



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика и технология функциональных материалов

Кафедра физика конденсированного состояния и наносистем физического факультета

Образовательная программа магистратуры
03.04.02 – Физика

Направленность (профиль) программы:
Физика наносистем

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
дисциплина по выбору

Махачкала, 2022 год

Рабочая программа дисциплины «Физика и технология функциональных материалов» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 03.04.02 – «Физика» от «07» августа 2020 г. № 914.

Разработчик: кафедра физики конденсированного состояния и наносистем,
Палчаев Д.К., д.ф.-м.н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры физика конденсированного состояния и наносистем
от 19.03.2022 г. протокол № 7

Зав. кафедрой _____

Рабаданов М.Х.

на заседании Методической комиссии физического факультета
от 23.03.2022 г. протокол № 7

Председатель _____

Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

« 31 » 03 2022 г.

Начальник УМУ _____

Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «**Физика и технология функциональных 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 физики конденсированного состояния и наносистем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физико-химических основ и технологических особенностей процессов получения функциональных материалов, в том числе наносистем, 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.

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** 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	12		12		84	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Основная цель данного курса, согласно ОПОП ВО, состоит в том, чтобы магистры, изучающие данную дисциплину, получили основные сведения и базовые знания:

- что понимается под функциональными материалами и методах их получения;
- о формировании структуры конденсированных сред, в том числе многокомпонентных систем, а также особенностях свойственных наносистемам в этом процессе;
- раскрывающие физическую сущность явлений, происходящих в функциональных материалах и наносистемах при различных внешних воздействиях, влияющих как на их структуру, так и на свойства.

При этом будет обращать внимание на признанные положения теории и практики, которыми должны руководствоваться магистранты, при исследованиях по разработке и интерпретации структуры и свойств функциональных материалов и наносистем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Физика и технология функциональных материалов» входит в блок **Б1.В.ДВ.04.01** 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, атомной физики, статистической физики для решения конкретных практических задач на примере задач физики и технологии функциональных материалов.

Магистры, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о законах движения заряженных и нейтральных частиц; законах сохранения энергии, импульса и момента количества движения; основах квантового описания частиц; строении атомов и молекул в объеме знаний курса общей физики и атомной физики, квантовой механики, статистических законах распределения.

Данная дисциплина является базовой для изучения дисциплин: Рентгеноструктурный анализ наносистем, Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем, Оптическая спектроскопия систем пониженной размерности, Диэлектрические и теплофизические свойства 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 освоить основы физики наносистем и современные представления о фазовых равновесиях в конденсированных системах. Знать: базовые модели формирования структуры и свойств композиционных материалов, основные особенности электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств композиционных материалов, разнообразные практические приложения.

Уметь: получать наносистемы и функциональные материалы, с заданными физическими свойствами.

Владеть: технологиями получения наносистем и композиционных материалов, техникой экспериментальных исследований и методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих композиционных структур.

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
--	--	---------------------------------	--------------------

<p>УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.</p>	<p>УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания.</p>	<p>Знает: Как оценивать свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания</p> <p>Умеет: Оценивать свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания</p> <p>Владеет: Методами оценки своих ресурсов и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует для успешного выполнения порученного задания</p>	<p>Устный или письменный опрос</p>
	<p>УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям.</p>	<p>Знает: Как определять приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям</p> <p>Умеет: Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям</p> <p>Владеет: Методами определения приоритетов профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям</p>	

	<p>УК-6.3. Выбирает и реализует, с использованием инструментов, непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p>	<p>Знает: Как выбирать и реализовать, с использованием инструментов, непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p> <p>Умеет: Выбирать и реализовать, с использованием инструментов, непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p> <p>Владеет: Методами выбора и реализации, с использованием инструментов, непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков.</p>	<p>Устный или письменный опрос</p>
	<p>УК-6.4. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития.</p>	<p>Знает: Как выстраивать гибкую профессиональную траекторию, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития.</p> <p>Умеет: Выстраивать гибкую профессиональную траекторию, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития.</p> <p>Владеет: Навыками выстраивания гибкой профессиональной траектории, 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 педа-</p>	<p>ОПК-1.1. Владеет фундаментальными знаниями в области физики</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники; - основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы 	

