



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

*Физический факультет*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Структура и свойства наносистем**

Кафедра физики конденсированного состояния и наносистем физического факультета

Образовательная программа бакалавриата  
**03.03.02 – Физика**

Направленность (профиль) программы:  
**Фундаментальная физика**

Форма обучения:  
**Очная**

Статус дисциплины:  
Дисциплина по выбору

**Махачкала 2022**

Рабочая программа дисциплины «Структура и свойства наносистем» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки **03.03.02 – Физика** от «07» августа 2020 г. № 891.

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



Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры физики 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 согласовано с учебно-методическим управлением «31» 03 2022 г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Структура и свойства наносистем» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП *бакалавриата* по направлению (специальности) **03.03.02 – Физика**. Дисциплина входит в блок Б1.В.ДВ.01.04 и реализуется на физическом факультете кафедрой физики конденсированного состояния и наносистем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физикой конденсированного состояния, а именно: с изучением особенностей свойств наноструктур, их упругих и прочностных и тепловых свойств, влияния сил поверхностного натяжения на свойства наночастиц; приобретением теоретических знаний в области исследования физических свойств наноматериалов и области их применения.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-1 и ОПК-2 профессиональных – ПК-10, ПК-11.

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

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

Объем дисциплины **144** часа, **4** зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе						
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
	Все го	из них					
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
5	<b>144</b>	<b>36</b>		<b>50</b>		<b>58</b>	<b>экзамен</b>

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Структура и свойства наносистем» являются: формирование у студентов системы знаний по физике конденсированного состояния, общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 03.03.02 - Физика.

В результате изучения данной дисциплины студенты приобретают знания о классификации наноматериалов, о методах исследования наноматериалов, об основных методах синтеза наноматериалов и об их практическом применении.

Изучение этого спецкурса будет способствовать более глубокому пониманию процессов, происходящих в твёрдых телах при уменьшении размеров частиц, из которых они состоят, какое практическое применение могут иметь изменённые в результате этого их физико-химические свойства. В конечном итоге, все это направлено на подготовку профессиональных и конкурентоспособных специалистов в области физики конденсированного состояния, способных работать на инженерно-технических должностях в научно-исследовательских лабораториях НИИ, вузов, предприятий.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.04 «Структура и свойства наносистем» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) **03.03.02 - физика**.

Настоящий спецкурс предназначен для подготовки бакалавров по направлению «Физика» в соответствии с требованиями, отраженными в государственных образовательных стандартах. Особенность программы состоит в фундаментальном характере изложения дисциплины с целью не только сообщения студентам определенной суммы конкретных сведений, но и формирования у них физического мировоззрения как базы общего естественно - научного и развития соответствующего способа мышления.

Совокупность приобретенных знаний может быть полезной при создании и аттестации эксплуатационных характеристик новых функциональных наноматериалов.

Для освоения данной дисциплины студент должен знать соответствующие разделы курса общей физики и математики; владеть понятиями, законами и теориями современной физики конденсированного состояния, а также методами физического исследования.

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

Студенты в ходе изучения дисциплины должны знать основы физики конденсированного состояния и современные представления о формировании свойств наноматериалов, их зависимости от размера частиц, температурные зависимости, иметь представления о методах их исследования. В ходе изучения дисциплины студенты должны:

**Знать:** физические основы формирования свойств наноразмерных структур: электрических, тепловых, механических, магнитных.

**Уметь:** решать задачи, связанные с интерпретацией электрических, тепловых, механических, магнитных свойств наноматериалов, с учетом характера сил межатомного взаимодействия при определяющем влиянии сил поверхностного натяжения.

**Владеть:** экспериментальной и теоретической информацией, позволяющей рассчитывать электрические, тепловые, механические, магнитные свойства наноматериалов известными методами.

