

БИБЛИОГРАФИЯ

621.378.325(049.3)

**ПИКОСЕКУНДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ — II**

Picosecond Phenomena — II/Ed. R. M. Hochstrasser, W. Kaiser, C. V. Shank.— Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1980.—382 p.— (Springer Series in Chemical Physics. V. 14).

В 14-м томе серии «Химическая физика», выпускаемой издательством Ю. Шпрингера, собраны доклады, представленные на Второй международной конференции по пикосекундным процессам, которая проходила с 18 по 20 июня 1980 г. в Кейп-Коде, штат Массачусетс, США. На конференции рассматривались последние достижения физики и приложения оптических импульсов пикосекундной длительности.

В настоящее время во многих лабораториях имеются генераторы пикосекундных импульсов света, способные перекрыть диапазон длин волн от 0,5 до 4 мкм. Получены пикосекундные импульсы в вакуумном ультрафиолете, разрабатываются пикосекундные источники в инфракрасном диапазоне длин волн, генерирующие излучение с длиной волны 8—12 мкм. Созданная техника открывает новые возможности в изучении процессов взаимодействия света с веществом, а также в изучении нелинейных оптических явлений. Ведутся исследования в области физики, химии, биологии, в разнообразных средах, например жидкостях, твердых телах, плазме и газах. Появились конкретные предложения, касающиеся применения сверхкоротких световых импульсов в оптической связи.

Книга издана под редакцией ведущих ученых в этой области — Р. М. Хохштрассера, В. Кайзера и К. Шенка. В ней собрано 75 докладов, которые в соответствии с тематикой конференции разбиты на главы:

1. Достижения в генерации пикосекундных импульсов.
2. Достижения в пикосекундной оптоэлектронике.
3. Изучение молекулярных движений с пикосекундным временным разрешением.
4. Пикосекундные релаксационные процессы.
5. Пикосекундные явления в химии.
6. Применения в физике твердого тела.
7. Быстрые процессы в биологии.
8. Техника пикосекундной спектроскопии.

В гл. 1 представлены работы, в которых приводятся результаты по генерации пикосекундных импульсов в твердотельных лазерах и лазерах на красителях. Работы в этой области можно разбить на три группы. Во-первых, это разработка импульсных твердотельных лазеров для генерации пикосекундных импульсов с высокой частотой повторения и стабилизация таких лазеров. Здесь следует отметить доклад Р. Т. Ройта, в котором описывается применение специальных термокомпенсированных фсфатных стекол для генерации импульсов длительностью несколько пикосекунд и с частотой повторения 5 Гц. Несомненный интерес для различных приложений представляет также техника синхронизации разных пикосекундных лазеров. В работе Г. Т. Харви и соавторов описан способ синхронизации пикосекундных аргонового и Nd — YAG-лазеров, позволяющий получить разброс во временной привязке импульсов  $\pm 30$  пс. Другая группа докладов — это сообщения о разработке новых красителей для пикосекундных лазеров и попытки выйти на рекордные параметры для уменьшения длительности импульса. Ряд докладов посвящен стабилизации длительности импульса в лазерах на красителях. Так, например, в докладе Дж. К. Диедла и др. описывается лазер на красителе с длительностью импульса 0,12 пс и мощностью 300 Вт. Несколько работ посвящено разработке пикосекундных полупроводниковых лазеров. В докладе Э. Ишнена и соавторов описаны основные процессы, происходящие в таких лазерах, и конструкция этих лазеров. Сообщается о генерации импульсов длительностью 1,3 пс в полупроводниковом лазере. В том же разделе помещен доклад М. П. Бургесса,

Г. В. Энрайта и др., в котором описана конструкция пикосекундного интерферометра и его применение для диагностики плазмы, созданной  $\text{CO}_2$ -лазером.

Гл. 2 книги, посвященная достижениям оптоэлектроники, содержит 6 докладов. В настоящее время созданы коммутаторы, работающие на принципе активации фотопроводимости в полупроводниках под действием пикосекундного лазерного импульса. Такие коммутаторы позволяют получить время нарастания электрического импульса порядка нескольких пикосекунд. С такой же точностью можно синхронизовать электрический и световой импульсы. Основные достижения в этой области содержатся в докладе Г. Моуро и др. В работе Д. Остона с соавторами показано, что использование аморфных полупроводников или полупроводников с радиационными дефектами позволяет создать коммутаторы и приемники излучения с временным разрешением до 3 пс.

В гл. 3—8 рецензируемой книги собраны доклады, в которых описывается применение пикосекундной лазерной техники в спектроскопии, химии, биологии.