<p>гогики, необходимы для осуществления преподавательской деятельности</p>		<p>решения теоретических и прикладных задач физики; Умеет: - применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; - выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта. Владеет: - навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем. - основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности.</p>	
	<p>ОПК-1.2. Использует фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач.</p>	<p>Знает - фундаментальные знания в области физики при решении научно-исследовательских задач. Умеет: - реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности. Владеет: - навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области научно-исследовательской деятельности.</p>	

	<p>ОПК-1.3. Применяет специальные технологии и методы для реализации преподавательской деятельности.</p>	<p>Знает: - основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы.</p> <p>Умеет: - применять специальные технологии и методы для реализации преподавательской деятельности; - выбрать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата.</p> <p>Владеет: - специальными технологиями и методами 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 методами поиска информации для решения профессиональных задач с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>Знает: - современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p> <p>Умеет: - получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте, с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p> <p>Владеет: - навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте.</p>	<p>Устный или письменный прос</p>

	<p>ОПК-3.2. Применяет специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональной деятельности..</p>	<p>Знает: - требования к программно-математическому обеспечению для эффективного проведения исследований и решения профессиональных задач. Умеет: - подобрать и применять наиболее оптимальное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональных задач. Владеет: -навыками применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения профессиональных задач.</p>	
	<p>ОПК-3.3. Разрабатывает эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования</p>	<p>Знает: - основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач; - эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования. Умеет: - разрабатывать эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования. Владеет: - навыками разрабатывать специализированные программные средства и методы математического моделирования для проведения исследований и решения инженерных задач.</p>	
<p>ОПК-4. Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональ-</p>	<p>ОПК-4.1. Определяет ожидаемые результаты научных исследований.</p>	<p>Знает: - о необходимости прогноза результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; Умеет: - определять ожидаемые результаты научных исследова-</p>	<p>Устный или письменный опрос</p>

ной деятельности.		ний; - определять способы внедрения результатов научных исследований. Владеет: - профессиональной терминологией при презентации проведенного исследования и научным стилем изложения собственной концепции;	
	ОПК -4.2. Предлагает возможные варианты внедрения результатов исследований в области профессиональной деятельности.	Знает: - варианты необходимых результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; Умеет: - сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; Владеет: - выбором возможных вариантов внедрения	
	ОПК-4.3. Знает области применения результатов научных исследований в своей профессиональной деятельности	Знает: - области, где могут быть использованы результаты научных исследований в области своей профессиональной деятельности; Умеет: - определять способы внедрения результатов научных исследований. Владеет: - методами прогноза результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности;	
ПК-3. Способен участвовать в разработке основных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты в том числе при углубленном	ПК-3.1. Способен на основе знаний в соответствующей предметной области определять содержание учебно- проектной деятельности обучающихся	Знает: содержание учебно-проектной деятельности; Умеет: организовать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся. Владеет: Способностями и знаниями в соответствующей предметной области определять содержание учебно-проектной деятельности	Устный или письменный опрос

изучении учебных дисциплин.		обучающихся	
	ПК-3.2. Демонстрирует способность организовывать индивидуальную и совместную учебно- проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области.	Знает: Демонстрирует знания и способности организовывать индивидуальную и совместную учебно- проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области. Умеет: совместно формулировать проблемную тематику учебного проекта; определять содержание и требования к результатам индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности; Владеет: Навыками организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектной деятельность обучающихся;	
	ПК-3.3. Разрабатывает план, программы, методы, основные принципы и технологии организации и проведения проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся.	Знает: Как разрабатывается план, программы, методы, основные принципы и технологии организации и проведения проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся. Умеет: Разрабатывать план, программы, методы, основные принципы и технологии организации и проведения проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся. Владеет: Способами планирования и осуществления руководства действиями в индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности.	
ПК-5. Способен самостоятельно проводить физические исследования, анализировать, делать научные обобщения и выводы, выдвигать новые идеи, интерпретировать	ПК-5.1. Способен самостоятельно анализировать и обобщать результаты патентного поиска по тематике проекта в области фундаментальной физики.	Знает: Методы исследований и обработки и анализа результатов испытаний и измерений, а также критерии выбора методов и методик исследований свойства исследуемых объектов Умеет: проводить испытания, измерения и обработку результатов; обобщать результаты патентного поиска; формировать предложения по внедрению	Устный или письменный опрос

