



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**

**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

*Физический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Оптическая спектроскопия систем с пониженной размерностью**

Кафедра физика конденсированного состояния и наносистем

Образовательная программа

**03.04.02 – Физика**

Профиль подготовки:

**Физика наносистем**

Уровень высшего образования:

**Магистратура**

Форма обучения:

**Очная**

Статус дисциплины:

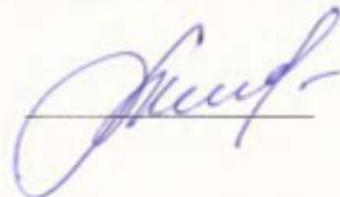
**по выбору**

**Махачкала 2020**

Рабочая программа дисциплины «Оптическая спектроскопия систем с пониженной размерностью» 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.

Палчаев Д.К., д.ф.-м.н., профессор



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

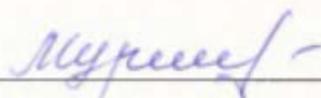
Зав.кафедрой



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 «Оптическая спектроскопия систем с пониженной размерностью» входит в вариативную часть Блока 1, дисциплины 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 применением оптического и рентгеновского излучения для исследования структуры вещества, в частности, наносистем.

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 – экспресс-опрос перед лекцией, опрос на практических занятиях и промежуточный и промежуточной аттестации зачёт.

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах лекции - 8, практических занятий - 10ч.

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
9	72	8		10		54	зачёт	

### 1. Цели освоения дисциплин

Основной целью данного курса является получение магистрантами знаний по: теоретическим основам физики взаимодействия рентгеновского излучения с аморфными, кристаллическими и поликристаллическими материалами; физическим основам оптических методов исследования спектров поглощения, рассеяния и излучения; методам и методикам исследования различных характеристик материалов и физических свойств твердых тел.

Основной задачей преподавания дисциплины «Оптическая спектроскопия систем с пониженной размерностью» является формирование у студента знаний в области оптических методов исследования и приобретение студентами навыков практической работы.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Оптическая спектроскопия систем с пониженной размерностью» входит в Блок Б1.В.ДВ.6.2 образовательной программы (ФГОС ВО) магистратуры по направлению 03.04.02– физика, профиля подготовки «Физика наносистем».

Дисциплина «Оптическая спектроскопия систем с пониженной размерностью» относится к дисциплинам профессионального цикла ОПОП магистратуры по магистерской программе «Физика наноструктур». Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные с способностью использовать теоретические знания в области квантовой механики, теоретической физики, атомной физики и физики конденсированного состояния для решения конкретных практических задач по изучению твердых тел в микро- и нано- состояниях.

Магистранты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания по основам кристаллографии, природе различных видов излучения и их взаимодействия с веществом. Данная дисциплина является одной из основных при разработке различных нанотехнологий.

**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
ОПК – 6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• современные достижения в разработке аппаратуры и методик оптических исследований веществ;</li> <li>• возможности оптических методов для исследования наносистем;</li> <li>• возможности современных программных средств при оптических исследованиях.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области спектральных методов исследования материалов;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях;</li> <li>• применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по изучению структуры материалов;</li> <li>• проводить научные исследования с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) и технологической базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практическими навыками работы на исследовательском оптическом оборудовании;</li> <li>• представлением об основных принципах работы исследовательского спектрального оборудования;</li> </ul>
ПК-2	способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в ин-	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики;</li> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и</li> </ul>

	<p>новационной деятельности</p>	<p>теоретической физики;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области спектрального анализа материалов;</li> <li>• физические основы методов анализа;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области взаимодействия излучения с веществом;</li> <li>• использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по анализу веществ;</li> <li>• пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями при расшифровке оптических спектров материалов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области спектрального анализа материалов;</li> <li>• техническими и физическими основами проведения: качественного анализа; определения размера частиц порошка по спектрам поглощения;</li> <li>• владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</li> </ul>
ПК-3	<p>Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно – инновационных исследованиях и инженерно – технологической деятельности.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принцип работы и конструкции различных источников и приёмников оптического излучения;</li> <li>• теоретические основы работы различных спектральных приборов и установок.</li> <li>• что востребовано практикой на текущий момент и как решать научно – инновационные задачи и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики наносистем и решать их с помощью современной</li> </ul>

		<p>аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>максимально эффективно использовать возможности имеющегося оптического оборудования</li> <li>генерировать идеи по разработке оборудования и программного обеспечения для спектрального анализа.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>техникой экспериментальных исследований структуры материалов;</li> <li>техникой определения количества и толщины слоев тонкопленочных многослойных наноструктур методом рентгеновской рефлектометрии;</li> <li>знаниями, необходимыми для решения научно-инновационных задач физики наносистем.</li> </ul>
--	--	---

