

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3/2

от 30.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПТИКА НАНОСИСТЕМ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
2	2	72	16	16	0		40	0	3
Итого	2	72	16	16	0	16	40	0	

АННОТАЦИЯ

Классификация наносистем и наноструктур; концепция эффективной среды и эффективной диэлектрической проницаемости; закономерности распространения света в периодических средах и фотонных кристаллах; описание свойств наносистем с квантовым размерным эффектом; экситонные и фотоэлектрические процессы в наноструктурах с учетом спинового состояния носителей заряда; нелинейно-оптические явления в твердотельных наносистемах; применение методов нелинейной оптики для диагностики наноструктур и нано-биосистем.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины оптика наносистем являются:

формирования устойчивой системы знаний по теоретическому описанию оптических свойств наносистем, таких как наночастицы, нанокомпозиты, пористые твердотельные наноматериалы, фотонные кристаллы, полупроводниковые и металлические наноструктуры и другие наносистемы, а также по основным методам экспериментального исследования их оптических свойств.

1) усвоение фундаментальных знаний по оптическим свойствам нанокристаллов, наночастиц, нанонитей, нанокомпозитов, пористых материалов, фотонных кристаллов, полупроводниковых гетероструктур и металлических плазмонных наноструктур;

2) понимание влияния структурных и электронных свойств на оптические характеристики нанообъектов;

3) понимание влияния размеров и диэлектрической проницаемости окружающей среды на оптические свойства наносистемы.

Достижение поставленных целей обязано помочь выпускнику получить необходимые компетенции в соответствии со стандартом образования, принятым в НИЯУ МИФИ.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Программа настоящей дисциплины может быть использована в рамках магистерской программы «Биомедицинские нанотехнологии». Данная учебная дисциплина является частью вариативного блока специальных лекционных курсов, направленных на развитие компетенций в области оптических методов диагностики для биомедицинских применений.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
производственно-технологический			
<p>Проектирование технологических процессов производства наноразмерных и наноструктурированных изделий для биомедицины. Разработка технологической документации на проектируемые устройства, приборы, системы и комплексы. Обеспечение технологичности изделий и процессов их изготовления, оценка экономической эффективности технологических процессов их изготовления, а также биотехнических систем других направлений. Авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов, систем и комплексов на этапах проектирования и производства. Анализ состояния инновационных научно-технических задач путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников в области инновационных биотехнических систем и технологий.</p>	<p>Наноразмерные и наноструктурированные биотехнические системы, медицинские изделия для решения задач диагностики, лечения, мониторинга состояния здоровья человека, медицинской реабилитации, технологии биомедицинских исследований с применением этих систем.</p>	<p>ПК-4 [1] - способен разрабатывать алгоритмы, программы и их модули для создания инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 26.014</p>	<p>З-ПК-4[1] - Знать принципы создания инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения ; У-ПК-4[1] - Уметь разрабатывать алгоритмы, программы и их модули для создания инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения; В-ПК-4[1] - Владеть разработкой алгоритмов, программ и их модулей для создания инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения</p>

	<i>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/8/0		25	КИ-8	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
2	Второй раздел	9-13	6/6/0		10	КИ-14	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
3	Третий раздел	13-15	2/2/0		15	КИ-15	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	3	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Первый раздел	8	8	0
1 - 2	Основные понятия оптики конденсированных фаз вещества Лекция дает представление о классификации тел по размерности, электронным и оптическим свойствам, о комплексных показателе преломления и диэлектрической проницаемости вещества, рассматривает отражение света от границы раздела двух сред и дает понятие о Брюстеровской спектроскопии и эллипсометрии.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	Взаимодействие света с металлами и диэлектриками Рассматриваются особенности электронного спектра металлов, полупроводников и диэлектриков, поглощение и отражение света в металлах, плазмоны, модель Друде-Лоренца, уравнение Клаузиуса-Моссоти, поглощение света на колебаниях решетки, фононы, соотношение Лиддейна-Сакса-Теллера, полоса остаточных лучей, влияние граничных условий на колебательный спектр наноструктур и наночастиц, поверхностные фононы в наночастицах и наноматериалах.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Поглощение света в полупроводниках Обсуждается поглощение света при прямых и непрямых переходах, температурная зависимость коэффициента поглощения, особенности поглощения света в вырожденных полупроводниках, эффект Бурштейна-Мосса.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Экситонное и примесное поглощение света Посвящена влиянию экситонных и примесных состояний на энергетический спектр полупроводника. Рассмотрены спектр экситона Ванье-Мотта, коллективные эффекты в системе экситонов, электронно-дырочная жидкость и электронно-дырочные капли, фазовый переход Мотта, взаимодействие света со свободными носителями заряда в полупроводниках с точки зрения квантовой теории твердого тела и классической модели Друде-Лоренца, объясняющей плазменный минимум отражения.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

