

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского»  
Физический факультет

# Моделирование логопериодической антенны для системы пассивной радиочастотной идентификации

Подготовили:

Варнаков Сергей Александрович, магистрант ОмГУ им Ф.М.  
Достоевского

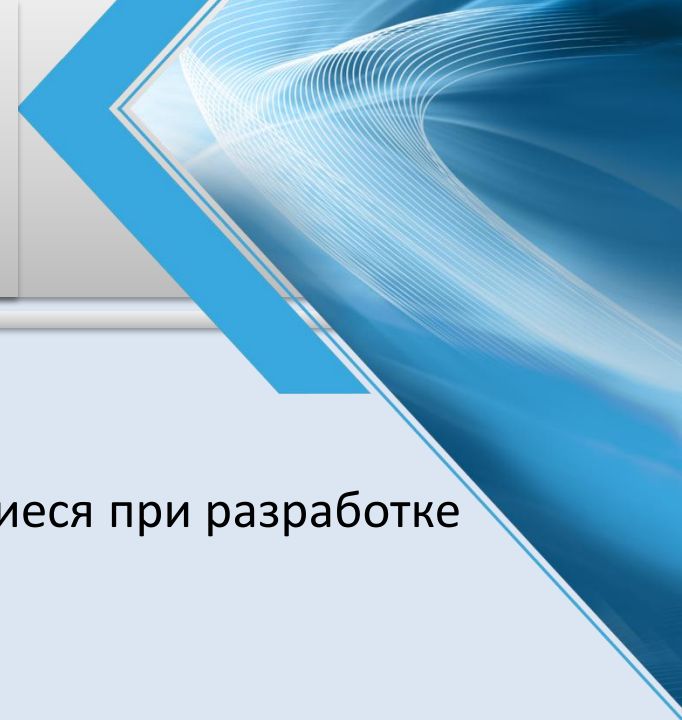
Болдырева Мария Николаевна, магистрант ОмГУ им. Ф.М.  
Достоевского

## Основные задачи



1. Изучить программное обеспечение, используемое для разработки антенных систем.
2. Рассчитать логопериодическую антенную систему для пассивной системы радиочастотной идентификации, охватывающую диапазон СВЧ от 860 до 2450 МГц.
3. Провести построение и моделирование рассчитанной антенной системы при помощи специального программного обеспечения.

# Программное обеспечение



Основные программные продукты, используемые при разработке антенных систем:

- MMANA-GAL (Basic v. 3.0.0.15);
- Ansys HFSS (15.0.0.2 64-bit);
- CST Microwave studio (CST studio suite).

Программы сторонних разработчиков, находящиеся в открытом бесплатном доступе, использованные для расчёта:

- Расчёт логопериодической антенны (версия 0.1.1, автор R3UAAA);
- LogAnt (ver. 0.2.1, автор Goodefine).

## Предварительный расчёт

С целью сокращения ручных расчетов, предварительно геометрия антенны рассчитывалась в программе «Расчёт логопериодической антенны» и «LogAnt».

Выборочно была проведена проверка правильности расчётов путем ручного пересчета отдельных плеч антенны, подтвердившая правильность заложенных в программное обеспечение формул.

Основной критерий:

диапазон частот от 860 до 2450 МГц, с целью перекрытия двух основных диапазонов частот, применяемых в системах RFID, с минимально возможными габаритами

# Предварительный расчёт

## Пример расчёта антенны в программе «Расчёт логопериодической антенны»

**Расчет логопериодической антенны**  
Расчет основан на ARRL antenna book 15th edition, p.10-4,10-5, OH3FG/KO4BC

Исходные данные:  
Нижняя частота: 860 МГц  
Верхняя частота: 2450 МГц  
Импеданс линии питания: 50 Ом  
Диаметр бум: 1 мм

Постоянные "Tau" и "Sigma" определяют физическое поведение антенны. Большие значения означают большие размеры антенны и большее усиление. Значение "Tau" может лежать в пределах  $1 > \text{Tau} > 0.8$ .  
Значение "Sigma" необязательно указывать напрямую. Если оставить значение пустым, то оно будет вычислено автоматически. Вычисленное значение будет равно максимально возможному, при заданном значении "Tau". Значение "Sigma" может лежать в пределах  $0.22 > \text{Sigma} > 0.05$ .

