



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Диэлектрические и теплофизические свойства
наноструктурированных материалов**

Кафедра физика 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 «Диэлектрические и тепловые свойства наноструктурированных материалов» 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.

Палчаев Д.К., д.ф.-м.н., профессор



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 «30» 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 «Диэлектрические и теплофизические свойства наноструктурированных материалов» входит в вариативную часть, по выбору Блока 1, образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02– Физика, профиль подготовки: **Физика наносистем**.

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: 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: контрольная работа, выступление на семинаре фронтальный опрос и промежуточной аттестации зачет.

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

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	Форма проме- жуточной атте- стации зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
2	108	16		14	6	78	зачет

1. Цели освоения дисциплины

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 в блок **Б1.В.ДВ.03.01**. образовательной программы ОПОП магистратуры по направлению **03.04.02– «Физика»**, профиля подготовки «**Физика наносистем**».

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 нано-

систем, 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).

Студенты в ходе изучения дисциплины должны современные представления о диэлектрических и теплофизических свойствах наноструктурированных материалов.

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.

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	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>Знает: структуру и основные компоненты основных и дополнительных образовательных программ; закономерности и принципы построения и функционирования образовательных систем; педагогические закономерности организации образовательного процесса; специфику использования ИКТ в педагогической деятельности.</p> <p>Умеет: проектировать индивидуальные образовательные маршруты освоения программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей); осуществлять разработку программ отдельных учебных предметов, в том числе программ дополнительного образования в соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере образования; разрабатывать результаты обучения и системы их оценивания, в том числе с использованием ИКТ; разрабатывать программы воспитания, в том числе адаптивные совместно с ответственными специалистами.</p> <p>Владет: педагогическими и другими технологиями, в том числе информационно-коммуникационными, используемые при разработке основных и дополнительных образовательных программ и их элементов.</p>
	<p>ИУК-1.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям.</p>	
	<p>ИУК-1.3. Выбирает и реализует с использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p>	
	<p>ИУК-1.4. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития.</p>	

<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: как применять фундаментальные знания в области физики диэлектриков и тепловых свойств для решения научно-исследовательских задач в рамках учебных предметов; способы объективной оценки знаний обучающихся на основе тестирования и других методов контроля в соответствии с реальными учебными возможностями детей. Умеет: применять фундаментальные знания в области физики диэлектриков и тепловых свойств для решения научно-исследовательских задач; формулировать вопросы для интерактивного общения в рамках учебных предметов; осуществлять отбор диагностических средств, форм контроля и оценки; применять различные диагностические средства, формы контроля и оценки сформированности образовательных результатов обучающихся. Владеет: интерактивными методами, приемами и алгоритмами реализации контроля и оценки результатов образовательной деятельности обучающихся; способами выявлять трудности в обучении и корректировать пути достижения образовательных результатов.</p>
	<p>ОПК-1.2. Использует фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач.</p>	
	<p>ОПК-1.3. Применяет специальные технологии и методы для реализации преподавательской деятельности.</p>	
<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>Знает: содержание учебно-проектной деятельности для получения необходимых знаний; основы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся. Умеет: 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.</p>
	<p>ОПК-3.2. Применяет специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональной деятельности..</p>	
	<p>ОПК-3.3. Разрабатывает эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования</p>	

<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: теоретические и экспериментальные основы физики диэлектриков и тепловых свойств, а так же методов исследований изучаемых процессов и явлений, ожидаемые результаты научных исследований и области применения Умеет: самостоятельно ставить задачу и решать ее; анализировать и интерпретировать результаты эксперимента исследования структуры диэлектриков и их свойств на основе современных теоретических моделей; правильно организовать и планировать эксперимент; определять ожидаемые результаты, представлять варианты внедрения результатов исследований. Владет: основами современных методов экспериментальных исследований диэлектрических и тепловых свойств; знаниями ожидаемых результатов, а так же знаниями вариантов внедрения результатов исследований; адекватными методами планирования и решения научно-исследовательских задач.</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>ПК-3. Способен участвовать в разработке основных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты в том числе при углубленном изучении учебных дисциплин.</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 для получения необходимых знаний; основы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности в области исследования структуры и свойств, а так же интерпретации диэлектрических и тепловых свойств наноматериалов. Умеет: формулировать проблемную тематику учебного проекта; определять содержание и требования к результатам индивидуальной и учебно-проектной деятельности; организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектной деятельности; Владет: способами планирования и осуществления руководства действиями в индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности.</p>
	<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 физические исследования, анализиро-</p>	<p>ПК-5.1. Способен анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике проекта в области фундаментальной физики.</p>	<p>Знает: методы исследований, проведения, обработки и анализа, в том числе экспресс – анализа, результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований и как разрабатывать предложения по внедрению</p>