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

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

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	<b>Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)</b> <b>Форма промежуточной аттестации (по семестрам)</b>
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1.</b>									
1	Основы зонной теории твёрдых тел и наносистем.	9	1	2	2			14	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
2	Взаимодействие света с металлами полупроводниками и диэлектриками. Уравнение Бугера-Ламперта	9	2	2	2			14	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
	Итого по модулю 1: 36 часов			4	4			28	
<b>Модуль 2.</b>									
3	Экситонное и примесное поглощение света. Экситоны в полупроводниковых	9	3	2	2			8	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях

	наноструктурах. Эмиссия излучения из твердых тел.								
4	Влияние размеров тел на их оптические свойства	9	4	2	2			8	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
5	Оптические свойства твердотельных нанокompозитов.	9	5		2			10	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
	Итого по модулю 2: 36 часов			4	6			26	
	<b>Итого за дисциплину: 72 часа</b>			<b>8</b>	<b>10</b>			<b>54</b>	<b>зачёт</b>

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

##### Модуль 1

##### Тема 1. Основы зонной теории твёрдых тел и наносистем.

Решение уравнения Шредингера для наносистем. Эффективная плотность состояний наноструктур.

##### Тема 2. Взаимодействие света с металлами полупроводниками и диэлектриками. Уравнение Бугера-Ламберта.

Природа оптического излучения. Особенности взаимодействия света с металлами, полупроводниками и диэлектриками. Поглощение, законы поглощения, Уравнение Бугера-Ламберта, коэффициент поглощения. Рассеяние излучения в различных средах.

##### Модуль 2

##### Тема 3. Экситонное и примесное поглощение света. Экситоны в полупроводниковых наноструктурах. Эмиссия излучения из твердых тел.

Механизмы примесного поглощения. Экситоны, экситонные комплексы. Особенности спектров экситонного поглощения. Спектры излучения наночастиц.

##### Тема 4. Влияние размеров тел на их оптические свойства.

Зависимость спектров поглощения и излучения от размеров наночастиц. Определение размеров наночастиц по ширине дифракционных пиков (метод Шеррера), по красной границе спектров поглощения. Определение плотности слоев нанометровой толщины методом рентгеновской рефрактометрии

##### Тема 5. Оптические свойства твердотельных нанокompозитов.

Зависимость оптических спектров от состава и структуры нанокompозитов. Зависимость коэффициента поглощения от плотности нанокерамических материалов

#### 5. Образовательные технологии.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации компетентностного подхода, дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены лекции в сочетании с практическими занятиями, в том числе семинаров, рубежных контрольных работ и *зачёт*. В течение семестра студенты выполняют задания, указанные преподавателем к каждому семинару, проводятся контрольные работы. Зачет выставляется по итогам контрольных работ, выполнения домашних заданий и самостоятельных работ. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, и в целом в учебном

процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 6 часов из 18 часов аудиторных занятий.

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

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

Обучающие и 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.***

Самостоятельная работа студентов, предусмотрена учебным планом в объеме не менее 50%, в том числе подготовка к зачету, 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). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос и дискуссии на семинарских занятиях, проверка письменных работ и т.д.

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 9 (А) 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.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-6	<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• современные достижения в разработке аппаратуры и методик оптических исследований веществ;</li><li>• возможности оптических методов для исследования наносистем;</li><li>• возможности современных программных средств</li></ul>	Устный опрос, письменный опрос

	<p>при оптических исследованиях.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области спектральных методов исследования материалов;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях;</li> <li>• применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по изучению структуры материалов;</li> <li>• проводить научные исследования с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) и технологической базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практическими навыками работы на исследовательском оптическом оборудовании;</li> <li>• представлением об основных принципах работы исследовательского спектрального оборудования;</li> </ul>	
ПК-2	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики;</li> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</li> <li>• методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области спектрального анализа материалов;</li> <li>• физические основы методов анализа;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области взаимодействия излучения с веществом;</li> <li>• использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по анализу веществ;</li> <li>• пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями при расшифровке оптических спектров материалов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области спектрального анализа материалов;</li> <li>• техническими и физическими основами проведения: качественного анализа; определения размера частиц порошка по спектрам поглощения;</li> <li>• владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

