



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

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Рентгеноструктурный анализ наносистем
Кафедра физики конденсированного состояния и наносистем

Образовательная программа
03.04.02 – Физика

Профиль подготовки:
Физика наносистем

Уровень высшего образования:
Магистратура

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Вариативная по выбору

Махачкала, 2021 год

Рабочая программа дисциплины «Рентгеноструктурный анализ наносистем» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика, профиль подготовки «Физика наносистем» (уровень: магистратура) от «07» августа 2020 г. №914.

Разработчики: кафедра физики конденсированного состояния и наносистем.

Исхаков М.Э., к.ф.-м.н., доцент



Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры физики конденсированного состояния и наносистем от «26» 06 2021г., протокол № 10

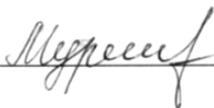
/ Зав. кафедрой



Рабаданов М.Х.

на заседании методической комиссии физического факультета от «06» 06 2021 г., протокол № 10

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласовано с учебно-методическим управлением «09» 04 2021 г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина **«Рентгеноструктурный анализ наносистем»** входит в вариативную часть Блока 1, дисциплины по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 – Физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физики конденсированного состояния и наносистем

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением рентгеновского излучения для исследования структуры вещества, в частности, наносистем.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных – УК-6; общепрофессиональных ОПК-1, ОПК, -3 ОПК-4; профессиональных – ПК-3, ПК-5, ПК-6.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: экспресс-опрос перед лекцией, опрос на практических занятиях и промежуточный контроль в форме: зачёта.

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

Объем дисциплины в очной форме

Се- мес тр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе						
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
	Все- го	из них					
Лек- ции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации	78	
9	108	16		14	75		

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины **«Рентгеноструктурный анализ наносистем»** является: формирование у студентов системы знаний по физике наносистем, общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика (профиль подготовки: Физика наносистем).

Основной целью данного курса является получение магистрантами знаний:

- о теоретических основах физики взаимодействия рентгеновского излучения с аморфными, кристаллическими и поликристаллическими материалами;

- о физических основах рентгеновских методов исследования, таких как рефлектометрия, рефрактометрия, дифрактометрия, малоугловое рассеяние рентгеновских лучей;

- о методах и методиках исследования различных характеристик материалов и физических свойств твердых тел. Направления применения рентгеновских методов исследования в области физики и технологии твердотельных микро- и наноструктур.

Основной задачей преподавания дисциплины **«Рентгеноструктурный анализ наносистем»** является формирование у студента знаний в области рентгеновских методов исследования и приобретение навыков практической работы.

В конечном итоге, дисциплина будет способствовать подготовке профессиональных и конкурентоспособных специалистов в области физики и технологии наносистем, способных работать на инженерно-технических должностях в научно-исследовательских лабораториях НИИ, вузов, предприятий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Рентгеноструктурный анализ наносистем» входит в блок Б1.В. ДВ.01.01 ОПОП магистратуры по направлению 03.04.02– «Физика», профиля подготовки «Физика наносистем».

Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные с способностью использовать теоретические знания в области квантовой механики, теоретической физики, атомной физики, физики твёрдого тела для решения конкретных практических задач по изучению твердых тел в микро- и нано- состояниях.

Магистранты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания по основам кристаллографии, о природе различных видов излучений и их взаимодействия с веществом.

Данная дисциплина является одной из основных при разработке различных нано технологий

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

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения
<p>УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>ИУК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания.</p> <p>ИУК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям.</p> <p>ИУК. -6.3. Выбирает и реализует с использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p> <p>ИУК-6.4. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития.</p>	<p><u>Знает:</u> основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда;</p> <p><u>Умеет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - расставлять приоритеты профессиональной деятельности, и совершенствоваться на основе самооценки; - планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; – подвергать критическому анализу проделанную работу; – находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития. <p><u>Владеет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> навыками выявления стимулов для саморазвития; – навыками определения реалистических целей профессионального роста.
<p>ОПК-1 Способен применять фундаментальные</p>	<p>ОПК-1.1. Владеет фундаментальными знаниями в области физики</p>	<p><u>Знает:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-математический аппарат, необходимый для решения

<p>знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</p>		<p>задач профессиональной деятельности</p> <ul style="list-style-type: none"> - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники; - основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; - выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем. - основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности.
	<p>ОПК-1.2. Использует фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач.</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач. - реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области научно-

