

и наибольших значениях  $J_1(\psi_1)$  и  $J_0(\psi_2)$ . Функция Бесселя первого порядка имеет максимальное значение при нормальном падении световой волны и  $\psi_1=1,8$  рад и равна  $J_1(\psi_1)=0,58$ , в то время как  $J_0(\psi_2)=1$  при  $\psi_2=0$ . Такие индексы фазовой модуляции можно получить, выбирая соответствующие углы падения сигнальной и эталонной световых волн на УЗМС. При выполнении этих условий оптимальное соотношение мощностей составит  $\alpha=0,64$ .

Из приведенного выше анализа видно, что для улучшения отношения сигнал/шум необходимо повышать мощность  $P_{л.}$ , увеличивать коэффициент использования мощности лазера  $\kappa$ , применять фотоприемники с высокой квантовой эффективностью, использовать узкополосные фильтры при выходе фотоприемника и уменьшать оптическую плотность записи изображений.

Для подтверждения возможности использования УЗМС в корреляторе гетеродинного типа использовалась экспериментальная установка, собранная по схеме рис. 1. Разнос между изображениями простых объектов, фокусное расстояние преобразующей линзы и параметры ЛЧМ сигнала выбирались в соответствии с выражением (4). Для выделения полезного сигнала (рис. 2) использовался полосовой фильтр. Огибающая сравниваемых сигналов пропорциональна функции корреляции сравниваемых изображений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. Ф. Лось, Г. Х. Фридман, Е. Р. Цветов. Об использовании модуляционного спектрального анализа картин интерференции в Фурье-плоскости для распознавания образов.— «Автометрия», 1972, № 6, с. 46—54.
2. С. М. Рытов. Дифракция света на ультразвуковых волнах.— «Изв. АН СССР. Сер. физ.», 1937, вып. 2, с. 223—258.

Поступило в редакцию 1 апреля 1976 г.

УДК 621.378.9 : 535.8 : 535.241.13

Ю. В. ВОВК, И. С. ГИБИН, Е. Ф. ПЕН,  
Ю. А. ЩЕПЕТКИН  
(Новосибирск)

## ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ЗАПИСИ ГОЛОГРАММ С ПОМОЩЬЮ АКУСТООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА СВЕТА

Известные способы записи голограмм с помощью акустооптических модуляторов света (АОМ) различаются как методами получения регистрируемой картины, так и приемами компенсации доплеровского сдвига частоты света предметного пучка [1, 2]. В работе [1] двоичная информация преобразуется в последовательность прямоугольных импульсов, модулирующих амплитуду несущей частоты  $f_0$ , и вводится в АОМ, расположенный в сигнальном канале. Компенсация сдвига частоты света осуществляется с помощью дополнительной акустооптической ячейки, находящейся в опорном канале и возбуждаемой немодулированным синусоидальным сигналом. При этом из-за частичной компенсации разности частот света ( $\Delta f=66$  МГц) запись голограмм производится с помощью специального импульсного лазера с временем импульса  $\tau=2$  нс и мощностью 120 Вт. Полная компенсация сдвига частоты может быть достигнута в том случае, когда звуковая волна в ячейке опорного канала возбуждается синусоидальным сигналом частоты

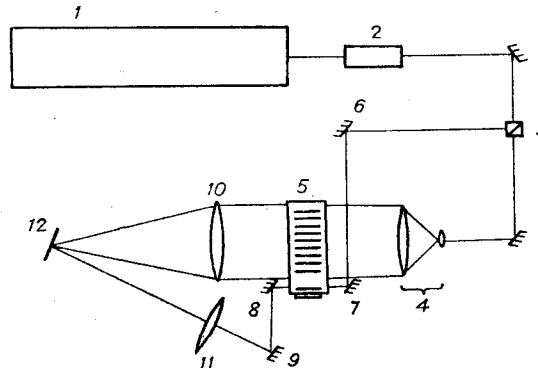


Рис. 1.

