

ИССЛЕДОВАНИЕ МАКЕТА АКУСТООПТОЭЛЕКТРОННОГО ПРИЕМНИКА НА СИБИРСКОМ СОЛНЕЧНОМ РАДИОТЕЛЕСКОПЕ

В.В. Г р е ч н е в, Н.А. Е с е п к и н а,
В.Г. З а н д а н о в, Л.Е. К а ч е в,
М.И. М а н с ы р е в, С.А. М о л о д ь к о в,
И.И. С а ё н к о, Г.Я. С м о л ь к о в,
П.М. Ш и п о в

Акустооптические методы обработки радиосигналов находят все более широкое применение в практике радиоастрономических наблюдений. Использование их в сочетании с последующей электронной обработкой информации позволяет создавать высокопроизводительные гибридные акустооптоэлектронные комплексы, работающие в реальном масштабе времени [1]. Большой интерес вызывает построение на этой основе диаграммообразующих устройств для сложных радиоастрономических систем апертурного синтеза, к которым относится и Сибирский солнечный радиотелескоп (ССРТ), представляющий собой крестообразный многоэлементный интерферометр [2].

Применяемый в ССРТ метод получения радиоизображения Солнца требует формирования многолучевой диаграммы направленности в плоскости круга высот с параллельной обработкой сигналов всех лучей. Решение этой задачи связано с созданием многоканального приемного устройства с частотным разделением каналов, позволяющего изменять частотный интервал между каналами и полосу каждого из них синхронно с изменением положения Солнца относительно апертуры радиотелескопа [2].

В разрабатываемом авторами акустооптоэлектронном приемном устройстве (АОЭП) пространственное разделение частотных каналов осуществляется в выходной плоскости акустооптического процессора с помощью многоэлементного фотоприемника, что облегчает программное управление характеристиками каналов в соответствии с предъявляемыми требованиями [3].

А к у с т о о п т о э л е к т р о н н о е п р и е м н о е у с т р о й с т в о. Функциональная схема АОЭП приведена на рис. 1. Его основными элементами являются: входной усилитель-преобразователь, акустооптический спектроанализатор (АОС), фотоприемник и микро-ЭВМ со средствами ввода, регистрации и отображения данных. С целью обеспечения возможности совместной работы АОЭП со штатным приемным устройством предполагается использовать имеющийся на ССРТ четырехканальный усилитель-преобразователь с центральной промежуточной частотой 70 МГц и полосой в каждом канале 28 МГц. АОС содержит четыре канала акустооптического преобразования, а в качестве фотодетектора выбран матричный фотоприемник на приборе с зарядовой связью (ФПЗС). Он осуществляет накопление сигнала во времени, интегрирование по

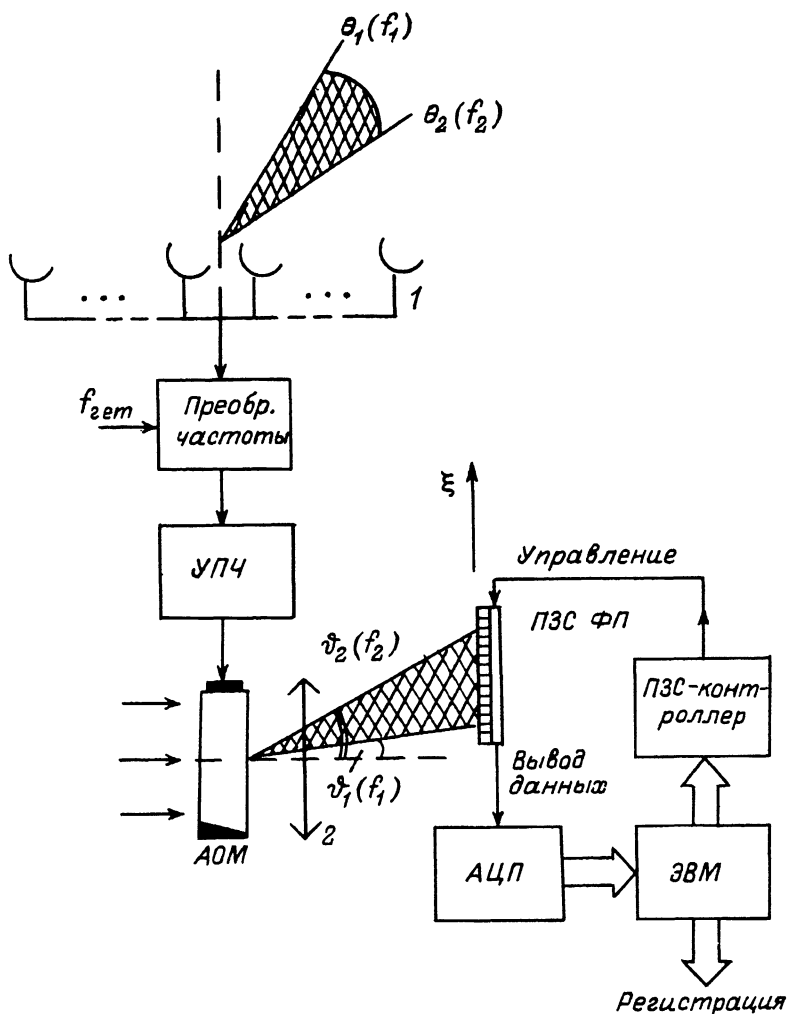


Рис. 1. Функциональная схема акустооптоэлектронного приемного устройства. 1 - антенная система радиотелескопа, 2 - Фурье-объектив.

