



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем

Кафедра физики конденсированного состояния и наносистем

Образовательная программа
03.04.02 – Физика

Профиль подготовки:
Физика наносистем

Уровень высшего образования:
Магистратура

Форма обучения:
Очная

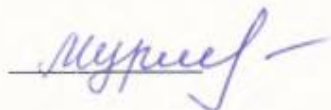
Статус дисциплины:
вариативная

Махачкала 2020

Рабочая программа дисциплины «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика, профиль подготовки «Физика наносистем» (уровень: магистратура) от «28» августа 2015 г. №913.

Разработчики: кафедра физики конденсированного состояния и наносистем.

Мурлиева Ж.Х., д.ф.-м.н., профессор



Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры физики конденсированного состояния и наносистем от «22» 02 2020г., протокол № 6

1/ Зав.кафедрой



Рабаданов М.Х.

на заседании методической комиссии физического факультета от «28» 02 2020 г., протокол № 6.

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласовано с учебно-методическим управлением «23» 03 2020 г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» входит в вариативную часть 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 физикой наносистем, а именно с изучением особенностей механических, кинетических и магнитных свойств наноразмерных объектов и влияния поверхности на эти свойства.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОК-1, общепрофессиональных – ОПК-6, профессиональных – ПК-2.

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 **108** часа, **3** зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия							Форма про- межуточной атте- стации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экза- мен	
	Все го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консультации			
А	108	10		14	36		48	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» являются: формирование у студентов системы знаний по физике наносистем, общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика (профиль подготовки: Физика наносистем).

В результате изучения данной дисциплины студенты приобретают знания о специфических особенностях проявления физических свойств наносистем, в том числе и тепловых, характерные размерные особенности которых проявляются с уменьшением геометрических размеров материала. Это особенно существенно, когда число атомов на поверхности наночастицы становится соизмеримым с числом атомов в ее объеме; в колебательных спектрах нанокристаллов эффекты размерного квантования проявляются как в области акустических, так и оптических колебаний. Изучение этого спецкурса будет способствовать формированию навыков при решении задач и постановке простейших экспериментов по исследованию свойств новых наноструктурированных материалов.

В конечном итоге, дисциплина будет способствовать подготовке профессиональных и конкурентоспособных специалистов в области физики и технологии наносистем, спо-

собных работать на инженерно-технических должностях в научно-исследовательских лабораториях НИИ, вузов, предприятий.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» входит в блок **Б1.В.ОД.5** образовательной программы (ФГОС ВО) магистратуры по направлению 03.04.02– «Физика», профиля подготовки «Физика наносистем».

Настоящая спецкурс «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» предназначен для подготовки магистров по направлению «Физика» в соответствии с требованиями, отраженными в ФГОС ВО. Особенность программы состоит в фундаментальном характере изложения дисциплины с целью не только сообщения магистрантам определенной суммы конкретных сведений, но и формирования у них физического мировоззрения как базы общего естественно - научного мировоззрения и развития соответствующего способа мышления. В условиях возросшей актуальности в разработке технологии новых конструкционных материалов, в частности наноразмерных, необходимо повышение уровня образования за счет изучения влияния размерных эффектов на механические и магнитные свойства, электропроводность, теплопроводность и др. этих материалов.

Изучение природы формирования свойств наноразмерных материалов вырабатывает способность к абстрактному мышлению, применению математического аппарата, выявлению в том или ином процессе причинно-следственной связи. Совокупность приобретенных знаний может быть полезной при создании и аттестации эксплуатационных характеристик новых конструкционных наноматериалов, в том числе ВТСП.

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

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОК-1	Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знает: - ключевые события в развитии современной науки, отразившиеся в концепциях современной философии и методологии науки; - методы анализа и синтеза научно-периодической информации. Умеет: - анализировать и воспринимать информацию из источников различного типа; - абстрактно мыслить и анализировать, синтезировать полученную информацию. Владеет: - методиками персонального и коллективного представления результатов аналитической работы.
ОПК-6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-	Знает: современные представления о влиянии размеров частиц в конденсированных средах на квантовые эффекты;

	исследовательской работе.	• модели формирования структуры и свойств наноматериалов • основные особенности электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств наноматериалов. Умеет: • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики и технологии наноматериалов; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физике наноматериалов; Владеет: • методами исследования наносистем; • методами теоретических расчетов механических, кинетических и магнитных свойств наносистем; • навыками решения задач по интерпретации связи механических, кинетических и магнитных свойств со структурой.
ПК-2	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Знает: • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики и технологии наноматериалов; Умеет: • излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики наноматериалов; • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики при интерпретации свойств наноматериалов; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования свойств наноматериалов. Владеет: • экспериментальной и теоретической

		информацией о природе и взаимосвязи механических, кинетических и магнитных свойств наноматериалов; • теоретическими основами анализа информации в области физики формирования свойств наноматериалов; • владеть способностью применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
--	--	--

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	Неделя семестра	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. занят.	Контроль сам. раб		
Модуль 1									
1	Виды наноструктур. Функция распределения плотности состояний наноструктур. Учет влияния поверхности на размерные эффекты свойств	A	1-2	2	2		6	2	семинарское занятие
2	Формирование механических свойств в наноразмерных структурах. Нормальный и аномальный Холл-Петч эффект. Ангармонизм в наноструктурах	A	3-4	2	2		6	2	семинарское занятие
3	Кинетические свойства наноструктур. Электросопротивление. Баллистическая проводимость. Теплопроводность.	A	5-6	2	2		6	2	семинарское занятие
Итого за модуль 1: 36 часов				6	6		18	6	
Модуль 2									
4	Магнитные свойства функциональных наноструктурированных материалов. Суперпарамагнетизм	A	7-8	2	2		6	2	семинарское занятие
5	Влияние поверхности на формирование магнитного порядка и температуру Кю-	A	9-10	2	2		6	2	семинарское занятие

	ри в классических 3d-металлах.								
6	Связь свойств наноструктурированных материалов с особенностями изменения межатомного расстояния	A	11-12	-	4		6	2	семинарское занятие контрольная работа
Итого за модуль 2: 36 часов				4	8		18	6	
Модуль 3.									
7.	Итоговый контроль знаний.		13		Подготовка к экзамену		36		экзамен
	Итого за дисциплину: 108 часов			10	14	-	36	48	

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

Модуль 1.

Тема 1. Виды наноразмерных структур. Функция распределения плотности состояний наноструктур. Квантово-размерные эффекты в колебательных спектрах квантовых точках и нанокристаллах. (**Лекция**)

Тема 2. Учет влияния поверхности на размерные эффекты механических, термических и др. свойств). Размерное ограничение фононов. Энергия и химическая активность наночастиц (**Практическое занятие**)

Тема 3. Формирование механических свойств в наноразмерных структурах. Нормальный и аномальный Холл-Петч эффект (**Лекция**)

Тема 4. Термодинамика формирования кинетических свойств в наноразмерных структурах. Особенности потенциала межатомного взаимодействия в наночастицах, проявления ангармонизма. (**Практическое занятие**)

Тема 5. Кинетические свойства наноструктур. Диффузия. Электросопротивление. Баллистическая проводимость квантовых нитей. Зависимость электросопротивления от диаметра нанопроволок. (**Лекция**)

Тема 6. Особенности фононного спектра в наноразмерных структурах. Функция распределения частот в наночастицах. Теплопроводность наносистем. Особенности теплоемкости (**Практическое занятие**)

Модуль 2.

Тема 1. Магнитные свойства функциональных наноструктурированных материалов. Суперпарамагнетизм. Гигантское магнитосопротивление. (**Лекция**)

Тема 2. Магнитные и электрические свойства наноструктурированных мультиферроиков на примере чистого и допированного феррита висмута. (**Практическое занятие**)

Тема 3. Влияние поверхности на формирование магнитного порядка и температуру Кюри в классических 3d-металлах. (**Лекция**)

Тема 4. Зависимость температуры Кюри и коэрцитивной силы от размера в наноструктурированных системах. Эффект Кондо. (**Практическое занятие**)

Тема 5. Связь температурной зависимости свойств наноструктурированных материалов с особенностями изменения межатомного расстояния. Роль термической деформации в формировании кинетических свойств наноструктурированных материалов на примере металлических нанопроволок (**Практическое занятие**)

Тема 6. Особенности поведения силы трения в наноструктурированных материалах. Метаматериалы и их особенности и применение (**Практическое занятие**).

Модуль 3. Подготовка к экзамену.

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода дисциплины «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В процессе преподавания спецдисциплины применяются следующие образовательные технологии: вводная лекция, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Лекции сопровождаются представлением материалов виде презентаций, выход на сайты, где представлены соответствующие иллюстрации и демонстрации для излагаемого материала.

При проведении занятий используется аудитория, 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. В целом, в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 6 из 24 часов аудиторных занятий. Число лекций от общего числа аудиторных занятий определено учебной программой.

Обучающие и контролирующие 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.

Самостоятельная работа студентов, предусмотрена учебным планом в объеме не менее 50%, в том числе подготовка к экзаменам и зачетам, от общего количества часов. Она необходима для более глубокого усвоения изучаемого курса, формирования навыков исследовательской работы и умение применять теоретические знания на практике. Самостоятельная работа должна носить систематический характер. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос и дискуссии на семинарских занятиях, проверка письменных работ и т.д.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- повторения пройденного материала;
- подготовки к контрольным работам;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- работы с периодическими изданиями – научными статьями и обзорами по теме;
- составление обзора по механическим, кинетическим и магнитным свойствам перспективных наноматериалов на основе публикаций из рейтинговых отечественных и зарубежных журналов.

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

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

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

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

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-6 Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	Способен использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	Знает: • современные представления о влиянии размеров частиц в конденсированных средах на квантовые эффекты (конфаймент); • модели формирования структуры и свойств наноматериалов • основные особенности электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств наноматериалов. Умеет: • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики и технологии наноматериалов; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физике наноматериалов; Владеет: • методами теоретических расчетов механических, кинетических и магнитных свойств наносистем; • навыками решения задач по интерпретации связи механических, кинетических и магнитных свойств со структурой.	Письменный опрос
ПК-2 Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять резуль-	Свободно владеет разделами физики наносистем, необходимыми для решения научно – инновационных задач; способность к применению результатов научных исследований при выполнении маги-	Знает: • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и ана-	Круглый стол

таты научных исследований в инновационной деятельности.	стерской диссертации и в инновационной деятельности.	лиза экспериментальной и теоретической информации в области физики и технологии наноматериалов; Умеет: • понимать, излагать и критически анализировать информацию в области физики наноматериалов и использовать для этого базовые теоретические знания фундаментальных разделов курсов общей и теоретической физики; • анализировать и обобщать информацию по источникам из отечественных и зарубежных периодических изданий; • использовать теоретические основы, законы и модели формирования свойств наноматериалов при разработке природоподобных технологий. Владеет: • теоретическими основами и практическими навыками анализа и обработки экспериментальной и теоретической информации в области механических, кинетических и магнитных свойств наноматериалов; • владеть способностью к применению результатов научных исследований в инновационной деятельности.	
ПК-3 Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно – инновационных исследованиях и инженерно – технологической дея-	Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно – инновационных исследованиях и инженерно – технологической деятельности.	Знает: • природу специфического поведения механических, кинетических и магнитных свойств наносистем; • современные методы экспериментальных исследований свойств наносистем; • актуальные и перспективные направления	Мини-конференция

тельности.		научно – инновационных исследований наноматериалов для их использования в инженерно – технологической деятельности; Умеет: - самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики наносистем и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; Владеет: - техникой экспериментальных исследований структуры и свойств наноматериалов, - методами теоретических расчетов свойств механических, магнитных и электрических свойств соответствующих функциональных структур; - экспресс анализом свойств полученных материалов; знаниями, необходимыми для решения научно-инновационных задач физики наносистем.	
------------	--	--	--

7.2. Типовые контрольные задания

Примерные темы заданий для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

1. Методы получения и виды наноструктурированных объектов и их особенности.
2. Критерии наноразмерности. Структура нанозерна. Ультрамелкие и мезозерна.
3. Чему равны координационные числа и число атомов, приходящиеся на одну ячейку для различных решеток?
4. Соотношение Холл-Петча для наночастиц.
5. Зависимость напряжения от деформации в нанометаллах и сплавах. Скольжение на границах. Явление сверхпластичности.
6. Природа границ зерен в наноматериалах. Методы управления их свойствами.
7. Диффузионная подвижность при деформации.
8. Влияние размера частиц на модули упругости, предел прочности, твердость.
9. Влияние размера частиц на энергию межатомного взаимодействия.
10. Особенности температур Дебая и плавления в наноматериалах.

11. Энергетический спектр фононов в наночастицах. Теплоемкость.
12. Причины, приводящие к снижению теплопроводности наноразмерных объектов.
13. Механизмы, приводящие к возрастанию электросопротивления наноразмерных материалов. Нанопроволоки.
14. Магнитные свойства наноматериалов.
15. Влияние размера частиц на размер доменов, температуру Кюри, коэрцитивную силу.
16. Метод комбинационного рассеяния в исследовании свойств наноматериалов.

Примерные вопросы для промежуточного контроля

1. 0D-структуры. Нанокристаллы и нанокластеры.
2. 1D-структуры. Квантовые нити.
3. 2D-структуры. Тонкие пленки.
4. Нанотрубки. Углеродные нанотрубки, строение, методы получения и разделения. Механизмы роста нанотрубок. Одностенные и многостенные нанотрубки.
5. Механические свойства углеродных нанотрубок. Электрофизические свойства углеродных нанотрубок.
6. Механические свойства. Повышение прочности нанокристаллических металлов. Дефектность вещества в нанокристаллическом состоянии.
7. Повышение пластичности керамических материалов в нанокристаллическом состоянии.
8. Фазовые переходы в нанокристаллическом состоянии, деформационные и пластические свойства наноматериалов.
9. Экситонные переходы в спектрах нанокристаллических полупроводников. Изменение ширины запрещенной зоны.
10. Оценка размеров наночастиц из спектральных данных.
11. Модель "частица в потенциальном ящике" для наноструктур "ядро в оболочке".
12. Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера магнитной частицы. Переход в суперпарамагнитное состояние. Температура блокировки. Оценка размера наночастицы из данных по магнитной восприимчивости.
13. Магнитные свойства анизотропных наночастиц.
14. Применение наноматериалов. Наносенсоры. Нано- и молекулярная электроника. Фотоника. Устройства на квантовых точках – лазеры, светодиоды.
15. Электронные механические системы (MEMS). Нейронные сети. Устройства для хранения информации. Каталитические системы.
16. Нанокompозитные материалы. Причины низкой устойчивости веществ в нанокристаллическом состоянии. Способы защиты наночастиц от агрегации и внешних воздействий.
17. Нанокompозиты полимер-неорганическая наночастица. Наночастицы в неорганических матрицах. Биологические нанокompозитные материалы. Биомиметические подходы.
18. Биологические наноматериалы. Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Кость как биологический нанокompозит. Молекулярные моторы. Неорганические наноматериалы и биосовместимость. Использование неорганических материалов.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

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

Текущий контроль по дисциплине включает:

- | | |
|------------------------------------|------------------|
| ▪ посещение занятий | <u>10 баллов</u> |
| ▪ участие на практических занятиях | <u>20 баллов</u> |

■ выполнение аудиторных контрольных работ	<u>30 баллов</u>
Промежуточный контроль по дисциплине включает:	
устный опрос	<u>20 баллов</u>
• отчет за модуль	<u>20 баллов</u>

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

Основная литература:

1. Алымов М.И. Механические свойства нанокристаллических материалов. – М.: МИФИ, 2004. – 32 с.
2. Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, А.М. Кротов. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Учебное пособие Международного университета природы, общества и человека «Дубна» Филиал «Угреша». Москва 2007- 125с
3. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. М.:Мир, 2002. - 292 с.
4. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Уч. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 117 с.

Источники ЭБЭ (IPRbooks)

1. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидуневич. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — 978-985-06-1783-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>
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. Глущенко А.Г. Наноматериалы и нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Глущенко, Е.П. Глущенко. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 269 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75388.html>
4. Блесман А.И. Теоретические основы методов исследования наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Блесман, В.В. Даньшина, Д.А. Полонянкин. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный технический университет, 2017. — 78 с. — 978-5-8149-2506-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78478.html>
5. Илюшин В.А. Физикохимия наноструктурированных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Илюшин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 107 с. — 978-5-7782-2215-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45188.html>
6. Наноструктурные материалы - 2014. Беларусь - Россия - Украина (НАНО-2014) [Электронный ресурс] : материалы IV Международной научной конференции (Минск, 7-10 октября 2014 г.) / I.N. Anfimova [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2014. — 432 с. — 978-985-08-1762-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29586.html>

Дополнительная литература:

1. Алымов М.И., Зеленский В.А. Методы получения и физико-механические свойства объемных нанокристаллических материалов. - М.: МИФИ, 2005. – 52 с.
2. Лабораторный практикум "Получение и исследование наносистем"/ С.В. Антоненко, И.Ю. Безотосный, Г.И. Жабров, А.А. Тимофеев / Под ред. Г.И. Жабрева. – М.: МИФИ, 2007. – 72 с.
3. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2000. - 224 с.
4. Новиков А.Ф. Строение вещества [Электронный ресурс]: электронные оболочки атомов. Химическая связь. Конденсированное состояние вещества. Учебное пособие / А.Ф. Новиков. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2013. — 93 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68156.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 магистра по направлению **03.04.02 – физика:**

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.пф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.
13. **Springer**. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
14. **SCOPUS** <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно сублицензионно-

му договору №Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.

15. **Web of Science** - webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 гг., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г.
16. **«Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global).** - база данных зарубежных –диссертации. Доступ продлен согласно сублицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.
17. **Sage** - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.
18. **American Chemical Society.** Доступ продлен на основании сублицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.
19. **Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Science (AAAS))** <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень 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.

Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор, интернет, E-mail.

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

1. Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием (интернет, интерактивная доска).
2. Практические занятия проводятся в лабораториях НОЦ «Нанотехнологии», оснащенных современным технологическим и измерительным оборудованием. Кафедра располагает необходимыми установками, технологическим оборудованием, приборами для выполнения соответствующих курсовых и диссертационных работ. Имеется богатая библиотека, в том числе электронные книги, копий периодических изданий и т. д.