



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
Учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния и наносистем



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной
работе и инновациям
Н.А. Ашурбеков

« 26 » 03 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

по направлению подготовки: **03.06.01 физика и астрономия**

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура)

Направленность (профиль) программы
Физика конденсированного состояния

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь, преподаватель - исследователь

Форма обучения: **Очная**

Статус дисциплины: **Вариативная часть по выбору**

Махачкала 2020

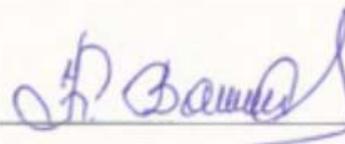
Рабочая программа по дисциплине «Нanomатериалы и нанотехнологии» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки **03.06.01 - Физика и астрономия** квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь», утвержденным приказом Минобрнауки РФ от «30» июня 2014 г. № 867.

Составитель рабочей программы:
Палчаев Даир Каирович, д.ф.-м.н., профессор



Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета физического факультета, протокол № 6 от 28.02.2020 г.

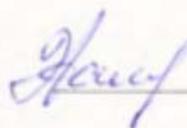
Председатель совета
физического факультета, профессор
от 28.02.2020 г.



Курбанисмаилов В.С.

Согласовано:
Начальник управления
аспирантуры и докторантуры

« 26 » марта 2020 г.



Э.Т. Рамазанова

Аннотация рабочей программы дисциплины

входит в Блок 1, вариативной части, дисциплин по выбору образовательной программы аспирантуры по направлению 03.06.01 – Физика и астрономия, научная специальность 01.04.07 — физика конденсированного состояния.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физико-химических основ и технологических особенностей процессов получения наноматериалов и наносистем, в том числе наноструктурированных композиционных материалов, физической сущности явлений, происходящих в них при воздействии различных факторов, влияющих как на структуру, так и на свойства.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций *выпускника*: *универсальных*: УК-1; *общепрофессиональных*: ОПК-1; *профессиональных*: ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторных работ и самостоятельной работы.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, и пр. и в форме зачета.

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия, изучающих дисциплину Наноматериалы и нанотехнологии.

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом <http://science.dgu.ru/eduprogram/03.06.01.pdf> от 30 июля 2014 года №867
- Образовательной программой 03.06.01 Физика и астрономия, квалификация: «Исследователь. Преподаватель – исследователь».
- Учебным планом университета по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденным в 2018г.

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

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	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			
3	108	8	10	-	-		90	зачет

Цели и задачи изучения дисциплины, требования к уровню освоения содержания дисциплины

Целями освоения дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» являются подготовка аспирантов к профессиональной деятельности в сфере науки наноматериалов и нанотехнологий, высшего профессионального образования и в высокотехнологичных отраслях создающих инновационную продукцию на уровне современных международных стандартов

Задачи дисциплины: формирование и углубление целостных представлений о современных аспектах наносистем нанотехнологий и наноматериалов, а также формирование вектора выбранного направления исследований и задач для достижения цели диссертационной работы.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

При освоении программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими общими результатами обучения настоящей дисциплине:

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: <ul style="list-style-type: none">• Основные методы научно-исследовательской работы.• Методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Уметь: <ul style="list-style-type: none">• Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах, критически оценивать научную информацию.• Анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать результаты реализации этих вариантов;• При решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи Владеть: <ul style="list-style-type: none">• Навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.• Навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в

		том числе в междисциплинарных областях.
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> Цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации. Современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> Выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-графические методы исследования. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> Навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований. Навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов. Навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности.
ПК-2	Способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> Базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; физические основы технологии функциональных наноматериалов; Методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики и технологии наноматериалов; Нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР. Требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> Понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики и технологии функциональных наноматериалов; Использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике технологии наноматериалов; Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования наноматериалов.

