

## **Аннотация примерной программы дисциплины «Физика наносистем»**

**Лектор:** доктор физико-математических наук, профессор Аронзон Борис Аронович

### **Цели и задачи дисциплины:**

- сформировать представление о технологии получения полупроводниковых сверхрешеток, гетероструктур, инверсионных слоев,
- изучить особенности свойств электронов в двумерных структурах,
- дать классификацию полупроводниковых сверхрешеток и описание их свойств,
- познакомить с устройством и принципами функционирования квантовых ям со вставками, квантовых нитей, квантовых точек,
- дать теоретическое описание экситонов в низкоразмерных структурах,
- познакомить с основными понятиями спинтроники,
- изучить свойства наноструктур на основе аллотропных модификаций углерода,
- сформулировать подходы к описанию особенностей в свойствах квазидвумерных проводников и полупроводников.

**Для ее освоения студент должен:**

#### **знать:**

- основы общей физики,
- основы квантовой механики;
- основы статистической физики,
- методы и приемы теории твердого тела,

#### **уметь:**

- использовать законы физики для выполнения качественных и количественных оценок физических измеряемых величин,
- активно владеть математическим аппаратом квантовой механики и статистической физики,
- пользоваться подходами и методами теории конденсированного состояния вещества,

Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- основные технологические приемы получения полупроводниковых сверхрешеток и гетероструктур, инверсионных слоев и аккумуляционных слоев в структурах металл-диэлектрик-полупроводник,
- теоретические подходы к описанию особенностей физических свойств электронного газа в двумерных структурах (размерное квантование, энергетический спектр двумерных электронов, поляризуемость, экранирование, плазмоны в двумерных структурах),
- теоретическое описание целочисленного квантового эффекта Холла и его метрологические приложения,
- особенности дробного квантового эффекта Холла,
- основные свойства электронного энергетического спектра полупроводниковых сверхрешеток,
- особенности квантовых осцилляционных эффектов в сверхрешетках и двумерных проводниках,
- устройство квантовых ям с туннельно-прозрачным центральным барьером и квантовых ям с узкой центральной более глубокой ямой,
- методы получения квантовых нитей и квантовых точек,
- особенности физических свойств квантовых точек (осцилляции Вейса, флуктуации сопротивления, одноэлектронное туннелирование и кулоновская блокада),

- основы спинтроники (управление ферромагнитным состоянием с помощью электрического поля, гигантское магнетосопротивление, аномальный эффект Холла),
- структуру и электронные свойства графита, карбина, фуллерена, фуллерида, углеродных нанотрубок, графена,
- особенности физических свойств графита и новых форм углерода,
- структуру и электронные свойства квазидвумерных электронных систем на основе дихалькогенидов переходных металлов;
- физическую сущность перехода Пайерлса, волн зарядовой плотности,
- свойства слоистых полупроводников типа  $A^3B^5$  и  $A^2B^6$ ,
- особенности строения и свойств синтетических металлов и сверхпроводников на основе легированных квазиодномерных органических структур;

**уметь:**

- классифицировать полупроводниковые сверхрешетки,
- объяснять принципы управления электронным энергетическим спектром на примере сверхрешетки GaAs/GaAlAs,
- описывать новые физические явления в квантовых нитях (эффект Аронова-Бома, баллистический транспорт),
- объяснять причины появления особенностей экситонного спектра в низкоразмерных структурах,
- классифицировать аллотропные формы углерода,
- давать интерпретацию влияния интеркалирования на транспортные и сверхпроводящие свойства дихалькогенидов переходных металлов;

**владеть:**

- теоретическими методами описания особенностей поведения электронов в двумерных структурах, полупроводниковых сверхрешетках,
- модельными представлениями о спектрах электронов в низкоразмерных квантовых структурах: нитях, ямах, точках,
- методами расчета и модельными представлениями об энергетических спектрах электронов в аллотропных формах углерода (метод сильной связи, модели Слончевского-Вейса-Макклюра, Блиновского-Ригго).

**Рекомендуемая литература**

1. Гантмахер В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах. – М.: Физматлит, 2005.
  2. Брандт Н.Б., Кульбачинский В.А. Квазичастицы в физике конденсированного состояния вещества. – М.: Физматлит, 2007.
  3. Имри Й. Введение в мезоскопическую физику. – М.: Физматлит, 2002.
  4. Ильин В.И., Мусихин С.Ф., Шик А.Я. Варизонные полупроводники и гетероструктуры. – СПб.: Наука, 2000.
- Воробьев Л.Е., Ивченко Е.Л., Фирсов Д.А., Шалыгин В.А. Оптические свойства наноструктур. – СПб.: Наука, 2001.