

САПР ГАММА:

Валидация результатов

28 ноября 2024

Содержание

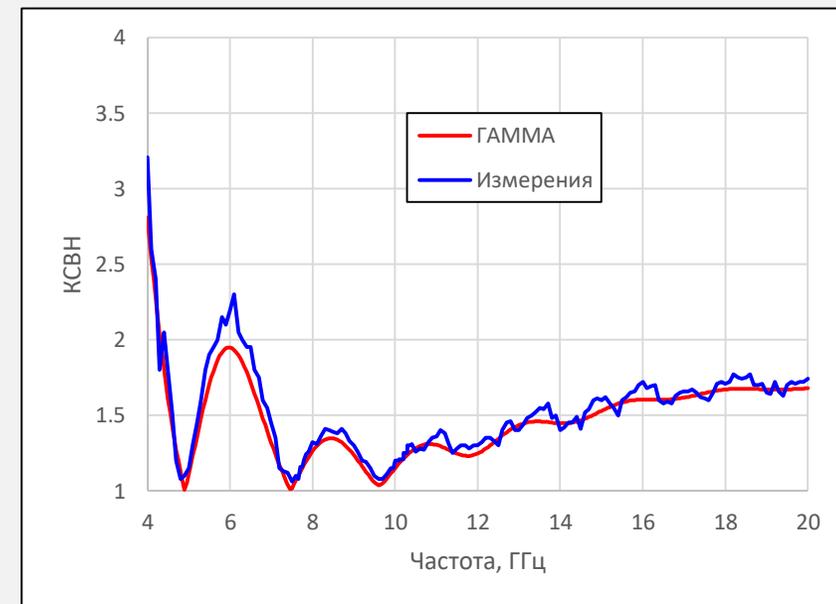
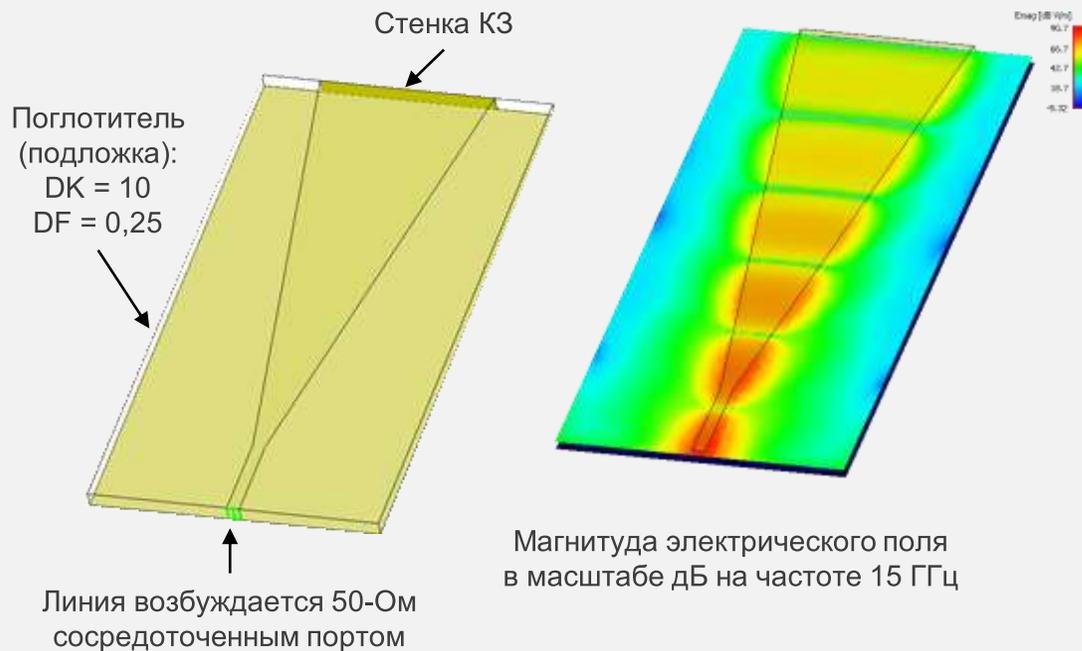
1. Согласованная нагрузка
2. Волноводный фильтр с диафрагмами
3. СШП полосно-пропускающий фильтр
4. СШП антенна
5. Патч-антенна с круговой поляризацией
6. Антенны мм-диапазона
7. Монолитная интегральная схема МШУ
8. Замедляющая система ЛБВ
9. ЭПР уголкового отражателя
10. ЭПР противорадиолокационной ракеты