<b>Код и наименование компетенции из ОПОП</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенций</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Процедура освоения</b>
<b>ОПК-1</b> Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	<b>ОПК-1.1.</b> Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира	<b>Знает:</b> - физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности; - типы симметрии кристаллов и их структуру; кристаллографические системы координат; структуры с различным типом связи; основные типы структур наноматериалов. <b>Умеет:</b> - понимать, излагать и критически	Устный опрос

		<p>анализировать базовую информацию об идеальной и реальной структуре твердого тела, влиянии дефектов на его упругие и прочностные свойства;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять полученные знания в области исследования, интерпретации и расшифровки результатов исследований свойств наносистем.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем;</li> </ul> <p>методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области свойств наноматериалов;</p> <p>методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области свойств наноразмерных материалов.</p>	
	<p><b>ОПК-1.2.</b> Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знает:</b> - основы методов получения наноматериалов; -основы методов рентгеноструктурного анализа, неразрушающего и разрушающего контроля прочности, исследования тепловых и электрических свойств;</p> <p><b>Умеет:</b> - пользоваться современным автоматизированным рентгеновским дифрактометром, автоматизированным оптическим спектрометром и другой приборной базой для проведения экспериментальных и теоретических физических исследований структуры и других свойств наноструктурированных материалов; анализировать устройство используемых приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить</p>	<p>Устный опрос</p>

		<p>обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</p> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками исследования физических процессов с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;</li> <li>• способностью анализировать влияния структуры и размеров на особенности физических свойств наноструктурированных материалов.</li> </ul>	
	<p><b>ОПК-1.3.</b> Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода.</li> </ul>	Устный опрос
<p><b>ОПК-2</b> Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять эксперимен-</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b> Выбирает или самостоятельно формулирует тему исследования, составляет программу исследования.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- актуальные проблемы, основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития физики, а также смежных областей науки и техники.</li> <li>- принципы планирования экспериментальных исследований для решения поставленной задачи.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно ставить конкрет-</li> </ul>	Устный опрос

<p>тальные дан- ные</p>		<p>ные задачи научных исследова- ний; - рассматривать возможные варианты реализации эксперимен- тальных исследований, оценивая их достоинства и недостатки. <b>Владеет:</b> - навыками формулиро- вать конкретные темы исследова- ния, планировать эксперименты по заданной методике для эффектив- ного решения поставленной зада- чи.</p>	
	<p><b>ОПК-2.2.</b> Само- стоятельно вы- бирает методы исследования, разрабатывает и проводит иссле- дования.</p>	<p><b>Знает:</b> - современные инновационные методики исследований, в том числе с использованием проблем- но-ориентированных прикладных программных средств. <b>Умеет:</b> - предлагать новые методы науч- ных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению поставленных задач; - самостоятельно выбирать методы исследования, разрабатывать и проводить исследования. <b>Владеет:</b> -навыками самостоятельно выби- рать методы исследования, разра- батывать и проводить исследова- ния.</p>	<p>Устный опрос</p>
	<p><b>ОПК-2.3.</b> Ана- лизирует, интер- претирует, оце- нивает, пред- ставляет и за- щищает резуль- таты выполнен- ного исследова- ния с обосно- ванными выво- дами и рекомен- дациями.</p>	<p><b>Знает:</b> - основные приемы обработки и представления результатов вы- полненного исследования; - пере- довой отечественный и зарубеж- ный научный опыт и достижения по теме исследования. <b>Умеет:</b> - использовать основные приемы обработки, анализа и представле- ния экспериментальных данных; - формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по вы- полненной работе. <b>Владеет:</b></p>	<p>Устный опрос</p>

		<p>- навыками обработки, анализа и интерпретации полученных данных с использованием современных информационных технологий;</p> <p>- формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по исследовательской работе.</p>	
<p><b>ПК-10</b></p> <p>Владеет методами теоретической физики в применении к профессиональным задачам.</p>	<p><b>ПК-10.1.</b></p> <p>Владеет специальными знаниями в области квантовой теории.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <p>основные физические явления и основные принципы квантовой теории, границы их применения и применение принципов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и константы теоретической физики, их определения, смысл, способы и единицы измерения; фундаментальные физические эксперименты в области исследования частиц и волн, и их роль в развитии науки.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления, эффекты и точки зрения фундаментальных физических взаимодействий; указать какие законы описывают то или иное явление (эффект); интерпретировать смысл физических величин и понятий; использовать методы адекватного физического и математического моделирования и методы теоретического анализа к решению конкретных проблем.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>навыками использования основных физических законов и принципов в практических приложениях; навыками применения основных методов теоретического анализа для решения естественнонаучных задач; анализом полученных экспериментальных результатов в исследовании процессов,</p>	<p>Устный опрос</p>

