

Источник питания лазера обеспечивает возбуждение и поддержание разряда в активном элементе, управление разрядным током и мощностью излучения, питание соленоидов, индикацию мощности излучения, а также защиту активного элемента при недостаточном охлаждении и при перегрузке сети. Питание лазера осуществляется от сети трехфазного переменного тока напряжением 380 В, частотой 50 Гц. Во время работы прибор охлаждается водой.

Основные технические характеристики: длина волны излучения 0,330—0,365 мкм; мощность излучения на всех линиях 1 Вт, на линии 0,351 мкм 0,25 Вт; режим работы непрерывный одноимодовый; поляризация излучения линейная в вертикальной плоскости; относительная нестабильность мощности излучения за 30 мин не более 2%; расходимость лазерного излучения не более 0,6 мрад; коэффициент пульсации мощности лазерного излучения в диапазоне 20—10⁶ Гц не более 2%; диаметр пучка излучения 2 мм; потребляемая мощность не более 40 кВт; габариты излучателя 1800 × 220 × 195; источника питания 530 × 680 × 1000 мм; масса излучателя 60 кг, источника питания 250 кг; средний ресурс 2000 ч.

Лазер не имеет аналогов в СССР. Применение лазера в генераторе изображений Э-589 дает экономический эффект 100 тыс. рублей в год на одну установку.

Поступило в редакцию 18 марта 1985 г.

УДК 535.241.13 : 681.332

Е. С. НЕЖЕВЕНКО, В. И. ФЕЛЬДБУШ, П. М. ШИПОВ
(Новосибирск)

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАТОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРАВЛЯЕМОГО ТРАНСПАРАНТА ПРИЗ

Один из основных элементов оптико-электронных систем обработки информации — управляемый транспарант (УТ). В частности, большой интерес представляет транспарант ПРИЗ, обеспечивающий не только ввод изображения в процессор, но и его предварительную обработку [1]. В то же время передаточные характеристики этих УТ исследованы недостаточно. Так, в работе [2] описаны особенности импульсного отклика УТ при использовании сигнала в виде щели и точки. Однако ПРИЗ является нелинейным элементом, поэтому результаты этой работы трудно использовать для вычисления отклика УТ при подаче на его вход произвольного сигнала.

В настоящей работе поставлена цель исследовать УТ ПРИЗ при подаче на его вход ступенчатого сигнала с различным контрастом и прямоугольного сигнала различной длительности. Кроме того, цель работы — выяснение возможности управления характеристиками транспаранта путем изменения режима записи и считывания УТ.

Оптическая схема установки, на которой проводились исследования, приведена на рис. 1. Здесь 1 — He-Ne-лазер (источник считывающего излучения), 2 — поляризатор, 3, 5 — четвертьволновые пластинки, 4 — микрообъектив, 5 — диафрагма, 6, 9, 12, 16 — объективы, 7, 8 — зеркала, 10 — входной транспарант (экран или щель), 11 — осветитель (источник записывающего излучения), 13 — УТ ПРИЗ (пластинка монокристалла Bi₁₂GeO₂₀ ориентации <111>, диаметром 40 мм, толщиной 1 мм, с прозрачными электродами In₂O₃ + SnO₂), 14 — анализатор, 17 — ФЭУ, 18 — лампа-вспышка (источник стирающего излучения).

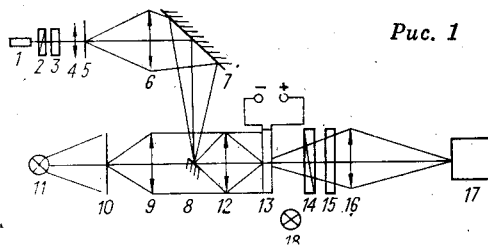


Рис. 1

В плоскости 10 с координатами x, y помещались следующие изображения:
1) ступенчатые функции двух типов:

$$T_1(x) = k_1 h(x); \quad T_2(x) = 1 - k_2 h(x),$$

где $T(x)$ — пропускание транспаранта; $h(x) = \begin{cases} 1; & x \geq 0; \\ 0, & x < 0; \end{cases}$

2) изображение щели:

$$T_3(x) = k_3 \text{rect}(x/a),$$

где

$$\text{rect}\left(\frac{x}{a}\right) = \begin{cases} 0, & |x| > a; \\ 1, & |x| \leq a. \end{cases}$$

Коэффициенты k_1, k_2, k_3 изменялись от 1 до 1/256 с помощью скрещенных поляризаторов. Общее изменение интенсивности светового потока I_0 производилось нейтральными светофильтрами.

