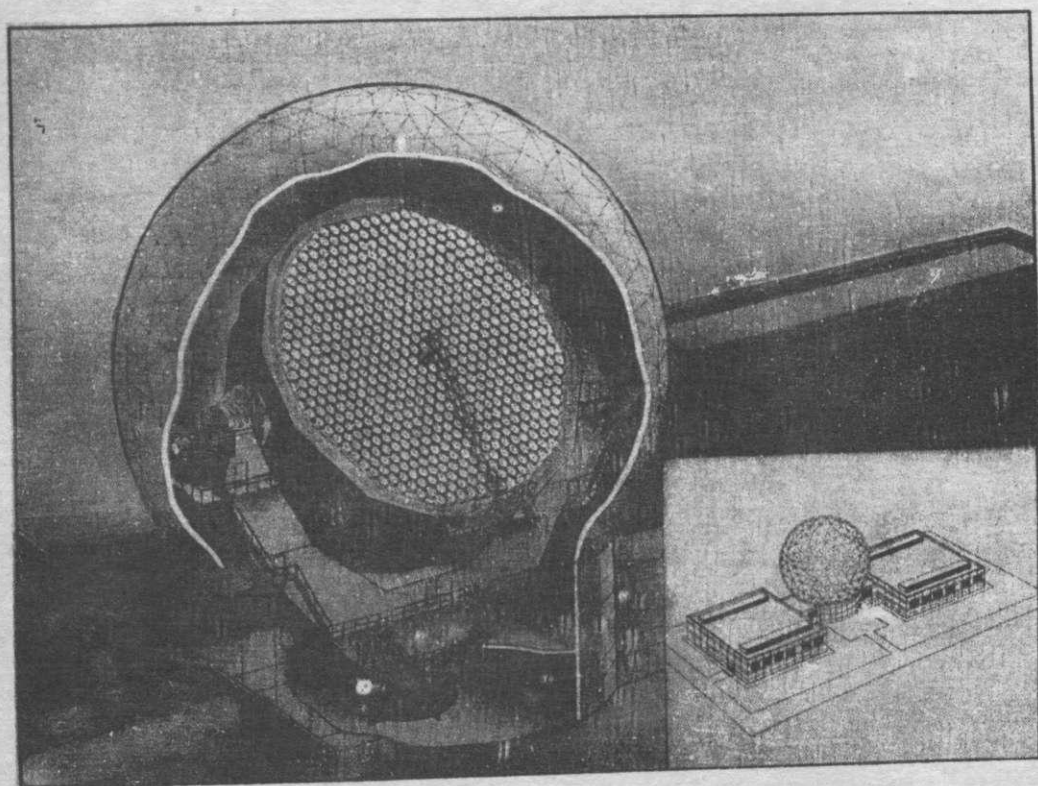


XXVII Научно-техническая  
конференция

# ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА АНТЕНН

МОСКВА, 23-25 АВГУСТА 1994 Г.



АО "РАДИОФИЗИКА"

МОСКВА, 1994

# ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ МОДУЛЯ ФАР МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН

А. А. Толкачев, Я. В. Доминюк, Г. В. Маркин, М. А. Епифанов  
А. В. Шишлов, А. Г. Шубов

АООТ "Радиофизика", Москва, 123363

Модульный принцип построения фазированных антенных решеток давно получил признание разработчиков. Этот принцип позволяет наращивать апертуру решетки с использованием однотипных элементов-модулей (или подрешеток) и добиться высокого качества выполнения антенны. Преимущества его могут быть продемонстрированы в таких антенных решетках, в которых к каждому модулю подключен оконечный усилитель мощности в передающем канале и маломощный усилитель в приемном канале. В этом случае потери в трактах возбуждения усилителей мощности и сбора отраженных эхосигналов практически не оказывают влияния на КПД антенны. С другой стороны, становится возможным с помощью диаграммообразующей матрицы, связанной с модулями, сформировать в режиме приема многолучевую систему парциальных диаграмм направленности антенны.

Используя ФАР такого типа в миллиметровом диапазоне волн, возможно в ближайшем будущем создать остронаправленные антенны с шириной луча вплоть до нескольких минут [1].

В докладе рассматривается многоэлементный модуль ФАР миллиметрового диапазона. Модуль обеспечивает сканирование луча в коническом секторе углов 50 градусов.

Модуль представляет собой отражательную антенную решетку (рис. 1). Он включает в себя центральный облучатель и 3600 излучателей, размещенных в узлах гексагональной сетки на металлической плите. Апертура модуля имеет форму правильного шестиугольника с диаметром вписанного круга 640 мм.

