

**Особенности построения систем
сильно связанных антенных
элементов и Способ увеличения
изоляции между ними**

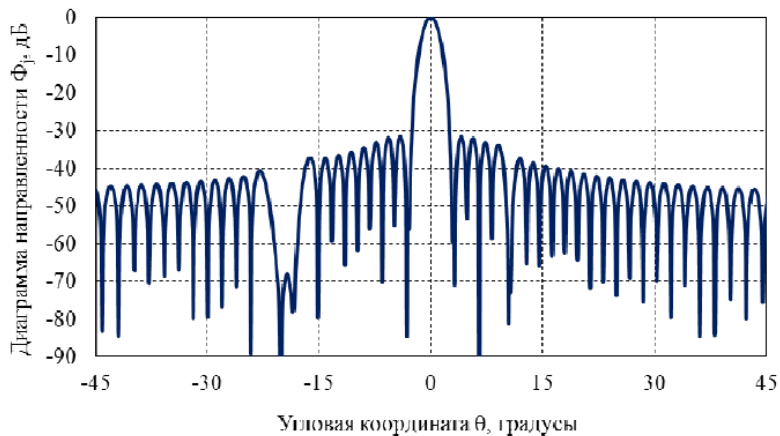
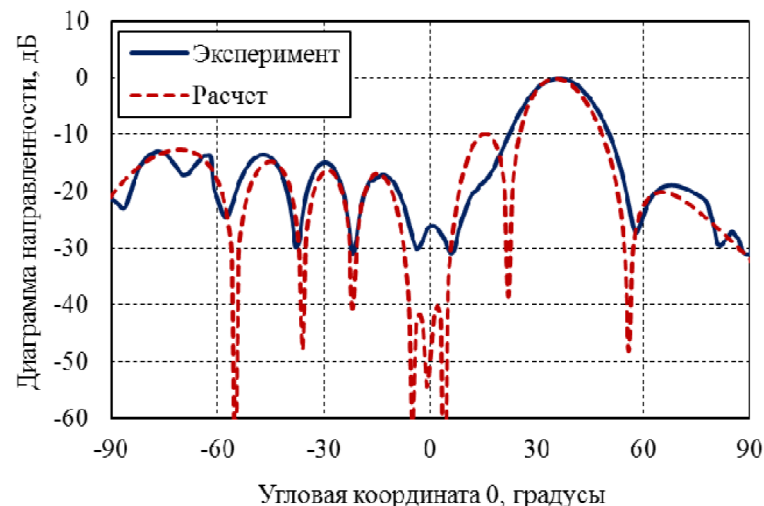
I – вводная, обзорная часть

II – часть вопросительная

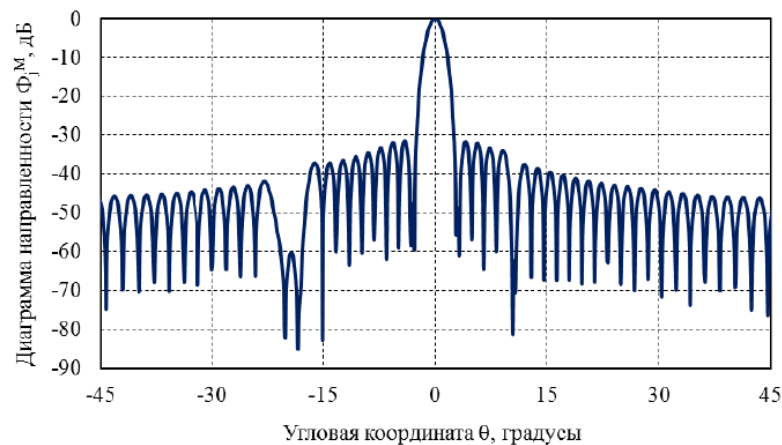
III – часть, предлагающая метод

I. Системы излучателей и влияние связи между ними на характеристики систем

Влияние на «размытие» (уменьшение глубины нуля) диаграммы направленности решетки, описанное в диссертационной работе Козлова Д.С. «Интерференционное формирование диаграммы направленности фазированной антенной решетки с подавлением излучения в заданном направлении с учетом взаимного влияния излучателей» Санкт-Петербург-2016 г.



а)

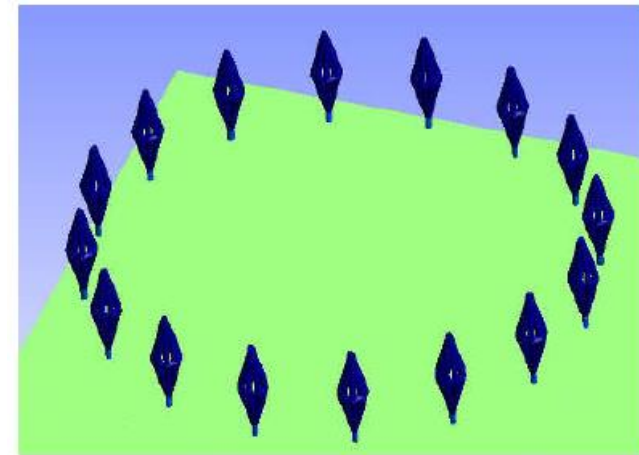


б)

Нормированные диаграммы направленности в отсутствие (а) и при наличии (б) взаимной связи между излучателями.

I. Системы излучателей и влияние связи между ними на характеристики систем

- Значительное увеличение КСВ элементов кольцевой антенной решетки 6-25 МГц, описанной в диссертационной работе Рубиса А.А. «Исследование и разработка комплексных решений по развитию и модернизации антенных систем приемных и передающих КВ радиоцентров, обеспечивающих существенное сокращение площадей антенных полей»



Самара-2019 г.

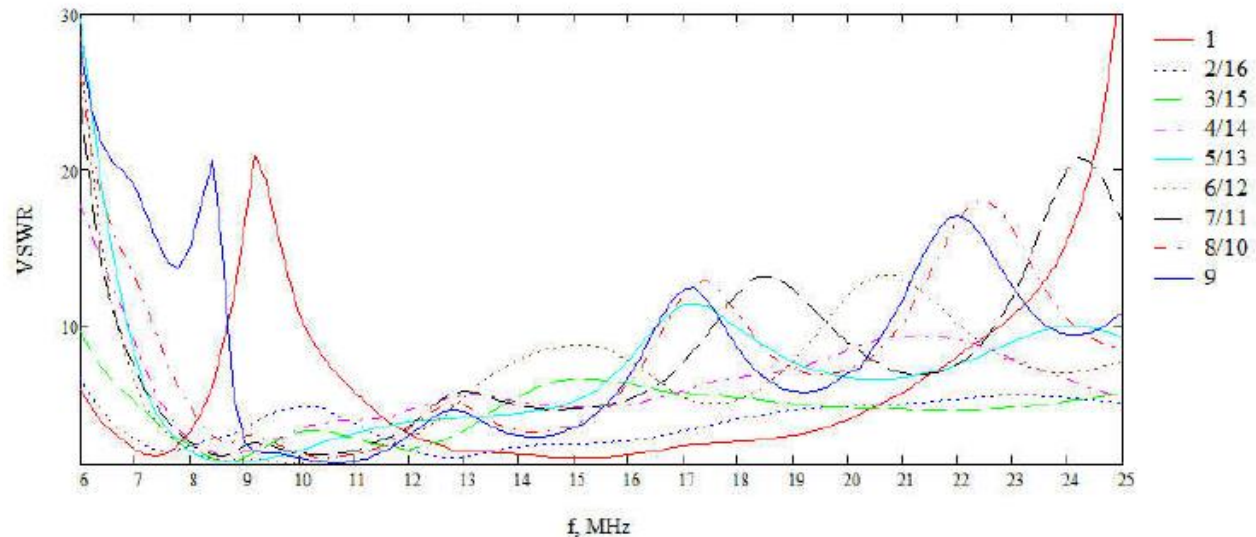
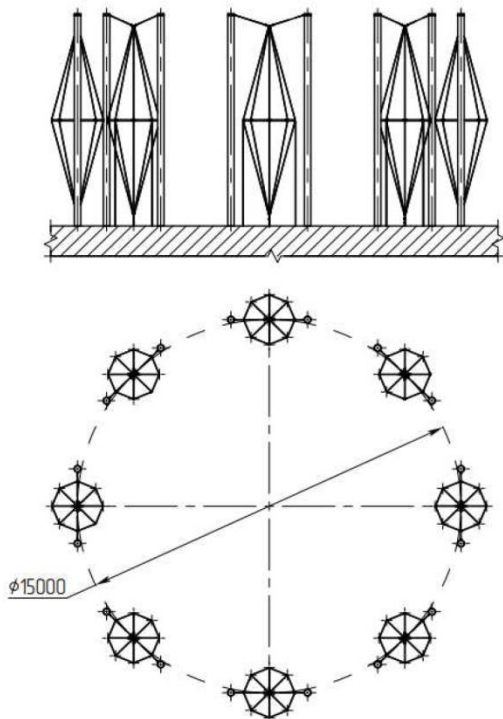
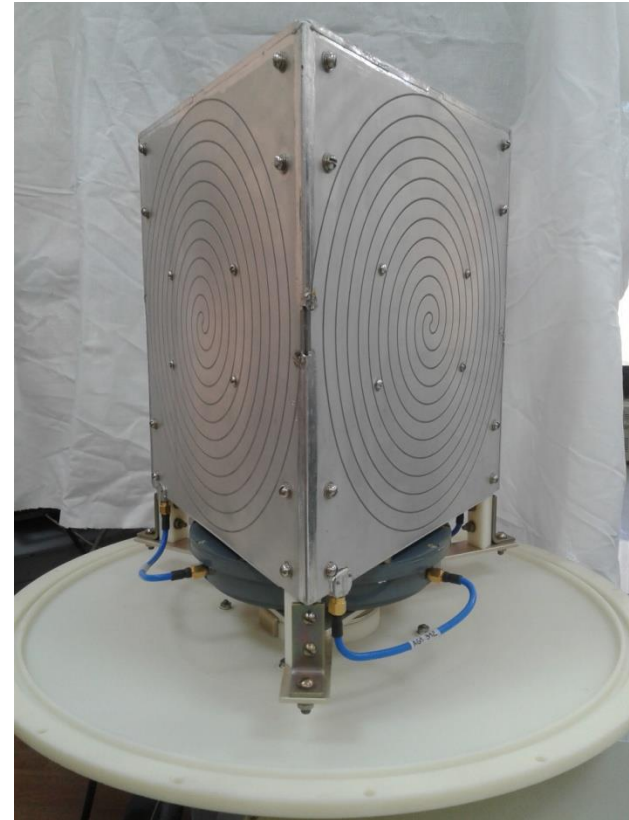
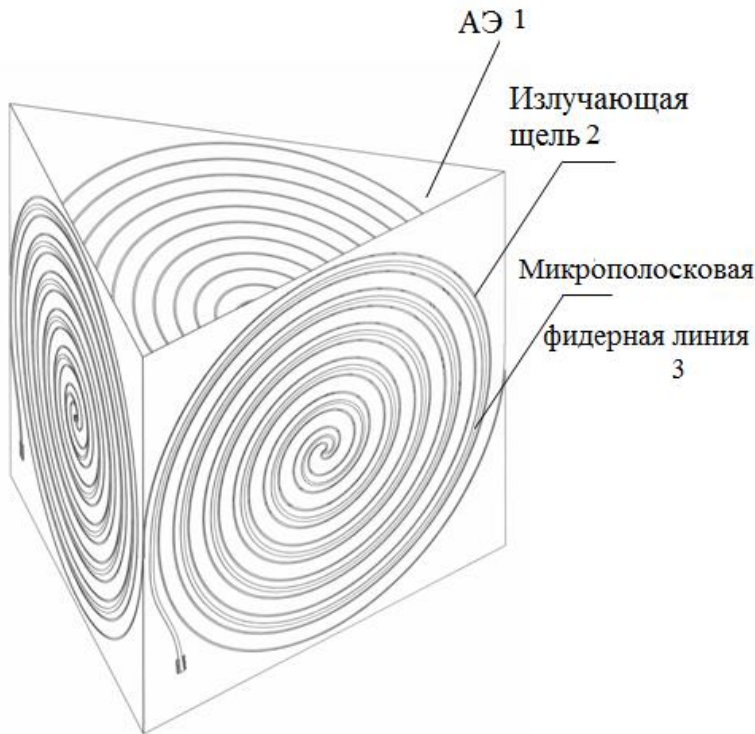


