИТА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Освоение универсального лабораторного стенда 87Л-01 «Луч» для исследования электронных приборов

1) Какие составляющие входят в комплект оборудования стенда 87Л-01 «Луч»?
2) Из каких основных функциональных узлов состоит стенд?
3) Охарактеризуйте генераторную часть стенда.
4) Охарактеризуйте измерительную часть стенда.
5) Охарактеризуйте блок питания и коммутации.
6) Как снять статические ВАХ электронных приборов с помощью стенда?

2. Исследование выпрямительных 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.

3. 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.

4. Исследование туннельных и обращенных диодов

1) Сравните принципы действия туннельного и обращенного диодов.
2) Что такое туннельный эффект?
3) Сравните ВАХ туннельного и обращенного диодов.
4) Назовите параметры туннельного диода, обращенного диода.
5) Как влияет температура на характеристики диодов?

6) Расскажите о применении туннельных и обращенных диодов.

5. Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного транзистора в схеме с ОБ

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) Какие схемы включения транзисторов существуют?

6) Изобразите ВАХ транзистора в схеме с ОБ.

7) Охарактеризуйте усилительные и частотные свойства транзистора в схеме с ОБ.

6. Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного транзистора в схеме с ОЭ

1) Как экспериментально определить статические параметры транзистора?

2) Изобразите ВАХ транзистора в схеме с ОЭ.

3) Охарактеризуйте усилительные и частотные свойства транзистора в схеме с ОЭ.

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

5) Как выглядит Т-образная эквивалентная схема транзистора?

7. Исследование полевого транзистора с управляющим переходом

1) Объясните принцип управления током в транзисторе.

2) Какие параметры характеризуют основные свойства транзисто-ров? Как они определяются?

3) Приведите статические характеристики полевого транзистора.

4) Чем принципиально отличается транзистор с изолированным затвором от полевого транзистора с управляющим $p - n$ - переходом?

5) Приведите схему замещения полевого транзистора.

6) Сравните частотные свойства полевого и биполярного транзистора.

8. Исследование тиристора

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

2) Каковы основные параметры тиристоров?

3) Какие способы применяют для включения тиристоров и для их выключения?

4) Сравните преимущества и недостатки тиристорных и транзистор-ных ключей.

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

6) Что называется пусковой характеристикой и характеристикой управления тиристора?

7) Каковы конструктивные особенности тиристоров?

9. Исследование светодиодов

1) На каких принципах основана работа светодиода?

2) Механизм излучения света в светодиоде (с рассмотрением энергетической диаграммы *p-n*-перехода).

3) Из каких материалов изготавливают светодиоды? Почему?

4) Укажите, какая длина волны соответствует видимой области света?

5) Особенности светодиодов на гетеропереходах.

6) Применение и особенности светодиодов инфракрасного излучения.

10. Исследование полупроводниковых фотоприемников

1) Какое явление называется внутренним фотоэффектом?

2) Что такое фотопроводимость, фототок?

3) В чем состоит принцип действия фоторезистора?

4) Как изменяются световые и вольт-амперные характеристики фоторезистора при возрастании светового потока?

5) Какая зависимость называется спектральной характеристикой фоторезистора? Какой она имеет вид?

6) Какими параметрами характеризуется фоторезистор?

7) Каковы физические основы работы фотодиодов?

8) Чем различаются вентильный и фотодиодный режимы работы фотодиода?

9) Какую максимальную мощность, снимаемую с фотодиода, можно получить в вентильном режиме работы?

10) Какие физические явления определяют инерционные свойства фотодиодов?

11. Исследование оптронов

1) Назначение оптронов.

2) Классификация оптронов.

3) Какой элемент используется в качестве излучающего в оптопарах?

4) Как обеспечивается наибольшая передача световой энергии от источника излучения к приемнику?

5) Достоинства и недостатки оптронов.

6) Изобразите характеристики диодного и транзисторного оптронов, назовите их основные параметры.

7) Укажите области применения оптронов.

12. Исследование лазеров

1) Расскажите про процессы поглощения фотонов, спонтанного и индуцированного испускания кванта.

