

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПИКОСЕКУНДНОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА $F_2^+$ ЦЕНТРАХ ОКРАСКИ В КРИСТАЛЛЕ LiF С ПЕРЕСТРАИВАЕМОЙ ЧАСТОТОЙ

*Т.Т.Басиев, Н.С.Воробьев, С.Б.Миров, В.В.Осико,  
П.П.Пашинин, В.Е.Постовалов, А.М.Прохоров*

В работе сообщается о получении пикосекундной генерации с принудительной синхронизацией мод на кристалле LiF со стабильными нейтральными центрами окраски  $F_2^+$  <sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Результаты работы доложены на II-ой Всесоюзной конференции "Оптика лазеров". Ленинград, 3 – 7 января, 1980 год.

В этих кристаллах под действием излучения накачки  $\lambda = 0,53$  мкм происходит двухступенчатая фотоионизация  $F_2 + h\nu \rightarrow F_2^* + h\nu \rightarrow F_2^+ + e^-$  до  $F_2^+$  центров. Последующее поглощение энергии накачки образованными центрами ( $F_2^+$ ) приводит к возникновению инверсии населенности в них и генерации широкополосного или перестраиваемого по частоте излучения при комнатной температуре [1].

Источником накачки служила вторая гармоника излучения лазера на гранате с неодимом, работающего с частотой повторения 10 Гц в режиме самосинхронизации мод [2]. В качестве насыщающегося фильтра использовался раствор полиметинового красителя №3955 в нитробензоле; для удвоения частоты основного излучения лазера использовался нелинейный кристалл СДА. Излучение накачки имело следующие параметры:  $\lambda = 0,532$  мкм, длительность цуга около 60 нсек, аксиальный интервал  $\sim 7$  нсек, средняя длительность импульса  $\sim 45$  псек при общей энергии цуга  $\sim 15$  мДж.

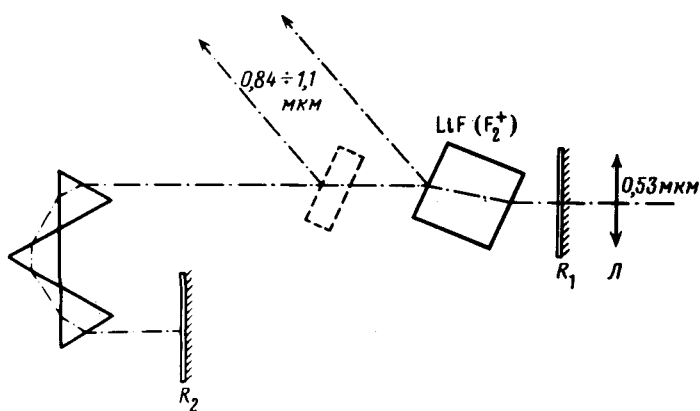


Рис. 1. Схема получения генерации на кристалле LiF ( $F_2^+$ )

Схема получения генерации представлена на рис. 1. Излучение накачки фокусировалось линзой с фокусным расстоянием  $f = 200$  мм на кристалл (длиной 30 – 40 мм), расположенный под углом близким к брестеровскому. Зеркала  $R_1$  и  $R_2$  прозрачные к излучению накачки имели коэффициент отражения 99,9% в диапазоне длин волн от 0,8 до 1,1 мкм. В качестве дисперсионных элементов использовались три 60° стеклянные призмы. Длина волны резонатора изменялась поворотом зеркала  $R_2$ . Вывод излучения из резонатора осуществлялся в результате френелевского отражения от рабочих граней активного кристалла, либо посредством введения в резонатор стеклянной пластины под значительным углом к оптической оси.

Временные измерения параметров импульсов накачки и перестраиваемой генерации проводились при помощи пикосекундной электронно-оптической системы, состоящей из электронно-оптической камеры ЭОК-3 (разработка ФИАН) и временного анализатора фирмы "Hamamatsu" (Япония) [3]. ЭОК-3 работала в режиме линейной развертки с максимальным временным разрешением 1 – 2 псек.