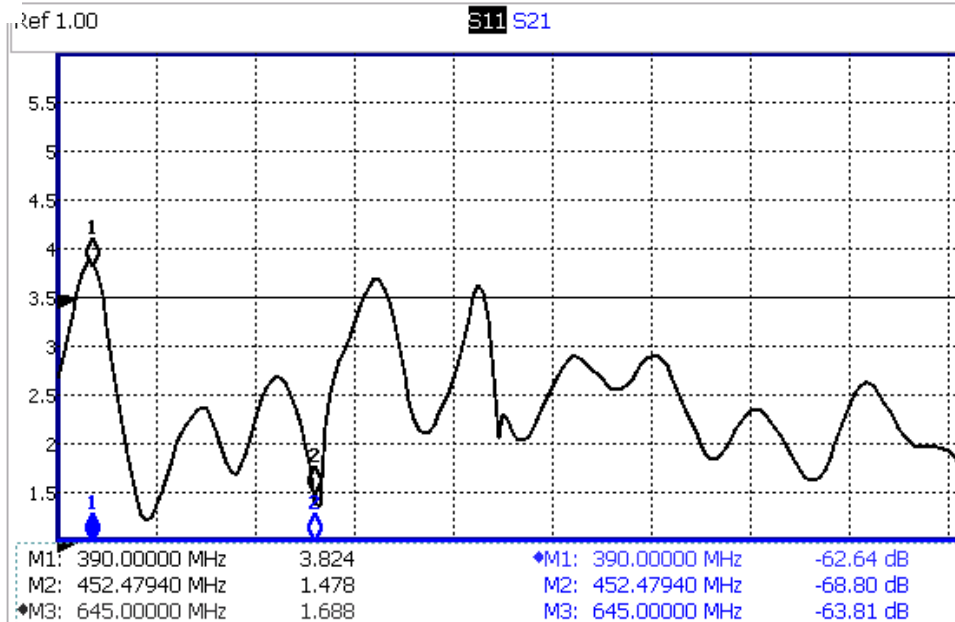
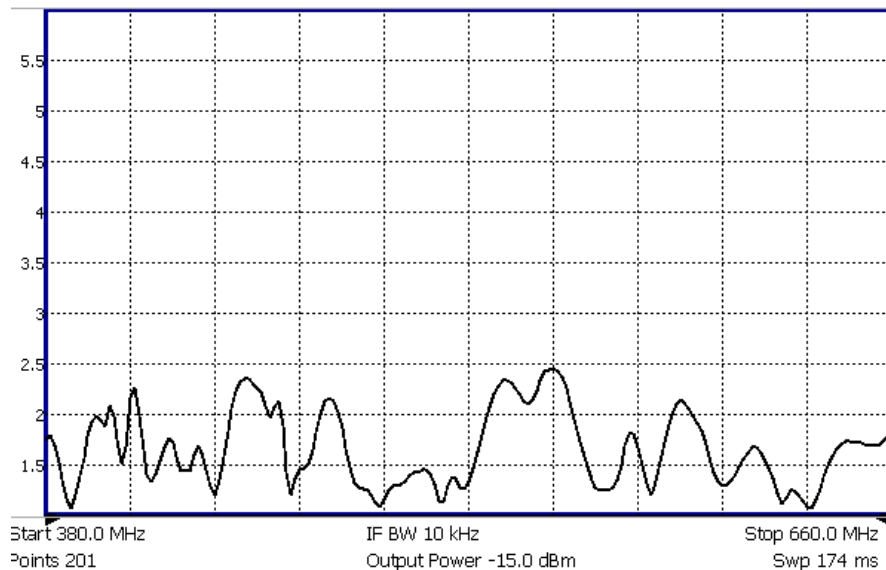
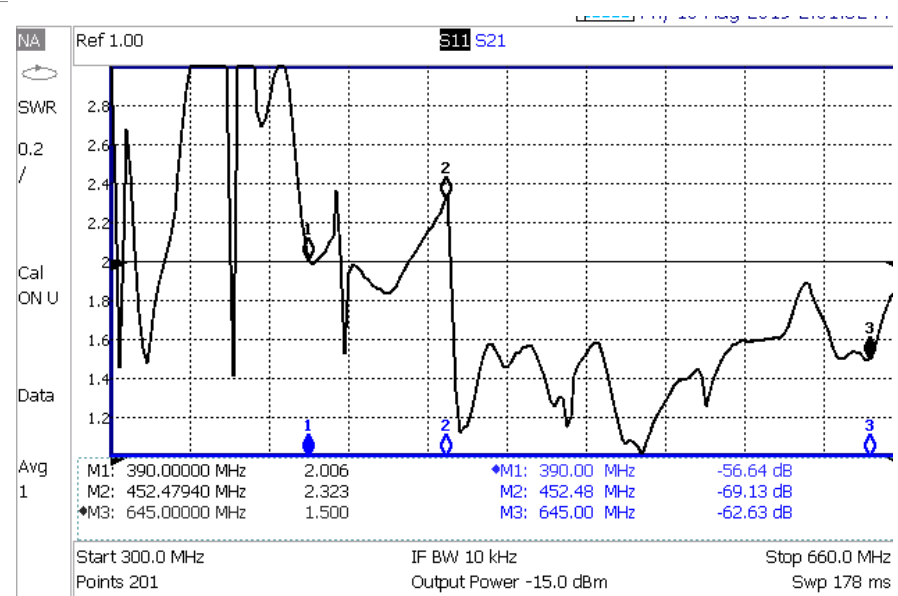
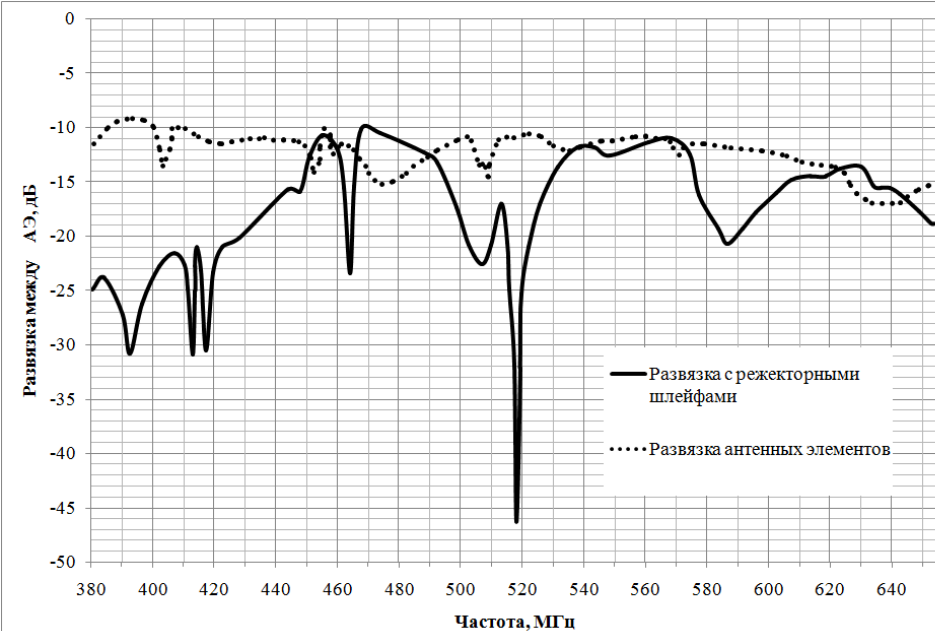
График частотной зависимости КСВН вибраторов в составе КФАР при работе на фидер 50 Ом

Системы излучателей и влияние связи между ними на характеристики систем

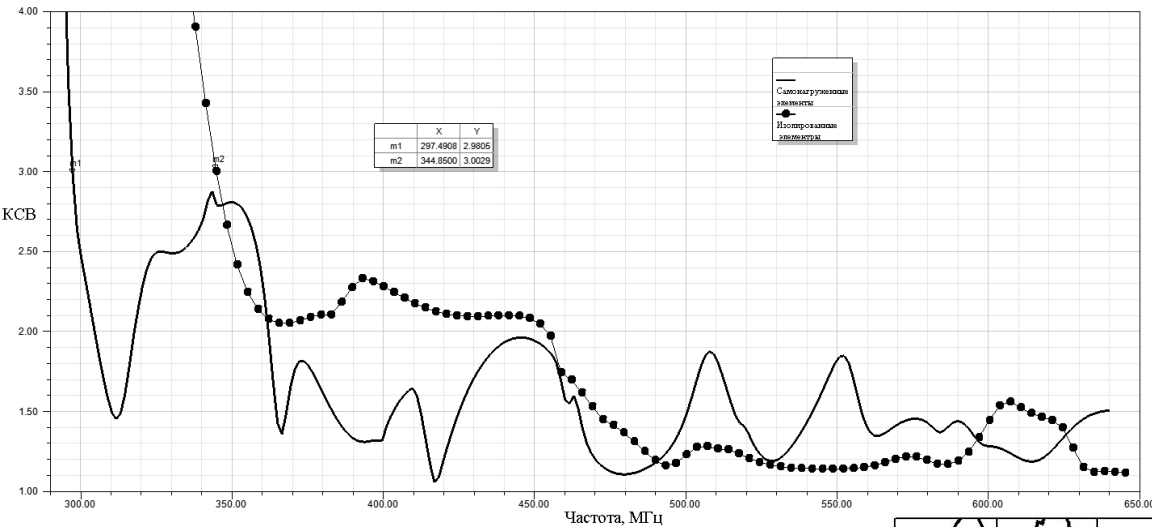
- **Значительное влияние на КСВ (возрастание до 4,0) при включении в один ВЧ тракт трёх двухзаходных спиральных излучателей всенаправленной антенной системы при сохранении хорошего уровня согласования каждого излучателя (не более 2,5) диапазона 390-645 МГц, описанная в «ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ВСЕНАПРАВЛЕННЫХ АНТЕННЫХ СИСТЕМ» Омск-2020 г.**



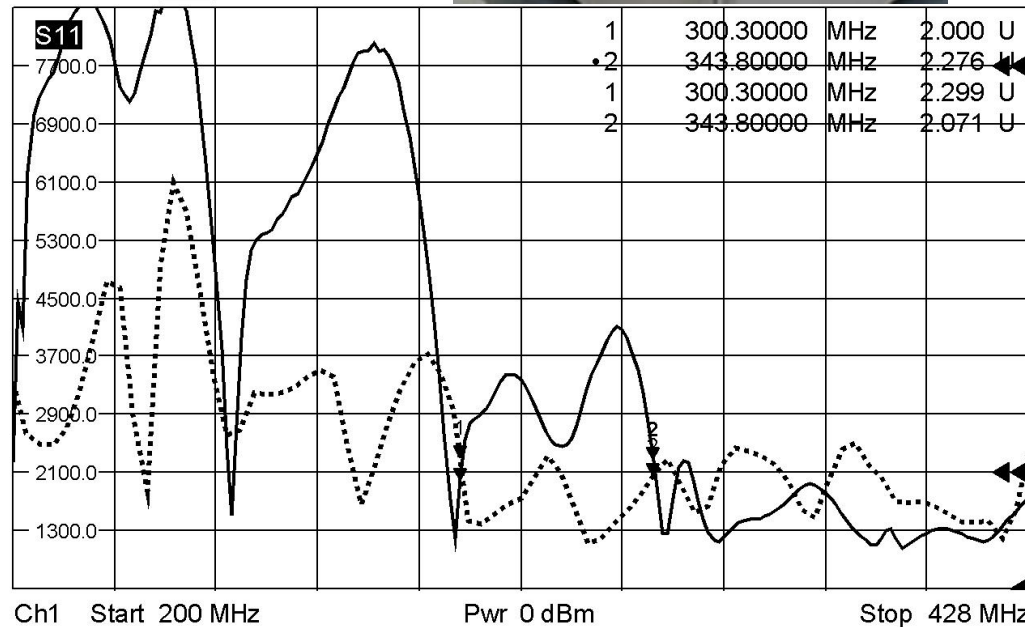
I. Системы излучателей и влияние связи между ними на характеристики систем



I. Системы излучателей и влияние связи между ними на характеристики систем

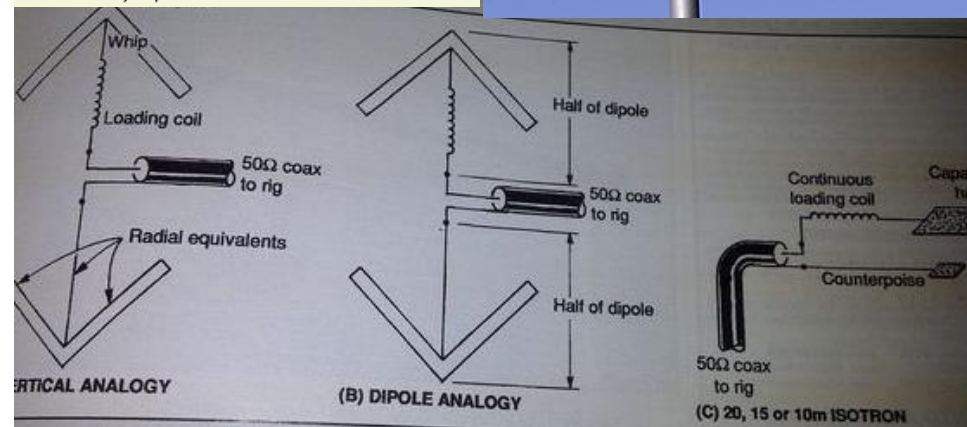
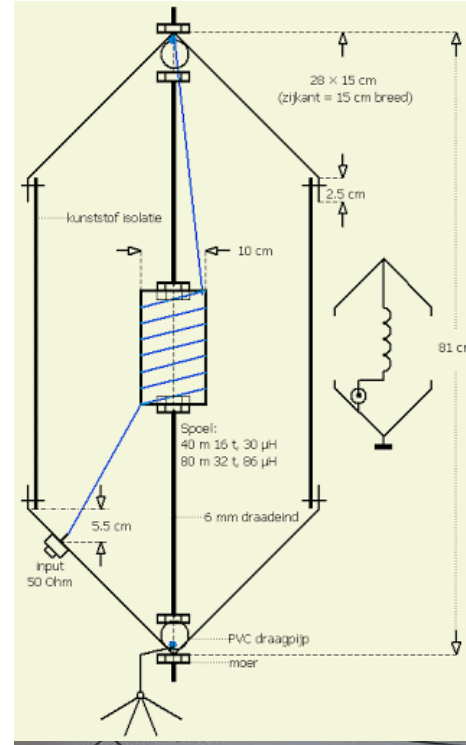
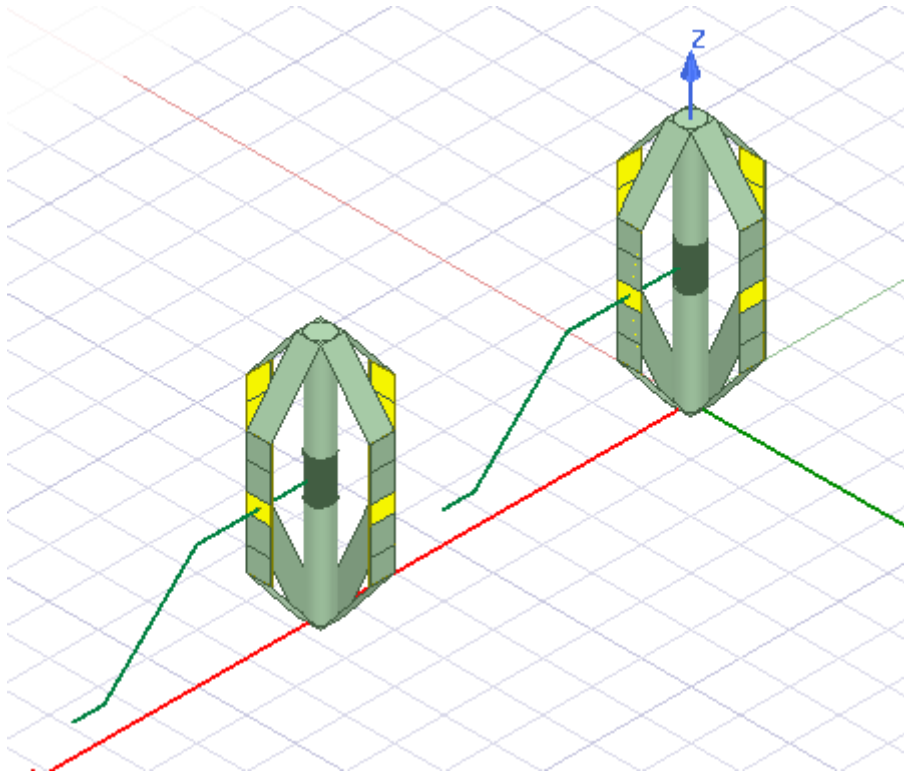