задаваемым пространственным областям и предварительную аналоговую обработку сигналов в зарядовой форме [3, 4]. Для управления и первичной обработки информации используется комплекс аппаратуры ЭВМ "Электроника-60" - КАМАК, который широко используется на ССРТ.

Можно выделить три основных этапа обработки сигнала в АОЭП.

1. Формирование оптического сигнала в выходной плоскости АОС, распределение интенсивности которого в каждом из четырех каналов

оптического преобразования определяется распределением спектральной плотности мощности входного сигнала в соответствующем частотном диапазоне.

2. Дискретизация спектрального распределения с целью формирования отдельных частотных каналов, детектирование оптического сигнала и накопление полученных электрических сигналов в многоэлементном ФПЗС.

3. Первичная обработка полученных отсчетов (интегрирование в течение 0.1–2 с, арифметические операции, калибровка и т.п.), регистрация и отображение результатов с помощью цифрового вычислительного комплекса.

Кроме того, поскольку для выделения сигналов как корреляционной ДН, так и циркулярно поляризованной составляющей радиоизлучения используется модуляционный прием [2], необходимо произвести двойную демодуляцию сигнала на частотах модуляции интенсивности (1 кГц) и поляризации (70 Гц).

Как показывают оценки, для получения требуемой избирательности каналов АОЭП (при заданном диапазоне перестройки) необходимо реализовать до 10^3 независимых отсчетов на выходе АОС. Суммирование зарядовых пакетов непосредственно в регистрах ФПЗС [3] дало возможность уменьшить число отсчетов, вводимых со всего сенсорного поля фотоприемника, до 120 за каждые 7 мс. Для обработки модулированного с частотой 1 кГц оптического сигнала применен способ синхронного накопления в матричном ФПЗС [4]. Выполнение указанных операций в аналоговом виде непосредственно на кристалле фотоприемника позволило значительно снизить требования к быстродействию канала ввода данных в ЭВМ и осуществить в реальном времени не только ввод данных по программному каналу и их простейшую обработку с применением стандартных аппаратных средств, но и управление матричным ФПЗС с использованием сравнительно простого КАМАК модуля „ПЗС–контроллер“ [5].

И с л е д о в а н и е м а к е т а А О Э П н а С С Р Т . В мае 1987 г. на ССРТ были проведены первые наблюдения с использованием одноканального макета АОЭП для проверки его функционирования в составе приемного комплекса ССРТ и выбранного алгоритма работы системы, а также отладки рабочей программы.

Макет АОЭП включал: 1) АОС на основе акустооптического модулятора на парателлурите с центральной частотой 70 МГц и полосой 30 МГц, размещенный на плите размером 0,4x0,4 м²; ФПЗС типа К 1200ЦМ1 с числом элементов в сенсорном поле 144x232; видеоусилитель сигналов ФПЗС; 8–разрядный АЦП; ПЗС контроллер; вычислительный комплекс „МЕРА–60“ с выходными устройствами регистрации; КАМАК–оборудование.

Макет АОЭП работал совместно с фильтровым электронным приемным устройством, причем мог быть подключен параллельно любой из четырех секций последнего, обеспечивающей обработку сигнала в полосе 28 МГц каждая, что соответствует одной четвертой части полного скана. Разбиение полосы на каналы и время интегрирования сигнала в макете АОЭП выбирались такими же, как в фильтро-

