

## САМОСИНХРОНИЗАЦИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ВЫНУЖДЕННОМ РАССЕЯНИИ СВЕТА КРЫЛА ЛИНИИ РЕЛЕЯ ВО ВНЕШНЕМ РЕЗОНАТОРЕ

*О.Н.Заскалько, М.Р.Маликов, В.Е.Постовалов,  
В.С.Старунов, И.Л.Фабелинский*

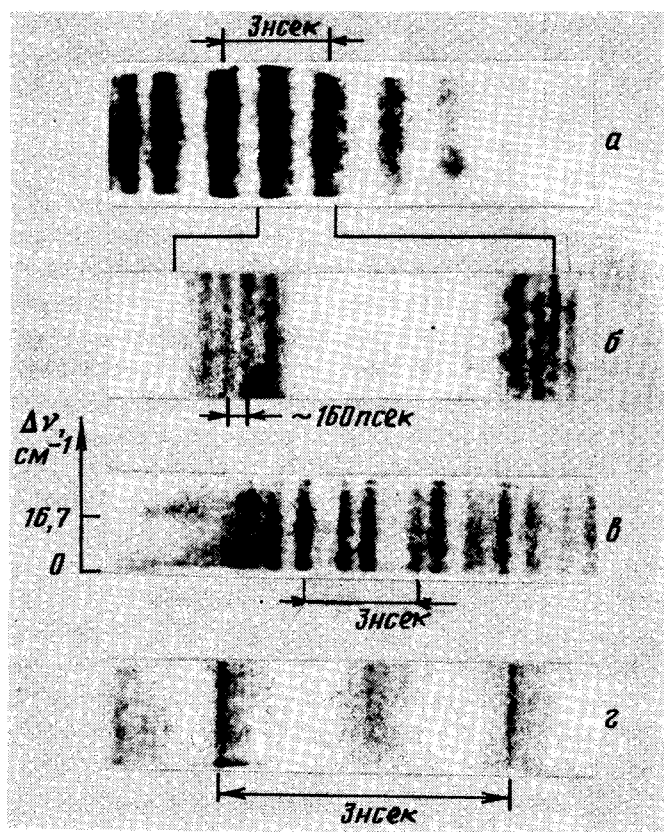
Сообщается о наблюдении генерации цугов пикосекундных импульсов ВРК во внешнем поперечном резонаторе. На аксиальном периоде наблюдались две регулярные группы импульсов длительностью менее 40 псек каждый и следующих с интервалом 160 псек. Найдены условия генерации одиночных импульсов.

В настоящей работе сообщается о первом прямом наблюдении генерации периодической последовательности пикосекундных импульсов света при вынужденном рассеянии крыла линии Релея (ВРК) в сероуглероде во внешнем поперечном резонаторе. При определенных условиях наблюдались две регулярные группы импульсов следующих с интервалом равным половине аксиального периода резонатора, каждый из этих импульсов в свою очередь состоял из нескольких импульсов с интервалом между ними около 160 псек. Были также найдены условия возбуждения одиночного на аксиальном периоде пикосекундного импульса ВРК.

1. ВРК [1] возбуждалось одномодовым импульсом рубинового лазера мощностью до 150 МВт и длительностью 30 нсек. Кювета с сероуглеродом длиной 20 см помещалась внутри резонатора с оптической длиной  $L = 45$  см, образованного сферическими зеркалами с радиусом 20 см и коэффициентом отражения 96%. Возбуждающий свет, поляризованный в плоскости рассеяния, фокусировался внутрь кюветы цилиндрической линзой ( $f = 6$  см), образующая которой направлена вдоль оси резонатора. При такой геометрии опыта скалярные типы вынужденного рассеяния вдоль оси резонатора светом накачки не возбуждались. Спектр света ВРК анализировался интерферометром Фабри – Перо с областью дисперсии  $16,7 \text{ см}^{-1}$ , а временные характеристики исследовались электронооптической камерой ЭОК-2 с предельным временным разрешением около 20 псек для развертки 2 нсек на весь экран диаметром 4 см [2].

2. В описанных условиях опыта при мощности накачки 80 МВт в рассеянном свете (при временном разрешении 0,2 нсек) наблюдались два цуга коротких импульсов ВРК (рис. а). Расстояние между импульсами в каждом цуге равно 3 нсек, что соответствует времени двойного прохода светом резонатора  $T = 2L/c$ . Импульсы в одном цуге смещены относительно импульсов в другом приблизительно на  $T/2$ . При исследовании временной структуры этих импульсов с более высоким временным разрешением (40 псек) было обнаружено, что каждый из указанных выше импульсов состоит, в свою очередь, из нескольких импульсов (рис. б) длительностью менее 40 псек каждый, следующих с интервалом 160 псек. Временная развертка спектра ВРК, выполненная с помощью ЭОК-2 показала (рис. в), что в начале генерации спектр рассеянного света узкий и смещен относительно частоты возбуждающего света на  $2 - 3 \text{ см}^{-1}$ , что

согласуется со значением, вычисленным на основании линеаризованной теории ВРК [ 3 ]  $\delta\omega = 1/\tau$  и данных о времени релаксации анизотропии  $\tau$ , полученных из теплового рассеяния света ( $\tau = 2$  псек). Затем спектр ВРК уширяется в стоксовую сторону с одновременным смещением максимума в спектре в ту же сторону и через 5 – 6 нсек после начала генерации появляется периодическая во времени импульсная структура, заполняющая спектральную область, превышающую область дисперсии интерферометра.