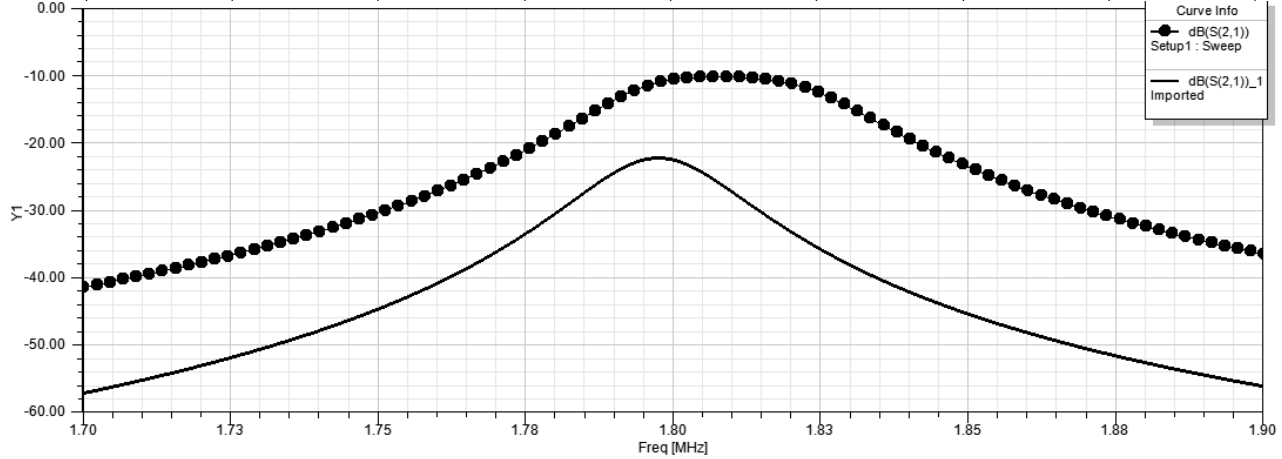
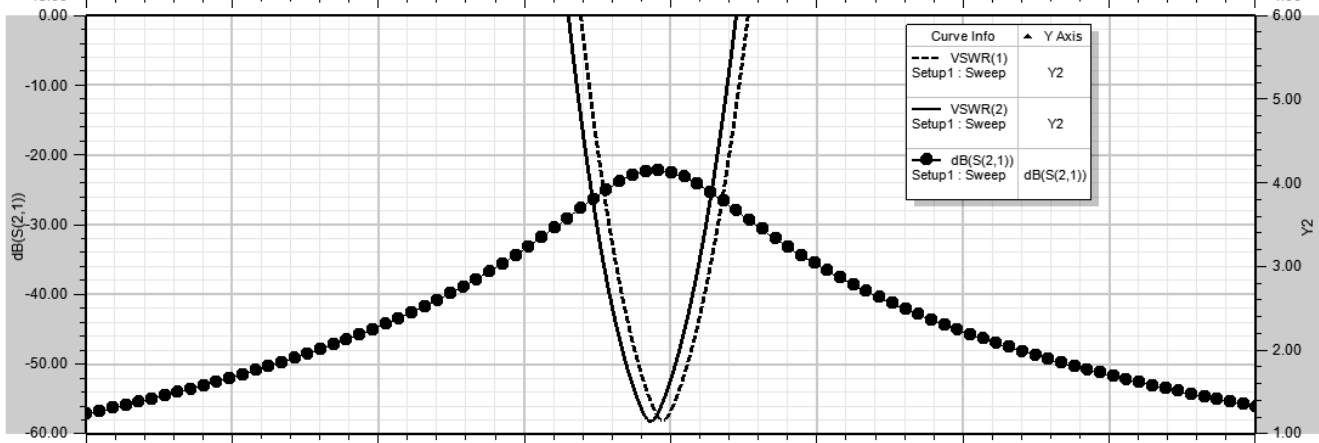
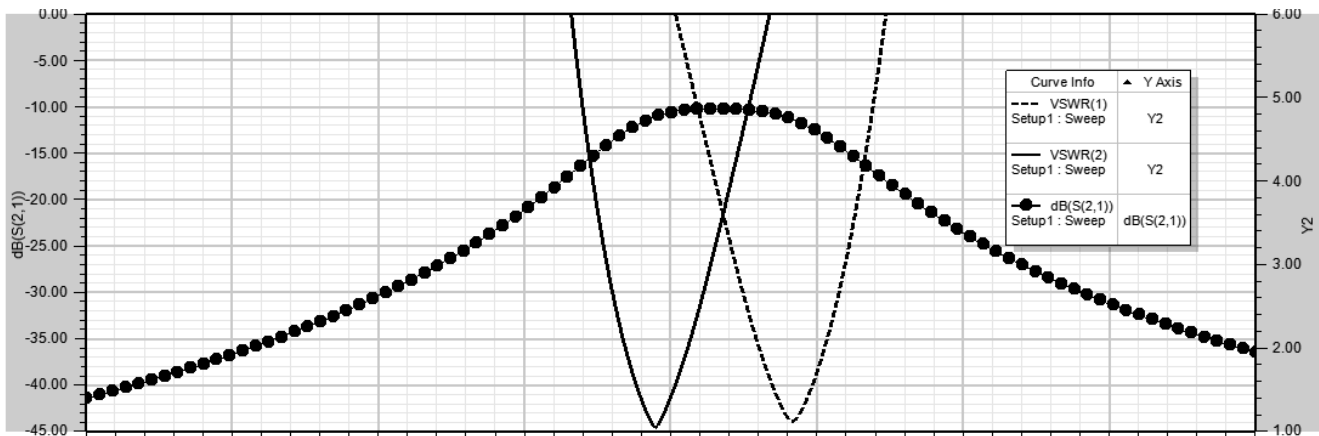
- Положительный аспект влияния сильной связи между излучателями системы (при непосредственном гальваническом контакте – электрическом удлинении)



I. Системы излучателей и влияние связи между ними на характеристики систем

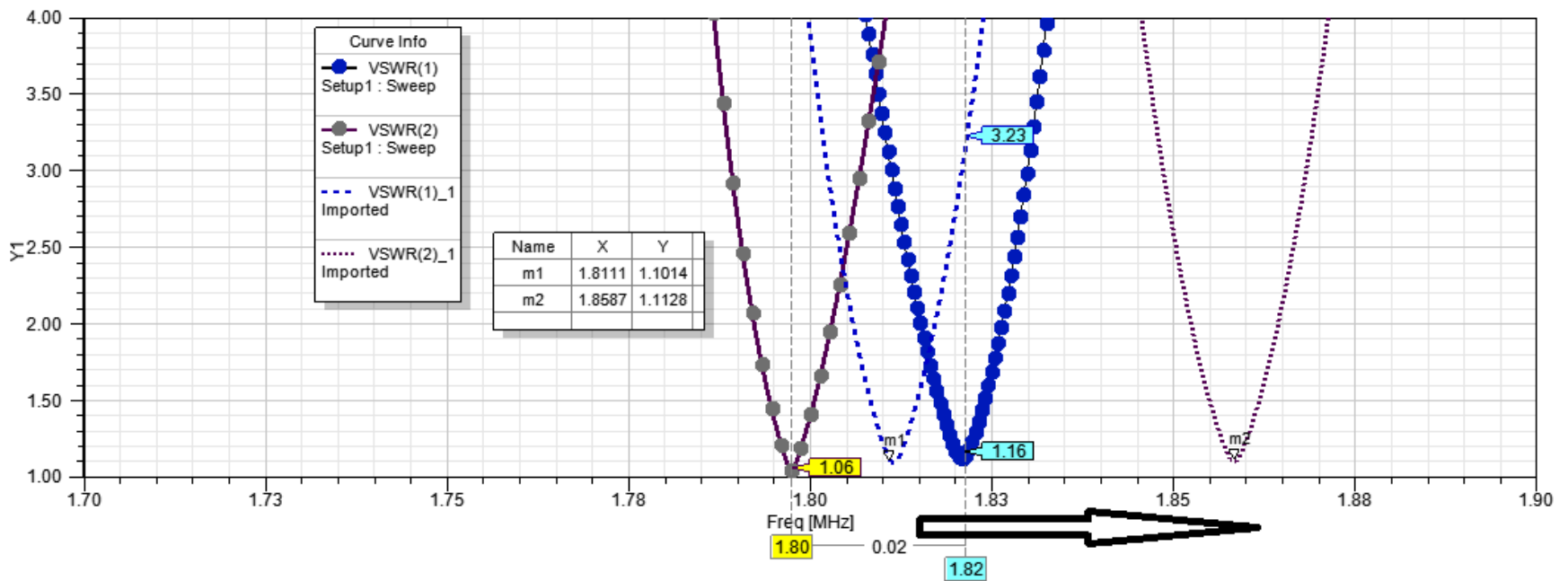
- Отсутствие возможности настроить электрически малые резонансные антенны на одну частоту по причине сильной связи



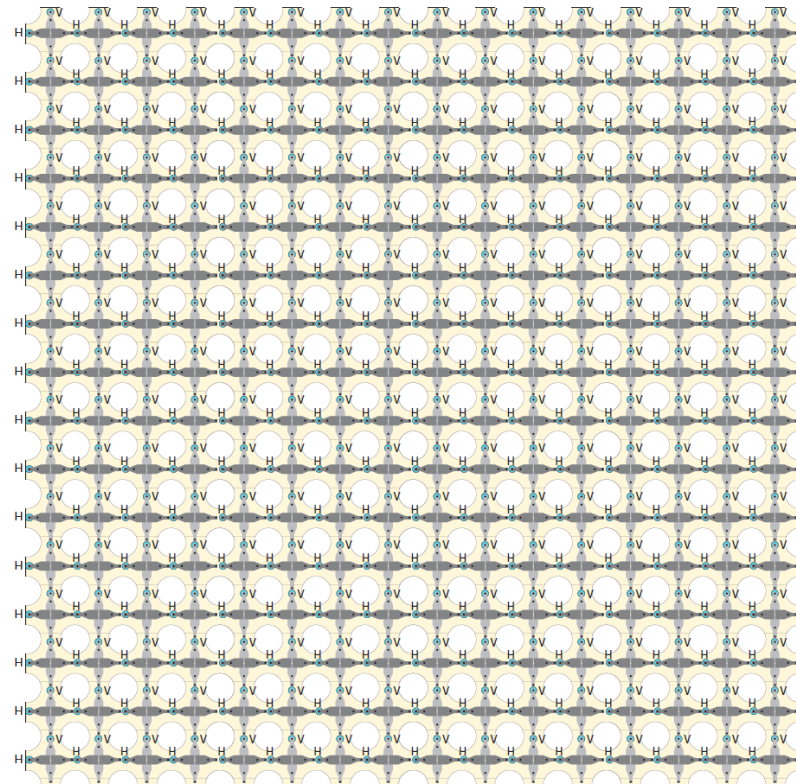
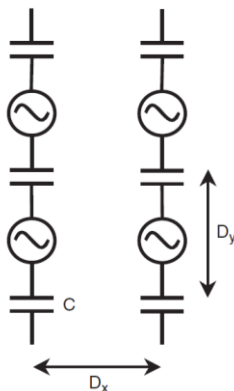
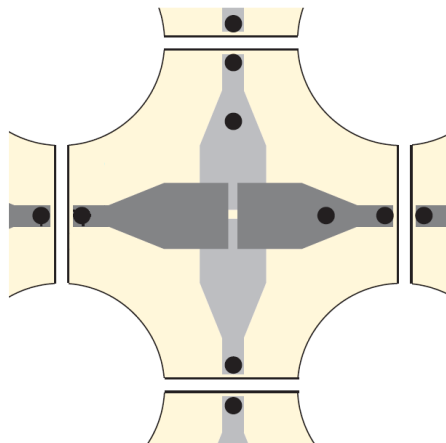


I.

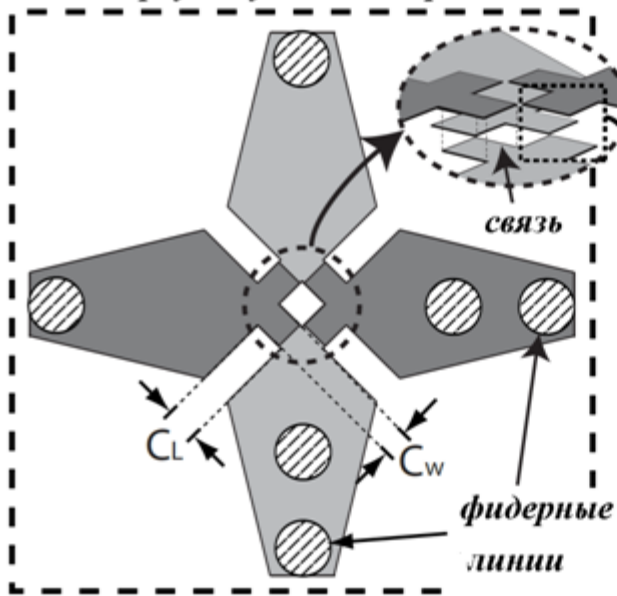
- Попытки регулирования (перестройки) антенных элементов при сильной связи.



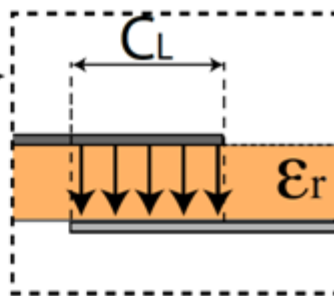
I. Положительное влияние связи между излучателями – расширение рабочего диапазона решетки (16x16 элементов, 360x360 мм, 7-21 ГГц)



Вид сверху излучателей приемного и передающего плеч

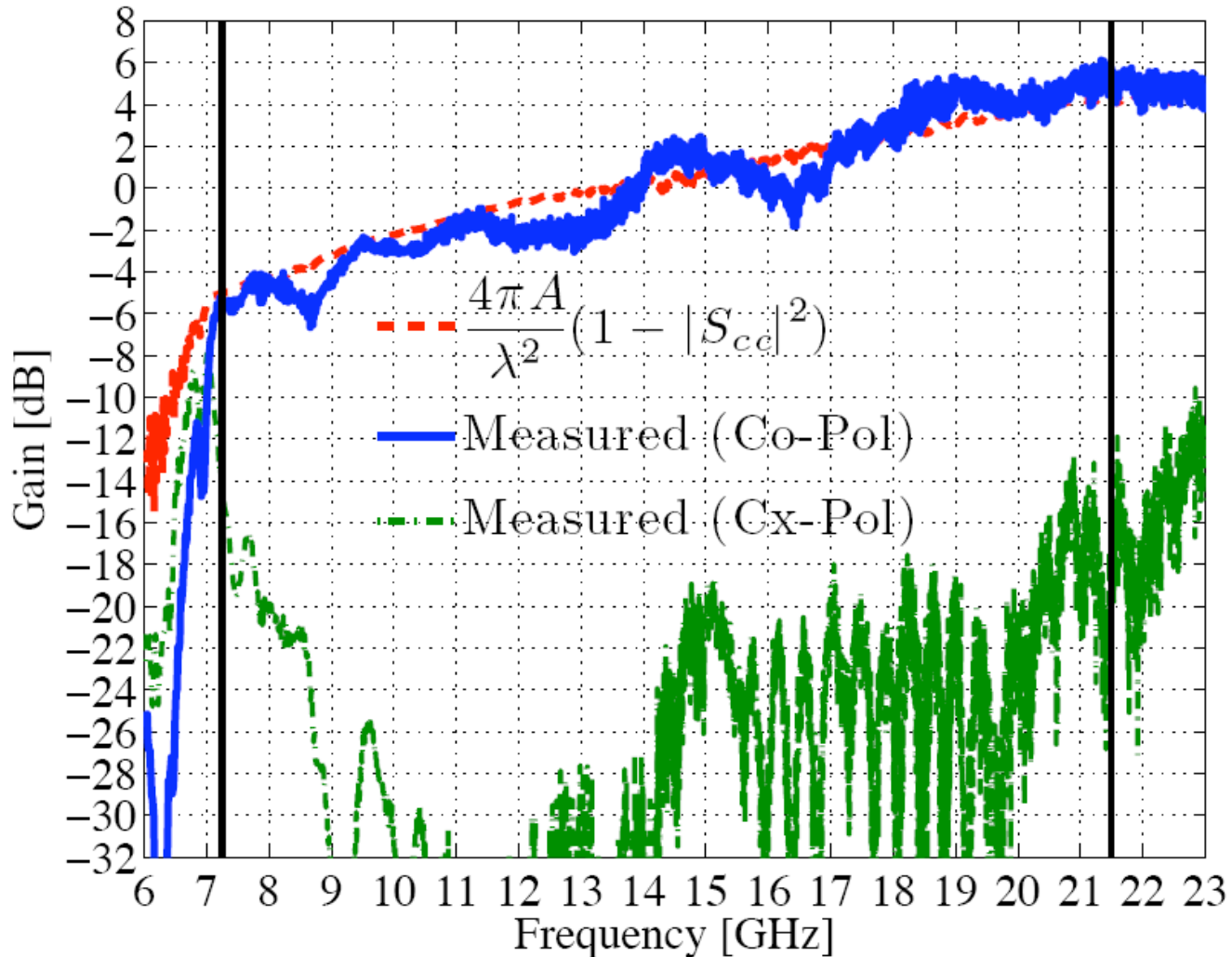


Вид сбоку области емкостной связи



Система с сильно связанными антенными элементами, работающая в полосе более широкой нежели сами элементы, описана в диссертационной работе Steven. S. Holland «Low-profile, modular, ultra-wideband phased arrays», 2011

