Министерство общего и профессионального образования РФ

Рязанская государственная радиотехническая академия

## Кафедра радиоуправления и связи

# Курсовая работа

по дисциплине "Антенны и устройства СВЧ"

по теме

"Линейная решётка рупорных антенн"

Выполнил:

студент группы 117

Угаров А.А.

Руководитель:

доц. Елумеев В.И.

### Рязань 2004

Содержание

##### Введение

1. Теоретическая часть
2. Расчёт основных электрических и геометрических параметров линейной решётки рупорных антенн и её элементов
3. Конструктивный расчёт и разработка конструкции АФУ
4. Описание конструкции

##### Заключение

Библиографический список

Введение

Антенно-фидерное устройство, обеспечивающее излучение и прием радиоволн, - неотъемлемая часть любой радиотехнической системы. Требования к техническим характеристикам антенн вытекают из назначения радиосистемы, условий размещения, режима работы, допустимых затрат и т.д. Реализуемость необходимых направленных свойств, помехозащищённости, частотных, энергетических и других характеристик антенн во многом зависит от рабочего диапазона волн. Хотя в радиотехнических системах используют разные диапазоны частот, сверхвысокие частоты (СВЧ) получают все более широкое применение. Это объясняется возможностями реализации в антеннах СВЧ характеристик, влияющих на важнейшие показатели качества всей радиосистемы. Так, в диапазоне СВЧ антенны могут создавать остронаправленное излучение с лучом шириной до долей градуса и усиливать сигнал в десятки и сотни тысяч раз.

Антенны СВЧ широко применяются в различных областях радиоэлектроники – связи, телевидении, радиолокации, радиоуправлении, а также в системах инструментальной посадки летательных аппаратов, радиоэлектронного противодействия, радиовзрывателей, радиотелеметрии и др.

Широкое распространение получили остронаправленные сканирующие антенны (антенные решётки). Сканирование позволяет осуществлять обзор пространства, сопровождение движущихся объектов и определение их угловых координат. Замена слабонаправленных или ненаправленных антенн, например связных, остронаправленными сканирующими позволяет не только получать энергетический выигрыш в радиотехнической системе за счёт увеличения коэффициента усиления антенн, но и в ряде случае ослаблять взаимные влияния одновременно работающих различных систем.

Применение антенных решёток для построения сканирующих остронаправленных антенн позволяет реализовать высокую скорость обзора пространства и способствует увеличению объема информации о распределении источников излучения или отражения электромагнитных волн в окружающем пространстве. В зависимости от геометрии расположения излучателей в пространстве антенные решётки (АР) подразделяются на одномерные (линейные, кольцевые, дуговые), двухмерные (поверхностные) и трехмерные. Одним из видов линейных антенных решёток является линейная решётка рупорных антенн.



Рис. 1. Линейная антенная решётка

1. Теоретическая часть

Заданием данной курсовой работы является проектирование и расчёт линейной решётки рупорных антенн. В качестве элемента антенной решетки будем использовать пирамидальный рупор.

Рупорные антенны являются простейшими антеннами СВЧ – диапазона. Они могут применяться как самостоятельно, так и в качестве элементов более сложных антенн. Рупорные антенны позволяют формировать диаграммы направленности (ДН) шириной от 100-140° до 10-20°. Рупорные антенны являются широкополосными, они обеспечивают примерно полуторное перекрытие по диапазону. Коэффициент полезного действия рупора – высокий (≈100%).



## Рис.2. Пирамидальный рупор



O1- вершина рупора

h1- длина (высота) рупора

γ1- угол раствора рупора

O2- вторая вершина рупора

h2- вторая длина (высота) рупора

γ2- второй угол раствора рупора

2. Расчёт основных электрических и геометрических параметров линейной решётки рупорных антенн и её элементов

Выпишем основные формулы для расчёта линейной решётки рупорных антенн:

,



где μ-коэффициент, определяемый законом распределения поля в соответствующей плоскости и уровнем на котором задана ДН. Формула определяет ширину ДН линейной решетки рупорных антенн на уровне 0.5 по мощности в горизонтальной плоскости



формула определяющая ширину ДН одного излучателя (рупора) на уровне 0.5 по мощности в горизонтальной плоскости



формула определяющая ширину ДН линейной решётки рупорных антенн уровне 0.5 по мощности в вертикальной плоскости

,



формула определяющая количество излучателей (рупоров) линейной решетки

,



формулы определяющие длины рупоров, соответственно в "E" и "H"-плоскостях



формула определяющая максимально допустимые значения шага, при котором отсутствуют дифракционные максимумы



формула определяющая ДН линейной решётки рупорных антенн



ДН рупора в "Е" - плоскости , без учёта фазовых искажений



ДН рупора в "Е" - плоскости , с учётом квадратурных фазовых искажений



множитель системы

Проведём расчёт основных параметров одиночного пирамидального рупора и линейной решётки:

1.



2.



3.



4.



5.

, при n = 5



Проведём расчёт ДН линейной решётки рупорных антенн:

1. , без учёта фазовых искажений



ДН пирамидального рупора в "Е" - плоскости, без учёта фазовых искажений



ДН множителя системы:



ДН множителя системы:



ДН линейной решётки рупорных антенн в "Е" - плоскости, без учёта фазовых искажений:



1. , с учётом квадратурных фазовых искажений



ДН пирамидального рупора в "Е" - плоскости, с учётом фазовых искажений



ДН множителя системы:



ДН множителя системы:



ДН линейной решётки в "Е" - плоскости, с учётом фазовых искажений



Проведём расчёт волноводно-щелевой антенны



## Рис.4. Волноводно-щелевая антенна

Прежде чем приступить к расчёту волноводно-щелевой антенны, проведем расчет параметров волновода ( выберем его тип), необходимого для подключения рупора к волноводно-щелевой антенне.



