



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Диэлектрические и теплофизические свойства наноструктурированных материалов»

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:
по выбору

Махачкала, 2017 год

Рабочая программа дисциплины «Диэлектрические и теплофизические свойства наноструктурированных материалов» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС+ ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика (уровень: магистратура), профиль подготовки: **Физика наносистем**.

Разработчик(и): кафедра физики конденсированного состояния и наносистем, Каллаев С.Н., д.ф.-м.н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физики конденсированного состояния и наносистем от «25» марта 2017г., протокол №7.

Зав. кафедрой _____ Рабаданов М.Х.

На заседании Методической комиссии физического факультета от «31» марта 2017г, протокол №7.

Председатель _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением
« 03 04 _____ 2017г. _____ Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Диэлектрические и теплофизические свойства наноструктурированных материалов» входит в Блок 1, вариативную часть – дисциплина по выбору, образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02– Физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физика конденсированного состояния и наносистем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физических свойств и структурных особенностей функциональных материалов, в том числе наноструктурированных систем, физической сущности явлений, происходящих в этих материалах при воздействии на них различных факторов, влияющих как на структуру, так и на свойства.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общепрофессиональных*: ОПК–6; *профессиональных*: ПК–2, ПК–3, ПК–4.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и пр. и промежуточный контроль в форме экзамена.

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

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	Форма промежу- точной аттеста- ции зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
А	72	8		10			54	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Курс лекций «Диэлектрические и теплофизические свойства наноструктурированных материалов» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1, читаемых для магистров по направлению 03.04.02 - Физика на кафедре физика конденсированного состояния и наносистем Даггосуниверситета в 2 семестре магистратуры.

Основная цель данного курса состоит в том, чтобы магистры, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о структуре, физических свойствах и их связи в диэлектрических и наноструктурированных материалах при различных внешних воздействиях (температура, примеси и др.).

В лекциях будет обращать внимание на признанные положения теории и практики, которыми должны руководствоваться магистранты, при исследовании и интерпретации структуры и свойств диэлектрических материалов и наносистем.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Диэлектрические и теплофизические свойства наноструктурированных материалов» входит как курс по выбору Блока 1 образовательной программы (ФГОС ВО) магистратуры по направлению 03.04.02– Физика.

Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области общей физики, квантовой механики, теоретической физики, статистической физики для решения конкретных практических задач на примере задач физики функциональных материалов.

Магистры, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания в объеме знаний курса общей физики и физики конденсированного состояния и наносистем, квантовой механики, статистической физики, физики фазовых переходов. Данная дисциплина является базовой для дальнейшего изучения дисциплин: физические свойства диэлектрических и наноструктурированных материалов, а так же научно – исследовательской, научно – педагогической и научно – производственной практик.

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

В результате изучения дисциплины магистр должен:

знать:

- физическую сущность явлений, происходящих в объемных и наноструктурированных материалах в условиях производства и эксплуатации;
- взаимосвязь структуры материалов с их свойствами;
- области применения материалов;

уметь:

- оценивать поведение материала при воздействии на них различных эксплуатационных факторов;
- обоснованно выбирать материал;

владеть:

- навыками работы с приборами, позволяющими определять свойства и оценивать функциональные характеристики материалов.

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК – 6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные представления о фазовых состояниях в конденсированных системах • модели формирования структуры и свойств функциональных диэлектрических материалов • основные особенности электрических, тепловых, магнитных свойств функциональных материалов, • разнообразные практические приложения. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики твёрдого тела и функциональных материалов; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физике функциональных материалов; • проводить научные исследования в области физики конденсированных сред с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами исследования диэлектрических и