2) Какая среда называется активной? Что такое населенность уровней? Инверсная населенность уровней и условия ее создания.

3) Какие существуют методы создания инверсной населенности уровней?

4) Дайте понятие об используемых в ОКГ схемах перехода электронов между энергетическими уровнями.

5) Объясните принцип работы лазера. Структура и назначение элементов.

6) Что представляет собой оптический резонатор и его назначение?

7) Сравнить работу светодиода и полупроводникового лазерного диода. Чем отличается их излучение?

8) Устройство и принцип работы инжекционного лазера.

9) Параметры инжекционного лазера

10) Что такое пороговый ток и как он зависит от температуры?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Практическое задание 1. Моделирование движения заряженных частиц в электрических полях.

Получение картины распределения потенциалов и моделирование траекторий движения электронов в электрическом поле, создаваемом заданной конфигурацией электродов.

Практическое задание 2. Определение уровня Ферми через концентрации носителей.

Расчет положения уровня Ферми в запрещенной зоне легированного полупроводника, зная концентрацию легирующей примеси и температуру.

Практическое задание 3. Построение энергетических диаграмм при наличии электрического поля в полупроводнике

Построение энергетических диаграмм полупроводника в равновесном или неравновесном состоянии при наличии в нем электрического поля, создаваемого внешним напряжением или неоднородным легированием примесями.

Практическое задание 4. Вольтфарадная характеристика p-n – перехода и ее использование в варикапах.

Использование барьерной емкости p-n-перехода для получения элемента с электрически управляемой емкостью.

Практическое задание 5. Использование лавинного и туннельного пробоя для стабилизации напряжения. Стабилитроны, стабисторы.

ВАХ лавинных и туннельных стабилитронов, диапазоны стабилизируемых напряжений. Температурный коэффициент напряжения стабилизации. Параметры стабилитронов. Схема включения стабилитрона. Использование прямой ветви p-n-перехода для стабилизации малых напряжений, стабисторы.

Практическое задание 6. Диоды Шоттки.

Выпрямляющие и омические переходы на контакте металла с легированным полупроводником. Переходы Шоттки, преимущества и недостатки. ВАХ, частотные свойства, падение напряжения, теплоотвод от перехода.

Практическое задание 7. Использование характериографа LESO-3 для автоматизированного получения ВАХ транзистора

Применение цифрового характериографа для автоматизированного получения ВАХ транзистора. Преимущества и возможности характериографа.

Практическое задание 8. Система обозначений и конструкции элементной базы электронных устройств. Технологические процессы изготовления.

Отечественные и зарубежные обозначения пассивных и активных элементов электронных схем. Конструкции дискретных элементов. Обзор технологий изготовления полупроводниковых приборов.

Практическое задание 9. Использование характериографа LESO-3 для автоматизированного получения ВАХ полевого транзистора

Получение ВАХ полевого транзистора с помощью цифрового характериографа.

Практическое задание 10. Полупроводниковые приборы с зарядовой связью, свойства и параметры.

Принцип действия ПЗС на примере цифрового регистра сдвига. Структура ПЗС, сигналы управления. Регенерация цифровой информации. Использование ПЗС в качестве линии задержки аналогового сигнала. Линейные и матричные фото ПЗС. Принцип действия, работа с цветными изображениями.

Практическое задание 11. Триодные тиристоры (тринисторы), структура, принцип действия, ВАХ.

Структура и ВАХ тринисторов. Омические и инжектирующие управляющие электроды. Требования к сигналам управления. Запираемые тринисторы.

Практическое задание 12. Способы переключения тиристоров. Динамические свойства. Основные параметры тиристоров.

Способы открывания и закрывания тиристоров. Недостатки тиристоров по сравнению с IGBT транзисторами.

Практическое задание 13. Термоэлектрические генераторы. Полупроводниковые холодильники и тепловые насосы.

Принцип работы элемента Пельтье. Использование элементов Пельтье для генерации электрической энергии. Возможность получения холода и перекачки тепловой энергии с помощью термоэлементов.

Практическое задание 14. Магниторезисторы. Магнитодиоды и магнитотранзисторы.

