

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Кафедра АиУСВЧ

«К защите допускаю»
Руководитель проекта _____
« ____ » _____ 2011г

Пояснительная записка
к курсовой работе
по теме «Расчет геометрических параметров антенны IsoPole™»

Выполнил:
Студент группы 940101

Руководитель проекта

Подпись _____

Минск 2011г.

Содержание

Введение	3
1. Обзор литературы	5
2. Предварительный расчет	7
3. Расчет электрических параметров антенны	
3.1. Описание процесса расчета	9
3.2. Результаты расчета антенны	11
4. Заключение	13
5. Список литературы	14
Приложение	

Введение

Задачей курсового проекта является расчет геометрических параметров антенны ISOPOLE на частоте $f=150\text{МГц}$.

Антенна ISOPOLE представляет собой электрически улучшенный вариант удлиненного двойного «Цеппелина» для работы в режиме вертикального излучателя (рис. 1а). Она описана в [1] как антенна стационарной радиостанции в виде вертикальной коаксиальной антенны с центральным питанием и двойной развязкой на объемном заграждающем контуре (рис. 1б).

Излучающий сегмент антенны ISOPOLE имеет длину $2\frac{5\lambda}{8}$.

Посередине излучателя включена LC-цепочка, согласующая антенну с коаксиальным кабелем фидера. Нижняя половина излучателя с первым конусом действует как коаксиальный противовес длиной $\frac{5\lambda}{8}$, благодаря чему формируется существенно синфазное распределение тока на рис. 1в. Оба конуса длиной по $\frac{\lambda}{4}$ обеспечивает развязку фидера и мачты. Путем сравнительных измерений было установлено, что у антенны без развязки длиной $2\frac{5\lambda}{8}$ главный лепесток вертикальной диаграммы направлен под большим углом, так что двойная развязка антенны ISOPOLE надежно устраняет этот недостаток. Способ развязки с помощью объемного заграждающего контура запатентован (Н. О. Roosenstein - германский патент № 866680, 1938г.).

Изготовитель не приводит точных сведений об усилении, но можно предполагать, что оно равно 3 dBd. Антенна ISOPOLE, рассчитанная на частоту 146 МГц, характеризуется частотным интервалом $\pm 4\text{ МГц}$, в котором величина KCB не превышает 2.

Также зарубежная промышленность выпускает антенны *ISOPOLE* для различных частот: *IsoPole Jr* (125 -165 Mhz), *IsoPole 150*(135 – 160 Mhz), *IsoPole 160* (160-174 Mhz), *IsoPole 200*(195 - 240 Mhz), *IsoPole 450*(414 – 467 Mhz), *IsoPole 500*(467-520 Mhz), и для различных потребителей: для военной промышленности, для коммерческой деятельности и для радиолюбителей.

Для расчета электрических параметров антенны я буду использовать пакет программ *CST Studio™*, т.к. эта САПР позволяет быстро и с большой точностью рассчитать трехмерную модель антенны и ее характеристики.

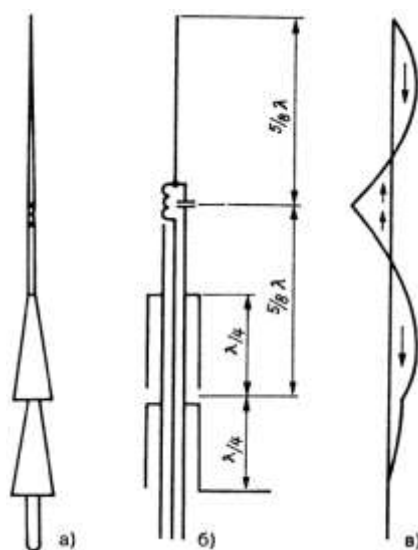


Рис. 1. а – внешний вид; б – принцип действия; в – распределение тока.

1. Обзор литературы

Для служебных и любительских радиосвязей широко используются УКВ. Радиосвязь на УКВ имеет следующие преимущества: независимость от погоды, времени суток, года, малый уровень помех, небольшие габариты аппаратуры и антенн. Служебные радиосвязи на УКВ осуществляются с помощью подвижных, переносных и стационарных радиотелефонных станций. Они применяются на строительстве, в сельском хозяйстве, на нефтепромыслах, в лесхозах, на транспорте. В городах радиотелефонными станциями оборудуют автомашины скорой медицинской помощи, пожарные и аварийные автомашины, такси.