<p>ОПК-3. Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет» для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящимися за пределами профильной подготовки.</p>	<p>ОПК-3.1. Владеет основными методиками поиска информации для решения профессиональных задач с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>исследовательской деятельности.</p> <p>Знает: - современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p> <p>Умеет: - получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте, с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p> <p>Владеет: - навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте.</p>
	<p>ОПК-3.2. Применяет специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональной деятельности.</p>	<p>Знает: - требования к программно-математическому обеспечению для эффективного проведения исследований и решения профессиональных задач.</p> <p>Умеет: - подобрать и применять наиболее оптимальное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональных задач.</p> <p>Владеет: -навыками применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональных задач.</p>
<p>ОПК-4. Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной</p>	<p>ОПК-4.1. Определяет ожидаемые результаты научных исследований.</p> <p>ОПК -4.2. Предлагает возможные варианты внедрения результатов иссле-</p>	<p>Знает: - методы внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; - возможные варианты внедрения результатов исследований в области профессиональ-</p>

деятельности.	дований в области профессиональной деятельности.	ной деятельности. Умеет: - определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; - определять ожидаемые результаты научных исследований; - определять способы внедрения результатов научных исследований. Владеет: - профессиональной терминологией при презентации проведенного исследования и научным стилем изложения собственной концепции; - методами описания результатов научных исследований для их внедрения.
	ОПК-4.3. Знает области применения результатов научных исследований в своей профессиональной деятельности	
ПК-3. Способен организовать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области	ПК-3.1. Способен на основе знаний в соответствующей предметной области определять содержание учебно-проектной деятельности обучающихся	Знает: содержание учебно-проектной деятельности обучающихся; основы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся. Умеет: совместно с обучающимися формулировать проблемную тематику учебного проекта; определять содержание и требования к результатам индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности; организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся; - работать в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу. Владеет: способами планирования и осуществления руководства действиями обучающихся в индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности.
	ПК-3.2. Демонстрирует способность организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области.	
	ПК-3.3. Разрабатывает план, программы, методы, основные принципы и технологии организации и проведения проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся.	
ПК-5 Способен самостоятельно проводить физические исследования, анализировать, делать научные	ПК-5.1. Способен анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике проекта в области фундаментальной физики.	Знает: методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований; правила и условия выполнения работ,

<p>обобщения и выводы, выдвигать новые идеи, интерпретировать и представлять результаты научных исследований</p>	<p>ПК-5.3. Осуществляет сбор научной информации, готовит обзоры, аннотации, составляет рефераты и отчеты, библиографии</p>	<p>технических расчетов, оформления получаемых результатов. Умеет: проводить испытания, измерения и обработку результатов; регистрировать показания приборов; проводить расчёты критически анализировать результаты делать выводы. Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; выполнением оценки и обработки результатов исследования; навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p>
	<p>ПК-5.4. Участвует в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ различного уровня, выступает с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований.</p>	
<p>ПК-6. Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научных и прикладных физических исследований в области физике конденсированного состояния.</p>	<p>ПК-6.1. Имеет представления о методиках и технологиях физических исследований с помощью современного оборудования.</p>	<p>Знает: методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физике конденсированного состояния; физические основы структуры и свойств конденсированного состояния; Умеет: пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики электрического пробоя; анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники. Владеет: методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики конденсированного состояния; некоторыми диагностические методы исследования конденсированного состояния; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физике конден-</p>
	<p>ПК-6.2. Знает теорию и методы физических исследований в физике конденсированного состояния.</p>	
	<p>ПК-6.3. Знает теорию и методы физических исследований в области физике конденсированного состояния</p>	
	<p>ПК-6.4. Способен собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов</p>	

		сированного состояния, физических процессов, протекающих в конденсированной среде.
--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **3** зачетных единиц, **108** академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа в т.ч. экзамен	
Модуль 1							
1	Кристаллическое и аморфное состояние твёрдых тел.	9	4	4		10	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
2	Рентгеновское излучение.	9	2	2		10	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
	Итого по модулю1:		6	6		20	
Модуль 2							
3	Определение размера частиц порошка по рентгendifракционным данным.	9	4	4		8	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
4	Рентгеновская рефлектометрия, рентгеновская рефрактометрия	9	2	2		8	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
	Итого по модулю2:		8	6		16	
Модуль 3							
5	Малоугловое рентгеновское рассеяние	9	4	2		6	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
	Итого по модулю3:		4	2		6	
	Экзамен (подготовка, сдача)						зачёт
	ИТОГО: 108		16	14		78	

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1.

