МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

РЯЗАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра РУС

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине “Антенны и устройства СВЧ”

на тему: Линейная решетка спиральных антенн с электронным сканированием.

*Выполнил:*

*Руководитель:*

Содержание

Введение

Расчет одиночного излучателя

Расчёт антенной решётки

Схема питания антенной решетки

Конструкция излучателя

Заключение

Список используемой литературы

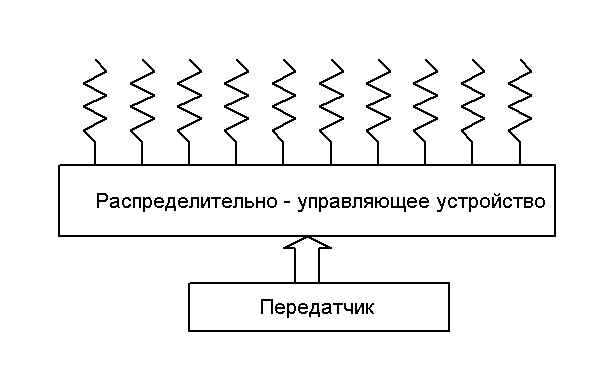
## Введение

В данной курсовой работе рассматривается линейная решетка, излучателями которой служат цилиндрическая спиральные антенны. Спиральная антенна относится к антеннам бегущей волны, поле излучения которых в направлении оси имеет вращающуюся (круговую) поляризацию. Такие антенны широко используются в радиолокации для получения более контрастного изображения цели на фоне помех, а также при работе с летательными и космическими аппаратами, положение антенн которых в пространстве не стабилизировано.

Однозаходная цилиндрическая спиральная антенна представляет собой проволочную спираль с постоянным шагом S, выполненную на цилиндрической поверхности радиуса R=a.

Один конец спирали остается свободным, а другой соединен с внутренним проводником коаксиальной линии. Внешний проводник коаксиальной линии присоединяется к металлическому экрану, имеющему форму диска или многоугольника. Экран служит для получения однонаправленного излучения и уменьшения токов, наводимых на внешнем проводнике коаксиального фидера. Диаметр экрана выбирается (0,7 - 0,9) λ.

Для обеспечения более хороших свойств антенны (например более высокой скорости перемещения луча в пространстве) применяют антенные решетки (рис.1)



**рис.1**

Мощность с выхода передатчика поступает в распределительно-управляющее устройство. Здесь осуществляется деление мощности в нужной пропорции между излучателями решётки, а также обеспечивается создание требуемых фазовых сдвигов между токами в них. Для решения этих задач в распределительно-управляющих устройствах применяются делители мощности, фазовращатели, коммутаторы и другие элементы фидерного тракта. Формируемая решёткой диаграмма направленности зависит от диаграмм направленности отдельных излучателей, их взаимного расположения и числа.

Использование АР позволяет существенно повысить эффективность современных бортовых и наземных радиосистем за счет осуществления быстрого безынерционного обзора пространства путем сканирования луча АР электрическими методами; увеличение коэффициента усиления антенны; формирование диаграммы направленности с требуемой шириной и уровнем боковых лепестков путем создания соответствующего амплитудно-фазового распределения по раскрыву решетки.

**Анализ поставленной задачи.**

По техническому заданию надо спроектировать сканирующую в вертикальной плоскости линейную антенную решетку, излучателями которой служат цилиндрические спиральные антенны.

Также необходимо заметить, что у спиральных антенн в зависимости от формы ДН и направления максимума излучения различают три режима: режим бокового или поперечного излучения, режим осевого излучения и режим наклонного излучении. Наиболее используемым является режим осевого излучения, обеспечивающий максимальный КНД и круговую поляризацию в направлении максимума ДН. Направление вращения плоскости поляризации совпадает с направлением намотки спирали.

Используем следующую методику расчета. Сначала основываясь на значении рабочей частоты и длине антенной решетки, которые являются, исходными данными для расчета вычисляем параметры одиночной спиральной антенны и ее ДН. После этого используя значения угла сканирования и уровня боковых лепестков, вычисляется количество излучателей решетки, расстояние между ними, а также ДН множителя решетки.

После этого вычисляется ДН линейной антенной решетки.

## Расчет одиночного излучателя

В качестве одиночного излучателя берется цилиндрическая спиральная антенна.

Исходными данными является рабочая частота и длина АР.



Гц



Вычисляется рабочий диапазон:

м



Длина витка спирали принимается равной длине волны рабочего диапазона:



Определяем длину одиночного излучателя, берем



где D - КНД,

а G - коэффициент усиления.

Оптимальный шаговый угол спирали равен α=11°. Следующим пунктом рассчитываются шаг и радиус спирали.



Вычисляется количество витков спирали n=l1/s=8, производится перерасчет l1=ns=0,076м = 7,6см. Проверяется величина коэффициента усиления

22.897  G



Или G=D=13.598 дБ.

Ширина диаграммы направленности находится по формуле приведенной в литературе [6].

(2Θ0.5) = 52°

Входное сопротивление Zвх=Rвх=140 Ом.

Рассчитывается эквивалентная фазовая скорость тока спирали

Vопт =c/ [ (1+λ/2l1) sinα] = 11.84\*108 м/с V= Vопт\* sinα= 2.26\*108 м/с.

Рассчитывается форма диаграммы направленности. Где k - волновое число, L - длина витка спирали,ξ - коэффициент укорочения волны (ξ= (s+λ) /L, ξ=1.22).



