



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКА НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЁНОК

Кафедра «Инженерная физика»

Образовательная программа
11.04.04- Электроника и наноэлектроника

Профиль подготовки:
Материалы и технологии электроники и наноэлектроники

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения:
Очно-заочная

Статус дисциплины:
модуль профильной направленности

Махачкала 2021

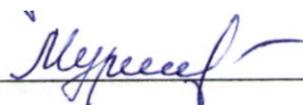
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС 3++ ВО- магистратура по направлению подготовки 11.04.04- Электроника и нанoeлектроника, программа магистратуры: Материалы и технологии электроники и нанoeлектроники от «05» апреля 2017 №301.

Разработчик(и): кафедра инженерной физики
Шабанов Ш.Ш. – к.т.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры инженерной физики от «29» июня 2021г., протокол № 10

Зав. кафедрой _____  _____ Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» июня 2021г., протокол № 10.

Председатель _____  _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» июня 2021г.

Нач. УМУ _____  _____ Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физика наноразмерных плёнок» входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 – *Электроника и наноэлектроника*. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой *Инженерная физика*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами физики и технологии тонких плёнок и их свойствами.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: Профессиональных компетенции ПК-1.1.; ПК-1.3.; ПК-3.2.

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

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

Объём дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе зачет	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					консультации		
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР					
9	108	18	6	6	6			90	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины «Физика наноразмерных плёнок» состоит в формировании систематических знаний фундаментальных знаний в области физики тонких пленок, основных механизмов переноса носителей заряда в тонкопленочных системах, для разработки и создания приборов микроэлектронной аппаратуры различного функционального назначения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Физика наноразмерных плёнок» в структуре ОПОП ВО входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 – «Электроника и нанoeлектроника».

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

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-1. Способен разработать и внедрить современные технологические процессы и программы выпуска изделий микро- и нанoeлектроники	ПК-1.1. Способен проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микро- и нанoeлектроники	Знает: - средства поиска информации в информационных сетях; - основы структурирования и систематизации информации - методика сравнительного критериального анализа; - мировые достижения в области микро- и нанoeлектроники; - характеристики продукции лидеров в области производства техники в данной области; - структура существующих производственного и технологического процессов производства изделий микро- и нанoeлектроники; - используемое технологическое оборудование и принципы его работы; - методика расчета экономической эффективности технологических процессов. Умеет: - искать информацию в различных печатных и электронных источниках; - систематизировать найденную информацию;

		<ul style="list-style-type: none">- выявлять тенденции развития научных исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием;- определять существенные для выпускаемых изделий параметры и характеристики перспективных материалов, технологических процессов и оборудования;- определять критерии сравнения существующих и перспективных материалов, технологических процессов и оборудования;- рассчитывать экономический эффект от внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none">- навыками сбора и систематизации информации о перспективных материалах, технологических процессах и оборудовании, используемых в производстве изделий микро- и наноэлектроники;- навыками анализа полученной информации с целью улучшения качественных и количественных показателей выпускаемых изделий микро- и наноэлектроники;- навыками оценки направлений научного развития исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием;- навыками проводить сравнительный анализ характеристик и параметров существующих материалов, технологических процессов и оборудования с характеристиками и параметрами перспективных материалов, технологических процессов и оборудования;- навыками оценки технологической и экономической целесообразности
--	--	--

		внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования в существующий цикл производства изделий микро- и наноэлектроники.
ПК-1.3.	Способен проводить анализ данных экспериментальных работ, выработать рекомендации по и корректировке оптимизации параметров режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микро- и наноэлектроники.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы, лежащие в основе экспериментальных работ; - основное технологическое оборудование и принципы его действия; - типовые тестовые структуры для анализа технологических процессов и тестирования оборудования; - взаимосвязь параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов с выходными параметрами качества изделий микроэлектроники; - основы планирования эксперимента; - методы математической статистики; - требования к оформлению отчета по итогам экспериментальной деятельности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать экспериментальные работы и контролировать процесс их проведения; - работать на контрольно-измерительном и испытательном оборудовании; - осуществлять контроль и проводить измерения выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе; - проводить анализ и определять причины отклонения параметров; - анализировать влияние параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов на выходные параметры качества изделий микро- и наноэлектроники. - работать со статистическими данными; - оформлять рекомендации по корректировке и оптимизации параметров и режимов проведения

		<p>технологических операций и технологических процессов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать с конструкторской и технологической и другими видами нормативной документации; - оформлять отчет по итогам экспериментальной деятельности. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками планирования и проведения экспериментальных работ; - навыками проведения контрольно-измерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов; - навыками анализа данных экспериментальных работ; - навыками анализ влияния параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов на параметры качества опытных образцов; - навыками проведения статистического регулирования технологических операций и технологических процессов; - навыками проведения статистического анализа точности и стабильности технологических операций и технологических процессов; - навыками выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов; - навыками оформления отчетов о результатах проведения экспериментальных работ.
ПК-3.2.	Способен согласовать и утверждать технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении модифицируемых наноматериалов и наноструктур; - назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения

	<p>для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p>параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</p> <ul style="list-style-type: none"> - воздействие используемого оборудования на наноматериалы и наноструктуры; - основные методы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - экономика и управление предприятием; - технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий; - требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья. <p>Умеет: оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - составлять и оформлять техническое задание; - взаимодействовать с работниками смежных подразделений и сторонних организаций. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа планов перспективного развития предприятия в области измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - навыками оценки рисков внедрения новых методов и оборудования измерения параметров и модификации свойств
--	---	--

		<p>наноматериалов и наноструктур; - навыками согласования и утверждение технических заданий на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - навыками разработки и утверждение планировок размещения нового измерительного и технологического оборудования на технологических участках.</p>
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 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)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1.									
1	Понятия о тонких плёнках, низкоразмерных структурах и тонкоплёночной технологии.	10		1	1	1		15	(ДЗ), (С), (КСР)
2	Размерные эффекты и основные свойства тонких пленок			1	1	1		15	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
	Итого по модулю 1:			2	2	2		30	
Модуль 2									
3	Токи надбарьерной эмиссии в контактирующих тонкопленочных системах			1	1	1		15	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
4	Туннельная эмиссия контактирующих тонкопленочных системах. Токи в диэлектрических пленках,			1	1	1		15	(ДЗ), (С), (КСР)

	ограниченные объемным зарядом							
	Итого по модулю 2:			2	2	2		30
Модуль 3.								
5	Технологии получения тонких плёнок			1	1	1		15 (ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
6	Металлические пленки как конструктивный материал интегральных микросхем. Диэлектрические пленки и области их применения в микроэлектронике			1	1	1		15 (ДЗ), (С), (КСР)
	Итого по модулю 3:			2	2	2		30
ИТОГО: 108								
				6	6	6		90

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

Модуль 1

Тема 1. Введение. Токи надбарьерной эмиссии в контактирующих тонкопленочных системах.

Размерные эффекты и основные свойства тонких плёнок. Эффект Шоттки. Плотность тока термоэлектронной эмиссии электронов из металла в вакуум. Плотность тока надбарьерной эмиссии для контактирующей системы М-Д-М с учётом сил зеркального изображения и приложенного поля.

Тема 2. Туннельная эмиссия контактирующих тонкопленочных системах.

Туннельный эффект через узкий вакуумный зазор. Туннельная эмиссия через контактирующую плёночную систему М-Д-М.

Модуль 2

Тема 3. Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом

Глубокие и мелкие уровни в запрещённой зоне диэлектрика. Энергетическая диаграмма контакта металл-диэлектрик, содержащего мелкие и глубокие ловушки. Уравнение ВАХ для контактирующей тонкоплёночной системы

металл-диэлектрик-металл в случае прохождения через него тока, ограниченного объёмным зарядом.

Тема 4. Технология получения тонких плёнок

Термовакuumный метод, ионно-плазменный, метод магнетронного распыления, катодное распыление, молекулярно-лучевая эпитаксия и другие.

Модуль 3

Тема 5. Металлические пленки как конструктивный материал интегральных микросхем

Применение металлических плёнок в микроэлектронике. Способы получения, структура и свойства металлических плёнок.

Тема 6. Диэлектрические плёнки и области их применения в микроэлектронике.

Применение и способы получения диэлектрических плёнок. Физические свойства диэлектрических плёнок.

4.3.1. Содержание лекционных занятий

модуль	Содержание темы
1.	<p><u>Лекция 1.</u> Особенности структуры и свойств эпитаксиальных слоёв тонких плёнок. Особенности тонких плёнок. Атомный механизм формирования и структура эпитаксиальных слоёв и тонких плёнок. Низкоразмерные структуры и тонкоплёночные технологии</p> <p><u>Лекция 2.</u> Размерные эффекты и основные свойства тонких плёнок. Механизмы поверхностного рассеяния. Зависимость радиуса гранулы от толщины плёнки. Теоретическая модель активационного процесса возникновения носителей заряда. Удельная проводимость тонкой плёнки имеющей гранулярную структуру.</p>
2.	<p><u>Лекция 3.</u> Токи надбарьерной эмиссии в контактирующих тонкоплёночных системах. Контактирующие тонкоплёночные системы металл-полупроводник, металл-диэлектрик. Барьер Шоттки. Изменение потенциального барьера на границе металл-вакуум под влиянием электрического</p>

	<p>поля. Работа выхода электрона.</p> <p><u>Лекция 4.</u> Туннельная эмиссия контактирующих тонкопленочных системах. Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом Туннельный эффект. Формула Фаулера-Нордгейма</p>
3.	<p><u>Лекция 5.</u> Технология получения тонких плёнок.</p> <p>Термовакuumный метод, ионно-плазменный, метод магнетронного распыления, катодное распыление, молекулярно-лучевая эпитаксия и другие.</p> <p><u>Лекция 6.</u> Металлические и диэлектрические плёнки. Технологические особенности получения тонких металлических плёнок. Сопротивление в тонких плёнках. Влияние термообработки на сопротивление. Зависимость удельного сопротивления и плотности металлических плёнок. Основные методы получения диэлектрических плёнок. Параметры диэлектрических плёнок.</p>