		<p>наноструктурированных материалов,</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами термодинамических расчетов и анализа экспериментальных результатов, • навыками решения задач по интерпретации связи свойств со структурой.
ПК-2	<p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики функциональных и наноструктурированных материалов; • методики получения функциональных материалов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики функциональных и наноструктурированных материалов; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования функциональных и наноструктурированных материалов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики функциональных и наноструктурированных материалов. • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики функциональных и наноструктурированных материалов. • владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
ПК-3	<p>Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно – инновационных исследованиях и инженерно – технологической деятельности.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • инновационные методы исследований структуры и свойств функциональных материалов и как решаются задачи по интерпретации связи свойств со структурой. • что востребовано практикой на текущий момент и как решать научно – инновационные задачи и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности <p>Уметь:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики наносистемами решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> техникой экспериментальных исследований структуры и свойств материалов, методами термодинамических расчетов и анализа, владеть знаниями, необходимыми для решения научно-инновационных задач физики наноструктурированных систем
ПК-4	способность планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач по физике и технологии функциональных материалов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики функциональных и наноструктурированных материалов; 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; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками проведения научных исследований в области физики диэлектрических функциональных и наноматериалов с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Методами планирования и организации физических исследований, семинаров и конференций.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу магистров и трудоемкость в часах				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практич. занятия	Лабора-тор. занятия	Контроль сам. раб	
Модуль 1							
1	Структура и симметрия кристаллов	А	1	1		6	контрольная работа семинарское занятие
2	Фазовые переходы и критические явления. Сегнетоэлектрические и магнитные фазовые переходы.		1	1		6	
3	Колебания кристаллической решетки. Тепловые свойства твердых тел.		1	1		6	
4	Диэлектрические и магнитные свойства. Сегнетоэлектрики, магнетики.		1	1		6	
Модуль 2							
5	Наноматериалы. Размерные эффекты. Методы получения наноматериалов	А	1	1		10	контрольная работа семинарское занятие
6	Методы исследования морфологии, структуры и свойства наноматериалов.		1	1		10	
7	Физические свойства наноструктурированных диэлектрических материалов. Сегнеторелаксоры, мультиферроики.		2	2		10	
	Модуль 3. Итоговый контроль знаний. Зачет.	А	Подготовка к зачету				зачет
	Итого		8	10		54	

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

Модуль 1.**Тема 1. Структура и симметрия кристаллов.**

Кристаллические и аморфные твердые тела. Базис и кристаллическая структура. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна. Элементы симметрии кристаллов. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.

Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах.

Тема 2. Фазовые переходы второго рода и критические явления.

Фазовые переходы второго рода. Структурные сегнетоэлектрические переходы. Магнитные фазовые переходы. Термодинамическая теория фазовых переходов. Флуктуационные эффекты и критические явления.

Тема 3. Колебания кристаллической решетки. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Фононы.

Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю.

Тепловое расширение твердых тел. Ангармонические колебания.

Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана – Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.

Тема 4. Диэлектрические и магнитные свойства.

Поляризация диэлектриков. Основные механизмы поляризации. Диэлектрическая проницаемость. Полярные материалы. Доменная структура, гистерезис.

Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики, антиферромагнетики. Природа ферромагнетизма. Роль обменного взаимодействия. Ферромагнитные домены.

Модуль 2.**Тема 5. Наноматериалы. Размерные эффекты. Методы получения наноматериалов.**

Наноструктуры. Квантовые размерные эффекты. Методы получения наноструктур и нанокристаллических материалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, газофазный синтез, механосинтез, химический синтез, осаждение из коллоидных растворов и др.

Тема 6. Методы исследования морфологии, структуры и свойства материалов.

Атомно-силовая и туннельная микроскопия, электронная микроскопия, дифракционный метод. Свойства изолированных наночастиц и нанокристаллитов.

Тема 7. Физические свойства наноструктурированных диэлектрических материалов.

Сегнеторелаксоры, мультиферроики. Тепловые свойства (теплоемкость, теплопроводность, тепловое расширение) наноструктурированных диэлектрических материалов. Диэлектрические свойства нанокристаллических соединений. Особенности физических свойств в области фазовых переходов наноструктурированных диэлектрических материалах. Связь между свойствами и особенностями структуры наноматериалов.

