

пестков z_p^2 для решеток различного размера ($N \times N$) и различного заполнения (M). Здесь же дан средний уровень боковых лепестков z_p^2 , подсчитанный из фотометрических прописей горизонтальных сечений диаграмм направленности, полученных экспериментально. Из приведенных данных видно хорошее совпадение расчетных

1. Есепкина Н. А. и др. Использование методов когерентной оптики и голографии для исследования характеристик радиотелескопов.— Изв. высш. учебн. заведений. Сер. Радиофизика, 1976, т. 19, вып. 11.
2. Васильев Б. А. и др. Использование методов оптического моделирования для исследования зеркальных несинфазных антенн.— Автометрия, 1977, № 2.
3. Базелян Л. Л., Инютин Г. А., Содин Л. Г. Опыт разработки двумерных антенных решеток со случайным размещением элементов. Ч. II.— В кн.: Антенны. № 15. М.: Связь, 1972.
4. Бахрах Л. Д., Курочкин А. П. Голография в микроволновой технике.— М.: Сов. радио, 1979.
5. Содин Л. Г. Теория двумерных антенных решеток со случайным размещением излучателей. Ч. I.— В кн.: Антенны. № 15. М.: Связь, 1972.

Поступило в редакцию 2 апреля 1980 г.

УДК 621.396 : 677.001.57 : 621.383

И. А. ВОДОВАТОВ, М. Г. ВЫСОЦКИЙ, А. П. ЛАВРОВ,
С. А. РОГОВ
(Ленинград)

ОПТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕННЫХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ПЭС-ФОТОПРИЕМНИКОВ

Введение. Оптическое моделирование является одним из перспективных способов исследования характеристик антенных устройств [1, 2]. С помощью оптического моделирования можно достаточно просто получить наглядное качественное представление о двумерной диаграмме направленности (ДН) антенны. Для получения количественных характеристик диаграммы направленности необходимо осуществлять фотометрирование распределения светового поля, соответствующего диаграмме направленности. Это может быть выполнено с помощью фотоэлектронного умножителя, перемещающегося вдоль светового распределения и связанного с самописцем. Однако если ДН имеет сложный вид, то для получения полного представления о ней нужно произвести фотометрирование во многих сечениях, что представляет собой длительный, трудоемкий процесс, и, кроме того, за время эксперимента могут меняться мощность когерентного источника, параметры радиоэлектронных приборов и т. д. Задача значительно упрощается, если в качестве системы регистрации взять многоэлементный фотоприемник, выполненный на основе прибора с зарядовой связью (ПЭС).

В настоящей работе на примере оптического моделирования ДН антенны радиотелескопа РАТАН-600 показана возможность применения ПЭС-структур для указанной цели.

Описание экспериментальной установки. Для эксперимента использовалась традиционная схема оптического моделирования антенн [2], включавшая в себя лазер ЛГ-38 (длина волны излучения 0,63 мкм), коллиматор, оптическую модель антенны, интегрирующий объектив и регистрирующее устройство. Оптическая модель антенны РАТАН-600 состояла из апертуры, изготовленной фотолитографическим способом, на которую накладывалась специальная дифракционная решетка, имитировавшая фазовое распределение поля на апертуре антенны. Положение штрихов в решетке соответствовало распределению фазы поля на апертуре. В фокальной плоскости интегрирующего объектива формировалось световое пятно с распределением амплитуды, подобным распределению поля в дальней зоне антенны. После увеличения с помощью дополнительной линзы пятно проецировалось на светочувствительные элементы ПЭС-фотоприемника.

Фотоприемник представлял собой аналоговый четырехфазный регистр сдвига с прозрачными для света полевыми электродами, благодаря чему регистр использо-