ПК-3	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принцип работы и конструкции различных источников и приёмников оптического излучения;</li> <li>• теоретические основы работы различных спектральных приборов и установок.</li> <li>• что востребовано практикой на текущий момент и как решать научно – инновационные задачи и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• максимально эффективно использовать возможности имеющегося оптического оборудования</li> <li>• генерировать идеи по разработке оборудования и программного обеспечения для спектрального анализа.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• техникой экспериментальных исследований структуры материалов,</li> <li>• определения количества и толщины слоев тонкопленочных многослойных наноструктур методом рентгеновской рефлектометрии</li> <li>• владеть знаниями, необходимыми для решения научно-инновационных задач физики наносистем</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос
------	--	--------------------------------

## 7.2. Типовые контрольные задания и тесты

### Примерные тесты для текущего и промежуточного контроля

#### 1. Поглощение. Уравнение Бугера-Ламберта.

Поглощение электромагнитных волн определяется следующим уравнением

$$1) J = J_0 e^{kx} \quad 2) J = J_0 e^{-kx} \quad 3) J = J_0 kx$$

$$4) J = -J_0 kx, \text{ где } k \text{ – коэффициент поглощения.}$$

#### 2. Собственное поглощение:

1. В результате собственного поглощения электрон из валентной зоны переходит в зону проводимости только с сохранением волнового вектора.
2. В результате собственного поглощения электроны из валентной зоны переходят на примерный уровень.
3. Собственное поглощение осуществляется только для собственных полупроводников.
4. Собственное поглощение приводит к переходу электронов на более высокий энергетический уровень в валентной зоне.
5. Собственное поглощение приводит к переходу электронов на более высокий энергетический уровень в зоне проводимости.

#### 3. Экситонное поглощение

1. При экситонном поглощении в зоне проводимости возникают электроны из акцепторных уровней.
2. При экситонном поглощении в зоне проводимости возникают электроны из донорных уровней.

3. При экситонном поглощении в зоне проводимости возникают электроны из валентной зоны.
4. При экситонном поглощении не возникают свободные электроны и дырки.
5. Экситонное поглощение и поглощение свободными носителями одно и то же.
4. Поглощение света свободными носителями заряда
  1. Это поглощение света вследствие передачи энергии (и импульса) от фотонов к электронам, приводящее к ионизации соответствующих примесных центров.
  2. При этом свободные электроны переходят на более высокие уровни в зоне проводимости и кристалл охлаждается.
  3. При этом свободные электроны переходят на более высокие уровни в зоне проводимости и кристалл разогревается.
  4. При этом поглощении возникает примесная фотопроводимость.
5. Поглощение света кристаллической решеткой:
  1. Поглощение света кристаллической решеткой происходит в результате взаимодействия электромагнитного поля световой волны с движущимися зарядами узлов решетки.
  2. Это поглощение наблюдается в том случае, когда энергия поглощаемого фотона затрачивается на переброс электрона из дна валентной зоны на дно зоны проводимости.
  3. Когда в результате этого поглощения появляются носители заряда одного типа.
  4. При этом поглощении спектр поглощения лежит в коротковолновой области.

#### **Примерный перечень вопросов к зачету по изучаемому курсу**

1. Как классифицируются твердые тела по зонной теории.
  2. В чем состоят различия электронных спектров металлов, полупроводников и диэлектриков?
  3. В чем состоит различие между дипольно-разрешенными и запрещенными оптическими переходами?
  4. Нужен ли учет виртуальных состояний при рассмотрении поглощения света при непрямым переходах?
  5. Где сильнее выражена температурная зависимость коэффициента поглощения для прямых или для непрямых оптических переходов?
  6. Как влияют примеси на поглощение света в полупроводниках?
  7. Чем отличается тепловое излучение от люминесценции?
  8. Чем различаются спектры люминесценции свободных экситонов, электронно-дырочной жидкости и электронно-дырочных капель?
  9. Что такое фотонная запрещенная зона?
  10. Что такое квантовый размерный эффект?
  11. В чем заключается приближение эффективной массы?
  12. Что такое квантовая яма, квантовая нить и квантовая точка?
  13. Определение размеров наночастиц по ширине дифракционных пиков (метод Шеррера)
  14. Где больше величина энергии обменного взаимодействия для экситонов в нанокристаллах или в объемных полупроводниках?
  15. От чего зависит величина стокового сдвига в полупроводниковом нанокристалле?
  16. При какой пористости возможен квантовый размерный эффект в пористом кремнии?
  17. Каковы основные механизмы усиления оптических нелинейностей в твердотельных нанокompозитах?
- 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** включает:

- посещение занятий 10 бал.
- активное участие на лекциях 15 бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум 60 бал.
- и др. (доклады, рефераты) 15 бал.