## Расчёт антенной решётки

Как уже отмечалось, антенные решётки позволяют сделать диаграмму остронаправленной, увеличить КНД антенны, обеспечить возможность обзора довольно широкого сектора пространства. Исходными данными для расчёта антенной решётки является сектор сканирования и длина волны.

АР является линейной, все излучатели одинаковы, следовательно, нужно рассчитать расстояние между излучателями, чтобы после можно было построить ДН множителя линейной эквидистансной решетки. Схематически решетка представлена на рис.2.



Согласно заданию решетка должна обеспечивать электрическое качание луча, т.е. сканирование. Это возможно реализовать в случае несинфазного режима работы. В основу положено то свойство, что при изменении разности фаз токов соседних излучателей от 0 до , направление максимального излучения плавно поворачивается от нормали к плоскости решетки. В случае если решетка синфазная, то расстояние между элементами следует выбирать оптимальным, т.к. в случае если это расстояние окажется больше, т.к. начнут появляться дифракционные лепестки. Для несинфазной антенной решетки расстояние между элементами следует выбирать меньше оптимального, в противном случае при отклонении луча дифракционные лепестки множителя решетки будут входить в основной лепесток ДН излучателей, что приведет к росту боковых лепестков ДН решетки



Для расчета воспользуемся формулой:



Где α=30° - угол сканирования. Получаем d=3,3 см. Исходя из условия, что длина антенной решетки l=6λ и ширины излучателя 2R=0,328 выбираем d=0,648и получаем 9 излучателей.

По техническому заданию требуется обеспечить уровень боковых лепестков в Е плоскости - 16 дБ, следовательно, в этом случае равноамплитудное возбуждение элементов решетки не подходит. Выберем распределение "Косинус на пьедестале" и по известной формуле [5] рассчитываем ДН множителя решетки.



Диаграмма направленности АР определяется перемножением ДН одиночного излучателя и ДН множителя решетки.



Диаграмма направленности множителя решетки представлена на рис.3, а диаграмма направленности АР представлены рис.4 для случая α =0 и на рис.5 для α =30° в плоскости Е. Для плоскости Н ДН будет иметь вид ДН одиночного излучателя.



рис.3



рис.4



рис.5

**Ширина диаграммы направленности:**

Ширину ДН по уровню 0,5 можно определить по ДН в Е плоскости по уровню 0,707.

ФрешЕ=8

ФрешН=20.5=52

**Расчет коэффициента усиления антенной решетки:**

Коэффициент усиления антенной решетки с равноамплитудным возбуждением определяется как произведение: , где -количество излучателей в решетке, - коэффициент усиления одиночного излучателя.



При ориентации луча в направлении нормали решетки КНД , при равноамплитудном возбуждении , тогда Коэффициент усиления (-КПД), тогда при не равноамплитудном возбуждении , для распределения "Косинус на пьедестале"



G=914,90,949=127,2609 дБ

**Полоса пропускания:**

Полоса пропускания всей антенной решетки зависит от допустимого снижения коэффициента усиления при изменении частоты. Выберем допустимое значение снижения коэффициента усиления , тогда полоса пропускания определяется по формуле:



Uдоп () =0,4



## Схема питания антенной решетки

Самый распространенный способ создания антенных решеток позволяющих производить сканирование это фазированные антенныерешетки - ФАР. Существуют активные и пассивные ФАР. В активных ФАР каждый элемент решетки возбуждается от отдельного фазируемого генератора. В пассивных ФАР все излучатели возбуждаются от одного генератора, энергия которого с помощью распределительных фазируемых устройств разделяется между элементами решетки.

Выберем параллельную схему питания, т.к она имеет следующие преимущества:

1) Такая схема позволяет использовать сравнительно маломощные фазовращатели.

2) Сигнал приходит на каждый элемент решетки с одинаковым ослаблением.

3) Отсутствует накопление фазовых ошибок вдоль раскрыва.

На рис.6 приведена схема питания:



рис.6

Направленный ответвитель распределяет энергию, поступающую от генератора, между излучателями в соответствии с выбранным законом распределения мощности (в нашем случае - "Косинус на пьедестале"), далее энергия поступает на фазовращатели, которые обеспечивают требуемый сдвиг фазы между соседними излучателями, затем, через прямоугольный волновод, энергия поступает непосредственно к элементам решетки спиральным антеннам.

## Конструкция излучателя

Излучатель представляет собой проволочную спираль, которая питается прямоугольным волноводом.



## Заключение

В данной курсовой работе спроектирована линейная антенная решетка цилиндрических спиральных антенн.

## Список используемой литературы

1. Устройства СВЧ и антенны. Методические указания к курсовому проектированию. Сост.: В.И. Елумеев, А.Д. Касаткин, В.Я. Рендакова. Рязань, 1998. №2693
2. Д.И. Воскресенский. Антенны и устройства СВЧ. Проектирование фазированных антенных решёток. - М.: Радио и связь, 1981.
3. А.Л. Драбкин, В.Л. Зузенко, А.Г. Кислов. Антенно-фидерные устройства. - М.: Советское радио, 1974.
4. Д.М. Сазонов. Антенны и устройства СВЧ. Учебник для радиотехнических специальных вузов. - М.: Высшая школа, 1988г.
5. Д.И. Воскресенский. Проектирование фазированных антенных решеток - Москва: Радиотехника, 2003.
6. А.П. Дорохов. Расчёт и конструирование антенно-фидерных устройств. Изд. Харьковского университета, 1960.
7. Г.Г. Гошин. Антенны и фидеры. - Томск 2003г.