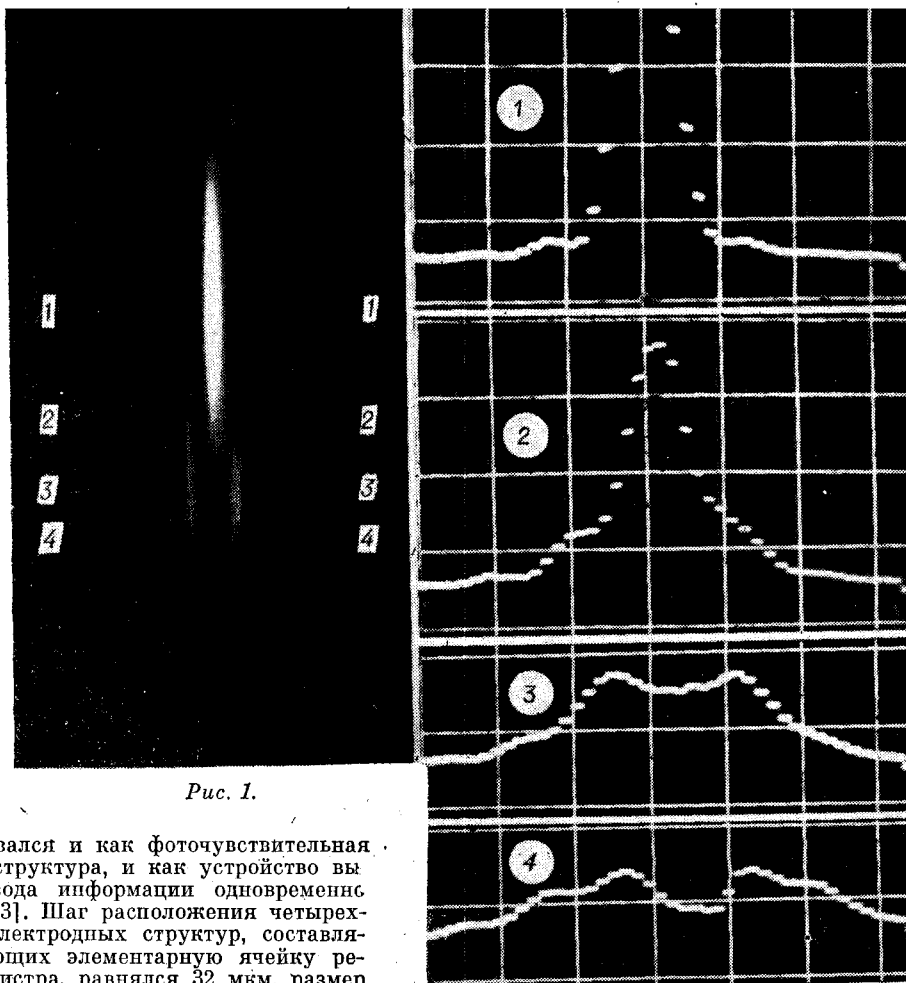


Рис. 1.

вался и как фоточувствительная структура, и как устройство вывода информации одновременно [3]. Шаг расположения четырех-электродных структур, составляющих элементарную ячейку регистра, равнялся 32 мкм, размер ячейки по второй координате 1500 мкм. Регистр содержал 50 элементарных ячеек. С обоих концов регистра располагались выходные узлы, служившие для преобразования информационного заряда в напряжение. Устройство управления ПЗС-фотоприемника, выполненное на интегральных микросхемах серии К561 (564), представляло собой управляемый четырех-фазный генератор прямоугольных импульсов, определяющих сдвиг зарядов к выходному узлу [4]. Этот же генератор вырабатывал пары служебных импульсов, задающих режим работы выходного узла. Скорость вывода информации равнялась 5 мкс/элемент. Время накопления устанавливалось дискретно в интервале $1 \div 32$ мкс. Величина максимального выходного сигнала составляла 3 В при напряжении питания 10 В.

Сигнал с выхода ПЗС-фотоприемника подавался на осциллограф С1-70, с экрана которого производилось фотографирование распределения интенсивности света в различных сечениях пятна.

Результаты эксперимента. С помощью описанной методики проводились измерения диаграммы направленности антенны РАТАНа-600, направленной на угол места 30° , для случаев синфазного возбуждения и возбуждения с фазой, меняющейся по кубическому закону. Для несинфазного возбуждения набег равен был $\sim 2\lambda$.

Результаты эксперимента представлены на рис. 1 и 2. Слева приведены фотографии дифракционных распределений, соответствующих диаграммам направленности антенны, справа — сечения диаграмм направленности, зарегистрированные ПЗС-фотоприемником и сфотографированные с экрана осциллографа. На рис. 2 (случай несинфазного возбуждения) хорошо видна несимметричность диаграммы направленности, характерная для aberrаций типа комы.

Тестовые измерения, выполненные с известным световым распределением от прямоугольной апертуры, показали хорошую точность эксперимента.

