

ГЕНЕРАТОР ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭТАЛОНА ФАБРИ-ПЕРО*

А. Б. Берлизов, В.С. Иванов, М. А. Карпов, В.Н. Крутиков¹, В. Б. Лебедев,

А. А. Палем, Г. Г. Фельдман

ФГУП «ВНИИОФИ», г. Москва

¹Ростехрегулирование

При определении временных характеристик электронно-оптических фотохронографов в пико- и наносекундных диапазонах шкала времени формируется лазерным импульсом от пико- или фемтосекундного лазера, «размноженным» в оптической линии задержки. В качестве линий задержки часто используют эталоны Фабри-Перо (ЭФП). После прохождения лазерного импульса через ЭФП, назовем его первичным импульсом, мы получим бесконечное число последующих импульсов, сдвинутых по оси времени относительно первого на величину:

$$t_N = n \frac{2(N-1)L}{c}, \quad (1)$$

где N – номер последующего импульса;

n – коэффициент преломления материала эталона;

L – расстояние между отражающими покрытиями;

c – скорость света в вакууме.

Время задержки любого последующего импульса по отношению к предыдущему: $\Delta t = n \frac{2L}{c}$.

Интенсивность любого размноженного в эталоне импульса описывается следующим выражением:

$$I_N = (1-R-A)^2 R^{2N-2} T_s^{2N-1} I_0, \quad (2)$$

где I_0 – интенсивность падающего на эталон импульса;

T_s – коэффициент пропускания материала эталона;

R – коэффициент отражения покрытий эталона;

A – коэффициент поглощения покрытий эталона.

Для повышения точности определения пространственных интервалов между импульсами на развертке на экране ЭОП необходимо, чтобы размноженные импульсы в течение развертки имели практически одинаковую интенсивность.

На рис. 1, представлены результаты размножения одиночного лазерного импульса в эталоне с воздушным промежутком 10 см и коэффициентами отражения зеркал 92% и 94%. Энергия лазерного импульса на входе в эталон составляла 860 пДж. Коэффициент развертки 10 нс/см, размноженные импульсы были сфокусированы в плоскости фотокатода ЭОП с помощью входного объектива электронно-оптической камеры (ЭОК) K008.

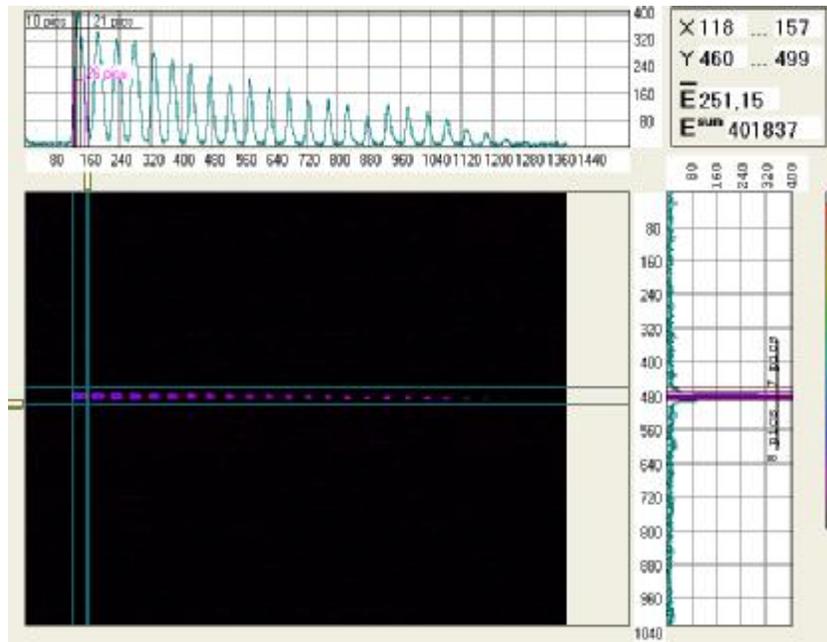


Рис. 1. Последовательность импульсов, размноженных в эталоне с воздушным промежутком 10 см между диэлектрическими зеркалами с $R_1=92\%$ и $R_2=94\%$.

С помощью ЭФП с зеркалами, отражающими 92% и 94% падающего излучения, получено более 20 размноженных импульсов, убывающих по интенсивности. Если сформировать пучок, используя, например, положительную линзу, чтобы трансформировать распределение интенсивности прошедших через эталон импульсов по сечению, то в некоторой плоскости за эталоном, например, в плоскости фотокатода ЭОП можно получить размноженные импульсы практически с одинаковой интенсивностью.

Проведены оценки и модельный эксперимент по выравниванию интенсивностей размноженных в ЭФП импульсов. Луч He-Ne лазера пропусклся через эталон, образованный двумя зеркалами с диэлектрическими покрытиями с $R=94\%$ на длине волны 632,8 нм. Угол падения ($\sim 7^\circ$) выбирали таким образом, чтобы получить на апертуре зеркала максимальное количество выходящих лучей без их взаимного перекрытия.

Выходящие из эталона лучи попадали на фотокатод ЭОП и регистрировались в однокадровом режиме с длительностью кадра 270 нс. За это время на фотокатод попадало количество фотонов, эквивалентное импульсу с энергией 500 пДж на входе в эталон.

На рис. 2 представлены кривые, характеризующие отношение I_N/I_1 для некоторых значений R . Точки на кривых, соответствующие $R=86\%$ и $R=94\%$, получены в результате фотометрирования зарегистрированных с помощью ЭОК лазерных пучков, вышедших из эталона.