Тема 1. Кристаллическое и аморфное состояние твёрдых тел.

Аморфное состояние. Поликристалл, текстура, монокристалл. Типы пространственных и кристаллических решёток. Кристаллографические символы.

Тема 2. Рентгеновское излучение.

Природа рентгеновского излучения. Принципы работы рентгеновских аппаратов. Устройство рентгеновских трубок. Рентгеновские спектры, природа тормозного и характеристического спектра.

Модуль 2.

Тема 3. Определение размера частиц порошка по рентгенодифракционным данным.

Дифракция рентгеновских лучей атомным рядом из атомов одного и двух сортов. Дифракция трехмерной атомной решеткой. Условия Лауэ. Дифракция как отражение. Уравнение Брэгга. Влияние размера частиц порошка на ширину дифракционной линии.

Тема 4. Рентгеновская рефлектометрия, рентгеновская рефрактометрия.

Определение количества и толщины слоев тонкопленочных многослойных наноструктур методом рентгеновской рефлектометрии.

Определение плотности слоев нанометровой толщины методом рентгеновской рефрактометрии

Модуль 3.

Тема 5. Малоугловое рентгеновское рассеяние.

Объекты исследования метода малоуглового рентгеновского рассеяния. Физические основы метода.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1.

Тема 1. Кристаллическое и аморфное состояние твёрдых тел.

Аморфное состояние. Поликристалл, текстура, монокристалл. Типы пространственных и кристаллических решёток. Кристаллографические символы.

Тема 2. Рентгеновское излучение.

Природа рентгеновского излучения. Принципы работы рентгеновских аппаратов. Устройство рентгеновских трубок. Рентгеновские спектры, природа тормозного и характеристического спектра.

Модуль 2.

Тема 3. Определение размера частиц порошка по рентгенодифракционным данным.

Дифракция рентгеновских лучей атомным рядом из атомов одного и двух сортов. Дифракция трехмерной атомной решеткой. Условия Лауэ. Дифракция как отражение. Уравнение Брэгга. Влияние размера частиц порошка на ширину дифракционной линии.

Тема 4. Рентгеновская рефлектометрия, рентгеновская рефрактометрия.

Определение количества и толщины слоев тонкопленочных многослойных наноструктур методом рентгеновской рефлектометрии.

Определение плотности слоев нанометровой толщины методом рентгеновской рефрактометрии

Модуль 3.

Тема 5. Малоугловое рентгеновское рассеяние.

Объекты исследования метода малоуглового рентгеновского рассеяния. Физические основы метода.

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «**Рентгеноструктурный анализ наносистем**» применяются следующие образовательные технологии: развивающее обучение, проблемное обучение, коллективная система обучения. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Лекции сопровождаются представлением материалов виде презентаций с использованием анимации, выход на сайты, где представлены соответствующие иллюстрации и демонстрации для излагаемого материала.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Для подготовки к практическим (семинарским) занятиям разработаны учебно-методические пособия.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль.

В течение семестра студенты выполняют:

- повторение пройденного материала;
- подготовка к лабораторно-практическим работам;
- оформления лабораторно-практических работ (заполнение таблиц, решение задач, написание выводов);
- подготовки к контрольным работам;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;

Итоговый контроль. - зачёт в конце 1 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, а.ч.		
	Очная	Очно-заочная	заочная
Текущая СРС			
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20		
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10		
самостоятельное изучение разделов дисциплины	10		
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	14		
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10		

подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачётам	14		
подготовка к экзамену (экзаменам)			
другие виды СРС (указать конкретно)			
Творческая проблемно-ориентированная СРС			
выполнение расчётно-графических работ			
выполнение курсовой работы или курсового проекта			
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме			
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах			
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных			
другие виды ТРС (указать конкретно)			
Итого СРС:	78		

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

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

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПО-ОП (при наличии))	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	ИУК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания. ИУК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям. ИУК-6.3. Выбирает и реализует с	<u>Знает:</u> основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда; <u>Умеет:</u> - расставлять приоритеты профессиональной деятельности, и совершенствоваться на основе самооценки; - планировать самостоятельную деятельность в решении	Устный опрос