Ячейки управления с отражательными ферритовыми фазовращателями фарадеевского типа размещены позади плиты. Каждый излучатель подключен к фазовращателю, причем соединительный волновод выполнен в виде сквозного отверстия в металлической плите.

## Поперечны

й размер ферритовых фазовращателей миллиметрового диапазона, выпускаемых в настоящее время, составляет 3 мм, расстояние между соседними излучателями превышает длину волны.

Чтобы подавить паразитные интерференционные максимумы в диаграмме направленности, каждый излучатель выполняется в виде диэлектрического стержня. Благодаря взаимной связи между излучателями стало возможным сформировать парциальную диаграмму секторной формы, сократить число элементов в модуле и стоимости антенны. Таким образом, в данной конструкции реализован метод сканирования луча в ограниченном секторе [2].

Облучатель размещен на опоре, внутри которой проложен волновод круглого сечения и установлен рупор. Напротив рупора, с помощью металлического перфорированного укрытия, смонтирован контррефлектор, создающий для отраженных лучей кольцевую картину, совпадающую со средней линией конической секции укрытия [3]. Конструкция укрытия является практически радиопрозрачной в заданном диапазоне (вносимые потери не превышают 0,3 дБ). Предложенная конструкция облучателя отличается механической прочностью и позволяет обеспечить высокую взаимную точность расположения элементов в процессе производства.

Выбор закона амплитудного распределения в апертуре модуля зависит от формы парциальной диаграммы элемента и осуществляется по критерию максимального КПД антенны [4].

На входе облучателя установлены поляризатор и поляризационный селектор. Один вход селектора соответствует излучаемой волне круговой поляризации правого направления вращения, другой - принимаемым эхо сигналам с круговой поляризацией левого направления вращения.

Были исследованы несколько типов плоского укрытия модуля, один из вариантов показан на рис. 1.

Конструкция волноводных элементов и ячеек управления не приводится - это является предметом отдельного рассмотрения.

Заслуживает внимания алгоритм управления решеткой. Он использует косоугольную систему координат, с углом между осями - 120 градусов. Апертура модуля разделена на три идентичные подрешетки, каждая из которых состоит из 35 столбцов и 3 строк. Информация о фазовых состояниях фазовращателей, необходимая для сканирования лучом, поступает от процессора и первоначально записывается в память ячеек управления. Затем эта информация сбрасывается в фазовращатели. Таким образом, удается достичь преимуществ поэлементного метода управления лучом и получить простую схему управления, присущую ФАР со строочно-столбцевым методом управления.

Модуль спроектирован, исходя из следующих требований:

Ширина луча по уровню -ЗдБ, град. 1  
 Сектор электронного сканирования, град. +/- 25  
 Коэффициент усиления в главном направлении, дБ 39,3  
 Коэффициент усиления на краю сектора сканирования, дБ 37,5  
 Поляризация круговая правая-на прием,  
 левая -на передачу  
 Габариты, мм 640x740x970  
 Масса, кг 150

Разработка модификаций модулей ФАР проводится в следующих направлениях:

- создание широкоугольных модулей на основе ферритовых фазовращателей с уменьшенным размером поперечного сечения (сектор сканирования решетки 80 ... 90 градусов);
- конструирование унифицированных модулей с уменьшенными габаритами (440\*508\*583 мм) и массой (110 кг);
- разработка модуля, обеспечивающего сканирование луча в азимутальной плоскости.

Последняя модификация модуля содержит линейную решетку и несимметричный параболо-цилиндрический рефлектор для формирования угломестной диаграммы направленности. Подобные антенны могут оказаться полезными в некоторых бортовых и аэродромных РЛС. Такой модуль включает в себя около 100 фазовращателей и позволяет обеспечить сравнительно малую стоимость выпускаемых изделий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ботавин В. П., Денисенко В. В., Левитан Б. А., Толкачев А. А., Шишлов А. В. О возможности применения миллиметровой РЛС для выявления осколков в космическом пространстве. Аннотации принятых сообщений на 92-й международной конференции. Женева. 1992. стр. 51.
2. Коротков В. Д., Скобелев С. П. Диэлектрические излучатели антенных решеток. Тезисы XXVI конференции "Теория и техника антенны", часть 2, Москва, НИИРФ, 1991, стр. 10.
3. Глезерман Е. Г., Колобов В. А., Полухин Г. А., Щубов А. Г. Осесимметричный распределитель мощности. Авторское свидетельство СССР, N 1571714, Международная классификация H01Q 19/12. 1990.
4. Антипин А. Г., Полухин Г. А., Щубов А. Г. О расчете пространственного возбуждателя антенной решетки. Антенны под редакцией А. А. Пистолькорса. Выпуск 33. 1986. стр. 65.

