

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«М.1.В.ОД.3 Основы молекулярной электроники и фотоники»

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

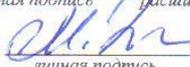


личная подпись

М.Г. Кучеренко

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

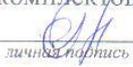


личная подпись

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 (цели) освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов современных представлений об электронных и оптических явлениях в молекулярных структурах и кластерах

Задачи:

В результате изучения данной дисциплины магистр должен иметь представление об основных физических явлениях, происходящих в электронно-оптических молекулярных структурах и кластерах; приобрести умения по решению задач на данную тему; устанавливать границы применимости оптических моделей; получить навыки опыта работы с важнейшими физическими приборами молекулярной электроники и фотоники, используемыми для измерения электронных характеристик в молекулярных наноструктурах.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *М.1.В.ОД.2 Дисперсные системы и поверхность, М.1.В.ОД.4 Физические основы оптоинформатики*

Постреквизиты дисциплины: *М.1.Б.2 Современные проблемы физики, М.1.В.ОД.5 Квантовая электроника, М.2.В.П.4 Преддипломная практика*

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
<p>Знать: основные принципы и методы, используемые для решения современных задач молекулярной электроники и фотоники</p> <p>Уметь: использовать в своей практической деятельности базовые концепции и методы, развитые в области электрооптических явлений в молекулярных наноструктурах;</p> <p>Владеть: навыками использования базовых теоретических знаний в области физики наноструктур и компьютерного моделирования происходящих в них процессах при решении профессиональных задач.</p>	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
<p>Знать: основные методы измерения в молекулярной электронике и фотонике</p> <p>Уметь: составить план и исследовать по нему определённую наноструктуру методами молекулярной электроники и фотоники с учётом всех особенностей исследуемого объекта.</p> <p>Владеть: важнейшими физическими приборами молекулярной электроники и фотоники, используемыми для измерения электронных характеристик в молекулярных наноструктурах</p>	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

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
	опыта
<p>Знать: основные технологии получения наноструктур для молекулярной оптоэлектроники</p> <p>Уметь: применять теоретические знания к решению практических и научных задач</p> <p>Владеть: принципами создания и исследования объектов наноэлектроники и фотоники</p>	ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	35,25	35,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1
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.)	108,75	108,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Молекулярные системы как элементная база электронных устройств	16	2	2	-	12
2	Объекты молекулярной электроники и технологии их получения	24	2	2	-	20
3	Механизмы передачи информации в молекулярных системах	28	4	2	-	22

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Твердотельная наноэлектроника	22	4	4	-	14
5	Электроника полимеров и биологических наноструктур	28	4	4	-	20
6	Электроника и фотоника композитных наночастиц и их кластеров	26	2	2	-	22
	Итого:	144	18	16		110
	Всего:	144	18	16		110

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Молекулярные системы как элементная база электронных устройств

Понятия «молекулярная электроника» и «фотоники». Современные представления в области исследования наноструктур.

2 Объекты молекулярной электроники и технологии их получения

Проблема построения логических элементов на базе отдельных молекул и молекулярных систем. Квантовый компьютеринг.

3 Механизмы передачи информации в молекулярных системах

Движение носителей заряда в молекулярных системах. Перенос энергии и заряда. Экситонный и солитонный процессы передачи энергии.

4 Твердотельная наноэлектроника

Область пространственного заряда. Поверхностная проводимость. Экситоны большого радиуса. Возникновение особенностей на границе кластера. Слабый и сильный конфайнмент экситона. Плазменные колебания в нанокластерах металлов и полупроводников. Поверхностные волны.

5 Электроника полимеров и биологических наноструктур

Полимерные молекулы, молекулярные кристаллы и другие наноструктуры как объекты молекулярной электроники. Перспективы использования и принципы построения устройств молекулярной электроники и фотоники на базе отдельных полимерных молекул, полимерных плёнок, слоёв, а также молекул ДНК, мембран и прочих биологических наноструктур.

6 Электроника и фотоника композитных наночастиц и их кластеров

Экситон-плазмонное взаимодействие и передача энергии в планарных наноструктурах. металл-диэлектрик. Спектры поляризуемости сферических слоистых наночастиц «кор-оболочка». Удельная поляризуемость слоистых нанопроводов.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
-----------	-----------	------	--------------

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Классификация наноструктур по геометрическим параметрам и характеру взаимодействия между молекулами.	1
1-2	2	Представления о природе химической связи. Слетеровские орбитали. Построение направленных орбиталей. Построение гибридных орбиталей различной симметрии. Неполная локализация связи в сопряженных системах. Анализ электронной структуры бутадиена. Орбитальная структура линейных и кольцевых полиенов.	3
3-4	3	Получение закона дисперсии. Расчеты характеристик коллективных возбуждений для нанокластеров с заданными параметрами.	3
4-5	4	Оценка параметров безызлучательного переноса энергии электронного возбуждения в молекулярных системах. Индуктивно-резонансный и обменный механизмы.	3
6-7	5	Экситоны большого радиуса. Переход в систему центра масс «электрон-дырка». Сведение к водородоподобной задаче. Учет влияния границ кластера. Случаи сильного и слабого конфинмента.	3
7-8	6	Оценка параметров макромолекулярных цепей биологического и синтетического происхождения для передачи сигналов на основе экситонного, солитонного и поляронного механизмов.	3
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Кручинин, Н. Ю. Метод функционала плотности для расчета свойств молекул и твердых тел [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 03.03.03 Радиофизика и 03.04.02 Физика / Н. Ю. Кручинин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - ISBN 978-5-7410-1739-5. - 128 с

5.2 Дополнительная литература

1. Кучеренко М.Г., Степанов В.Н. Экситонные процессы в полимерных цепях. Оренбург: ОГУ. 2013. – 207 с.

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. ABINIT– программный комплекс для расчетов в рамках теории функционала плотности, лицензия GNU GPL. Режим доступа: <http://www.abinit.org/>.

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.