Модуль 3.**Подготовка к зачету.****Темы лекций.**

Лекция 1. Кристаллические структуры и симметрия.

Лекция 2. Фазовые переходы второго рода. Сегнетоэлектрические и магнитные фазовые переходы.

Лекция 3. Теплофизические свойства твердых тел.

Лекция 4. Диэлектрические и магнитные свойства кристаллических материалов.

Лекция 5. Размерные эффекты. Наноматериалы и методы их получения.

Лекция 6. Методы исследования структуры и свойств наноматериалов.

Лекция 7. Сегнеторелаксоры, мультиферроики.

Лекция 8. Физические свойства наноструктурированных диэлектрических материалов.

Примерные темы практических и/или семинарских занятий и самостоятельной работы

1. Трансляционная и точечная симметрия кристаллов. Преобразования симметрии. Прямая и обратная решетки. Индексы Миллера. Работа с лекционным материалом.
2. Фазовые переходы второго рода. Термодинамическая теория Ландау. Особенности термодинамических свойств в области фазовых переходов. Структурные сегнетоэлектрические переходы. Магнитные фазовые переходы. Флуктуационные эффекты и критические явления.
3. Квантование колебаний кристаллической решетки. Фононы. Классическая и квантовая теория теплоемкости твердого тела. Приближение Дебая. Тепловое расширение и теплопроводность твердого тела.
4. Поляризация диэлектриков и диэлектрическая проницаемость. Сегнетоэлектрики. Пироэлектрики. Пьезоэлектрики.
5. Намагниченность и магнитная восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики. Доменная структура, гистерезис.
6. Размерные эффекты. Наноструктуры и наноматериалы.
7. Методы синтеза наноструктур и наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, газофазный синтез, механосинтез, химический синтез, осаждение из коллоидных растворов и др.
8. Методы исследования морфологии и структуры наноматериалов: атомно-силовая и туннельная микроскопия, электронная микроскопия, дифракционный метод и др.
9. Тепловые свойства (теплоемкость, теплопроводность, тепловое расширение) наноструктурированных диэлектрических материалов. Диэлектрические свойства нанокристаллических соединений. Особенности физических свойств в области фазовых переходов наноструктурированных диэлектрических материалах. Связь между свойствами и особенностями структуры наноматериалов.
10. Сегнеторелаксоры, мультиферроики.

5. Образовательные технологии: В соответствии с требованиями ФГОС ВОпо направлению подготовки реализация компетентного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены лекции в сочетании с научными экспериментами на установках кафедры. Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамены, компьютеры. В течение семестра магистры решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 6 часов из 20 часов аудиторных занятий.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок. Для выполнения физического практикума по физике наносистем и подготовке к практическим (семинарским) занятиям разработаны учебно-методические пособия и разработки, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

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

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов, академических институтов России и зарубежных ученых.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы магистров.

Промежуточный контроль. В течение семестра магистры 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; написание курсовых работ по проблемам дисциплины "Диэлектрические, теплофизические свойства и фазовые переходы наноструктурированных материалов"

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

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.

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

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-6	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные представления о фазовых равновесиях в конденсированных системах • модели формирования структуры и свойств функциональных материалов • основные особенности электрических, тепловых, магнитных свойств функциональных материалов, • разнообразные практические приложения. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики и технологии функциональных материалов; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физики и технологии функциональных материалов; • проводить научные исследования в области физики и технологии функциональных материалов с помощью со- 	Устный опрос, письменный опрос