В качестве антенн обычно применяют вертикально расположенные четвертьволновый несимметричный или полуволновый симметричный вибраторы.

Диаграмма направленности вертикального вибратора в горизонтальной плоскости имеет форму окружности, что позволяет с успехом использовать его для установления связи в любом направлении вдоль земной поверхности. В вертикальной плоскости антенна имеет главный максимум излучения, расположенный вдоль земной поверхности, что особенно выгодно в случае низко расположенных антенн, столь характерных для подвижных объектов. Наиболее удобной в конструктивном отношении антенной подвижного объекта является четвертьволновый штырь. Увеличение напряженности поля в пункте приема возможно путем применения передающих антенн, создающих еще более направленное излучение в вертикальной плоскости.

Одним из известных путей создания таких антенн для стационарных радиостанций является конструирование многоярусных коаксиальных антенн. Их усиление в 2,5-3,5 раза больше, чем у вертикального симметричного вибратора.

Также возможно увеличивать длину штыревой антенны вертикальной поляризации за $\frac{\lambda}{2}$. При этом на вертикальной ДН появляется второй лепесток, который имеет больший угол, но в то же время усиливается главный лепесток с малым углом. Пологое излучение достигает своего максимума при длине штыря $\frac{5\lambda}{8}$. При дальнейшем увеличении длины штыря, главный лепесток будет убывать, а второй расти. Данная антенна имеет усиление 1,37 дБ относительно полуволновой вибраторной антенны.

На основе вертикальной антенны длиной $\frac{5\lambda}{8}$ создано множество других антенн, которые используют один или несколько излучателей длиной $\frac{5\lambda}{8}$, одной из таких антенн является двойной «Цеппелин» рис. 2. На рис.2 представлен вариант с концевым питанием и фазовращательным элементом в середине излучателя, который также выполняет функцию удлинения обеих частей излучателя до электрической длины $0,75\lambda$. Усиление данной антенны составляет 3дБд в свободном пространстве, если же смонтировать ее на расстоянии $0,2\lambda$ от мачты, то мачта сработает как рефлектор и увеличит усиление на 1-1,5 дБ в преимущественном направлении и соответственно уменьшится в противоположном.

Недостатком такой антенны является искажение ДН в горизонтальной плоскости из-за наличия мачты.

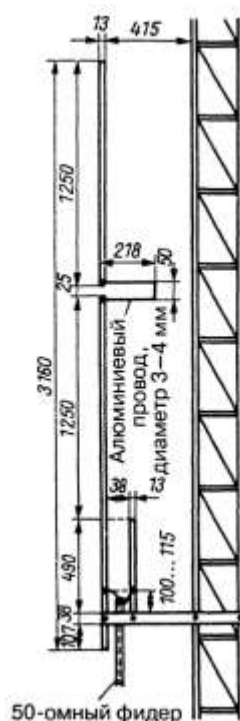


Рис. 2 Устройство и размеры удлиненного двойного «Цеппелина», рассчитанного на двухметровый диапазон и установленного перед решетчатой мачтой

2. Предварительный расчет

Мачта должны быть не короче 1λ для того чтобы разместить на ней два конуса. Длину мачты условно можно разбить на несколько частей: $\frac{5\lambda}{8}$ отрезок мачты на котором находится первый конус, $\frac{\lambda}{4}$ отрезок мачты на котором находится второй конус и некоторая длина l для крепежа антенны к опоре. В качестве излучателя используется прут длиной $\frac{5\lambda}{8}$.

Исходя из этого, можно рассчитать общую длину антенны и длины отдельных ее частей.

Мачта антенны представляет собой коаксиальный кабель, зачищенный от внешней оболочки, длиной $\frac{5\lambda}{8} + \frac{\lambda}{4} + l$. Рассчитаем длину мачты для заданной частоты $f=150\text{МГц}$:

$$L_m = \frac{5 \cdot \lambda}{8} + \frac{\lambda}{4} + l = 0.875\lambda + l;$$

Для получения распределения тока как на рис. 1в, выберем $L_m = 1,25\lambda$, из чего следует, что $l = 0,375\lambda$, и будем подводить целое число волн к антенне.

Так как длина волны на частоте 150МГц равна 2 метра, то окончательно получим:

$$L_m = 1.25\lambda = 2.5 \text{ м};$$

А также полную длину антенны:

$$L = 1.25\lambda + 0.625\lambda = 1.875\lambda = 3.75 \text{ м};$$

В качестве коаксиального кабеля я выбрал кабель типа *RG-8*. Диаметр кабеля составляет 24 мм, внутренней жилы – 6,6 мм, изоляции – 20 мм.

