

## ФОРМИРОВАНИЕ УЛЬТРАКОРОТКИХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ПОМОЩЬЮ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СРЕДЫ

П. Г. Крюков, Ю. А. Матвеец, С. В. Чекалин,  
О. Б. Шатберашвили

В ряде экспериментальных работ [1 – 3] было показано, что ультракороткие импульсы (УКИ), получаемые с помощью лазеров с самосинхронизацией мод, имеют сложную временную структуру. Характерная длительность субимпульсов такой структуры соответствует обратной ширине спектра излучения УКИ.

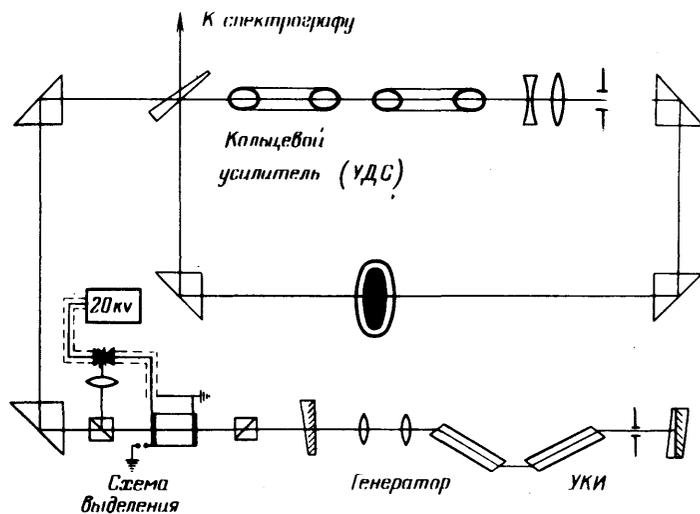


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

В данной работе исследовалась возможность формирования одиночного УКИ с помощью устойчивой двухкомпонентной среды (УДС) (усиливающая среда и нелинейный поглотитель с быстрым временем релаксации просветленного состояния) [4]. При пропускании через такую среду импульса сложной формы происходит сильная дискриминация амплитуд, так как для слабых сигналов среда является поглощаю-

шей, а для сильных – усиливающей [4]. Если время релаксации поглотителя достаточно мало, то можно надеяться на выделение одиночного импульса из УКИ лазера с самосинхронизацией мод и дальнейшее его сокращение.

Экспериментальная установка состояла (рис. 1) из генератора УКИ, электрооптического затвора, позволяющего выделить один УКИ из цуга, и УДС, собранной по кольцевой схеме. В качестве активных элементов как в генераторе, так и в кольцевом усилителе использовались стержни из неодимового стекла. Просветляющийся поглотитель (раствор красителя №3955 в нитробензоле) в УДС имел начальное пропускание 14%.

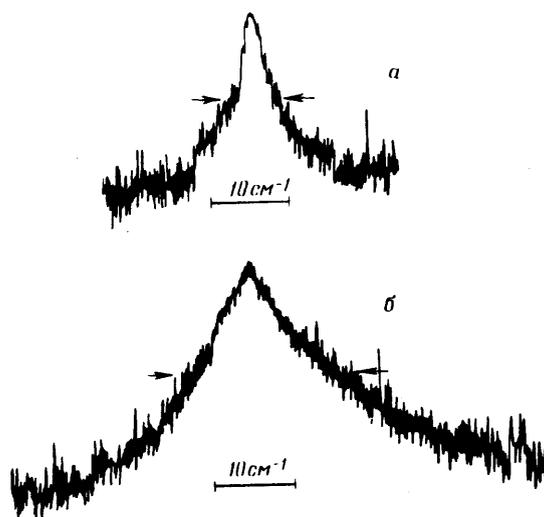


Рис. 2. Результаты фотометрирования спектров: а) с генератора УКИ, б) после УДС

Для изучения изменения структуры и длительности УКИ после прохождения УДС снимался спектр излучения входного и выходного сигналов. Результат фотометрирования спектров приведен на рис. 2. Ширина спектра цуга УКИ с генератора равна  $5,4 \text{ см}^{-1}$ . При пропускании УКИ с генератора через УДС спектр значительно уширился и стал более гладким. Ширина спектра сильно зависела от того, насколько режим усилителя был близок к пороговому (при котором для сильного сигнала усиление равно потерям). Ширина спектра в режиме, близком к пороговому, была максимальна и достигала  $34 \text{ см}^{-1}$ . В этом случае также наблюдалась наибольшая асимметрия спектра (рис. 3, а – г).