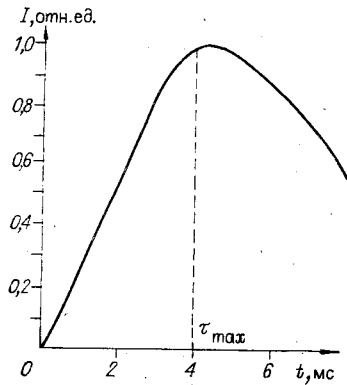


Рис. 2

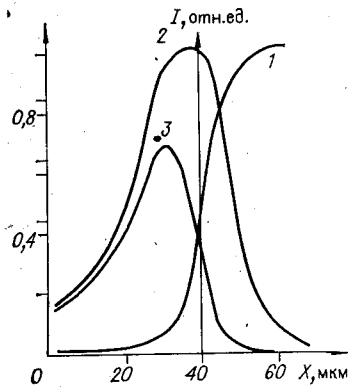


Рис. 3

Рабочий цикл системы был следующим: подача на УТ постоянного напряжения от 0,5 до 4 кВ; стирание посредством освещения лампой-вспышкой (длительность импульса 1,3 мс); запись на УТ (записывающее излучение модулировалось механическим затвором со временем срабатывания по переднему фронту 1,8–2,2 мс). Одновременно производилось считывание записываемой информации с помощью ФЭУ, снабженного щелевой диафрагмой, размер которой в пересчете на плоскость ПРИЗа составлял 8 мкм. Далее при неизменном напряжении закрывался затвор, выполнялось стирание записанной информации, ФЭУ переводился в следующую позицию (эквивалентный шаг сканирования 10 мкм) и осуществлялась последующая запись с одновременным считыванием. Результаты считывания фиксировались с помощью осциллографа.

Спектральный состав стирающего и записывающего излучений с помощью светофильтров выбирался так, чтобы обеспечить условия, описанные в работе [3], т. е. перед записью производилось опустошение ловушек стирающим светом $\lambda > 500$ нм (светофильтр ОС-17), а запись осуществлялась слабопоглощаемым светом $400 < \lambda < 550$ нм (светофильтры ЖС10 + СЗС22), что обеспечивало квазипостоянную концентрацию носителей тока по толщине кристалла.

На рис. 2 приведена типичная осциллограмма изменения во времени интенсивности отклика $I_{\text{вых}}$ на воздействие $I = I_0 T_1(x, y)$. (Здесь и далее на рис. 3–7 интенсивность на кривых задана в относительных единицах.) В соответствии с теоретическими результатами работы [3] вначале наблюдается линейный рост интенсивности отклика, далее — небольшой нелинейный участок нарастания и затем — спад интенсивности, обусловленный воздействием как записывающего, так и считывающего излучения.

На рис. 3 (кривая 1) приведены результаты сканирования изображений входного сигнала $I_1 = I_0 T_1(x, y)$ в плоскости ФЭУ. Кривая 2 показывает пространственный отклик УТ на запись такого сигнала в момент времени, соответствующий τ_{max} (см. рис. 2). Этот отклик достигает максимума одновременно для всех точек пространства, а спад в неосвещенных частях кристалла происходит значительно медленнее, чем в освещенных. Это иллюстрируется кривой 3, показывающей пространственный отклик УТ в момент времени, соответствующий спаду отклика в точке $X = 0$ в 3 раза.

На рис. 4 даны в логарифмическом масштабе зависимости максимального значения отклика УТ от времени на сигнал $I_1(x, y) = I_0 k_1 h(x)$ при изменении k_1 от 1 до 1/256.