В трехпризменном дисперсионном резонаторе, согласованном по длине с резонатором накачки, нами получены пикосекундные импульсы перестраиваемой генерации длительностью по полувысоте около 30 псек, что несколько ниже длительности импульсов накачки (45 псек). На рис. 2 показан характерный вид импульса накачки (рис. 2,а) и импульса перестраиваемой генерации (рис. 2,б), полученные фотографированием с телевизионного экрана электронно-оптической системы. Расстояние между двумя строками по горизонтали соответствует 3 псек. Наряду с импульсами гладкой формы, показанными на рис. 2,б, для некоторых импульсов генерации обнаруживалась четкая внутренняя структура из нескольких пиков с длительностью 10 — 15 псек, что примерно соответствует спектру генерации перестраиваемого лазера  $\Delta\nu \approx 3 \text{ см}^{-1}$ .

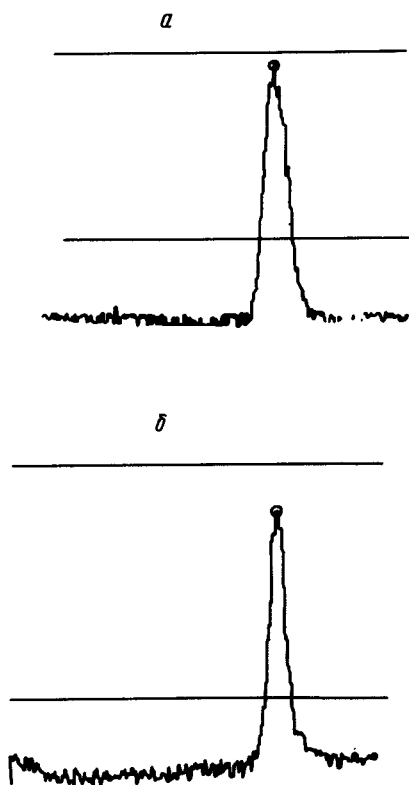


Рис. 2. Временной вид интенсивности импульса накачки (а) и интенсивности импульса перестраиваемой генерации (б)

Цуг импульсов генерации состоял из 5 — 7 импульсов с аксиальным интервалом заданным лазером накачки. Выбор мощности накачки позволял получать условия генерации лазера на  $\text{LiF} (\text{F}_2^+)$  близкие к одиночной. При этом цуг импульсов имел вид показанный на рис. 3 (расстояние между строками 15 псек). Рис. 3,а демонстрирует центральную часть цуга, а рис. 3,б его спад. Из рисунков видно, что интенсивность боковых пиков по крайней мере в пять раз слабее центрального. Возможность генерации одиночных пикосекундных импульсов с высоким контрастом представляет самостоятельный интерес для целого ряда приложений.

Таким образом на кристалле  $\text{LiF} (\text{F}_2^+)$  с трехпризменным дисперсионным резонатором была получена генерация пикосекундных импульсов с перестраиваемой длиной волны излучения в диапазоне  $0,84 - 1,1 \text{ мкм}$ .

Использование плоско-параллельного резонатора, образованного теми же зеркалами  $R_1$  и  $R_2$  без применения дисперсионных элементов привело к резкому уширению спектра генерируемых длин волн; однако, укорочения генерируемых импульсов не было обнаружено. Импульс генерации имел форму аналогичную представленной на рис. 2, б, причем внутренняя структура (как это было в дисперсионном резонаторе) не разрешалась. Подобное поведение перестраиваемой и широкополосной генерации, а также невозможность резкого укорочения импульса в соответствии с генерируемым спектром по всей видимости связаны с недостаточно высокой степенью синхронизации мод, вследствие малого числа импульсов в цуге накачки.

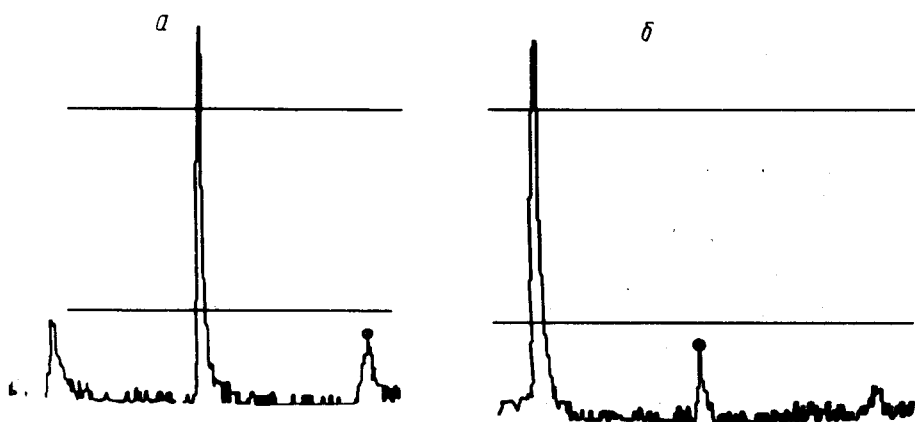


Рис. 3. Временной вид цуга генерируемых импульсов: а) центральная часть цуга, б) спад цуга