		<p>происходящих в микромире, адекватное соответствие результатов той или иной теоретической модели</p>	
	<p><b>ПК-10.2.</b> Владеет специальными знаниями в области теоретической механики и электродинамики</p>	<p><b>Знает:</b> основные законы динамики материальной точки и системы материальных точек; основные законы движения материальной точки относительно неинерциальных систем отсчета; колебания систем со многими степенями свободы и их основные характеристики; законы и принципы аналитической механики, электродинамики; движение материальной точки при больших скоростях; основные уравнения гидродинамики и электродинамики.</p> <p><b>Умеет:</b> объяснить физические наблюдаемые природные и другие явления с помощью законов и методов теоретической механики и электродинамики; определить какие законы описывают данное явление или эффект; использовать методы абстракции, физического и математического моделирования для решения конкретных задач в области теоретической механики и электродинамики.</p> <p><b>Владеет:</b> основными физическими законами и принципами использования теоретической механики и электродинамики в практических приложениях; методами использования основных методов теоретического анализа для решения естественнонаучных задач; анализом полученных экспериментальных результатов в исследовании процессов, происходящих в микромире, адекватное соответствие результатов той или иной теоретической</p>	<p>Устный опрос</p>

		модели	
	<p><b>ПК-10.3.</b> Применяет методы математической физики для постановки и решения задач в профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знает:</b> теоретические основы, основные понятия, законы и модели линейных и нелинейных уравнений математической физики.</p> <p><b>Умеет:</b> понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями и моделями линейных и нелинейных уравнений математической физики.</p> <p><b>Владеет:</b> методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации.</p>	Устный опрос
	<p><b>ПК-10.4.</b> Способен использовать основные методы теоретической физики.</p>	<p><b>Знает:</b> основные этапы развития и возникновения теоретической физики, об ученых, внесших основной вклад в развитии теоретической физики; основные законы и методы теоретической физики; возможности применения этих законов и методов для освоения, изучения дисциплин, как квантовая механика, термодинамика, статистическая физика и т.д.; основные стандарты, формы, правила составления научной документации и их отдельные особенности.</p> <p><b>Умеет:</b> критически оценивать следствия тех или иных решений, открытий в теоретической физике, на дальнейший ход развития науки в целом; применять знания, полученные при изучении теоретической физики, для решения конкретных физических задач; разработать вариант решения различных задач смежных дисциплин на основе законов теоретической физики.</p>	Устный опрос

		<p><b>Владеет:</b></p> <p>возможностью применять методы теоретической физики для формирования общих взглядов на характер науки, научных исследований; типовыми методологиями, приемами, технологиями, применяемыми при написании, составлении обзоров проведенных научных исследований;</p> <p>существующими методами, законами теоретической физики, которые можно применить для решения задач в различных областях человеческой деятельности</p>	
<p><b>ПК-11</b></p> <p>Способен понимать теорию и методы исследования физики конденсированного состояния вещества</p>	<p><b>ПК-11.1.</b></p> <p>Базовые теоретические знания по физике конденсированного состояния из фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</p>	<p><b>Знает:</b></p> <p>типы связей в конденсированных средах, классификацию материалов по размерам; основные технологические режимы получения нанопорошков и их спекания;</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>оценивать тип связи в конденсированных средах; по химической реакции рассчитывать количество реактивов, необходимое для прекурсора при получении нанопорошка заданной массы;</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>общими навыками получения нанопорошков, нанокерамик; -информацией по методам оценки свойств полученных образцов на технологичном оборудовании.</p>	<p>Устный опрос</p>
	<p><b>ПК-11.2.</b></p> <p>Физические основы и природа кристаллических классов и пространственных групп.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <p>принципы формирования структуры и элементы кристаллофизики: типы кристаллических решеток; сингонии; плотность упаковки элементарных ячеек; виды дефектов в кристаллах; методы дифракционного анализа.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>определять типы кристаллических решеток, направления и плоскости</p>	