1. Согласованная нагрузка

Разработка согласованной нагрузки микрополосковой линии передачи:

- Согласованная нагрузка для подключения к 50-Ом микрополосковой линии спроектирована в ГАММА, а изготовленный опытный образец измерен студентами Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ»

3D-модель, результаты симуляции в САПР ГАММА и измерений



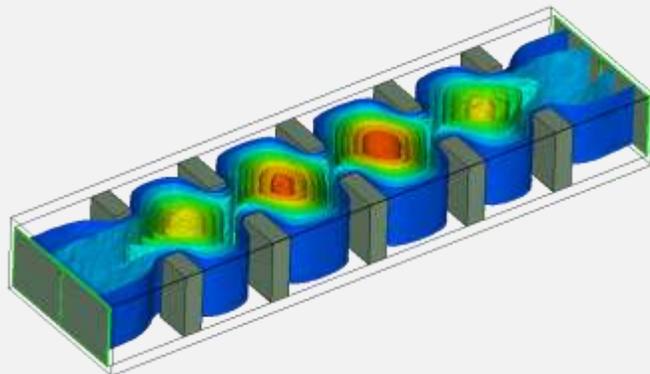
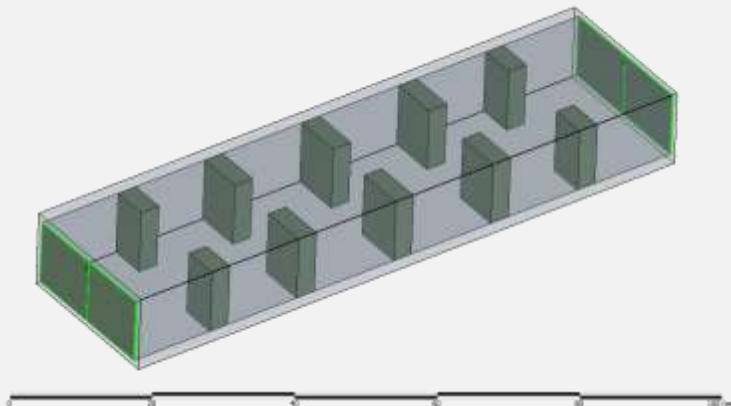
Сравнение симуляции в САПР ГАММА и измерений опытного образца

