



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет
Кафедра «Инженерная физика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ПЕРЕХОДОВ»

Образовательная программа
11.04.04- Электроника и нанoeлектроника

Профили подготовки:
Физика полупроводников и диэлектриков
Уровень высшего образования
Магистратура
Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Базовая

Махачкала 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04- Электроника и наноэлектроника, профиль подготовки: микроэлектроника и твердотельная электроника (уровень: Магистратура)– Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218.

Разработчик (и): кафедра «Инженерная физика», Курбанов М.К., к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры «ИФ» от «25 » 06 2018г., протокол № 1а

Зав. кафедрой _____  _____ Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета
от «29 » 06 2018 г., протокол № 10.

Председатель _____  _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «02 » 07 2018 г.

Нач. УМУ _____  _____ Гасангаджиева А.Г

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физика и технология электрических переходов» входит в базовую, часть образовательной программы магистратуры по направлению 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой «Инженерная физика».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проблемами современной физики и технологии электронно-дырочных переходов, гетеропереходов, поверхностно-барьерных структур и омических контактов между металлами, полупроводниками и другими материалами электронной техники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

Общепрофессиональных компетенций:

- способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);
- способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);

Профессиональных компетенций:

научно-исследовательская деятельность:

- способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта (ПК-1);

Проектно-конструкторская деятельность:

- способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований – ПК-8;

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: тестирование, индивидуальное собеседование, письменные контрольные задания и пр. и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе зачет		
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
1	71	14	18				39	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Содержание дисциплины «Физика и технология электрических переходов» направлено на ознакомление магистров с физическими процессами, происходящими в электрических переходах в полупроводниках, на контакте металл-полупроводник и в гетеропереходах, являющихся основой многих приборов и устройств электроники и микроэлектроники, а также изучение основных технологий создания электрических переходов.

Главное внимание уделяется выработке понимания физики и умения математически описать процессы, происходящие омических контактах, р-п-переходах, гетеропереходах, барьерах Шоттки, находящихся в равновесных и неравновесных состояниях, а также освоению технологий эпитаксии, диффузии, ионного легирования и др., методов формирования электрических переходов в многослойных структурах.

В лабораторном практикуме студенты должны закрепить полученные знания и овладеть современными технологическими процессами формирования электрических переходов и методами экспериментального изучения характеристик р-п-переходов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры.

Дисциплина «Физика и технология электрических переходов» входит в федеральный компонент цикла специальных дисциплин и является обязательной для изучения.

Основные требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин: знание основ высшей математики, основ общей физики, особенно разделов электричество, оптика, атомная физика,

Для успешного освоения дисциплины «Физика и технология электрических переходов» студенты должны иметь знания по дисциплинам теоретические основы электроники, физика твердого тела, физика полупроводников и квантово-оптическая физика.

Освоению дисциплины «Физика и технология электрических переходов» должно предшествовать изучение дисциплин «Материалы электронной техники», «Физика полупроводников».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
----------------------------	-------------------------------------	---------------------------------

ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Знает: • основные понятия технологичности процессов изготовления изделий электронной техники • современные тенденции развития электроники и нанoeлектроники, информационных технологий; • современные технологические процессы электронных и нанoeлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств; Умеет: • адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; • предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники; • самостоятельно осваивать новые методы исследования, изменять научные и научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности; Владеет: • методами работы с современными образовательными и информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности; • методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-4	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной	Знает: • тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и

	области	техники • передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области электроники, микро- и наноэлектроники, методы исследования и проектирования электронных устройств; Умеет: • самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области электроники и наноэлектроники Владеет: опытом приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области современной электроники и наноэлектроники
ПК-1	способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	Знает: • основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники; • методы анализа и обработки экспериментальных данных; • современные технологические процессы электронных и наноэлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств; Умеет: • уметь выполнять постановку задач проектирования электронной компонентной базы, формулировать техническое задание на проектирование • оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований; • предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и наноэлектроники, формулировать цели и задачи научных исследований; • применять методы планирования, организации и

