

О ПОВЫШЕНИИ СКОРОСТИ ЗАПИСИ ДВУМЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ КАМЕРАХ С ЛИНЕЙНОЙ РАЗВЕРТКОЙ

В.П. Дегтярева, В.А. Подвизников, В.К. Чевокин

С помощью волоконно-оптического преобразователя "прямоугольник – щель" предложено повысить скорость записи двумерной информации в электронно-оптических камерах с линейной разверткой. Разработаны программы для декодирования изображений, полученных при использовании преобразователя "прямоугольник – щель". На тестовых примерах показана правильность разработанных программ.

Одним из эффективных способов получения пространственно-временной информации о свойствах быстропротекающих процессов является осуществление кадрового режима работы электронно-оптической камеры (ЭОК) с линейной разверткой путем подсветки исследуемого объекта короткими лазерными импульсами. Известны несколько практических реализаций такого способа [1–3], лучший из которых обеспечивает кадровую скорость съемки $2 \cdot 10^{11}$ кадр/с. В настоящей работе предложено дополнить вышеупомянутый метод применением волоконно-оптического преобразователя "прямоугольник – щель" [4], что позволит увеличить скорость регистрации в несколько раз. Схема эксперимента показана на рис. 1а. Принцип действия волоконного преобразователя (рис. 2) заключается в трансформации двумерного изображения в одномерное, т.е. в рассеении двумерного кадра на линии и размещении этих линий по некоторому закону, определяемому конструкцией волоконного преобразователя, в одну линию. Закодированное таким образом изображение фокусируется на щель ЭОК, работающей в режиме линейной развертки, а исследуемое изображение подсвечивается лазерными импульсами. В эксперименте использовалась ЭОК, описанная в [5], с размером щели на фотокатоде электронно-оптического преобразователя $0,1 \times 10$ мм и коэффициентом оптического увеличения 1,86. Скорость линейной развертки такой камеры устанавливается ступенчато в диапазоне $5 \cdot 10^7 \div 1,5 \cdot 10^{10}$ см/с. Импульсы подсветки генерировались лазером на стекле с неодимом, работающим в режиме самосинхронизации мод. С помощью интерферометра Фабри - Перо формировалась последовательность импульсов, расстояние между которыми может меняться в широких пределах. На рис. 1б приведена фотография серии лазерных импульсов, полученная с экрана ЭОК при контактном фотографировании на пленку РФ-3. Длительность импульсов составляла 10 пс, расстояние между ними – 100 пс. При данных параметрах импульса подсветки и скорости линейной развертки $V_p = 5 \cdot 10^9$ см/с кадровая скорость V_k в соответствии с [1] равна 10^{10} кадр/с. Лазерные импульсы проектиро-

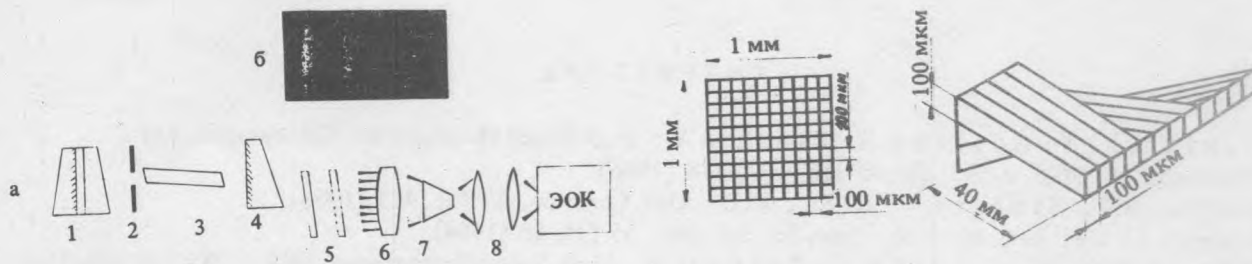


Рис. 1. а) схема эксперимента: 1 – кювета с насыщающим красителем и 100% зеркалом, 2 – диафрагма, 3 – активный элемент, 4 – выходное зеркало, 5 – интерферометр Фабри – Перо, 6 – линза, 7 – волоконный преобразователь, 8 – входная оптика; б) фотография серии лазерных импульсов.

Рис. 2. а) вид спереди на волоконный преобразователь; б) схема укладки элементов преобразователя.



Рис. 3. а) закодированное изображение окружности; б) закодированное изображение креста; в) восстановленное изображение окружности; г) восстановленное изображение креста.

Рис. 4. Блок-схема системы декодирования.

валились на волоконный преобразователь, параметры которого приведены на рис. 2, через маску с изображением геометрической фигуры. На рис. 3 показаны закодированные изображения двух геометрических фигур: окружности (рис. 3а) и креста (рис. 3б), сфотографированные с экрана ЭОК. Декодирование зарегистрированных изображений проводилось на электронно-вычислительном комплексе, состоящем из микроденситометра Р-100 и мини-ЭВМ HP-2100. Для визуализации использовалась система обработки изображений Периколор-1000. Блок-схема системы декодирования приведена на рис. 4. Фотография закодированного изображения фотометрировалась 25-микронным растром, результаты заносились в запоминающее устройство ЭВМ в виде двумерного массива целочисленных данных. После визуализации записанного изображения на экране Периколора-1000 выбирались координаты области обработки, которые затем в интерактивном режиме вводились в ЭВМ. Восстановление изображения проводилось в соответствии с характеристикой преобразования волоконно-оптического диссектора. Обработанное изображение вновь записывалось в память ЭВМ и визуализировалось либо на экране Периколора, либо выводилось на фотопластинку с помощью микроденситометра Р-1700. На рис. 3в и 3г приведены восстановленные изображения геометрических фигур соответственно 3а и 3б.

В заключение отметим, что предложенная методика позволяет увеличить кадровую скорость той же камеры до величины $V_k = 8 \cdot 10^{11}$ кадр/с, выбрав скорость линейной развертки $V_p = 1,5 \cdot 10^{10}$ см/с /4/ и применив, например, для подсветки лазер /6/, генерирующий импульсы длительностью $< 0,5$ пс.

Авторы благодарят Д.К. Саттарова за помощь в изготовлении волоконных преобразователей, М.Я. Щелева, предоставившего волоконные преобразователи, А.В. Бабушкина за обеспечение проведенного эксперимента лазерным источником и полезные обсуждения результатов данной работы, Б.М. Черницкого, И.А. Дубового и В.В. Лудикова за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Takiguchi Y., Aoshima S., Tsuchia Y. High Speed Photography, Videography, and Photonics IV, SPIE, v. 693, San-Diego, USA, 118 (1986).
2. Eagles R. T., Sibbett W., Sleat W. E. Opt. Commun., 57 (6), 423 (1986).
3. Maaswinkel A. G. M. et al. Rev. Sci. Instrum., 55 (1), 48 (1984).
4. Cheng J. C., Multhauf L. G., Tripp G. R. High Speed Photography, SPIE, v. 97, Toronto, Canada, 218 (1976).
5. Прохоров А. М., Сердюченко Ю. Н., Чевокин В. К. Труды 14-го Международного конгресса по высокоскоростной фотографии и фотонике. М., 1980, с. 142.
6. Бабушкин А. В. и др. Квантовая электроника, 13, № 11, 2262 (1986).

Поступила в редакцию 3 апреля 1987 г.