Tau: 0.8  
Sigma:

Инфо    Расчет    Отмена

**Результаты расчета**

Антенна:  
Нижняя частота: 860 МГц  
Верхняя частота: 2450 МГц  
Значение Tau: 0,8  
Значение Sigma: 0,143  
Волновое сопротивление линии: 50 Ом  
Диаметр бум: 1 мм  
Расстояние между половинами бум: 1,371 м  
Примерное усиление антенны: 8,3 dBi  
Количество элементов: 10  
Количество материала на элементы: 0,778 м  
Длина бум: 0,26 м

Вид антенны:  
  
Просмотр

Параметры элементов (длина и расстояние в метрах):

Номер	Длина	Половина длины	Расстояние от предыдущего элемента	Расстояние от конца бум
1	0,023	0,012	0,008	0,261
2	0,029	0,015	0,01	0,252
3	0,037	0,018	0,013	0,242
4	0,046	0,023	0,016	0,229
5	0,057	0,029	0,02	0,212
6	0,071	0,036	0,026	0,192
7	0,089	0,045	0,032	0,166
8	0,112	0,056	0,04	0,134
9	0,14	0,07	0,05	0,094
10	0,174	0,087	0	0,044

Печать...    Закрыть

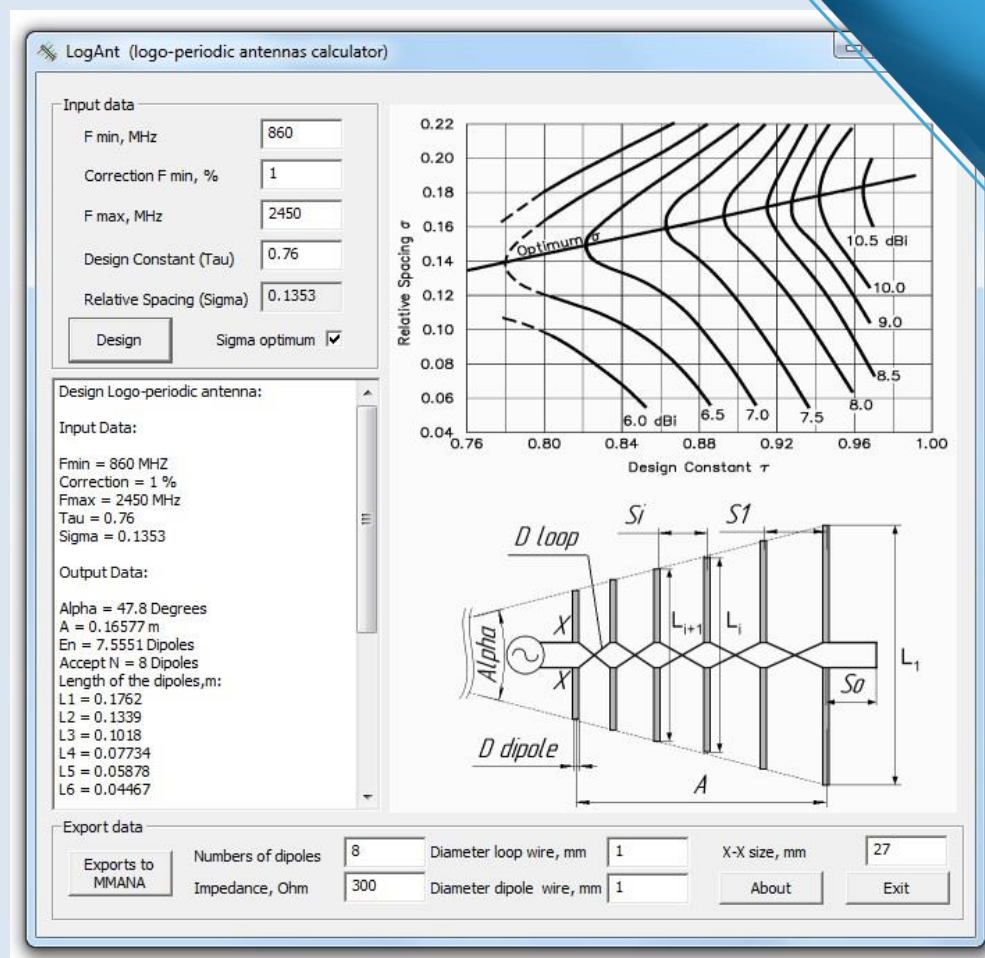
Вид антенны:

# Предварительный расчёт

## Пример расчёта антенны в программе «LogAnt»

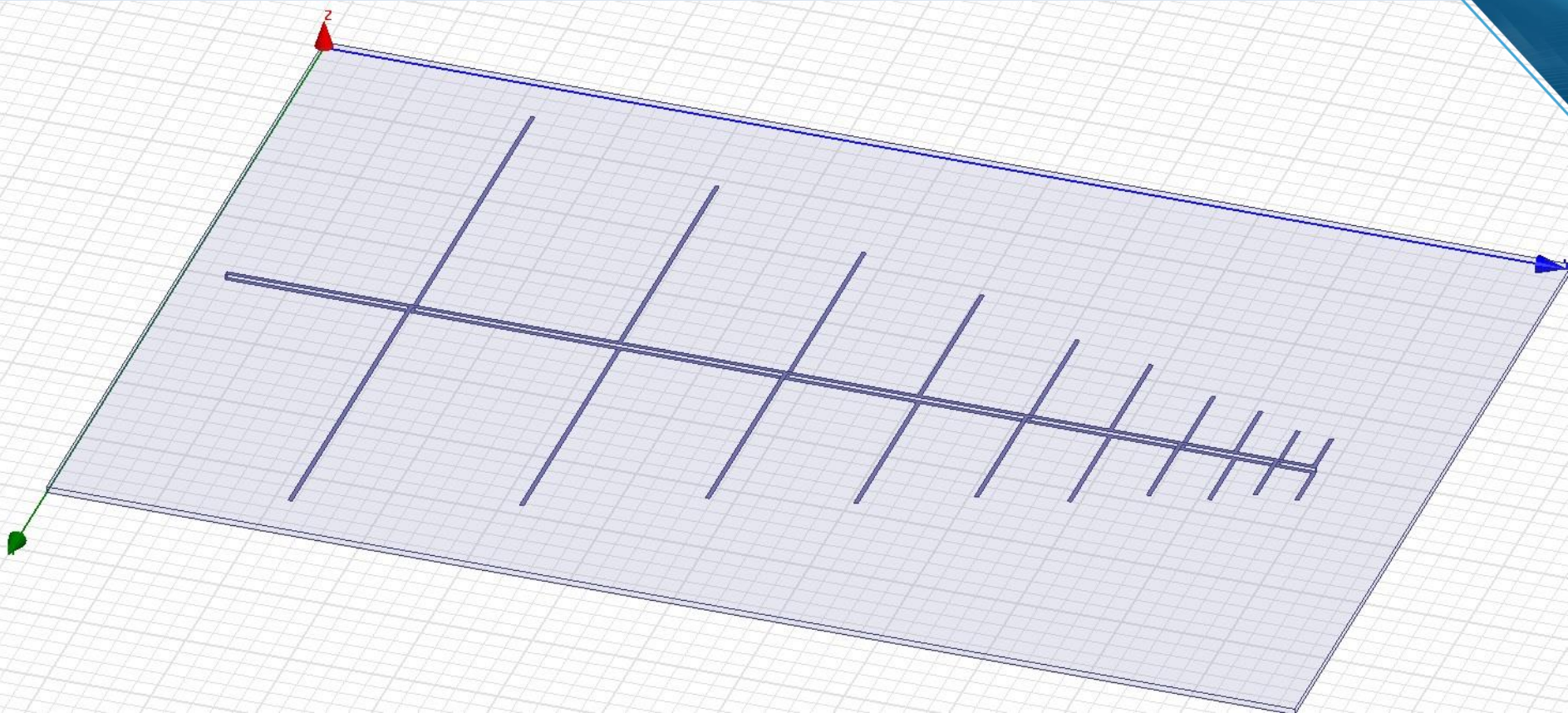
Основное отличие, возможность установки периода  $T = 0,76$ , и, соответственно, уменьшение габаритных размеров антенны.

Изменение периода всего на  $0,04$ , позволило сократить длину антенны на  $9$  см.



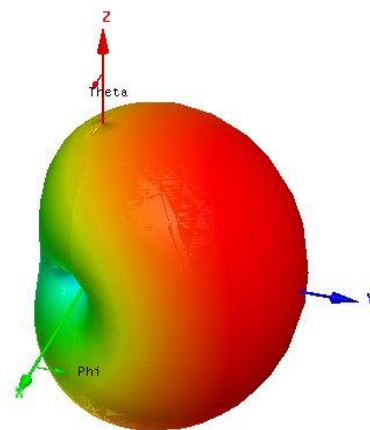
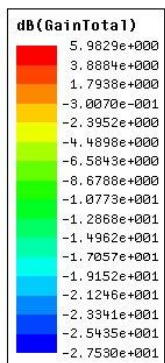
# Построение и моделирование