		проведения научных исследований, • анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; Владеет: • современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях электроники, микро- и наноэлектроники; • действующими стандартами и нормами по оформлению научно-технической документации; • навыками авторского сопровождения разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники на этапах проектирования и производства; навыками разработки нормативных документов и научно-технической документации
ПК-8	способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	Знает: • нормы и последовательности проектирования устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований Умеет: • проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов • выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; Владеет: • практическими навыками работы с программными пакетами

		проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; • навыками выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.
--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контр (по неделям семест.). Формы промеж. аттестац (по семест)
				Лекции	Практич. и семинары	Лаборат. работы	
1	Понятие о электр. переходах. Физика омических контактов	1	1; 8;	2		2	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
2	Физика и технология р-п-переходов. Равновесное состояние р-п-перехода.	1	2; 9;	2		2	(ДЗ), (С), (РС)
3	Неравновесное состояние р-п-перехода	1	3; 10;	2		4	(ДЗ), (С), (РС)
4	Физика и технология гетеропереходов. Электрические свойства гетеропереходов	1	4; 11;	2		2	(ДЗ), (С), (РС)
5	Физика и технология барьеров Шоттки. Основные параметры барьеров Шоттки	1	5; 12;	2		4	(ДЗ), (С), (РС)

6	Современные методы исследования электрических переходов	1	6; 13; 14;	4		4	
Итого:				14		18	Зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1.

Тема 1. Предмет дисциплины и ее задачи. Понятие о р-п-переходе. Определение и классификация р-п-переходов. Плавные, симметричные, несимметричные р-п-переходы. Структура р-п-перехода. Физический переход, металлургический переход.

Тема 2. Равновесное состояние р-п-перехода. Токи через р-п-переход в равновесном состоянии. Методика расчета параметров р-п-переходов. Расчет параметров ступенчатого р-п-перехода. Переход с линейным распределением примеси. Диффузионные и эпитаксиальные технологии формирования р-п-переходов.

Тема 3. Неравновесное состояние р-п-перехода. Прямое и обратное включение р-п-перехода. Квазиуровни Ферми для электронов и дырок. Энергетические диаграммы неравновесного р-п-перехода. Граничные условия. Ширина р-п-перехода. ВАХ идеализированного диода. Тепловой ток. Температурная зависимость прямой ветви. Формирование р-п-переходов методом ионной имплантации.

Тема 4. Гетеропереходы. Понятие идеального гетероперехода. Требования к материалам гетеропары. Изотипные и анизотипные гетеропереходы, их энергетические диаграммы. Эффекты односторонней инжекции и сверхинжекции в гетеропереходах. Особенности ВАХ гетероперехода. Методы получения анизотипных гетеропереходов.

Модуль 2.

Тема 5. Эффект Поля. Поверхность полупроводника. Контакт металл-полупроводник. Модель Шоттки. Зонные диаграммы. Идеализированная модель и поверхностные состояния. Объемный слой. Основные параметры барьера Шоттки. Равновесное и неравновесное состояние барьера Шоттки. Эффект Шоттки. Теория термоэлектронной эмиссии и туннелирования. Высота барьера различных полупроводников. Диоды Шоттки с охранными кольцами из р-п переходов. Применение диодов Шоттки.

Тема 6. Методы исследования р-п переходов и поверхностно –барьерных структур. Метод вольтамперных характеристик. Метод вольтфарадных характеристик. Методы измерения высоты потенциального барьера. Метод энергии активации. Фотоэлектрический метод.