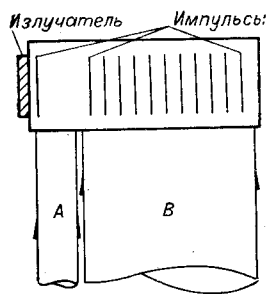


Рис. 2.

Регистрируемая информация, представленная в виде последовательности прямоугольных электрических импульсов, модулирует амплитуду синусоидальной несущей частоты и преобразуется в акустооптической ячейке в последовательность цугов звуковых колебаний. Для формирования опорного пучка в той же ячейке генерируется еще один импульс с длительностью, равной длительности сигнальных, причем в течение времени экспонирования сигнальные импульсы движутся в зоне *B*, а опорный — в зоне *A*.

Достоинства предложенного способа:

- 1) полная компенсация доплеровского сдвига частоты света предметного пучка;
- 2) для формирования опорной волны не требуется дополнительной акустооптической ячейки.

Необходимый угол между опорным и предметным пучками создается в оптической системе с помощью зеркал 6—9 (см. рис. 1).

Известно, что при записи Фурье-голограмм двойной информации распределение интенсивности света предметного пучка в плоскости голограммы весьма неравномерно. Это приводит к нелинейной регистрации и, как следствие, к сильным искажениям восстановленного изображения, а также к низкой дифракционной эффективности голограммы. Обычно для получения более равномерного распределения интенсивности света предметного пучка в плоскости голограммы применяют случайную фазовую маску [3]. В нашем случае регистрируемая картина движется, поэтому использовать такую маску невозможно. Эффект, аналогичный действию пространственной фазовой маски, в описываемой системе реализован путем случайного изменения фазы несущей частоты каждого информационного импульса.

При записи голограмм использовалась жидкостная акустооптическая ячейка (рабочая среда — гексан) с полосой пропускания 5 МГц и средней частотой  $f_0 = 24,5$  МГц. Длительность импульсов (сигнальных и опорного) составляла 0,35 мкс, а скважность — 2. Время заполнения ячейки  $\sim 15$  мкс, а время экспонирования, т. е. время совместного движения опорного и сигнальных импульсов, — 4 мкс. Все это определяло режим работы электрооптического модулятора: открыт 4 мкс (экспонирование фотопластины), закрыт 25 мкс (вывод предыдущей и ввод новой серии импульсов). Поскольку в экспериментах использовались низкочувствительные фотопластины ЛОИ-2 и He-Ne

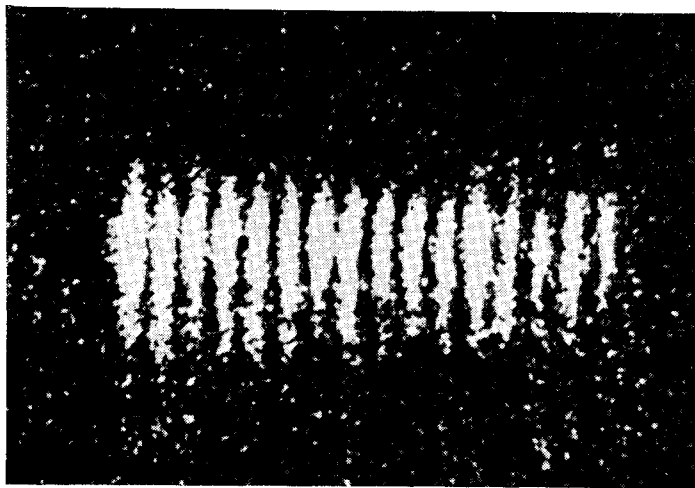


Рис. 3.

лазер с мощностью излучения 30 мВт, то для достижения необходимой экспозиции процесс регистрации одной голограммы циклически повторялся с частотой 35 кГц в течение 5 с.