	<p>временной приборной (в том числе сложного физическо-го оборудования) и технологической базы и информаци-онных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технологиями получения наносистем и функциональных материалов, • методами исследования наносистем и функциональных ма-териалов, • навыками решения задач по интерпретации связи свойств со структурой. 	
ПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики;</i> • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • <i>методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области</i> физики и тех-нологии функциональных материалов; • физические основы технологии функциональных материа-лов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики</i> функцио-нальных материалов; • использовать базовые теоретические знания фундамен-тальных разделов общей и теоретической физики для ре-шения задач по физике функциональных материалов; • <i>пользоваться теоретическими основами, основны-ми понятиями, законами и моделями формирова-ния</i> функциональных материалов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики и технологии</i> функциональных ма-териалов; • экспресс анализом и диагностическими методами исследо-вания функциональных материалов; • <i>методами обработки и анализа экс-периментальной и теоретической информации в области физики</i> функциональных материалов. • владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности. 	Устный опрос, письменный опрос
ПК-3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • как строить и использовать простейшие модели при разра-ботке <i>технологии соответствующих</i> функциональ-ных материалов; • инновационные методы исследований структуры и свойств функциональных материалов и как решаются задачи по интерпретации связи свойств со структурой. • что востребовано практикой на текущий момент и как решать научно – инновационные задачи и применять ре- 	Устный опрос, письменный опрос

	<p>зультаты научных исследований в инновационной деятельности</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики наносистемы решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта • получать наносистемы и композиционные материалы, с заданными физическими свойствами • генерировать идеи по разработке эффективных технологий синтеза и спекания, а так же и их оптимизации, <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • техникой экспериментальных исследований структуры и свойств материалов, • методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих функциональных структур, • Экспресс анализом, полученных материалов • владеть знаниями, необходимыми для решения • научно-инновационных задач физики наносистем 	
ПК-4	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач по физике и технологии функциональных материалов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • решать задачи для описания процессов при синтезе спекания, обжиге и отжиге; • пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики и технологии функциональных материалов; • 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; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками исследования физических процессов; • навыками для анализа структуры и свойств полученных материалов; • навыками проведения научных исследований в области физики физики и технологии функциональных материалов с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. • Методами планирования и организации физических исследований, семинаров и конференций. 	Устный опрос, письменный опрос

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал

оценивания.**ОПК-6**

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	уметь использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Ознакомлен с использованием знаний современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Демонстрирует знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Показывает навыки успешного использования современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.

ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Ознакомлен с разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Демонстрирует свободное владение разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Показывает навыки успешного владения разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

ПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты	Ознакомлен методами, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять	Демонстрирует свободное владение методами для решения научно – инновационных задач	Показывает навыки успешного владения методами, необходимыми для решения научно –

	научных исследований в инновационной деятельности	результаты научных исследований в инновационной деятельности	и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
--	---	--	--	--

ПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции	Ознакомлен с планированием и организацией физических исследований, семинаров и конференций	Демонстрирует умение планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции	Показывает навыки успешного планирования и организации физических исследований, семинаров и конференций.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Примеры вопросов и тестов для текущего и промежуточного контроля
«Диэлектрические и теплофизические свойства наноструктурированных материалов».

Примерные вопросы для текущей проверки знаний.

1. Кристаллическая решетка; элементы симметрии.
2. Решетки Браве. Базис кристаллической решетки.
3. Примитивная ячейка, ячейка Вигнера-Зейтца.
4. Кристаллографические направления и плоскости.
5. Обратная решетка.
6. Колебания линейных цепочек.
7. Общая классификация колебательных мод.; число различных мод; акустические и оптические колебания.
8. Закон Дюлонга и Пти. Область применения этого закона.
9. Понятие о функции распределения частот в твердом теле.
10. Колебания неидеальных решеток, локальные моды.
11. Квантование колебаний решетки; фононы.
12. Ангармонизм колебаний кристаллических решеток; распад и времена жизни фононов.
13. Основы теории Дебая теплоемкости твердых тел. Определение дебаевской температуры. Связь дебаевской температуры и скорости распространения волн в кристаллах.
14. Магнитные свойства веществ. Диамагнетизм и парамагнетизм. Закон Кюри-Вейсса.
15. Ферромагнетизм. Понятие об обменном взаимодействии. Обменный интеграл. Магнитные домены. Антиферромагнетизм.
16. Сверхпроводимость. Основная феноменология. Эффект Мейсснера.
17. Высокотемпературные сверхпроводники.
18. Поляризация диэлектриков. Основные механизмы поляризации.
19. Диэлектрические потери.

