

БИБЛИОГРАФИЯ

## Принципы нелинейной оптической спектроскопии

**Principles of Nonlinear Optical Spectroscopy.** Shaul Mukamel (N.Y. and Oxford: Oxford University Press, 1997) 543 pp.  
PACS numbers: 01.30.+y, 42.50.+p, 42.65.+k

Нелинейная оптическая спектроскопия — одно из наиболее важных применений лазеров в фундаментальной науке. Это было уже понятно в 60-х годах, сразу после открытия лазера. Тогда и до сих пор, наиболее впечатляющим, было использование нелинейных эффектов (насыщения поглощения, двухфотонное поглощение) для кардинального повышения спектральной разрешающей способности, включая устранение допплеровского уширения. Это привело к увеличению спектрального разрешения в глубь допплеровского контура в  $10^6$ – $10^9$  раз (!). Какое-то время казалось, что этим применением все ограничится. Это очень и очень немало для фундаментальной и, особенно, прецизионной спектроскопии атомов и молекул и квантовой метрологии. Достаточно сказать, что на вращательно-колебательных переходах  $\text{CH}_4$  и  $\text{OsO}_4$  получены резонансы с относительной шириной  $\Delta v/v \simeq 10^{-13}$ – $10^{-14}$ . Именно это позволило провести прецизионные измерения постоянной Ридберга по двухфотонному переходу 15–25 атома водорода и начать эксперименты по поиску расщепления спектральных линий молекулярных энантиомеров из-за нарушения четности при слабых взаимодействиях.

Следующий важный этап в развитии нелинейной спектроскопии — разработка когерентной активной спектроскопии комбинационного рассеяния в двухчастотном лазерном поле. При использованииnano- и пикосекундных лазерных импульсов стало возможным измерять малые концентрации молекул и получать недоступную ранее информацию о временах релаксации заселенности уровней и дефазировки поляризации в конденсированной среде.

По мере разработки и распространения в сотнях лабораторий фемтосекундных лазеров с перестраиваемой частотой стало появляться множество публикаций о новых очень тонких методах нелинейной спектроскопии и измерении с их помощью самых различных релаксационных процессов в разных конденсированных средах. Это было весьма впечатляющим, особенно, когда это представлялось на специальных международных конференциях. Но отдельные разрозненные, хотя и многочисленные методы и эксперименты, еще не дают полного "когерентного"

представления о всех возможностях систематических исследований с помощью методов нелинейной оптической спектроскопии.

Своевременность и ценность публикации рецензируемой монографии профессора Ш. Мукамеля, на мой взгляд, состоит в том, что она с единым подходом на основе элегантного формализма (корреляционный метод, метод функции Грина) рассматривает нелинейное взаимодействие лазерных импульсов (многочастотных, разделенных во времени и направлении распространения) с веществом. В результате создается "когерентная картина" понимания всех методов, включая такие распространенные методы, как когерентная спектроскопия комбинационного рассеяния, фотонное эхо, выгорания провалов, накачки и пробинга, поляризационной спектроскопии, импульсивных эффектов и т.д.

Для подтверждения этого стоит перечислить названия глав монографии:

1. Введение.
2. Квантовая динамика в гильбертовом пространстве.
3. Оператор плотности и квантовая динамика в пространстве Лиувилля.
4. Квантовая электродинамика, оптическая поляризация и нелинейная спектроскопия.
5. Функции нелинейного отклика и оптические восприимчивости.
6. Функции оптического отклика многоуровневой системы с релаксацией.
7. Полуклассическая симуляция функций оптического отклика.
8. Кумулянтное разложение и модель многомодового броуновского осциллятора.
9. Флуоресценция, спектроскопия спонтанного и когерентного комбинационного рассеяния.
10. Селективное подавление неоднородного уширения: фотонное эхо.
11. Резонансные решетки "pump-probe" и спектроскопия выжигания провалов (hole burning).
12. Динамика волновых пакетов в пространстве Лиувилля: представление Вигнера.
13. Анализ волновых пакетов импульсивных измерений.
14. Внерезонансное комбинационное рассеяние.
15. Поляризационная спектроскопия: двулучепреломление и дихроизм.

16. Нелинейный отклик молекулярных ансамблей: приближение локального поля.

17. Многочастичные и кооперативные эффекты в нелинейном отклике.

Из этого содержания важно, что книга имеет очень широкий охват проблем нелинейной спектроскопии, рассматриваемых с динамической (временной) точки зрения. Это особенно важно для объяснения многочисленных экспериментов с фемтосекундными импульсами.

Книга имеет хорошую, объективную библиографию на основные, ключевые работы в конце каждой главы.

На мой взгляд, это наиболее успешная монография с достаточно строгим уровнем изложения в нелинейной спектроскопии конденсированных сред, создающая "когерентную картину" всех методов и эффектов в этой области с единой точки зрения с помощью развитого автором корреляционного метода. Я рекомендую каждому исследователю, особенно начинающему и освоившему квантовую механику, обязательно ознакомиться с ней, чтобы работать на современном

уровне, и, я полагаю, что во многих случаях она станет вашей настольной книгой.

Я не даю никаких рекомендаций по переводу этой высокопрофессиональной книги на русский язык, так как каждый исследователь сегодня свободно владеет английским и число покупателей будет небольшим. Сейчас время перевода других замечательных книг, таких, как *Дипломатия* Г. Киссинджера или *Алхимия* Д. Сороса, у которых громадная читательская аудитория и которые, кстати, очень небезынтересны для физиков. Я упоминаю это не случайно. Ведь физики, в отличие от математиков, нередко сталкиваются с поисковыми, не имеющими иногда строгих начальных условий, задачами со многими параметрами, а это напоминает проблемы финансов и дипломатии, которые заведомо не имеют точных решений.

*B.C. Летохов*