Антенна №1 с периодом  $T = 0,8$



# Построение и моделирование

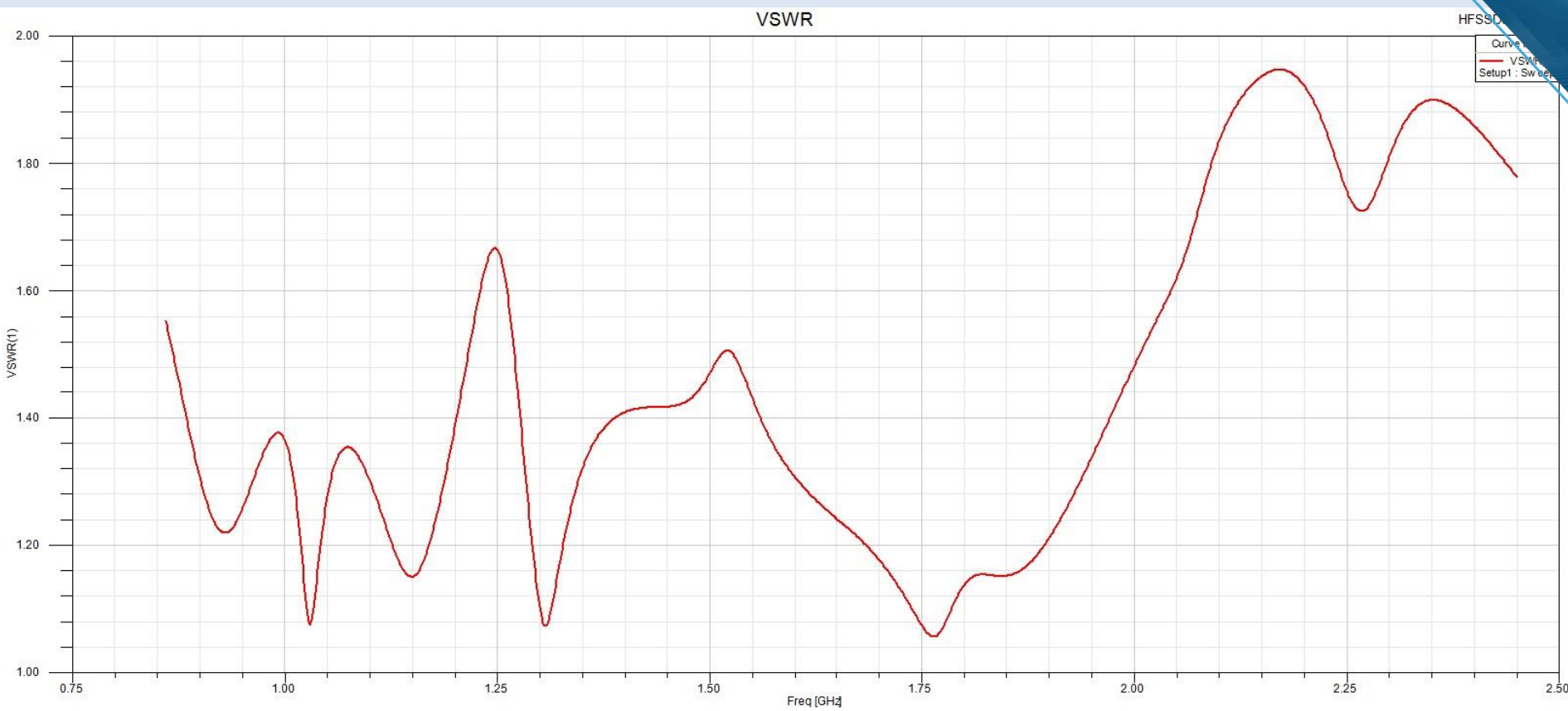
## Антенна №1, диаграмма направленности





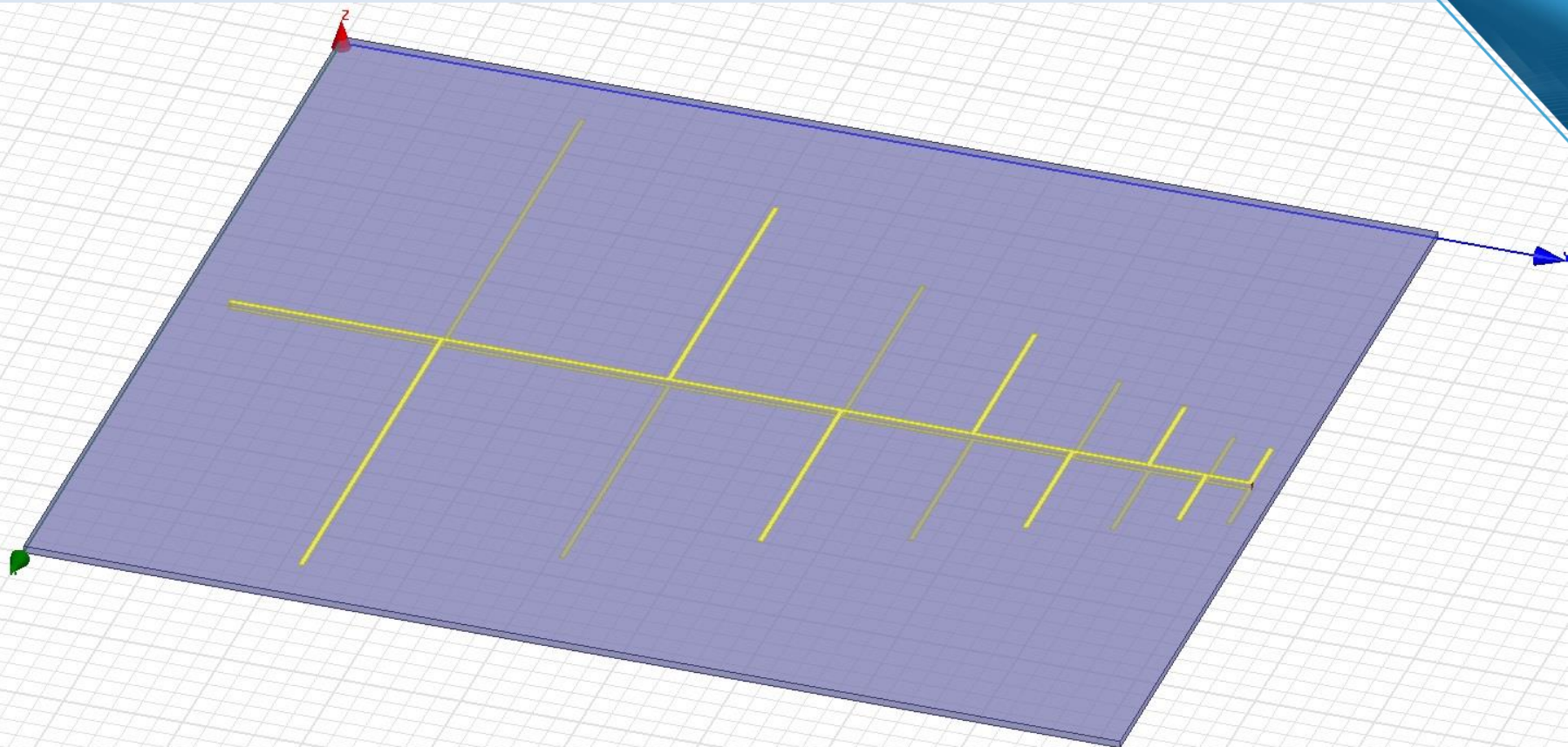
# Построение и моделирование

## Антенна №1, КСВН



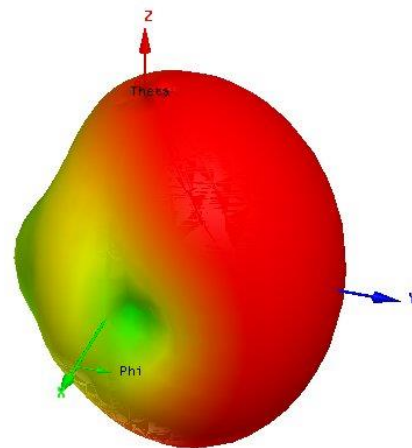
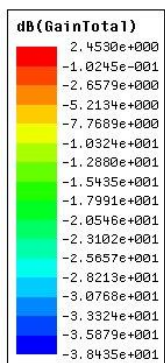
# Построение и моделирование

Антенна №2 с периодом  $T = 0,76$



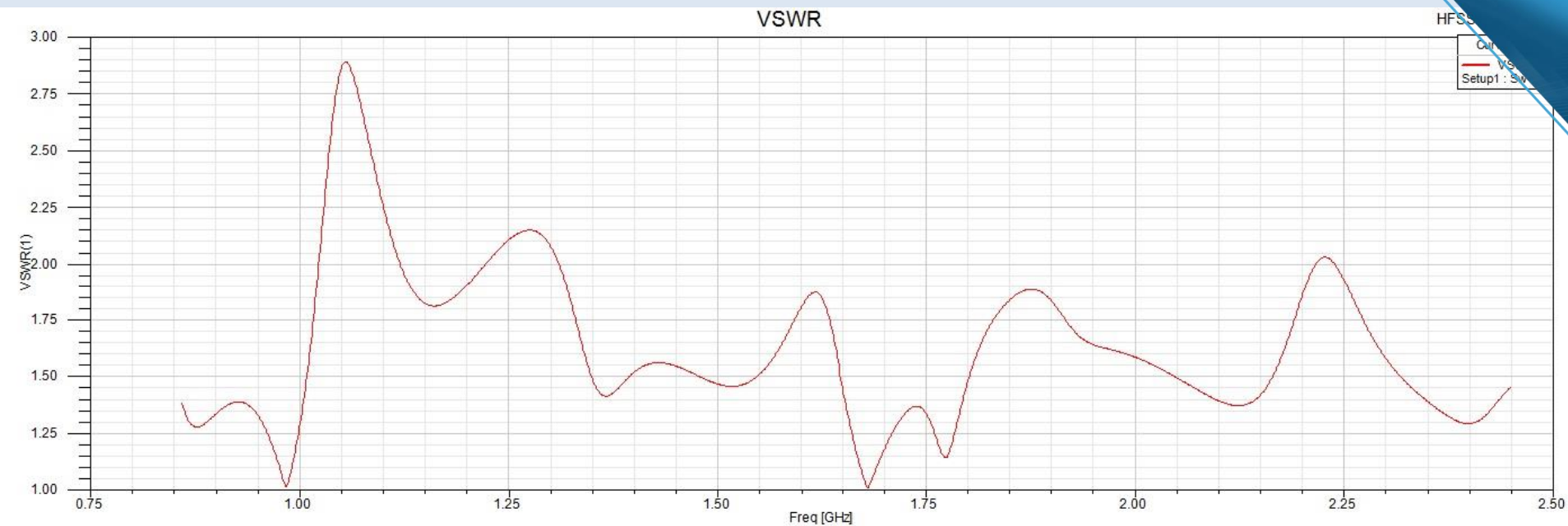
# Построение и моделирование

## Антенна №2, диаграмма направленности



# Построение и моделирование

## Антенна №2, КСВН



## Предварительный расчёт

Так как классические коэффициенты расчёта были исчерпаны и дальнейшее их снижение приводило к недопустимому снижению характеристик антенны, было принято решение снижать геометрические размеры за счёт изменения формы излучателей антенны на основе фрактала Коха.