2. Волноводный фильтр с диафрагмами

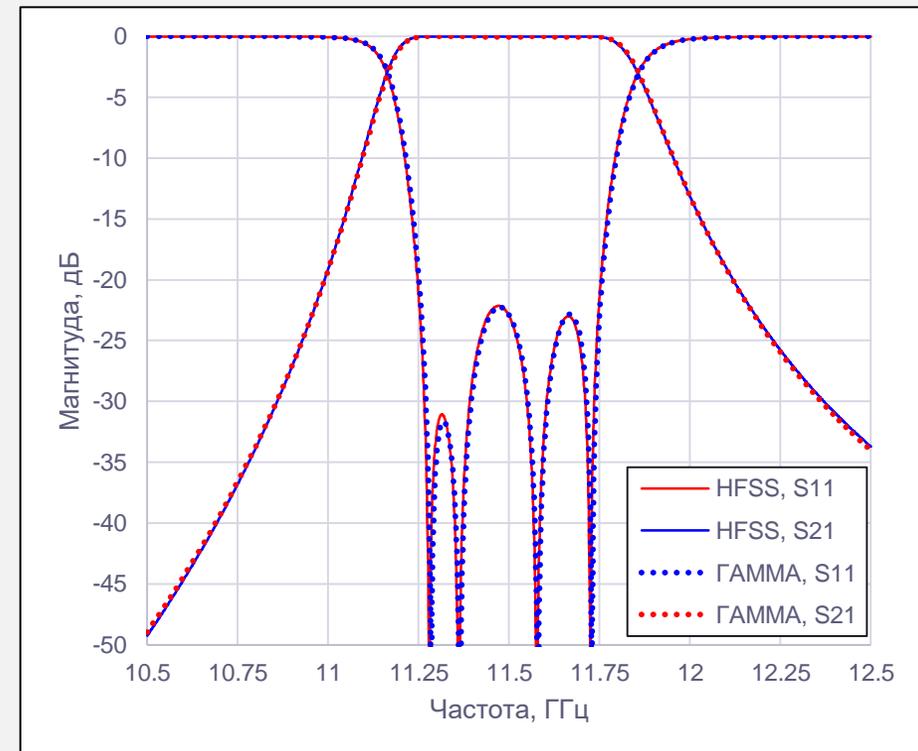
Пример волноводного полосно-пропускающего фильтра (ППФ) с симметричными индуктивными диафрагмами:

Сравнение результатов симуляции волноводного ППФ с симметричными индуктивными диафрагмами в САПР Ansys HFSS и САПР ГАММА

Волноводный ППФ с симметричными индуктивными диафрагмами



Распределение поля E на центральной частоте 11,5 ГГц (симуляция в САПР ГАММА)

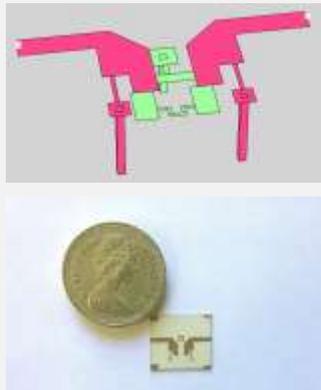


3. СШП полосно-пропускающий фильтр

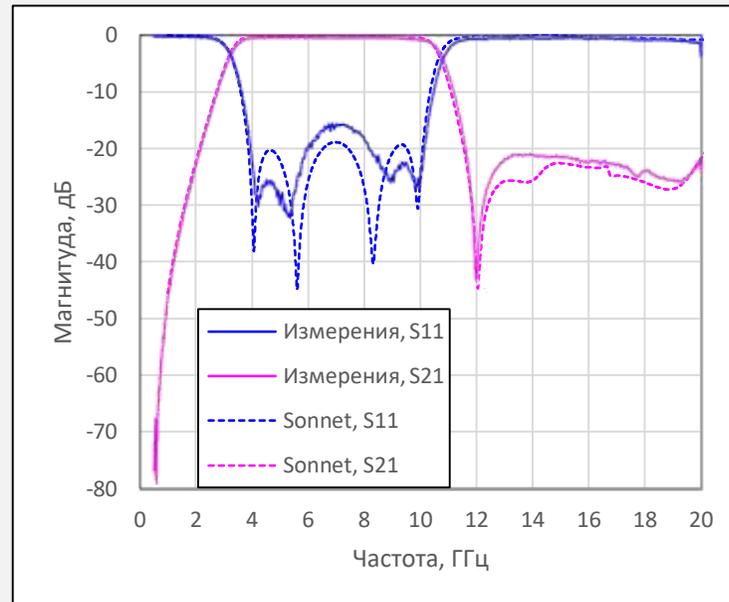
Разработка сверхширокополосного (СШП) полосно-пропускающего фильтра (ППФ):

- ППФ для системы беспроводной радиосвязи «UWB» разработан исследователями из университета Хериот-Уатт (Шотландия) и Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» [1].