На рис. 3 показано изображение 16-разрядного слова, восстановленное из голограммы, полученной описанным выше способом. Невысокое качество изображения обусловлено низкой дифракционной эффективностью ячейки ( $\eta=5\%$ ) и несовершенством электрооптического модулятора, обеспечивающего ослабление лазерного луча не более чем в 30 раз.

## ЛИТЕРАТУРА

1. H. N. Roberts, J. W. Watkins, R. H. Johnson. High speed holographic digital recorder.—“Appl. Opt.”, 1974, vol. 13, № 4, p. 841.
2. A. Bardos. Wideband holographic recorder.—“Appl. Opt.”, 1974, vol. 13, № 4, p. 833.
3. Y. Takeda. Random phase shifter for Fourier transformed holograms.—“Appl. Opt.”, 1972, vol. 11, № 4, p. 818.

Поступило в редакцию 30 апреля 1976 г.

УДК 681.327 : 535.8 : 535.241.13

В. Н. ВЬЮХИН, И. С. ГИБИН, В. В. КУРОЧКИН,  
В. М. МАСТИХИН, П. Е. ТВЕРДОХЛЕБ, Ю. Н. ТИЩЕНКО,  
А. В. ТРУБЕЦКОЙ, Д. В. ШЕЛОПУТ  
(Новосибирск)

## СИСТЕМА АКУСТООПТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА

Описываемая в настоящем сообщении система отклонения лазерного луча по двум координатам, предназначенная для работы в составе архивного голограммного ЗУ, в сравнении с ранее созданной системой [1] имеет более высокое быстродействие и работает не только в красной, но и в сине-зеленой области видимого света. Светозвукопроводы акустооптических ячеек выполнены из молибдата свинца. Выращивание этих кристаллов начато отечественной промышленностью. Они нерастворимы в воде и сравнительно легко обрабатываются. Молибдат свинца имеет среднюю по сравнению с аналогичными материалами акустооптическую добротность, однако во многих случаях кристалл с лучшим оптическим качеством и сравнительно небольшой акустооптической добротностью обладает лучшими рабочими характеристиками, чем кристалл с обратным соотношением свойств. Кроме того, в диапазоне 0,42—3,9 мкм оптические потери для лучших образцов молибдата свинца обусловлены почти полностью поверхностным отражением. Продольная акустическая волна распространяется в светозвукопроводе в направлении 001. В качестве пьезопреобразователя использовались пластинчатые преобразователи из подата лития z-среза; площадь преобразователя составляла  $10 \times 1,5$  мм. При длине взаимодействия 10 мм, рабочей частоте 90 МГц и электрической высокочастотной мощности 2 Вт ячейки обеспечили максимальную дифракционную эффективность 75% от прошедшего света на длине волны  $\lambda=514,5$  нм. Использовалась рабочая световая апертура ячейки около 15 мм, что обеспечило быстродействие ячеек  $\sim 4$  мкс. В системе отклонения применялись две одинаковые скрещенные акустооптические ячейки.

Схема оптической системы дефлектора приведена на рис. 1. В сравнении с опи-

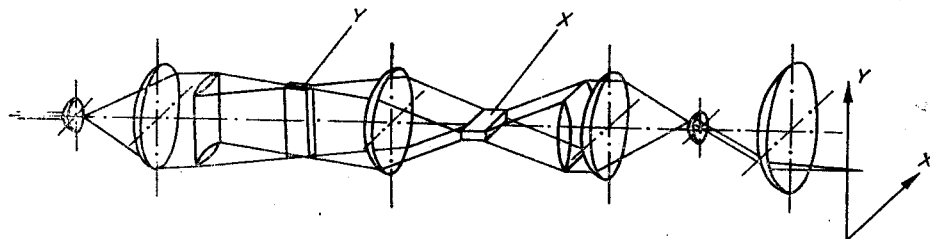


Рис. 1.