Измерение кинетики развития генерации на кристалле  $\text{LiF}$  с  $\text{F}_2^+$  центрами окраски проводилось при помощи электронно-оптической камеры ЭОК-1, разработанной в ФИАН'Э, при скорости развертки  $2,5 \cdot 10^7 \text{ см/сек}$ . При этом одновременно, с разнесением по входной щели камеры регистрировались два цуга пикосекундных импульсов: первый — цуг накачки и  $\lambda = 0,532 \text{ мкм}$  и второй — цуг широкополосной генерации  $\lambda_{max} = 0,93 \text{ мкм}$ . Такие две временные последовательности, полученные после фотометрирования, представлены на рис. 4. Из него видно, что цуг генерации и  $\text{F}_2^+$  центров запаздывает относительно цуга накачки примерно на четыре аксиальных интервала. Такое время задержки хорошо согласуется с временем жизни верхнего лазерного уровня  $\text{F}_2^+$  центров  $\tau = 29 \text{ нсек}$  [4]. Это указывает на важную роль процессов накопления инверсии населенности в данном материале для последующей генерации ультракоротких импульсов.

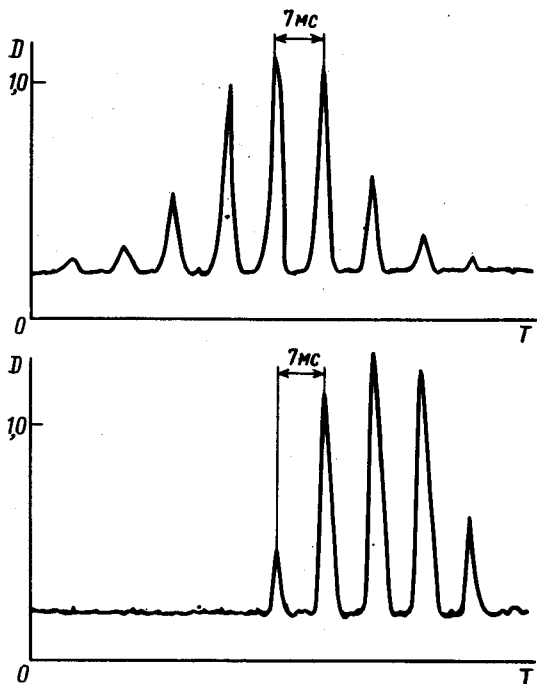


Рис. 4. Временное развитие цуга широкополосной генерации  $\lambda = 0,93$  мкм (нижний цуг) относительно цуга накачки  $\lambda = 0,53$  мкм (верхний цуг).  $D$  – плотность почернения фотопленки,  $T$  – время

В заключение авторы выражают признательность В.Ф. Камалову (МГУ) за ознакомление их с предварительными результатами по генерации субнаносекундных импульсов в кристаллах  $\text{LiF}$  с  $F_2^+$  центрами.

### Литература

- [ 1 ] Т.Т.Басиев, Ю.К.Воронько, С.Б.Миров, В.В.Осико, А.М.Прохоров. Письма в ЖЭТФ, 30, 661, 1979.
- [ 2 ] V.I. Lozovoi, V.R. Postovalov, A.M. Prokhorov, Yu.N. Serduchenko, M.Ya. Schelev. Proc. of the 13-th Intern. Congress on High Speed Photogr. and Photon., Tokyo, 1978, 436.
- [ 3 ] E. Inuzuka, Yu. Tsuchiya, K. Kamiya. Proc. of the 13-th Intern. Congress on High Speed Photogr. and Photon., Tokyo, 1978, 586.
- [ 4 ] L. Boni, C. Bussolati, G. Spinolo. Phys. Lett., 32A, 159, 1970.