

В. А. КОМАРОВ, Е. Т. СТАРИКОВА
(Винница)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ПВМС ТИПА ПРИЗ НА ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

В настоящее время пространственно-временные модуляторы света (ПВМС) типа ПРИЗ используются в качестве устройства ввода информациино-измерительных систем.

Расширение сферы их применения сдерживается недостаточно высокими значениями эксплуатационных параметров таких, как диапазон линейности отклика, разрешающая способность, быстродействие. Одним из перспективных путей их существенного повышения является оптимизация режимов работы, параметров и способов записи и воспроизведения информации на ПВМС.

Имеющиеся в литературе данные [1—3] часто противоречивы, а их сравнительный анализ затруднен вследствие различия методик измерения, схем экспериментов и большого разброса конструктивных параметров используемых ПРИЗ. В связи с этим представляется важным проведение сравнительного анализа характеристик ПВМС ПРИЗ при различных параметрах режима записи и воспроизведения по единой методике при прочих равных условиях.

Цель настоящей работы — изучение влияния параметров режима работы ПВМС ПРИЗ на его временные и частотно-контрастные характеристики.

Исследования проводятся на модуляторах, изготовленных из кристаллов Vt_2SiO_6 , вырезанных параллельно кристаллографической плоскости (110) толщиной $150 \div 250$ мкм и покрытых слоем проводящего покрытия. ПВМС представляет собой конструкцию, работающую на пропускание. Для управления ПВМС ПРИЗ разработан электронный блок, позволяющий подавать на модулятор прямоугольные импульсы с регулируемым напряжением $U = 0 \div 2,2$ кВ и частотой $f = 0,5 \div 50$ Гц. Оптическая схема установки представлена на рис. 1. В качестве источника записывающего излучения используется лазер ЛНМ-11 с длиной волны $\lambda = 0,44$ мкм и максимальной мощностью излучения 25 мВт. Для исследования частотно-контрастных характеристик на модулятор проецируется синусоидальная интерференционная решетка, создаваемая с помощью светоделителя 6 и зеркала 7, установленного на перемещающемся держателе. Положение зеркала 7 в оптической схеме определяет пространственную частоту ν записываемой дифракционной решетки, которую можно изменить в пределах $20 \div 500$ лин/мм. Данная схема записи в отличие от схемы интерферометра Майкельсона, используемой в [3], позволяет получать интерференционную картину с большей глубиной резкости на высоких частотах.

Чувствительность ПВМС ПРИЗ измеряется методом построения экспозиционных кривых $\bar{\eta} = f(E, V)$ [4]. Видность полос V подбирается в диапазоне $0,35 \div 1$ с помощью калиброванных нейтральных светофильтров из комплекта ОСК-2. Мощность записывающего излучения измеряется измерителем мощности ИМО-2-2, на который излучение подается выдвижным зеркалом 2. Энергия экспозиции E поддерживается постоянной благодаря возможности электронного блока плавно изменять длительность управляющего импульса, т. е. время управляющего импульса, подаваемого на ПВМС, устанавливается соответствие с мощностью записывающего излучения. Луч, протифрагировавший на записной дифракционной решетке, падает на

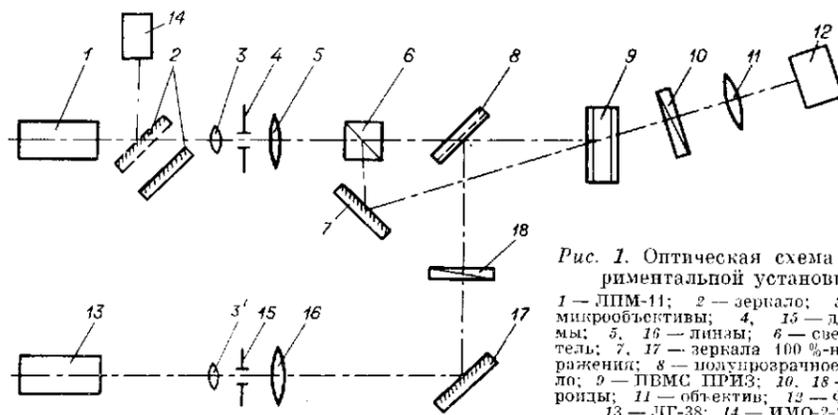


Рис. 1. Оптическая схема экспериментальной установки:
1 — ЛНМ-11; 2 — зеркало; 3, 3' — микрообъективы; 4, 15 — диафрагмы; 5, 16 — линзы; 6 — светоделитель; 7, 17 — зеркала 100%-ного отражения; 8 — полупрозрачное зеркало; 9 — ПВМС ПРИЗ; 10, 18 — полароиды; 11 — объектив; 12 — ФЭУ-35; 13 — ЛП-38; 14 — ИМО-2-2