5 - 6	Эмиссия излучения из твердых тел Рассматриваются люминесценция вследствие межзонной рекомбинации и рекомбинация с участием мелких уровней, донорно-акцепторных пар, изоэлектронных ловушек, связанных экситонов, свободных экситонов, электронно-дырочной жидкости и электронно-дырочных капель.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	Оптические явления в неоднородных твердотельных системах посвящена описанию свойств наноконпозитов в рамках концепции эффективной среды, для которой в электростатическом приближении выводятся выражения для эффективной диэлектрической проницаемости, рассчитываемой по формулам Максвелла, Максвелла-Гарнетта и Бруггемана. Анализируется эффективный показатель преломления статистической гетеросистемы на основе полупроводниковых наноструктур, двулучепреломление формы и анизотропию поглощения (дихроизм) с учетом частотной зависимости поглощения, а также распространение и поглощение света в периодических средах.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Фотонные кристаллы затрагивает классификацию фотонных кристаллов, распространение света в одномерном фотонном кристалле, понятие о фотонной запрещенной зоне. Рассматриваются методы расчета оптических свойств фотонных кристаллов, фотонно-кристаллические среды и волноводы, дисперсия света в фотонно-кристаллических структурах и использование фотонных кристаллов и микрорезонаторов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
8 - 9	Рассеяние света в твердых телах посвящена рассмотрению упругого и неупругого рассеяния. Рассматриваются рассеяние Рэлея, Ми, Мандельштама-Бриллюэна, комбинационное (рамановское) рассеяние света и зависимость его интенсивности его стоковых и антистоковых компонент рассеяния от температуры, а также рассеяние света в поглощающих средах.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-13	Второй раздел	6	6	0
9 - 10	Влияние размеров тел на их оптические свойства посвящена классификации низкоразмерных систем, описанию квантового размерного эффекта в приближении эффективной массы для квантовой ямы, квантовых нитей и точек	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	Экситоны в полупроводниковых наноструктурах рассматривает свойства экситонов Ванье-Мотта в квантовых ямах, влияние размерности полупроводниковой наноструктуры и диэлектрической проницаемости ее окружения на энергию связи экситонов, эффект диэлектрического усиления экситонов, учет спинового состояния для энергии экситона. Обсуждаются обменное взаимодействие для экситонов в нанокристаллах, стоков сдвиг, экситон-фононное взаимодействие, фактор Хуанг-Рисса, «темные» и «светлые» экситоны в квантовых ямах и	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

	точках.			
11 - 12	Контрольные мероприятия творческое задание.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Динамика экситонов в ансамблях полупроводниковых нанокристаллов рассматривает феноменологические модели возбуждения и рекомбинации неравновесных носителей заряда в полупроводниковых наноструктурах, учет связи между подсистемами экситонов и неравновесных фотовозбужденных носителей заряда, зависимость концентрации экситонов от температуры, время жизни экситонов в ансамблях нанокристаллов, триплетные и синглетные экситоны, зависимость времени жизни экситонов от температуры и квантовые биения экситонной люминесценции.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Элементы спиновой оптики посвящена спин-зависимой рекомбинации носителей заряда, спин-орбитальному взаимодействию и оптической ориентации спинов в полупроводниках и полупроводниковых наноструктурах. Рассматриваются особенности спин-орбитального взаимодействия в полупроводниковых наноструктурах с учетом вкладов Рашбы и Дрессельхауза, явления поляризованной люминесценция, фотогальванические спин-зависимые явления такие как циркулярный и линейный фотогальванические эффекты.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13-15	Третий раздел	2	2	0
14 - 15	Нелинейные оптические явления Рассматривает нелинейную поляризуемость среды, генерацию гармоник, смешение частот и оптическое выпрямление. Обсуждаются фазовый синхронизм в анизотропных кристалла и средах с аномальной дисперсией и вынужденное комбинационное рассеяние света.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Нелинейные оптические явления в наносистемах Посвящена механизмам усиления нелинейного отклика наноструктур и нанокомпозитов, рассматриваются особенности генерации второй и третьей оптических гармоник, двухфотонного поглощения и вынужденного комбинационного рассеяния света в наноструктурах. Анализируются варианты использования нелинейной оптики для исследования наноструктур и нанобиосистем.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции

ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Основной вид учебной работы – лекционно-практический. Отдельное внимание уделяется аудиторной консультативной деятельности в ходе лекционного процесса в виде диалога: дополнительные вопросы студентов – пояснение лекционного материала преподавателем.

Детализация описаний сложных биологических процессов и систем проводится с использованием наглядных графических материалов: таблиц, диаграмм, иллюстраций, презентаций. Высказываются дополнительные пояснения на примере конкретных медико-биологических вопросов и решения репрезентативных задач.

