

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

"УТВЕРЖДАЮ"

Проректор \_\_\_\_\_ В.С.Бухмин

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Физические методы исследования твёрдых тел

Цикл ДС

ГСЭ - общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины; ЕН - общие математические и естественнонаучные дисциплины; ОПД - общепрофессиональные дисциплины; ДС - дисциплины специализации; ФТД - факультативы.

Специальность: 010400 — Физика  
(Номер специальности) (Название специальности)

Принята на заседании кафедры физики твёрдого тела  
(Название кафедры)

(протокол № 7 от "17" сентября 2009 г.)

Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ (Л.Р. Тагиров)

Утверждена Учебно-методической комиссией физического факультета  
(Название факультета)

КГУ

(протокол № \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.)

Председатель комиссии  
\_\_\_\_\_ (Д.А. Таюрский)

## Методические указания (пояснительная записка)

Рабочая программа дисциплины

"Физические методы исследования твёрдых тел"

Предназначена для студентов 3 курса,

по специальности: 010400

(Номер специальности)

–

Физика

(Название специальности)

АВТОРЫ: Н.Г. Ивойлов

### КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ:

В спецкурсе «Физические методы исследования твердых тел» изложены основы самых известных спектроскопических методов, таких как ядерный магнитный и квадрупольный резонанс, электронный парамагнитный резонанс и ферромагнитный резонанс. Внимание уделено также магнитным свойствам твердых тел и методам измерения магнитных характеристик объемных и тонкопленочных образцов.

1. Требования к уровню подготовки студента, завершившего изучение дисциплины Физические методы исследования твердых тел

(Наименование дисциплины)

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны:

- понимать основы физических методов и условия реализации в твердых телах ядерного магнитного, ядерного квадрупольного, электронного парамагнитного и ферромагнитного резонансов;
- обладать теоретическими знаниями расчета параметров спектров, получаемых этими методами;
- ориентироваться в магнитных свойствах твердых тел, ознакомиться с методами измерения магнитной восприимчивости массивных и тонкопленочных образцов.

2. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах)

Форма обучения очная

очная, заочная, вечерняя

Количество семестров 1

Форма контроля: 5 семестр зачет

зачет, экзамен

| №<br>п/п | Виды учебных занятий                                     | Количество часов |  |
|----------|--|------------------|--|
|          |  | 5<br>семестр     |  |
| 1.       | Всего часов по дисциплине                                | 48               |  |
| 2.       | Самостоятельная работа                                   | 14               |  |
| 3.       | Аудиторных занятий                                       | 34               |  |
|          | в том числе: лекций                                      | 34               |  |
|          | семинарских (или<br>лабораторно-практических)<br>занятий |                  |  |

## Содержание дисциплины

### ТРЕБОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ

| Индекс | Наименование дисциплины и ее основные<br>разделы | Всего часов |
|--------|--|-------------|
| ДС     | -  |             |

Примечание: если дисциплина устанавливается вузом самостоятельно, то в данной таблице ставится прочерк.

### СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

| №<br>п/п | Название темы и ее содержание   | Количество часов |   |
|----------|---|------------------|---|
|          |   | лекции           | семинарские<br>(лаб.-практ.)<br>занятия |
| 1        | Ядерные моменты и гиромагнитные отношения   | 2                |   |
| 2        | Ядра во внешнем магнитном поле. Ядерный магнитный резонанс.   | 2                |   |
| 3        | Макроскопическая теория ядерного магнитного резонанса   | 3                |   |
| 4        | Методы наблюдения ядерного магнитного резонанса   | 3                |   |
| 5        | Ширина и контур линии ядерного магнитного резонанса   | 2                |   |
| 6        | Ядерная спин-решеточная релаксация  | 2                |   |
| 7        | Тонкая структура линий ядерного магнитного резонанса  | 2                |   |
| 8        | Ядерный квадрупольный резонанс  | 2                |   |
| 9        | Электронный парамагнитный резонанс, основные положения. Ширина линии и электронная спин-решеточная релаксация | 2                |   |

| №<br>п/п | Название темы и ее содержание  | Количество часов |   |
|----------|--|------------------|---|
|          |  | лекции           | семинарские<br>(лаб.-практ.)<br>занятия |
| 10       | Тонкая, сверхтонкая и суперсверхтонкая структура электронного парамагнитного резонанса           | 2                |   |
| 11       | Эффект Оверхаузера   | 1                |   |
| 12       | Ферромагнитный резонанс. Основные характеристики магнитных материалов                            | 3                |   |
| 13       | Силовые методы измерения магнитной восприимчивости   | 2                |   |
| 14       | Мостовые методы измерения магнитной восприимчивости  | 2                |   |
| 15       | Автодинный метод измерения магнитной восприимчивости   | 2                |   |
| 17       | Сравнительные характеристики методов измерения магнитной восприимчивости тонкопленочных образцов | 2                |   |
|          | Итого часов:   | 34               |   |

Примечание: программа содержит подробную характеристику содержания темы. Название, количество тем в программе, количество часов на каждую тему определяется согласно Государственному образовательному стандарту по специальности.

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Марфунин А.С. Спектроскопия, люминесценция и радиационные центры в минералах. М., Недра, 1975, 327 с.
2. Боровик Е.С., Мильнер., Еременко В.В. Курс лекций по магнетизму. Харьков, ХГУ, 1972, 248 с.
3. Чечерников В.И. Магнитные измерения. М., МГУ, 1969, 388с.
4. Преображенский А.А., Бишард Е.Г. Магнитные материалы и элементы. М., Высшая школа, 1986, 352с.
5. Микушев В.М., Чарная Е.В. Ядерный магнитный резонанс в твердом теле. С.-Петербург, С.-ПУ, 1995, 204с.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Скрипов Ф.И. Курс лекций по радиоспектроскопии. Л., ЛГУ, 1964, 212 с.

**Приложение**  
к программе дисциплины  
Физические методы исследования твердых тел  
(Наименование дисциплины)

**БИЛЕТЫ К ЗАЧЕТУ**

Билет №1

1. Ядерные моменты и гироманнитные отношения.
2. Мостовые методы измерения магнитной восприимчивости.

Билет №2

1. Ядра во внешнем магнитном поле. ЯМР.
2. Эффект Оверхаузера.

Билет №3

1. Макроскопическая теория ЯМР.
2. Мостовые методы измерения магнитной восприимчивости.

Билет №4

1. Стационарные методы наблюдения ЯМР.
2. Ферромагнитный резонанс.

Билет №5

1. Нестационарные методы наблюдения ЯМР.
2. Силовые методы измерения магнитной восприимчивости.

Билет №6

1. Ширина линии ЯМР.
2. Автодинный метод измерения магнитной восприимчивости.

Билет №7

1. Контур линии ЯМР.
2. Особенности крутильного метода для измерения магнитной восприимчивости тонкопленочных образцов.

Билет №8

1. Ядерная спин-решеточная релаксация.
2. Особенности автодинного метода измерения магнитной восприимчивости тонкопленочных образцов.

Билет №9

1. Тонкая структура линий ядерного магнитного резонанса.
2. Ширина линий и электронная спин-решеточная релаксация.

Билет №10

1. Ядерный квадрупольный резонанс.
2. Сверхтонкая структура электронного парамагнитного резонанса.