		<ul style="list-style-type: none"> • Представлять научные результаты по теме диссертации в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях. • Готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в выбранной сфере научной деятельности. • Представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес сообществу. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики и технологии наноматериалов; • Экспресс анализом и диагностическими методами исследования наноматериалов; • Методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики и технологии функциональных наноматериалов. • Знаниями по разделам физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности. • Методами планирования, подготовки проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по специальности диссертационной работы. • Навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение НИР и проектных работ по специальности диссертационной работы.
--	--	---

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
универсальные	УК-1	<ul style="list-style-type: none"> • Демонстрирует знания методов научно-исследовательской работы и критического анализа и оценки современных научных достижений. • Использует индуктивный и дедуктивный методы при генерировании новых идей и при решении исследовательских и практических задач. • Демонстрирует умение системати- 	Активное и интерактивное методы при чтении лекций, проведении практических, лабораторных работ и обсуждении результатов самостоятельной работы

		<p>зировать основные идеи в научных текстах, критически оценивать научную информацию.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использует альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и обосновывает результаты реализации этих вариантов; • Владеет навыками анализа проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач и. • Навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач. 	
общепрофессиональные	ОПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • Применяет базовые принципы и методы их организации для достижения цели и решении задач научных исследований по направлению деятельности. • Использует современные информационно-коммуникационные технологии в выбранной сфере деятельности. • Демонстрирует навыки эффективного поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований. • Обосновывает планируемые научные исследования, и результаты анализа получаемых результатов 	Активное и интерактивное методы при чтении лекций, проведении практических, лабораторных работ и обсуждении результатов самостоятельной работы
профессиональные	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> • Демонстрирует знания особенностей формирования наносистем и об основных подходах по созданию наносистем и разработки соответствующих нанотехнологий. • Излагает и способен критически анализировать базовую информацию в области нанотехнологий и наноматериалов • Демонстрирует способность проводить соответствующие измерения структуры и свойств этих материалов и оптимизировать параметры разрабатываемых технологий. 	Активное и интерактивное методы при чтении лекций, проведении практических, лабораторных работ и обсуждении результатов самостоятельной работы

3. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» входит в Блок Б1.В.ДВ.1 «Дисциплины по выбору» - вариативная часть основной образовательной программы аспирантуры по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 – Физика и астрономия. Для освоения дисциплины требуются знания и умения, приобретенные в результате освоения ряда дисциплин (разделов дисциплин), таких как: Термодинамика и статфизика; Кантовая механика; Физика конденсированного состояния и знания в области математики и химии.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

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

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах				Самостоятельная раб.	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практич. занятия	Лаборат. занятия	Контр. са-мост. раб		
Модуль 1									
1	Введение. Критерии определения наноматериалов. Классификация наноматериалов: 0D-, 1D-, 2D-структуры. Основные методы получения функциональных наноматериалов. Получение нанопорошков методом химической технологии.	3	1,3	2		2		13	
2	Получение наноматериалов и наноструктур. Подходы, основанные на принципе самосборки. Принципы синтеза сложных наноструктур. Получение наноструктурированной керамики.	3	5,7	2		2		15	
Рубежная контрольная работа							2		Контр. работа
<i>Итого по модулю 1: 36ч.</i>				4		4	2	26	
Модуль 2									
3	Особенности свойств наноструктурированных материалов. Связь свойств с особенностями структуры функциональных материалов. Получение тонких	3	9,11	2		3		29	

	пленок и покрытий методом магнетронного распыления и атомно-слоевого осаждения								
	Рубежная контрольная работа						2		Контр. работа
	<i>Итого по модулю 1: 36ч.</i>			2		3	2	29	
Модуль 3									
5	Методы исследования морфологии, структуры и свойств материалов, в том числе оценка размеров наночастиц толщины пленок. Исследования структуры и морфологии и свойств наноматериалов на NTEGRA- SPECTRA, «Empyrean series 2». Фирма PANanalytical и SEM Aspek	3	13,15	2		3		29	
	Рубежная контрольная работа						2		Контр. работа
	<i>Итого по модулю 1: 36ч.</i>			2		3	2	29	
	Итого: 108 часов			8		10	6	84	зачет

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

Модуль 1.

Тема 1.