4.3.2. Темы семинарских и практических занятий

1. Расчет удельной проводимости тонкой пленки
2. Плотность тока надбарьерной эмиссии в диодах Шотки
3. Энергетическая диаграмма контакта М-Д-М содержащего мелкие и глубокие уровни.
4. Токи в диэлектрических пленках
5. Контактные явления в микронэлектронных структурах

4.3.3. Темы самостоятельной работы

1. Контактные явления в полупроводниках
2. Методы получения тонких плёнок
3. Размерные эффекты
4. Методы определения упругих характеристик в плёнках.
5. Теплофизические свойства.
6. Методики определения теплопроводности и коэффициента термического расширения керамических и композиционных материалов.
7. Электрофизические свойства. Диэлектрическая проницаемость.
8. Методики определения электропроводности тонких плёнок.
9. Структура тонких плёнок.
10. Фазообразование в тонких плёнках..
11. Эволюция микроструктуры при высокотемпературной обработке.

4.3.4. Темы лабораторных работ

1. Измерение толщины тонких плёнок.
2. Измерения удельного сопротивления полупроводниковых пластин и металлических плёнок.
3. Получение тонких плёнок методом сублимации.
4. Получение тонких плёнок методом магнетронного распыления
5. Электропроводность тонких диэлектрических плёнок.

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, лабораторные занятия, семинарские занятия, 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 «Физика конденсированного состояния» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

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

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

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.

7.3. Типовые контрольные задания

7.3.1. Контрольные вопросы

1. Размерные эффекты.
2. Особенности тонких плёнок.
3. Фазовая и структурная неоднородность
4. Механизмы токопрохождения. Токи надбарьерной эмиссии.
5. Тенельные токи
6. Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом
7. Контактные явления
8. Металлические плёнки.
9. Диэлектрические плёнки.
10. Термовакuumное напыление
11. Катодное распыление
12. Метод мегнетронного распыления
13. Ионно-плазменные методы распыления
14. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии

7.3.2. Контрольные вопросы к самостоятельной работе

Тема 1. Размерные эффекты

- Плёнки и покрытия
- Нитевидные материалы
- Механизмы роста тонких плёнок
- фазовая и структурная неоднородность

Тема 2. Механизмы токопрохождения в тонких плёночных структурах

- Токи надбарьерной эмиссии в контактирующих тонкопленочных системах
- Туннельные токи
- Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом

Тема 3. Технология получения тонких плёнок.

- Термовакuumное напыление
- Катодное распыление
- Магнетронное распыление
- Молекулярно-лучевая эпитаксия
- ионно-плазменное напыление

Тема 4. Металлические и диэлектрические плёнки.

- Материалы металлических и диэлектрических плёнок
- Методы получения
- Основные параметры и свойства

8. Перечень основной, дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины №	Библиографическое описание (авторы/составители, заглавие, вид издания, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в наличии в библиотеке/ в каталоге ЭБС
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
1.	Дробот П.Н. Нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Н. Дробот. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 286 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72141.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
2.	Берлин Б.В. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением [Электронный ресурс] / Б.В. Берлин, Л.А. Сейдман. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2014. — 256 с. — 978-	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)

	5-94836-369-1. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31877.html	
3.	Введение в фемтонофотонику. Фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Аракелян [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2015. — 744 с. — 978-5-98704-812-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/40504.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
4.	Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс] : монография / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2015. — 192 с. — 978-5-98704-833-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/33418.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
1.	Технология получения полимерных пленок специального назначения и методы исследования их свойств [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Садова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 182 с. — 978-5-7882-1615-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62317.html	
2.	Физика наноструктур [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Федоров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 131 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/65342.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
3.	Неволин В.К. Квантовая физика и нанотехнологии [Электронный ресурс] / В.К. Неволин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2013. — 128 с. — 978-5-94836-361-5. — Режим доступа:	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)

	http://www.iprbookshop.ru/16975.html	
4.	<p>Фундаментальные основы процессов химического осаждения пленок и структур для наноэлектроники [Электронный ресурс] / Ф.А. Кузнецов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2013. — 176 с. — 978-5-7692-1272-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/32819.html</p>	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
5.	<p>Орликов Л.Н. Технология приборов оптической электроники и фотоники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Н. Орликов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 87 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13992.html</p>	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
6.	<p>Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Н. Орликов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 98 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13990.html</p>	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
7.	<p>Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Н. Орликов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 100 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13991.html</p>	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
8.	Евсеева Т.П. Технология	В каталоге ЭБС (с

	<p>материалов и покрытий. Тексты лекций (часть I) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.П. Евсеева. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 131 с. — 978-5-7882-1140-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63495.html</p>	<p><i>указанием электронного адреса)</i></p>
9.	<p>Дробот П.Н. Нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Н. Дробот. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 286 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72141.html</p>	<p><i>В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)</i></p>

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
<i>Лекция</i>	<i>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 консультации, на практических работах.</i>
<i>Практические занятия</i>	<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>
<i>Реферат</i>	<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>
<i>Подготовка к зачету</i>	<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

наноэлектроника», позволяет готовить бакалавров, 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.