<p>и представлять результаты научных исследований.</p>		<p>нию результатов; участвовать в научных дискуссиях и процедурах 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.</p>	
	<p>ПК-5.2. Создает теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства исследуемых объектов, и разрабатывает предложения по внедрению результатов.</p>	<p>Знает: Теоретические модели, позволяющие прогнозировать и как разрабатывать предложения по внедрению результатов. Умеет: Прогнозировать свойства исследуемых объектов и разрабатывать предложения по внедрению результатов. Владеет: Способностями разрабатывать предложения по внедрению результатов апробации теоретических моделей.</p>	
	<p>ПК-5.3. Осуществляет сбор научной информации, готовит обзоры, аннотации, составляет рефераты и отчеты, библиографии.</p>	<p>Знает: Свойства исследуемых объектов в целях формирования теоретических моделей как осуществлять сбор научной информации, представлять обзоры, аннотации, составлять рефераты. Умеет: Осуществлять сбор научной информации, готовить обзоры, аннотации, составлять рефераты, отчеты и библиографии. Владеет: Владеет способностями осуществлять сбор научной информации, готовить обзоры, аннотации, составлять рефераты, отчеты и 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>Знает: Процедуры защиты научных работ различного уровня, выступает с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований. Умеет: Дискутировать по соответствующему предмету и Участвует в</p>	

		<p>научных семинарах</p> <p>Владеет: Способностями выступать 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: Как проводить испытания, измерения и обработку результатов; регистрировать показания приборов;</p> <p>Умеет: Проводить, обработку и анализ результатов испытаний и измерений.</p> <p>Владеет: Навыками проведения физических исследований с помощью современного оборудования</p>	<p>Устный или письменный опрос</p>
	<p>ПК-6.2. Знает теорию и методы физических исследований в физике конденсированного состояния.</p>	<p>Знает: Теорию и методы физических исследований в физике конденсированного состояния.</p> <p>Умеет: методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений.</p> <p>Владеет: Навыками проводить испытания, измерения и обработку результатов; регистрировать показания приборов; проводить расчёты критически анализировать результаты делать выводы.</p>	
	<p>ПК-6.3. 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>	<p>Знает: Критерии выбора методов и методик исследований; правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов</p> <p>Умеет: Проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов а так же правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов.</p> <p>Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; выполнением оценки и обработки результатов исследования; навыками выбора эксперимен-</p>	

		тальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	
--	--	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

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

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельн. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практич. занятия	Лаб. занятия	(КСР)		
Модуль 1. Общие представления о технологии функциональных материалов								
1	Введение в физику и технологию функциональных материалов Основные методы получения функциональных наноматериалов (порошков, керамики, пленок, пленочных структур, в том числе квантовых ям, проволок и течек)	3	2	2			14	Фронтальный опрос
2	Диаграммы состояния. Правило отрезков. Зависимости свойств от состава при образовании механических смесей, твердых растворов, химических соединений	3	2	2			14	семинарское занятие
<i>Итого: Модуль 1: 36 часов</i>			4	4			28	
Модуль 2. Особенности свойств наноструктурированных материалов.								
3	Плавление и кристаллизация. Феноменологическая и атомная теории диффузии.	3	2				8	семинарское занятие
4	Получение порошков, спекание керамик, получение тонких пленок и покрытий	3		2			10	Устный опрос
5	Особенности свойств наноструктурированных материалов. Связь свойств с особенностями структу-	3	2	2			10	Письменный опрос

	ры функциональных материалов							
<i>Итого: Модуль 2: 36 часов</i>			4	4			28	
Модуль 3. Методы получения и исследования материалов								
5	Получение наноматериалов и наноструктур. Подходы, основанные на принципе самосборки. Принципы синтеза сложных наноструктур.	3	2	2			14	семинарское занятие
6	Методы исследования морфологии, структуры и свойств материалов, в том числе оценка размеров наночастиц толщины пленок.	3	2	2			14	семинарское занятие
<i>Итого: Модуль 3: 36 часов</i>			4	4			28	
Итого: 108 часов			12	12			84	Зачет

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1.

Тема 1. Введение в физику и технологию функциональных материалов. Основные методы получения функциональных наноматериалов (порошков, керамики, пленок, пленочных структур, в том числе квантовых ям, проволок и течек).

