

**Физика систем с пониженной размерностью
(магистратура)
Часть 2**

Лектор: д.ф.-м.н., профессор Кульбачинский Владимир Анатольевич
(кафедра физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета МГУ)

Аннотация курса

Курс читается два семестра магистратуры. Цель курса – дать знания по физическим свойствам и показать особенности поведения носителей заряда в низкоразмерных структурах, продемонстрировать последние достижения и открытия в этой области, технологию получения и применения полупроводниковых низкоразмерных структур, сверхрешеток, интеркалированных соединений графита, фуллеридов и углеродных нанотрубок, органических низкоразмерных проводников и слоистых полупроводников. Рассмотрены физические свойства природных слоистых полупроводников, их энергетический спектр, транспортные свойства, практическое использование. В курсе описывается применение низкоразмерных структур в электронных и оптоэлектронных приборах. К их числу можно отнести сверхбыстродействующие транзисторы, приборы с зарядовой связью, элементы памяти, высокоэффективные полупроводниковые лазеры и т.д. На основе двумерных структур создан эталон Ома.

Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Специализация:	физика низких температур
Семестр:	3
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	36 часов
Отчётность:	экзамен (3 семестр магистратуры)
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-4

Приобретаемые знания и умения:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные принципы размерного квантования, технологию получения наноразмерных структур: квантовых ям, точек, одномерных проводников, сверхрешеток, электрофизические и оптические свойства наноструктур.

Образовательные технологии:

Курс имеет электронную версию программы для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП:

Курс является логическим продолжением дисциплин «Введение в физику конденсированного состояния», «Квантовая теория твердого тела» и "Физика полупроводников".

Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего:

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа, дисциплины: «Сверхпроводимость и сверхтекучесть», «Туннельные эффекты в сверхпроводниках», «Новые функциональные материалы», «Современные проблемы физики конденсированного состояния».

Контроль успеваемости:

Промежуточная аттестация проводится 3 раза в семестр в форме контрольных с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки, решение домашних заданий.

Фонды оценочных средств

Вопросы для текущей аттестации на занятиях; вопросы и задачи для контрольных работ; задания для домашних занятий; вопросы к зачёту и экзамену; тесты.

Структура и содержание дисциплины (часть 2)

- 1.Сверхрешетки. Энергетический спектр сверхрешеток.
2. Внутризонные и межзонные оптические переходы. Особенности электропроводности вдоль слоев и вдоль оси сверхрешетки, туннелирование.
3. Теория упругости. Влияние упругих напряжений на энергетический спектр квантовой ямы. Напряженные сверхрешетки без учета и с учетом внутреннего пьезоэффекта.
4. Влияние одноосных и биаксиальных деформаций на энергетический спектр сверхрешеток.
5. Квантовые нити, методы их получения. Квантование энергии в узких двумерных проводниках в магнитном поле и без магнитного поля.
6. Баллистический транспорт.
7. Методы получения квантовых точек. Особенности физических свойств коллоидных квантовых точек.
8. Оптические свойства квантовых точек.
9. Мезоскопика. Флуктуации сопротивления, эффект Ааронова-Бома.
10. Наноструктуры на основе аллотропных модификаций углерода. Графит, его структура, электронные свойства.
11. Электронные свойства двумерных соединений внедрения в графит. Расчет энергетического спектра по методу сильной связи, модель Блиновского-Риго.
- 12.Сверхпроводимость и суперметаллическая электропроводность соединений внедрения в графит.
- 13.Графен. Энергетический спектр, особенности проводимости. Применение в электронике.
14. Физические свойства карбина и нанотрубок.
15. Сверхпроводящие свойства фуллеридов.
16. Сверхпроводимость в диалкогенидах переходных металлов.
17. Слоистые полупроводники и диэлектрики. Энергетический спектр электронов. Аналог квантового эффекта Холла в слоистых полупроводниках.
18. Синтетические металлы и сверхпроводники на основе допированных квазиодномерных органических структур.

Основные учебные пособия, обеспечивающие курс:

1. Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский, Квазичастицы в физике конденсированного состояния, М., изд-во Физматлит, 2016.
2. В.А. Кульбачинский, Двумерные, одномерные, нульмерные структуры и сверхрешетки, М., МГУ, физфак, 1998.
3. Т. Андо, А. Фаулер, Ф. Стерн, Электронные свойства двумерных систем М., Мир, 1982.
4. В.А. Кульбачинский, Е.В. Богданов, В.Г. Кытин, Специальный физический практикум по физике низких температур, учебное пособие, Физический факультет МГУ, 2009.
5. В.А. Кульбачинский, Полупроводниковые квантовые точки. // Соросовский образовательный журнал, т.7, №4, с.98-104, 2001.
6. В.А. Кульбачинский, Низкоразмерные сверхрешетки соединений внедрения в графит. // Соросовский образовательный журнал, т.9, №1, с.95-100, 2005.
7. В.А. Кульбачинский, В.А. Рогозин, Р.А. Лунин и др., Особенности фотолюминесценции структур InAs/GaAs с квантовыми точками при различной мощности накачки. // ФТП, т.39, в.11, с.1354-1358, 2005.

8. В.А. Кульбачинский, П.В. Гурин, П.М. Тарасов и др., Транспорт, магнитотранспорт и ферромагнетизм в разбавленных магнитных полупроводниках. // ФНТ, т.33, №2/3, с.239-255, 2007.
9. В.А. Кульбачинский, Б.М. Булычев, В.Г. Кытин, Р.А. Лунин, Сверхпроводимость и спектроскопия гомо- и гетерофуллеридов щелочных металлов и таллия. // ФНТ, т.37, №3, с.313-333, 2011.
10. Кульбачинский В.А., Кытин В.Г., Кудряшов А.А., Лунин Р.А., Vanerjee A. Термоэлектрические свойства, эффект Шубникова–де Гааза и подвижности носителей заряда в теллуридах и селенидах висмута–сурьмы и нанокompозитах на их основе, Low Temperature Physics/Физика низких температур, Физика низких температур, том 43, № 4, с. 566-580 (2017).