Число итераций взято 2, ввиду физического ограничения размеров крайних излучателей. Для антенны №2 крайний излучатель имеет длину диполя 1,08 мм, что при ширине проводника на поверхности печатной платы 1 мм, делает практически невозможным его корректное построение.

## Предварительный расчёт

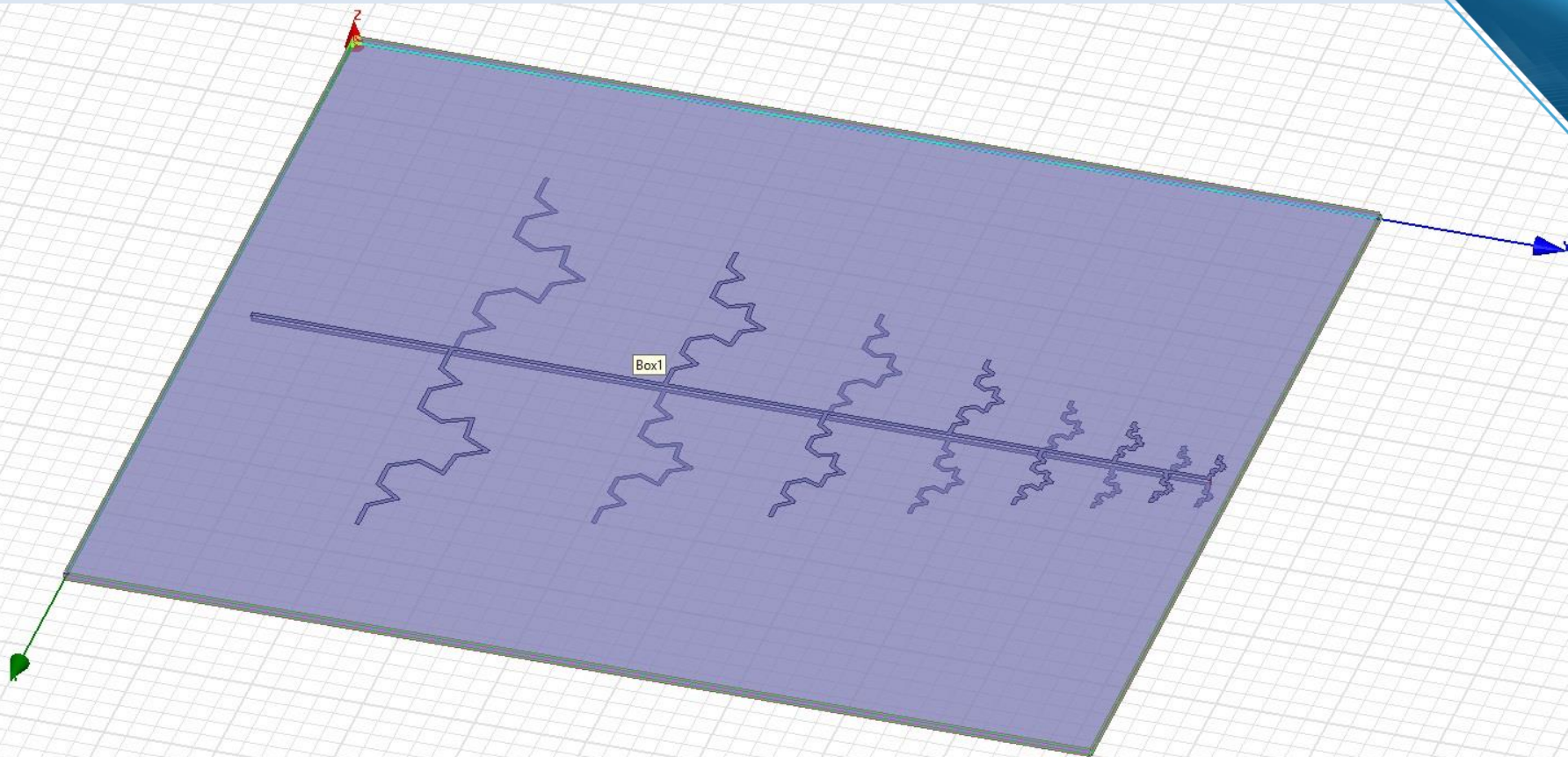
По расчетам К. Дж. Виной (K.J. Vinoy), на практике, резонансную частоту диполя Коха можно снизить на 30% от значения резонансной частоты прямолинейного диполя.

С целью теоретического расчета и для сохранения значения резонансной частоты, для построения кривой Коха, было взято 25% уменьшение длины сегмента.