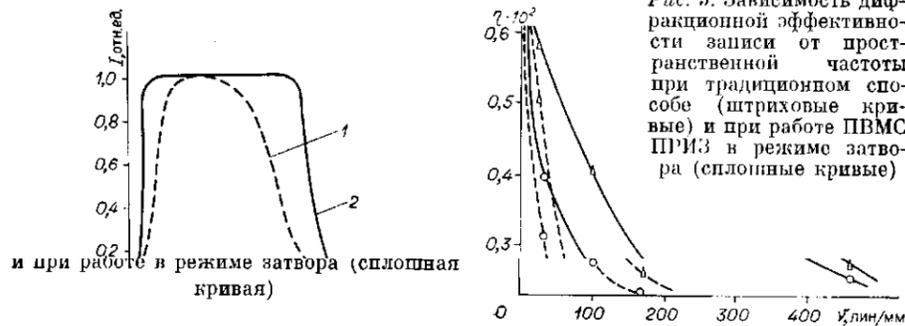


Рис. 3. Зависимость дифракционной эффективности записи от пространственной частоты при традиционном способе (штриховые кривые) и при работе ПВМС ПРИЗ в режиме затвора (сплошные кривые)

фотоэлектронный умножитель ФЭУ-35, величина полученного сигнала регистрируется на запоминающем осциллографе СЗ-18. Погрешность эксперимента не превышает 15% и определяется погрешностями используемых приборов и точностью измерения механических перемещений.

Все измерения проводились в одинаковых условиях на одном и том же образце дважды. Первый раз запись и считывание осуществлялись по традиционной методике, т. е. ПВМС ПРИЗ экспонировался записывающим светом во время подачи управляющего импульса напряжения, а после считывания запись стиралась при засветке ПВМС светом ртутной лампы. Второй раз все измерения проводились при работе ПВМС ПРИЗ в режиме затвора, т. е. ПВМС постоянно экспонировался записывающим и считывающим светом, а включался только на время подачи управляющего импульса напряжения.

На рис. 2 приведены осциллограммы изменения во времени интенсивности отклика I на воздействие управляющего напряжения при традиционном способе записи на ПВМС (1) и при работе ПВМС в режиме затвора (2). В отличие от традиционного способа записи изображений на ПВМС ПРИЗ при работе модулятора в режиме затвора в кристалле создается скрытое изображение при экспозиции его записывающим излучением, которое проявляется при подаче управляющего импульса, поэтому временной отклик имеет вид, представленный на рис. 2 (кривая 2). Вид временного отклика, полученного при традиционном способе записи, согласуется с более ранними результатами [1] (кривая 1 на рис. 2).

На рис. 3 приведена экспериментальная зависимость дифракционной эффективности от пространственной частоты записываемой интерференционной картины для двух образцов при традиционном режиме работы (1,1 и 1,2) и работе в режиме затвора (2,1 и 2,2). Необходимо отметить, что проверена партия модуляторов из 14 штук, приведены результаты только для двух образцов, на которых получены экстремальные результаты.

Видность интерференционных полос равна 0,95. Для всех значений записываемых частот при работе ПВМС в режиме затвора наблюдались максимумы только первого порядка. Энергия экспозиции 300 мДж/см^2 , напряжения управляющих импульсов 1,7 кВ, частота следования импульсов 25 Гц. Разрешающая способность проверенной партии модуляторов в среднем $R \approx 400 \div 500 \text{ мм}^{-1}$. Результаты, полученные для тех же образцов при записи и воспроизведении традиционным способом, согласуются с результатами, опубликованными ранее [2, 3].