## Рис.5. Прямоугольный волновод

Выбор волновода:

##### Волновод выбираем исходя из заданной рабочей частоты:



##### Марка волновода WR-112

Размеры волновода:



Расчёт волноводно-щелевой антенны:

Найдем размеры волновода и длину волны в волноводе:



Т.о. значение d выбрано нами неверно. Выберем, например:



Т.о. длина волны в волноводе равна:



Размеры волновода:



Определяем размеры и марку волновода по справочнику:

Марка волновода: WR-112

Размеры волновода:



Определим теперь длину щели в узкой стенке прямоугольного волновода и её ширину, зная заданную мощность в антенне.

Длина щели равна:



Проведём расчёт ширины щели:

Ширина щели d1 в ВЩА выбирается исходя из условий обеспечения необходимой электрической прочности и требуемой полосы пропускания. При выборе ширины щели должен обеспечиваться двух- или трехкратный запас по пробивной напряжённости поля для середины щели, где напряжённость поля максимальна (). Такой запас выбирается исходя из конструктивных требований и условий работы щелевой антенны:



, где



-амплитуда напряжения в пучности; d1-ширина щели; - предельное значение напряжённости поля, при котором наступает электрический пробой(для воздуха при нормальных условиях )



При равномерном амплитудном распределении поля по раскрыву антенны, когда излучаемая антенной мощность делится поровну между щелями:

, где



- подводимая к антенне мощность; -проводимость излучения щели; -число щелей.



,



для резонансных щелей



Расчёт:

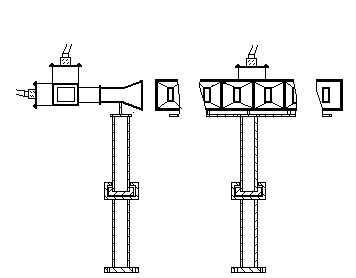


Оценка полосы пропускания антенны:

Проведём оценку полосы пропускания антенны:



Эскиз проектируемой антенны



3. Конструктивный расчёт и разработка конструкции АФУ

Предварительный анализ проектируемой антенны

Изобразим приближенно элементы устройства:

В линейную решётку рупорных антенн будут входить следующие элементы:

* Линейка из пирамидальных рупоров
* Запитывать рупоры будем с помощью волноводно-щелевой антенны (поперечные щели в узкой стенке волновода)
* Запитывать волноводно-щелевую антенну будем с помощью волноводного тройника , либо E- типа, либо H- типа
* Волноводы также будем использовать для соединения линейки рупоров , с волноводно-щелевой антенной



## Рис.3. Волноводно-щелевая антенна



## Рис.4. Линейная решётка рупорных антенн



Рис.5. Волноводный тройник Н-типа

#### Заключение

В ходе выполнения данной курсовой работы, я рассчитал параметры и диаграмму направленности линейной решетки состоящей из рупорных антенн. В качестве рупора я использовал пирамидальный рупор. Рис.2. Решётка представляет собой набор пирамидальных рупоров расположенных в линейку. Рис.4. В процессе расчётов установили, что число рупоров (излучателей) N равно 32.

Достоинством рупорных антенн является большая диапазонность и простота конструкции. С помощью рупорных антенн, мы спроектировали линейную решётку, обладающую достаточно узкой ДН.

Недостатком такой линейной решётки является то, что из-за большого числа излучателей увеличиваются размеры решётки, а соответственно и масса конструкции тоже увеличивается.

По результатам выполнения курсовой работы была рассчитана линейная решетка из рупорных антенн со следующими параметрами :

* Ширина ДН в горизонтальной плоскости 2 град
* Ширина ДН в вертикальной плоскости 20 град
* Сектор сканирования +/- 10 град
* Поляризация линейная
* Полоса пропускания антенны является достаточно широкой

Полученные результаты соответствуют требованию технического задания

# Список литературы

1. А.Л. Драбкин и В.Л. Зузенко "Антенно-фидерные устройства" Издательство "Советское радио" Москва-1961год

2. Д.М. Сазонов "Антенны и устройства СВЧ" Москва "Высшая школа" 1988год

3. А.С. Лавров, Г.Б. Резников "Антенно-фидерные устройства" Москва "Советское радио" 1974год Под редакцией Д.И. Воскресенского "Антенны и устройства СВЧ" Расчёт и проектирование антенных решёток и их излучающих элементов. Издательство "Советское радио" Москва-1972год

4. Антенны и устройства СВЧ: Методические указания к лабораторным работам. Часть / РГРТА; Составили: В.Я. Рендакова, А.Д. Касаткин, А.В. Маторин, А.В. Рубцов; Под редакцией А.В. Рубцова. Рязань, 1998год

5. М. С .Жук , Ю. Б. Молочков. Проектирование линзовых , сканирующих , широкодиапазонных антенн и фидерных устройств. М : Энергия , 1973.

6. А. Л. Фельдштейн , Л. Р. Явич , В. П. Смирнов. Справочник по элементам волноводной техники. М : Советское радио , 1967

7. Конспект лекций по курсу "Антенны и устройства СВЧ". А.В. Рубцов