	<p>использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p> <p>ИУК-6.4. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития.</p>	<p>профессиональных задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> – подвергать критическому анализу проделанную работу; – находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития. <p><u>Владеет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> навыками выявления стимулов для саморазвития; – навыками определения реалистических целей профессионального роста. 	
<p>ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</p>	<p>ОПК-1.1. Владеет фундаментальными знаниями в области физики</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники; - основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; 	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем. - основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности. 	
	<p>ОПК-1.2. Использует фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач.</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач. - реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области научно-исследовательской 	

<p>ОПК-3. Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные продукты и ресурсы информационной коммуникационной сети «Интернет» для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящимися за пределами профильной подготовки.</p>	<p>ОПК-3.1. Владеет основными методиками поиска информации для решения профессиональных задач с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>деятельности.</p> <p>Знает: - современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p> <p>Умеет: - получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте, с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p> <p>Владеет: - навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>
	<p>ОПК-3.2. Применяет специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональной деятельности.</p>	<p>Знает: - требования к программно-математическому обеспечению для эффективного проведения исследований и решения профессиональных задач.</p> <p>Умеет: - подобрать и применять наиболее оп-</p>	

		<p>тимальное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональных задач.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональных задач. 	
<p>ОПК-4. Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-4.1. Определяет ожидаемые результаты научных исследований.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; - возможные варианты внедрения результатов исследований в области профессиональной деятельности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; - определять ожидаемые результаты научных исследований; - определять способы внедрения результатов научных исследований. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - профессиональной терминологией при презентации проведенного исследова- 	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>
	<p>ОПК -4.2. Предлагает возможные варианты внедрения результатов исследований в области профессиональной деятельности.</p>		
	<p>ОПК-4.3. Знает области применения результатов научных исследований в своей профессиональной деятельности</p>		

		<p>ния и научным стилем изложения собственной концепции;</p> <p>- методами описания результатов научных исследований для их внедрения.</p>	
<p>ПК-3. Способен организовать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области</p>	<p>ПК-3.1. Способен на основе знаний в соответствующей предметной области определять содержание учебно-проектной деятельности обучающихся</p>	<p>Знает: содержание учебно-проектной деятельности обучающихся; основы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся.</p> <p>Умеет: совместно с обучающимися формулировать проблемную тематику учебного проекта; определять содержание и требования к результатам индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности; организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся;</p> <p>- работать в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу.</p> <p>Владеет: способами планирования и осуществления руководства действиями обучающихся в индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности.</p>	Устный опрос
	<p>ПК-3.2. Демонстрирует способность организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области.</p>		
	<p>ПК-3.3. Разрабатывает план, программы, методы, основные принципы и технологии организации и проведения проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся.</p>		
<p>ПК-5 Способен самостоятельно проводить</p>	<p>ПК-5.1. Способен анализировать и обобщать ре-</p>	<p>Знает: методы исследований, проведения, обработки и</p>	Устный опрос, письменный опрос

<p>физические исследования, анализировать, делать научные обобщения и выводы, выдвигать новые идеи, интерпретировать и представлять результаты научных исследований</p>	<p>зультаты патентного поиска по тематике проекта в области фундаментальной физики.</p> <p>ПК-5.3. Осуществляет сбор научной информации, готовит обзоры, аннотации, составляет рефераты и отчеты, библиографии</p> <p>ПК-5.4. Участвует в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ различного уровня, выступает с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований.</p>	<p>анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований; правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления полученных результатов.</p> <p>Умеет: проводить испытания, измерения и обработку результатов; регистрировать показания приборов; проводить расчёты критически анализировать результаты делать выводы.</p> <p>Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; выполнением оценки и обработки результатов исследования; навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p>	
<p>ПК-6. Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научных и прикладных физических исследований в области физике конденсированного состояния.</p>	<p>ПК-6.1. Имеет представления о методиках и технологиях физических исследований с помощью современного оборудования.</p> <p>ПК-6.2. Знает теорию и методы физических исследований в физике конденсированного состояния.</p>	<p>Знает: методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физике конденсированного состояния; физические основы структуры и свойств конденсированного состояния;</p> <p>Умеет: пользоваться современной при-</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>

	<p>ПК-6.3. Знает теорию и методы физических исследований в области физике конденсированного состояния</p>	<p>борной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики электрического пробоя; анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники. Владеет: методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики конденсированного состояния; некоторыми диагностические методы исследования конденсированного состояния; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физике конденсированного состояния, физических процессов, протекающих в конденсированной среде.</p>	
<p>ПК-6.4. Способен собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов</p>			

7.2. Типовые контрольные задания.

