



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное образовательное бюджетное 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, 2017 год**

Рабочая программа дисциплины «Оптическая спектроскопия систем с пониженной размерностью» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика (уровень: магистратура), профиль подготовки: **Физика наносистем.**

Разработчик(и): кафедра физики конденсированного состояния и наносистем, Хамидов М.М., д.ф.-м.н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физика конденсированного состояния и наносистем от «25» марта 2017г., протокол №7.

/ Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Рабаданов М.Х.

На заседании Методической комиссии физического факультета от «31» марта 2017г, протокол №7.

Председатель \_\_\_\_\_ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г. \_\_\_\_\_ 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 рентгеновского излучения для исследования структуры вещества, в частности, наносистем.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общепрофессиональных*: ОПК–6; *профессиональных*: ПК–2, ПК–3, ПК–4.

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 контроль в форме зачёта.

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

Се- мест р	Учебные занятия						Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе зачет		
	Все- го	из них						
Лекции		Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
IX	36	8		10			52	зачёт

### 1. Цели освоения дисциплины

Курс лекций «**Оптическая спектроскопия систем с пониженной размерностью**» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1., читаемых для магистрантов по направлению 03.04.02 - Физика на кафедре физики твёрдого тела Даггосуниверситета в 1 семестре магистратуры.

Основной целью данного курса является получение магистрантами знаний:

- о теоретических основах физики взаимодействия рентгеновского излучения с аморфными, кристаллическими и поликристаллическими материалами;
- о физических основах оптических методов исследования, таких как спектров поглощения, рассеяния и излучения;
- о методах и методиках исследования различных характеристик материалов и физических свойств твердых тел. Направления применения оптических методов исследования в области физики и технологии твердотельных микро- и наноструктур.

Основной задачей преподавания дисциплины «Оптики наносистем» является формирование у студента знаний в области оптических методов исследования и приобретение студентами навыков практической работы.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Оптика наносистем» входит как курс по выбору Блока 1 образовательной программы (ФГОС ВО) магистратуры по направлению 03.04.02– Физика.

Дисциплина «Оптика наносистем» относится к дисциплинам профессионального цикла ООП 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, физики твёрдого тела 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, о природе различных видов излучений 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) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК – 6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	<p>Знать:</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>Уметь:</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>Владеть:</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 инновационной деятельности	<p>Знать:</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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• физические основы методов анализа;</li> </ul> <p>Уметь:</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>Владеть:</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	Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно – инновационных исследованиях и инженерно – технологической деятельности.	<p>Знать:</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>Уметь:</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>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• техникой экспериментальных исследо-</li> </ul>

		<p>ваний структуры материалов,</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>
ПК-4	способность планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине;</li> <li>• критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач по изучению структуры и других параметров твёрдых тел;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области анализа структуры, размеров микро и нано частиц материалов;</li> <li>• анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками проведения оптических исследований монокристаллических, поликристаллических и аморфных материалов;</li> <li>• навыками проведения научных исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</li> <li>• Методами организации физических исследований, семинаров и конференций.</li> </ul>

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

4.1. Объем дисциплины составляет   2   зачетных единиц,   18   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.		
	Модуль 1.								
1	Основы зонной теории твёрдых тел и наносистем.	IX	1	2	2			4	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
2	Взаимодействие света с металлами полупроводниками и диэлектриками. Уравнение Бугера-Ламберта	IX	2	2	2			4	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
3	Экситонное и примесное поглощение света. Экситоны в полупроводниковых наноструктурах. Эмиссия излучения из твердых тел.	IX	1	2	2			4	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
4	Влияние размеров тел на их оптические свойства	IX	2	2	2			4	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
5	Оптические свойства твердотельных нанокompозитов.	IX	1		2			2	Экспресс-опрос перед лекцией и опрос на практических занятиях
6									зачёт
	<i>Итого по модулю</i>			8	10			18	
	<b>ИТОГО:</b>			8	10			18	

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

##### 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. Поглощения, законы поглощения, Уравнение Бугера-Ламберта, коэффициент поглощения.

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 красной границе спектров поглощения

Определение плотности слоев нанометровой толщины методом рентгеновской рефрактометрии

Тема 5. **Оптические свойства твердотельных наноконпозитов.**

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

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины **«Оптическая спектроскопия систем с пониженной размерностью»** применяются следующие образовательные технологии: развивающее обучение, проблемное обучение, коллективная система обучения. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Лекции сопровождаются представлением материалов в виде презентаций с использованием анимации, выход на сайты, где представлены соответствующие иллюстрации и демонстрации для излагаемого материала.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Для подготовки к практическим (семинарским) занятиям разработаны учебно-методические пособия.