Использование силы Лоренца в магниточувствительных полупроводниковых приборах. Магниторезистивный эффект, его ослабление э.д.с. Холла. Оптимальные конструкции магниторезисторов. Структура и использование магнитодиодов и магнитотранзисторов.

Практическое задание 15. Знаковые индикаторы, шкалы и экраны на основе светоизлучающих диодов.

Семисегментные и матричные символьные светодиодные индикаторы. Графические светодиодные индикаторы. Статическое и динамическое управление.

Практическое задание 16. Жидкокристаллические элементы индикации.

Принципы использования жидких кристаллов в индикаторах. Разновидности ЖКИ. Преимущества и недостатки ЖКИ.

Практическое задание 17. Фотоэлектронные умножители, вторичные и каналовые электронные умножители.

Использование вторичной эмиссии электронов для усиления сверхслабых сигналов. Конструкции и параметры ФЭУ, ВЭУ и КЭУ. Сверхмалый уровень собственных шумов. работы. Повышение отношения сигнал-шум. Счетный и усилительный режимы работы. Схемы подачи питания. Регулировка коэффициента усиления.

Практическое задание 18. Режимы работы освещаемого p-n-перехода (фотодиодный режим и режим генерации фото ЭДС). Фотодиоды. Полупроводниковые фотоэлементы.

Темновая и световые ВАХ p-n-перехода. Фотодиодный режим и режим генерации фото ЭДС. Использование в фотодиодах и солнечных батареях, конструктивные отличия данных приборов. Преимущества фотодиодных датчиков света.

Практическое задание 19. Применение кода RC-5 для дистанционного управления на ИК-лучах.

Специализированные контроллеры для пультов ДУ на ИК излучении. Использование модулированных световых сигналов для передачи команд. Интегральные фотоприемники. Обеспечение помехозащищенности. Демодуляция и декодирование сигналов.

Практическое задание 20. Возникновение лазерной генерации. Оптический резонатор, моды оптического резонатора, виды потерь световой энергии.

Усилительные свойства инвертированной рабочей среды. Стимулированные переходы активных центров. Назначение оптического резонатора. Обеспечение положительной обратной связи, выделение направления луча, выделение резонансных частот в пределах линии усиления. Виды потерь световой энергии.

Практическое задание 21. Линия усиления активной среды, резонансные частоты.

Связь ширины линии усиления с энергетической диаграммой активной среды, излучательными потерями. Влияние резонатора на выделение резонансных частот и формирование спектра излучения. Продольные моды. Одномодовый и многомодовый режим работы лазера.

Практическое задание 22. Структура, принципы работы и конструкции лазеров.

Структурная схема лазера. Виды активных сред и способы их возбуждения. Конструкции лазеров различных типов.

Практическое задание 23. Полупроводниковые инжекционные лазеры на гетеропереходах, энергетические диаграммы, конструкция, параметры и характеристики.

Анализ энергетической диаграммы, структуры, параметров и характеристик полупроводниковых инжекционных лазеров на гетеропереходах. Особенности диаграммы направленности. Лазерные модули со встроенным фотодатчиком. Пороговый ток, одномодовый режим работы.

Практическое задание 24. Модуляция добротности резонатора.

Методы модуляции добротности оптического резонатора.

Практическое задание 25. Передаточные свойства световода. Волоконно-оптические линии связи.

Сравнение радио, электрических и оптических каналов связи. Преимущества волоконно-оптических линий связи. Зависимость объема передаваемой информации от частоты несущего сигнала. Принцип действия световода.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Исходные данные для выполнения расчетно-графической работы

Рассчитать параметры и характеристики электропреобразовательных полупроводниковых приборов. Для этого изучить физические основы функционирования, принципы устройства и работы полупроводниковых диодов и биполярных транзисторов, ознакомиться с их характеристиками и параметрами.

КУРСОВАЯ РАБОТА

Исходные данные для выполнения курсовой работы

1) Рассчитать параметры и характеристики полевых транзисторов, тиристоров, термоэлектрических, магнитоэлектрических полупроводниковых приборов. Для этого изучить физические основы функционирования, принципы устройства и работы полевых транзисторов, тиристоров, термоэлектрических, магнитоэлектрических полупроводниковых приборов, ознакомиться с их характеристиками и параметрами.