Диэлектрик – тефлон с $\varepsilon = 2.1$. При таких размерах волновое сопротивление кабеля составляет 50 Ом.

Высота каждого конуса составляет 0,25 λ , диаметр верхней части равен диаметру мачты, диаметр основания выбирается эмпирически, но должен быть больше чем 5 диаметров мачты.

3. Расчет электрических параметров антенны

3.1. Описание процесса расчета

Для расчета электрических параметров антенны воспользуемся САПР CST Studio Suite. CST Studio позволяет производить анализ и оптимизацию конструкций антенн в широком диапазоне частот методом конечных элементов во временной области.

Перед началом моделирования нужно установить наиболее удобные единицы измерения, и в случае с антенной изменить фоновый материал на вакуум.

Первый этап моделирования – создание трехмерной модели антенны. Для этого в CST Studio есть большое количество инструментов: создание геометрических фигур, тел вращения, булевы операции над объектами, макросы и многое другое. Внешний вид готовой модели продемонстрирован на рис. 3.

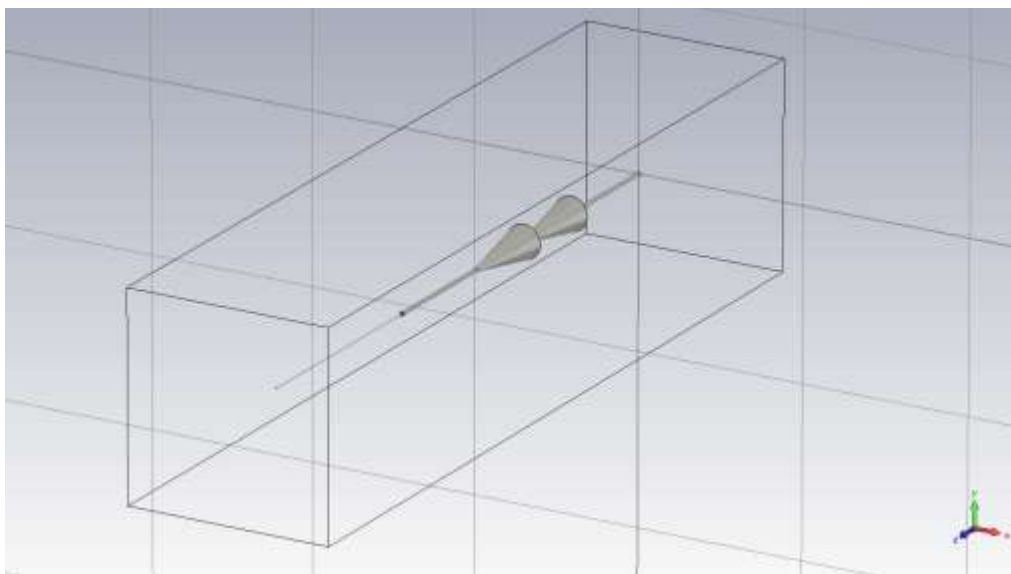


Рис. 3 Общий вид модели на плоскости рисования

Второй этап – задание частотного диапазона исследования антенны
рис. 4.

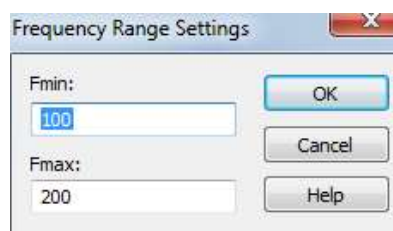


Рис. 4 Окно выбора частотного диапазона

Третий этап – установка граничных условий и симметрия. В случае антенны круговой поляризации нужно задать граничные условия как «open (add space)» рис. 5. Установка параметров симметрии позволяет значительно сократить время расчета антенны.

