

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Власов А. А. // Письма в ЖЭТФ. 1987. 46, № 1. С. 3; Vlasov A. A. // Phys. Lett. 1988. A129, N 8/9. P. 433; Logunov A. A., Loskutov Yu. M., Mestvirishvili M. A. // J. Mod. Phys. 1988. A3, N 9. P. 2067. [2] Фок В. А. Теория пространства, времени и тяготения. М., 1961.

Поступила в редакцию
28.02.89

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1989. Т. 30, № 5

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 525.235;532.74;546.221

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕДЛЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ИНТЕНСИВНОСТИ РАСSEЯНИЯ СВЕТА ВОДОЙ

В. Н. Кузнецов, Л. В. Левшин, А. М. Салецкий, Ф. Р. Черников

(кафедра общей физики для физического факультета)

Обнаружены медленные изменения интенсивностей света, рассеянного бидистиллированной водой. С помощью метода быстрого преобразования Фурье выделены гармоники наблюдаемых колебаний.

При исследовании рэлеевского рассеяния света водой и водными растворами белков в работе [1] были зарегистрированы медленные изменения его интенсивности. В настоящем исследовании определялся низкочастотный спектр интенсивности рассеянного водой света. В экспериментах использовалась вода, полученная в кварцевом бидистилляторе с предварительной фильтрацией.

Измерения проводились на двух различных установках. Установка на базе «System-4300» фирмы «Malvern» (в ИФТП АН СССР) состояла из гелий-неонового лазера ($\lambda=632$ нм), фотоумножителя ЕМ1 9863КВ100, блока коррелятора К7023 и измерительного бокса. Образцы помещались в кварцевые кюветы цилиндрической формы диаметрами 10 и 2 мм. В течение 1÷6 ч измерялась интенсивность рассеянного света под углом 90° в режиме счета фотонов. Управление режимом сбора и накопления и обработка данных производились с помощью ЭВМ СМ1800 и IBM PCAT, связанных с коррелятором К7023.

В другой установке (на физическом факультете МГУ) использовались гелий-неоновый лазер ЛГН-207А; охлаждаемый фотоумножитель ФЭУ-79, работающий в режиме счета фотонов (время измерения 10 с); измерительный бокс, содержащий прямоугольную термостатированную с точностью до $0,2^\circ\text{C}$ кварцевую кювету (размерами 10×10 мм). Интенсивности рассеянного света измерялись под углом 90° в течение 8 ч. Обработка данных проводилась корреляционно-спектральным методом с использованием процедуры быстрого преобразования Фурье на ЭВМ «Электроника 100—25». На обеих установках определялся спектр квадрата интенсивности рассеянного света в диапазоне частот $2 \cdot 10^{-4} \div 10^{-2}$ Гц.

Выполненные измерения показали наличие сложного спектрального состава регистрируемого сигнала. С помощью фурье-преобразований были выделены гармоники исследуемых колебаний. Измерения, проведенные в разные дни, дают разные значения периодов этих колебаний, причем не всегда удается идентифицировать отдельные спектральные компоненты, полученные в разные дни, а когда это имеет место, отличие периодов соответствующих спектральных компонент достигает $15 \pm 5\%$. Амплитуда колебаний интенсивности светорассеяния в различных экспериментах составляет 10—40% от ее среднего уровня, колебания с большим периодом обычно имеют и большую амплитуду. Спектральная область $2 \cdot 10^{-3} \div 10^{-2}$ Гц обладает большей воспроизводимостью, все ее компоненты регистрируются в каждом эксперименте. На рисунке в качестве примера представлен спектр мощности рассеянного бидистиллированной водой света в области частот $1 \cdot 10^{-3} \text{—} 7 \cdot 10^{-3}$ Гц (кривая 1). Видны ярко выраженные колебания на нескольких частотах. Всего было измерено около 50 спектров, результаты сведены в таблицу, где для каждого интервала периодов T указано число экспериментов N , в которых был зарегистрирован период из этого интервала. В третьей строке приведена средняя по этим экспериментам спектральная интенсивность $I_{\text{отн}}$ по отношению к среднему уровню спектральной интенсивности. Данные

Значения периодов T колебаний интенсивности рассеянного водной светом, число экспериментов N , в которых они наблюдались, и относительная интенсивность $J_{отн}$

МГУ (всего 30 экспериментов)

