

УДК 621.372

Д.В.Прокофьев (6 курс, каф. РФ); Э.Ф.Зайцев, к.т.н., проф.

СКАНИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИФАР

ABSTRACT: In sectional operation the problem making of scanning systems in a radio-frequency range is considered on the basis of application IPAA. Their leading characteristics, such as the, peak sector of scanning, operating range of distances, resolution.

В данной работе рассматривается создание сканирующих систем высокого разрешения на основе интегральных ФАР с ферритовым управлением (ИФАР) [1] и их основные характеристики. Общая структурная схема подобной системы приведена на рис. 1.

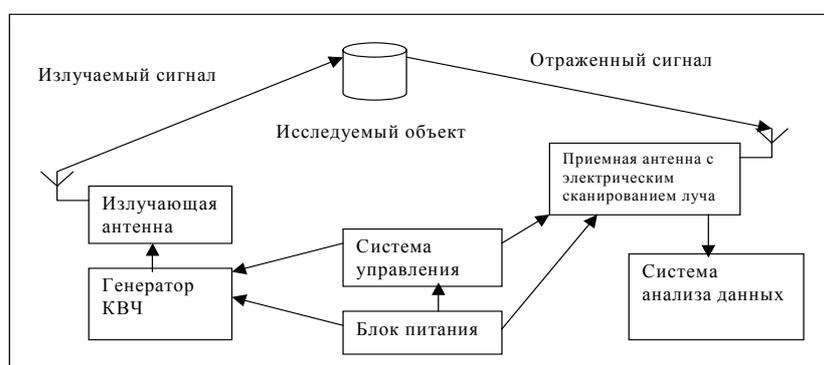


Рис. 1

Излучающая антенна, которая в простейшем случае может являться ненаправленным излучателем, облучает объект; на приемную антенну попадает отраженный сигнал от различных частей облучаемого объекта в зависимости от положения ее максимума диаграммы направленности. В качестве антенны с электрическим управлением луча применяется ИФАР.

Система предназначена для сканирования на малых расстояниях для получения максимально возможного разрешения.

Конструкция самого простого линейного варианта ИФАР показана на рис. 2.

Проблема при использовании ИФАР состоит в том, что ее диаграмма направленности формируется в дальней зоне, на расстоянии не менее 10 м от антенны, а получить малую



Рис. 2

ширину пятна засветки антенны на таком расстоянии невозможно, а при использовании на малых расстояниях форма и ширина диаграммы направленности ИФАР не удовлетворяют нашим нуждам. Для решения этой проблемы необходимо использовать ИФАР с измененной формой фазового фронта на апертуре антенны, которая обеспечивает уменьшение ширины пятна засветки ИФАР на заданном расстоянии, или сфоку-

сированную ИФАР. Сектор сканирования у сфокусированной ИФАР несколько несимметричен за счет того, что фокусировка производится на угол $+5^\circ$ к антенне. Это делается для того, чтобы избежать влияния эффекта нормали на работу антенны.

Основными характеристиками для систем этого класса являются максимальный сектор сканирования, рабочий диапазон расстояний и разрешения.

Сектор сканирования. По данным [1], для линейной ИФАР 8 мм диапазона сектор сканирования составляет 40-45°. При компьютерном моделировании для ИФАР сфокусированной на расстояние 30 см, было получено, что на краях диапазона наблюдается достаточно сильное увеличение ширины, пятная засветки, что для нашей системы недопустимо, поэтому сектор сканирования в зависимости от частоты на которой работает ИФАР, предлагается уменьшить на 10% .

Рабочий диапазон расстояний. Диапазон расстояний, в котором может функционировать система также, в основном, определяется антенной и ее характеристиками, в частности, частотой и расстоянием фокусировки. Моделирование показало, что диапазон расстояний, в котором антенна не меняет своих характеристик ("глубина резкости"), наиболее сильно зависит от расстояния фокусировки. В частности, для антенны сфокусированной на расстояние 50 см ширина пятна засветки допустимо меняется в диапазоне расстояний от 40 см до 60 см, а при фокусировке на 30 см в диапазоне 25-35 см.

Разрешение. Самой важной характеристикой для сканирующих систем на малом расстоянии является разрешение. Под разрешением в данном случае будем понимать ширину объекта расположенного на заданном расстоянии от антенны. Расчеты показывают, что для антенны со следующими параметрами: длина волны 8,6мм; расстояние между диполями 4,5 мм; количество излучающих диполей 55; затухание волны в волноводе 0,3 Дб/см; коэффициент начального замедления волны 3,9; дополнительное затухание за счет намагничивания феррита 0,4 Дб/см и сфокусированной на 0,3 м, ширина пятна засветки составляет 1,3 - 1,4 см. что составляет 1,5-1,6λ. Исследовались возможности данной системы по определению объектов расположенных в секторе сканирования на одном расстоянии от ИФАР. Было показано, что при ширине объекта 1,5см или 2° объекты с различными коэффициентами отражения можно различить, если коэффициенты отражения различаются не менее чем на 5%. Объекты, имеющие ширину 1λ также могут быть определены, но только в случае если разность коэффициента отражения между ними не меньше 40% или они расположены друг от друга на расстоянии не менее 2λ.

Возможно проведение дальнейших улучшений разрешения сканирующих систем на основе ИФАР за счет использования:

- оптимальных методов обработки сигнала,
- для облучения объектов не ненаправленного излучателя, а ИФАР с такой же точно диаграммой направленности, как и у приемной антенны,
- ИФАР на более высокой частоте.

Таким образом, показано, что сканирующая система на основе ИФАР будет в среднем иметь следующие характеристики: Сектор сканирования 38°, разрешение $\cong \lambda$, дальность 30 см, "глубина резкости" ± 5 см. То есть реализация сканирующей системы высокого разрешения на основе ИФАР не только имеет смысл, но и дает характеристики близкие к теоретическому пределу для данного частотного диапазона.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Э.Ф. Зайцев, А.Б. Гуськов, А.С. Черепанов «Новые антенны миллиметрового диапазона волн с электрическим сканированием» Научно-технические ведомости СПбГПУ 2001 2(24).