

## **Обязательный курс «Экспериментальные методы диагностики наноструктур и наноматериалов» (Часть 1).**

46 час. аудиторных занятий, седьмой (осенний) семестр 2010 г.  
Составитель: проф. В. И. Фельдман, химический факультет МГУ

Курс состоит из двух частей и имеет «блочную» структуру. Задача курса - дать представление об основных принципах современных физических методов, используемых для диагностики наноматериалов, и особенностях их применения для исследования различных типов наноструктур. В первую часть курса включены разделы, посвященные методам, имеющим наиболее широкую область применения, – от неорганических до полимерных и биосовместимых наноматериалов. Вторая часть курса, читаемая в восьмом семестре, содержит блоки, имеющие более специализированное применение для определенных типов функциональных наноматериалов.

Разделы курса читаются ведущими специалистами в области соответствующих методов - сотрудниками и преподавателями химического и физического факультетов, а также приглашенными лекторами.

### **Основное содержание курса**

#### **Блок Рентгенодифракционные методы**

**Лекторы:** к.х.н. П.С. Чижов, м.н.с. Э.Е. Левин, проф. Ю.Л. Словохотов (химический факультет МГУ), проф. В.В. Волков (ИК РАН)

Симметрия в кристаллах.

Основы дифракции рентгеновских лучей. Обратная решетка.

Рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.

Общий вид дифрактограммы. Профильный анализ.

Качественный рентгенофазовый анализ (РФА). Базы данных ICDD. Практические подходы к индентификации дифрактограмм.

Дифракционный эксперимент: оборудование, пробоподготовка, условия съемки.

Основы кинематической теории дифракции. Теоретическая дифрактограмма.

Уточнение кристаллических структур. Метод Ритвельда.

Анализ дисперсных, дефектных и аморфных материалов. Проблематика.

Упрощенные и модельные подходы.

Использование синхротронного излучения.

Малоугловое рентгеновское рассеяние.

#### **Блок Нейтронография**

**Лектор:** проф. А.М. Балагуров (ОИЯИ)

Структурная нейтронография.

Малоугловое и неупругое рассеяние нейтронов.

#### **Блок Микроскопические и зондовые методы**

**Лекторы:** доц. С.Ю. Васильев, с.н.с. А.В. Кнотько (химический факультет МГУ)

Зондовые методы (сканирующая туннельная, атомно-силовая и сканирующая электрохимическая микроскопия). Базовые принципы. Проблемы. Особенности.

Зондовые методы за пределами топографии. Подходы позволяющие получить дополнительную информацию о физических и химических свойствах материала на наномасштабе.

Просвечивающая электронная микроскопия. Электронная микроскопия высокого разрешения.

Растровая электронная микроскопия. Рентгеноспектральный микроанализ.

### **Блок Электронная и колебательная спектроскопия**

**Лекторы: проф. В. Ю. Тимошенко (физический факультет МГУ), с.н.с. А. Н. Харланов (химический факультет МГУ)**

Спектроскопия поглощения света для исследования электронных свойств твердых телах. Влияние размеров тел на их оптические свойства.

Эмиссионная спектроскопия.

Спектроскопия комбинационного рассеяния.

### **Блок Магнитный резонанс**

**Лекторы: проф. В. И. Фельдман (химический факультет МГУ), проф. А. А. Гиппиус (физический факультет МГУ)**

Введение в магнитный резонанс. Физические основы метода ЭПР.

Дополнительная информация, заключенная в спектрах ЭПР. Применение ЭПР для исследования структуры и динамики наноразмерных систем.

ЯМР и ЯКР спектроскопия твердого тела.

Применение методов ЯМР в исследованиях наночастиц.

### **Список рекомендованной литературы**

1. П. Хирш, А. Хови, Р. Николсон, Д. Пэшли, М. Уэлан. Электронная микроскопия тонких кристаллов. М. *Мир*, 1968.
2. Д. Брандон, В. Каплан. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. М.: *Техносфера*, 2004.
3. Д.Ю.Пушаровский, Рентгенография минералов, М., *Геоинформмарк*, 2000.
4. Л. Литл Инфракрасные спектры адсорбированных молекул. М.: *Мир*, 1969.
5. А. А. Давыдов. ИК-спектроскопия в химии поверхности окислов. Новосибирск: *Наука*, 1984.
6. Дж. Стенсел. Спектроскопия комбинационного рассеяния в катализе. М.: *Мир*, 1994.
7. Дж. Вертц, Дж. Болтон. Теория и практические приложения метода ЭПР. М.: *Мир*, 1975. 548 С.
8. С.П. Губин, Ю.А. Кокшаров, Г.Б. Хомутов, Г.Ю. Юрков. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства. *Усп. химии*. 2005. т. **74**, 539-574.
9. Бородин П.М., Ядерный магнитный резонанс, *ЛГУ (1982)*
10. Гречишкин В.С., Ядерные квадрупольные взаимодействия в твёрдых телах, *Наука (1977)*.
11. Физические свойства высокотемпературных сверхпроводников (под ред. Д.М. Гинзберга) М.: *Мир*, 1990.