Одним из активно изучаемых вопросов является ориентационная релаксация молекул в жидкостях. Вращения, которые испытывает молекула в жидкости, приводят со временем к разупорядочению ориентаций молекул. Динамика этого молекулярного вращения содержит информацию о микроскопической структуре данной жидкости. В гл. 3 книги собрано 6 докладов, в которых изучается этот круг проблем. Можно констатировать, что в настоящее время разработаны эффективные методы для изучения вращения молекул в жидкостях и газах. К этим методам относится, например, метод регистрации распада наведенного пикосекундным импульсом дихроизма (доклад Г. С. Беддарда с соавторами), оптический эффект Керра (доклад Д. Этченаре и др.). В докладах, помещенных в этой главе, содержатся результаты исследования свойств ионных молекул в растворах (К. Г. Спеарс), молекулярной динамики в гелях и критических смесях (Д. Е. Купер).

Одна из основных проблем современной химии связана с изучением процессов релаксации энергии в возбужденной молекулярной системе. Изучение релаксационных явлений стало в настоящее время традиционной областью применения пикосекундной лазерной техники. В гл. 4 книги собраны последние достижения в этом направлении. Использование сверхкоротких световых импульсов дает возможность проводить оригинальные и интересные исследования явлений колебательной релаксации в основном электронном состоянии. Новые результаты в этой области содержатся в докладе А. Фендта, Ж. Майера, А. Сейлмеера и В. Кайзера. В этой работе изучалась динамика СН-колебаний в молекуле  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  и  $\text{CH}_3\text{OH}$  и других аналогичных молекулах. На основании нескольких экспериментов сделан вывод о том, что СН-колебания затухают в основном благодаря внутримолекулярным процессам. В остальных докладах этой главы сообщаются результаты по измерению затухания когерентных колебаний в жидкостях и твердых телах, однако в короткой рецензии нет возможности обсудить все интересные эксперименты.

Пикосекундные лазеры нашли широкое применение в изучении сверхбыстрых химических процессов. Эксперименты в этой области обсуждаются в пятой главе книги. При этом основное внимание уделяется таким процессам, как перенос электронов и протонов (доклады К. Эйзенталя с соавторами, и С. Л. Шапиро, К. Р. Вина и Д. Х. Кларка). В докладе Г. А. Кенни-Уоллес и др. исследуется динамика быстрых фотохимических реакций в соединениях типа R—OH. В других докладах этой главы сообщаются результаты исследований фотодиссоциации короткоживущих состояний, молекулярной динамики, пикосекундным измерением колебательных спектров. Изучение при помощи пикосекундных лазеров процессов энергообмена и химических реакций в жидкой фазе способствует пониманию не только природы этих фундаментальных процессов, но и природы и свойств самого жидкого состояния вещества.

В гл. 6 книги описан ряд экспериментов, посвященных исследованию электронных возбуждений в твердых телах при использовании пикосекундных световых импульсов. Одно из направлений — исследование электронно-дырочной плазмы большой плотности (Д. Линде с соавторами). Электроны и дырки возбуждаются в полупроводнике при поглощении света подходящей частоты. Энергия электронов быстро релаксирует при взаимодействии с фононами. В докладе приведены результаты изучения релаксации электронно-дырочной плазмы в кристалле GaAs. Понимание динамики свободных носителей в полупроводниках представляет фундаментальный интерес, что также важно при разработке новых полупроводниковых устройств.

На конференции были также доложены последние достижения в исследовании пикосекундных процессов в биологии. Они были представлены пятью докладами. Применение пикосекундной техники в биологии быстро прогрессирует. Пикосекундные лазерные источники дают возможность измерять времена миграции энергии в фотосинтезирующих системах. Так, например, в докладе Т. Л. Нетзела с соавторами сообщается об изменении времен электронного переноса в модельных фотосинтезирующих системах. Оптическая пикосекундная техника применяется для исследования таких важных биологических систем, как гемоглобин, родопсин и ДНК.

Доклады, собранные в гл. 8, объединены общим названием «Техника пикосекундной спектроскопии». Несколько докладов посвящено различным применениям пикосекундной спектроскопии комбинационного рассеяния света. Например, применение последовательности пикосекундных импульсов в КРС-спектроскопии молекулярных мовослоев и сверхтонких пленок позволяет существенно повысить чувствительность и отношение сигнал — шум (Д. Р. Херитедж).

В последние годы одной из бурно развивающихся областей нелинейной оптики является получение световых пучков с обращенным волновым фронтом, получение фазовосопряженных световых импульсов. Перспективный метод — вырожденное четырехволновое смещение. Эксперименты по вынужденному четырехволновому смещению с пикосекундными импульсами сообщены в докладе Ж. Точо, В. Сиббета, Д. Бредли. В этой работе показано, что с перестраиваемым лазером на красителе возможно получить усиление при фазовом сопряжении с пикосекундным временным разрешением.

В целом рецензируемая книга хорошо отражает современное состояние пикосекундной техники и ее приложений. Книга представляет безусловный интерес для широкого круга читателей, работающих в квантовой электронике, лазерной спектроскопии и т. д.

*А. С. Ахманов, С. С. Соболев*