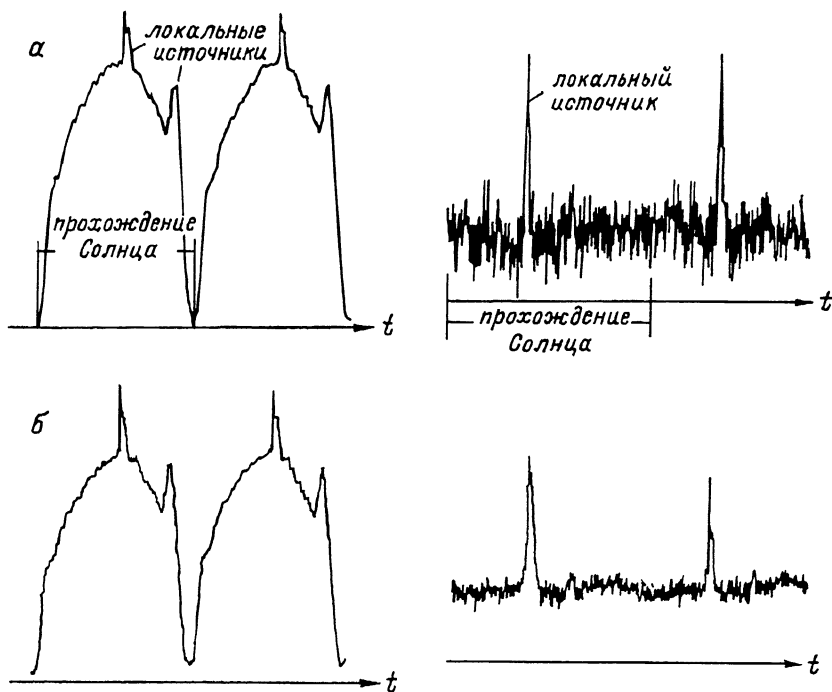


Рис. 2. Результаты регистрации сигналов интенсивности (слева) и поляризации (справа) в отдельных каналах фильтрового (а) и акустооптоэлектронного (б) приемных устройств в соседних интерференционных порядках.

вом приемнике. Время ввода отсчета в ЭВМ составляло 20 мкс, время синхронного накопления в ФПЗС – 7 мс (14 циклов при частоте модуляции 1 кГц), число циклов накопления в ЭВМ – 72.

Синхронизация работы АОЭП осуществлялась от внешнего тактового генератора штатного приемного устройства. Тактовые импульсы поступали в ЭВМ через регулирующую линию задержки и таймер. В ответ ЭВМ инициировала синхронные сдвиги и вывод кадра из ФПЗС. В промежутках между этими операциями ЭВМ осуществляла обработку и регистрацию информации.

Программное обеспечение было написано на языке Ассемблера и занимало 4 Кбайт. Оно состояло из трех программных модулей: начального диалога, управления ФПЗС и модуля обработки и регистрации. Отдельные подпрограммы обработки включались оператором в ходе наблюдения.

На рис. 2 приведены кривые прохождения, полученные при параллельной регистрации сигналов интенсивности (слева) и поляризации (справа) на выходах соответственных каналов фильтрового приемно-

го устройства (рис. 2, а) и АОЭП (рис. 2, б). Из сравнения кри-
вых видно хорошее соответствие положения, структуры и яркости
двух локальных источников на Солнце, зарегистрированных обоими
приемными устройствами, что подтверждает работоспособность и
правильность выбора параметров макета АОЭП, достоинствами ко-
торого (по сравнению с фильтровым) являются компактность, малое
энергопотребление, простота настройки каналов и управления их ха-
рактеристиками.

Л и т е р а т у р а

- [1] М а й о р о в С.А., О ч и н Е.Ф., Р о м а н о в Ю.Ф.
Оптические аналоговые вычислительные машины, Л.: Энергоатом-
издат, 1983. 117 с.
- [2] С м о л ь к о в Г.Я. - Изв. вузов, Радиофизика, 1983, т.26,
№ 11, с. 1403-1427.
- [3] М о л о д ь к о в С.А., Н о в и ц к и й А.П., С а е н -
к о И.И. Современное состояние и перспективы оптических ме-
тодов передачи, хранения и обработки информации. Сб. под ред.
С.Б. Гуревича, Л., 1984, с. 239-244.
- [4] Е с е п к и н а Н.А., М о л о д ь к о в С.А., С а е н -
к о И.И. Письма в ЖТФ, 1986, т. 12, № 2, с. 118-123.
- [5] М о л о д ь к о в С.А. - Приборы и техника эксперимента,
1987, № 3, с. 71-75.

Ленинградский политехнический
институт им. М.И. Калинина

Поступило в Редакцию
15 января 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 7

12 апреля 1988 г.

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ КОРОТКИХ ОБМЕННЫХ СПИНОВЫХ ВОЛН В КАСАТЕЛЬНО НАМАГНИЧЕННЫХ ПЛЕНКАХ ЖЕЛЕЗО-ИТТРИЕВОГО ГРАНАТА В НЕОДНОРОДНОМ СВЧ ПОЛЕ

П.Е. З и л ь б е р м а н, Н.С. Г о л у б е в,
А.Г. Т е м и р я з е в, В.М. Д я т л о в

Параметрические распадные процессы в ферромагнетиках могут
служить источником коротких спиновых волн. В массивных образцах
(например, в шариках) даже при небольшом превышении порога воз-
буждается пучок спиновых волн с различными направлениями распро-
странения [1]. В пленках из-за сильной анизотропии формы дости-
гается более высокая степень селекции волн [2-4]. В данной ра-
боте мы хотим сообщить об экспериментах, в которых обнаружено