

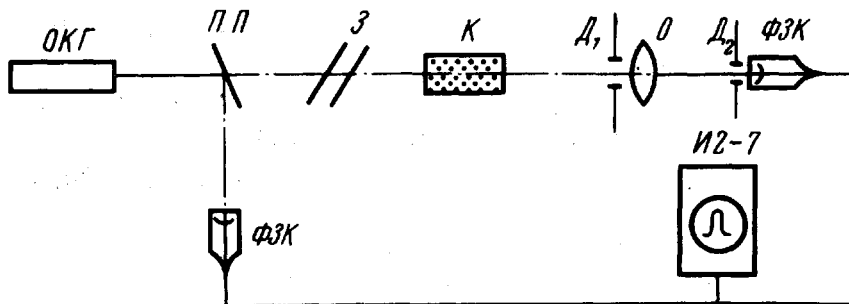
ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ОСЛАБЛЕНИИ СВЕРХКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ РАССЕИВАЮЩИМИ СРЕДАМИ

В. А. Доиченко, В. Е. Зуев, М. В. Кабанов, И. К. Красюк,
П. А. Пальянов, П. П. Пашилин, А. М. Прохоров

В статье сообщается о предварительных результатах прямых измерений одной из основных характеристик рассеивающей среды – коэффициента ослабления – при ее взаимодействии со сверхкоротким импульсом оптического излучения. Экспериментально обнаружено уменьшение ослабления сверхкороткого импульса по сравнению со случаем непрерывного во времени облучения.

Для описания переноса оптического излучения в рассеивающих средах необходимо знать их оптические характеристики. К настоящему времени достаточно хорошо известны характеристики для стационарного процесса рассеяния как из теории рассеяния частиц плоской монохроматической волны (теория Лява-Ми [1, 2]), так и экспериментальных измерений [3]. Вместе с тем подобных данных для нестационарных условий, когда существенную роль играет конечность времени взаимодействия потока фотонов с рассеивателем, нет.

Цель настоящей статьи – сообщить о предварительных результатах прямых измерений одной из основных характеристик рассеивающей среды – коэффициента ослабления – при ее взаимодействии со сверхкоротким импульсом оптического излучения.



ПП – плоскопараллельная пластинка; З – ослабляющая система зеркал; К – кювета с рассеивающей средой; D_1 , D_2 – диафрагмы, ограничивающие прием рассеянного со стороны излучения; О – объектив

Схема измерений приведена на рисунке. Лазерная система генерировала импульс светового излучения длительностью $5 \cdot 10^{-11}$ сек на длине волны $0,69$ мкм [4]. Лазерный луч, прошедший рассеивающую среду, коллимировался длиннофокусным объективом ($f = 1000$ мм) и регистрировался с помощью коаксиального фотоэлемента ФЭК-15 и осциллографа И2-7. Для того, чтобы на систему регистрации не попадал рассеянный в стороны лазерный свет, в фо-

кусе объектива была помещена диафрагма D_2 , диаметр которой соответствовал расходимости падающего лазерного излучения, равной $0,003 \text{ рад}$. Часть входного лазерного излучения ответвлялась помощью светоделительной пластинки на второй фотозлемент ФЭК-15, сигнал с которого также регистрировался на осциллографе И2-7. Такая схема обеспечивала возможность сравнения лазерного импульса, прошедшего через рассеивающую среду, с опорным лазерным импульсом в каждом измерении. Для калибровки обоих каналов вместо рассеивающей среды помещались диэлектрические зеркала, ослабляющие лазерный луч в исследуемом канале так, чтобы при замене зеркал рассеивающей средой амплитуды регистрируемых лазерных импульсов в обоих каналах были приблизительно одинаковы. Это позволяет расширить динамический диапазон системы регистрации и проводить измерения коэффициента ослабления достаточно плотных сред.

Измерения пропускания рассеивающего слоя для постоянного во времени светового потока проводились по аналогичной оптической схеме. В качестве источника света использована лампа накаливания КИМ-75 в сочетании с интерференционным фильтром с шириной полосы пропускания 20 \AA на длине волны $0,69 \text{ мкм}$. Излучение, прошедшее рассеивающую среду, регистрировалось фотоумножителем ФЭУ-28.

Концентрация рассеивателей в исследованных средах не превышала 10^8 см^{-3} для малых частиц и 10^5 см^{-3} для больших (в результате расстояния между рассеивателями было не менее десяти их диаметров), что исключало возможное влияние интерференционных эффектов при рассеянии частично когерентного излучения [5].

Оптическая толщина рассеивающих сред для постоянного и для импульсного излучения была определена из соотношения $\tau = \ln(I_0/I)$, где I_0 — регистрируемый сигнал при прохождении излучения через кювету без рассеивателей; I — регистрируемый сигнал при прохождении излучения через кювету с рассеивателем.

Результаты измерений оптической толщины взвесей полистироловых латексов с различными значениями параметра $\rho = 2\pi a/\lambda$ (a — радиус частиц, λ — длина волны падающего излучения) и спор ликоподия приведены в таблице.

Рассеивающая среда	ρ	$\tau_{\text{пост}}$	$\tau_{\text{имп}}$	$\tau_{\text{пост}}/\tau_{\text{имп}}$
Полистироловые латексы	3,6	2,8	1,9	1,5
	4,3	3,0	2,2	1,4
	6,5	2,8	2,0	1,4
Ликоподий	135	4,6	3,5	1,3

Значения $\tau_{\text{имп}}$ в этой таблице являются результатом усреднения 4 — 5 отдельных измерений с максимальным разбросом по абсолютной величине не более 0,2. Максимальная абсолютная ошибка для $\tau_{\text{пост}}$ не превышает значения 0,05. Полученные результаты показывают, что ослабление импульсного излучения в исследованных рассеивающих средах систематически меньше по сравнению с ослаблением постоянного во времени излучения для того же участка спектра. Полученные различия в измеренных оптических толщинах $\tau_{\text{имп}}$ и $\tau_{\text{пост}}$ существенно превышают возможные максимальные ошибки измерений и обработки данных.

Анализ условий опыта показывает, что наблюдаемое "просветление" среды в случае короткого лазерного импульса более чем в 3 раза по сравнению с непрерывным во времени облучением не связано с такими эффектами как тепловое воздействие на свойства среды, спектроскопический эффект насыщения и самофокусировка [3].

В заключение отметим, что для выяснения природы обнаруженного эффекта необходимы дальнейшие экспериментальные и теоретические исследования. Однако уже полученные результаты показывают, что взаимодействие сверхкороткого импульса излучения с рассеивающей средой описывается оптическими характеристиками, отличающимися от таковых для непрерывного излучения.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
10 июля 1973 г.

Литература

- [1] К.С.Шифрин. Рассеяние света в мутных средах. Гостехиздат, 1951.
 - [2] Г.Ван-де-Хюлст. Рассеяние света малыми частицами. ИИЛ, 1961.
 - [3] В.Е.Зуев. (Распространение видимых и инфракрасных волн в атмосфере. М., изд. "Советское радио", 1970.
 - [4] И.К.Красюк, П.П.Пашинин, А.М.Прохоров. Письма в ЖЭТФ, 7, 117, 1968; 9, 581, 1969.
 - [5] М.В.Кабанов. Изв. высш. уч. зав., сер. Физика, № 5, 19, 1966.
-