		<p>решеток; определять элементы симметрии; плотность упаковки элементарных ячеек; расшифровывать результаты дифракционного анализа.</p> <p><b>Владеет:</b> знаниями об идеальных и реальных структурах; методами определения направления и плоскости решеток, а так же элементов симметрии; методами оценки плотности упаковки элементарных ячеек; методами дифракционного анализа</p>	
	<p><b>ПК-11.3.</b> Современные представления о формировании физических свойств конденсированных сред.</p>	<p><b>Знает:</b> формирование зарядовых возбуждений и их релаксацию; процессы формирования электрических, тепловых и механических свойств наноматериалов.</p> <p><b>Умеет:</b> интерпретировать электрические, тепловые и механические свойства наноматериалов.</p> <p><b>Владеет:</b> методами оценки параметров электрические, тепловые и механические свойства наноматериалов по экспериментальным данным; методами теоретической оценки электрические, тепловые и механические свойства наноматериалов.</p>	<p>Устный опрос</p>
	<p><b>ПК-11.4.</b> Особенности свойств в монокристаллических, керамических и наноматериалах</p>	<p><b>Знает:</b> физику отличительных особенностей формирования свойств в монокристаллических, керамических и наноматериалах.</p> <p><b>Умеет:</b> интерпретировать зависимость механических свойств керамических материалов от размера зерен.</p> <p><b>Владеет:</b> методами исследования механических свойств микро- и наноструктурированных материалов</p>	<p>Устный опрос</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по моду- лям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоя- тельную работу сту- дентов и трудоем- кость (в часах)			Самостоятельная работа, в т.ч. зачет	Формы текущего контроля успевае- мости и промежу- точной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
<b>Модуль 1. Наноструктурные материалы.</b>							
1.	<u>Тема.1. Наноструктурные материалы.</u>  Основы классификации наноматериалов. Основные типы структур наноматериалов. Особенности свойств наноматериалов.	5	6	9	0	3	тест
2	<u>Тема.2. Основные области применения.</u>  Электромагнитная и электронная техника, инструментальные материалы, производственные технологии, защита материалов, медицина и биотехнологии, военное дело, триботехника, конструкционные материалы.	5	6	8	0	4	Контр. работа
<b>Итого по модулю 1: 36 часа.</b>			12	17	0	7	
<b>Модуль 2. Методы получения наноматериалов</b>							

3	<u>Тема. 1. Основные технологии получения наноматериалов</u>  Методы порошковой металлургии, методы с использованием аморфизации, комплексные методы, поверхностные технологии, методы интенсивной пластической деформации	5	6	8	0	4	коллоквиум
4	<u>Тема2. Фуллерены, фуллериты, нанотрубки</u>	5	6	8	0	4	Контр. работа
<b>Итого по модулю 2: 36 часа</b>			<b>12</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	
<b>Модуль 3. Методы исследования наноматериалов</b>							
5	<u>Тема 1. Квантовые точки, нанопроволоки и нановолокна</u>	5	6	9	0	3	Контрольная работа
6	<u>Тема 2. Основные методы исследования наноматериалов</u>  Электронная микроскопия, спектральные методы, сканирующие зондовые методы исследования, сканирующая туннельная микроскопия, магнитосиловая зондовая микроскопия, атомно-силовая микроскопия.	5	6	8	0	4	коллоквиум
<b>Итого по модулю 3: 36 часа</b>			<b>12</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	
<b>Модуль 4. Подготовка к экзамену</b>							

7	Подготовка к экзамену	5				58	экзамен
	Итого: 144 часа		36	50	0	58	экзамен

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

##### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

###### **Модуль 1. Наноструктурные материалы.**

Тема.1. Основы классификации наноматериалов. Функция плотности состояния для 3D, 2D, 1D, 0D систем.