Тема 2. Диаграммы состояния. Механические смеси, твердые растворы Ограниченный и неограниченный ряд твердых растворов, химические соединения. (**Лекция**)

Модуль 2.

Тема 3. Плавление и кристаллизация. Феноменологическая и атомная теории диффузии. Особенности плавления наноструктурированных и диффузии при спекании керамик и роста пленок и покрытий.

Тема 4. Особенности структуры и свойств наноматериалов. Связь свойств с особенностями структуры функциональных материалов

Модуль 3.

Тема 5. Принципы синтеза сложных наноструктур. Наноструктуры "ядро в оболочке". Иерархические наноструктуры

Тема 6. Принципы синтеза сложных наноструктур.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

Модуль 1.

Тема 1. Особенности структуры и свойств функциональных наноматериалов.

Тема 2. Правило отрезков. Зависимости свойств от состава при образовании механических смесей, твердых растворов, химических соединений. материалов.

Модуль 2.

Тема 3. Получение наноматериалов и наноструктур. Подходы, основанные на принципе самосборки. Получение порошков, наноструктурированной керамики и тонких пленок и покрытий.

Тема 4. Особенности структуры и свойств наноматериалов. Связь свойств с особенностями структуры функциональных материалов

Модуль 3.

Тема 5. Механохимические методы. Методы конденсации из газовой фазы. Химические методы синтеза – золь-гель метод, сжигания нитрат-органических прекурсоров, жидкофазный синтез и др.

Тема 6. Методы исследования морфологии, структуры и свойств материалов, в том числе оценка размеров наночастиц толщины пленок. (**Практическое занятие**)

5. Образовательные технологии.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации 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 практическими занятиями, в том числе семинаров, рубежных контрольных работ и экзамен. В течение семестра студенты 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 18 часов аудиторных занятий.

При проведении практических занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется проекционное оборудование и интерактивная доска.

Лекции и практические занятия проводятся с применением слайдов (презентаций) в программе PowerPoint, а также с использованием интерактивной доски, большая часть теоретического материала представлен в электронной форме и на бумажном носителе. На семинарских занятиях обсуждаются вопросы рассмотренные студентами самостоятельно в рамках внеаудиторной работы. Уделяется внимание формированию и развития профессиональных навыков обучающихся. В последующем эти навыки реализуются при выполнении специального физического практикума и проведении НИР.

Обучающие и контролируемые модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты 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 студентов.

Промежуточный контроль. В течение семестра студенты выполняют:

- повторение пройденного материала;
- подготовка к семинарам;
- подготовки к контрольным работам;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание курсовых работ по проблемам дисциплины «Физика наносистем».

Итоговый контроль. Зачет в конце 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	26		
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:	84 часов		

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

7.1. Типовые контрольные задания и тесты

Примерные темы практических и/или семинарских занятий и самостоятельной работы

1. Получение нанопорошков.
2. Получение монокристаллических материалов в нанокристаллическом состоянии.
3. Оценка размеров наночастиц из спектральных данных.
4. Получение наноматериалов. Механохимические методы.
5. Методы конденсации из газовой фазы – CVD, плазменная дуга, контролируемое горение.
6. Химические методы синтеза – золь-гель метод, жидкофазный синтез.
7. Синтез в коллоидных мицеллах.
8. Нанореакторы на основе триоктилфосфиноксида (ТОРО).
9. Темплатный синтез наноматериалов и наноструктур. Подходы, основанные на принципе самосборки.
10. Принципы синтеза сложных наноструктур. Наноструктуры "ядро в оболочке", нанопропеллеры CdSe. Иерархические наноструктуры.
11. Методы получения нанонитей на основе металлов. Тонкие пленки.
12. Самособирающиеся монослои, нанолитография на монослоях, наноматериалы для мембран, сборка многослойных структур.
13. 0D-структуры. Нанокристаллы и нанокластеры. Стадии роста зерен кристаллов, возможности контроля роста на разных стадиях, способы контролируемого полу-