Broadside Embedded Element Gain



I. Влияние связи между излучателями

Отрицательные влияния:

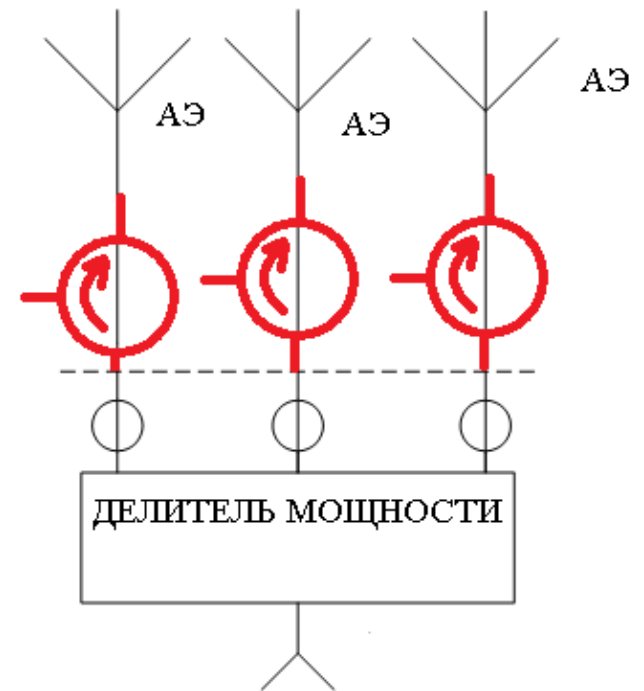
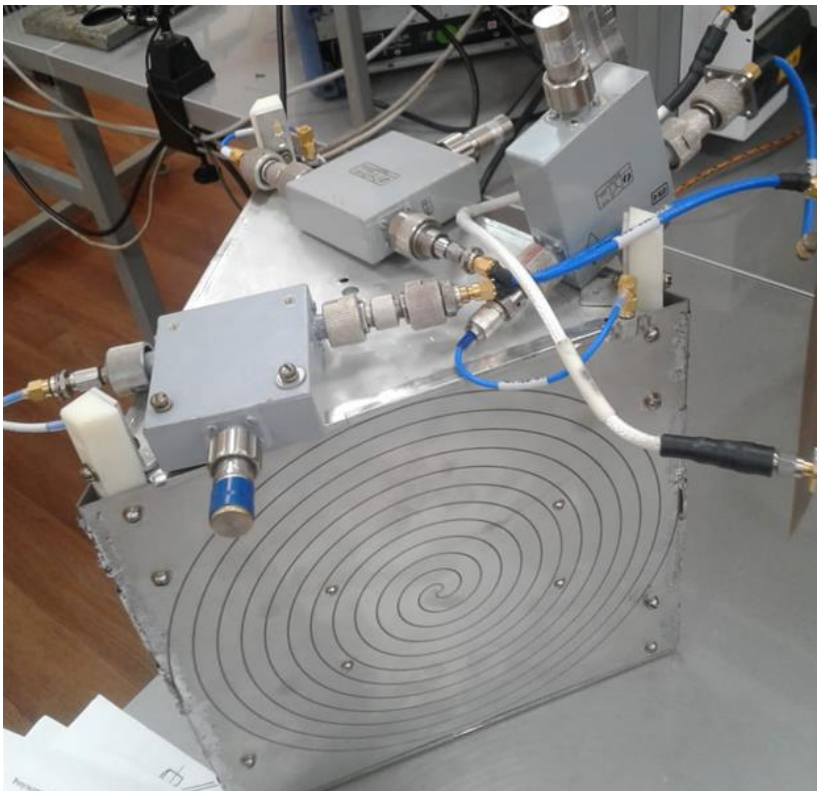
- Искажение диаграммы направленности
- Значительные изменения импеданса отдельных излучателей системы (как следствие ухудшение согласования с трактом)
- Значительное ухудшение согласования с трактом при включении излучателей в один тракт, при сохранении хорошего уровня согласования самих излучателей
- Отсутствие возможности настройки на одну частоту электрически малых связанных излучателей.

Положительные влияния:

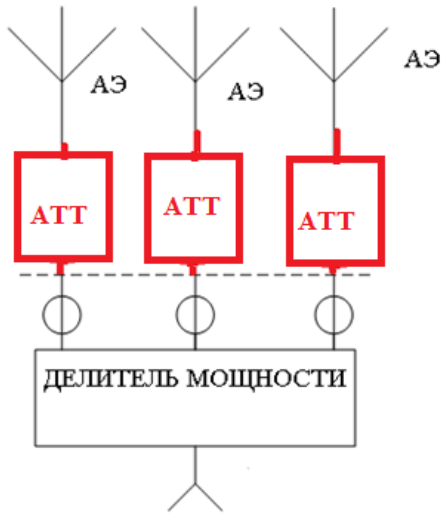
- Электрическое удлинение излучателей – расширение диапазона самих элементов
- Работа системы в более широком диапазоне нежели сами излучатели
- Повышение эффективности за счет удлинения, расширения диапазона

II. Что есть развязка? Изоляция излучателей

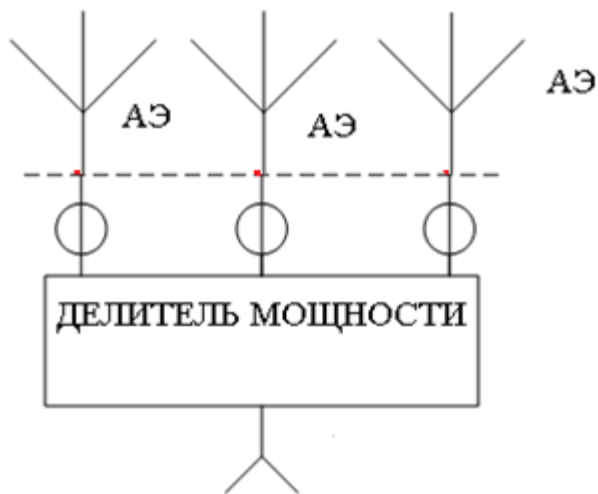
- Коэффициент развязки определяется как отношение мощности, подведенной к передающей антенне, к мощности, наведенной на согласованной нагрузке приемной антенны сигналом передатчика при попадании на вход приемника через его антенно-фидерную систему



II. Справедливо ли прямое применение настоящего определения развязки к электрически малым антеннам?



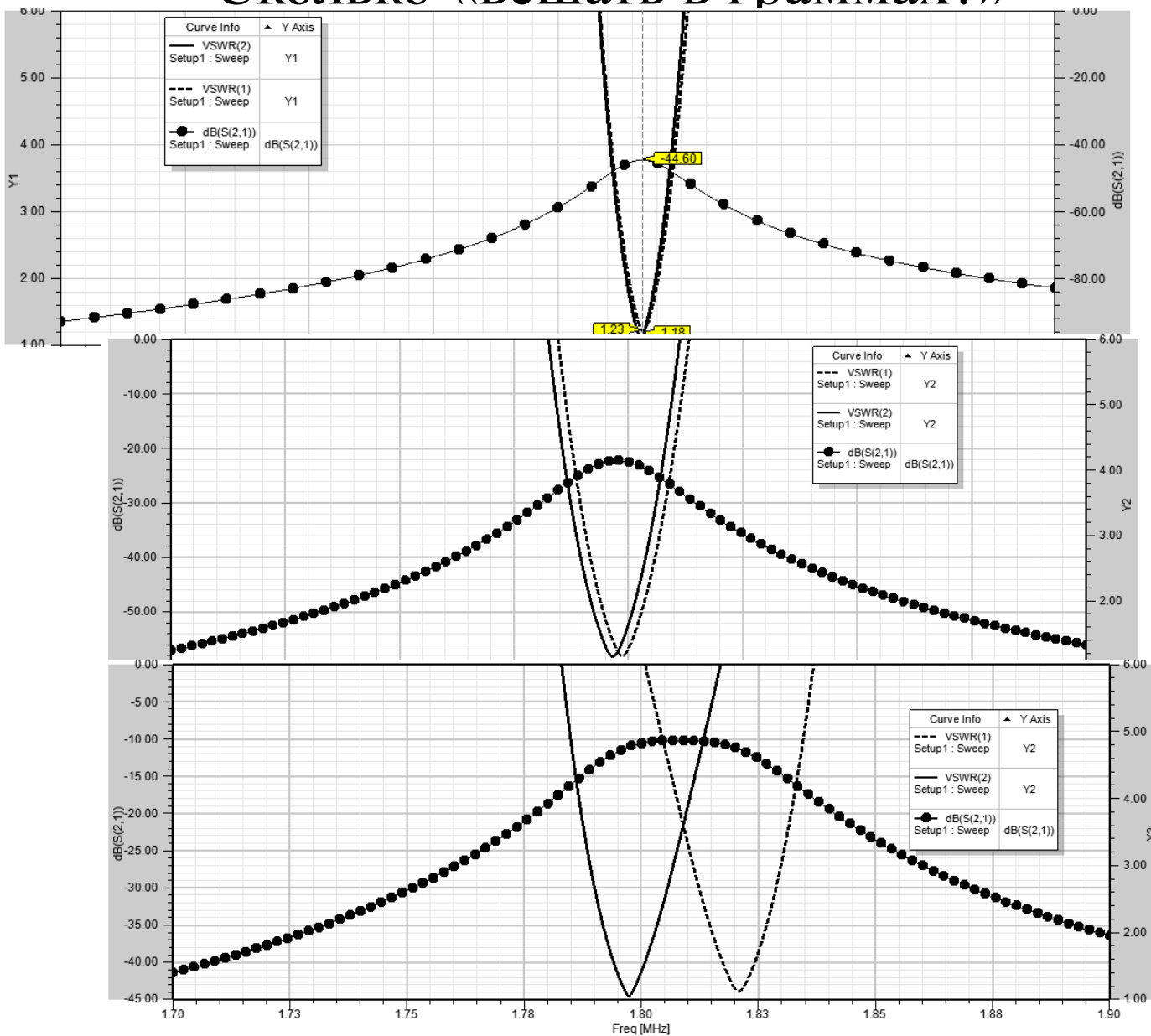
КПД, КУ каждого элемента $\ll 1$



- Скорее всего наиболее достоверным будет определение коэффициента развязки через взаимные сопротивления.
- Но сам импеданс электрически малой антенны состоит в основном из сопротивления потерь (в активной своей части), а взаимные сопротивления и сопротивление излучения крайне сложно подвергнуть прямому измерению (опять таки ввиду их малости).

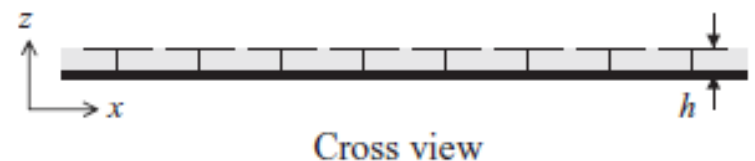
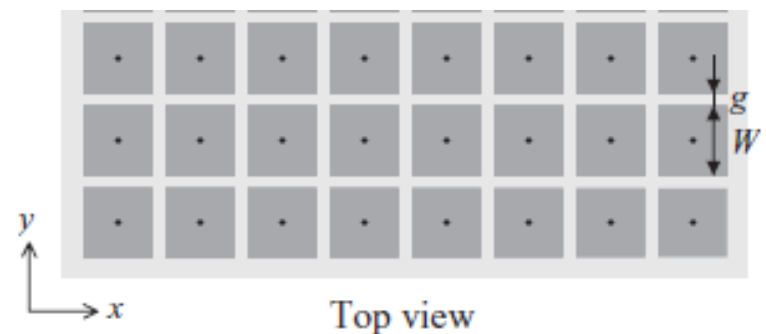
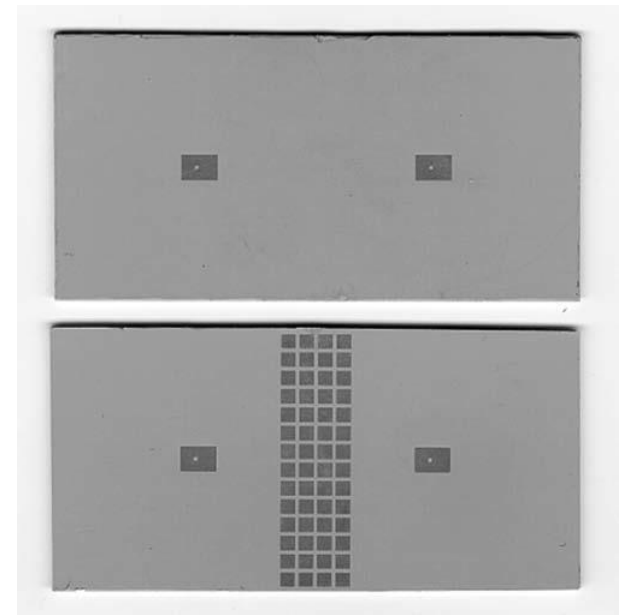
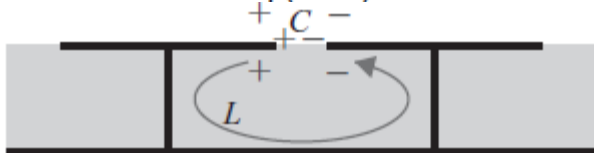
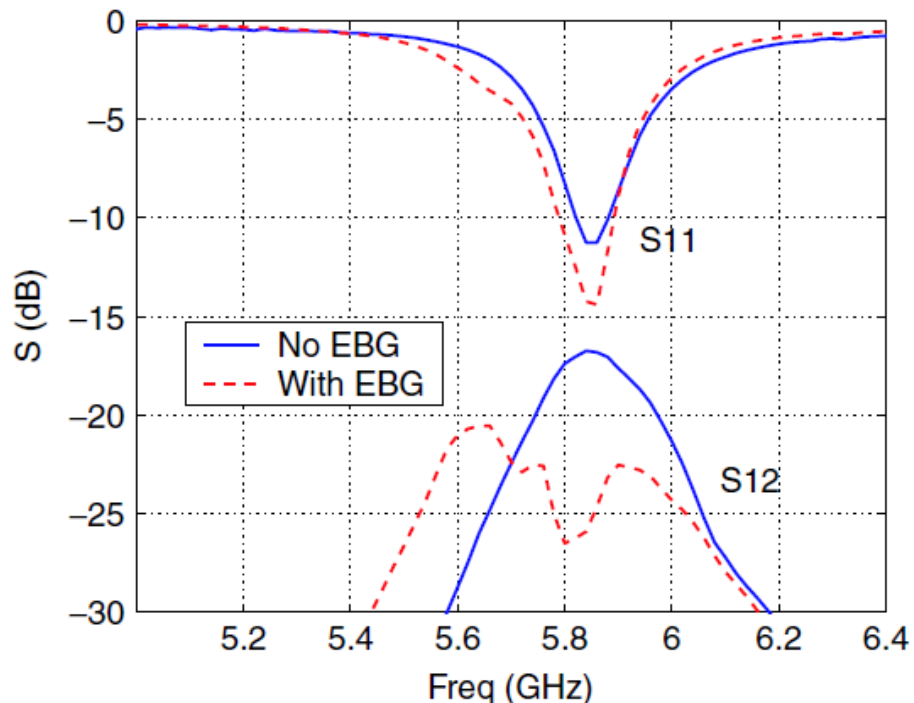
II. Какая связь сильная? Какая слабая?