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

### *Промежуточный контроль.*

В течение семестра студенты выполняют:

- повторение пройденного материала;
- подготовка к лабораторно-практическим работам;
- оформления лабораторно-практических работ (заполнение таблиц, решение задач, написание выводов);
- подготовки к контрольным работам;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;

**Итоговый контроль.** - зачёт 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.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-6	Знать: <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> Уметь:	Устный опрос, письменный опрос



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области оптических 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 полупроводников;</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>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практическими навыками работы на исследовательском оптическом оборудовании;</li> <li>• представлением об основных принципах работы исследовательского оптического оборудования;</li> </ul>	
ПК-2	<p>Знать:</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>Уметь:</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 структур материалов.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области структурного анализа материалов;</li> <li>• техническими и физическими основами проведения: качественного спектрального анализа; определения размера частиц порошка по данным оптических спектров;</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>Знать:</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.</li> <li>• что востребовано практикой на текущий момент и как решать научно – инновационные задачи и при-</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

	<p>менять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p> <p>Уметь:</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>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• техникой экспериментальных исследований структуры материалов,</li> <li>• методикой определения толщины слоев тонкопленочных многослойных наноструктур методом оптической спектроскопии</li> <li>• владеть знаниями, необходимыми для решения научно-инновационных задач физики наносистем</li> </ul>	
ПК-4	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине;</li> <li>• критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач по изучению структуры и других параметров твёрдых тел;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области анализа структуры, размеров микро и нано частиц материалов;</li> <li>• анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками проведения спектральных исследований монокристаллических, поликристаллических и аморфных материалов;</li> <li>• навыками проведения научных исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</li> <li>• Методами организации физических исследований, семинаров и конференций.</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

**7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.**

**ОПК-6**

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	уметь использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Ознакомлен с использованием знаний современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Демонстрирует знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Показывает навыки успешного использования современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.

**ПК-2**

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Ознакомлен с разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Демонстрирует свободное владение разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Показывает навыки успешного владения разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

**ПК-3**

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной дея-	Ознакомлен с методами, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в ин-	Демонстрирует свободное владение методами для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных иссле-	Показывает навыки успешного владения методами, необходимыми для решения научно – инновационных задач и приме-

	тельности	новационной деятельности	дований в инновационной деятельности	нять результаты научных исследований в инновационной деятельности
--	-----------	--------------------------	--------------------------------------	---

#### ПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции	Ознакомлен с планированием и организацией физических исследований, семинаров и конференций	Демонстрирует умение планировать и организовывать физические исследования, семинары и конференции	Показывает навыки успешного планирования и организации физических исследований, семинаров и конференций.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

#### 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 непрямых 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. Где больше величина энергии обменного взаимодействия для экситонов в нанокристаллах или в объемных полупроводниках?
14. От чего зависит величина стокового сдвига в полупроводниковом нанокристалле?
15. При какой пористости возможен квантовый размерный эффект в пористом кремнии?
16. Каковы основные механизмы усиления оптических нелинейностей в твердотельных нанокompозитах?

**7.4. 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. П.К. Кашкаров, В.Ю. Тимошенко. Оптика твердого тела и низкоразмерных структур, М., Пульс, 2008, 292 с.
2. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1978.
3. К. В. Шалимова. Физика полупроводников. М., Энергоатомиздат, 1985.
4. В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников. Физика полупроводников. М., Наука, 1990.
5. М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики. М., Наука, 1970.
6. Е. Ф. Венгер, А. В. Гончаренко, М. Л. Дмитрук. Оптика малых частиц и дисперсных сред. Киев, Наукова Думка, 1999.
7. С.В.Гапоненко, Н.Н. Розанов, Е.Л.Ивченко, А. Ф. Федоров и др. Оптика наноструктур. Под ред. А. Ф. Федорова. СПб., Недра, 2005.
6. И.П.Суздаев Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов М. «Либроком» 2009.
7. А.А.Елисеев, А.В.Лукашин Функциональные наноматериалы. М. Физматизд. 2010.

### **Дополнительная литература:**

1. Ж. Панков. Оптические процессы в полупроводниках. М., Мир, 1973.
2. Т. Мосс, Г. Баррел, Б. Эллис. Полупроводниковая оптоэлектроника. М., Мир, 1976.
3. Ю. И. Уханов. Оптические свойства полупроводников. М., Наука, 1977.
4. В.П. Драгунов, И.Г. Неизвесный, В.А. Гридчин. Основы нанозлектроники. М., Логос, 2006.

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

1. Портал: <http://www.nano.ncstu.ru/>.
2. <http://ibooks.ru> (Электронно-библиотечная система (ЭБС) iBooks.Ru. Учебники и учебные пособия для университетов)
3. <http://www.iprbookshop.ru> (Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks Учебники и учебные пособия для университетов)
4. <http://www.biblioclub.ru> (Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн)

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

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

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- 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;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование кинетических процессов в плазме объемного разряда;

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении обра-**

**зовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), 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. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием
2. Учебная лаборатория по рентгеновским методам исследования кристаллов и компьютерный класс с выходом в интернет.