

КОЛЬЦЕВОЙ ОПТИЧЕСКИЙ КВАНТОВЫЙ ГЕНЕРАТОР СВЕРХКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ НА РУБИНЕ

И.К.Красх, П.П.Пашинин, А.М.Прохоров

В последнее время большой интерес вызывают импульсные оптические квантовые генераторы, работающие в режиме синхронизации мод [1, 2]. Выходное излучение таких ОКГ представляет собой последовательность очень коротких световых импульсов с весьма значительной пиковой мощностью. Применение таких генераторов, по-видимому, позволит по-новому поставить целый ряд задач в области нелинейной оптики, многофотонных процессов и технике.

В настоящее время световые импульсы с длительностью $\Delta t = 2 \cdot 10^{-12}$ сек получены на генераторах на стекле и гранате с неодимом. Ширина линии люминесценции рубина позволяет, в принципе, получать импульсы длительностью порядка 10^{-11} сек [3]. Однако по литературным данным такая длительность в ОКГ на рубине пока не реализована.

В настоящей работе приведены результаты измерений характеристик кольцевого оптического генератора на рубине, синхронизация мод в котором осуществлялась с помощью насыщающегося фильтра на основе раствора криптоцианина в этиловом спирте. Схема экспериментальной установки приведена на рисунке. Был использован рубиновый стержень длиной 120 мм и диаметром 15 мм с торцами, обработанными под угол Брюстера. Резонатор генератора бегущей волны образован системой трех зеркал с коэффициентами отражения $R_2 = R_3 = 0,96$ и $R_1 = 0,72$. Кювета толщиной 3 мм с насыщающимся фильтром с начальным коэффициентом пропускания 0,77 располагалась под углом Брюстера.

Осциллографическое исследование выходного сигнала, выполненное с помощью фотоэлемента ФЭК-15 и скоростного осциллографа, показало, что излучение представляет собою серию импульсов с интервалами между ними $L/c = 6$ нсек, где L — длина резонатора. Реальную длительность отдельных импульсов оценить не удалось, так как наблюдаемый на осциллографе сигнал имеет длительность равную постоянной времени системы регистрации 0,4 нсек.

В работах [4–6] использовался оригинальный метод измерения длительностей, основанной на суперпозиции двух световых импульсов, сдвинутых во времени. Метод основан на квадратичной зависимости мощности второй гармоники, генерируемой с помощью GaAs, KDP и ADP, от мощности падающего излучения.

В данной работе для измерения длительности генерируемых рубиновым генератором импульсов в качестве необходимого нелинейного элемента был применен полупроводниковый кристалл CdS, в котором люминесценция на длине волны $0,49 \text{ мк}$ возникает при двухфотонном возбуждении излучением рубинового генератора [7]. Таким образом используется квадратичная зависимость мощности свечения кристалла CdS от мощности возбуждающего рубинового генератора.

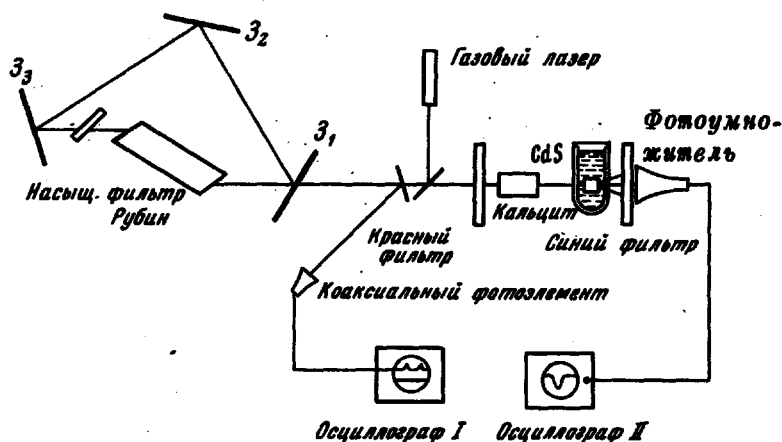


Схема экспериментальной установки

Для временной задержки был использован кристалл исландского шпата, вырезанный перпендикулярно оптической оси. Кристалл ориентировался так, чтобы его оптическая ось и плоскость поляризации излучения рубинового ОКГ составляли угол 45° .