Спектр может уширяться как за счет сокращения длительности, так и за счет эффектов, связанных с нелинейной добавкой к показателю преломления [5]. В последнем случае ширина спектра растет с увеличением интенсивности, а сам спектр становится изрезанным [5]. Так как у нас максимальное уширение наблюдалось в пороговом режиме, а при увеличении интенсивности ширина спектра уменьшалась, уширение спектра следует связать с сокращением длительности. Центр линии люминесценции неодимового стекла не совпадает с центром линии поглощения красителя. Это обстоятельство приводит к наблюдаемой асимметрии спектра излучения. То, что асимметрия максимальна при пороговом режиме, свидетельствует о наиболее эффективном дейст-

вии красителя в этом случае. Длительность импульса, соответствующая максимальной ширине спектра, составляет  $\sim (1/\Delta\omega_{max}) = 10^{-12}$  сек. Изменение структуры и длительности УКИ в УДС исследовалось также по измерению коэффициента преобразования излучения во вторую гармонику. Преобразование излучения во вторую гармонику осуществлялось с помощью кристалла КДР толщиной 5 мм. Экспериментально измерялся коэффициент преобразования

$$K = \frac{I_{2\omega}}{[I_{\omega}]^2},$$

где  $I_{\omega}$  — энергия УКИ на основной частоте,  $I_{2\omega}$  — энергия УКИ на частоте второй гармоники. Изменение  $K$  дает информацию об изменении длительности и структуры УКИ [6].

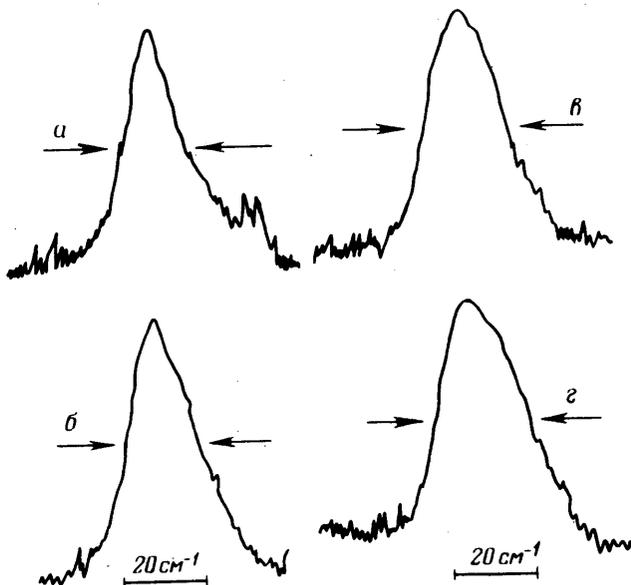


Рис. 3. Спектры излучения после УДС при различных режимах усиления: а) пороговый режим  $\Delta\omega = 34$  см<sup>-1</sup>, б) усиление на 1,5% выше порогового  $\Delta\omega = 30$  см<sup>-1</sup>; в) усиление на 10% выше порогового  $\Delta\omega = 26$  см<sup>-1</sup>, г) усиление на 15% выше порогового  $\Delta\omega = 20$  см<sup>-1</sup>

Было обнаружено, что  $K$  после прохождения излучения через УДС увеличивается в среднем на два порядка. Такое увеличение  $K$  не может быть объяснено только сокращением длительности импульса в УДС, так как максимальное уширение спектра и связанное с ним сокращение дало бы увеличение  $K$  лишь на порядок. Увеличение  $K$  можно объяснить только за счет одновременного сокращения длительности субимпульса и уменьшения числа субимпульсов в УКИ. При сильном превышении накачки усилителя над пороговой увеличения  $K$  не наблю-

далось. Этот результат, а также изменение уширения спектра при превышении порога находятся в согласии с теорией [4], по которой сокращение длительности и выделение одиночного импульса должно происходить наиболее эффективно при пороговом режиме.

Эксперименты показали, что, пропуская УКИ сложной формы через УДС, можно выделить одиночный УКИ и сократить его длительность до величины порядка одной пикосекунды. Минимальная длительность УКИ должна ограничиваться временем релаксации используемого поглотителя. Следовательно, краситель №3955 имеет время релаксации просветленного состояния порядка  $10^{-12}$  сек.

Авторы выражают благодарность С.А.Чуриловой, А.Н.Жерихину и Е.В.Кургановой за помощь в проведении эксперимента.

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

Поступила в редакцию  
24 мая 1972 г.

### Литература

- [ 1 ] М. А. Duguay, J. W. Hansen, S. L. Shapiro. IEEE, J. of QE. 6, 725, 1970.
- [ 2 ] П. Г. Крюков, Ю. А. Матвеец, С. А. Чурилова, О. Б. Шатберашвили, ЖЭТФ, 62, вып. 6, 1972.
- [ 3 ] В. И. Малышев, А. А. Сычев, В. А. Бабенко. Письма в ЖЭТФ, 13, 588, 1971.
- [ 4 ] В. С. Летохов. Письма в ЖЭТФ, 7, 35, 1968.
- [ 5 ] В. В. Коробкин, А. А. Малютин, А. М. Прохоров. Письма в ЖЭТФ, 12, 216, 1970.
- [ 6 ] Н. Е. Быковский, В. Кан и др. Сб. Квантовая электроника, №7, 1972.