МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
_____ А.Г. Четверикова
(подпись, расшифровка подписи)
"28" октября 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«М.1.В.ДВ.4.2 Оптические свойства наноструктур»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
03.04.02 Физика
(код и наименование направления подготовки)

Физика оптических явлений: квантовая электроника и фотоникананоструктур
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы
Программа академической магистратуры

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Оренбург 2016

Рабочая программа дисциплины «*М.1.В.ДВ.4.2 Оптические свойства наноструктур***» /сост.**
М.Г. Кучеренко - Оренбург: ОГУ, 2016

Рабочая программа предназначена студентам очной формы обучения по направлению подготовки 03.04.02 Физика

© Кучеренко М.Г., 2016
© ОГУ, 2016

Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3 Требования к результатам обучения по дисциплине 5
4 Структура и содержание дисциплины 7
4.1 Структура дисциплины 7
4.2 Содержание разделов дисциплины 8
4.3 Практические занятия (семинары) 9
5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины 9
5.1 Основная литература 9
5.2 Дополнительная литература 10
5.3 Периодические издания 10
5.4 Интернет-ресурсы 10
5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий 11
6 Материально-техническое обеспечение дисциплины 11
Лист согласования рабочей программы дисциплины 12
Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины .....

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Оптические свойства наноструктур» является формирование у студентов представлений об основных разделах физики оптических явлений в ближней зоне от источника излучения, познакомить их с наиболее важными экспериментальными и теоретическими результатами в этой области знания. Данная дисциплина должна обеспечить построение базиса для глубокого профессионального научного подхода к изучению различных явлений в природных и искусственных системах различного типа, научить строить физические модели оптических ближнепольных явлений и процессов. Студент должен изучить физические явления, происходящие в оптических наноструктурированных системах, уметь устанавливать границы применимости оптических моделей дальнего поля, представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки об оптических явлениях в наноструктурированных системах; знать назначение и принципы действия важнейших физических приборов ближнепольной оптики, используемых для измерения полевых характеристик вблизи нанотел.

Задачи:

- изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи с оптическими явлениями в наноструктурах;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения разноплановых научно-технических проблем ближнепольной оптической микроскопии;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми магистру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых оптоэлектронных нанотехнологий;
- освоение основных физических моделей, позволяющих описать электромагнитные явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных, перспективных технологических задач ближнепольной оптики и наноэлектроники.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *М.1.В.ОД.6 История и методология физики*

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изученияДисциплины	Компетенции
Знать: требования профессиональной этики и обладать готовностью поступать в соответствии с этими требованиями. **Уметь:** произвести оценку степени нестандартности ситуации, правильно соотнести возникшую ситуацию с типичными вариантами, входящими в систему уже существующей профессиональной классификации. **Владеть:** приемами противодействия по отношению к отступлениям от правил этического поведения, в том числе в отношении других лиц; методами принуждения к соблюдению правил этического поведения.	ОК-2 готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения
Знать: основные законы развития сложных систем, этапы формирования	ОПК-7 способностью демонстрировать знания в

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изученияДисциплины	Компетенции
новых представлений в естественных науках, фрагментов единой научной картины мира. **Уметь:** использовать ранее приобретенные знания для освоения новых сведений о свойствах природных и искусственных систем. **Владеть:** способами внесения новых знаний в классификационную матрицу свойств изучаемых систем и явлений.	области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики
Знать: - основные экспериментальные методы исследования свойств физических систем; - основные математические методы построения современных физических теорий; - основные компьютерные методы исследования физических свойств систем различной природы. **Уметь:** - использовать современной научное оборудование для проведения физических экспериментов с целью установления новых физических закономерностей; - использовать математический аппарат теоретической физики для создания новых математических моделей процессов и систем. **Владеть:** - навыками работы с измерительными системами, составляющими базовый арсенал современных экспериментальных методов исследования; - методами создания математических моделей явлений и процессов на основе современного аппарата теоретической физики.	ПК-3 способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать: основные принципы, законы и категории философских знаний в их логической целостности и последовательности. **Уметь:** формировать свою профессиональную и мировоззренческую позицию в профильных сообществах и обществе в целом. **Владеть:** способностью абстрактно мыслить, анализировать получаемую и синтезировать новую информацию.	ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
Знать: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации. **Уметь:** планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений. **Владеть:** технологиями организации процесса самообразования.	ОК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать: особенности информационных технологий для их применения в практической деятельности, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности. **Уметь:** самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения. **Владеть:** способами реализации индуктивных и дедуктивных способов мышления в профессиональной деятельности.	ОПК-5 способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
Знать: основные принципы получения базовых уравнений для электромагнитного поля вблизи и внутри наноструктур. **Уметь:** решать уравнения электродинамики, волновые уравнения и уравнения параболического типа в молекулярных кластерах. **Владеть:** навыками самостоятельного определения возможности рас- чёта по той или иной электронно-оптической модели в зависимости от границ её применимости.	ОПК-6 способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
Знать: основные методы измерения в молекулярной электронике и фотонике. **Уметь:** составить план и исследовать по нему определённую наноструктуру методами молекулярной электроники и фотоники с учётом всех особенностей исследуемого объекта. **Владеть:** важнейшими физическими приборами молекулярной электроники и фотоники, используемыми для измерения электронных характеристик в молекулярных наноструктурах.	ПК-1 способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта
Знать: - основные закономерности протекания физических явлений в газовой плазме и проводящих конденсированных средах (твердых телах); - принципы функционирования современных электронных и оптоэлектронных приборов; - основы физикиметаллов, атомной и молекулярной физики, физики конденсированного состояния, закономерности взаимодействия электромагнитного излучения с веществом. **Уметь:** использовать полученные знания для решения теоретических практических задач. **Владеть:** - навыками работы с физическими приборами и электроизмерительной аппаратурой, электронными и оптическими системами; - навыками практической работы со специализированными программными пакетами для расчетов электронной структуры вещества и надмолекулярной структуры и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.	ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
Знать: - основные методологические проблемы современной физики,	ПК-3 способностью принимать участие в