Введение в физику и технологию функциональных материалов. Критерии определения наноматериалов. Классификация наноматериалов: 0D-, 1D-, 2D-структуры. Основные методы получения функциональных наноматериалов (порошков, керамики, пленок, пленочных структур, в том числе квантовых ям, проволок и течек). **(Лекция)**

Нанотрубки и нанонити. Одностенные и многостенные нанотрубки. Механические свойства углеродных нанотрубок. Электрофизические свойства углеродных нанотрубок. Диаграммы состояния. Механические смеси, твердые растворы. Ограниченный и неограниченный ряд твердых растворов, химические соединения. Правило отрезков. Зависимости свойств от состава при образовании механических смесей, твердых растворов, химических соединений Плавление и кристаллизация. Феноменологическая и атомная теории диффузии. Особенности плавления наноструктурированных материалов. **(Самостоятельная работа).**

Получение нанопорошков методом химической технологии **(Лаб. раб.)**

Тема 2.

Получение наноматериалов и наноструктур. Механохимические методы. Методы конденсации из газовой фазы. Химические методы синтеза – золь-гель метод, сжигания нитраторганических прекурсоров, жидкофазный синтез и др. Подходы, основанные на принципе самосборки. Принципы синтеза сложных наноструктур **(Лекция).**

Методы получения Нанонити на основе ме-таллов. 2D-структуры. Тонкие пленки. Самособирающиеся монослои, нанолитография на монослоях, наноматериалы для мембран, темплатный синтез наноструктурированных пленок. **(Самостоятельная работа).**

Получение наноструктурированной керамики **(Лаб. раб.)**.

Модуль 2.

Тема 3.

Особенности зонной структуры металлов, полупроводников и диэлектриков в нанокристаллическом состоянии. Особенности свойств наноструктурированных материалов. Связь свойств с особенностями структуры функциональных материалов (**Лекция**).

Изменение ширины запрещенной зоны. Модель "частица в потенциальном ящике". Влияние размера частицы на электрические тепловые магнитные и механические свойства. Полупроводниковые наноматериалы. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии (**Самостоятельная работа**).

Получение тонких пленок и покрытий методом магнетронного распыления и атомно-слоевого осаждения (**Лаб. раб.**).

Модуль 3.

Тема 4

Методы исследования морфологии, структуры и свойств материалов, в том числе оценка размеров наночастиц толщины пленок (**Лекция**).

Ознакомиться с методами исследования морфологии и элементного состава. Ознакомиться с устройством и принципом работы: растрового, сканирующего и просвечивающего электронных микроскопов; атомно-силового микроскопа. Ознакомиться с устройством и принципом работы рентгеновского дифрактометра. Ознакомиться с методами оценки дисперсности частиц и уточнения структуры методом Ритвельда. Ознакомиться с методами исследования свойств. Ознакомиться с устройствами и принципом работы установок для исследования температурной и частотной зависимостей электрических, тепловых, магнитных, оптических и механических свойств (**Самостоятельная работа**).

Исследования структуры и морфологии и свойств наноматериалов на NTEGRA-SPECTRA, «Empyrean series 2». Фирма PANalytical и SEM Aspek (**Лаб. Раб.**).

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

Тематика заданий текущего контроля в письменной форме - контрольной работы

№	Тема	Содержание
1	Классификация наноматериалов: 0D-, 1D-, 2D-структуры. Квантовые точки, квантовые проволоки и квантовые колодцы	0D-структуры. Нанокристаллы и нанокластеры. 1D-структуры. Нанотрубки и нанонити. Углеродные нанотрубки, строение, методы получения и разделения. Механизмы роста нанотрубок. Одностенные и многостенные нанотрубки. Механические свойства углеродных нанотрубок. Электрофизические свойства углеродных нанотрубок. Нанотрубки на основе сульфида молибдена. Нанонити на основе металлов и сплавов. Методы их получения и механизмы роста. Нанонити, состоящие из двух и более металлов. Способы соединения нанонитей в более сложные структуры; 2D-структуры. Тонкие пленки. Самособирающиеся монослои, нанолитография на монослоях, наноматериалы для мембран, темплатный синтез наноструктурированных пленок на основе диоксида кремния, электрохимические подходы к получению нанокристаллических покрытий, распад слоистых структур на отдельные слои в неводных растворителях в присутствии ПАВ, сборка многослойных структур. Стадии роста зерен кристаллов, возможности контроля ро-