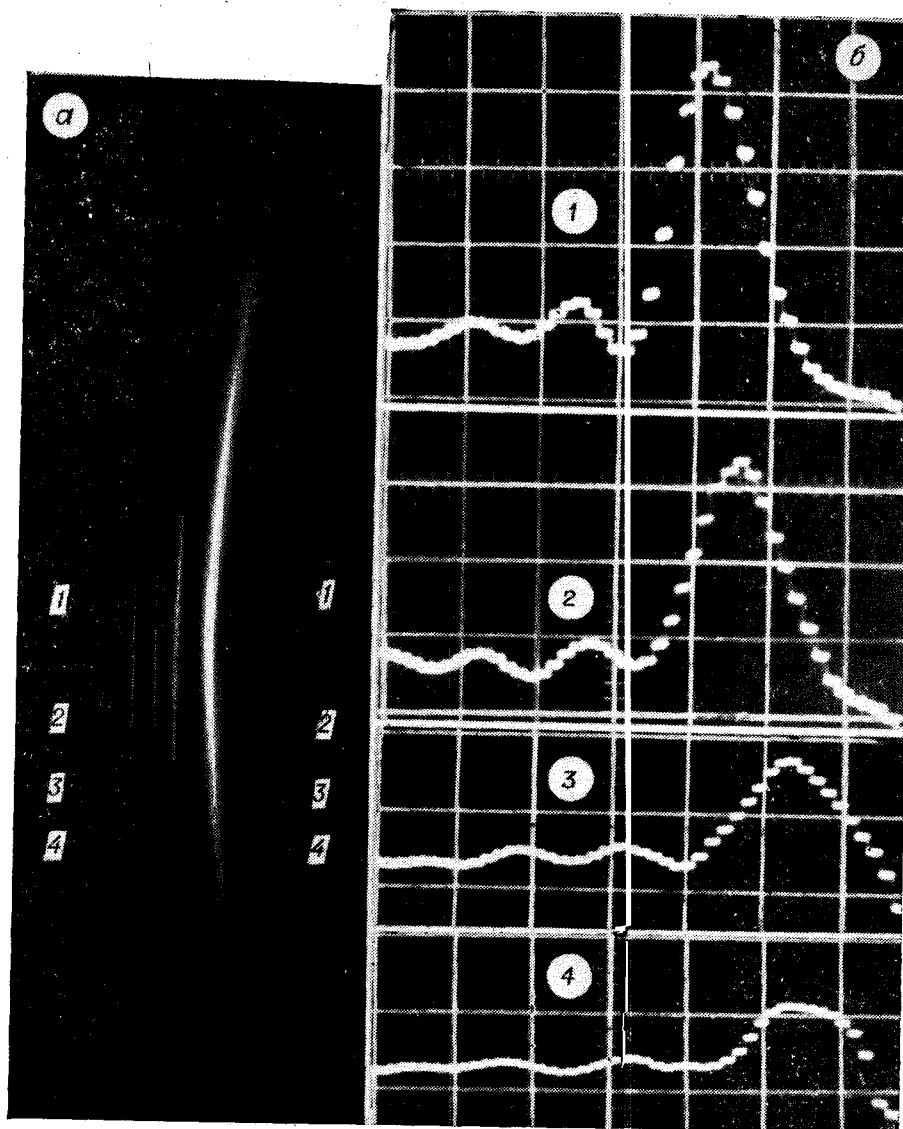


Рис. 2.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о перспективности использования ПЗС-фотоприемников при оптическом моделировании диаграмм направленности антенн. В заключение отметим, что в настоящее время появились новые, более совершенные ПЗС-фотоприемники с существенно большим числом элементов [5]. Их применение приведет к улучшению процесса регистрации при оптическом моделировании диаграмм направленности. Использование ПЗС-матриц в сочетании с ЭВМ дает возможность в принципе полностью автоматизировать этот процесс.

Авторы выражают благодарность Н. А. Есепкиной, В. А. Арутюнову, Г. К. Виноградову за помощь в освоении многоэлементного ПЗС-фотоприемника и в постановке эксперимента по оптическому моделированию антенны РАТАНа-600.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахрах Л. Д. и др. Применение методов когерентной оптики и голографии к задачам антенной техники и обработки информации.— В кн.: Антенны. М.: Связь, 1967.
2. Васильев Б. А. и др. Использование методов оптического моделирования для исследования зеркальных несинфазных антенн.— Автометрия, 1977, № 2.
3. Арутюнов В. А. и др. Исследование фотоприемников на основе ПЗС для систем оптической обработки информации.— Письма в ЖТФ, 1979, т. 5, вып. 20.
4. Арутюнов В. А. и др. Использование приборов с зарядовой связью в системах оптической обработки информации.— ПТЭ, 1981, № 5.