**Практика (р/з) - Текущий контроль** включает:

(от 51 и выше - зачет)

- 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.

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

### а) Основная литература:

1. 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>
2. Головкина М.В. Нанофотоника 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>
3. Ашкрофт, Н. Физика твёрдого тела : [в 2-х т.]. Т.1 / Н. Ашкрофт, Н. Мермин ; пер. с англ. А.С. Михайлова; под ред. М.И.Каганова. - М. : Мир, 1979. - 399 с. и 422 с. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
4. Киттель, Чарлз. Введение в физику твёрдого тела / Киттель, Чарлз ; пер. А.А.Гусева и А.В.Пахнева; под общ. ред. А.А.Гусева. - М. : Наука, 1978. - 791 с. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
5. Шалимова К.В. Физика полупроводников. М.: Энергоатомиздат, 2010. <http://www.kaf70.mephi.ru/pdf/shalimov.pdf>

### Дополнительная литература:

1. Гуревич А. Г. Физика твёрдого тела : [учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов и техн. ун-тов] Физ.-техн. ин-т им. А.Ф.Иоффе РАН. - СПб. : Нев. диалект: БХВ-Петербург, 2004- 318с.
2. Питер Ю. Основы физики полупроводников : Пер. с англ. под ред. П.Захарчени. - М. : Физматлит, 2002. - 560 с
3. Зиненко В. И. Основы физики твёрдого тела : учеб. пособие для вузов : Физматлит, 2001. - 336 с.
4. Павлов В. Физика твёрдого тела : учеб. для вузов по направлению "Физика" и др. М. : Высшая школа, 2000 - 493с.
5. Вайман Дж, Принципы теории твёрдого тела - М. : Мир, 1974. - 472 с.
6. Савельев И. В. Курс общей физики : в 3-х т. Т.3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / : Лань, 2008. - 317 с

### Источники ЭБЭ (IPRbooks)

1. Бакеева Р.Ф. Наноструктурированные среды. Изучение процесса солубилизации методом абсорбционной спектроскопии в УФ- и видимой областях [Электронный ресурс] :

учебное пособие / Р.Ф. Бакеева, И.С. Разина, В.Ф. Сопин. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 84 с. — 978-5-7882-1601-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63686.html>

2. Филимонова Н.И. Методы электронной спектроскопии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Филимонова, А.А. Величко, Н.Е. Фадеева. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 68 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69546.html>
3. Хребтова С.Б. Физические методы исследования вещества. Задания для самостоятельной работы студентов. Часть 1. Спектроскопия ЯМР и ЭПР [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Б. Хребтова, А.Т. Телешев, Н.Г. Ярышев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский педагогический государственный университет, 2015. — 20 с. — 978-5-4263-0329-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70160.html>

#### **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](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала Успехи физических наук [www.ufn.ru](http://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](http://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](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 Росаккредитства (<http://www.fepo.ru/>)

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

12. Международная база данных Scopus по разделу физика полупроводников <http://www.scopus.com/home.url>
13. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике физика полупроводников <http://www.sciencedirect.com/>
14. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала Успехи физических наук [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
15. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
16. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
17. Ресурсы МГУ [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru).
18. Методы получения наноразмерных материалов/ курс лекций и руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург. 2007.
19. [http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp\\_sost\\_SS.pdf](http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp_sost_SS.pdf)
20. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>.
21. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

22. 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 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг. (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.пф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания(доступ будет продлен).
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского 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 сублицензионному договору №Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (доступ будет продлен)
15. Web of Science - [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com) Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г. (доступ будет продлен)
16. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных –

диссертации. Доступ продлен согласно сублицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)

17. Sage - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)

18. American Chemical Society. Доступ продлен на основании сублицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. [pubs.acs.org](http://pubs.acs.org) Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)

19. Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

**Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых магистрам во время занятий:**

- рабочие тетради магистров;
- наглядные пособия;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

#### **Самостоятельная работа магистров:**

- 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.

#### **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), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS Power Point (MS PowerPointViewer), 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 при проведении Специального физического практикума (Б1.Б2) в 10 (А) семестре. При проведении занятий используются лаборатории, оснащенные современным технологическим и измерительным оборудованием.
2. При изложении теоретического материала используется лекционная аудитория, оснащенная проекционным оборудованием и интерактивной доской. Кафедра располагает необходимыми установками, технологическим оборудованием, приборами, не только для выполнения специального физического практикума, но и выполнения соответствующих курсовых и диссертационных работ. Имеется богатая библиотека, в том числе электронные книги, копии периодических изданий и т. д.