Содержание лекционных занятий

Наименование разделов и тем	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Аудиторные занятия			Самост. оят. работа
		Лекции	Практич. занят	Лабор. работы	
Разд. 1. Понятие о электрических переходах. Физика омических контактов	4	2		2	
1. Предмет дисциплины и ее задачи. Понятие о р-п-переходе. Определение и классификация р-п-переходов. Плавные, симметричные, несимметричные р-п-переходы. 2. Структура р-п-перехода. Физический переход, металлургический переход.					
Разд. 2. Физика и технология р-п-переходов. Равновесное состояние р-п-перехода.	4	2		2	

1. Равновесное состояние р-п-перехода. Токи через р-п-переход в равновесном состоянии. 2. Методика расчета параметров р-п-переходов. Расчет параметров ступенчатого р-п-перехода. Переход с линейным распределением примеси. 3. ВАХ идеализированного диода. Тепловой ток. 4. Диффузионные и эпитаксиальные технологии формирования р-п-переходов.					
Разд. 3. Неравновесное состояние р-п-перехода	6	2		4	
1. Неравновесное состояние р-п-перехода. Прямое и обратное включение р-п-перехода. Квазиуровни Ферми для электронов и дырок. 2. Энергетическая диаграмма неравновесного р-п-перехода. Граничные условия. Ширина р-п-перехода. 3. Формирование ионно-имплантированных переходов.					
Разд. 4. Физика и технология гетеропереходов. Электрические свойства гетеропереходов.	4	2		2	
1. Гетеропереходы. Понятие идеального гетероперехода. Требования к материалам гетеропары. Изотипные и анизотипные гетеропереходы, их энергетические диаграммы. 2. Эффекты односторонней инжекции и сверхинжекции в гетеропереходах.					
Физика и технология барьеров Шоттки. Основные параметры барьеров Шоттки	6	2		4	

1. Эффект Поля. Поверхность полупроводника. Контакт металл-полупроводник. Модель Шоттки. Зонные диаграммы. Идеализированная модель и поверхностные состояния. Объемный слой.					
2. Основные параметры барьера Шоттки. Равновесное и неравновесное состояние барьера Шоттки. Эффект Шоттки. Теория термоэлектронной эмиссии и туннелирования. Высота барьера различных полупроводников. Диоды Шоттки с охранными кольцами из р-п переходов. Применение диодов Шоттки.					
Разд. 6. Современные методы исследования электрических переходов	8	4		4	
1. Методы исследования р-п переходов и поверхностно –барьерных структур.					
2.Метод вольт-амперных характеристик.					
3.Метод вольт-фарадных характеристик.					
4.Методы измерения высоты потенциального барьера.					
5. Метод энергии активации.					
Фотоэлектрический метод.					

Темы лабораторных работ

№	Наименование лабораторных работ
1	Формирование карбидокремниевого р-п перехода методом газофазной эпитаксии
2	Формирование барьера Шоттки на подложке кремния методом магнетронного распыления
3	Формирование гетероструктуры на подложке карбида кремния
4	Измерение вольтамперных характеристик кремниевых р-п переходов
5	Измерение емкостных характеристик кремниевых р-п переходов
6	Исследование фотоэлектрических свойств кремниевых р-п переходов и барьеров Шоттки.
7	Измерение высоты потенциального барьера кремниевого р-п перехода
8	Измерение контактной разности потенциалов и толщины ООЗ в кремниевом диоде
9	Измерение напряженности электрического поля в ООЗ кремниевого р-п перехода

Содержание разделов самостоятельной работы

№	Содержание темы
1.	Электрические переходы. Физика и технология омических контактов к полупроводниковым материалам
2.	Равновесное состояние р-п-перехода. Основные параметры равновесного электронно-дырочного перехода. Диффузионные и эпитаксиальные технологии р-

	п-переходов.
3.	Неравновесное состояние р-п-перехода. Прямое и обратное включение р-п-перехода. Формирование электрических переходов методами ионной имплантации.
4.	Технология гетеропереходов. Электрические свойства анизотипных гетеропереходов
5.	Физика поверхностно-барьерных структур. Технология поверхностно-барьерных структур, барьеры Шоттки. Основные параметры барьеров Шоттки
6.	Современные методы исследования электрических переходов. Метод вольтамперных характеристик. Метод вольтфарадных характеристик. Методы измерения и расчета высоты потенциального барьера Шоттки. Метод энергии активации. Фотоэлектрический метод.