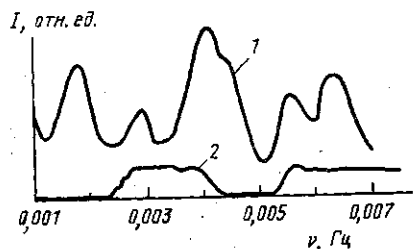
T , мин	1,7÷2,0	2,0÷2,4	2,4÷2,9	2,9÷3,6	3,6÷4,8	4,8÷6,4	7,6÷10,3	13,5÷18,4
N	12	25	14	20	25	30	30	17
$J_{отн}$	5	4,9	5,3	6,2	6,5	8,1	9,1	9,0

ИФПП (всего 23 эксперимента)

T , мин	1÷2,5	2,5÷5	5÷7,5	7,5÷10	10÷12,5	12,5÷15	15÷17,5	17,5÷20
N	1	1	2	10	12	5	11	5
$J_{отн}$	7	8	27	16	8	7,8	15	84
T , мин	20÷22,5	22,5÷25	25÷27,5	27,5÷30	30÷32,5	32,5÷35	35÷37,5	
N	11	3	2	2	6	3	3	
$J_{отн}$	80	90	60	80	40	30	15	
T , мин	37,5÷40	42,5÷45	47,5÷50	50÷52,5	52,5÷55	55÷57,5	65÷67,5	70÷72,5
N	6	1	3	2	3	3	1	1
$J_{отн}$	80	30	30	50	40	100	30	50

таблицы показывают, что относительно устойчиво появляются периоды, группирующиеся около следующих средних величин: 5,6; 9 и 16 мин.

Наблюдаемые закономерности в изменениях интенсивности светорассеяния могут оказаться следствием четырех факторов: нестабильности источника излучения (лазера); нестабильности показания регистрирующих приборов (дробовой шум); искажений, вносимых численными методами; изменений структуры бидистиллированной воды. Для учета первых трех факторов нами была измерена зависимость интенсивности зондирующего излучения от времени с использованием той же регистрирующей аппаратуры. Затем была проведена обработка данных корреляционно-спектральным методом. На рисунке представлены результаты такого измерения (кривая 2). Как видно, спектры рассеянного и зондирующего света сильно отличаются. Таким образом, наблюдаемые закономерности в изменениях интенсивности светорассеяния не являются следствием режима работы лазера или ФЭУ. Стократное ослабление мощности излучения лазера также не влияло на характер процесса светорассеяния. Данные закономерности не могут быть объяснены и конвективными потоками воды. Эксперименты, проведенные в разных кюветках (с разными условиями возникновения конвекции), показали наличие одинаковых спектральных компонент. Отсутствие конвективных потоков в зоне луча подтверждено также с помощью голографической интерферометрии. То есть колебания интенсивности светорассеяния связаны с изменениями, происходящими в самой рассеивающей системе.



Природа закономерного изменения интенсивности светорассеяния в воде в настоящее время неясна. Предполагается, что флуктуации светорассеяния можно объяснить особенностями либрационных и ротационных движений ассоциатов молекул воды (так называемые «мерцающие кластеры») [2].

С точки зрения термодинамики колебания интенсивности светорассеяния могут быть связаны только с существованием потока энергии через рассеивающую систему, что иногда приводит к возникновению регулярного изменения пространственно-временных свойств открытой системы [3]. Последнее позволяет предположить, что природа колебаний интенсивности светорассеяния обусловлена взаимодействием поля излучения лазера с квантовыми состояниями электрон-протонной подсистемы воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Черников Ф. Р. // Биофизика. 1986. 31, № 4. С. 596. [2] Frank H. S., Wen W. Y. // Discuss Faraday Soc. 1957. 24. P. 133. [3] Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М., 1973.

Поступила в редакцию
25.07.88

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1989. Т. 30, № 5

УДК 539.143.43

СЕЛЕКТИВНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ СПИНОВОЙ СИСТЕМЫ ИМПУЛЬСАМИ САМОСОГЛАСОВАННОГО ПОЛЯ СПИНОВОГО ГЕНЕРАТОРА

Н. В. Анисимов, Ю. С. Константинов

(кафедра радиофизики СВЧ)

Описан новый способ селективного возбуждения спиновой системы с помощью импульсов самосогласованного поля спинового генератора в переходном режиме. Обсуждаются эксперименты, основанные на применении данного метода для получения различных неравновесных состояний спиновой системы.

При селективном возбуждении спиновой системы, применяемом в ЯМР-экспериментах (см., напр., [1, 2]), требуется точная настройка частоты передатчика на резонансную частоту спиновой системы. Это трудно осуществить, если в ходе эксперимента ларморова частота меняется, например, из-за изменения температуры об-