Примерные контрольные вопросы

1. В результате чего возникает рентгеновское излучение?
2. Каких видов бывает рентгеновское излучение?

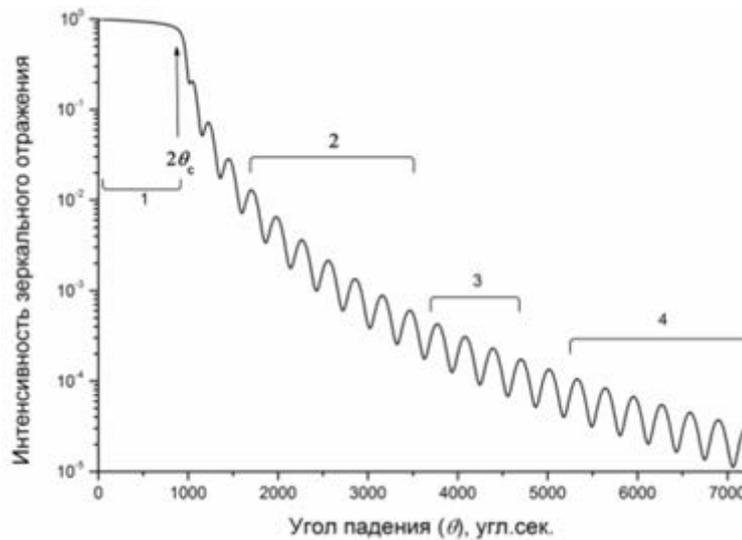
3. В результате чего возникает характеристическое рентгеновское излучение?
4. Какими переходами электронов обусловлено характеристическое рентгеновское излучение?
5. Какие процессы приводят к возникновению тормозного рентгеновского излучения?
6. Что является источником тормозного рентгеновского излучения?
7. Какие два типа рассеяния испытывают рентгеновские лучи?
8. Что такое когерентное рассеяние?
9. Что такое некогерентное рассеяние?
10. Какие существуют методы исследования вещества?
11. Что такое дифракционные методы исследования веществ?
12. Что лежит в основе дифракционных методов?
13. Что такое рентгеновский спектр?
14. С каких электронных уровней атома происходит эмиссии электронов?
15. На чем основана рентгеновская дифрактометрия?
16. Согласно какому закону происходит возникновение дифракции?
17. Какие методы исследования основаны на явлении дифракции рентгеновских лучей?
18. Какое уравнение является одним из основных уравнений рентгеноструктурного анализа?
19. Что лежит в основе метода рентгеновской рефлектометрии?
20. Как определяется плотность поверхностного слоя методом рентгеновской рефлектометрии?
21. Как определяется состав преломляющего слоя методом рентгеновской рефлектометрии?
22. Как определяется толщина пленок методом рентгеновской рефлектометрии?
23. Каким образом определяется интенсивность линий по рентгенограммам?
24. Что такое интегральная интенсивность, и какие составляющие в нее входят?
25. От каких факторов прямо зависит интенсивность линий на рентгенограммах?
26. Что такое рентгенограмма?
27. Чем характеризуется рентгенограмма?
28. Какими способами определяют положение дифракционного пика?
29. Какой из способов определения положения дифракционного пика является более точным?
30. Как определить положение максимума дифракционного пика?
31. Как определить положение центра тяжести линии?
32. Каким способом определяется интенсивность рефлекса?
33. Как определить ширину дифракционного пика?
34. Какие основные этапы включает расшифровка рентгенограмм?
35. Из каких этапов состоит первичная обработка рентгенограмм?
36. Что представляет собой картотека JCPDS?
37. Что такое индицирование рентгенограммы?
38. Какие существуют способы индицирования рентгенограмм?
39. Какие параметры необходимо определить для выявления фазового состава и параметров кристаллической структуры?
40. Какие структурные особенности образца вызывают уширение дифракционного максимума на рентгенограмме?
41. Запишите закон ослабления рентгеновских лучей при прохождении их через вещество?
42. В чем состоит метод определения толщины покрытия по ослаблению рентгеновских лучей?