Тема. 2. Основные типы структур наноматериалов. Квантовые точки, нанопроволоки и нановолокна. Особенности свойств наноматериалов.

Основные области применения

###### **Модуль 2 Методы получения наноматериалов**

Тема. 1. Основные технологии получения наноматериалов

Методы порошковой металлургии. Методы с использованием аморфизации, комплексные методы, поверхностные технологии, методы интенсивной пластической деформации.

Тема 2. Углеродные наноматериалы,

Производство, свойства,. применение

###### **Модуль 3. Методы исследования наноматериалов**

Тема 1. Основы метода сканирующей зондовой микроскопии и комбинационного рассеяния.

Тема 2. Методы исследования тепловых и электрических свойств наноматериалов.

##### 4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине (Практические занятия.)

###### **Модуль 1. Наноструктурные материалы.**

Тема.1. Основы классификации наноматериалов. Основные типы структур наноматериалов. Особенности свойств наноматериалов.

Тема. 2. Основные области применения.

Электромагнитная и электронная техника, инструментальные материалы, производственные технологии, защита материалов, медицина и биотехнологии, военное дело, триботехника, конструкционные материалы.

###### **Модуль 2 Методы получения наноматериалов**

Тема. 1. Основные технологии получения наноматериалов

Методы: осаждения из растворов; целлюлозно-оксалатная технология; Печини, золь – гель метод; метод сжигания глицин нитратных прекурсоров соответствующих металлов.

Тема 2. Виды наноматериалов.

Фуллерены, фуллериты, нанотрубки

###### **Модуль 3. Методы исследования наноматериалов**

Тема 1. Физические основы метода рентгеновской спектроскопии.

Тема 2. Баллитическая проводимость. Эффект Холл-Петча.

## **Модуль 4. Подготовка к экзамену.**

### **5. Образовательные технологии:**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации компетентностного подхода, дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм занятий в виде: лекции, семинаров, контрольных работ, коллоквиума и зачета. В процессе преподавания дисциплины «Структура и свойства наносистем» применяются следующие образовательные технологии: развивающее обучение, проблемное обучение, коллективная система обучения, лекционно-зачетная система обучения. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация.

Лекции и практические занятия проводятся с применением слайдов (презентаций) в программе Power Point, а также с использованием интерактивной доски, большая часть теоретического материала представлена в электронной форме и на бумажном носителе. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация.

Лекции сопровождаются представлением материалов виде презентаций с использованием анимации, выход на сайты, где представлены соответствующие иллюстрации и демонстрации для излагаемого материала. При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой: мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом, в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 20 часов аудиторных занятий. Число лекций от общего числа аудиторных занятий определено учебной программой.

Для выполнения физического практикума и подготовке к практическим (семинарским) занятиям изданы учебно-методические пособия и разработки, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа должна носить систематический характер. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос и дискуссии на семинарских занятиях, проверка письменных работ и т.д.

**Промежуточный контроль.** В течение семестра студенты выполняют:

- повторение пройденного материала;
- подготовка к семинарам;
- подготовки к контрольным работам;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;

**Итоговый контроль.** Экзамен в конце 1 семестра 3 курса, 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
<b>Текущая СРС</b>			
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	<i>10</i>		
самостоятельное изучение разделов дисциплины	<i>4</i>		
подготовка к практическим и семинарским занятиям	<i>8</i>		
подготовка к экзамену	<i>36</i>		
<b>Итого СРС:</b>	<i>58 часов</i>		