Сколько «вешать в граммах?»



III. Источники метода – что уже придумано и сделано. EBG

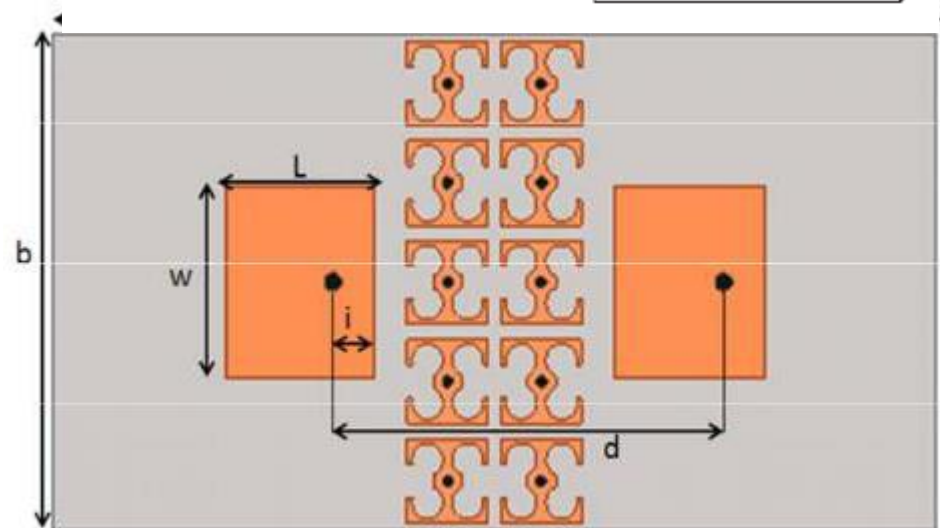
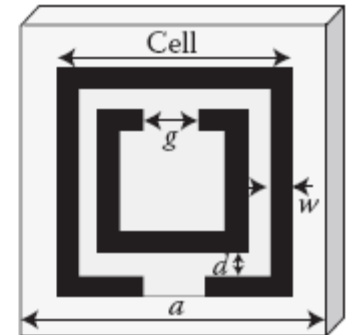
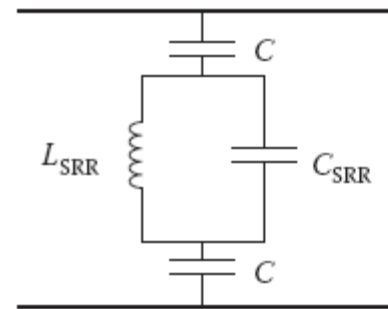
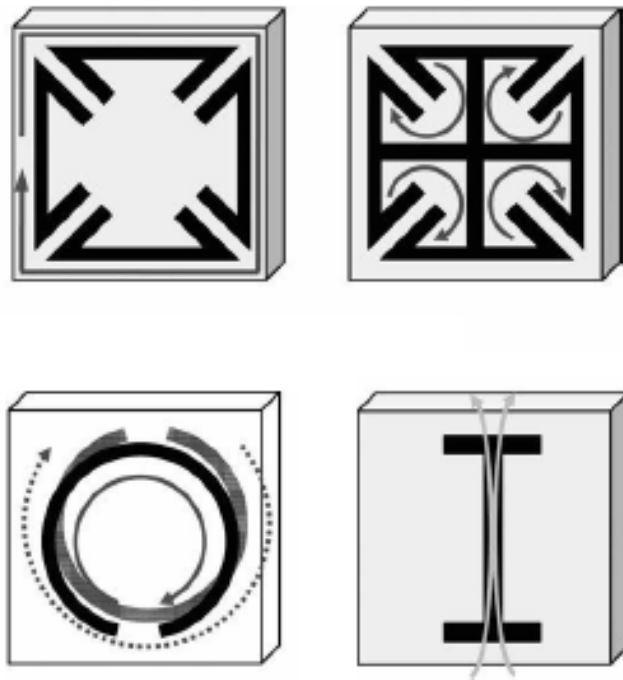
- F. Yang and Y. Rahmat-Samii, «Microstrip Antennas Integrated with Electromagnetic Band-Gap (EBG) Structures: A Low Mutual Coupling Design for Array Applications» *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 51, no. 10 II, pp. 2936–2946, 2003.



III. Источники метода – что уже придумано и сделано. EBG

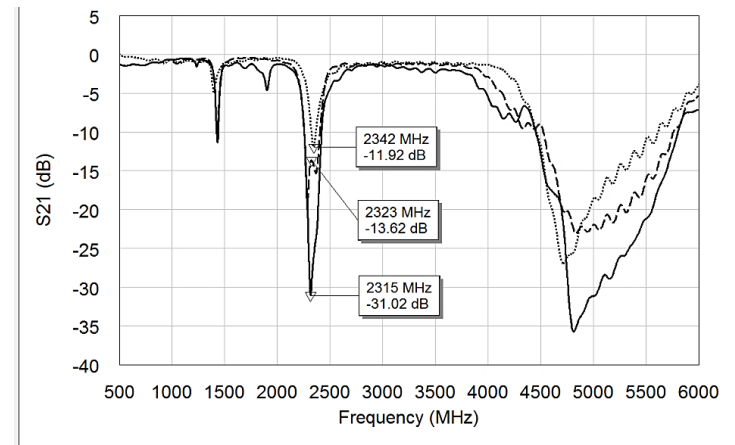
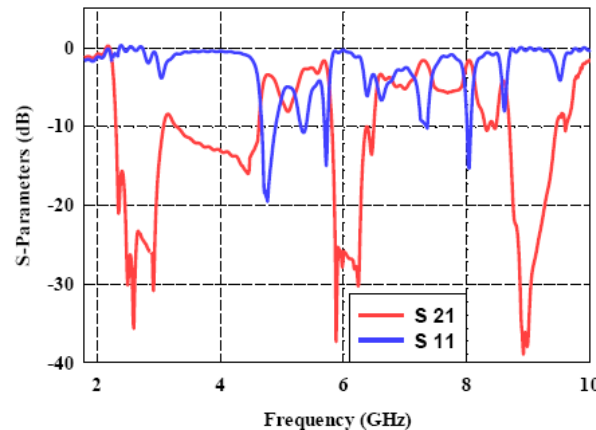
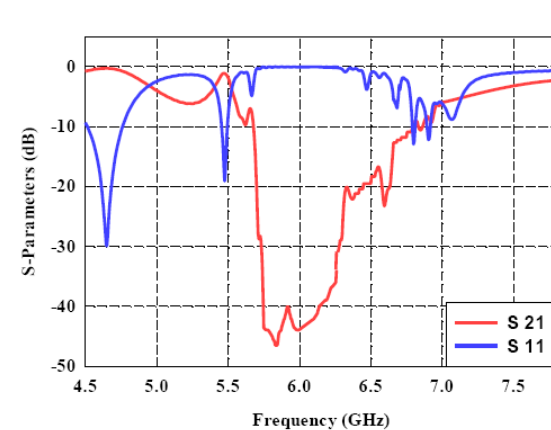
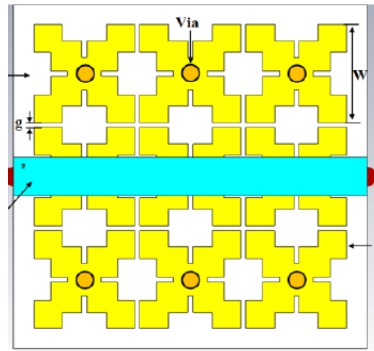
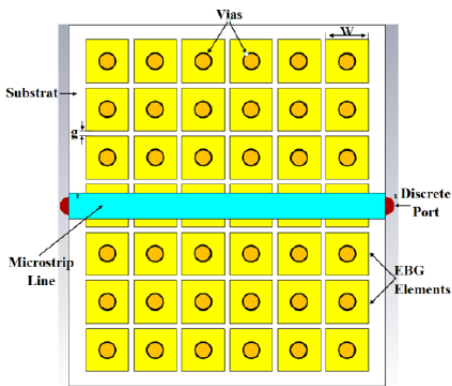
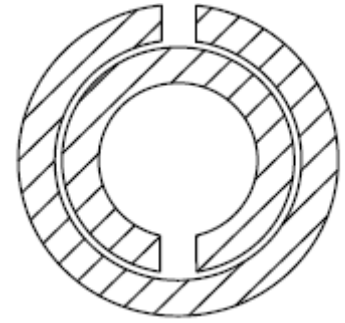
- Review of Radiation Pattern Control Characteristics for The Microstrip Antenna Based On Electromagnetic Band Gap (EBG), M. K. Abdulhameed , Imran Ibrahim , Mohd Shahril Izuan Mohd Zin, Zahriladha Zakaria. · August 2018

«Metamaterials Beyond Crystals, Noncrystals, and Quasicrystals» Tie Jun Cui Wen Xuan Tang, Xin Mi Yang, Zhong Lei Mei, Wei Xiang Jiang Southeast University, Nanjing, P.R. of China, 2016



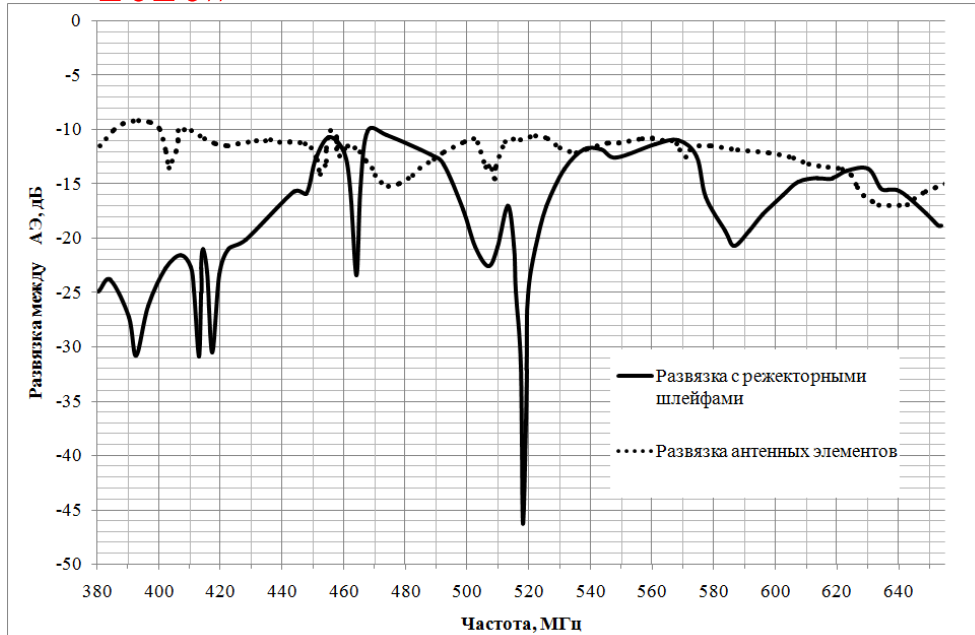
III. Источники метода – что уже придумано и сделано. EBG

- «Novel design of triple-band EBG», M. K. Abdulhameed , etc. 2019
- «МИНИАТЮРИЗАЦИЯ МИКРОВОЛНОВЫХ ЧАСТОТНО-СЕЛЕКТИВНЫХ МОДУЛЕЙ НА ОСНОВЕ ДВОЙНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ РАЗРЕЗНЫХ РЕЗОНАТОРОВ» Е. В. Николаев , Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлек-тронных систем : материалы VIII Всерос. науч.-техн. конф. (Омск, 11 авг. 2020 г.) «СВЧ 2020»



III. Источники метода – что уже придумано и сделано. EBG

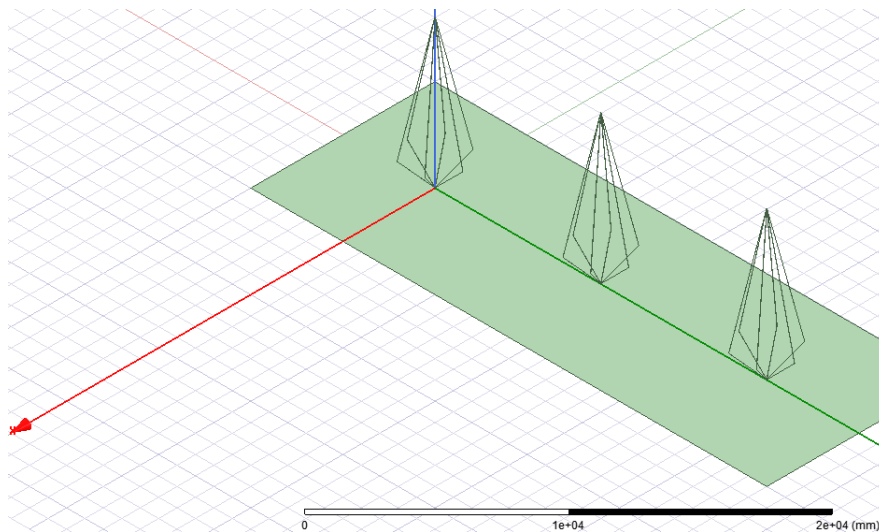
- «ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ВСЕНАПРАВЛЕННЫХ АНТЕННЫХ СИТСЕМ», Костычев Ю.А., Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем : материалы VIII Всерос. науч.-техн. конф. (Омск, 11 авг. 2020 г.) «СВЧ 2020»



- Отличие метода в прямой интеграции EBG структуры в излучатель:



III. Трансляция метода на КВ диапазон и его модернизация



Система

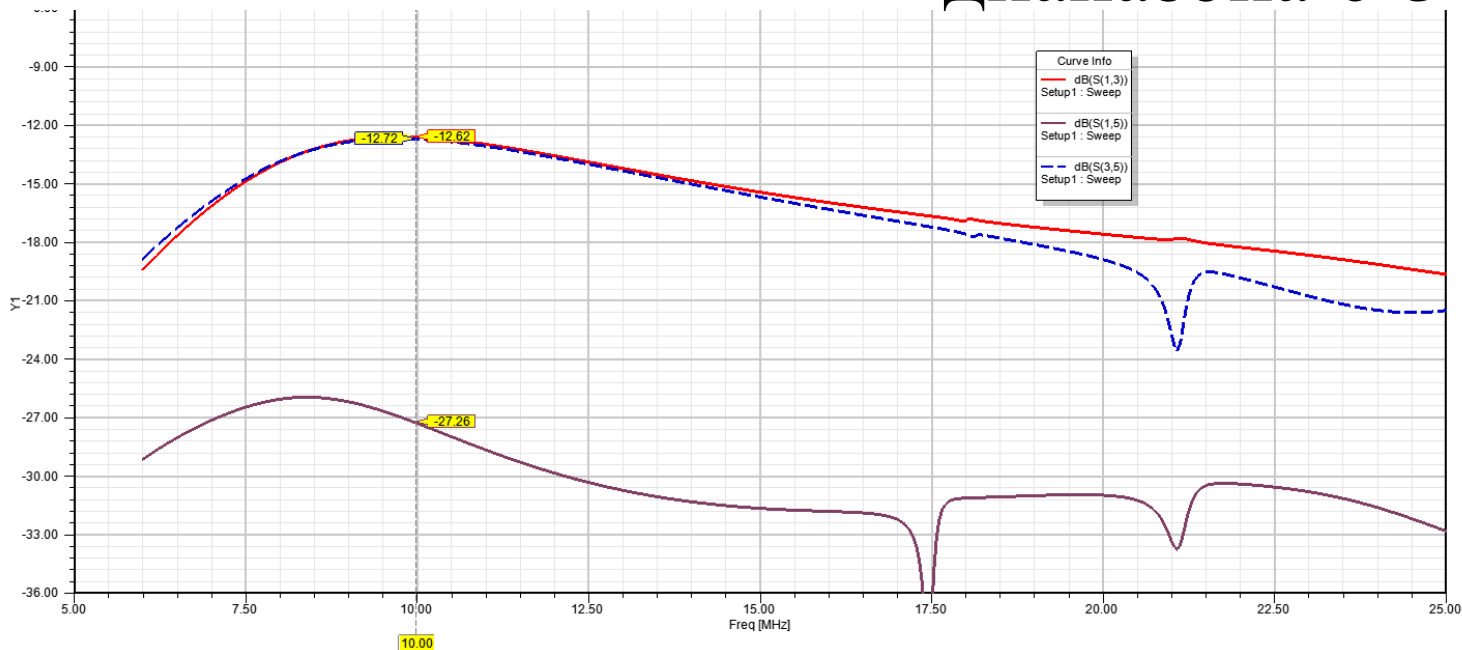
все­на­прав­лен­ных

ши­ро­ко­пол­ос­ных

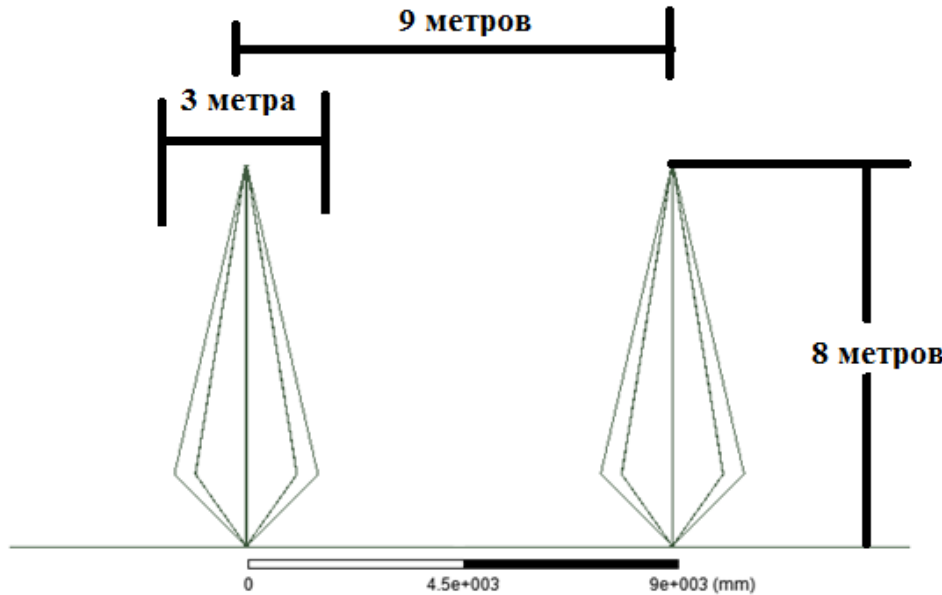
вер­ти­каль­ных

из­луча­те­лей (ШВИ)

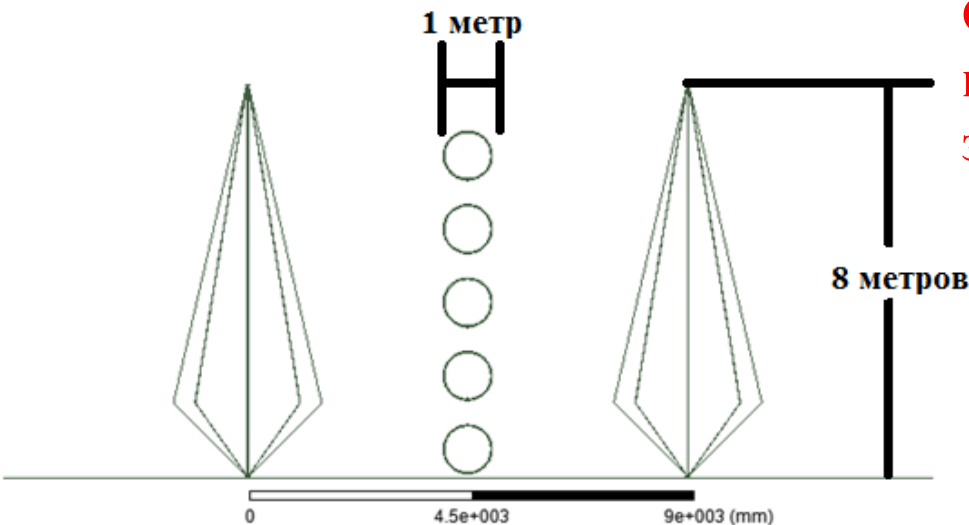
диа­па­зо­на 6-30 МГц



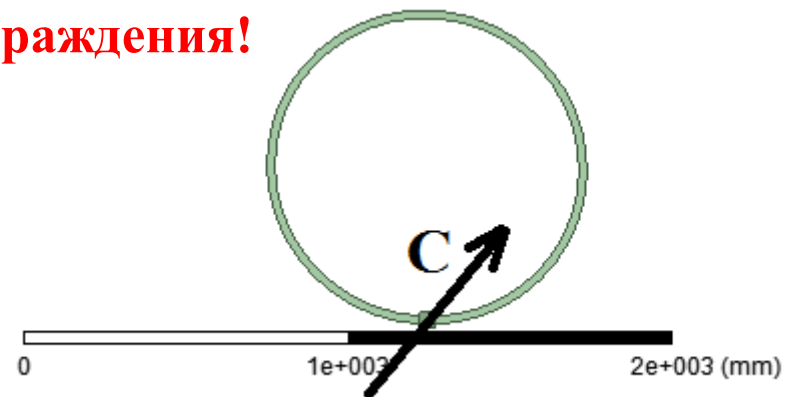
III. Трансляция метода на КВ диапазон и его модернизация



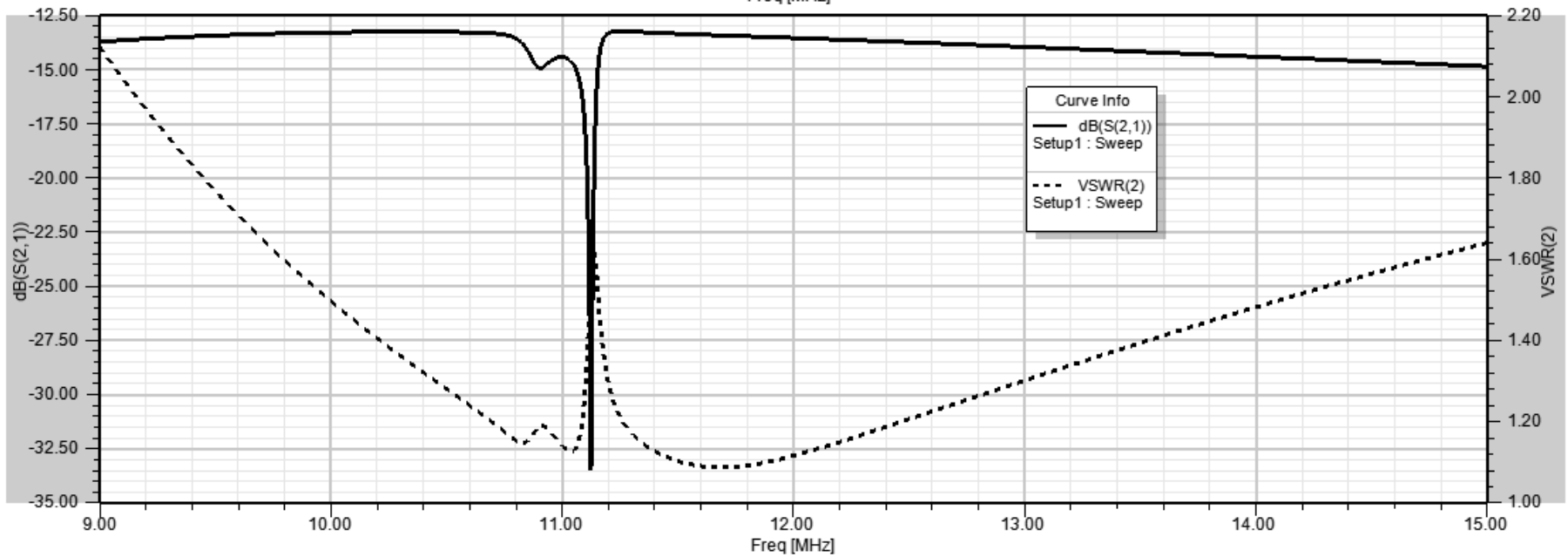
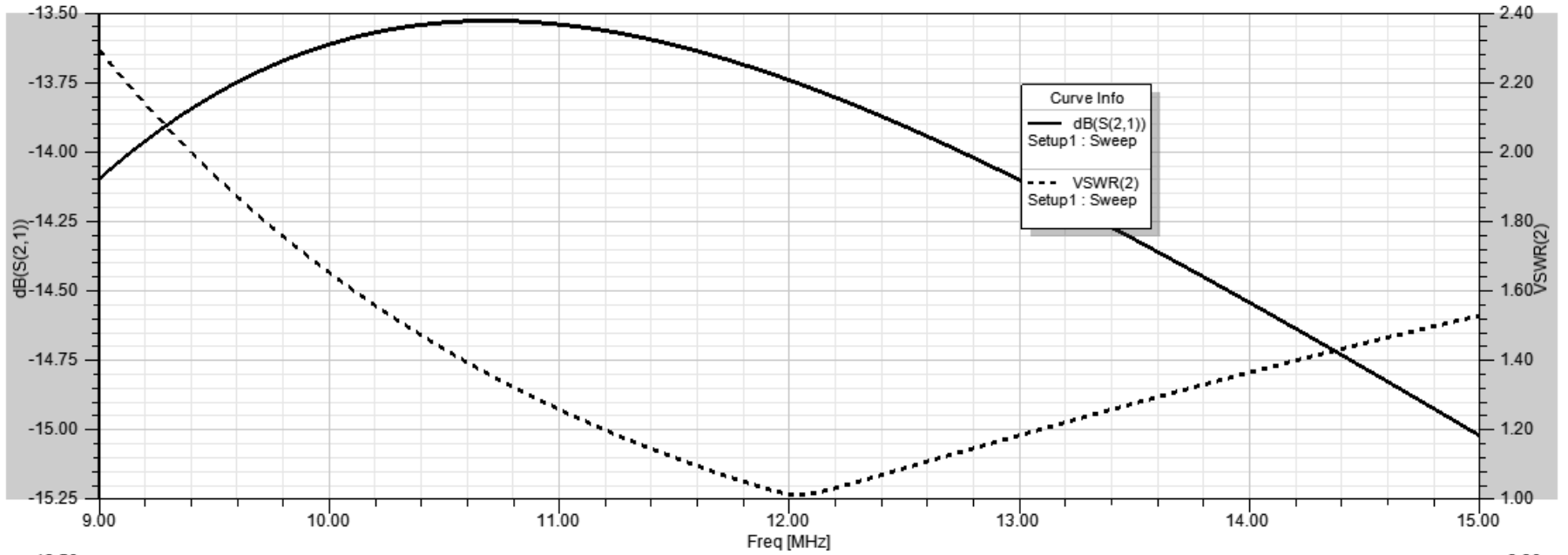
Система из двух широкополосных вертикальных излучателей (ШВИ) диапазона 6-30 МГц