3D-модель, опытный образец ППФ
и результаты симуляции и измерений из [1]

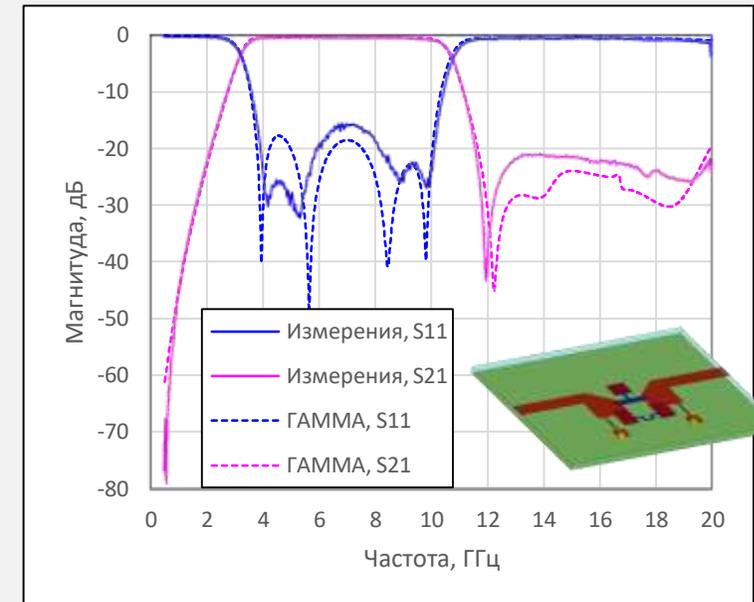


Фильтр реализован с применением многослойной технологии LCP (Liquid Crystal Polymer)



Сравнение 2,5D ЭМ симуляции в САПР Sonnet Suites и измерений опытного образца

3D-модель ППФ и результаты симуляции
в САПР ГАММА и измерений из [1]



Сравнение 3D полноволновой симуляции в САПР ГАММА и измерений опытного образца

4. СШП антенна

Разработка сверхширокополосной (СШП) антенны:

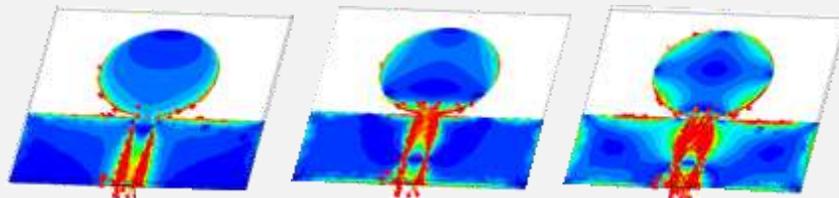
- Антенна с полосами запираения внутри рабочей полосы частот для системы беспроводной радиосвязи «UWB» разработана исследователями из Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», университета Принца Сонгкла (Таиланд) и университета Хериот-Уатт (Шотландия) [2].

Результаты из [2] (все данные симуляции из САПР ГАММА)



Опытный образец СШП антенны

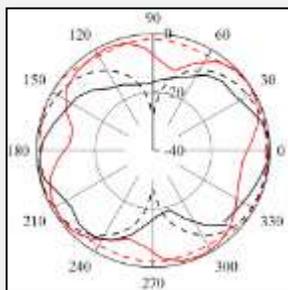
Распределение поверхностных токов (симуляция в САПР ГАММА)



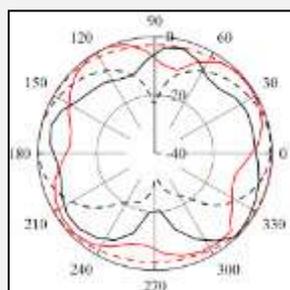
3,5 ГГц

5,8 ГГц

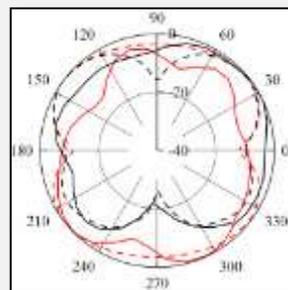
7,5 ГГц



(а)

