

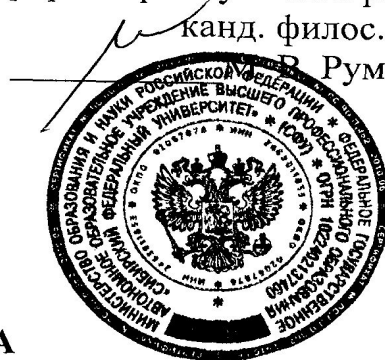
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ПРИНЯТО**

на заседании Приемной комиссии  
протокол № 7 от 26.03.2015 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. председателя  
Приемной комиссии,  
проректор по учебной работе,  
канд. филос. наук,  
В. Румянцев



**ПРОГРАММА**

вступительного испытания в аспирантуру  
Направление 03.06.01 «Физика и астрономия»  
Образовательная программа 01.04.10 «Физика полупроводников»

## **Перечень вопросов по темам:**

### **1. Физические свойства полупроводников.**

1.1. Полупроводники и их роль в науке и технике. Общие свойства полупроводников. Элементарные сведения о зонной структуре, носителях тока (электронах и дырках), акцепторных, донорных и других типов примесей в полупроводниках и связанных с ними локальных уровней.

1.2. Кинетические свойства носителей тока в полупроводниках. Связь между энергией и импульсом (дисперсные соотношения), эффективная масса носителей тока, легкие и тяжелые электроны и дырки.

1.3. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Плотности состояний носителей тока. Распределения носителей тока по энергиям (распределение Максвелла, Больцмана, Ферми-Дирака). Эффективное число состояний носителей тока. Расчет уровня Ферми в полупроводниках, в том числе и в случае вырождения.

1.4. Электропроводность полупроводников. Дрейф и диффузия носителей тока. Связь между коэффициентом диффузии и подвижностью. Уравнения переноса носителей тока.

1.5. Методы определения удельного сопротивления полупроводников (4-х зонд, Ван-дер-Пау и др.) подвижности и концентрации носителей тока (Холл и др.), глубины залегания локальных уровней.

1.6. Статистика рекомбинаций носителей тока в полупроводниках. Типы рекомбинаций. Рекомбинационные центры. Расчет времени жизни носителей тока по модели Шокли-Рида. Методы определения времени жизни.

1.7. Термоэлектрические эффекты (Зеебека, Пельтье, Томсона). Расчет постоянной термоэлектродвижущей силы (эдс)  $\alpha$  для полупроводников. Анализ работы пельтье-охладителя. Расчет холодильного коэффициента. Тепловые насосы.

### **2. Элементы полупроводниковой электроники.**

2.1. Физика барьера Шоттки (БШ). Зонная структура БШ. Вольтамперные характеристики БШ и ее использование для определения распределения доноров (акцепторов) у поверхности вглубь полупроводников. ВАХ БШ. Анализ прямой и обратной ветви ВАХ.

2.2. Физика p-n-перехода. Распределение зарядов и поля в p-n-переходе. Высота барьера, расчет емкости p-n-перехода. ВАХ p-n-перехода. Анализ прямой и обратной ветви ВАХ. Плавные (линейные) p-n-переходы. P-n-переход как эмиттер электронов (дырок).

2.3. Лавинное умножение носителей тока в p-n-переходах. Расчет коэффициента умножения. ВАХ лавинно-пролетного диода. Неоднородности p-n-перехода и микроплазмы, связанные с рекомбинацией лавинно-умноженных носителей тока.

2.4. Солнечные элементы (СЭ). Расчет коэффициента сбора

носителей тока, световая и темновая ВАХ СЭ. Анализ ВАХ, расчет  $V_{xx}$  и  $I_{кз}$  а также коэффициента заполнения ВАХ.

2.5. Туннельные приборы. Анализ ВАХ прямосмещенного туннельного диода (Есаки). Обратный диод. Туннельные МОМ и др. диоды.

2.6. Оптоэлектронные явления и приборы. Светодиоды и полупроводниковые лазеры. Фотодетекторы.

2.7. Эффект междолинного перехода электронов (Ганна) и приборы на этом эффекте.

### **Список рекомендованных источников.**

1. Бонч-Бруевич В. Л., Калашников В. П. Физика полупроводников. - М: Высш. шк., 1985.

2. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Т.Г, II. - М., 1984.

3. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. - М.: Высш. шк., 1991.

4. Вершинин В. В., Бахвалов С. Г. Методы исследования полупроводников. - Красноярск: КрасГУ, 1998.

5. Кравченко А. Ф., Овсяк В. Н. Электронные процессы в твердотельных системах с пониженной размерностью. - Новосибирск: НГУ, 2000.

6. Демиховский В. Я., Вугальтер Г. А. Физика квантовых низкоразмерных структур. - М.: Логос, 2000.

7. Драгунов В. П., Неизвестный В. Г., Гридчин В. А. Основы аноэлектроники. - Новосибирск: ГТУ, 2000.

8. Лебедев А. И. Физика полупроводниковых приборов. - М., Физматлит, 2008.

9. Суздалев И. П. Нанотехнология: физика - химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. - М.: КомКнига, 2006.-592с.

10. Оура К., Лифшиц В. Г., Саранин А. А., Зотов А. В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. - М., Наука, 2006.-490с

Составители программы:

С. Г. Овчинников, д-р физ.-мат. наук, профессор,

Н. Б. Иванова, д-р физ.-мат. наук, профессор,

П. П. Турчин, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.