

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

(46 час. аудиторных занятий в 7 семестре)

Составитель: проф. Ю.Л.Словохотов, химфак 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 (в стадии доработки), которая будет прочитана в восьмом семестре, содержит блоки, имеющие более специализированное применение для определенных типов функциональных наноматериалов с возможностью выбора различных траекторий.

Разделы курса будут прочитаны ведущими специалистами в области соответствующих методов - сотрудниками и преподавателями химического и физического факультетов, факультета наук о материалах МГУ, а также приглашенными лекторами из ОИЯИ и институтов РАН.

## **Основное содержание курса**

### **Блок 1. Дифракционные методы**

Лекция 1. Симметрия в кристаллах.

Лекция 2. Основы дифракции рентгеновских лучей. Обратная решетка.

Лекция 3. Основные формулы рентгеноструктурного анализа (РСА).

Лекция 4. Основы РСА; пакеты программ для обработки экспериментов.

Лекция 5. РСА органических соединений.

Лекция 6. Профильный анализ. Обработка рентгеновского порошкового эксперимента.

Лекция 7. Рентгенофазовый анализ. Определение параметров элементарных ячеек.

Лекция 8. Определение и уточнение кристаллических структур по порошковым данным.

Метод Ритвельда.

Лекция 9. Методы рентгеновской дифракции для определения характеристик нанообъектов.

Лекция 10. Малоугловое рентгеновское рассеяние.

Лекции 11-12. Нейтронный структурный анализ кристаллов (структурная нейтронография).

### **Блок 2. Микроскопические и зондовые методы**

Лекция 13. Просвечивающая электронная микроскопия.

Лекция 14. Растровая электронная микроскопия.

Лекция 15. Зондовые методы (сканирующая туннельная, атомно-силовая и сканирующая электрохимическая микроскопия).

Лекция 16. Зондовые методы за пределами топографии.

### **Блок 3. Электронная (оптическая) и колебательная спектроскопия**

Лекция 17. Оптическая спектроскопия поглощения для анализа твердых тел и систем пониженной размерности.

Лекция 18. Эмиссионная оптическая спектроскопия: общие принципы и применение в исследованиях наноструктур и наноматериалов.

Лекция 19. Применение ИК-спектроскопии для исследования твердых тел и наноструктурированных систем.

#### **Блок 4. Магнитный резонанс**

Лекция 20. Введение в магнитный резонанс. Физические основы метода ЭПР.

Лекция 21. Дополнительная информация, заключенная в спектрах ЭПР. Применение ЭПР для исследования структуры и динамики наноразмерных систем.

Лекция 22. ЯМР и ЯКР спектроскопия твердого тела.

Лекция 23. 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.
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. П. М. Бородин, Ядерный магнитный резонанс, Л.: *ЛГУ* (1982)
10. В. С. Гречишкин, Ядерные квадрупольные взаимодействия в твёрдых телах, М.: *Наука* (1977).
11. Физические свойства высокотемпературных сверхпроводников (под ред. Д.М. Гинзберга) М.: *Мир*, 1990.