Для внеаудиторной работы – самостоятельной работы студентов (СРС) – предусмотрены темы для самостоятельного изучения, с последующим обсуждением в ходе аудиторной работы.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-14, КИ-15
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-14, КИ-15
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-14, КИ-15
ПК-7	З-ПК-7	З, КИ-8, КИ-14, КИ-15
	У-ПК-7	З, КИ-8, КИ-14, КИ-15
	В-ПК-7	З, КИ-8, КИ-14, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 535 Д31 Современная лазерная спектроскопия : учебное пособие, Долгопрудный: Интеллект, 2014
2. 539.2 Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : лабораторный практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.38 Д72 Основы наноэлектроники : Учеб.пособие для вузов, Драгунов В.П.,Неизвестный И.Г.,Гридчин В.А., Новосибирск: НГТУ, 2000

2. 535 Ш47 Принципы нелинейной оптики : , Шен И.Р.;Пер.с англ., М.: Наука, 1989

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Дисциплина относится к циклу специальных дисциплин. Освоение ее базируется на предварительном изучении общей физики. Студент должен иметь общие представления о строении веществ, а также основных свойствах конденсированных фаз вещества.

В первой половине курса (раздел 1 – 1-8 нед.): 2 тестовых задания + 1 контрольная работа.

на 3 неделе – тестовое задание №1 (Т.1), максимальный-минимальный балл: 5-3;

на 8 неделе – тестовое задание №2 (Т.2), максимальный-минимальный балл: 5-3;

на 9 неделе – контрольная работа №1 (КР.1) по итогам пройденного материала, максимальный-минимальный балл: 15-7.

В первой половине курса максимальная итоговая оценка может достигать в сумме (Т.1 + Т.2 + КР.1) – 25 баллов.

Во второй половине курса (разделы 2-3 – 9-16 нед.): 1 контрольная работа + 1 творческое задание с выступлением на коллоквиуме.

на 11 неделе – творческое задание №1 (ТЗ.1), максимальный-минимальный балл: 10-6;

на 15 неделе – контрольная работа №2 (КР.2) по итогам пройденного материала, максимальный-минимальный балл: 15-7.

Во второй половине курса максимальная итоговая оценка может достигать в сумме (ТЗ.1 + КР.2) – 25 баллов.

Максимальная итоговая оценка 100 баллов складывается из суммы итогов первой половины курса – 25 баллов, итогов второй половины – 25 баллов и зачета– 50 баллов.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

В учебном плане дисциплины 40 часов выделено на самостоятельную работу студентов. Это время следует посвятить изучению рекомендованной литературы и Интернет-ресурсам по темам курса, а также подготовке к аудиторным занятиям.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Данная дисциплина (Оптика наносистем) формирует специальные знания студентов в области технических наук и является курсом по выбору для будущих специалистов в области «Биомедицинские нанотехнологии». Она относится к циклу специальных дисциплин и базируется на предварительном изучении общей физики, квантовой физики и электромагнетизма. Студент должен иметь общие представления о строении веществ, а также основных законах электромагнетизма и квантовой физики.

Учебная дисциплина включает 3 раздела (14 тем).

Первый раздел «Основные оптические характеристики твердых тел и наносистем» состоит из 8 тем. Первая тема «Основные понятия оптики конденсированных фаз вещества» дает представление о классификации тел по размерности, электронным и оптическим свойствам, о комплексных показателе преломления и диэлектрической проницаемости вещества, рассматривает отражение света от границы раздела двух сред и дает понятие о Брюстеровской спектроскопии и эллипсометрии.

Во второй теме «Взаимодействие света с металлами и диэлектриками» рассматриваются особенности электронного спектра металлов, полупроводников и диэлектриков, поглощение и отражение света в металлах, плазмоны, модель Друде-Лоренца, уравнение Клаузиуса-Моссоти, поглощение света на колебаниях решетки, фононы, соотношение Лиддейна-Сакса-Теллера, полоса остаточных лучей, влияние граничных условий на колебательный спектр наноструктур и наночастиц, поверхностные фононы в наночастицах и наноматериалах.

В третьей теме «Поглощение света в полупроводниках» обсуждается поглощение света при прямых и непрямых переходах, температурная зависимость коэффициента поглощения, особенности поглощения света в вырожденных полупроводниках, эффект Бурштейна-Мосса.

Четвёртая тема «Экситонное и примесное поглощение света» посвящена влиянию экситонных и примесных состояний на энергетический спектр полупроводника. Рассмотрены спектр экситона Ванье-Мотта, коллективные эффекты в системе экситонов, электронно-дырочная жидкость и электронно-дырочные капли, фазовый переход Мотта, взаимодействие света со свободными носителями заряда в полупроводниках с точки зрения квантовой теории твердого тела и классической модели Друде-Лоренца, объясняющей плазменный минимум отражения.