Это позволило уменьшить габаритную длину излучателей, при сохранении диапазонных характеристик.

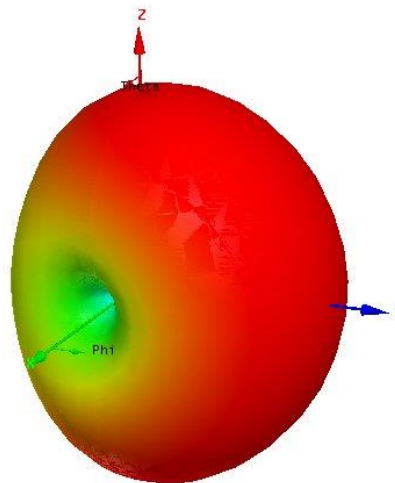
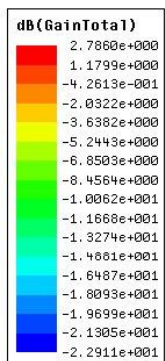
# Построение и моделирование

Антенна №3. Фракталы Коха 2-го порядка.



# Построение и моделирование

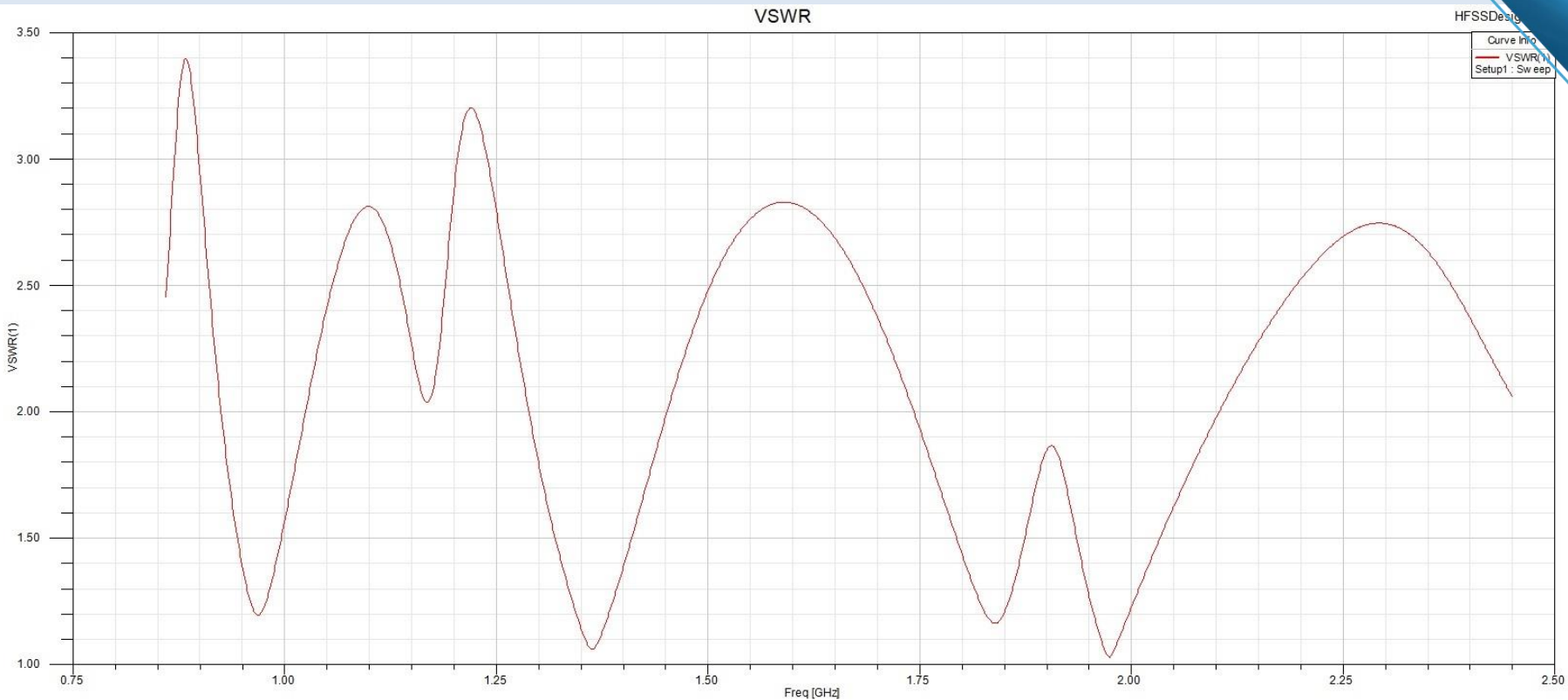
## Антенна №3, диаграмма направленности





# Построение и моделирование

## Антенна №3, КСВН



## Вывод

Проведенная работа показала принципиальную возможность использования печатных логопериодических антенн, с целью уменьшения габаритных характеристик, построенных по принципу дипольных.

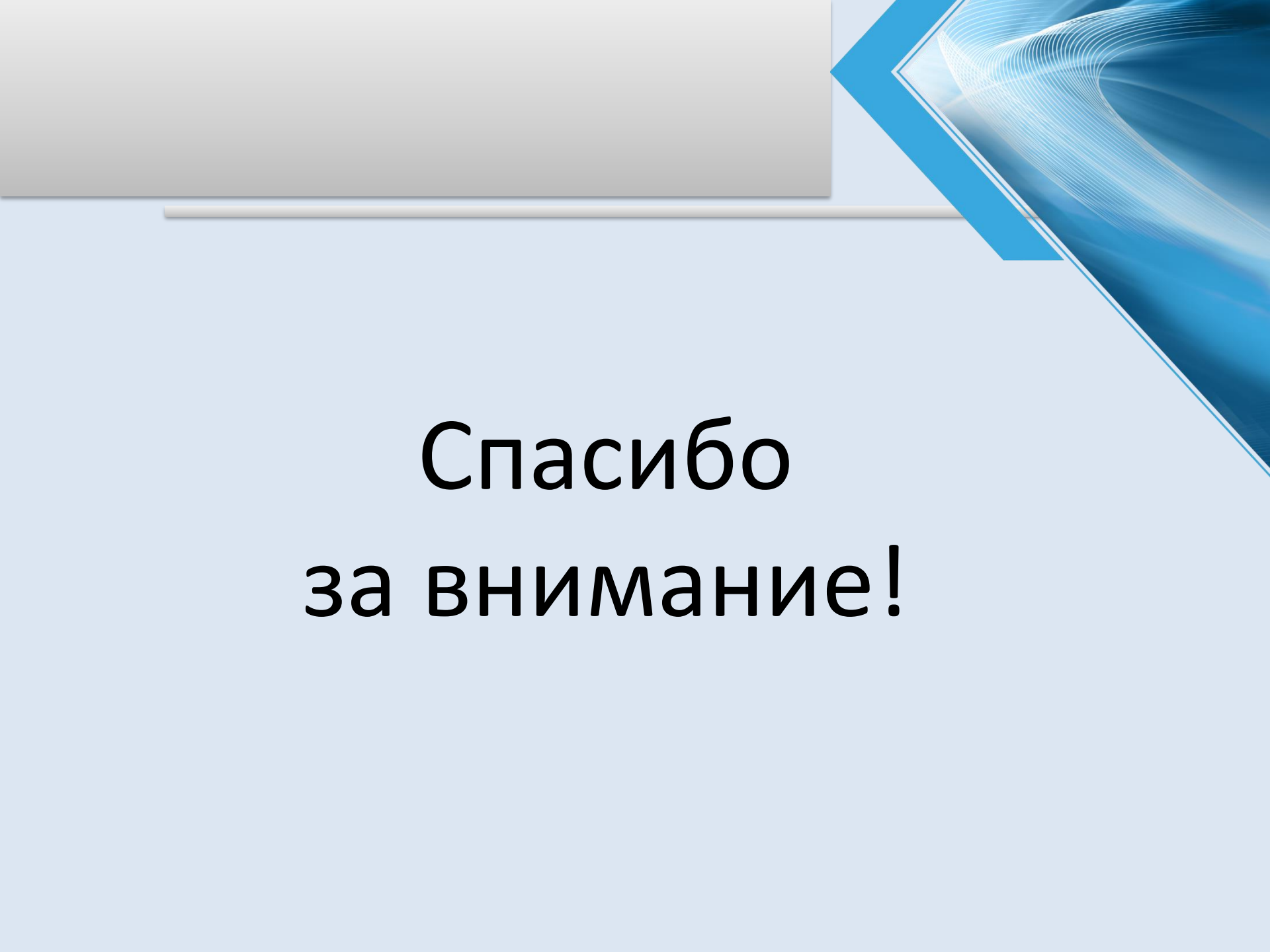
Использование в работе фракталов Коха позволило сократить габаритные размеры антенны по ширине еще на 25%.

С целью проведения дальнейших исследований, намечена работа по уменьшению расстояния между излучателями, а также, с целью повышения точности структуры и повышения порядка, расчет минимально возможной ширины проводника.

Конечной целью данной работы является реализация универсального пассивного устройства приемлемых габаритных размеров с чипом.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ротхаммель К. Антенны: справочное издание /К. Ротхаммель; пер. с нем./ репринтное воспроизведение издания 1998 г. – М.: Эколит, 2011 – 656 с..
2. Устройства СВЧ и антенны. Учебник / под ред. Д.И. Воскресенского. Изд. 4-е, испр. и доп. – М.: Радиотехника, 2016. – 560 с..
3. Коротковолновые антенны/ Г.З. Айзенберг, С.П. Белоусов, Э.М. Журбенко и др.; Под ред. Г.З. Айзенберга. – 2-е, перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1985. – 536 с., ил.



**Спасибо  
за внимание!**