2) Рассчитать параметры и характеристики оптоэлектронных и квантовых приборов. Для этого изучить физические основы функционирования, принципы устройства и работы оптоэлектронных и квантовых приборов, ознакомиться с их характеристиками и параметрами.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Контрольные вопросы к экзамену

1) Биполярный транзистор. Структура, энергетические диаграммы, токи в электродах.

2) Схема включения транзистора с ОБ. Основные параметры, ВАХ.

3) Схема включения транзистора с ОЭ. Основные параметры, ВАХ.

4) Виды пробоя в транзисторах. Зависимость напряжения лавинного пробоя от схемы включения, параметров внешних цепей.

5) Усилительные свойства транзистора в разных схемах включения. Коэффициенты усиления (K_I, K_U, K_P), входные и выходные сопротивления.

6) Частотные свойства транзисторов в разных схемах включения, сравнение. Дрейфовые и бездрейфовые транзисторы.

7) Работа транзистора на импульсах (ключевой режим работы транзисторов).

8) Полевые транзисторы с управляющим *p-n*-переходом. ВАХ, частотные свойства.

9) МДП-транзисторы с индуцированным каналом. Структура, ВАХ, частотные свойства.

10) МДП-транзисторы со встроенным каналом. Структура, ВАХ, частотные свойства.

11) Динисторы. Структура, ВАХ, применение.

12) Тринисторы. Структура, ВАХ, применение.

13) Симметричные тиристоры, шунтирование эмиттерных переходов. Структура, ВАХ.

14) Способы включения и выключения тиристоров.

15) Светодиоды и инфракрасные излучающие диоды. Знаковые индикаторы на основе светодиодов.

16) Фоторезисторы. Структура, ВАХ, частотные свойства, применение.

17) Фотодиоды и фотоэлементы. Структура, ВАХ и параметры, применение.

18) Фототранзисторы и фототиристоры.

19) ПЗС, фото - ПЗС.

20) Инвертированная активная среда. Усиление света, методы создания инверсии, принципиальные схемы уровней активных центров.

21) Структурная схема лазера. Назначение элементов.

22) Основные сведения о лазере (условие возникновения генерации, линия усиления, резонансные частоты, моды излучения).

23) Типы лазеров и способы накачки.

24) Полупроводниковый инжекционный лазер на гомопереходе.

25) Полупроводниковый инжекционный лазер на гетеропереходах.

26) Световоды и волоконно-оптические линии связи (ВОЛС).

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) Шангина, Л.И. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Шангина. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и ра-

диоэлектроники, 2012. — 301 с. — 2227-8397. — Режим доступа: **http://www.iprbookshop.ru/13939.html**, ограниченный. – Загл. с экрана.

5) Битнер, Л.Р. Вакуумная и плазменная электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Р. Битнер. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. — 148 с. — 2227-8397. — Режим доступа: **http://www.iprbookshop.ru/13920.html**, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

1) Терехов, В.А. Задачник по электронным приборам : учебное пособие для вузов/ В.А. Терехов. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Лань, 2003. – 278 с.

2) Аристов, А.В. Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие/ Аристов А.В., Петрович В.П. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 100 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: **http://www.znanium.com/catalog.php** , ограниченный. – Загл. с экрана.

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

4) Панюшкин, Н.Н. Физика полупроводников и полупроводниковые приборы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Панюшкин Н.Н. - Воронеж: ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2016. - 131 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: **http://www.znanium.com/catalog.php**, ограниченный. – Загл. с экрана.

5) 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.

6) 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.**

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, лабораторных и практических 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 расчетно-графической работы;

– выполнение курсовой работы;

– изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;

– подготовку к мероприятиям текущего контроля;

– подготовку к промежуточной аттестации (экзамену).

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 и практических занятий. Для этого используются задания, подготовленные студентами во время семестра и предназначенные для текущего контроля (таблица 6).