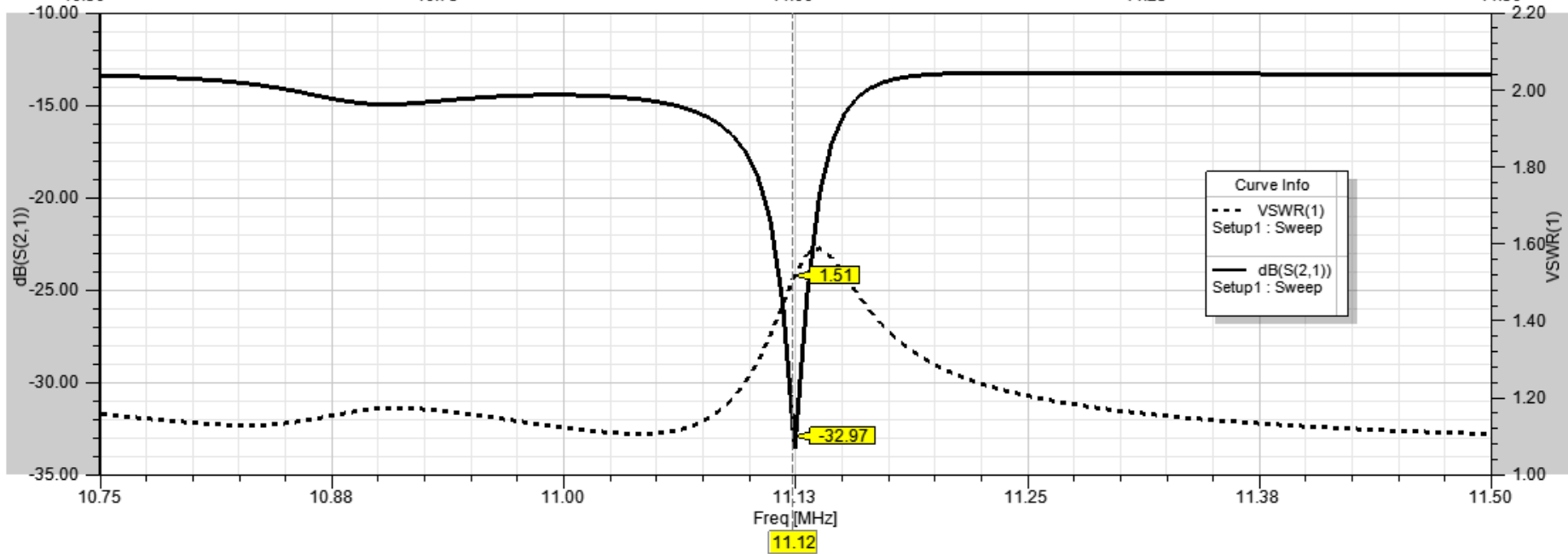
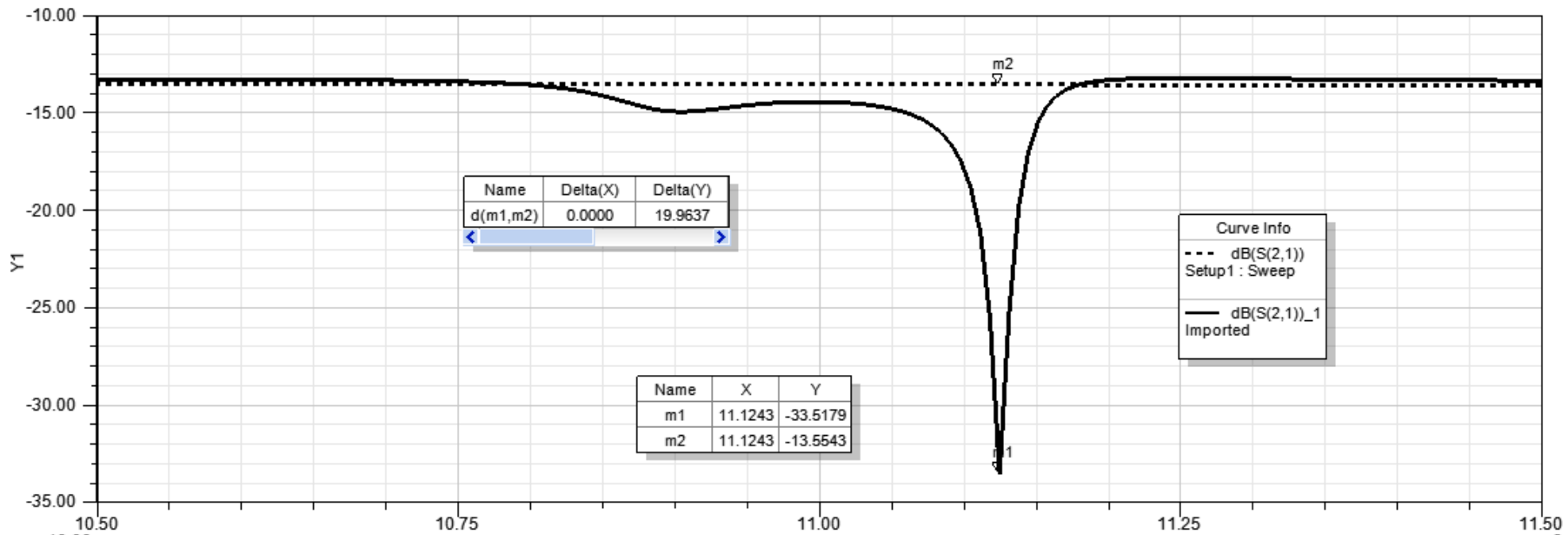
Отличительная особенность метода в возможности перестройки частоты заграждения!



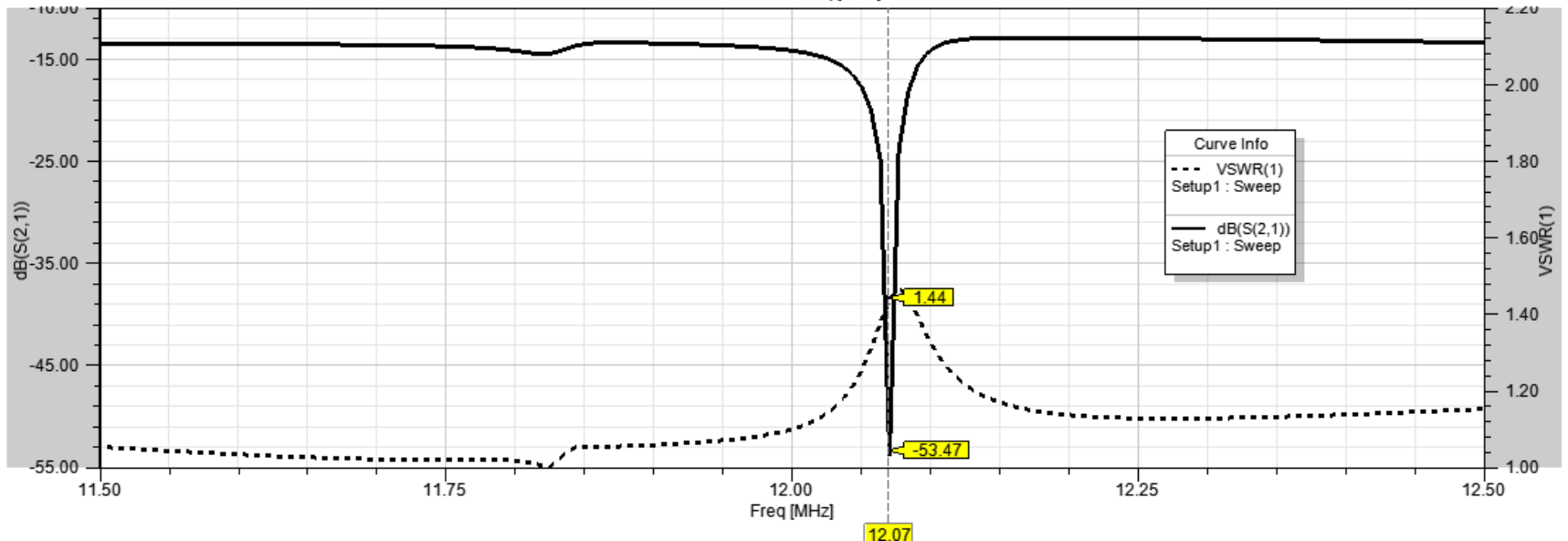
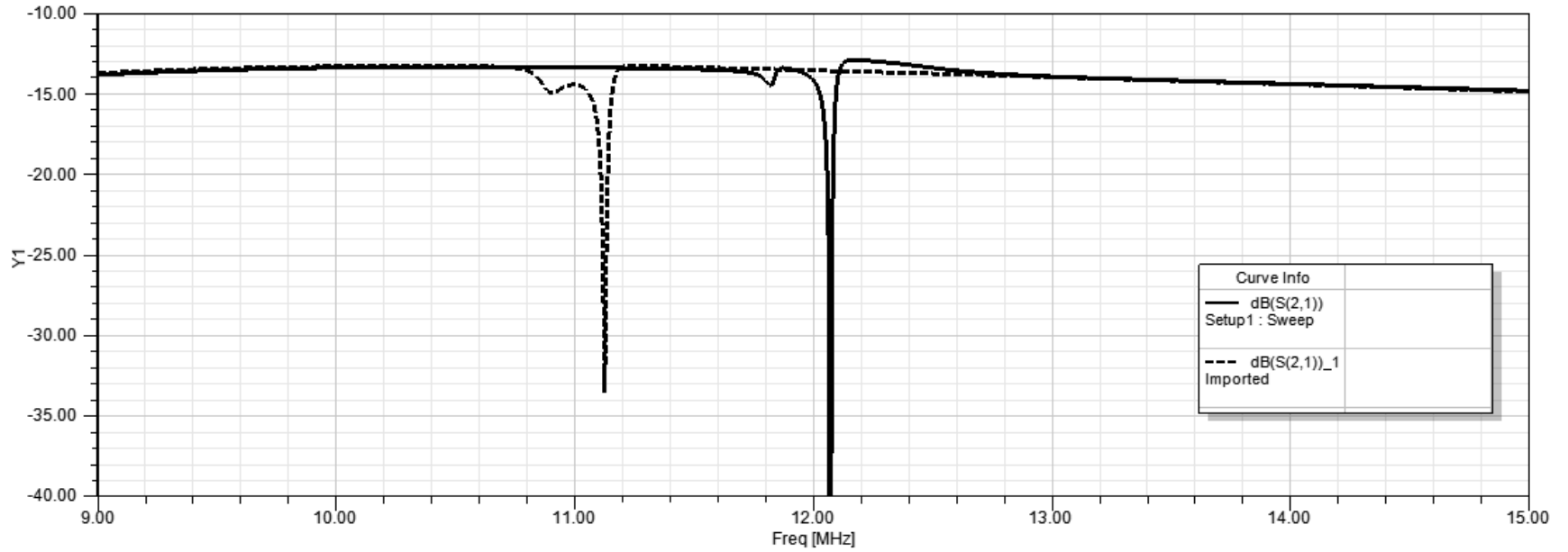
III



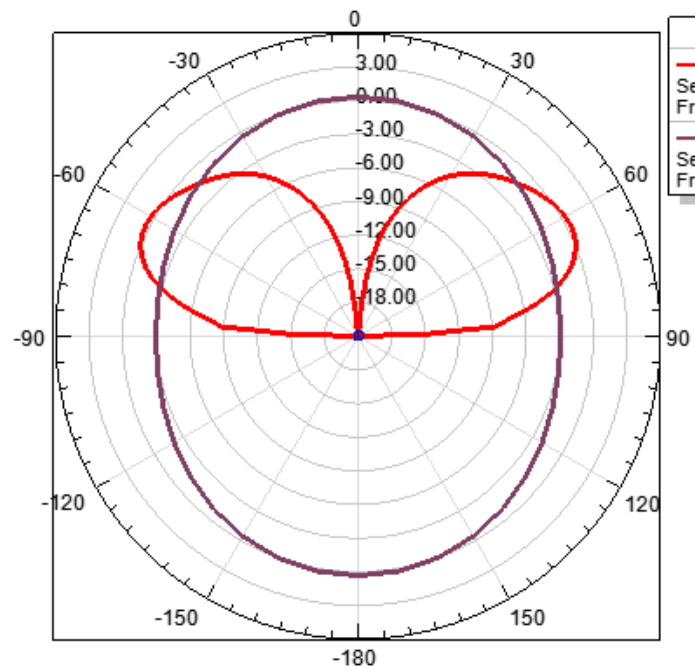
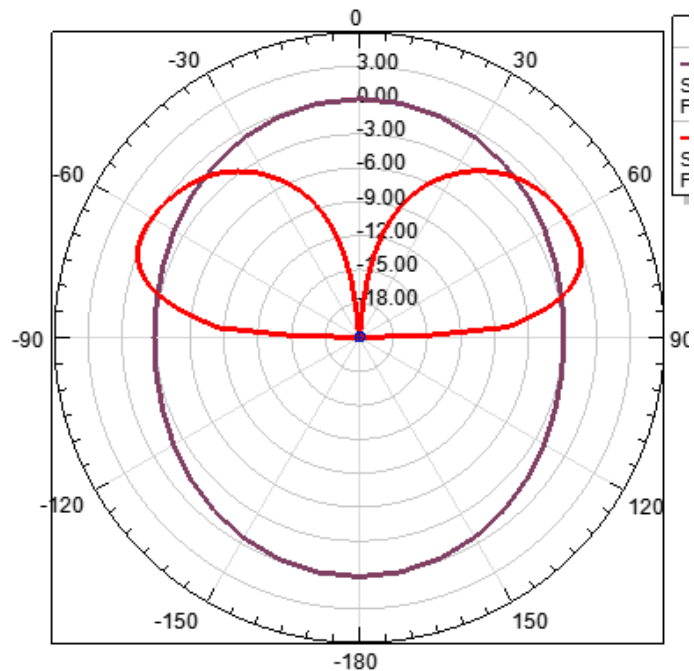
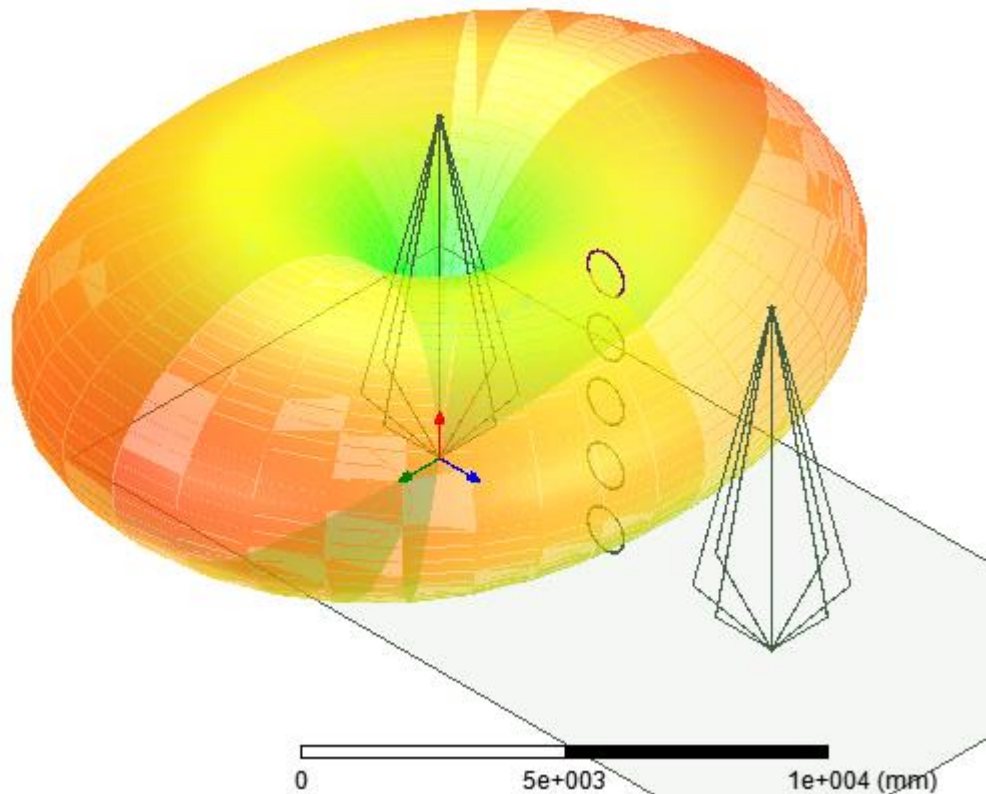
III