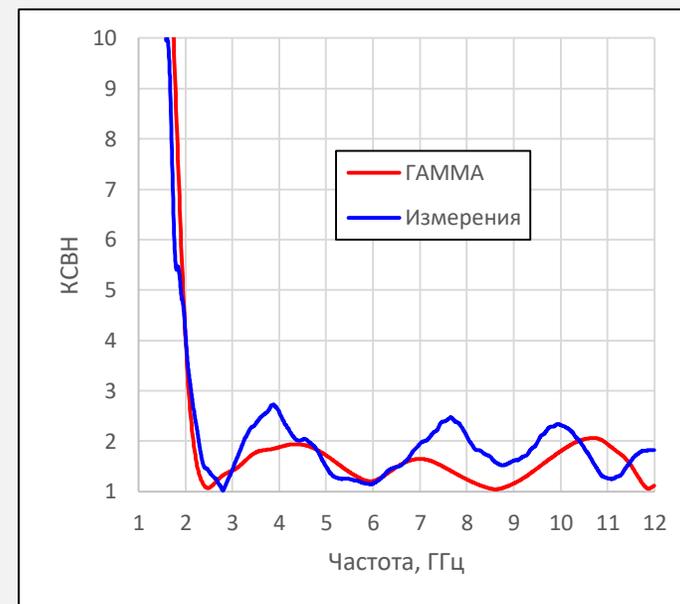


(б)



(в)

Диаграмма направленности исходной СШП антенны на частоте 3,5 ГГц (а), 5,8 ГГц (б) и 7,5 ГГц (в) в плоскости X-Z (красные линии) и Y-Z (черные линии): симуляция (штриховые линии) и измерения (сплошные линии)