<p>вать, делать научные обобщения и выводы, выдвигать новые идеи, интерпретировать и представлять результаты научных исследований.</p>	<p>ПК-5.2. Создает теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства исследуемых объектов, и разрабатывает предложения по внедрению результатов.</p>	<p>результатов; свойства исследуемых объектов в целях формирования теоретических моделей; как осуществлять сбор научной информации, представлять обзоры, аннотации, составлять рефераты.</p> <p>Умеет: проводить испытания, измерения и обработку результатов; обобщать результаты патентного поиска; формировать предложения по внедрению результатов; участвовать в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ различного уровня.</p> <p>Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; методом обобщения результаты выполняемых работ; выступает с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований.</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>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 исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований; правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых 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-6.2. 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>	

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	Неделя семестра	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	Контроль	самостоятельная раб.	
Модуль 1								
1	Основные диэлектрические характеристики материалов, в том числе наноматериалов	2	1	2			7	Фронтальный опрос
2	Сегнетоэлектрики. Фазовые переходы и критические явления	2	2,3	2	2		12	семинарское занятие
	Пьезоэлектрики, пьезоэлектрики, сегнеторелаксоры, мультиферроики		4	2			7	Фронтальный опрос
	Рубежная контрольная сам. работа		4			(2)	2	контрольная работа
	Всего за модуль 36 часов			6	2	(2)	28	
Модуль 2								
3	Энергетический спектр фононов. Ангармонизм колебаний решетки. Роль объема в формировании тепловых свойств	2	5,6	2	2		12	семинарское занятие
4	Тепловые свойства конденсированных сред. Тепловое расширение, теплоемкость, теплопроводность	2	7,8	2	2		12	семинарское занятие
	Рубежная контрольная сам. работа		9			(2)	2	контрольная работа
	Всего за модуль 36 часов			4	4	(2)	28	
Модуль 3								
5	Особенности формирования диэлектрических свойств в наноматериалах.	2	9-12	4	4		10	семинарское занятие
6	Особенности формирования тепловых свойств в	2	13-15	2	4		10	семинарское занятие

	наноматериалах.						
Рубежная контрольная сам. работа		9			(2)	2	контрольная работа
Всего за модуль 36 часов			6	8	(2)	22	
Итого			16	14	(6)	78	зачет

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. Основные диэлектрические характеристики материалов, в том числе наноматериалов.

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. Сегнетоэлектрики. Фазовые переходы и критические явления. Пьезоэлектрики, пироэлектрики, сегнеторелаксоры, мультиферроики

Модуль 2.

Тема 3. Колебания кристаллической решетки. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Фононы. Энергетический спектр фононов. Ангармонизм колебаний решетки. Роль объема в формировании тепловых свойств.

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. 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. Сегнетоэлектрические и ферромагнитные домены.

Модуль 3.

Тема 5. Наноматериалы. Размерные эффекты. Квантовые размерные эффекты. Особенности формирования диэлектрических свойств в наноматериалах. Сегнеторелаксоры, мультиферроики. Диэлектрические свойства нанокристаллических соединений. Особенности физических свойств в области фазовых переходов наноструктурированных диэлектрических материалах.

Тема 6. Физические свойства наноструктурированных диэлектрических материалов. Тепловые свойства (теплоемкость, теплопроводность, тепловое расширение) наноструктурированных диэлектрических материалов. Особенности формирования

тепловых свойств в наноматериалах. Связь между свойствами и особенностями структуры наноматериалов.

5. Образовательные технологии: В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного 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.

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	22		
самостоятельное изучение разделов дисциплины	20		
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20		
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачётам	6		
подготовка к экзамену (экзаменам)			
Творческая проблемно-ориентированная СРС			
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	10		
Итого СРС:	78 часов		

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.

