

[6] А х м а н о в С.А., В ы с л о у х В.А., Ч и р к и н А.С. — УФН, 1986, т. 149, в. 3, с. 449-509.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Поступило в Редакцию  
5 ноября 1987 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 9

12 мая 1988 г.

## СИНТЕЗ ФОКУСАТОРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЯЕМЫХ ОТ ЭВМ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ МОДУЛЯТОРОВ СВЕТА

А.А. В а с и л ь е в, М.А. В о р о н ц о в,  
А.Ф. Н а у м о в

Для формирования когерентных световых полей с заданным распределением интенсивности в области фокусировки в настоящее время используют элементы плоской оптики (фокусаторы излучения) [1]. Технология изготовления таких элементов включает несколько этапов: расчет на ЭВМ требуемого профиля фазы, вывод информации на фотоматериал в виде некоторого амплитудного транспаранта, получение фазового рельефа. Разработка управляемых в реальном времени фокусаторов излучения представляется важным направлением в развитии современной лазерной технологии.

В настоящей работе рассматривается возможность синтеза перестраиваемых фокусаторов излучения. Для создания светового пучка с равномерным распределением интенсивности в области фокусировки использовался жидкокристаллический пространственно-временной модулятор света (ПВМС) с оптическим управлением, состыкованный с микро-ЭВМ. Рассчитанная на ЭВМ фазовая поверхность фокусатора визуализировалась на экране телевизионной трубки в виде модуляции яркости. Изображение с экрана телевизионной трубки подсвечивало фоточувствительный слой ПВМС. Световая волна, отраженная от такого транспаранта, приобретала требуемую фазовую модуляцию.

Схема установки показана на рис. 1. В экспериментах использовался жидкокристаллический ПВМС с фотопроводником из *GaAs*, работающий на электрооптическом *S*-эффекте [2]. Транспарант и электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) соединялись посредством стекловолоконных шайб и эмерсионной жидкости (глицерина). Электронно-лучевая трубка являлась полутонным графическим монитором микроЭВМ „Электроника-60“. Устройство вывода информации из ЭВМ позволяло формировать изображение с числом элементов 256 x 256 при 64 уровнях градации яркости [3]. При максимальном уровне яркости на экране ЭЛТ глубина модуляции фазы отраженного от ПВМС светового пучка достигала  $2\pi$  рад. Источником

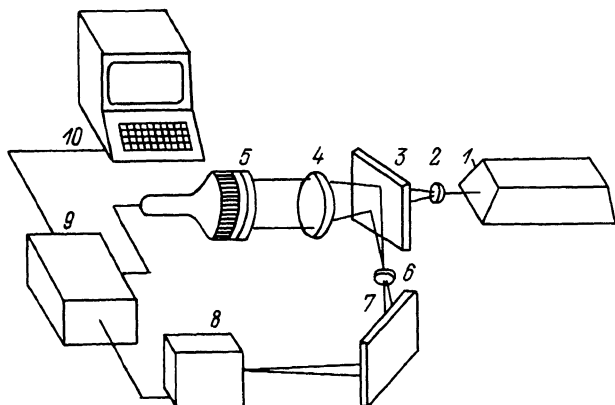


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. 1 -  $He-Ne$  лазер; 2, 6 - микрообъективы; 3 - полупрозрачное зеркало; 4 - линза; 5 - пространственно-временной модулятор с электронно-лучевой трубкой; 7 - поворотное зеркало; 8 - видиконная камера; 9 - устройство ввода-вывода изображения в ЭВМ; 10 - микро-ЭВМ.

когерентного излучения служил  $He-Ne$  лазер мощностью 30 мВт (диаметр светового пучка на ПВМС  $2a = 20$  мм). Пространственное разрешение системы ПВМС-ЭЛТ, измеренное по полуспаду частотно-контрастной характеристики, составляло 2.1 лин/мм.

Ставилась задача преобразования исходного светового пучка, профиль интенсивности которого близок к гауссову, в пучок с равномерным распределением интенсивности в пределах прямоугольной области малого размера (в 15 раз меньше исходного). Для синтеза фокусатора управляющее распределение интенсивности представлялось в виде

$$I(x,y) = \sum_j \alpha_j H_j(x/a) \sum_j \alpha_j H_j(y/a) \exp(-x^2/2b^2 - y^2/2b^2), \quad (1)$$

( $j = 2, 4, 6, 8$ ),

$-a < x < a$ ,  $-a < y < a$ ,  $H_j$  - полиномы Эрмита,  $b$  - масштабный коэффициент. Коэффициенты  $\alpha_j$  были рассчитаны в работе [4] для случая фокусировки гауссова пучка в плоскую или объемную область с равномерным распределением интенсивности поля в пределах этой области:  $\alpha_2 = 0.735$ ,  $\alpha_4 = 0.726$ ,  $\alpha_6 = -1.099$ ,  $\alpha_8 = -0.743$ ; величина  $b$  полагалась равной 1.50. На экране ЭЛТ с помощью ЭВМ синтезировалось распределение яркости  $I(x,y)$ , которое подсвечивало фоточувствительный слой ПВМС. На рис. 2 показано распределение яркости на экране ЭЛТ, полученное в соответствии с формулой (1) (а), а также графики сечений интенсивности лазерного излучения в плоскости фокусировки при равномерном освещении фоточувствительного слоя (б) и при освещении синтезированным распределением яркости (в). Отличие полученного в эксперимен-