5.Образовательные технологии.

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, семинар, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Методы контроля параметров полупроводниковых материалов» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

По лекционному материалу подготовлены конспекты лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

В учебном процессе по дисциплине ««Физика и технология электрических переходов»» широко используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Лекционные занятия проводятся в аудитории 2-41, где имеется электронная проекционная доска с ноутбуком. Во время лекций студентам демонстрируются видеофильмы о методах исследования полупроводниковых материалов и структур, анимации принципов измерения и др. Демонстрируются структурные схемы измерительных установок, используемые измерительные приборы их характеристики и многое другое.

Также предусмотрено посещение научных лабораторий физического факультета ДГУ, института физики ДЦН с целью ознакомления студентов современной приборной базой научно-исследовательских лабораторий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, с использованием современных компьютерных средств обучения и демонстрации в учебном процессе составляет не менее 50% лекционных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль.

В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль.

Зачет в конце 10 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы, так как при записи материал значительно лучше усваивается и запоминается.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, зачета; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ООП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ООП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.) и практикам представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки "отлично" заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "хорошо" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-1	Знает: • основные понятия технологичности процессов изготовления изделий электронной техники • современные тенденции развития электроники и нанoeлектроники, информационных технологий; • современные технологические процессы электронных и нанoeлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств; Умеет: • адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; • предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники; • самостоятельно осваивать новые методы исследования, изменять научные и научно-производственный профиль своей	Тестирование, письменный опрос, контрольные задания, подготовка рефератов.

	профессиональной деятельности; Владеет: • методами работы с современными образовательными и информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности; • методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	
ОПК-4	Знает: • тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники • передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области электроники, микро- и нанoeлектроники, методы исследования и проектирования электронных устройств; Умеет: • самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области электроники и нанoeлектроники Владеет: • опытом приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области современной электроники и нанoeлектроники	Тестирование, письменный опрос, контрольные задания, подготовка рефератов.
ПК-1	Знает: • основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники; • методы анализа и обработки экспериментальных данных; • современные технологические процессы электронных и нанoeлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств; Умеет: • уметь выполнять постановку задач	Тестирование, письменный опрос, контрольные задания, подготовка рефератов.

	проектирования электронной компонентной базы, формулировать техническое задание на проектирование - оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований; - предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники, формулировать цели и задачи научных исследований; - применять методы планирования, организации и проведения научных исследований, - анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; Владеет: - современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях электроники, микро- и нанoeлектроники; - действующими стандартами и нормами по оформлению научно-технической документации; навыками авторского сопровождения разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники на этапах проектирования и производства; навыками разработки нормативных документов и научно-технической документации	
ПК-8	Знает: - нормы и последовательности проектирования устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований Умеет: - проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов - выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств	Тестирование, письменный опрос, контрольные задания, подготовка рефератов.

	автоматизации проектирования; Владеет: • практическими навыками работы с программными пакетами проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; • навыками выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.	
--	--	--

7.2. Типовые контрольные задания

Рекомендации к последовательности выполнения реферата.

1. Изучение проблемы по материалам, доступным в Интернете:
2. Согласовать название сообщения.
3. Написать тезисы реферата по теме.
4. Выразить, чем интересна выбранная тема в наши дни.
5. Подготовить презентацию по выбранной теме.
6. Сделать сообщение на мини-конференции.

7.3 Список контрольных вопросов по дисциплине

1. Электрические переходы. Свойства контакта М-п/п.
2. ВАХ реального диода
3. Понятие о р-п-переходе. Определение и классификация р-п- переходов
4. Механизмы пробоя р-п-перехода.
5. Энергетическая диаграмма равновесного и неравновесного р-п-перехода
6. Изотипные и анизотипные гетеропереходы, их энергетические диаграммы.
7. Модель идеализированного диода.
8. Эффекты односторонней инжекции и сверхинжекции в гетеропереходах.
9. Сопротивление базы. Характеристики диода при высокой степени уровне инжекции.
10. ВАХ идеализированного диода. Тепловой ток.