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

#### 7.1. Типовые контрольные задания

##### *7.1.1. Примерные вопросы для семинарских занятий*

1. Какие материалы называются наноматериалами?
2. Отличительные особенности наноструктур.
3. Физические причины, обуславливающие особенности проявления свойств наноструктур.
4. Факторы, обеспечивающие высокую химическую активность наночастиц, кинетику их взаимодействия.
5. Примеры элементов структуры с наноразмерами, обеспечивающие особенности свойств изделий.
6. Модели строения наночастиц. Условия проявления кристаллической упаковки в рентгеноаморфных наноструктурах.
7. Реальное содержание кристаллических граней наночастиц.
8. Движущая сила и условия процесса зарождения твердой фазы наночастицы. Основные необратимые процессы.
9. Способы стабилизации внешних возмущений и внутренних флуктуаций.
10. Реализация гомогенного зародышеобразования наночастиц.
11. Особенности и условия гетерогенного зародышеобразования. Переход гомогенного зародышеобразования в гетерогенное.
12. Последствия высокой неравновесности процесса образования новой твердой фазы.
13. Условия сохранения наноструктуры в неравновесных процессах.
14. Методы сохранения наночастиц, их структуры и размеров.
15. При каких размерах наночастиц классические законы и законы квантовой химии не приемлемы?
16. Типы структур, реализуемые в наносистемах.
17. Структурно-неоднородные наночастицы с когерентными границами раздела.
18. Причины многообразия структурных элементов наночастиц.
19. Теоретические предпосылки структурной неоднородности наносостояния.
20. Важнейшее следствие анализа полученных результатов изучения мор-

- фологии структурных элементов.
21. Особенности гетеровалентного изоморфизма.
  22. На каких оксидах проверялся процесс делокализации частиц в зависимости от их размера, обоснование выбора оксидов?
  23. Какие свойства оксидов для огнеупоров способствуют образованию многих стабильных дефектных мест?
  24. Сущность метода золь-гель технологии.
  25. Механизм формирования геля.
  26. Золь-гель технология производства пористых сфер  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ .
  27. Схема получения нанопорошков оксидов металлов золь-гель способом.
  28. Схема получения золь-гель способом сферических частиц гелеобразного материала.
  29. Гидролиз алкоксидов металлов. Схема происходящих химических процессов.
  30. Конденсация гидроксидов металлов, схема формирования пространственной гель-сетки.
  31. Зависимость скорости гидролиза и конденсации от различных факторов.
  32. Время гелеобразования различных алкоксидов кремния.
  33. Влияние растворителя на размер наночастиц.
  34. Структура молекул алкоксида металлов.
  35. Особенности переработки алкоксидов металлов, стойкость к воде.
  36. Влияние кислот и оснований на условия прохождения реакций алкоксидов металлов.
  37. Удаление растворителя, влияние критической температуры на структуру гелей.
  38. Понятие об аэрогелях, способ их получения.
  38. Золь-гель способ получения монооксидных порошков из органометаллических прекурсоров.
  39. Золь-гель способ: преимущества и недостатки.
  40. Метод реверсирования мицеллы для синтеза нанокристаллических керамических порошков.
  41. Схема инверсивной мицеллы.
  43. Какие ПАВ применяются для реализации способа реверсирования мицеллы?
  44. Достоинства и недостатки метода реверсирования мицеллы.
  45. Способ получения керамических наночастиц методом осаждения.
  46. Особенности получения наноразмерных керамических частиц из карбидов, нитридов и боридов металлов.
  47. Способ получения наноструктурированного нитрида алюминия.
  48. Сущность и сфера применения химического синтеза прекерамических полимеров.
  49. Особенности превращения органометаллического прекурсора в керамический материал, влияние свободного углерода.
  50. Поликарбоксиланы и полисилозаны, применяемые для синтеза карбида и нитрида кремния. Структурные химические формулы.
  51. Химический синтез нитрида кремния, особенности технологического процесса, химические реакции.
  52. Метод получения карбида и нитрида кремния.

### ***7.1.2. Вопросы для самостоятельной работы***

1. Классификация систем по мерности форм дисперсной фазы: нульмерные, одномерные, двух- и трехмерные материалы.
2. Получение наночастиц методом испарения- конденсации. Получение нанопорошков распылением расплавов.
3. Электро- и плазмохимические методы получения наночастиц. Электроэрозионный и детонационный синтезы.
4. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Электродуговой синтез углеродных нанотрубок (УНТ).
5. Методы компактирования порошков.
6. Влияние размерных факторов на свойства наноматериалов.
7. Механические свойства компактных наноматериалов
8. Аттестация наноматериалов.
9. Методы определения размерных характеристик.
10. Методы определения элементного и фазового состава.
11. Методы исследования поверхности наноматериалов
12. Наноматериалы и защита окружающей среды.
13. Наночастицы в окружающей среде.
14. Использование нано- материалов для защиты окружающей среды.
15. Экология в производстве и применении наноматериалов.
16. Токсикологическое изучение наноматериалов