20. Фазовые переходы в диэлектриках.
21. Сегнетоэлектрики. Спонтанная поляризация, сегнетоэлектрический фазовый переход. Доменная структура, гистерезис.
22. Пьезоэлектрики, пирозэлектрики, электреты.
23. Основные свойства неупорядоченных сред.
24. Наноструктуры. Размерные эффекты.
25. Методы получения нанопленок, нанотрубок и нанопорошков.
26. Атомно-силовая микроскопия.
27. Особенности теплофизических и диэлектрических свойств нанокерамических материалов.
28. Сегнетоэлектрики, мультиферроики.

Примерные тесты для текущего и промежуточного контроля

1. Какое из следующих выражений соответствует условию дифракции Брэгга в обратном пространстве:

1) $2d \sin Q = n\lambda$ 2) $\vec{G} = h\vec{a}^* + k\vec{b}^* + l\vec{c}^*$ 3) $\vec{c}\Delta\vec{k} = 2a$ 4) $2\vec{k}\vec{G} + G^2 = 0$

5) $|\vec{G}| = \frac{2\pi}{d_{hkl}}$.

2) Какое из следующих выражений соответствует формуле Брэгга, при выполнении которого возникает интерференционный максимум:

1) $|\vec{G}| = \frac{2\pi}{d_{hkl}}$ 2) $\vec{G} = h\vec{a}^* + k\vec{b}^* + l\vec{c}^*$ 3) $\vec{c}\Delta\vec{k} = l\lambda$ 4) $2\vec{k}\vec{G} + G^2 = 0$ 5) $2d \sin Q = n\lambda$.

3) Как ориентирован вектор обратной решетки $\vec{G} = h\vec{a}^* + k\vec{b}^* + l\vec{c}^*$ относительно плоскости (h k l):

- 1) перпендикулярен
- 2) параллелен
- 3) направлен под углом
- 4) лежит на плоскости (h k l)
- 5) среди ответов а-г нет правильного.

4) Чему равно расстояние между плоскостями (111) в кубической решетке с параметром a :

1) a 2) $a/\sqrt{2}$ 3) $2a$ 4) $a/\sqrt{3}$ 5) $3/2a$.

5) Число ближайших соседей, окружающих данный атом в кристалле, называют:

- 1) символом узла
- 2) числом состояний
- 3) плотностью состояний;
- 4) числом Лоренца
- 5) координационным числом.

6) Кристаллическая решетка не может иметь ось симметрии:

- 1) четвертого порядка
- 2) второго порядка
- 3) третьего порядка
- 4) пятого порядка
- 5) шестого порядка.

7) Конечная величина теплопроводности твердых тел обусловлена:

- 1) процессами переброса или U – процессами
- 2) нормальными или N – процессами
- 3) N- и U - процессами одновременно
- 4) рассеянием электронов на фононах
- 5) рассеянием электронов на примесях и дефектах.

8) Физический смысл температуры Дебая Q_D в том, что при этой температуре:

1) частота $\omega_D = \frac{k_0 Q_D}{\hbar}$ имеет порядок минимальной частоты фононов

- 2) тепловая энергия $k_0 Q_D$ равна минимальной энергии одного кванта колебаний решетки

