



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

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы физики 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 по выбору

Махачкала 2020

Рабочая программа дисциплины «Основы физики 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.

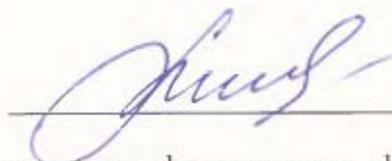
Разработчики: кафедра физики конденсированного состояния и наносистем.

/ Рабаданов М.Х., д.ф.-м.н., профессор



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

/ 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 «Основы физики наносистем» входит в Блок 1, вариативной части, дисциплин по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02–Физика.

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 наносистем, в том числе наноструктурированных композиционных материалов, физической сущности явлений, происходящих в них при воздействии различных факторов, влияющих как на структуру, так и на свойства.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общепрофессиональных*: ОПК–6; *профессиональных*: ПК–2, ПК–3.

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, промежуточный контроль и пр. и в форме зачета.

Объем дисциплины **2** зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
9	72	16	-	18	38	38	зачет	

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины, согласно ОПОП ВО являются: получению сведений и базовых знаний о наносистемах, принципах формирования структуры наносистем, в том числе, для многокомпонентных систем и физической сущности явлений, происходящих в наносистемах на основе признанных положений теории и практики, которыми должны руководствоваться магистранты, при исследовании и интерпретации структуры и свойств наносистем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Основы физики наносистем» входит в блок **Б1.В.ДВ.1.1.** образовательной программы (ФГОС ВО) 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 наносистем.

Студенты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о структуре конденсированных систем, типах связи атомов в конденсированных средах, строении атомов и молекул в объеме знаний курса общей физики и атомной физики, квантовой механики, статистических законах распределения, законах сохранения энергии, импульса и момента количества движения, основах квантового описания частиц.

Данная дисциплина является базовой для изучения дисциплин: «Зондовая локальная микроскопия и спектроскопия», «Рентгеноструктурный анализ наносистем», «Физика и технология функциональных материалов», «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем», «Оптическая спектроскопия систем пониженной размерности», «Диэлектрические и теплофизические свойства наноструктурированных материалов», а так же для прохождения 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 методы формирования наносистем и основные особенности электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств приобретаемые ими, а так же разнообразные их практические приложения.

Знать: законы формирования структуры и связь физических свойств со структурой этих систем

Уметь: получать и интерпретировать данные о структуре конденсированных сред, в том числе наносистем.

Владеть: Технологией получения и техникой экспериментальных исследований структуры наносистем и наноматериалов.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК – 6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы формирования структуры и свойств наносистем; • современные представления о фазовых равновесиях в конденсированных системах; • основные особенности формирования электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств в наносистемах; • разнообразные практические приложения. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики наносистем; • применять полученные знания при решении задач, при выступлении на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физике наносистем; • проводить научные исследования в области физики наносистем с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) и технологической базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технологиями получения и техникой исследования наносистем;

		<ul style="list-style-type: none"> • методами исследования наносистем и наноматериалов; • методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих наносистем; • навыками решения задач по интерпретации связи свойств со структурой.
ПК-2	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 формирования структур конденсированных сред, в том числе, в наносистемах; • физические основы низкоразмерных систем. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики низкоразмерных систем; • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике низкоразмерных систем; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования низкоразмерных систем. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики и технологии низкоразмерных систем; • экспресс - анализом и диагностическими методами исследования низкоразмерных систем; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики низкоразмерных систем; • владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
ПК-3	Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно – инновационных исследованиях и инженерно – технологической деятельности.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • как строить и использовать простейшие модели при разработке технологии соответствующих низкоразмерных систем; • инновационные методы исследований структуры и свойств низкоразмерных систем и то, как решаются задачи по интерпретации связи свойств со структурой; • что востребовано практикой на текущий

		<p>момент, как решать научно – инновационные задачи и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики наносистемы решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; исследовать структуру наносистем, генерировать методы расшифровки, полученных результатов и идеи по их интерпретации. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> техникой экспериментальных исследований структуры низкоразмерных систем; методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих низкоразмерных систем; Экспресс анализом, полученных материалов; владеть знаниями, необходимыми для решения научно-инновационных задач физики наносистем.
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

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)
				Неделя семестра	Лекции	Практич. занятия	Лаб. занят.		
Модуль 1									
1	Введение. Терминология. Критерии определения наноматериалов. Размерный эффект. Корреляционный радиус. Классификация наноматериалов: 0D-, 1D-, 2D-структуры.	9	1,2	2	2			6	Фронтальный опрос
2	Методы получения наноматериалов. Наноструктуры "ядро в оболочке", темплатный метод, др. Иерархические наноструктуры	9	3,4	2	2			6	семинарское занятие
3	Принципы, на которых основаны методы исследования и интерпретации данных по морфологии, структуре и размеров, в том числе оценка размеров наносистем.	9	5-8	4	4			8	семинарское занятие

Рубежная контрольная сам. работа		8				2		контрольная работа	
Всего за модуль			8	8		2	20		
Модуль 2									
4	Особенности формирования структуры свойств наносистем и наноструктурированных материалов. Интерпретация результатов структурных исследований	9	9-12	4	4			8	семинарское занятие
5	Особенности свойств низкоразмерных систем Связь свойств с низкоразмерными системами материалов Области применения наносистем	9	13-17	4	6			10	семинарское занятие
Рубежная контрольная сам. работа		17				2			контрольная работа
Всего за модуль				8	10	2		18	
Итого				16	18	4		38	

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Введение.

Тема 1. Терминология. Критерии определения наноматериалов. Классификация наноматериалов;

Тема 2. Методы получения: нанонити, тонкие пленки, монослои, темплатный синтез;

Тема 3. Принципы, на которых основаны методы исследования и интерпретации данных по морфологии, структуре и размеров.

Модуль 2. Особенности формирования структуры свойств наносистем и наноструктурированных материалов.

Тема 3. Интерпретация результатов структурных исследований. Особенности свойств низкоразмерных систем;

Тема 4. Оценка размеров наночастиц по дифракционным и спектральным данным. Основные параметры, зависящие от размерного фактора;

Тема 5. Свойства наноматериалов. Связь свойств с структурой в низкоразмерных системах;

Тема 6. Области применения наносистем.

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 учебного курса предусмотрены лекции в сочетании с практическими занятиями, в том числе семинаров, рубежных контрольных работ и зачет. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в учебном процессе по данной дисциплине, составляет не менее 10 часов из 34 часов аудиторных занятий.

При проведении занятий используется аудитория, оснащенная 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.

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.

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 1(9) 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 индикатора достижения компетенций (соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-6		<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> • модели формирования структуры и свойств наносистем; • современные представления о фазовых равновесиях в конденсированных системах; • основные особенности формирования электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств в наносистемах; • разнообразные практические приложения. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики наносистем; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, 	Устный опрос, письменный опрос

		<p>на семинарских занятиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физики наносистем; • проводить научные исследования области физики наносистем с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) и технологической базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технологиями исследования наносистем, • методами исследования наносистем и наноматериалов, • методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих наносистем, <p>навыками решения задач по интерпретации связи свойств со структурой.</p>	
ПК-2		<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 формирования структур конденсированных сред, в том числе в наносистемах; • физические основы низкоразмерных систем. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики низкоразмерных систем; • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике низкоразмерных систем; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования низкоразмерных систем. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа эксперимен- 	

		<p>тальной и теоретической информации в области физики и технологии функциональных материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> • экспресс анализом и диагностическими методами исследования функциональных материалов; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики и технологии функциональных материалов; <p>владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</p>	
ПК-3		<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • как строить и использовать простейшие модели при разработке технологии соответствующих функциональных материалов; • инновационные методы исследований структуры и свойств функциональных материалов и как решаются задачи по интерпретации связи свойств со структурой; • что востребовано практикой на текущий момент и как решать научно – инновационные задачи и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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; • исследовать структуру наносистем, генерировать методы расшифровки, полученных результатов и идеи по их интерпретации. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • техникой экспериментальных исследований структуры низкоразмерных систем; • методами термодинамических расчетов реакций при формировании соответствующих низкоразмерных систем; • Экспресс анализом, полученных 	

		материалов; • владеть знаниями, необходимыми для решения научно-инновационных задач физики наносистем;	
--	--	---	--

7.2. Типовые контрольные задания

Примерные темы практических и/или семинарских занятий и самостоятельной работы

1. Нанотехнологии и наноматериалы
2. Классификация нанообъектов
3. Размерные эффекты и свойства нанообъектов
4. Определение наночастицы.
5. Характерные особенности нанообъектов.
6. Кристаллическая решетка и магические числа.
7. Геометрическая структура.
8. Размерные эффекты и особенности наноструктур.
9. Атомные кластеры; углеродные структуры: фуллерены, графен,
10. Нанотрубки; квантовые точки.
11. Наноструктуры на поверхности, гетероструктуры.
12. Многообразие наноструктур.
13. Атомные кластеры: от атома к конденсированной материи.
14. Гетероструктуры.
15. Что сулит нам развитие нанотехнологий.
16. Кулоновская блокада, одноэлектронный транзистор.
17. Наноструктуры в медицине.
18. Определение понятий нанонаука, наноматериалы и нанотехнологии. Термин “нано-”. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Размерный эффект. Корреляционный радиус;
19. Классификация наноматериалов: 0D-, 1D-, 2D-структуры. Квантовые точки, квантовые проволоки и квантовые колодцы;
20. Самособирающиеся монослои, нанолитография на монослоях, наноматериалы для мембран, темплатный синтез наноструктурированных пленок;
21. Принципы, на которых основаны методы исследования и интерпретации данных по морфологии, структуре и размеров;
22. Оценка размеров наносистем;
23. Особенности формирования структуры свойств наносистем и наноструктурированных материалов.
24. Интерпретация соответствующих (примеры) результатов структурных исследований; Особенности свойств низкоразмерных систем;
25. Связь свойств с низкоразмерных систем материалов;
26. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии;
27. Оценка размеров наночастиц из дифракционных и спектральных данных;
28. Основные параметры, зависящие от размерного фактора;
29. Области применения наносистем;
30. Нано- и молекулярная электроника;
31. Устройства на квантовых точках – лазеры, светодиоды;
32. Нейронные сети. Наномедицина;
33. Устройства для хранения информации.

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

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

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

Лекции - Текущий контроль

- | | |
|--|-------------|
| ▪ посещение занятий | __10__ бал. |
| ▪ активное участие на лекциях | __15__ бал. |
| ▪ устный опрос, тестирование, коллоквиум | __60__ бал. |
| ▪ и др. (доклады, рефераты) | __15__ бал. |

Практика - Текущий контроль

- | | |
|---|-------------|
| ▪ посещение занятий | __10__ бал. |
| ▪ активное участие на практических занятиях | __15__ бал. |
| ▪ выполнение домашних работ | __15__ бал. |
| ▪ выполнение самостоятельных работ | __20__ бал. |
| ▪ выполнение контрольных работ | __40__ бал. |
- (от 51 и выше - зачет)

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

Литература

Основная:

1. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс] : монография / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2015. — 192 с. — 978-5-98704-833-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33418.html>
2. 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. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — 978-985-06-1783-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>
4. Дмитриев А.С. Нанотехнологии в медицине [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Дмитриев, В.Ю. Науменко, Т.А. Алексеев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2012. — 206 с. — 978-5-383-00731-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33180.html>
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. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс] / В.К. Неволин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2014. — 174 с. — 978-5-94836-382-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26894.html>
7. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2000. - 224 с.
8. Новые материалы. / Под ред. Ю.С. Карабасова. М.: МИСИС, 2002.- 736 с.
9. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления Исследований. / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. М.:Мир, 2002. - 292 с.

10. Теория и практика моделирования нанообъектов: Справ.пособие /Т.А. Романова, П.О. Краснов, С.В. Качин, П.В. Аврамов. Красноярск: ИПЦКГТУ, 2002.- 223 с.
11. Введение в нанотехнологию / Кобаяси, Наоя ; Н. Кобаяси ; пер. с яп. А. В. Хачояна под ред. Л. Н. Патрикеева. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 134 с.
12. Нанотехнологии : учеб.пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки. "Нанотехнологии" / Пул, Чарлз П. ; Ч. Пул, Ф. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - Москва :Техносфера, 2004. - 327 с.
13. «Нанотехнологии в ближайшем десятилетии», под ред. М.Роко. М.. Мир. -2002.
14. Nanostructured materials: processing, properties and potential applications / Edited by Carl S. Koch. Noyes Publications, USA. 2002. - 612 p.
15. Биокерамика на основе фосфатов кальция / С.М. Баринов, В.С. Комлев. М.: Наука, 2005. - 240 с.
16. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Уч. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 117 с.
17. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. – М.: Изд-во «Машиностроение –1», 2003 – 112 с.
18. Рабаданов М.Х., Гасанов Н.Г., Эмиров Р.М. Рентгенодифракционные методы исследования кристаллов: учебное пособие .- Махачкала: Изд. ДГУ, 2014.- 103с.

Дополнительная литература:

1. Головкина М.В. Физические основы нанотехнологий, фотоники и оптоинформатики [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.В. Головкина. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 140 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75423.html>
2. Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю.П. Солнцев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗ-ДАТ, 2017. — 336 с. — 978-5-93808-296-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67351.html>
3. Прокофьева Н.И. Физические эффекты нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Прокофьева, Л.А. Грибов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 100 с. — 978-5-7264-0745-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23754.html>
4. Нанотехнологии в электронике-3.1 [Электронный ресурс] / И.И. Амиров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2016. — 480 с. — 978-5-94836-423-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58864.html>
5. Верещагина Я.А. Инновационные технологии. Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Я.А. Верещагина. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 115 с. — 978-5-7882-0778-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61850.html>
6. Горленко В.А. Научные основы биотехнологии. Часть 1. Нанотехнологии в биологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2013. — 262 с. — 978-5-7042-2445-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24003.html>
7. 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>
8. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.: Физматлит. 2000.
9. Суздаев И.П., Суздаев П.И. Нанокластеры и нанокластерные системы. // Успехи Химии. 2001. Т.70. №.3. С.203-240.

10. *Алымов М.И.* Порошковая металлургия нанокристаллических материалов. М.: Наука, 2007. - 169 с. <http://imet.ac.ru/lab29/publication.html>
11. Консолидированные наноструктурные материалы / *А.В. Рагуля, В.В. Скороход.* Киев: Наукова думка, 2007.- 374 с.
12. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства / *Р.З. Валиев, И.В. Александров.* М.: Академкнига, 2007. - 398 с.

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

1. Международная база данных Scopus по разделу физика полупроводников <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике физика полупроводников <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
6. Ресурсы МГУ www.nanometer.ru.
7. Методы получения наноразмерных материалов/ курс лекций и руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург. 2007.
8. http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp_sost_SS.pdf
9. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>.
10. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
11. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (<http://www.fepo.ru/>)

Интернет-ресурсы

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки магистра по направлению 03.04.02 – физика:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека 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.рф/>. 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 государственного университета.
13. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
14. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно лицензионному 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 лицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г.
16. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных – диссертации. Доступ продлен согласно лицензионному 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 лицензионного 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 лицензионного 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 лицензионного 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:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов по физике наносистем;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;

- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование технологических процессов получения наносистем.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

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

1. Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков исследования свойств и обработки данных обеспечивается в последующем в лабораториях при проведении Специального физического практикума (Б1.Б2) в 9 семестре. 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