Поступило в редакцию 21 июля 1981 г.

УДК 535.8 : 666.189.2

В. П. КЛИМАШИН
(Москва)

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОКОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЭОП

Волоконно-оптические элементы (ВОЭ), в частности жесткие спеченные планшайбы, нашли широкое применение в последнее десятилетие в электронно-оптических преобразователях (ЭОП) различного назначения [1]. В указанных преобразователях ВОЭ могут устанавливаться как на входе прибора, выполняя в первом случае роль подложки для фотокатода [2]. Применение волоконной оптики в ЭОП позволяет осуществлять контактное фотографирование с экраном приемники зарядовой связи (ПЗС) для обработки изображений, а также использовать контактные расфокусировки на экране за счет коррекции кривизны поля посредством профилированной обработки волоконных элементов. Кроме того, волоконные детали дают возможность проводить при помощи отдельных камер способами, указанными в [3].

В настоящей работе исследовались ВОЭ с плоскопараллельными торцами, применяемые в качестве подложек для выходных окон ЭОП.

Выбирались образцы ВОЭ различной толщины (от 2 до 10 мм) с диаметрами световедущих жил 3,7 и 5 мкм с гексагональной укладкой волокон. Материал световедущей жилы — стекло ТБФ10 ($n_D = 1,58$), материал оболочки — стекло В0670 ($n_D = 1,30$). ВОЭ имели торцы, полированные по 14-му классу чистоты.

Известно, что механизм прохождения светового потока через волоконную структуру достаточно полно описывается эффектом трех колец [4]. Однако необходимо учитывать специфику работы волоконной шайбы в качестве выходного окна ЭОП, где на внутренней поверхности шайбы осажден слой люминофора. Хотя этот слой можно считать ламбертовым излучателем на длине волны возбуждения, в оптическом смысле он не является иммерсионной средой, позволяющей согласовать числовую апертуру волокна с апертурой источника излучения (в данном случае числовая апертура волокна меньше апертуры источника, принятой за 1). Следовательно, в такой системе

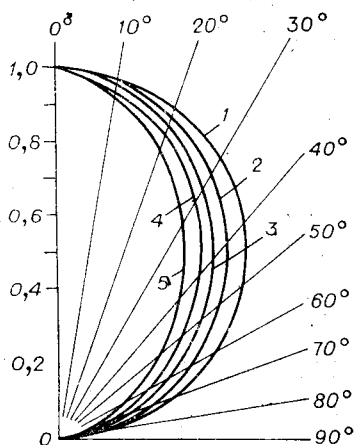


Рис. 1. Индикатрисы рассеяния ВОЭ с молочной подложкой:

1 — молочное стекло $t=3$ мм; волоконные диски (мм): 2 — $t=2$, 3 — $t=4$, 4 — $t=6,5$, 5 — $t=10$.

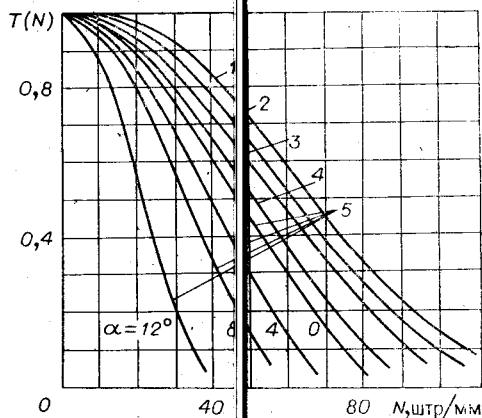


Рис. 2. Графики КХ ВОЭ при:

1 — $t=4$ мм (диаметр волокна 3,7 мкм),
2 — $t=2$ мм (диаметр волокна 5,0 мкм),
3 — $t=4$ мм (диаметр волокна 5,0 мкм),
4 — $t=6,5$ мм (диаметр волокна 5,0 мкм) при $\alpha=0^\circ$;
5 — $t=10$ мм (диаметр волокна 5,0 мкм) при $\alpha=0^\circ$; 4; 8; 12° .