

## СПЕКТРОСКОПИЯ НАНОСТРУКТУР

для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям)  
направления специальности 1-31 04 01-06  
Физика (физика наноматериалов и нанотехнологий)

**Введение. Основы молекулярной спектроскопии. Разделение видов движения в молекуле.** Наноструктуры: типы, основные свойства. Краткий обзор основных принципов и этапов развития спектроскопии наноструктур. Виды движения в молекуле (классическое и квантово-механическое описание).

**Адиабатическое и одноэлектронное приближения. Общие вопросы спектроскопии.** Основные приближения теории: нерелятивистское приближение, адиабатическое приближение, орбитальное приближение. Спектральные области. Типы переходов и виды спектров. Населенности уровней, вероятности переходов. Правила отбора. Интенсивности в спектрах.

**Вращение молекул и вращательные спектры.** Общая характеристика вращения молекул. Сферический, симметричный и ассиметричный волчки. Вращательные спектры и структура молекул.

**Колебательные спектры 2-х атомных и многоатомных молекул.** Колебания двухатомных молекул (модели гармонического осциллятора, учет ангармоничности колебаний). Колебательно-вращательные спектры двухатомных молекул, структура полос. Симметрия колебаний многоатомных молекул. Колебательные спектры органических молекул.

**Атомные и молекулярные орбитали. Метод МО ЛКАО.** Электронное строение молекул. Электронные состояния молекул: классификация, свойства. Общие квантово-механические понятия о методе МО ЛКАО. Делокализация электронной плотности. Диаграмма уровней.

**Электронные спектры многоатомных молекул. Химическая связь.** Классификация многоэлектронных состояний. Химическая связь, основы теории валентности. Электронно-колебательные спектры двухатомных и многоатомных молекул.

**Фотофизические и фотохимические процессы. Люминесценция.** Виды и особенности фотофизических и фотохимических процессов. Фотофизические процессы в гомо- гетеро- и биологических наноструктурированных объектах. Основы люминесценции. Типы, основные характеристики и законы.

**Спектроскопия одиночных квантовых объектов.** Спектроскопия одиночных молекул, квантовых точек и других квантовых объектов в материаловедении и нанотехнологиях. Фотолюминесцентная спектроскопия нанокompозитов.

**Спектроскопия полициклических структур углерода.** Фотофизические методы исследования фуллеренов, нанотрубок, графена. Матрицы возбуждения - испускания – пропускания.

**Межмолекулярные взаимодействия и их спектроскопические проявления.** Виды межмолекулярного взаимодействия, спектроскопические характеристики растворов. Влияние природы растворителя.

**Спектроскопия биомолекул.** Биополимеры. Методы исследования динамики биомолекул: метод оптического стробирования ("накачка-зондирование"). Колеба-

тельная спектроскопия, флуоресцентная спектроскопия, абсорбционная спектроскопия. Флуоресцентные зонды.

**Наноструктурированные поверхности. Гигантское комбинационное рассеивание.** Наноструктурированные поверхности и пленки: виды, свойства, функции. ГКР — основные характеристики и механизмы, экспериментальные методики получения спектров, объекты исследования.

**Основы квантово-механической оценки спектроскопических свойств наноструктур.** Методы расчета спектроскопических свойств молекулярных систем. Знакомление с широко доступными программными продуктами Chem.3D и HyperChem, MOPAC, GAMESS позволяющими проводить расчет геометрии наноструктурных объектов методами *ab initio*, молекулярной механики и полуэмпирическими квантово-химическими методами.

### Перечень основной литературы

1. К. Бенуэлл. Основы молекулярной спектроскопии. М., Мир, 1985
2. Н.Г. Бахшиев. Введение в молекулярную спектроскопию. Л., ЛГУ, 1987.
3. Р.А. Андриевский. Наноструктурные материалы. М., Академия, 2005.
4. А.А. Мальцев. Молекулярная спектроскопия. М., МГУ, 1980.
5. Л.В. Левшин, А.М. Салецкий. Люминесценция и ее измерение. М., МГУ, 1989
6. В. Демтредер. Лазерная спектроскопия. М., Наука, 1985
7. А.И. Комяк. Молекулярная спектроскопия. Мн., БГУ, 2007
8. И.М. Гулис, А.И. Комяк. Люминесценция. Мн., БГУ, 2009 (см. главу 2).
9. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под Ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2010. – 456 с.
10. Наноматериалы, нанопокртия, нанотехнологии: Учебное пособие / Азаренков Н. А., Береснев В. М., Погребняк А. Д., Маликов Л. В., Турбин П. В. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2009. – 209 с.
11. Андриевский Р.А. Рагуля А.В. Наноструктурные материалы: Учеб. Пособие для студ. Высш.учеб. заведения – М.: Изд. Центр «Академия», 2005. – 192 с.
12. Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены: Учебн. пособие. – М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 376 с.
13. К. Бенуэлл. Основы молекулярной спектроскопии. М., Мир, 1985

### Перечень дополнительной литературы

1. Г.Н.Макаров. Применение лазеров в нанотехнологии: получение наночастиц и наноструктур методами лазерной абляции и лазерной нанолитографии // Успехи физических наук. 2013, Т.183, №7. С.673-714.
2. Ю.Г. Вайнер. Спектроскопия одиночных молекул и динамика неупорядоченных твердых тел// Успехи физических наук. 2004, Т.174, №6. С.659-683
3. И.П. Суздальев. Физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. Москва. КомКнига, 2006..
4. Васильев Р.Б., Дирин Д.Н. Квантовые точки: синтез, свойства, применение. – М.: ФНМ, 2007. – 34 с.