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
включая такие разделы как физика металлов, физика газовой плазмы, магнитная гидродинамика; - основные проблемы, возникающие при развитии математических методов в целях дальнейшего построения современных физических теорий; - основные ограничения, возникающие при попытке расширения компьютерных методов исследования физических свойств многочастичных систем металлического типа. **Уметь:** - использовать современной научное оборудование для постановки и проведения принципиально новых физических экспериментов с целью установления новых физических закономерностей; - использовать новые разделы расширенного математического аппарата теоретической физики для создания нетривиальных математических моделей не изученных ранее процессов и систем. **Владеть:** - навыками работы с измерительными системами нового поколения, составляющими обновленный арсенал современных экспериментальных методов исследования; - методами создания принципиально новых математических моделей явлений и процессов на основе расширенного методологического и инструментального аппарата современной теоретической физики.	разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**34,25**	**34,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);* *- написание реферата (Р);* *- написание эссе (Э);* *- самостоятельное изучение разделов (перечислить);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**73,75**	**73,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				внеауд. работа
		Всего	аудиторная Работа			
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Математический аппарат для описания свойств оптических полей		2	2	-	12
2	Наноразмерная оптическая микроскопия. Зонды для СБОМ		2	2	-	12
3	Излучение света и характеристики поля в неоднородном пространстве		4	4	-	12
4	Поверхностные плазмоны в нанооптике. Гигантское комбинационное рассеяние света. Металлические наночастицы.		4	4	-	12
5	Примеры построения функциональных оптических наноустройств. Фотонные кристаллы. Оптические микрорезонаторы. Квантовые ямы.		4	2	-	14
6	Тенденции развития оптики молекулярных и гибридных наноструктур. Квантовые точки. Теоретическая нанооптика.		2	2	-	12
	Итого:	108	18	16	-	74
	Всего:	108	18	16	-	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Математический аппарат для описания свойств оптических полей	Математический аппарат для описания оптических свойств наносистем. Дипольное излучение атомов вблизи нанотел. Уравнения электромагнитного поля. Формализм тензорных функций Грина.
2	Наноразмерная оптическая микроскопия. Зонды для СБОМ	Предел пространственного разрешения. Принципы конфокальной микроскопии. Принципы СБОМ. Передача информации из ближней зоны в дальнюю. Апертурные зонды.
3	Излучение света и характеристики поля в неоднородном пространстве	Дипольное, квадрупольное и магнитодипольное излучение. Особенности передачи энергии в системах с ограниченной геометрией. Передача мощности через апертурный зонд.
4	Поверхностные плазмоны в нанооптике. Гигантское комбинационное рассеяние света.	Оптические свойства сферически слоистых структур. Гигантское комбинационное рассеяние света и его применение для исследования свойств биомолекул. Металлические наночастицы.
5	Примеры построения функциональных оптических наноустройств.	Фотонные кристаллы. Оптические микрорезонаторы. Квантовые ямы. Оптика квантовых ям и сверхрешеток. Электронные подзоны в квантовых ямах. Подзоны легких и тяжелых дырок. Квазидвумерные экситоны.
6	Тенденции развития оптики молекулярных и гибридных наноструктур. Квантовые точки.	Донор-акцепторная передача энергии электронного возбуждения. Оптика квантовых точек. Размерное квантование электронной подсистемы квантовых точек. Оптические методы исследования квантовых точек. Одно- и двухфотонное

