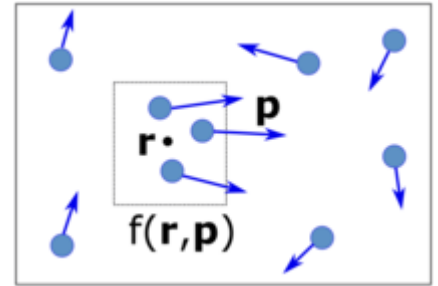


# Кинетические явления в электронике и спинтронике

Лекторы:  
Андрей Шумилин



**Язык:**  
Русский  
**Трудоемкость:**  
3 з.е.  
**Форма контроля:**  
Экзамен

**Образовательная программа:**

Фотоника и спинтроника

3 семестр

**Пререквизиты:**

Статистическая физика

Специальные разделы квантовой механики

| Лекции<br>(ак.час)*               | Практические занятия<br>(ак.час) | Лабораторные занятия<br>(ак.час) |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 12                                | 20                               |                                  |
| *1 академический час = 45 минутам |                                  |                                  |

Курс «Кинетические явления в электронике и спинтронике» направлен на изучение теоретических методов физической кинетики и их применения к проблемам физики твердого тела. Первая часть курса посвящена изучению кинетического уравнения Больцмана и его решению на примере классических явлений, таких как теплопроводность и эффект Холла. Вторая часть связана с изучением кинетических явлений, важных для современной физики, от спектроскопии спиновых флуктуаций до явлений динамического перемагничивания ферромагнетиков.

## Содержание курса

### 3 семестр

#### Кинетические явления в электронике и спинтронике

##### Структура курса

| Разделы  | Лекции<br>(ак.ч.) | Практика<br>(ак.ч.) |
|--|-------------------|---------------------|
| <b>Часть I. Методические основы физической кинетики</b>                  |                   |                     |
| 1.1. Введение, Вывод Кинетического уравнения Больцмана                   | 2                 |                     |
| 1.2. Основные виды интеграла столкновения в металлах и полупроводниках   | 2                 |                     |
| 1.3. Методы решения кинетического уравнения                              | 2                 |                     |
| <b>Часть II. Классические кинетические явления</b>                       |                   |                     |
| 2.1. Магнетосопротивление и эффект Холла                                 |                   | 2                   |
| 2.2. Электронная и фононная теплопроводность                             |                   | 2                   |
| 2.3. Термоэлектрические явления, термо-ЭДС                               |                   | 2                   |
| 2.4. Поглощение звука  |                   | 2                   |
| 2.5. Ток при больших напряжениях, горячие электроны                      |                   | 2                   |
| <b>Часть III. Кинетика флуктуаций</b>                                    |                   |                     |
| 3.1. Флуктуации в равновесном газе, флуктуационно-диссипационная теорема | 2                 |                     |
| 3.2. Зарядовые и спиновые флуктуации в неравновесном газе                | 2                 |                     |
| 3.3. Использование спиновых флуктуаций для исследования полупроводников  |                   | 2                   |
| 3.4. Шум в электрическом токе (белый, дробовой и 1/f шум)                |                   | 2                   |
| <b>Часть IV. Спиновые кинетические явления</b>                           |                   |                     |
| 4.1. Основы теории ферромагнетизма                                       | 2                 |                     |
| 4.2. Эффекты гигантского и туннельного магнетосопротивления              |                   | 2                   |
| 4.3. Эффект Ханле  |                   | 2                   |
| 4.4. Динамическая магнетизация ферромагнетика                            |                   | 2                   |

#### Рекомендуемые ресурсы

1. Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский, Физическая Кинетика (серия «Теоретическая физика», том X), Москва, Наука, 1979
2. А.А. Абрикосов. Основы теории металлов. М., Наука, 1978
3. А.И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников. М., Наука, 1987
4. С.В. Вонсовский, Магнетизм, М., Наука, 1984
5. П.Г. Баранов, А.М. Калашникова, В.И. Козуб и др., Спинтроника полупроводниковых, металлических, диэлектрических и гибридных структур, УФН, 2

#### Политика оценивания

##### Оценочные средства дисциплины: доклад, устный экзамен.

Максимальное количество баллов за курс - 100:

**Семинары.** Будет два семинара, на которых студенты должны выступить с докладом продолжительностью 15 минут по следующим темам:

1. Явления переноса в металлических точечных контактах
2. Практические приложения ферромагнитной спинтроники.

Общая оценка состоит из качества устного изложения (20 баллов), понимания физики и умения отвечать на вопросы (20

баллов).

**Заключительный экзамен.** Итоговый экзамен будет в устной форме, состоящей из двух вопросов и дополнительное обсуждение с лектором всех тем, затронутых в курсе.

### **Тип самостоятельных заданий**

- 1) Оценить времена релаксации электронов в полупроводнике, обусловленных рассеянием на фононах и на заряженных примесях при известной концентрации электронов и примесей.
- 2) Оценить величину тока, необходимого для переключения намагниченности в трехслойной системе ферромагнетик – нормальный металл – ферромагнетик для известных геометрических и физических параметров системы