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	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.	Знает: структуру и основные компоненты основных и дополнительных образовательных программ; закономерности и принципы построения и функционирования образовательных систем; педагогические закономерности организации образовательного процесса; специфику использования ИКТ в педагогической деятельности.	Устный опрос, письменный опрос
	ИУК-1.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям.		

	<p>ИУК-1.3. Выбирает и реализует с использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p>	<p>Умеет: проектировать индивидуальные образовательные маршруты освоения программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей); осуществлять разработку программ отдельных учебных предметов, в том числе программ дополнительного образования в соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере образования; разрабатывать результаты обучения и системы их оценивания, в том числе с использованием ИКТ; разрабатывать программы воспитания, в том числе адаптивные совместно с со ответствующими специалистами.</p> <p>Владеет: педагогическими и другими технологиями, в том числе информационно-коммуникационными, используемые при разработке основных и дополнительных образовательных программ и их элементов.</p>	
<p>ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики,</p>	<p>ОПК-1.1. Владеет фундаментальными знаниями в области физики</p>	<p>Знает: как применять фундаментальные знания в области физики диэлектриков и тепловых свойств для решения научно-исследовательских задач в рамках учебных предметов; способы объективной оценки знаний обучающихся на основе</p>	<p>Письменный опрос</p>
	<p>ОПК-1.2. Использует фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач.</p>		

<p>необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</p>	<p>ОПК-1.3. Применяет специальные технологии и методы для реализации преподавательской деятельности.</p>	<p>тестирования и других методов контроля в соответствии с реальными учебными возможностями детей.</p> <p>Умеет: применять фундаментальные знания в области физики диэлектриков и тепловых свойств для решения научно-исследовательских задач; формулировать вопросы для интерактивного общения в рамках учебных предметов; осуществлять отбор диагностических средств, форм контроля и оценки; применять различные диагностические средства, формы контроля и оценки сформированности образовательных результатов обучающихся.</p> <p>Владеет: интерактивными методами, приемами и алгоритмами реализации контроля и оценки результатов образовательной деятельности обучающихся; способами выявлять трудности в обучении и корректировать пути достижения образовательных результатов.</p>	
<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 чис-</p>	<p>ОПК-3.1. Владеет основными методиками поиска информации для решения профессиональных задач с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>Знает: содержание учебно-проектной деятельности для получения необходимых знаний; основы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся.</p> <p>Умеет: формулировать проблемную тематику учебного проекта; определять содержание и требования к результатам индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности; организовывать индивидуальную и совместную</p>	<p>Круглый стол</p>
	<p>ОПК-3.2. Применяет специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональной деятельности..</p>		

<p>ле находящимися за пределами профильной подготовки.</p>	<p>ОПК-3.3. Разрабатывает эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования</p>	<p>учебно-проектной деятельностью 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.</p>	
<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>теоретические и экспериментальные основы физики диэлектриков и тепловых свойств, а так же методов исследований изучаемых процессов и явлений, ожидаемые результаты научных исследований и области применения Умеет: самостоятельно ставить задачу и решать ее; анализировать и интерпретировать результаты эксперимента исследования структуры диэлектриков и их свойств на основе современных теоретических моделей; правильно организовать и планировать эксперимент; определять ожидаемые результаты, представлять варианты внедрения результатов исследований. Владеет: основами современных методов экспериментальных исследований диэлектрических и тепловых свойств; знаниями ожидаемых результатов, а так же знаниями вариантов внедрения результатов исследований; адекватными методами планирования и решения научно-исследовательских задач.</p>	<p>Устный 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>ПК-3. Способен участвовать в разработке основных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты в том числе при углубленном изучении учебных дисциплин.</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 для получения необходимых знаний; основы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности в области исследования структуры и свойств, а так же интерпретации диэлектрических и тепловых свойств наноматериалов. Умеет: формулировать проблемную тематику учебного проекта; определять содержание и требования к результатам индивидуальной и учебно-проектной деятельности; организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектной деятельности; Владеет: способами планирования и осуществления руководства действиями 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 физические исследования, анализировать, делать научные обобщения и выводы, выдвигать новые идеи, интерпретировать и представлять результаты научных исследований.</p>	<p>ПК-5.1. Способен анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике проекта в области фундаментальной физики.</p>	<p>Знает: методы исследований, проведения, обработки и анализа, в том числе экспресс – анализа, результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований и как разрабатывать предложения по внедрению результатов; свойства исследуемых объектов в целях формирования теоретических моделей; как осуществлять сбор научной информации, представлять обзоры, аннотации, составлять рефераты.</p> <p>Умеет: проводить испытания, измерения и обработку результатов; обобщать результаты патентного поиска; формировать предложения по внедрению результатов; участвовать в научных дискуссиях и процедурах</p>	Устный опрос
	<p>ПК-5.2. Создает теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства исследуемых объектов, и разрабатывает предложения по внедрению результатов.</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>		