	Теоретическая нанооптика.	поглощение квантовыми точками.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	3	Вырожденный ферми-газ в термостате. Химический потенциал. Расчет температурной зависимости теплоемкости ферми-газа. Уравнение Томаса-Ферми.	2
2	3	Плазменные колебания в нанокластерах металлов и полупроводников. Поверхностные волны. Получение закона дисперсии. Расчеты характеристик коллективных возбуждений для нанкластеров с заданными параметрами.	2
3	4	Энергетический спектр и спиновые состояния двухэлектронного одномерного кластера. Аппроксимация прямоугольным потенциалом. Кулоновский и обменный интегралы. Построение энергетической диаграммы при использовании различных приближений. Построение изолиний электронной плотности. Классификация состояний по спину и синглет-триплетное расщепление.	2
4	4	Электрон в сферически- симметричном потенциальном поле квантовой точки. Приближение сферически- симметричной потенциальной ямы. Энергетический спектр для бесконечно глубокой ямы и ямы конечной глубины. Открытые квантовые точки. Перенос электрона между квантовыми точками.	2
5	4	Экситоны большого радиуса. Переход в систему центра масс «электрон-дырка». Сведение к водородоподобной задаче. Учет влияния границ кластера. Случаи сильного и слабого конфайнмента. Резонансный перенос энергии от полупроводниковой квантовой точки к органической матрице.	2
6	4	Оценка параметров безызлучательного переноса энергии электронного возбуждения в молекулярных системах. Индуктивно-резонансный и обменный механизмы.	2
7	5	Процессы FRET в наносистемах. Перенос энергии вблизи металлических нанотел. Тушение электронных возбуждений металлическими наночастицами.	2
8	5	Безызлучательный перенос энергии между квантовыми точками. Сравнение с межмолекулярным переносом.	2
		Итого	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Неволин В. К. Квантовая физика и нанотехнологии ISBN: 978-5-94836-361-5 М.: РИЦ "Техносфера", 2013. -128 с. http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88981

2. Иванов, И.Г. Основы квантовой электроники: учебное пособие / И.Г. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет", Физический факультет. - Ростов-н/Д : Издательство Южного

федерального университета, 2011. - 174 с. - библиогр. с: С. 168-169. - ISBN 978-5-9275-0873-0 ; [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php? page=book&id=241055.

5.2 Дополнительная литература

1. *Климов В.В.* Наноплазмоника. М.: Физматлит. 2009. - 480 с.
2. *Названов В.Ф.* Фотонные кристаллы в примерах. Учебное пособие для вузов. Типография Альтруист Капитал при содействии Лулу Паблишинг Лос-Анджелес, Калифорния. 2010. – 57 с.
3. *Навотный Л., Хехт Б.* Основы нанооптики. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2011 - 484 с.
4. *Гапоненко С.В., Розанов Н.Н., Ивченко Е.Л., Федоров А.В., Баранов А.В., Бонч-Бруевич А.М., Вартанян Т.А., Пржибельский С.Г.* Основы нанооптики. С.-Петербург. Недра, 2005. – 326 с.
5. *Федоров А.В., Рухленко, Баранов А.В., Кручинин.* Оптические свойства полупроводниковых квантовых точек. С.-Петербург. Наука. 2011. – 188 с.
6. *Кучеренко М.Г., Степанов В.Н.* Экситонные процессы в полимерных цепях. Оренбург: ОГУ. 2005. – 160 с.
7. *Мак-Глинн С., Адзуми Т.А., Киносита М.* Молекулярная спектроскопия триплетного состояния М.: Мир. 1972.- 448 с.
8. *Лахно В.Д.* Кластеры в физике, химии, биологии. Москва-Ижевск РХД. 2001. – 256 с.
9. *Жевандров Н.Д.* Оптическая анизотропия и миграция энергии в молекулярных кристаллах. М.: Наука. 1987. –168 с.
10. *Осадько И.С.* Селективная спектроскопия одиночных молекул. М.: Физматлит. 2000. –320 с.
11. *Каплан И.Г.* Введение в теорию межмолекулярных взаимодействий. М.: Наука. 1982. -312 с.
12. *Бараш Ю.С.* Силы Ван-дер-Ваальса. М.: Наука. Глав. редакция ФМЛ. 1988. -344 с.
13. *Крайнов В.П., Смирнов М. Б.* Эволюция больших кластеров под действием ультракороткого сверхмощного лазерного импульса // Успехи физ. наук. 2000. -Т. 170. -№ 9. –С. 969-990.
14. *Кучеренко М.Г., Чмерева Т.М., Кислов Д.А.* Увеличение скорости межмолекулярного безызлучательного переноса энергии электронного возбуждения вблизи плоской границы твердого тела // Вестник ОГУ. 2011. №1. С. 170-181. http://vestnik.osu.ru/2011_1/30.pdf
15. *Осадько И.С.* Микроскоп ближнего поля как инструмент для исследования наночастиц // Успехи физ. наук. 2010. Т. 180. №1. С. 83-87.

5.3 Периодические издания

1. Теоретическая и математическая физика. Журнал.
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
3. Физика твердого тела
4. Коллоидный журнал
5. Успехи физических наук. Журнал. МАИК. Наука.
6. Оптика и спектроскопия. Журнал. МАИК. Наука.
7. Журнал технической физики. МАИК. Наука.
8. Биофизика

5.4 Интернет-ресурсы

1. http://shg.phys.msu.ru/educat/tosn/tfqr5.pdf. Лекция П.В. Елютина (МГУ им. М.В. Ломоносова) по квантовой электронике
2. http://shg.phys.msu.ru/educat/tosn/tfqr6.pdf. Лекция П.В. Елютина (МГУ им. М.В. Ломоносова) по квантовой электронике
3. http://shg.phys.msu.ru/educat/tosn/tfqr7.pdf. Лекция П.В. Елютина (МГУ им. М.В. Ломоносова) по квантовой электронике

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

На кафедре радиофизики и электроники организована лаборатория математического моделирования физических процессов укомплектованная современными персональными компьютерами и вычислительным узлом. В этой лаборатории студенты имеют возможность моделировать различные физические процессы в таких программных комплексах, как Wolfram Mathematica, MathCad, Multisim

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы (2231, 2335) и мультимедийные аудитории физического факультета (2234, 2235). Электронные презентации по лекционным темам.

ЛИСТ
согласования рабочей программы

Направление подготовки: 03.04.02 Физика
(код и наименование)

Наименование магистерской программы: Физика оптических явлений: квантовая электроника и фотоника наноструктур

Дисциплина: М.1.В.ДВ.4.2 Оптические свойства наноструктур

Форма обучения: очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год набора 2016

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры
Кафедра радиофизики и электроники
(наименование кафедры)

протокол № _____ от "___" _____ 20__ г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой
Кафедра радиофизики и электроники _____ Т.М. Чмерева
(наименование кафедры) (подпись) (расшифровка подписи)

Исполнители:
профессор _____ М.Г. Кучеренко
(должность) (подпись) (расшифровка подписи)

_____
(должность) (подпись) (расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии, научный руководитель по направлению подготовки
03.04.02 Физика _____ М.Г. Кучеренко
(код и наименование) (личная подпись) (расшифровка подписи)

Научный руководитель магистерской программы _____ М.Г. Кучеренко
(личная подпись) (расшифровка подписи)

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
_____ Н.Н. Грицай
(личная подпись) (расшифровка подписи)

Уполномоченный по качеству факультета
_____ А.Д. Стрекаловская
(личная подпись) (расшифровка подписи)

Рабочая программа зарегистрирована в ОИОТ ЦИТ
Начальник отдела информационных образовательных технологий ЦИТ
_____ Е.В. Дырдина
(личная подпись) (расшифровка подписи)

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины

М.1.В.ДВ.4.2 Оптические свойства наноструктур

на 2017 год набора

Внесенные изменения на 2017 год набора

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

_____ Четверикова А.Г.

(подпись, расшифровка подписи)

30.08.2017

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

5.1 Основная литература

Алтунин, К.К. Оптика наноструктур и наноматериалов : учебное пособие / К.К. Алтунин. - 2-е изд. - Москва : Директ-Медиа, 2014. - Ч. 1. Микроскопические уравнения электродинамики. - 82 с. - ISBN 978-5-4475-0322-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240553

Алтунин, К.К. Оптика наноструктур и наноматериалов : учебное пособие / К.К. Алтунин. - 2-е изд. - Москва : Директ-Медиа, 2014. - Ч. 2. Уравнения для атомных переменных. - 61 с. - ISBN 978-5-4475-0323-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240554

5.4 Интернет-ресурсы

http://kvant.mccme.ru/ - научно-популярный физико-математический журнал «Квант»;
www.ph4s.ru - Физика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина, МИФИ.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- Математический пакет «Wolfram Mathematica»
- Математический пакет «MathCad»

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры радиофизики и электроники.

Протокол №12 от 29 августа 2017

_____ Чмерева Т.М.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий отделом комплектования Научной библиотеки ОГУ

_____ Грицай Н.Н.

личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству физического факультета

_____ Стрекаловская А.Д.

личная подпись *расшифровка подписи*