

## О ВОЗМОЖНОСТИ ЗАПИСИ ГОЛОГРАММ НА МОДУЛЯТОРЕ ПРИЗ

К.А. Боярчук, В.И. Марахонов

*Показана возможность и предложена схема для записи голограмм на пространственно-временном модуляторе света ПРИЗ. Продемонстрирована возможность применения модулятора для двухэкспозиционной голографической интерферометрии.*

Для практической реализации методов когерентной оптической обработки информации и голографической интерферометрии в реальном времени необходимо наличие реверсивных сред для записи голограмм. В качестве таких фоточувствительных сред могут использоваться оптически управляемые пространственно-временные модуляторы света /1/. Целью настоящей работы является исследование возможности записи голограмм с использованием в качестве реверсивной среды модулятора ПРИЗ /2/.

Обычный способ записи голограмм Лейга — Упатника требует больших углов между опорным и предметным пучками, что позволяет пространственно разнести пучки, несущие информацию об изображении, с пучком, прямо прошедшим сквозь голограмму. Но большие углы между опорным и предметным пучками соответствуют большим несущим пространственным частотам голограммы. В случае применения в качестве реверсивной среды модулятора ПРИЗ необходимо учитывать особенности его передаточной характеристики (зависимости дифракционной эффективности от пространственной частоты), максимум которой приходится на малые пространственные частоты  $3 \div 10 \text{ мм}^{-1}$  /2/. При работе в этом диапазоне дифракционные порядки могут перекрываться и восстановленные изображения будут накладываться друг на друга и на нулевой порядок дифракции.

Для улучшения наблюдения восстановленного изображения предлагается осуществлять масштабное сжатие одного из изображений по сравнению с размерами нулевого порядка с помощью расходящегося опорного пучка. При этом интенсивность света в изображении возрастает по сравнению с интенсивностью света в нулевом порядке. Размер второго изображения в плоскости наблюдения первого увеличивается и интенсивность света в нем падает. Такое сжатие позволило существенно увеличить отношение сигнал/шум при наблюдении восстановленного изображения. Этому способствует также то, что модулятор ПРИЗ не передает нулевую и близкие к ней пространственные частоты и поэтому интенсивность света, проходящего в нулевой порядок, невелика.

В качестве установки для записи голограмм при малых углах использовался интерферометр Маха — Цендера (рис. 1). В одно из плеч помещалась линза  $L_0$  с фокусным расстоянием  $F_0$  — опорная расходящаяся волна, в другом плече интерферометра на расстоянии  $D_1$  от модулятора помещался транспарант  $T$  — предметная волна. С помощью преломляющего кубика оба пучка сводились на плоскости модулятора под определенным углом. В качестве источника записывающего света использовался He-Cd лазер ( $\lambda = 441 \text{ нм}$ ). Считывающий свет от He-Ne лазера ( $\lambda = 632,8 \text{ нм}$ ) подавался на модулятор соосно с предметным пучком. Поскольку, в системе много зеркал и кубиков, деполаризующих свет, то непосредственно перед модулятором устанавливался поляризатор  $P$ , анализатор  $A$  скреплялся с поляризатором  $P$  с учетом поворота плоскости поляризации, вносимой модулятором. Линза  $L_1$  формирует изображение в плоскости  $P$ , расстояние от модулятора до линзы  $L_1 - D_2$ , расстояние от линзы до плоскости  $P - D_3$ .

Из предварительных расчетов установки по методике, предложенной Вандер Люгтом /3/, следует, что формируются два изображения, одно дальше от плоскости модулятора, другое ближе, соответственно на расстояниях:

$$D_3 = \frac{F_1(F_0(D_1 \pm D_2) \pm D_2 D_1)}{F_0(D_1 \pm D_2) \pm D_2 D_1 \mp F_1(D_1 + F_0)}$$

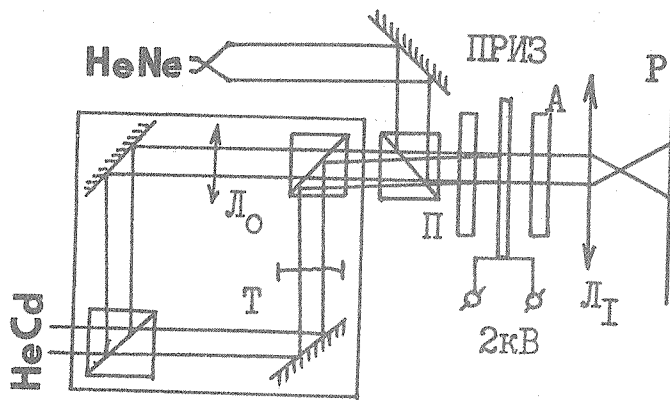


Рис. 1. Схема установки для записи голограмм на модуляторе ПРИЗ.