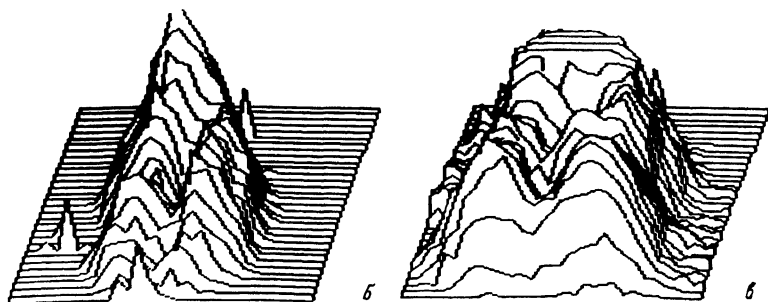
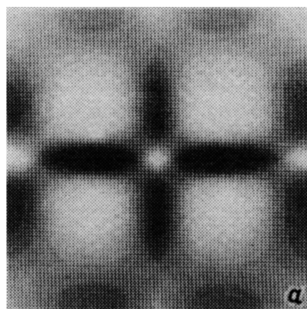


Рис. 2. Управляющее распределение яркости на экране электронно-лучевой трубки (а) и интенсивности лазерного пучка в плоскости фокусировки при равномерном освещении фоточувствительного слоя ПВМС (б) и при освещении управляющим распределением яркости (в).

те распределения интенсивности лазерного излучения от расчетного связано с отклонением профиля исходного пучка от гауссова и наличием неучтенных aberrаций в оптическом тракте системы.

Изменяя напряжение питания ПВМС или общую яркость управляющего изображения на экране электронно-лучевой трубки, можно было перемещать плоскость фокусировки и управлять размером ее области. С помощью описанной системы были также синтезированы перестраиваемые фокусаторы излучения в линию и кольцо.

Для синтеза фокусаторов описанным выше методом можно использовать не только жидкокристаллические пространственно-временные модуляторы света. Перспективным представляется применение ПВМС типа ПРИЗ [5] и устройств с кристаллом *DKDP*, управляемых электронным пучком [6].

Авторы выражают благодарность А.В. Корябину и В.И. Шмальгаузену за полезные обсуждения.

## Л и т е р а т у р а

- [1] К о р о н к е в и ч В.П., Л е н к о в а Г.А., М и х а л ь ц е в а И.А. и др. - Автометрия, 1985, в. 1, с. 4-25.
- [2] И г н а т о с я н С.С., С и м о н о в В.П., С т е п а н о в Б.М. - Оптико-механическая промышленность, 1986, в. 1, с. 7-9.
- [3] К о р я б и н А.В., Н е д о п е к и н О.Ю., Ш е н я в с к и й Л.А. В сб.: Методы и устройства оптической голографии. Ленинград, 1983, с. 227-230.
- [4] В о р о н ц о в М.А., М а т в е е в А.М., С и в о - к о н ь В.П. - ДАН СССР, сер. Физика, 1986, т. 290, с. 1354-1358.
- [5] П е т р о в М.П., С т е п а н о в С.И., Х о м е н к о А.В. Фоточувствительные электрооптические среды в голографии и оптической обработке информации. Л.: Наука, 1983. 269 с.
- [6] Н а г а е в А.П., П а р ы г и н В.П., П а ш и н С.Ю. - Изв. АН СССР, сер. физическая, 1982, т. 46, в. 10, с. 1939-1942.

Московский государственный  
университет им. М.В. Ломоносова

Поступило в Редакцию  
16 ноября 1987 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 9

12 мая 1988 г.

### ДЕТЕКТИРОВАНИЕ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТОРЦЕВЫХ ДЖОЗЕФСОНОВСКИХ ПЕРЕХОДОВ

А.Л. Г у д к о в, В.А. И л ь и н,  
В.Н. Л а п т е в, В.И. М а х о в,  
И.А. С е м и н, В.С. Э т к и н

В литературе неоднократно сообщалось о создании детекторных радиометров на сверхпроводящих точечных контактах (СТК) Джозефсона. Они успешно использовались для проведения радиоастрономических [1] и геофизических [2] исследований. Как элемент СВЧ-детектора СТК обладает несомненными достоинствами - высоким быстродействием, низким уровнем собственных шумов, большими частотами среза, что позволяет использовать их в миллиметровом диапазоне волн.

В то же время недостатки, присущие точечному контакту (неустойчивость к термоциклированию, разброс параметров, недостаточная механическая стабильность), технически трудно устранимы и сдерживают широкое применение джозефсоновских радиометров. Это стимулирует разработку новых сверхпроводящих элементов с помощью методов интегральной электроники. Одним из наиболее пер-