

УДК 621.372

Д.В. Прокофьев (5 курс, каф. РФ); Э.Ф. Зайцев, к.т.н, проф.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОКУСИРУЮЩИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ИФАР

ABSTRACT: This work is devoted to investigation of Integrated Phase Array (IPA), when the point of view is placed in near-field area of the antenna. In this case the strong distortions of antenna pattern diagram is watched. For the decision of a task of use of the antenna on small distances the application of focusing is possible. The decision of a task focusing IPA and the results of simulation analysis will be given in this report.

Введение

Интегральная фазированная антенная решетка (ИФАР) является сложной структурой на основе ферритового диэлектрического волновода (ФДВ) который обеспечивает соответствующее фазовое распределение между излучающими элементами. Главный элемент антенны – трехслойная волноведущая ФДФ - структура (феррит - диэлектрик-феррит). Нижняя поверхность ФДФ - структуры металлизирована, на верхней поверхности расположены излучающие диполи.

Фазовый сдвиг между токами в соседних диполях, а вместе с ним и направление максимума излучения зависят от фазовой скорости волноводной моды $V_{\text{фаз}}$:

$$\sin(\theta_0) = q - \frac{n_0 \cdot \lambda}{d}$$

где $q=c/V_{\text{фаз}}$ это коэффициент изменения фазовой скорости основной рабочей моды в ФДВ или коэффициент замедления, n_0 -целое число. Ток в управляющей обмотке намагничивает ферритовые слои в противоположных направлениях параллельно оси y (см. рисунок 1) . Изменение магнитной индукции B в ферритовых слоях изменяет величину q и приводит к сканированию луча в H -плоскости.

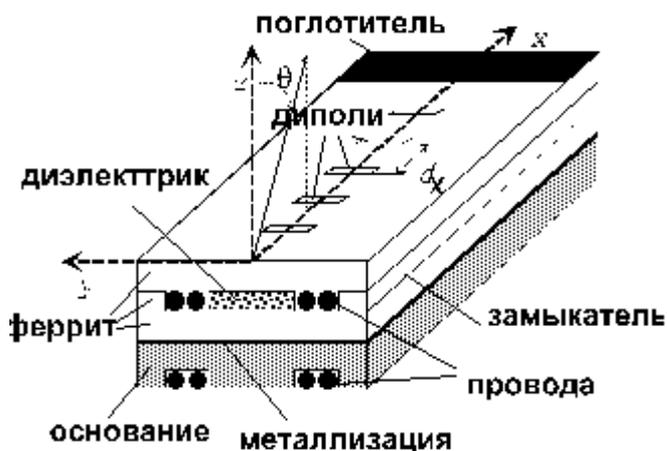


РИС.1

Фокусировка ИФАР

При использовании такой антенны на расстоянии от 1-2 диаметров антенны до ее дальней зоны (этот диапазон расстояний далее мы будем называть промежуточной зоной) мы имеем сильное изменение характеристик ДН антенны в зависимости от расстояния, связанное с линейностью фазового фронта волны на излучающих элементах ИФАР. Для уменьшения искажений ДН антенны в промежуточной зоне необходимо изменить фазовый фронт на апертуре антенны (то есть произвести фокусировку антенны). Под фокусировкой в данном случае будем понимать изменение фазового фронта на апертуре антенны для достижения минимально возможной ширины луча в заданном диапазоне расстояний для данной антенны. Для ИФАР возможно два основных метода фокусировки. Первый метод фокусировки с использованием неоднородного по

длине ФДВ, второй с помощью неравномерного распределения излучающих элементов вдоль антенны.

Метод фокусировки с использованием неоднородного по длине ФДВ

Фокусировка ИФАР производится за счет изменения формы фазового фронта на выходе антенны от линейного до параболического. Это достигается за счет изменения коэффициента замедления волны вдоль ФДВ, что приводит к отличию в фазе между излучающими диполями. В этом случае замедление в ФДВ должно быть непрерывной функцией координаты. Но реализация этого варианта является достаточно сложной задачей, поэтому для фокусировки используется способ не непрерывного изменения коэффициента замедления вдоль ФДВ, а ступенчатый. Моделирование ДН антенн сфокусированных таким образом показало, что этот метод дает хорошие результаты, как в ближней, так и в дальней зоне. При этом ступенчатый характер изменения коэффициента замедления вдоль ФДВ никак не влияет на качество получаемых результатов. При этом возможна фокусировка не на конкретное расстояние, а на диапазон расстояний, начиная с расстояния в 1м.

Метод фокусировки с использованием неравномерного распределения диполей доль волновода

В этом случае изменение формы фазового фронта обеспечивается за счет изменения расстояния между диполями. Тогда волне требуется разное время для достижения диполя, что приводит к изменению ее фазы. Также как и в предыдущем, случае, при реализации использовалась ступенчатая зависимость расстояния между диполями от координаты вдоль волновода. Предполагается, что для этого метода результаты будут аналогичны по сравнению с предыдущим. Но работа по фокусировке этим методом еще не завершена.

Выводы

Фокусировка ИФАР в промежуточной зоне методом использования неоднородного по длине ФДВ возможно и дает хорошие результаты. Ширина пятна засветки на расстоянии 0,5м не превышает 1,7см для антенны длиной 23см имеющей 55 излучающих элементов. Ширина основного луча ДН и, следовательно, ширина пятна засветки очень сильно зависит от числа элементов, при 60 элементах ширина пятна =1см. Ширина же пятна засветки для не сфокусированной антенны на расстоянии 0,5м составляет 6см для антенны с 55 излучателями. Следовательно, можно сказать, что на небольших расстояниях фокусировка ИФАР дает существенный выигрыш в ширине пятна засветки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zaitsev E. F., Yavon Y. P., Komarov Y.A., Guskov A. B., Kanivets A. Yu. MM-wave Integrated Phased Arrays with Ferrite Control.// IEEE Transactions on Antennas and Propagation. Гуськов А.Б.,
2. Зайцев Э.Ф., Черепанов А.С. Излучение диполя, расположенного на продольно намагниченной ферритово-диэлектрической структуре. //Деп. в ВИНТИ, 2000, №349-В00.