В пятой теме «Эмиссия излучения из твердых тел» рассматриваются люминесценция вследствие межзонной рекомбинации и рекомбинация с участием мелких уровней, донорно-акцепторных пар, изоэлектронных ловушек, связанных экситонов, свободных экситонов, электронно-дырочной жидкости и электронно-дырочных капель.

Шестая тема «Оптические явления в неоднородных твердотельных системах» посвящена описанию свойств нанокompозитов в рамках концепции эффективной среды, для которой в электростатическом приближении выводятся выражения для эффективной диэлектрической проницаемости, рассчитываемой по формулам Максвелла, Максвелла-Гарнетта и Бруггемана. Анализируется эффективный показатель преломления статистической гетеросистемы на основе полупроводниковых наноструктур, двулучепреломление формы и анизотропию поглощения (дихроизм) с учетом частотной зависимости поглощения, а также распространение и поглощение света в периодических средах.

Седьмая тема «Фотонные кристаллы» затрагивает классификацию фотонных кристаллов, распространение света в одномерном фотонном кристалле, понятие о фотонной запрещенной зоне. Рассматриваются методы расчета оптических свойств фотонных кристаллов,

фотонно-кристаллические среды и волноводы, дисперсия света в фотонно-кристаллических структурах и использование фотонных кристаллов и микрорезонаторов.

Восьмая тема «Рассеяние света в твердых телах» посвящена рассмотрению упругого и неупругого рассеяния. Рассматриваются рассеяние Рэлея, Ми, Мандельштама-Бриллюэна, комбинационное (рамановское) рассеяние света и зависимость его интенсивности его стоковых и антистоковых компонент рассеяния от температуры, а также рассеяние света в поглощающих средах.

Второй раздел «Квантовые эффекты в оптических свойствах наносистем» состоит из четырёх тем, в которых обсуждаются квантовые размерные эффекты в полупроводниковых наноструктурах и нанокомпозитах.

Девятая тема «Влияние размеров тел на их оптические свойства» посвящена классификации низкоразмерных систем, описанию квантового размерного эффекта в приближении эффективной массы для квантовой ямы, квантовых нитей и точек.

Десятая тема «Экситоны в полупроводниковых наноструктурах» рассматривает свойства экситонов Ванье-Мотта в квантовых ямах, влияние размерности полупроводниковой наноструктуры и диэлектрической проницаемости ее окружения на энергию связи экситонов, эффект диэлектрического усиления экситонов, учет спинового состояния для энергии экситона. Обсуждаются обменное взаимодействие для экситонов в нанокристаллах, стоков сдвиг, экситон-фононное взаимодействие, фактор Хуанг-Рисса, «темные» и «светлые» экситоны в квантовых ямах и точках.

Одиннадцатая тема «Динамика экситонов в ансамблях полупроводниковых нанокристаллов» рассматривает феноменологические модели возбуждения и рекомбинации неравновесных носителей заряда в полупроводниковых наноструктурах, учет связи между подсистемами экситонов и неравновесных фотовозбужденных носителей заряда, зависимость концентрации экситонов от температуры, время жизни экситонов в ансамблях нанокристаллов, триплетные и синглетные экситоны, зависимость времени жизни экситонов от температуры и квантовые биения экситонной люминесценции.

Двенадцатая тема «Элементы спиновой оптики» посвящена спин-зависимой рекомбинации носителей заряда, спин-орбитальному взаимодействию и оптической ориентации спинов в полупроводниках и полупроводниковых наноструктурах. Рассматриваются особенности спин-орбитального взаимодействия в полупроводниковых наноструктурах с учетом вкладов Рашбы и Дрессельхауза, явления поляризованной люминесценция, фотогальванические спин-зависимые явления такие как циркулярный и линейный фотогальванические эффекты.

Третий раздел «Нелинейная оптика наноструктур и нанокомпозитов» состоит из двух тем, в которых обсуждаются нелинейные оптические явления в твердых телах, наноструктурах, нанокомпозитах и нанобиосистемах.

Тринадцатая тема «Нелинейные оптические явления» рассматривает нелинейную поляризуемость среды, генерацию гармоник, смешение частот и оптическое выпрямление. Обсуждаются фазовый синхронизм в анизотропных кристалла и средах с аномальной дисперсией и вынужденное комбинационное рассеяние света.

Четырнадцатая тема «Нелинейные оптические явления в наносистемах» посвящена механизмам усиления нелинейного отклика наноструктур и нанокомпозитов, рассматриваются особенности генерации второй и третьей оптических гармоник, двухфотонного поглощения и вынужденного комбинационного рассеяния света в наноструктурах. Анализируются варианты использования нелинейной оптики для исследования наноструктур и нанобиосистем.

Автор(ы):

Тимошенко Виктор Юрьевич, д.ф.-м.н.