### 7.1.3. Примерные тесты по дисциплине

1.	Основные достоинства использования пористых сред для создания наноструктур:	а) возможность производства больших объемов; б) возможность создания как нанокомпозитов со случайной геометрией; в) возможность введения в поры широкого круга материалов; г) все вышеперечисленное.
2.	Какой из нижеперечисленных материалов имеет максимальную пористость:	а) хризотилловый асбест; б) пористое стекло; в) аэрогель.
3.	Ликвация это:	а) повышение смачиваемости поверхности; б) понижение смачиваемости поверхности; г) выделение кластеров материала; обогащенных растворимыми примесями.
4.	Какой из нижеследующих материалов имеет случайную систему пор:	а) хризотилловый асбест; б) молекулярные сита; в) цеолиты; г) пористое стекло.
5.	Какой из нижеследующих материалов используется как фотонный кристалл:	а) ксерогели; б) искусственные опалы; в) цеолиты
6.	Уменьшение размеров частицы в большинстве случаев приводит к:	а) понижению температуры плавления; б) повышению температуры плавления; в) не меняет температуру плавления.
7.	Для определения фрактальной размерности пустот в пористой среде используется:	а) интрузионная ртутная порометрия; б) малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов; в) ЯМР.
8.	Действие фотонных кристаллов	а) на общем росте диэлектрической проницаемости

	основано:	сверхрешеток; б) на возникновении щели с нулевой плотностью фотонных состояний; д) на общем уменьшении диэлектрической проницаемости сверхрешеток.
9.	В металлических нанопроволоках при уменьшении диаметра происходит:	а) диэлектризация; б) рост удельного сопротивления; в) уменьшение удельного сопротивления.
10.	Как диспергирование влияет на магнитные фазовые переходы:	а) не влияет; б) повышает температуру Кюри; в) подавляет.

### **Ответы на вопросы теста**

1. г; 2. в; 3. в; 4. г; 5. б; 6. а; 7. б; 8. б; 9. а; 10. б.

### **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  
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.

##### *Промежуточный контроль по дисциплине включает:*

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

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

а) адрес сайта: Сайт кафедры физики конденсированного состояния и наносистем:  
<http://cathedra.dgu.ru/Default.aspx?id=1503>  
Адреса блогов: <http://jkafftt.blogspot.ru/> ссылка для студентов  
<http://zhfft.blogspot.ru/> ссылка для студентов

#### **б) Основная литература:**

1. Физика наноструктур [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Федоров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 131 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65342.html>
2. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс] : монография / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2016. — 192 с. — 978-5-98704-833-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66410.html>
3. 1. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. [Электронный ресурс]. - М.: Машиностроение, 2012. - 656 с. Режим доступа:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5793](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5793)
4. 2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. [Электронный ресурс]. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с. Режим доступа:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2173](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2173)
5. 3. Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. [Электронный ресурс]. - М.: Физматлит, 2009. - 456 с. Режим доступа:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2291)

#### Дополнительная литература

1. Головкина М.В. Нанопотоника и физика наноструктур [Электронный ресурс] : сборник задач / М.В. Головкина. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 33 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75389.html>
2. Оптика наноструктур [Электронный ресурс]: методические рекомендации / Т.А. Вартамян [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2008. — 113 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67425.html>
3. Основы физики гибридных наноструктур [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Баранов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 125 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67821.html>

### 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](http://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](http://www.iprbookshop.ru)) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru). Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. 537 наименований.
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <http://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/>

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

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

1. Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков исследования свойств и обработки данных обеспечивается в лабораториях НОЦ «Нанотехнологии». При проведении занятий используются лаборатории, оснащенные современным технологическим и измерительным оборудованием.
2. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный проекционным оборудованием и интерактивной доской.