Временная развертка излучения ВРК в случае симметричного (а, б) и асимметричного возбуждения (в); г – временная развертка спектра ВРК

3. Обнаруженная в [ 4 ] периодическая временная структура с периодом  $T = 2L/c$  в излучении ВРК, возбуждаемого во внешнем поперечном резонаторе, сопровождается аномально большим смещением максимума и сильным уширением спектра рассеянного света. Ожидалось [ 4 ], что предельная длительность одиночных импульсов в такой временной структуре должна быть порядка времени релаксации анизотропии  $\tau$ . Возникновение двух групп импульсов, смещенных друг относительно друга на половину аксиального периода и распространяющихся навстречу друг другу, представляется естественным в симметричном резонаторе [ 5 ].

Несколько неожиданным было, что эти импульсы в свою очередь состоят из нескольких коротких импульсов с интервалом между ними 160 псек.

4. Мы предполагаем, что регулярная временная структура излучения ВРК на аксиальном периоде обусловлена дифракцией коротких импульсов рассеянного света на гиперзвуковой волне возбуждаемой в среде самим же широкополосным излучением ВРК вследствие нелинейной стрикционной восприимчивости среды. Если оптическая длина внешнего резонатора  $L$  достаточно велика, так что спектральный интервал между его модами  $\Delta\omega = \pi c / L$  меньше спектральной ширины стрикционной восприимчивости  $\Delta\Omega$  [6], определяемой временем жизни гиперзвуковых фотонов  $\tau_{\dot{\phi}}$  ( $\Delta\Omega = 1/\tau_{\dot{\phi}}$ ), то существуют пары мод  $\omega_i, \omega_{i+j}$  биения которых будут соответствовать частоте гиперзвуковой волны  $\Omega$ , способной возбуждаться в среде ( $\omega_i - \omega_{i+j} = \pm\Omega$ ). Кроме того, когда все моды резонатора сфазированы, все пары мод  $\omega_i, \omega_{i+j}$  будут иметь одну и ту же разность фаз, а следовательно, звуковая волна будет возбуждаться когерентно.

В силу условия пространственного синхронизма возбудить такую гиперзвуковую волну могут лишь световые волны, распространяющиеся в резонаторе навстречу друг другу. Поэтому можно было предположить, что внесение асимметрии в характер возбуждения ВРК вдоль оси резонатора, вызывающее уменьшение интенсивности одной из групп импульсов, имеющей аксиальный период [5], приведет к подавлению механизма возникновения гиперзвука. В этом случае на аксиальном периоде должен возбуждаться лишь одиночный импульс ВРК.

Действительно, при перекрытии части пучка возбуждающего света, падающего на цилиндрическую линзу, на аксиальном периоде одна из групп импульсов становилась существенно менее интенсивной чем другая. При этом выделялся одиночный импульс на аксиальном периоде (рис. 2), длительностью менее 40 псек. Измерить истинную длительность одиночных импульсов нам не удалось из-за недостаточного временного разрешения нашей аппаратуры. Однако можно ожидать, что длительность таких импульсов будет соответствовать первому (2 псек) или второму (0,2 псек) времени релаксации анизотропии в сероуглероде [7].

В заключение авторы выражают благодарность М.Я.Шелеву за помощь при выполнении экспериментов и обсуждение полученных результатов.

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

Поступила в редакцию  
5 марта 1980 г.

### Литература

- [1] Д.И.Маш, В.В. Морозов, В.С.Старунов, И.Л.Фабелинский. Письма в ЖЭТФ, 1, 41, 1965.
- [2] V.I.Loizovoi, V.E.Postovalov, A.M.Prokhorov, Yu.N.Serduchenko, M.Ya.Schelev. Proceedings of the 13-th International Congress of High Speed Photography and Photonics, p.436, Tokyo, 1978.
- [3] В.С.Старунов. ДАН СССР, 79, вып.5, 1968.
- [4] Ю.П.Заскалько, В.С.Старунов. Письма в ЖЭТФ, 26, 145, 1977.

[ 5 ] О.П.Заскалько. Труды ФИАН, 118, 149, 1979.

[ 6 ] В.С.Старунов, И.Л.Фабелинский. УФН, 98, 441, 1969 .

[ 7 ] М.С. Песин, И.Л.Фабелинский. УФН, 120, 273, 1976 .

---