Промежуточная аттестация за 3 семестр (зачет с оценкой) оценивается в баллах. Максимальный рейтинг – 150 баллов. Оценке «отлично» соответствует 128 - 150 баллов; «хорошо» – 112 - 127; «удовлетворительно» – 97 - 111; менее 97 – «неудовлетворительно» (смотри таблицу 6).

Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов по результатам текущего контроля в 4 семестре и баллов, полученных на промежуточной аттестации по результатам экзамена. Максимальный итоговый рейтинг – 215 баллов. Оценке «отлично» соответствует 183 - 215 баллов; «хорошо» – 161 - 182; «удовлетворительно» – 140 - 160; менее 140 – «неудовлетворительно» (смотри таблицу 6).

3 семестр

Расчетно-графическая работа

Тема работы «Изучение принципов работы, устройства и параметров электропреобразовательных полупроводниковых приборов».

Цель работы: изучение физических основ функционирования, принципов устройства и работы полупроводниковых диодов и биполярных транзисторов, ознакомление с их характеристиками и параметрами.

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 «Контактные явления», «Полупроводниковые диоды», «Биполярные транзисторы» в соответствии со своим вариантом.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать введение, исходные задания, решения задач с необходимыми пояснениями, требуемые схемы, а также графический материал, представленный энергетическими и временными диаграммами, графиками и т.д., заключение и список использованных источников.

Выполненная РГР должна удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата работы на исправление.

4 семестр
Курсовая работа

Тема работы «Расчет параметров и характеристик приборов твердотельной, оптической и квантовой электроники».

Цель работы: изучение физических основ функционирования, принципов устройства и работы полевых транзисторов, тиристоров, термоэлектрических, магнито-электрических, оптоэлектронных и квантовых приборов, ознакомление с их характеристиками и параметрами.

Одним из основных видов самостоятельной работы студентов является выполнение курсовой работы. Студенту выдается индивидуальное задание на курсовую работу согласно варианту. В процессе выполнения задания студент прорабатывает теоретический материал, производит необходимые расчеты, строит электрические схемы, вольт-амперные характеристики приборов, энергетические, временные диаграммы и графики.

При прохождении данного этапа студент учится работать с технической литературой, искать решения поставленных инженерных задач, организовывать самостоятельную работу.

Курсовая работа затрагивает основные аспекты теории и методов расчета параметров и характеристик электронных приборов, с которыми придется столкнуться будущему инженеру в процессе работы по специальности.

Основными задачами курсовой работы являются:

закрепление и более глубокое усвоение теоретических знаний;

приобретение навыков и освоение методов технического расчета параметров и характеристик электронных приборов;

развитие навыков самостоятельной работы при выборе методов расчета и творческой инициативы при решении конкретных задач;

развитие навыков поиска и самостоятельной работы с технической литературой;

подготовка к освоению будущих дисциплин направления.

Задание на курсовую работу представляет собой набор практических задач, результаты решения которых, должны быть изложены в виде расчетно-пояснительной записки. Записка должна содержать исходные задания, решения задач с необходимыми пояснениями, требуемые схемы, а также графический материал, представленный энергетическими и временными диаграммами, графиками и т.д.

В процессе выполнения курсовой работы у студентов формируется общепрофессиональная компетенция «способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико - математический аппарат».

Пояснительную записку представляют к защите в сброшюрованном виде. Примерный объем пояснительной записки 20 – 30 с.

Подготовленная и правильно оформленная курсовая работа допускается руководителем к ее защите. Если курсовая работа выполнена или оформлена неверно, она возвращается студенту на доработку.

В процессе защиты своей работы студент излагает основные результаты, полученные в ходе решения, использованные методы решения и т.д.

Курсовая работа может быть снята с защиты, если будет выявлена фальсификация результатов или плагиат. В этом случае студенту выдается новое задание с другим вариантом.

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 курсовой работы.

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 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	Универсальный лабораторный стенд 87Л-01 «Луч»	Проведение лабораторных работ по исследованию параметров и вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов.
		Микроконтроллерный стенд LESO3 для исследования ВАХ полупроводниковых приборов	