- 3) тепловая энергия $k_0 Q_D$ равна максимальной энергии одного кванта колебаний решетки
- 4) тепловая энергия $k_0 Q_D$ равна средней энергии одного кванта колебаний решетки.
- 9) В цепочке, состоящей из атомов двух сортов, возможны два типа колебаний с одной и той же длиной волны – акустические и оптические. При этом:
- 1) во всех модах колебания соседних атомов цепочки происходят в противофазе
 - 2) для акустических мод колебания соседних атомов цепочки происходят в противофазе, для оптических мод – в фазе
 - 3) во всех модах колебания соседних атомов цепочки происходят в фазе
 - 4) для акустических мод колебания соседних атомов цепочки происходят в фазе, для оптических мод – в противофазе;
 - 5) среди ответов а-г нет правильного.
- 10) При учете ангармонизма колебаний тепловое расширение твердых тел связано с тем, что при повышении температуры:
- 1) увеличивается амплитуда колебаний атомов, а среднее расстояние между ними остается неизменным
 - 2) увеличивается не только амплитуда колебаний атомов, но также происходит увеличение средних расстояний между ними
 - 3) увеличивается среднее расстояние между атомами при неизменной амплитуде их колебаний
 - 4) амплитуда колебаний атомов и среднее расстояние между ними не изменяются
 - 5) амплитуда колебаний атомов уменьшается, а среднее расстояние между ними возрастает.
- 11) Какое из приведенных выражений соответствует теплоемкости решетки при низких температурах по модели Эйнштейна:
- 1) $C = 3Nk_0 \frac{\hbar\omega}{k_0T} e^{-\frac{\hbar\omega}{k_0T}}$
 - 2) $C = \frac{12}{5}\pi^4 Nk_0 \frac{T}{Q}^3$
 - 3) $C = \frac{9}{2}Nk_0$
 - 4) $C = \frac{\pi^2}{2}Nk_0 \frac{k_0T}{E_F}$
 - 5) $C = 3Nk_0$.
- 14) В объемном кристалле для каждого значения волнового вектора k имеет место три моды колебаний:
- 1) одна из них T соответствует поперечной, а две другие L_1 и L_2 – продольным волнам;
 - 2) одна из них L соответствует продольной, а две другие T_1 и T_2 - поперечным волнам;
 - 3) все три моды являются поперечными T_1 , T_2 и T_3 ;
 - 4) все три моды являются продольными L_1 , L_2 и L_3 .
- 15) Кванты энергии колебаний решетки названы:
- 1) фононами
 - 2) фотонами
 - 3) магнонами
 - 4) экситонами
 - 5) плазмонами.

7.4. 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.**Литература****Основная:**

1. Павлов П. В. Хохлов А. Ф. Физика твердого тела. – М.: Высшая школа, 2000.
2. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния. – М.: Бином. 2014.
3. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела.- М.: Наука, 1978.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. Статистическая физика.- М.:Наука, 1972.
5. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2000. - 224 с.
6. Новые материалы / Под ред. Ю.С. Карабасова. М.: МИСИС, 2002.- 736 с.
7. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. – М.: Изд-во «Машиностроение –1», 2003 – 112 с.
8. Получение нанопорошков $Y(Ba_{1-x}Be_x)_2Cu_3O_{7-\delta}$ методами химической технологии: Учебно-методическое пособие/ Составители: Д.К. Палчаев, Ж.Х. Мурлиева, Ш.Ш. Хидиров, Ш.В. Ахмедов - Махачкала: Изд ДГУ, 2011. – 19с.

дополнительная литература:

1. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. Екатеринбург: УрО РАН, 1998.- 200 с.
2. Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, А.М. Кротов НАНОМАТЕРИАЛЫ. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Учебное пособие Международный университет природы, общества и человека «Дубна» Филиал «Угреша». Москва 2007- 125с
3. Алымов М.И., Зеленский В.А. Методы получения и физико-механические свойства объемных нанокристаллических материалов. - М.: МИФИ, 2005. – 52 с.
4. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Под. Ред. М.К.Роко, Р.С.Уильямса.- М.:Мир. 2002. -292с.

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 Росаккредагентства (<http://www.fepo.ru/>)

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

- рабочие тетради магистров;
- наглядные пособия;
- словарь терминов по физике газового разряда;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа магистров:

- 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;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование кинетических процессов в плазме объемного разряда;

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

1. Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

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

1. Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков исследования свойств и обработки данных обеспечивается лабораториями физического практикума – 6 лаб. работ (Физики и технология композиционных материалов).
2. При проведении занятий используются лаборатории, оснащенные современным технологическим и измерительным оборудованием.
3. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием