

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

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

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академической магистратуры

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2019

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

протокол № _____ от " ____ " _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры



подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

Исполнители:

профессор

должность



подпись

Кучеренко М.Г.

расшифровка подписи

доцент

должность



подпись

Кручинин Н.Ю.

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.04.02 Физика

код наименование

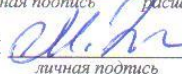


личная подпись

М.Г. Кучеренко

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

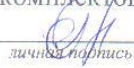


личная подпись

М.Г. Кучеренко

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки



личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета



личная подпись

А.Д. Стрекаловская

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Кручинин Н.Ю.,
Кучеренко М.Г., 2019
© ОГУ, 2019

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*

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: 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
Знать:	ПК-1 способностью

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
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.	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

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (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: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям; - 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 наноструктур. 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

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 наноструктур.

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. Теоретическая нанооптика.

Донор-акцепторная передача энергии электронного возбуждения. Оптика квантовых точек. Размерное квантование электронной подсистемы квантовых точек. Оптические методы исследования квантовых точек. Одно- и двухфотонное поглощение квантовыми точками.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ зан яти я	№ раз- дела	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 нанокластеров 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. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88981>

5.2 Дополнительная литература

1. 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]. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=241055.

5.3 Периодические издания

1. Журнал «Успехи физических наук».

5.4 Интернет-ресурсы

1. <https://ufn.ru/> - журнал «Успехи физических наук».
2. <http://kvant.mccme.ru/> - журнал «Квант»

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

1. SMath Studio. Математическая программа с графическим редактором и полной поддержкой единиц измерения. Режим доступа: <http://ru.smath.info/010>
2. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.