Примерные тесты для текущего и промежуточного контроля:

- 1. Кем был обнаружен эффект полного внешнего отражения**

- У. Брэггом
- А. Комптоном
- М. Лауэ
- В. Ренгеном

2. Какая из областей, выделенных на рисунке, представленном ниже, соответствует области ПВО



- 2
- 1
- 3
- 4

3. Как записывается закон Снеллиуса

- $n_1 \theta_1 = n_2 \theta_2$
- $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$
- $n_1 = n_2 \cos \theta_1$
- $n_1 \sin \theta_2 = n_2 \sin \theta_1$

4. Какое из неравенств выполняется для жесткого рентгеновского излучения

- $\sigma = \beta \ll 1$
- $\sigma < \beta \ll 1$
- $\sigma > \beta \gg 1$
- $\beta < \sigma \ll 1$

5. Как записывается комплексный показатель преломления n

- $n = 1 - \sigma - i\beta$

- $n = \sigma + i\beta$
- $n = \sigma - i\beta$
- $n = 1 - \sigma - \beta$

6. Как записывается условие дифракции Брэгга-Вульфа

- $2\sin\Theta = n\lambda, n = \pm 1, \pm 2, \dots$
- $2d\sin\Theta = n\lambda, n \in R$
- $2d\sin\Theta = n\lambda, n = \pm 1, \pm 2, \dots$
- $2d\sin\Theta = n\Theta, n = \pm 1, \pm 2, \dots$

7. В методе рентгеновской рефлектометрии сканирование производят

- сканирование не производят
- двигая образец вверх-вниз
- в области дальних дифракционных углов
- в области малых дифракционных углов

8. Данные рефлектограммы представляет собой зависимость от угла падения

- показателя преломления
- длины волны рентгеновского излучения
- коэффициента зеркального отражения
- диэлектрической проницаемости

9. Максимальная толщина слоя, которую можно прецизионно измерить при помощи рефлектометрии, примерно составляет

- 0,1 мм
- 1 нм
- 0,1 мкм
- 1 см

10. Как определяется критический угол

- $\Theta_c = \sqrt{2n}$
- $\Theta_c = \sqrt{2\sigma}$
- $\Theta_c = \sqrt{2\beta}$
- $\Theta_c = 2\sigma$

11. Для излучения CuK_α $\sigma(\text{Si}) = 3,25 \cdot 10^{-6}$, $\beta(\text{Si}) = 7,4 \cdot 10^{-8}$. Чему равен комплексный показатель преломления кремния n

- $7,4 \cdot 10^{-8} - 3,25 \cdot 10^{-6}i$

- $3,25 \cdot 10^{-6} - 7,4 \cdot 10^{-8}i$
- $1 - 7,4 \cdot 10^{-8} - 3,25 \cdot 10^{-6}i$
- $1 - 3,25 \cdot 10^{-6} - 7,4 \cdot 10^{-8}i$

12. Для излучения CuK_α $\sigma(\text{Ni}) = 2,72 \cdot 10^{-6}$, $\beta(\text{Ni}) = 5,72 \cdot 10^{-8}$. Чему равен комплексный показатель преломления никеля n

- $1 - 5,72 \cdot 10^{-8} - 2,72 \cdot 10^{-6}i$
- $2,72 \cdot 10^{-6} - 5,72 \cdot 10^{-8}i$
- $1 - 2,72 \cdot 10^{-6} - 5,72 \cdot 10^{-8}i$
- $2,72 \cdot 10^{-6} + 5,72 \cdot 10^{-8}i$

13. Период осцилляций на рефлектограмме определяется

- шероховатостью границы раздела
- толщиной пленки
- строением подложки
- плотностью пленки

14. Критический угол полного внешнего отражения определяется

- толщиной пленки
- строением подложки
- плотностью пленки
- шероховатостью границы раздела

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

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Лекции - Текущий контроль включает:

- посещение занятий __ 10 __ бал.
- активное участие на лекциях __ 15 __ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум __ 60 __ бал.
- и др. (доклады, рефераты) __ 15 __ бал.