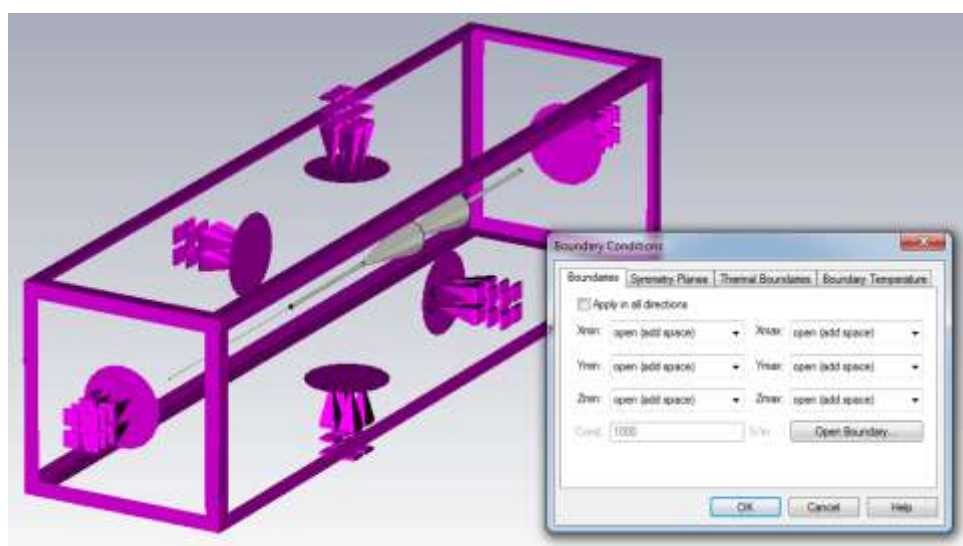


Рис. 5 Окно установки граничных условий

После данных действий можно запустить программу на моделирование.

Произведя моделирование можно просмотреть структуру E и H-поля на заданной частоте, трехмерную ДН и ДН в прямоугольной системе координат, а также зависимость КСВ от частоты и другие характеристики антенны.

3.2. Результаты расчета антенны

Трехмерная диаграмма направленности рис. 6.

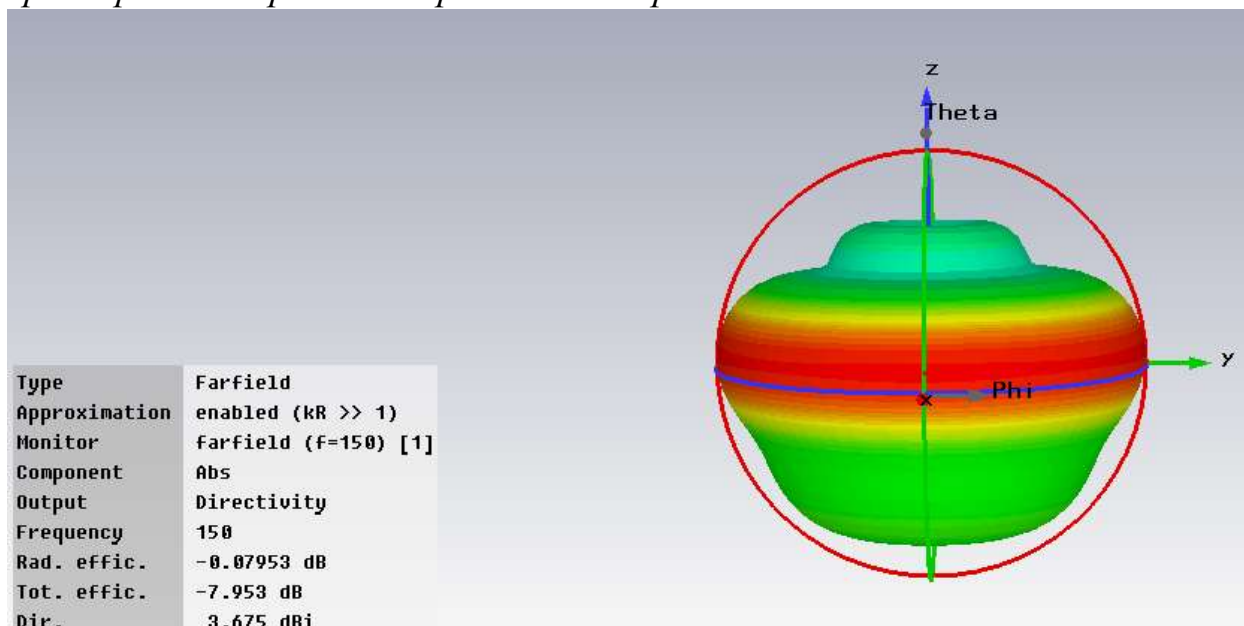


Рис. 6 Трехмерная диаграмма направленности

Диаграмма направленности в горизонтальной плоскости рис. 7.