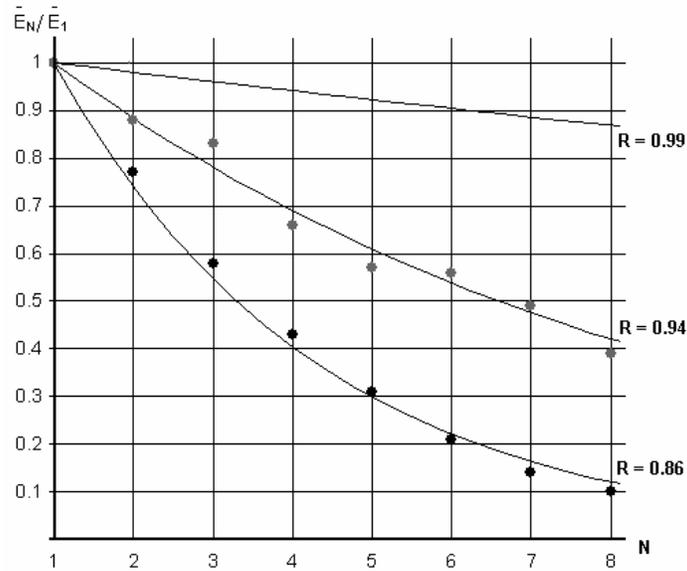


Рис. 2. Ослабление лазерного пучка в зависимости от числа проходов для эталонов с разными коэффициентами отражения.

На рис. 3 показаны результаты фотометрирования размноженных в эталоне с $L=2$ см и $R=94\%$ пучков, интенсивность которых выравняли с помощью положительной линзы, расположенной перед эталоном (рис. 4).

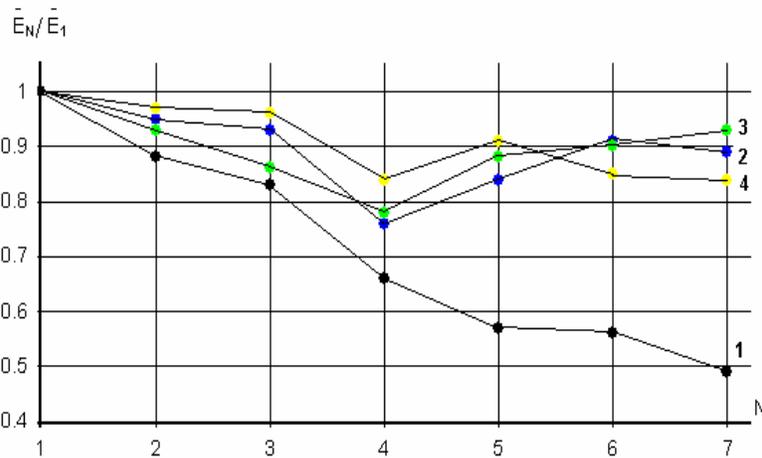


Рис. 3. Выравнивание интенсивности размноженных пучков с помощью линзы перед ЭФП. Зависимость 1 соответствует случаю в отсутствии линзы. С увеличением расстояния между линзой и эталоном (зависимости 2, 3 и 4) происходит трансформация распределения интенсивности размноженных пучков по их сечению.

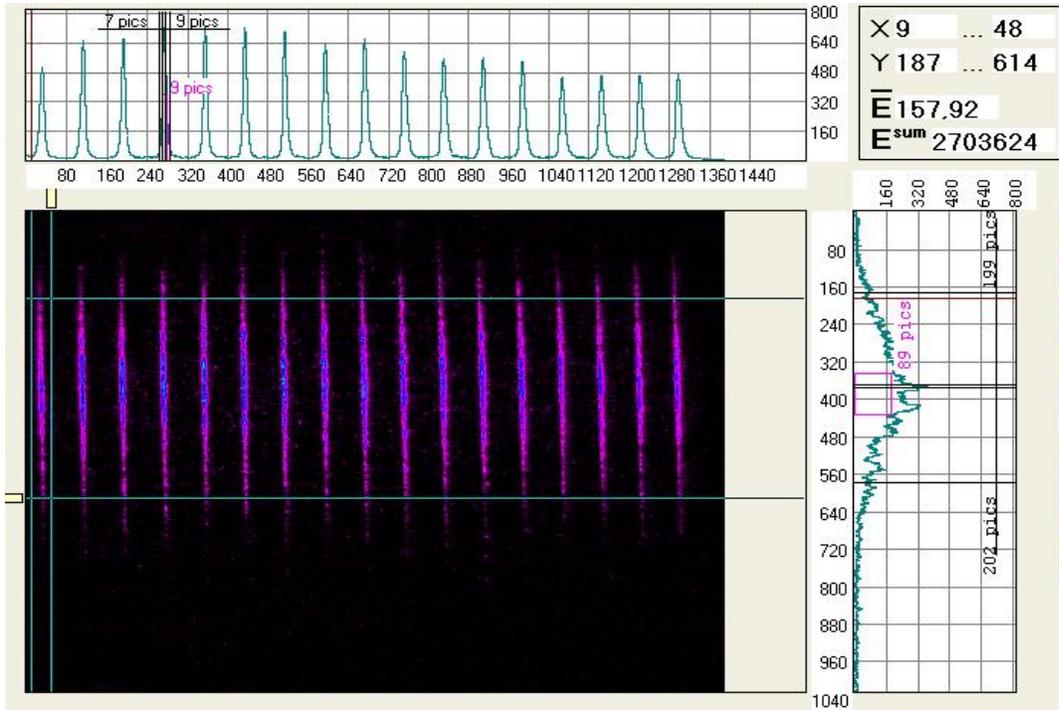


Рис. 4. Выравнивание интенсивности размноженных пучков с помощью линзы перед ЭФП.
 Длительность развёртки 200 нс, ширина щели 50 мкм.