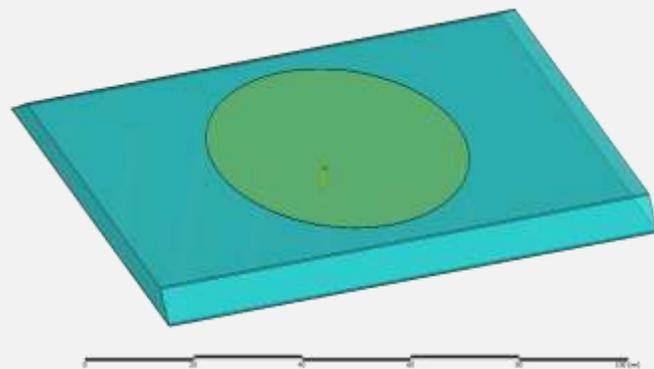


Сравнение симуляции в САПР ГАММА и измерений опытного образца

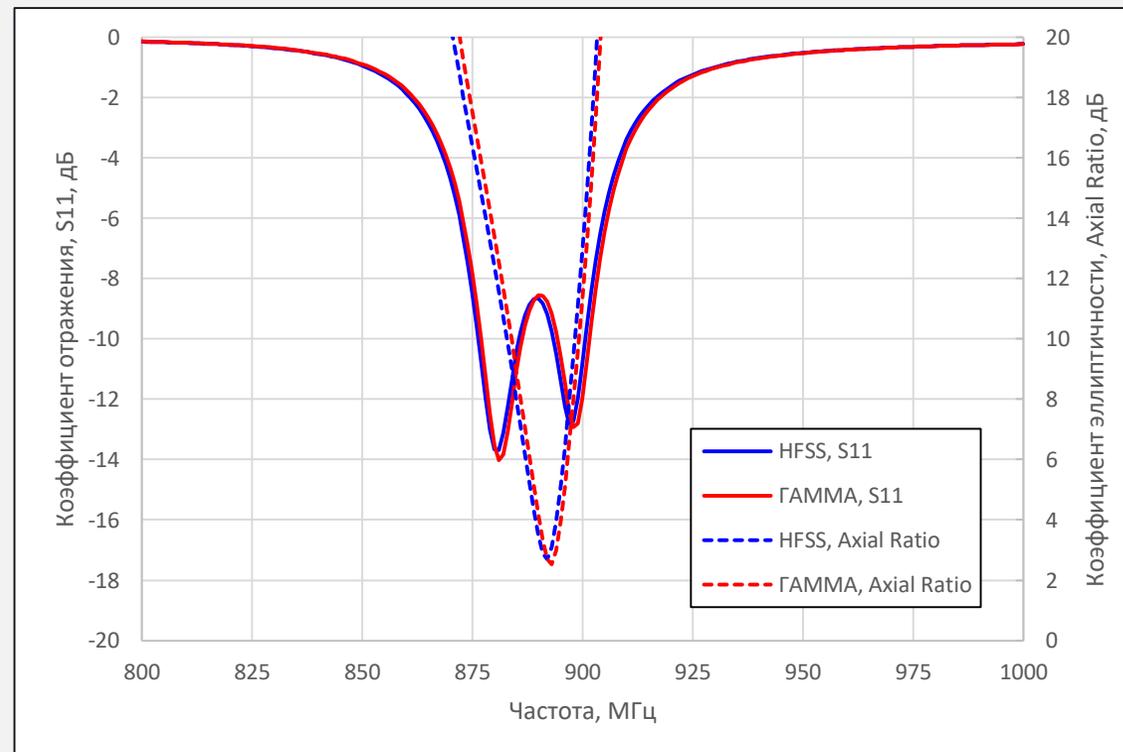
5. Патч-антенна с круговой поляризацией

Пример патч-антенны с круговой поляризацией:

Сравнение результатов симуляции патч-антенны с круговой поляризацией
в САПР Ansys HFSS и САПР ГАММА



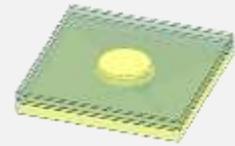
Патч-антенна с левой круговой поляризацией (LHCP)
возбуждение сосредоточенным портом



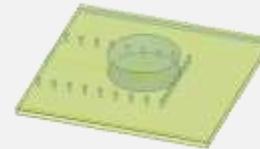
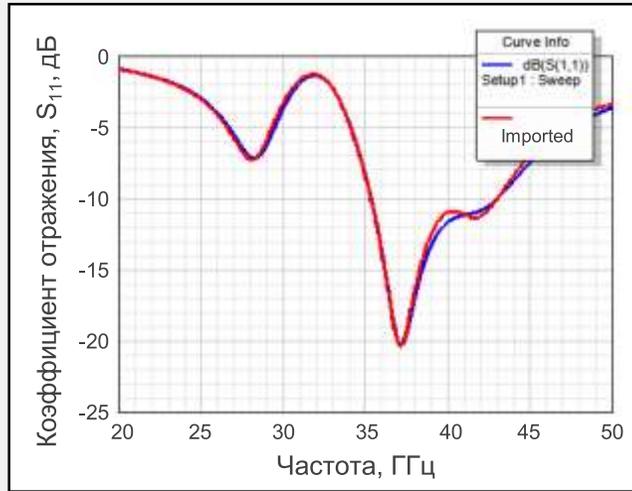
6. Антенны мм-диапазона

Примеры антенн мм-диапазона:

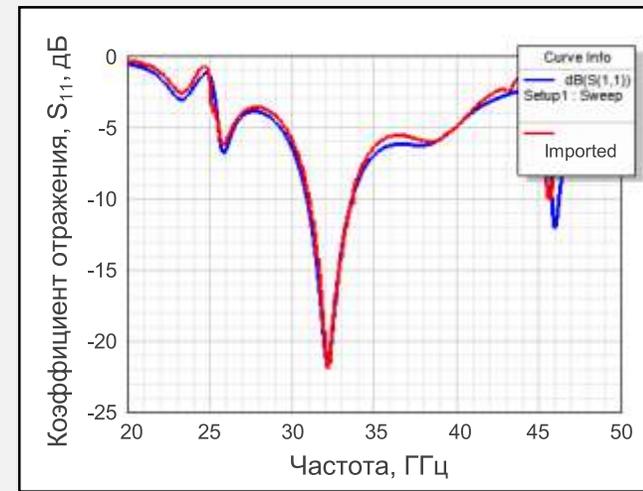
Сравнение результатов симуляции различных антенн мм-диапазона в САПР Ansys HFSS и САПР ГАММА



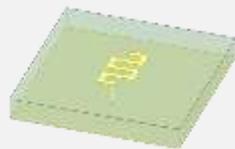
Патч-антенна,
возбуждение
коаксиальным
портом



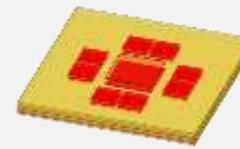
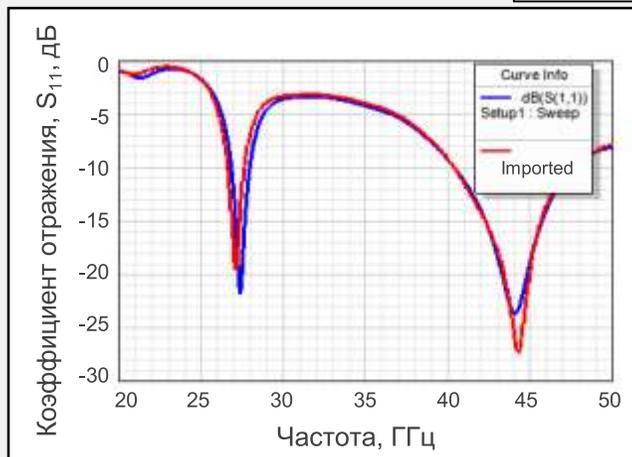
Диэлектрическая
резонаторная
антенна,
возбуждение
сосредоточенным
портом



