

УДК 621.373

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ СВЕРХКОРОТКИХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

А.С. МГЕРЯН, О.А. МОВСЕСЯН, А.А. КИРАКОСЯН, Л.Х. МУРАДЯН

Ереванский государственный университет

(Поступила в редакцию 3 февраля 2004 г.)

Предложен простой метод диагностики сверхкоротких лазерных импульсов, основанный на спектральных измерениях излучения, взаимодействующего со средой с кубической нелинейностью.

В широком спектре современных методов диагностики сверхкоротких лазерных импульсов (СКИ) важное место занимают методы, основанные на спектрометрии излучения, взаимодействующего со средой. Так, методы FROG [1], ENSTA [2], SPIDER [3] позволяют расшифровать спектрограммы, решая обратную задачу рассеяния с помощью итеративных/безитеративных процедур, и восстановить исходную временную огибающую СКИ с фемтосекундным разрешением. Метод STI [4] переводит временную информацию в спектр излучения (нелинейно-оптический процесс Фурье-преобразования [5]), позволяя непосредственно – без дополнительных математических процедур, регистрировать временной профиль СКИ, решая задачу сверхбыстрого осциллографа. Вместе с тем, для многих задач лазерной физики вполне удовлетворительна информация лишь о длительности СКИ и наиболее распространенным устройством временных измерений СКИ остается традиционный коррелятор [6].

Предметом настоящего сообщения является альтернативный к [6] метод характеристики СКИ, основанный на измерении уширения спектра излучения при его фазовой самомодуляции (ФСМ) в среде с кубической нелинейностью. Самовоздействие СКИ в среде с кубической (керровской) нелинейностью приводит к фазовой и, следовательно, к частотной модуляции излучения. Частотная добавка для СКИ с длиной волны  $\lambda$  и временной огибающей интенсивности  $I(t)$  на расстоянии  $l$  среды с керровским коэффициентом  $n_2$  составляет  $\delta\omega(t) = -(2\pi/\lambda)n_2 l I'(t)$ , в приближении плоской волны и мгновенности нелинейного отклика [7]. При заданных параметрах среды величина спектрального уширения определяется параметрами излучения. Так, для максимального частотного смещения, соответствующего “рожкам” ФСМ-спектра, имеем

$$\Delta\omega = Cw/t_0^2,$$

где  $w$  – энергия СКИ,  $t_0$  – его длительность ( $C=4\pi(2/e)^{1/2}(\lambda S)^{-1}n_2l$  для СКИ с гауссовой огибающей, где  $S$  – площадь поперечного сечения пучка в среде).

В случае квазинепрерывного излучения удобно измерять не энергию одиночного СКИ, а среднюю мощность  $p = wf$  ( $f$  – частота выстрелов лазера). Тогда для ФСМ-уширения опять же имеем:  $\Delta\omega \sim p/t_0^2$ . Таким образом, определение длительности СКИ в данном случае сводится к простым измерениям спектрального уширения и энергии или средней мощности самовоздействующего излучения.

В предлагаемом устройстве в качестве среды с керровской нелинейностью удобно использовать отрезок одномодового волоконного световода, короткий – во избежание дисперсионных эффектов (например, 1–1 м для СКИ с длительностью в области  $t_0 \sim 1$  пс). Для измерений ФСМ-уширения спектров с  $\Delta\lambda \geq 1$  нм вместо спектрометров достаточно использовать дифракционную решетку. Контрольные энергетические измерения в этом случае могут проводиться в нулевом порядке дифракции. Таким образом, измерения длительности предлагаемым методом могут проводиться в простом устройстве, состоящем из отрезка световода и дифракционной решетки. Отметим, что данный метод позволяет также отличить отрицательный, нулевой или положительный чирп исходного СКИ по характеру ФСМ-спектров [7], что весьма полезно в процессе наладки фемтосекундных лазеров, при оптимизации генерации по длительности СКИ.

Работа выполнена в рамках проекта NATO SFR 978027.

## ЛИТЕРАТУРА

1. D.J.Kane and R.Trebino. IEEE J. Quantum Electron., 29, 571 (1993).
2. E.T.J.Nibbering, M.A.Franco, P.S.Prade, G.Grillon, J.-P.Chambaret, A.Mysyrowicz. J. Opt. Soc. Amer. B, 13, 317 (1996).
3. C.Iaconis and J.A.Walmsley. Opt. Lett., 23, 792 (1998); IEEE J. Quantum Electron., 35, 501 (1999).
4. L.Mouradian, F.Louradour, V.Messeger, A.Barthelemy, C.Froehly. IEEE J. Quantum Electron., 36, 795 (2000).
5. Н.Л.Маркарян, Л.Х.Мурадян. Квант. электрон., 22, 695 (1995).
6. M.Maier, W.Kaiser, J.A.Girdomane. Phys. Rev. Lett., 17, 1275 (1966).
7. С.А.Ахмапов, В.А.Выслоух, А.С.Чиркин. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. М., Наука, 1988.

## DETERMINATION OF ULTRASHORT PULSE DURATION BY SPECTRAL MEASUREMENTS

A.S. MHERYAN, H.A. MOVSISYAN, A.A. KIRAKOSYAN, L.KH. MOURADIAN

We propose a simple technique of the ultrashort pulse characterization based on the SPM spectral measurements. The technique can be useful for ultrafast laser optimization.