		ста на разных стадиях, способы контролируемого получения нанокристаллов, границы зерен в нанокристаллах, получение монокристаллических материалов в нанокристаллическом состоянии, фазовые переходы в нанокристаллическом состоянии, деформационные и пластические свойства наноматериалов;
2	Особенности формирования свойств наносистем	<p>Особенности зонной структуры металлов, полупроводников и диэлектриков в нанокристаллическом состоянии. Изменение ширины запрещенной зоны. Модель "частица в потенциальном ящике" для наноструктур "ядро в оболочке". Влияние размера частицы на электрические тепловые магнитные и механические свойства</p> <p>Полупроводниковые наноматериалы. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии. Экситонные переходы в спектрах нанокристаллических полупроводников. Оценка размеров наночастиц из спектральных данных. Квантовые выходы люминесценции для ряда нанокристаллических полупроводниковых наноструктур.</p> <p>Магнитные наноматериалы. Влияние размера частицы на магнитные свойства ферромагнетиков. Основные параметры, зависящие от размерного фактора. Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера магнитной частицы. Переход в суперпарамагнитное состояние. Температура блокировки. Оценка размера наночастицы из данных по магнитной восприимчивости. Магнитные свойства анизотропных наночастиц.</p> <p>Механические свойства. Повышение прочности нанокристаллических металлов. Дефектность вещества в нанокристаллическом состоянии. Повышение пластичности керамических материалов в нанокристаллическом состоянии. Нанодиспергирование методом сильного деформационного воздействия.</p>
3	Методы получения и применения наноматериалов	<p>Механохимические методы. Методы конденсации из газовой фазы – CVD, плазменная дуга, контролируемое горение.</p> <p>Химические методы синтеза – золь-гель метод, метод сжигания нитраторганических прекурсоров и др.</p> <p>Жидкофазный синтез. Синтез в коллоидных мицеллах. Нанореакторы на основе триоктилфосфиноксида (ТОРО). Темплатный синтез наноматериалов и наноструктур.</p> <p>Подходы, основанные на принципе самосборки. Принципы синтеза сложных наноструктур.</p> <p>Наноструктуры "ядро в оболочке", иерархические наноструктуры.</p> <p>Наносенсоры. Нано- и молекулярная электроника. Фотоника. Устройства на квантовых точках – лазеры, светодиоды. Электронные механические системы (MEMS). Нейронные сети.</p> <p>Наномедицина. Устройства для хранения информации. Каталитические системы.</p> <p>Нанокompозитные материалы. Причины низкой устойчивости веществ в нанокристаллическом состоянии. Способы защиты наночастиц от агрегации и внешних воздействий. Нанокompозиты, полимер-неорганическая наночастица. Наночастицы в неорганических матрицах.</p>

		Биологические наноматериалы. Биологические нанокомпозитные материалы. Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Кость как биологический нанокомпозит. Молекулярные моторы. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул. Комплементарность и самосборка. ДНК как темплат для получения искусственных наноструктур. Неорганические наноматериалы и биосовместимость.
4	Методы исследования структуры и свойств наноматериалов	<p>Методами исследования морфологии и элементного состава. Устройством и принципом работы: растрового, сканирующего и просвечивающего электронных микроскопов; атомно-силового микроскопа.</p> <p>Устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра. Метод оценки дисперсности частиц и уточнения структуры по формуле Шеррера и методом Ритвельда соответственно.</p> <p>Методы исследования свойств. Устройства и принципы работы установок для исследования температурной и частотной зависимостей электрических, тепловых, магнитных, оптических и механических свойств.</p>