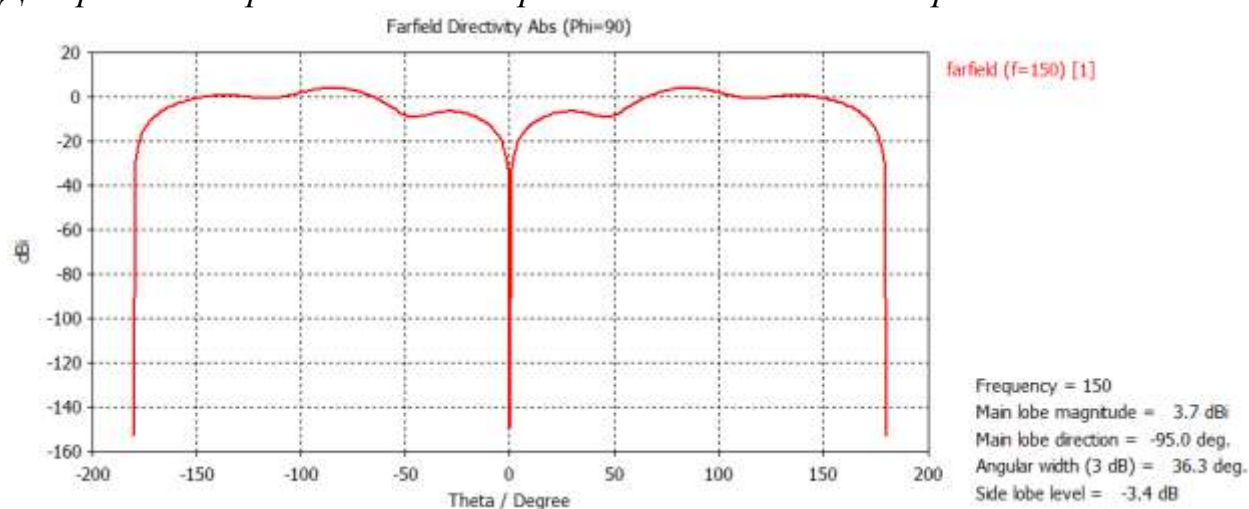


Рис. 7 Диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

Диаграмма направленности в вертикальной плоскости рис. 8.

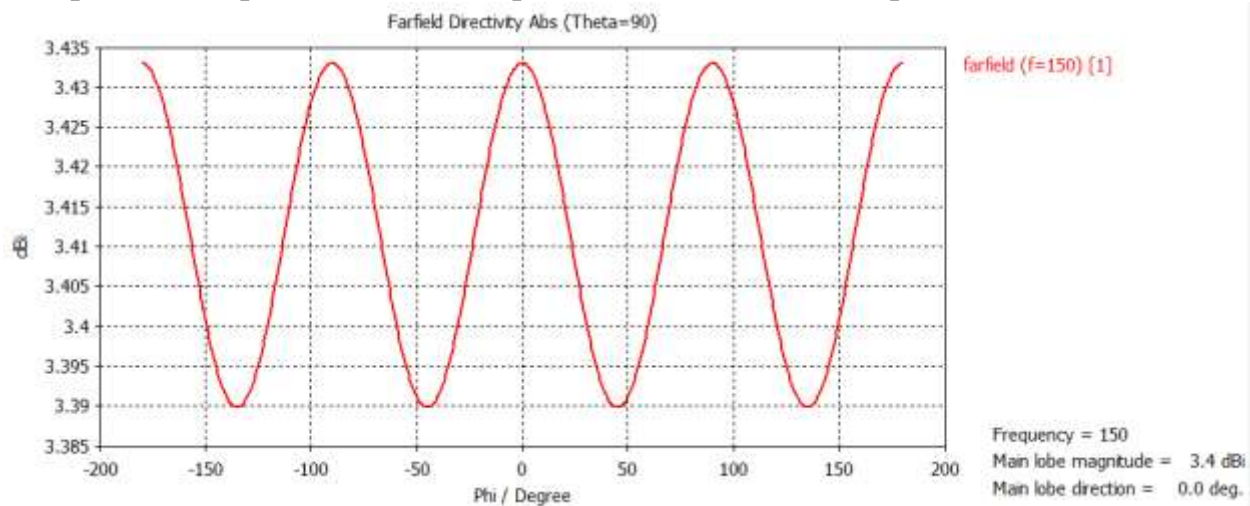


Рис. 8 Диаграмма направленности в вертикальной плоскости

Зависимость КСВ от частоты рис. 9.