		защиты научных работ различного уровня. Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; методом обобщения результаты выполняемых работ; выступает с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований.	
ПК-6. Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научных и прикладных физических исследований в области физике конденсированного состояния.	ПК-6.1. Имеет представления о методах и технологиях физических исследований с помощью современного оборудования.	Знает: методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований; правила и условия выполнения работ, 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.	Устный опрос
	ПК-6.2. Знает теорию и методы физических исследований в физике конденсированного состояния.		
	ПК-6.3. Знает теорию и методы физических исследований в области физике конденсированного состояния		
	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		

7.2. Типовые контрольные задания и тесты

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. Сегнетоэлектрические 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 сегнетоэлектриков и ферромагнетиков, доменные границы, гистерезис.
6. Основные диэлектрические характеристики материалов, в том числе наноматериалов. Роль объема в формировании тепловых свойств.
7. Квантовые размерные эффекты. Особенности формирования диэлектрических свойств в наноматериалах. Сегнеторелаксоры, мультиферроики. Диэлектрические свойства нанокристаллических соединений. Особенности физических свойств в области фазовых переходов наноструктурированных диэлектрических материалах.
8. Размерные эффекты. Наноструктуры и наноматериалы. 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.

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, пироэлектрики, 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.

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)

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

а) Сайт кафедры физики конденсированного состояния и стем: <http://cathedra.dgu.ru/Default.aspx?id=1503>

б) Основная литература:

1. Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю.П. Солнцев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗ-ДАТ, 2017. — 336 с. — 978-5-93808-296-0. — Режим па: <http://www.iprbookshop.ru/67351.html>
2. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю.И. Головин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2012. — 656 с. — 978-5-94275-662-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18532.html>

3. Ремпель А.А. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Ремпель, А.А. Валеева. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 136 с. — 978-5-7996-1401-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68346.html>
4. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2000. - 224 с.
5. Новые материалы / Под ред. Ю.С. Карабасова. М.: МИСИС, 2002.- 736 с.
6. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. М.:Мир, 2002. - 292 с.
8. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства / Р.З. Валиев, И.В. Александров. М.: Академкнига, 2007. - 398 с.
9. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Уч. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 117 с.
10. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. – М.: Изд-во «Машиностроение –1», 2003 – 112 с.

Дополнительная литература:

1. Нажипкызы М. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Нажипкызы, Р.Е. Бейсенов, З.А. Мансуров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 196 с. — 978-5-4486-0164-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73346.html>
2. Прокофьева Н.И. Физические эффекты нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Прокофьева, Л.А. Грибов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 100 с. — 978-5-7264-0745-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23754.html>

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

1. Международная база данных Scopus по разделу физика ков <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/>)

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 лайн» 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 та <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 конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
14. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно сублицензионному 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 сублицензионному 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 сублицензионному 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 ос-

новании сублицензионного 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 сублицензионного 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 сублицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)

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 в последующем в лабораториях при проведении Специального физического практикума (Б1.Б2) в 10 (А) семестре. При проведении занятий используются лаборатории, оснащенные современным технологическим и измерительным оборудованием.
2. При изложении теоретического материала используется лекционная аудитория, оснащенная проекционным оборудованием и интерактивной доской. Кафедра располагает необходимыми установками, технологическим оборудованием, приборами, не только для выполнения специального физического практикума, но и выполнения соответствующих курсовых и диссертационных работ. Имеется богатая библиотека, в том числе электронные книги, копии периодических изданий и т. д.