- чения нанокристаллов, границы зерен в нанокристаллах, получение монокристаллических материалов в нанокристаллическом состоянии, фазовые переходы в нанокристаллическом состоянии, деформационные и пластические свойства наноматериалов.
14. 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.
 15. 2D-структуры. Тонкие пленки. Самособирающиеся монослои, нанолитография на монослоях, наноматериалы для мембран, темплатный синтез наноструктурированных пленок на основе диоксида кремния, электрохимические подходы к получения нанокристаллических покрытий, распад слоистых структур на отдельные слои в неводных растворителях в присутствии ПАВ, сборка многослойных структур.
 16. Методы конденсации из газовой фазы – CVD, плазменная дуга, контролируемое горение. Химические методы синтеза – золь-гель метод.
 17. Жидкофазный синтез. Синтез в коллоидных мицеллах. Нанореакторы на основе триоктилфосфиноксида (ТОРО). Темплатный синтез наноматериалов и наноструктур. Подходы, основанные на принципе самосборки. Принципы синтеза сложных наноструктур.
 18. Экситонные переходы в спектрах нанокристаллических полупроводников. Изменение ширины запрещенной зоны. Оценка размеров наночастиц из спектральных данных. Квантовые выходы люминесценции для ряда нанокристаллических полупроводниковых наноструктур. Модель "частица в потенциальном ящике" для наноструктур "ядро в оболочке"; Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера магнитной частицы. Переход в суперпарамагнитное состояние. Температура блокировки. Оценка размера наночастицы из данных по магнитной восприимчивости.
 19. Магнитные свойства анизотропных наночастиц.
 20. Механические свойства. Повышение прочности нанокристаллических металлов. Дефектность вещества в нанокристаллическом состоянии. Повышение пластичности керамических материалов в нанокристаллическом состоянии. Нанодиспергирование методом сильного деформационного воздействия.
 21. Применение наноматериалов. Наносенсоры. Нано- и молекулярная электроника. Фотоника. Устройства на квантовых точках – лазеры, светодиоды. 9. Электронные механические системы (MEMS). Нейронные сети. Наномедицина. Устройства для хранения информации. Каталитические систем
 22. 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. Биологические нанокompозитные материалы. Биомиметические подходы.
 23. Биологические наноматериалы. Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Кость как биологический нанокompозит. Молекулярные моторы. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул. Комплементарность и самосборка. ДНК как темплат для получения искусственных наноструктур. Неорганические наноматериалы и биосовместимость. Использование неорганических материалов.
 24. Фазовые переходы в нанокристаллическом состоянии, деформационные и пластические свойства наноматериалов.

Вопросы для текущего контроля

1. Диаграммы состояний, образующих механические смеси, твердые растворы, химические соединения, испытывающие полиморфные превращения.
2. Правило отрезков: применение этого правила для определения состава и количества фаз.
3. Зависимость свойств от состава материалов, образующих механические смеси, твердые растворы, в том числе упорядочивающие, и химические соединения.
4. Роль диффузии при получении композиционных материалов
5. Процессы, сопровождающие синтез, обжиг, спекание, отжиг материалов.
6. Методы получения нанопорошков и их особенности.
7. Керамическая технология получения композиционных материалов.
8. Методы получения тонких пленок и многослойных структур
9. Методы оценки размеров наночастиц, толщины пленок.
10. Методы получения наноматериалов.

7.2. 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

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

Текущий контроль по дисциплине включает:

Лекции

- посещение занятий – 5 баллов,
- активное участие на лекциях – 5 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум – 30 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) – 10 баллов.

Практические занятия

- посещение занятий – 5 баллов,
- активное участие на практических занятиях – 5 баллов,
- выполнение домашних работ – 10 баллов,
- выполнение самостоятельных работ – 10 баллов,
- выполнение контрольных работ – 20 баллов.

2. Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

- а) Сайт кафедры физики конденсированного состояния и наносистем:

<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 доступа:

<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. 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>
4. 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>
5. 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>
6. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2000. - 224 с.
7. Новые материалы / Под ред. Ю.С. Карабасова. М.: МИСИС, 2002.- 736 с.
8. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. Екатеринбург: УрО РАН, 1998.- 200 с.
9. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления
10. исследований / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. М.:Мир, 2002. - 292 с.
11. Теория и практика моделирования нанообъектов: Справ.пособие /Т.А. Романова, П.О. Краснов, С.В. Качин, П.В. Аврамов. Красноярск: ИПЦКГТУ, 2002.- 223 с.
12. *Альмов М.И.* Порошковая металлургия нанокристаллических материалов. М.: Наука, 2007. - 169 с.
13. Консолидированные наноструктурные материалы / *А.В. Рагуля, В.В. Скороход.* Киев: Наукова думка, 2007.- 374 с.
14. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства / *Р.З. Валиев, И.В. Александров.* М.: Академкнига, 2007. - 398 с.
15. Nanostructured materials: processing, properties and potential applications / Edited by Carl S. Koch. Noyes Publications, USA. 2002. - 612 p.
16. *Гегузин Я.Е.* Физика спекания. М.: Наука, 1967. 360 с.
17. Биокерамика на основе фосфатов кальция / *С.М. Баринов, В.С. Комлев.* М.: Наука, 2005. - 240 с.
18. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Уч. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 117 с.
19. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. – М.: Изд-во «Машиностроение –1», 2003 – 112 с.
20. Получение нанопорошков $Y(Va_{1-x}Be_x)_2Cu_3O_{7-\delta}$ методами химической технологии: Учебно-методическое пособие/ Составители: Д.К. Палчаев, Ж.Х. Мурлиева, Ш.Ш. Хидиров, Ш.В. Ахмедов - Махачкала: Изд ДГУ, 2011. – 19с.

21. 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.

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. 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>
6. 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>
7. 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
8. Морачевский А.Г., Воронин Г.Ф., Гейдерих В.А., Куценок И.Б. Электрохимические методы исследования в термодинамике металлических систем. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003
9. Алымов М.И. Механические свойства нанокристаллических материалов. – М.: МИФИ, 2004. – 32 с.
10. Алымов М.И., Зеленский В.А. Методы получения и физико-механические свойства объемных нанокристаллических материалов. - М.: МИФИ, 2005. – 52 с.
11. Химические методы синтеза неорганических веществ и материалов/ Часть 2 МГУ им. М.В. Ломоносова Москва 2008 - 211с.
12. Лабораторный практикум "Получение и исследование наносистем"/ С.В. Антоненко, И.Ю. Безотосный, Г.И. Жабрев, А.А. Тимофеев / Под ред. Г.И. Жабрева. – М.: МИФИ, 2007. – 72 с.

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

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки бакалавров по направлению **03.03.02 Физика**:

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
2. Лицензионное соглашение № 6984/20 на использование адаптированных технологий ЭБС IPRbooks (www.iprbookshop.ru) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. 537 наименований.
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действия договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.
5. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
6. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока. Договор может пролонгироваться неограниченное количество раз, если ни одна из сторон не желает его расторгнуть.
7. **Scopus**. Scopus издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022 г. <https://www.scopus.com>
8. **Wiley Online Library**. Коллекция журналов Freedom Collection издательства Elsevier. Письмо РФФИ от 17.07.2010 г. № 742 о предоставлении лицензионного доступа к электронному ресурсу Freedom Collection издательства Elsevier в 2022 г. <https://onlinelibrary.wiley.com/>
9. **Международное издательство Springer Nature**
10. Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2022 г. на условиях национальной подписки <https://link.springer.com/>
11. **Журналы American Physical Society**
12. Базы данных APS (American Physical Society). Письмо РФФИ от 10.11.2020 г. № 1265 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных American Physical Society в 2022 г. <http://journals.aps.org/about>
13. **Журналы Royal Society of Chemistry**. База данных RSC DATABASE издательства Royal Society of Chemistry Письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Royal Society of Chemistry в 2022 г. <http://pubs.rsc.org/>
14. **Журнал Science (AAAS)** <http://www.sciencemag.org/>
15. **Единое окно** <http://window.edu.ru/> (интернет ресурс)
16. Дагестанский региональный ресурсный центр <http://rrc.dgu.ru/>

17. **Нэикон** <http://archive.neicon.ru/>
18. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
19. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>
20. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный
21. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
22. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Подготовка к семинарскому занятию включает закрепление и углубление теоретических знаний. В том числе: планирование самостоятельной работы, уяснение задания; подбор литературы; составление плана работы по пунктам.

Следующий этап – непосредственная подготовка к занятию – начинается с изучения рекомендованной литературы, т.к. на лекции рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Во время самостоятельной работы обучающиеся должны изучать и конспектировать учебную, научную и справочную литературу, выполнять задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовиться к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

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

- презентации;
- тезисы лекций,
- ресурс электронных изданий по теме.

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. 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.