При такой геометрии происходит деление излучения на обыкновенную и необыкновенную волны равной интенсивности, распространяющиеся в шпате с различными скоростями, и относительный сдвиг по времени между двумя импульсами составляет $0,57 \cdot 10^{-11} \text{ сек/см}$.

Излучение CdS регистрировалось с помощью фотоэлектронного умножителя ФЭУ-36 в сочетании с осциллографом С1-29. Результат измерения показал, что уменьшение сигнала с ФЭУ вдвое, что соответствует относительному сдвигу импульсов на величину полной длительности импульса, происходит при толщине шпата $2,5 \text{ см}$. Это дает величину длительности импульса $\Delta t = 1,4 \cdot 10^{-11} \text{ сек}$. Одновременно с измерениями со шпатом контроль мощности излучения рубинового ОКГ не проводился, так как многократное наблюдение сигнала свечения CdS показало, что мощность излучения генератора не изменяется в течении последовательных пяти-семи вспышек.

Регистрация свечения CdS с помощью фотоэлектронного умножителя и низкочастотного осциллографа позволяет измерять "среднюю" по серии длительность импульса.

Предварительные данные измерений со скоростной регистрацией показывают, что длительность импульсов от начала к концу серии изменяется, по-видимому не более, чем в полтора раза.

Одновременное измерение спектральной ширины излучения генератора на приборе ДФС-8 дало значение $\Delta\nu = 3,7 \text{ см}^{-1}$, что хорошо согласуется с измеренной длительностью импульса $\Delta t = 3/\pi \Delta\nu \approx 0,9 \cdot 10^{-11} \text{ сек}$. Поскольку расстояние между продольными модами $\omega\Omega = 1/L = 0,0055 \text{ см}^{-1}$, то на основании этих измерений можно сделать вывод, что в использованном генераторе осуществляется синхронизация $N \approx 670$ продольных мод. Калориметрические изменения энергии излучения дали величину $E = 0,25 \text{ Дж}$. Так как общее число импульсов в серии ≈ 10 , оценка пиковой мощности дает значение $P = 2,5 \cdot 10^9 \text{ Вт}$.

Было проведено также измерение расходимости излучения кольцевого ОКГ на рубине, работающего в режиме синхронизации мод. Для этого излучение ОКГ фокусировалось с помощью линзы с $F = 100 \text{ см}$ и в фокусе помещались диафрагмы. Проходящая за диафрагму энергия измерялась с помощью калориметра. Измерения показали, что в угол, величиной 3° излучается 76% всей энергии излучения.

Авторы благодарны Л.А.Кулевскому за полезные дискуссии, а также за помощь, оказанную им, во время проведения экспериментов.

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

Поступило в редакцию
4 декабря 1967 г.

Литература

- [1] H.W.Mocker, R.J.Collins. Appl. Phys. Lett., 7, 270, 1965.
- [2] A.J.De Maria, D.A.Stetser, H.Heynan. Appl. Phys. Lett., 8, 174, 1966.
- [3] В.И.Малышев, А.С.Маркин, А.А.Сычев. Письма ЖЭТФ, 6, 503, 1967.
- [4] M.Maier, W.Kaiser. J.A.Giordmain. Phys. Rev. Lett., 17, 1275, 1966.
- [5] J.A.Armstrong. Appl. Phys. Lett., 10, 16, 1967.
- [6] W.H.Glenn, M.J.Brienza. Appl. Phys. Lett., 10, 221, 1967.
- [7] Л.А.Кулевский, А.М.Прохоров. International Quantum Electronics Conference, 1966. IEEE J. of Quantum Electronics, QE-2, 584, 1966.

ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ПАРЦИАЛЬНЫЙ МОЛЬНЫЙ ОБЪЕМ РАСТВОРИТЕЛЯ В РАЗБАВЛЕННЫХ КРИТИЧЕСКИХ ФАЗАХ ДВОЙНОГО РАСТВОРА

И.Р.Кричевский, Е.С.Соколова, Л.А.Макаревич

Известно, что в разбавленных растворах парциальный мольный объем растворителя v_1^* обычно близок к мольному объему чистого растворителя и сравнивается с ним в пределе, при $N_2 = 0$, причем этот предел,