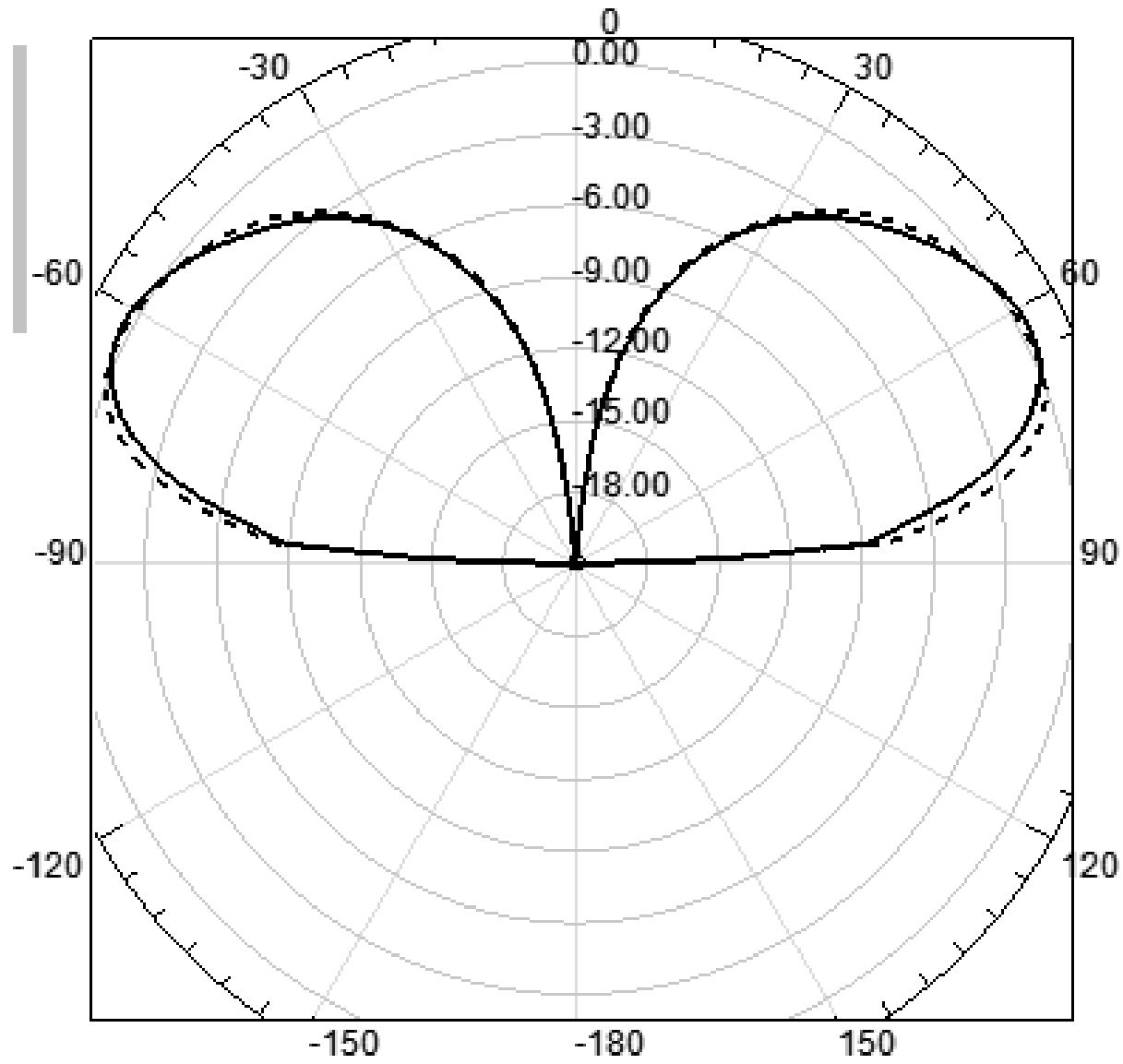
III



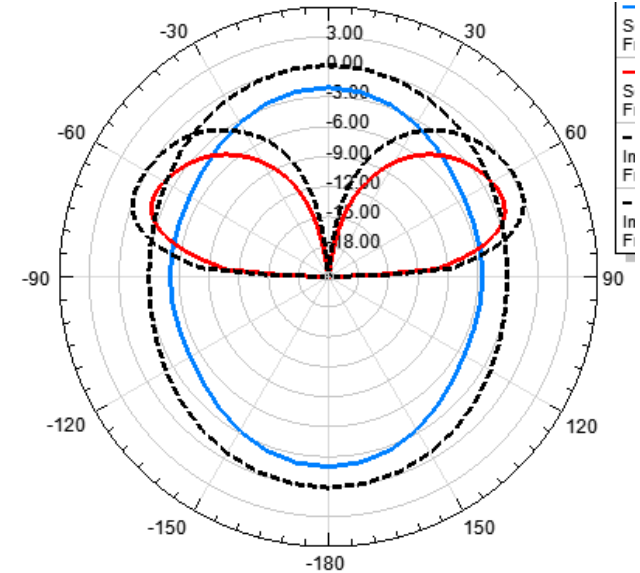
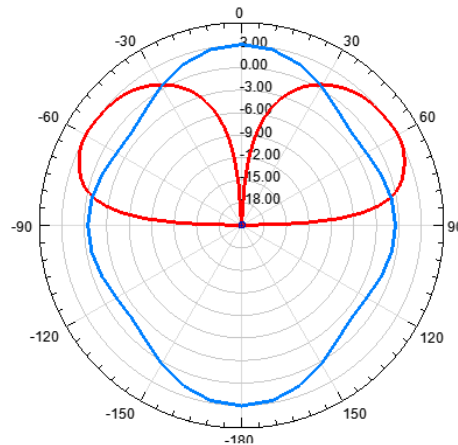
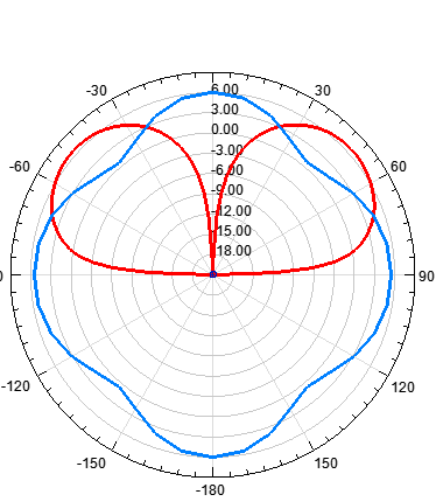
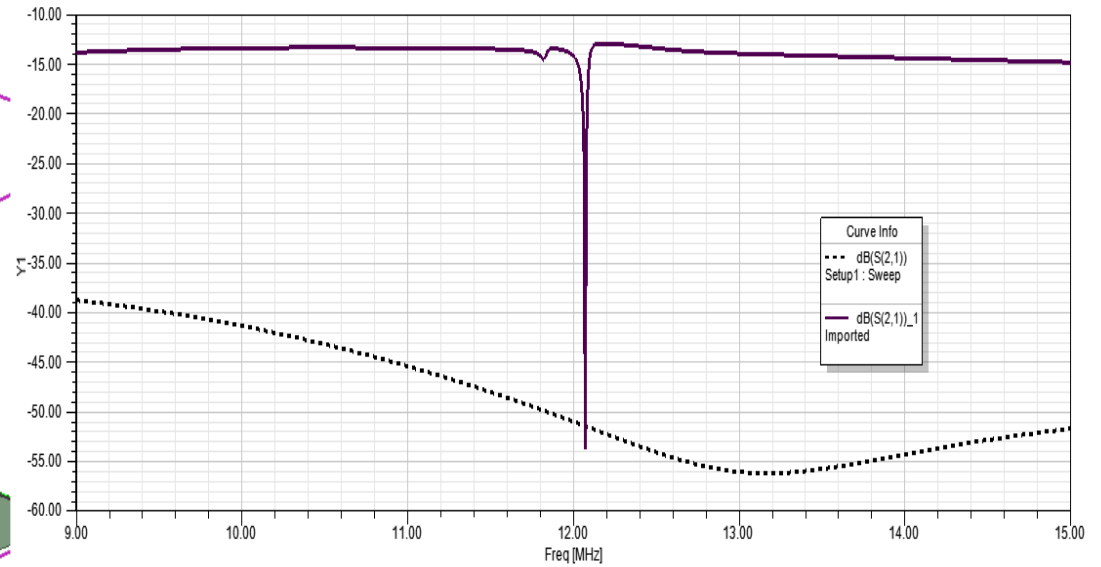
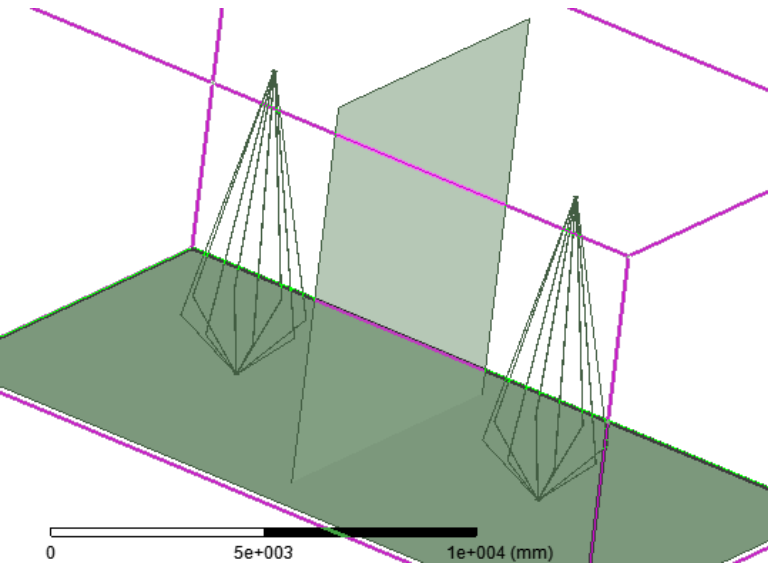
III. Сравнение ДН с развязывающими контурами и без



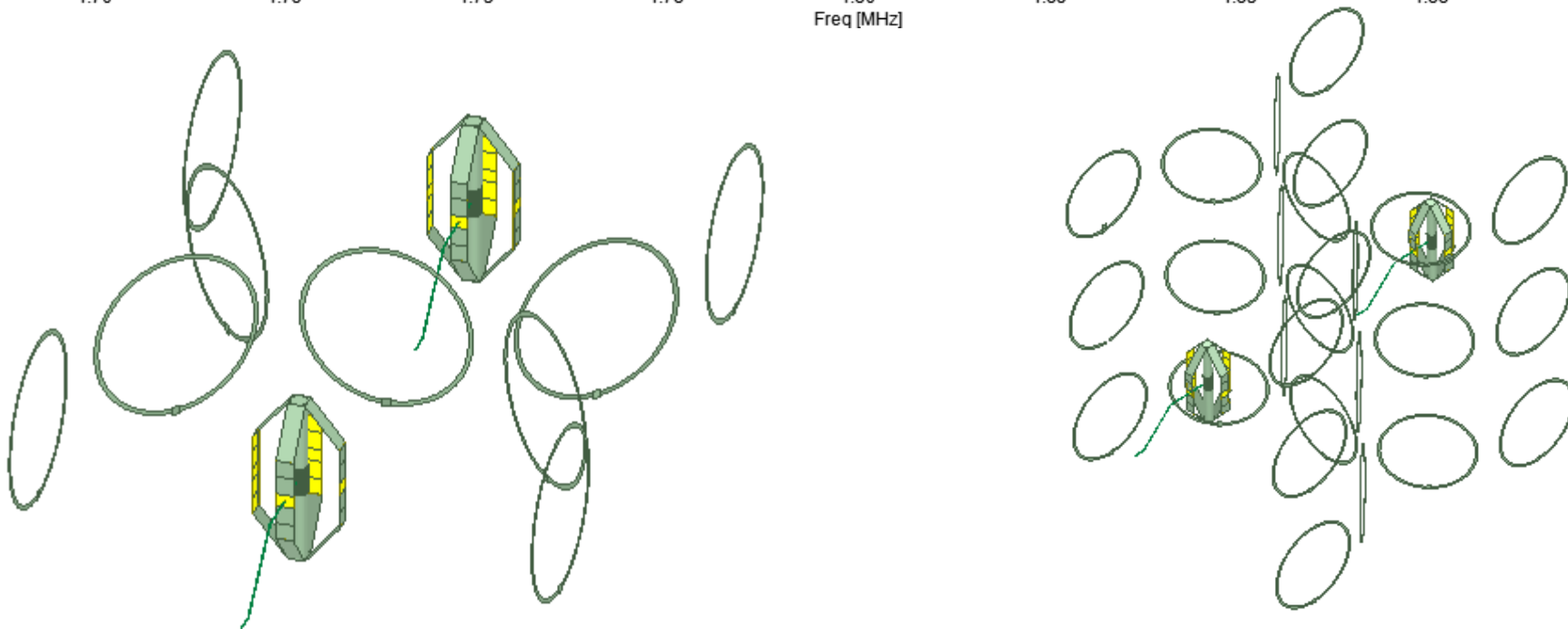
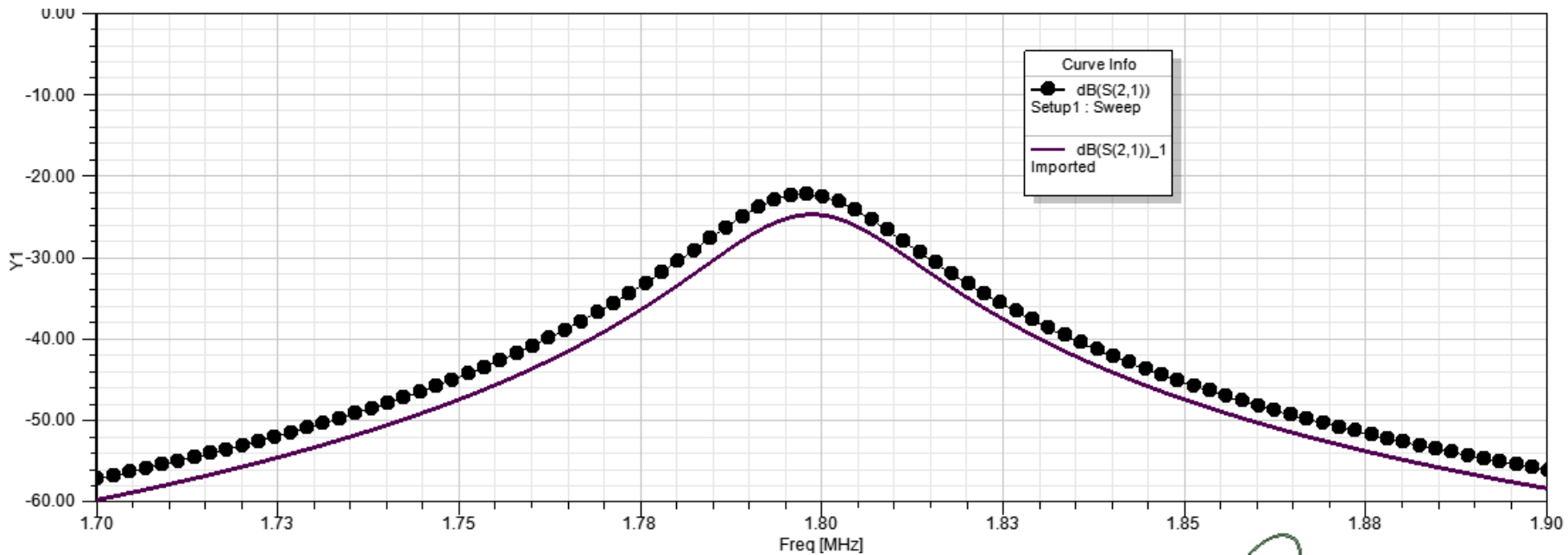
III. Сравнение ДН с развязывающими контурами и без (пунктир)



III. Сравнение развязывающими контурами и металлическим экраном между излучателями



Ш. Применение метода для электрически малых антенн



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!