Практика (р/з) - Текущий контроль включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий __ 10 __ бал.
- активное участие на практических занятиях __ 15 __ бал.
- выполнение домашних работ __ 15 __ бал.
- выполнение самостоятельных работ __ 20 __ бал.
- выполнение контрольных работ __ 40 __ бал.
-

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

а) адрес сайта курса:

<http://phys.dgu.ru/>

б) основная литература:

1. Волков В. В., Исследование структуры наносистем методом малоуглового рентгеновского и нейтронного рассеяния / В. В. Волков // http://nano.msu.ru/files/materials/VII_2009/exrmethods/lecture10.pdf
2. Чупрунов, Е. В. Рентгеновские методы исследования твердых тел. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации. «Физико-химические основы нанотехнологий» / Е. В. Чупрунов, М. А. Фаддеев, Е. В. Алексеев // ННГУ. Нижний Новгород, 2007. С . 194.
3. Кузьмичева, Г. М. Рентгенография наноразмерных объектов. Часть 1 [Текст]: учебное пособие / Г. М. Кузьмичева. – М.: МИТХТ им. Ломоносова, 2010. – 81 с.
4. Хабас, Т. А. Рентгенофазовый анализ / Т. А. Хабас, Т. В. Вакалова, А. А. Громов, Е. А. Кулинич. – Томск: ТПУ, 2007.– 40 с.
5. С Горелик, С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ [Текст]: учебное пособие / С. С. Горелик, Ю. А. Скаков, Л. Н. Расторгуев.– М.: МИСИС, 2002 – 360 с.
6. Иванов, А. Н. Дифракционные методы исследования материалов [Текст]: спецкурс для специальности «физика металлов» / А.Н. Иванов. – М.: Государственный технологический университет «Московский институт стали и сплавов», 2008г. – 99с.

в) дополнительная литература:

1. Свергун Д. И., Фейгин Л. А. Рентгеновское и нейтронное малоугловое рассеяние / Д. И.Свергун, Л. А. Фейгин -М.: Наука, 1986. – 279 с. 1976. – 171 с.
2. Миркин, Л. И. Рентгеноструктурный анализ: Справочное руководство. – М.: Наука, 1976. – 863 с.
3. Шаскольская, Марианна Петровна. Кристаллография : [учебник для вузов] / Шаскольская, Марианна Петровна. - М. : Высш. шк., 1984, 1976. - : ил. ; 22 см. - Список лит.: с. 384. - Предм. указ.: с. 396-389. - 1-52.
4. Горелик С. С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ / С. С. Горелик, Л. Н. Расторгуев, Ю. А. Скаков // М.: Металлургия, 1970.
5. Дзидзигури Э. Л. Ультрадисперсные среды: методы рентгеновской дифрактометрии для исследования наноматериалов: учебное пособие. – М.: МИСиС, 2007. – 60 с. 480 с.
6. Рентгенодифракционные методы исследования кристаллов : учебно- метод. пособие / [М.Х.Рабданов, Н.Г.Гасанов, Р.М.Эмиров] Минобрнауки России, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2014. - 69-00.

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

1. Международная база данных Scopus по разделу физика полупроводников <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике физика полупроводников <http://www.sciencedirect.com/>

3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
6. Ресурсы МГУ www.nanometer.ru.
7. Методы получения наноразмерных материалов/ курс лекций и руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург. 2007.
8. http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp_sost_SS.pdf
9. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>.
10. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
11. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредитования (<http://www.fepo.ru/>)

Интернет-ресурсы

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки магистра по направлению 03.04.02 – физика:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг. (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.пф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания(доступ будет продлен).
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.
13. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкур-

- са. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
14. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно лицензионному договору №Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
 15. Web of Science - webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно лицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г. (*доступ будет продлен*)
 16. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных – диссертации. Доступ продлен согласно лицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
 17. Sage - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании лицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
 18. American Chemical Society. Доступ продлен на основании лицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
 19. Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании лицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
1. Портал: <http://www.nano.ncstu.ru/>.
 2. <http://ibooks.ru> (Электронно-библиотечная система (ЭБС) iBooks.Ru.Учебники и учебные пособия для университетов)
 3. <http://www.iprbookshop.ru>(Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks Учебники и учебные пособия для университетов) <http://www.biblioclub.ru>(Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн)

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
 - наглядные пособия;
 - тезисы лекций,
 - раздаточный материал по тематике лекций.
- Самостоятельная работа студентов:**
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
 - поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
 - работа с тестами и вопросами для самопроверки;
 - моделирование кинетических процессов в плазме объемного разряда;

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении обра-

зовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Программное обеспечение для лекций: MS Power Point (MS Power Point Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS Power Point (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

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

1. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием
2. Учебная лаборатория по рентгеновским методам исследования кристаллов и компьютерный класс с выходом в интернет.