

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКА НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЕНОК

Кафедра инженерной физики физического факультета

Образовательная программа магистратуры
11.04.04- Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) программы:
Материалы и технологии электроники и наноэлектроники

Форма обучения:
Очная


Статус дисциплины:
Часть, формируемая участниками образовательных отношений

Махачкала 2022

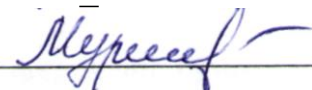
Рабочая программа дисциплины «Физика наноразмерных пленок» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**, от 22 сентября 2017 г. № 959 (с изменениями и дополнениями №1456 от 26.11.2020 г.).

Разработчик(и): Шабанов Ш.Ш. – к.т.н., доцент кафедры ИФ

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры Инженерной физики от «22» 03 2022 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 23 » 03 2022 г., протокол № 7.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 30 » 03 2022 г.

Нач. УМУ  (подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины
4. Объем, структура и содержание дисциплины
5. Образовательные технологии
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины
 - 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
 - 7.2. Типовые контрольные задания
 - 7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физика наноразмерных плёнок» входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений 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, лабораторные 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.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 108ч.

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					консультации		
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР			
9	108	30	10	10	10		78	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 находится в цикле профессиональных дисциплин (базовая часть), образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 – «Электроника и наноэлектроника».

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 наноэлектроники	ПК-1.1. Способен проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микро- и наноэлектроники	Знает: - средства поиска информации в информационных сетях; - основы структурирования и систематизации информации - методика сравнительного критериального анализа; - мировые достижения в области микро- и наноэлектроники; - характеристики продукции лидеров в области производства техники в данной области; - структура существующих производственного и технологического процессов производства изделий микро- и наноэлектроники; - 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 нанoeлектроники; - навыками анализа полученной информации с целью улучшения качественных и количественных показателей выпускаемых изделий микро- и нанoeлектроники; - 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 нанoeлектроники.
ПК-1.3	ПК-1.3. Способен проводить	Знает: - технологические процессы, лежащие в

	<p>анализ данных экспериментальных работ, выработать рекомендации по корректировке и оптимизации параметров режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микро- и нанoeлектроник и. способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения</p>	<p>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. Умеет: - 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 нанoeлектроники. - работать со статистическими данными; - оформлять рекомендации по корректировке и оптимизации параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов; - работать с конструкторской и технологической и другими видами нормативной документации; - оформлять отчет по итогам экспериментальной деятельности. Владеет: - навыками планирования и проведения экспериментальных работ; - навыками проведения контрольно-измерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов; - навыками анализа данных</p>
--	--	--

		<p>экспериментальных работ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>ПК-3.2. Способен согласовать и утверждать технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<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 параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы измерения параметров и модификации

		<p>свойств наноматериалов и наноструктур;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 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.
--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **3** 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)				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.	9		1	1	2		14	(ДЗ), (С), (КСР)
2	Размерные эффекты и основные свойства			1	1	2		14	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)

	тонких пленок							
	Итого по модулю 1:			2	2	4		28
	Модуль 2							
3	Токи надбарьерной эмиссии в контактирующих тонкопленочных системах			1	1	2		13 (ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
4	Туннельная эмиссия контактирующих тонкопленочных системах. Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом			1	2	2		14 (ДЗ), (С), (КСР)
	Итого по модулю 2:			2	3	4		27
	Модуль 3.							
5	Технологии получения тонких плёнок			4	4	1		7 (ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)
6	Металлические пленки как конструктивный материал интегральных микросхем. Диэлектрические пленки и области их применения в микроэлектронике			2	1	1		7 (ДЗ), (С), (КСР)
	Итого по модулю 3:			6	5	2		23
	ИТОГО: 192							
				10	10	10		78

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.	<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><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 тонкопленочных системах. Контактующие тонкопленочные системы метал-полупроводник, метал-диэлектрик. Барьер Шоттки. Изменение потенциального барьера на границе металл-вакуум под влиянием электрического 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 Шоттки
3. Энергетическая диаграмма контакта М-Д-М содержащего мелкие и глубокие уровни.
4. Токи в диэлектрических пленках
5. Контактные явления в микронных 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 контролирующие 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. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.3. Типовые контрольные задания

7.3.1. Экзаменационные 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

Критерии оценок на курсовых экзаменах

В экзаменационный 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»-балльную 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, 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	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)

	радиоэлектроники, 2016. — 286 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72141.html	
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. — 978-5-94836-369-1. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31877.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
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. :	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)

	Университет ИТМО, 2014. — 131 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/65342.html	
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: http://www.iprbookshop.ru/16975.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
4.	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	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
5.	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	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
6.	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	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
7.	Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 2 [Электронный	В каталоге ЭБС (с указанием электронного

	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	<i>адреса)</i>
8.	Евсеева Т.П. Технология 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	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
9.	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)

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; 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 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.