Тематика заданий текущего контроля в виде выполнения лабораторных работ

№	Тема	Содержание
1	Лабораторная работа (28 часов.) Методы получения наноматериалов	Получение нанопорошков методом химической технологии (13 часов) Получение тонких пленок и покрытий методом магнетронного распыления (15 часов)
2	Лабораторная работа (62 часа.) Изучение методов исследования структуры, морфологии и свойств наноматериалов на NTEGRA- SPECTRA, «Empyrean series 2». Фирма PANanalytical и SEM Aspex	<p>Изучение основ сканирующей зондовой микроскопии и принципов работы АСМ в неконтактном режиме. Определение основных параметров силового взаимодействия прибора NTEGRA- SPECTRA и параметров СЗМ эксперимента. Получение топографии поверхности и фазового контраста исследуемого образца (10 часов)</p> <p>Исследования материалов методом комбинационного рассеяния (5 часов).</p> <p>Ознакомление с физическими принципами рентгено-спектрального микроанализа, получение практических навыков работы на рентгеновском порошковом дифрактометре «Empyrean series 2». Фирма PANanalytical с возможностью рентгеноспектрального микроанализа. (10 часов)</p> <p>Ознакомление с физическими принципами сканирующего электронного микроскопа SEM Aspex и рентгенофлуоресцентного анализатора RFA EDX (10 часов) устройствами и принципом работы установок для исследования температурной и частотной зависимостей электрических, тепловых, магнитных, оптических и механических свойств (25 часов)</p>

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Определение понятий нанонаука, наноматериалы и нанотехнологии. Термин “нано-”. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Размерный эффект. Корреляционный радиус;
2. Классификацию наноматериалов: 0D-, 1D-, 2D-структуры. Квантовые точки, квантовые проволоки и квантовые колодцы;
3. Принципы, на которых основаны методы исследования и интерпретации данных по морфологии, структуре и размеров;
4. Оценка размеров наносистем;
5. Особенности формирования структуры свойств наносистем и наноструктурированных материалов.
6. Оценка размеров наночастиц из дифракционных и спектральных данных;
7. Основные параметры, зависящие от размерного фактора;
8. Области применения наносистем;
9. Химические соединения и испытывающих полиморфные превращения.
10. Правило отрезков применение этого правила для определения состава и количества фаз.
11. Зависимость свойств от состава материалов, образующих механические смеси, твердые растворы, в том числе упорядочивающие, и химические соединения.
12. Роль диффузии при получении композиционных материалов
13. Процессы, сопровождающие синтез, обжиг, спекание, отжиг материалов.
14. Методы получения нанопорошков и их особенности.
15. Керамическая технология получения композиционных материалов.

Примеры заданий промежуточного контроля

1. Интерпретация соответствующих (примеры) результатов структурных исследований;
2. Особенности свойств низкоразмерных систем;
3. Связь свойств с низкоразмерных систем материалов;
4. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии;
5. Самособирающиеся монослои, нанолитография на монослоях, наноматериалы для мембран, темплатный синтез наноструктурированных пленок;
6. Нано- и молекулярная электроника;
7. Устройства на квантовых точках – лазеры, светодиоды;
8. Нейронные сети. Наномедицина;
9. Устройства для хранения информации;
10. Каталитические системы. Нанокompозитные материалы.
11. Методы получения тонких пленок и многослойных структур
12. Методы оценки размеров наночастиц толщины пленок.
13. Методы получения наноматериалов.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс] : монография / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2015. — 192 с. — 978-5-98704-833-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33418.html>
2. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидуневич. — Электрон. текстовые данные. — Минск:

- Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — 978-985-06-1783-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>
3. Дмитриев А.С. Нанотехнологии в медицине [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Дмитриев, В.Ю. Наumenко, Т.А. Алексеев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2012. — 206 с. — 978-5-383-00731-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33180.html>
 4. Дзидзигури Э.Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.Л. Дзидзигури, Е.Н. Сидорова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2012. — 71 с. — 978-5-87623-605-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56215.html>
 5. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс] / В.К. Неволин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2014. — 174 с. — 978-5-94836-382-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26894.html>
 6. 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>
 7. Тарасова Н.В. Дисперсные системы. Дисперсионный анализ полидисперсных систем [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» / Н.В. Тарасова. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 25 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57594.html>
 8. Физико-химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс] : методические указания / . — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 64 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63530.html>
 9. 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>
 10. Получение нанопорошков $\text{Y}(\text{Ba}_{1-x}\text{Be}_x)_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ методами химической технологии: Учебно-методическое пособие/ Составители: Д.К. Палчаев, Ж.Х. Мурлиева, Ш.Ш. Хидиров, Ш.В. Ахмедов - Махачкала: Изд ДГУ, 2011. – 19с.
 11. Получение наноструктурированных пленок и слоев полупроводников из газовой фазы: Учебное пособие (лабораторный практикум)/ А.М. Исмаилова, Р.А. Рабаданова, Ж.Х. Мурлиевой, И.М. Шапиева - Махачкала: Изд ДГУ, 2012. – 51с.
 12. Рабаданов М.Х., Гасанов Н.Г., Эмиров Р.М. Рентгенодифракционные методы исследования кристаллов: учебное пособие .- Махачкала: Изд. ДГУ, 2014.- 103с.

6.2. Дополнительная литература

1. Тарасова Н.В. Термодинамические основы нанотехнологий. Энтропия, свободная энергия Гиббса [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» / Н.В. Тарасова. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 25 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57620.html>
2. 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>

3. 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>
4. Рудской А.И. Нанотехнологии в металлургии [Электронный ресурс] / А.И. Рудской. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Наука, 2007. — 186 с. — 978-5-02-025312-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43970.html>
5. Верещагина Я.А. Инновационные технологии. Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Я.А. Верещагина. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 115 с. — 978-5-7882-0778-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61850.html>
1. Головкина М.В. Физические основы нанотехнологий, фотоники и оптоинформатики [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.В. Головкина. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 140 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75423.html>
2. Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю.П. Солнцев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 336 с. — 978-5-93808-296-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67351.html>
3. 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>
4. Нанотехнологии в электронике-3.1 [Электронный ресурс] / И.И. Амиров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2016. — 480 с. — 978-5-94836-423-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58864.html>
5. Верещагина Я.А. Инновационные технологии. Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Я.А. Верещагина. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 115 с. — 978-5-7882-0778-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61850.html>
6. Горленко В.А. Научные основы биотехнологии. Часть 1. Нанотехнологии в биологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2013. — 262 с. — 978-5-7042-2445-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24003.html>

6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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 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 государственного университета.
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 основании 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*)

6.4. Программное обеспечение

Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, табличный процессор.

Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

6.5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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/>)
12. <http://www.nanometer.ru/lecture.html?id=165151&UP=156195&TP=USER>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков исследования свойств и обработки данных обеспечивается лабораториями физического практикума Физика и технология функциональных материалов.
2. При проведении занятий используются оснащенные современным технологическим и измерительным оборудованием: лаборатории физического факультета, а также в научно-исследовательских институтах (институт физики и институт проблем геотермии ДНЦ РАН); лаборатории, научно-образовательных центрах факультета (НОЦ по «Физике плазмы» и «Нанотехнологии»), а также в проблемных научно-исследовательских лабораториях кафедр физической электроники и физики твердого тела ДГУ (НИЛ - Физики плазмы и плазменных технологий, МНИЛ - Нанотехнологии и наноматериалы); центре коллективного пользования «Аналитическая спектроскопия»
3. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием.

8. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Работа в технологических и исследовательских лабораториях.
- Самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), семинарские занятия, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Основы зонной теории полупроводников» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

По лекционному материалу и лабораторным работам подготовлены учебные пособия:

- Получение нанопорошков $Y(Ba_{1-x}Be_x)_2Cu_3O_{7-y}$ методами химической технологии
- Получение наноструктурированных пленок и слоев полупроводников из газовой фазы (совместно с кафедрой физической электроники)

Большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе Power Point, а также с использованием интерактивной доски.

Для реализации самостоятельной работы каждый аспирант обеспечен

- методическими рекомендациями;
- информационными ресурсами (учебными пособиями, индивидуальными заданиями, обучающими программами и т.д.);
- временными ресурсами;
- консультациями преподавателей;
- возможностью публичного обсуждения теоретических или практических результатов, полученные обучающимся самостоятельно (на конференциях, олимпиадах, конкурсах).