На рис. 4 приведены экспозиционные кривые $\bar{\eta} = f(E, V)$, полученные на одном и том же образце по традиционной методи-

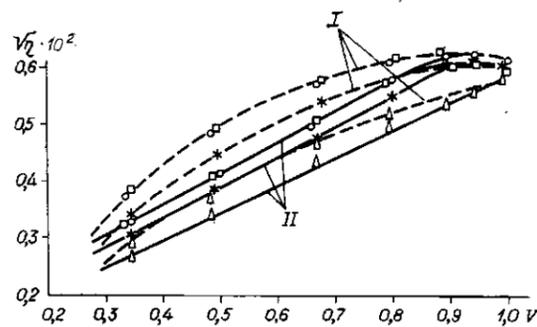


Рис. 4. Экспозиционные кривые ПВМС ПРИЗ при традиционном способе записи (штриховые кривые) и при работе в режиме затвора (сплошные кривые) (мкДж/см^2): $E_{\Delta} = 124, E_* = 241,9, E_0 = 354, E_- = 463$

ке (I) и в режиме затвора (II). Исходя из вида кривых находим, что энергия экспозиции для достижения максимальной дифракционной эффективности составляет $300 \div 350$ мкДж/см², а чувствительность $s = 0,2 \div 0,3$ м²/Дж. Вид экспозиционных кривых, полученных в режиме затвора (кривые II), свидетельствует о том, что ПВМС ПРИЗ является линейной средой в диапазоне изменения видности интерференционных полос $V \sim 0,6 \div 0,7$. Экспозиционные кривые для того же образца при записи традиционным методом (кривые I) являются линейными в диапазоне изменения контраста $V \sim 0,1 \div 0,2$.

Более высокие параметры, достигнутые в режиме затвора, могут быть объяснены тем, что абсолютные изменения параметров среды в процессе формирования скрытого изображения значительно меньше аналогичных изменений в процессе одновременного формирования и проявления изображения, следовательно, влияние нелинейных искажений снижается, т. е. диапазон линейности увеличивается в 3—4 раза, разрешающая способность — до $400 \div 500$ мм⁻¹. Улучшение характеристик может быть объяснено также тем, что наличие мощной засветки (для стирания) в традиционном способе записи приводит к возникновению механических напряжений в образце, а устранение этой постоянной составляющей снижает это напряжение и, следовательно, приводит к улучшению параметров.

Выводы

Проведенные измерения показывают, что характеристики ПВМС ПРИЗ значительно улучшаются при работе в режиме затвора. Высокое быстродействие, разрешающая способность, практически неограниченное число циклов запись-стирание, линейность дают возможность более широко и с большей эффективностью использовать эти приборы, работающие в режиме затвора для ввода и обработки изображений в когерентных системах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неженко Е. С., Фельдбуш В. И., Шитов П. М. Пространственно-временные характеристики управляемого транспаранта ПРИЗ // Автометрия.— 1987.— № 2.
2. Бережной А. А., Бужинский А. А., Грознов М. А. и др. Исследование частотно-контрастных и временных характеристик в кристаллах силиката висмута // Оптика и спектроскопия.— 1984.— 56, вып. 6.
3. Петров М. П., Хоменко А. В., Березкин В. И. Предельная разрешающая способность транспаранта на основе $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ // Микроэлектроника.— 1979.— 8, № 1.
4. Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография.— М.: Мир, 1974.

Поступило в редакцию 31 мая 1988 г.

УДК 681.34

В. Л. ПЕРЖУ
(Кишинев)

АДАПТИВНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Одной из важных операций, реализуемых в системах обработки визуальной информации и распознавания образов, является преобразование координат изображений (ПКИ). Такая операция необходима для инвариантного опознавания изображений объектов, при улучшении и восстановлении изображений и в ряде других случаев [1, 2].

В статье рассматривается новый метод ПКИ, основанный на предварительном вычислении сложности преобразуемых изображений, выделении и преобразовании только их высокоинформативной части с учетом возможных сдвигов и изменения масштаба. Такой подход позволяет строить «гибкие» адаптивные системы ПКИ и обработки изображений в целом, отличающиеся более высокими быстродействием и точностью.

Пусть исходное изображение, описываемое непрерывной функцией яркости $P(x, y)$, содержит изображение объекта $R(x, y)$, представленное на некотором фоне $G(x, y)$: $P(x, y) = R(x, y) + G(x, y)$. Кроме того, пусть изображение $P(x, y)$ имеет произвольную угловую ориентацию (параметр e_1), масштаб (e_2) и местоположение на плоскости (e_3, e_4). В соответствии с предлагаемым методом на первом этапе выделяется наиболее информативная часть исходного изображения: $P(x, y) \rightarrow K(P(x, y)) = \tilde{P}(x, y)$, где K — оператор выделения информативной части. При этом одним из эффективных и в то же время достаточно простых способов является