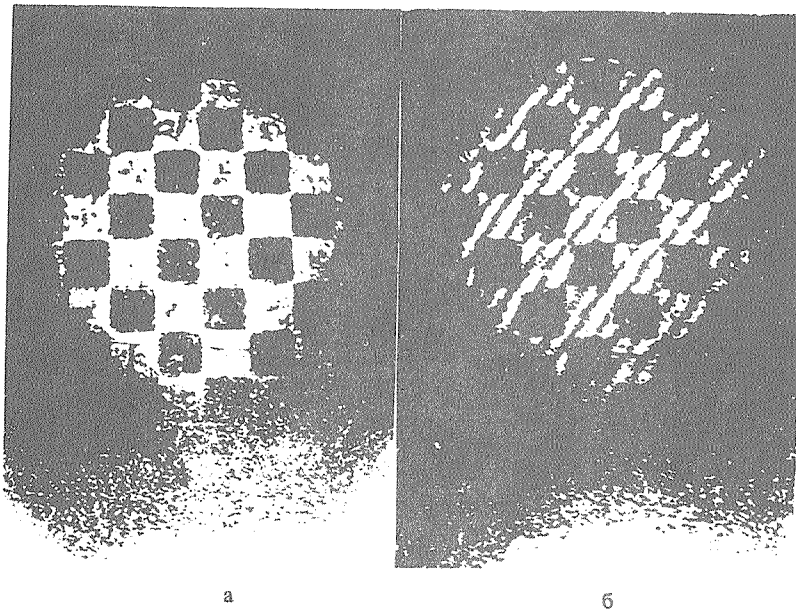


Рис. 2. а) Восстановленное изображение шахматной доски хорошо видно на фоне нулевого порядка дифракции. б) Результат двухэкспозиционной записи. Интерференционные полосы на восстановленном изображении характеризуют величину изменений.

Коэффициенты линейного увеличения для дальнего и ближнего изображений соответственно описываются выражениями:  $M = D_3 F_0 / (D_1 F_0 \pm D_2 F_0 \pm D_2 D_1)$ ; для нулевого порядка  $M_0 \sim (D_3 - F_1) / F_1$ . Чтобы поперечный размер нулевого порядка в плоскости Р был гораздо больше размера изображения, необходимо выполнение условия  $M_0 / M \gg 1$ . Для этого нужно, чтобы  $|D_1 / F| \gg 1$ , т.е. следует уменьшать  $F_0$  или увеличивать  $D_1$ . Уменьшение  $F_0$  ограничивается значительным спадом дифракционной эффективности на частотах  $\sim 40 - 60 \text{ мм}^{-1}$ , а увеличение  $D_1$  ограничивается дифракционной расходимостью света (рабочая апертура модулятора 1 см). В данной установке в качестве линзы  $L_0$  использовался объектив с переменным фокусным расстоянием  $100 \div 200 \text{ мм}$ , расстояние  $D_1$  устанавливалось в пределах  $20 \div 25 \text{ см}$ .

Были проведены записи голограмм шахматной доски при несущей пространственной частоте  $\sim 10 \text{ мм}^{-1}$  с использованием расходящейся опорной волны. На рис. 2а показано изображение на фоне нулевого порядка. Как пример применения записи голограмм на модуляторе ПРИЗ рассматривалась двухэкспозиционная

интерферометрия. Проводились подряд две записи изображений, смещенных относительно друг друга. На рис. 2б видны интерференционные полосы, полученные при восстановлении голограммы и характеризующие величину и характер сдвига. Экспериментальная оценка разрешающей способности установки с помощью записи голограмм различных оптических мир дала величину  $\sim 20 \text{ мм}^{-1}$ .

Таким образом, специфические свойства модулятора ПРИЗ и рассмотренная схема установки позволяют записывать голограммы при небольших несущих частотах. При этом модулятор ПРИЗ можно использовать для голографической интерферометрии в реальном времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Casasent D. Proc. IEEE, 65, 143 (1977).
2. Петров М. П. и др. ЖТФ, 50, вып. 6, 1311 (1980).
3. Vander Lugt A. Proc. IEEE, 51, 181 (1966).

Институт общей физики АН СССР

Поступила в редакцию 14 сентября 1987 г.