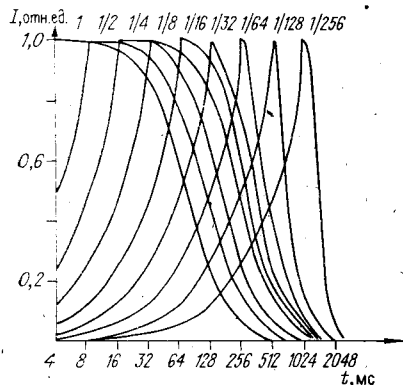


Рис. 4

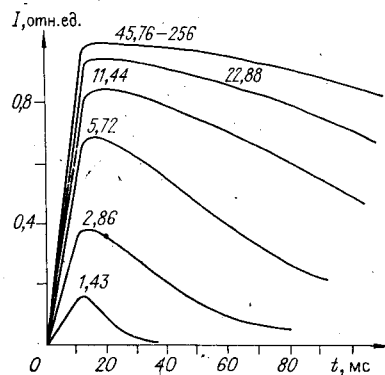


Рис. 5

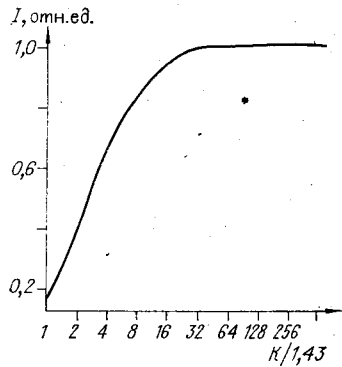


Рис. 6

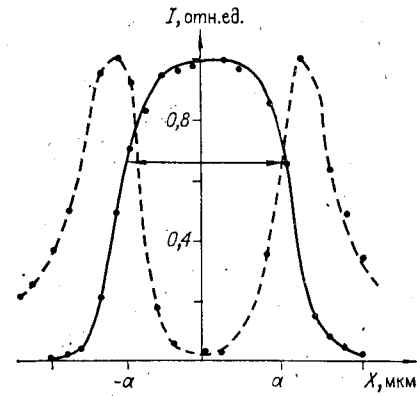


Рис. 7

На рис. 5 приведены осциллограммы откликов УТ на сигналы $I = I_0 T_2(x, y)$ с контрастом k от 1,43 до 366. Измерения контраста исходной ступеньки проводились на расстоянии ± 100 мкм от ее края. При контрастах $k > 45$ осциллограммы совпадали с осциллограммой $k = 45$. С уменьшением контраста уменьшались максимальная амплитуда и время спада отклика УТ.

Из рис. 2, 4, 5 видно, что для всего диапазона изменения интенсивности записывающего света сохраняется линейный характер нарастания отклика, спад же происходит за одно и то же время. Время нарастания отклика до максимума, соответствующее времени записи, обратно пропорционально интенсивности записывающего света. Такой характер отклика УТ позволяет реализовать линейные и нелинейные алгоритмы оконтуривания изображений в зависимости от соотношения между интенсивностью входного изображения и временем его записи. Так, если экспозиция мала ($t < 4$ мс на рис. 4), ни одна точка контура не достигает порога и максимальная интенсивность контура пропорциональна контрасту в соответствующей окрестности. Если время экспозиции велико, то интенсивности контура, соответствующие большим контрастам, погасают, в то время как малые контрасты еще нарастают. Такой режим обеспечивает выделение малых контрастов при подавлении сильных.

На рис. 6 приведена зависимость в логарифмическом масштабе максимума отклика от контраста исходного сигнала. Время достижения максимума отклика определялось интенсивностью более яркой части ступеньки, и в широком диапазоне (более 256) соблюдалась линейная зависимость времени от интенсивности.

Для определения взаимного влияния откликов близких ступенек проводились эксперименты по записи щели $I_0 T_3(x, y)$. При изменении ширины щели a от 0,4 до 0,04 мм максимальное значение откликов на границе свет — тень падало не более чем на 20%. При дальнейшем уменьшении a расстояние между откликами не менялось, а время достижения максимума увеличивалось. Результаты сканирования отклика на $I_0 T_3(x, y)$ при $2a = 0,04$ показали, что его размер не меняется, а падает его интенсивность. Такое поведение отклика в этом диапазоне объясняется ограниченным разрешением и aberrациями оптической системы.

На рис. 7 представлены результаты сканирования сигнала $I_0 T_3(x, y)$ при $2a = 0,1$ мм (сплошная линия) и отклика УТ на этот сигнал (штриховая линия). Увеличение крутизны отклика в освещенной области кристалла объясняется взаимной компенсацией поперечных полей в этой области. Этим же, а также поперечным переносом заряда может быть объяснено 20%-ное увеличение расстояния между максимумами отклика по сравнению с шириной щели.

На рис. 8 приведена зависимость максимального значения отклика УТ (в процентах от максимального пропускания) на сигнал $I_0 T_1(x, y)$ от напряжения питания УТ (u). Сплошная линия соединяет экспериментальные точки, а штриховая — соответствует теоретической зависимости

$$I_{\max} = I_0 \sin^2 \frac{\pi}{2u_0} \int E_{\perp}(z) dz \quad [2], \text{ где } E_{\perp}(z) —$$

поперечная компонента поля; z — координата по толщине кристалла; u_0 — константа. При $u =$

$= 4$ кВ теоретическое значение $\pi \int E_{\perp}(z) dz / 2u_0 = 0,685$, экспериментальное несколько ниже и равно 0,637. Это, по-видимому, обусловлено тем, что при таком напряжении $E_{\perp}(z)$ слишком велико и характер поперечной проводимости становится нелинейным.