11. Структура и основные параметры р-п-перехода. Понятие физического р-п- перехода, металлургического р-п-перехода.
12. Механизм инерционности диода.
13. Токи через р-п-переход в равновесном состоянии.
14. Особенности ВАХ реального диода.
15. Барьерная емкость
16. Понятие идеального гетероперехода. Реальные гетеропереходы. Требования к материалам гетеропары.
17. Омические контакты М-п/проводник., методы их формирования.
18. Метод вакуумно- термического осаждения металлических пленок.
19. Метод молекулярно-лучевого осаждения пленок.
20. Газофазные эпитаксиальные технологии создания р-п-переходов в полупроводниках
21. Ионно-плазменные технологии создания электрических переходов.
22. Диффузионные технологии формирования электрических переходов в полупроводниках.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий –,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

7.6 Критерии оценок на зачете

В зачетный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

Критерии оценок следующие:

- **100 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.

- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно

«66 - 85» баллов – хорошо

«86 - 100» баллов – отлично

«51 и выше» баллов – зачет

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

8.1 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Физика полупроводников: учебник / Шалимова, Клавдия Васильевна. - 4-е изд., стер. - СПб;М; Краснодар : Лань, 2010. - 703-56. (*Местонахождение: Научная библиотека ДГУ*).
2. Лебедев, Александр Иванович. Физика полупроводниковых приборов / Лебедев, Александр Иванович. - М. : Физматлит, 2008. - 487 с.: ил. - Рекомендовано УМО. - ISBN 978- 5-9221-0995-6: 220-00. (*Местонахождение: Научная библиотека ДГУ*)

3. Водовозов А.М. Основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Водовозов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Инфра-Инженерия, 2016. — 140 с. — 978-5-9729-0137-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51731.html> (дата обращения 15.05.2018г.)

Дополнительная литература:

4. Шишкин Г. Г., Агеев И. М. Нанoeлектроника: Элементы, приборы, устройства: учеб. пособие для студентов вузов. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 408 с. -(15 экз.).
5. Полупроводниковая электроника [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 592 с. — 978-5-4488-0048-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64060.html> (дата обращения 16.05.2018г.)

8.2 Информационное обеспечение дисциплины.

- Компьютерная программа моделирования картин дифракции быстрых электронов в твердых телах.
- Компьютерная программа моделирования рентгеновских дифрактограмм материалов и структур электроники.
- Компьютерная программа анализа и обработки спектральной информации (Оже- электронная спектроскопия, рентгено-спектральный микроанализ, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия).
- Компьютерная программа для формирования и обработки изображений в различных режимах растровой электронной микроскопии.
- электронная библиотека курса «Методы исследования материалов и структур электроники»;
- ссылки на интернет-ресурсы.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fepo.ru).
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
5. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
6. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».

7. www.iqlib.ru - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
8. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
9. www.affp.mics.msu.su

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<i>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на</i>

	<i>консультации, на практических работах.</i>
Практические занятия	<i>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.</i>
Реферат	<i>Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</i>
Подготовка к зачету	<i>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.</i>

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «**Электроника и нанoeлектроника**», позволяет готовить магистров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур,

Электрически активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.

12.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Перечень технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины:

- учебные плакаты с графической информацией;
- Измерительные приборы и источники питания учебного назначения;
- Автоматизированный растровый электронный микроскоп (на каф. ФЭ);
- Автоматизированный дифрактометр быстрых электронов (на каф. ФЭ);
- Рентгеноспектральный микроанализатор (на каф. ЭФ).
- стенд для измерения удельного сопротивления полупроводниковых материалов и структур (на каф. ЭФ);
- стенд для вольт-фарадных измерений параметров структур с объемным зарядом (на каф. ЭФ);
- сканирующий туннельный микроскоп – профилометр (на каф. ФЭ);
- интерферометр (на каф. ЭФ);
- рентгено-флюоресцентный спектрометр (лаб. коллектив. польз).