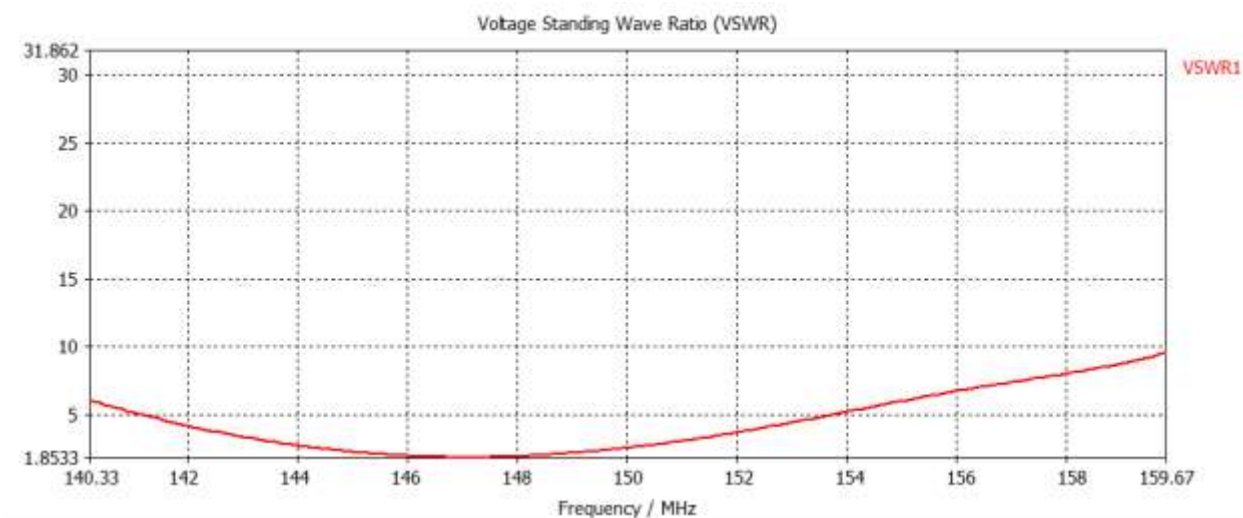


Рис. 9 Зависимость КСВ от частоты

4. Заключение

Проектирование антенны ISOPOLE с помощью программы CST Studio, показала, что расчет данной антенны может быть реализован для практического применения в диапазоне УКВ на частоте 150 МГц. Данная антенна, имеет ряд преимуществ перед другими антеннами, такими как антенна типа Ground Plane, Диполь и других типов. Это простота изготовления не требующая использования дорогостоящих материалов. Легко настраивается в резонанс, что немаловажно. Антенна не требует специальной защиты от грозы, так как сама антенна в силу конструктивных и электромагнитных особенностей является громоотводом, так как нижний конец антенны заземлен. Имеет коэффициент усиления около 3 Дб. Также эта антенна широко применяется в среде радиолюбителей и хорошо себя зарекомендовала. Из недостатков антенны ISOPOLE можно выделить узкую полосу частот на которой КСВ меньше 2-х.

5. Список литературы

1. *Krischke, A.: ISOPOLE - Eine neue VHF-Antenne. Beam, 5/1982 с.24-25.*
2. *О. А. Юрцев, Ю. Ю Бобков., В. В. Кизименко, А. П. Юбко, Г. В. Герасимович. Мет. Пос. Моделирование антенн в режимах излучения и рассеяния в пакетах CST studio, HFSS, FEKO и узкоспециализированных программах – Мн.: БГУИР. 2011.*
3. *Ротхаммель К. Антенны. Пер. с немецкого. Том 1. 2. –Мн.: Наш город. 2001*
4. *Айзенберг Г.З., Ямпольский В.Г., Терешин О.Н. Антенны УКВ. Ч.1,2 – М.:Связь. 1977.*
5. *Пат. 4,352,109 US, МПК H01Q 1/52. END SUPPORTABLE DIPOLE ANTENNA / Donald K. Reynolds и др. - Оpubл. 28.09.1982.*
6. *Курушин, А. А. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio/ А. А. Курушин, А.Н. Пластиков. – М. Издательство МЭИ, 2010.*
7. *Б.П. Иванов. Методические указания по выполнению курсовой работы «Проектирование СВЧ устройств» - Ульяновск: УГТУ. 2005.*
8. *Интернет ресурс: <http://cst.com/>*