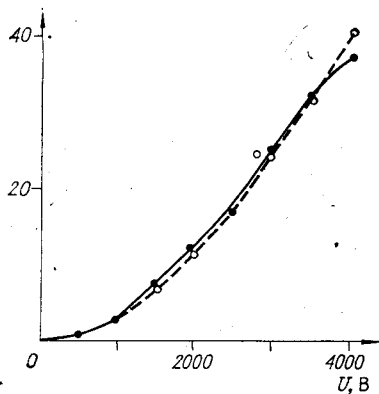


Рис. 8

Из проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Временной отклик УТ ПРИЗ при детектировании пространственной ступенчатой функции представляет собой нелинейную функцию двух переменных — интенсивности записывающего пучка и времени записи, т. е. условие взаимозаменяемости для УТ этого типа не выполняется.

2. Комбинируя эти два параметра, а также интенсивность считывающего света, можно получить различные варианты предобработки изображений: квазилинейную передачу, подчеркивание слабых либо сильных контрастов.

3. Учитывая, что УТ ПРИЗ обладает сложной нелинейной пространственно-временной передаточной функцией, его вряд ли можно рекомендовать для обработки реальных сцен с изменяющимися условиями освещенности. Запись на него желательно проводить с электронно-лучевой трубки или путем проецирования изображения с транспаранта, когда параметры записи могут быть строго фиксированы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров М. П., Хоменко А. В., Марахонов В. И., Шлягин М. Г. Нестационарные явления в пространственно-временном модуляторе света // Письма в ЖТФ.— 1980.— Т. 6, вып. 7.
2. Петров М. П., Марахонов В. И., Хоменко А. В. Особенности импульсного отклика пространственно-временных модуляторов света на поперечной электрооптическом эффекте // ЖТФ.— 1983.— Т. 53, вып. 7.
3. Брыскин В. В., Коровин Л. Н. Роль инжекционных токов при динамической селекции изображений в нелинейном по электрическому полю режиме // ФТТ.— 1983.— Т. 25, вып. 8.

Поступило в редакцию 21 марта 1986 г.

УДК 523.722.6 : 77.047(—201) : 621.396.9

Г. А. ЗОТОВ, В. П. ОЛОХТОНОВ, В. Я. ЦВЕТКОВ
(Москва)

«АНАГРАФ» — АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПРИБОР ДЛЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ЦНИИГАиКе завершена опытно-конструкторская разработка аналитического фотограмметрического прибора «Анаграф».

Прибор предназначен для обработки аэрокосмических и наземных снимков с целью проведения дистанционных исследований, определения метрических характеристик, составления топографических карт и планов, получения цифровых моделей местности (ЦММ).

«Анаграф» имеет двухуровневую оптико-механическую систему. Верхний уровень представляет собой стереокомпаратор, а нижний — автоматизированный координатограф. Стереокомпаратор содержит два снимкодержателя, расположенные один над другим, обеспечивающие совместные и дифференциальные перемещения снимков. Перемещение снимкодержателей и чертёжного устройства координатографа осуществляется с использованием ЭВМ СМ 1420.

Технические данные аналитического прибора «Анаграф» следующие: формат обрабатываемых снимков до 300×300 мм; погрешность измерения координат снимков 3 мкм; погрешность измерения параллаксов 3 мкм; увеличение наблюдательной системы $\times 6, 9, 12$; диаметр поля зрения 25 мм; диаметры измерительных марок: физических 30 мкм, светящихся 40 мкм; углы наклона снимков и компонент базиса до 25° ; средняя скорость перемещения марки до 10 мм/с; фокусные расстояния снимков — без ограничений; отношение знаменателей масштабов снимка и составляемой карты до 20; полезная площадь координатографа 860×680 мм; минимальная скорость вычерчивания и гравирования 15 мм/с; максимальная скорость вычерчивания 100 мм/с; максимальное ускорение 100 мм/с²; управляющая ЭВМ СМ 1420.

Функциональные возможности прибора реализуются следующими технологическими процедурами: проверка измерительной системы стереокомпаратора; проверка прибора по макетным снимкам; внутреннее ориентирование снимков; взаимное ориентирование стереопары; внешнее ориентирование модели; подготовка и ориентирование планшета на координатографе; учет калибровочных поправок при обработке снимков; обработка снимков в реальном масштабе времени; получение цифровых моделей местности; графическое отображение цифровых моделей; гравирование по цифровым моделям.

Выполнение технологических процедур может сопровождаться по желанию пользователя выдачей соответствующего протокола на АЦПУ или видеотерминал.