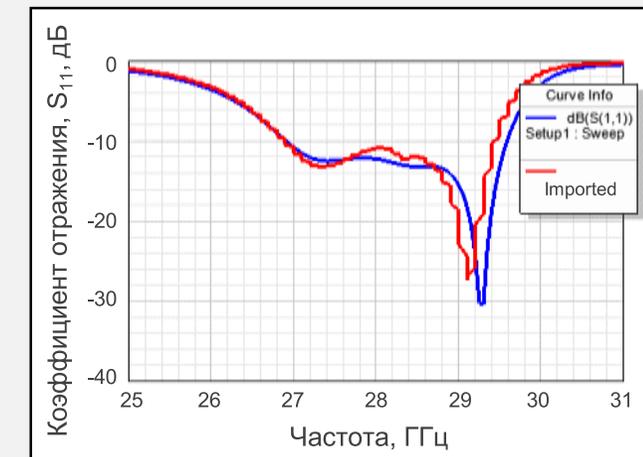
— HFSS — ГAMMA



Рамочная антенна,
возбуждение
сосредоточенным
портом



Патч-антенна,
возбуждение
сосредоточенным
портом

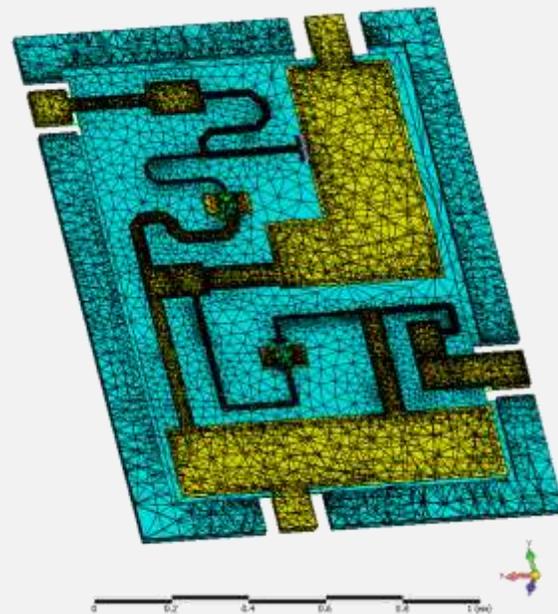


7. Монолитная интегральная схема МШУ

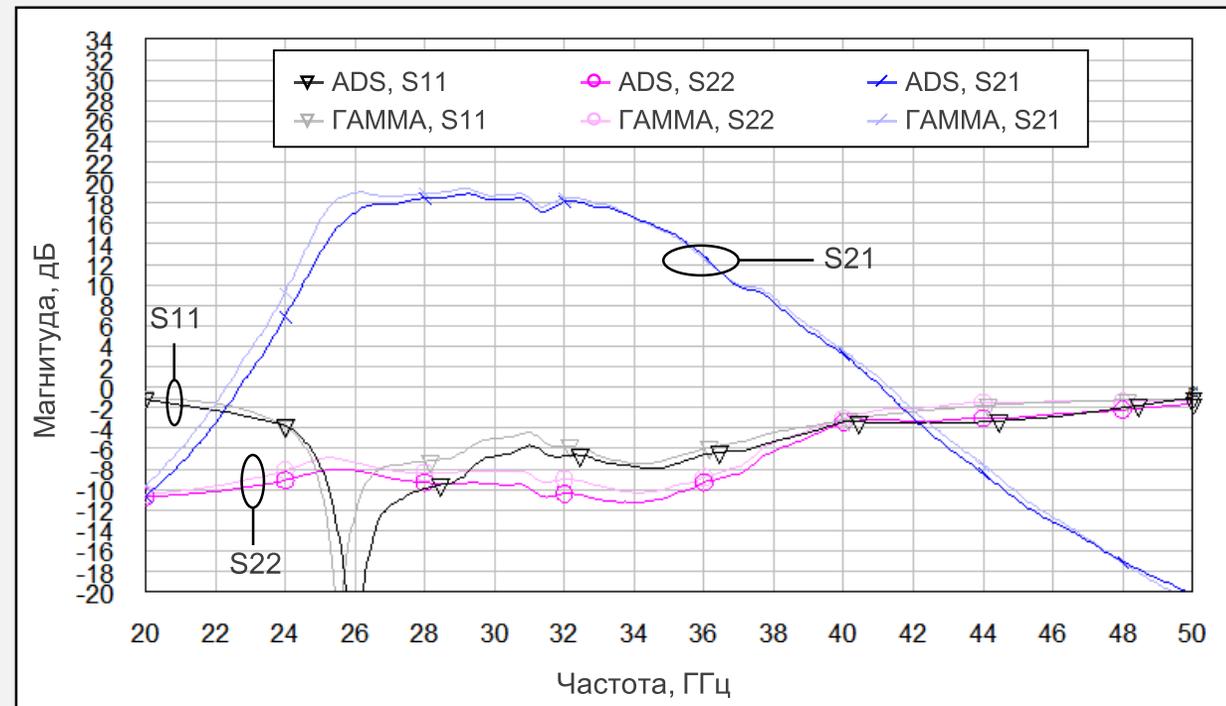
Верификация монолитной интегральной схемы (МИС) малошумящего усилителя Ка-диапазона 5411УВ03Н (АЕНВ.431130.317ТУ), свидетельство о регистрации топологии №2017630089:

- МИС малошумящего усилителя (МШУ) разработана и изготовлена в ИСВЧПЭ РАН (Москва).

3D-модель МИС МШУ и результаты симуляции в САПР ADS и САПР ГАММА



Уточненная в процессе адаптивного решения сетка, используемая в симуляции в САПР ГАММА



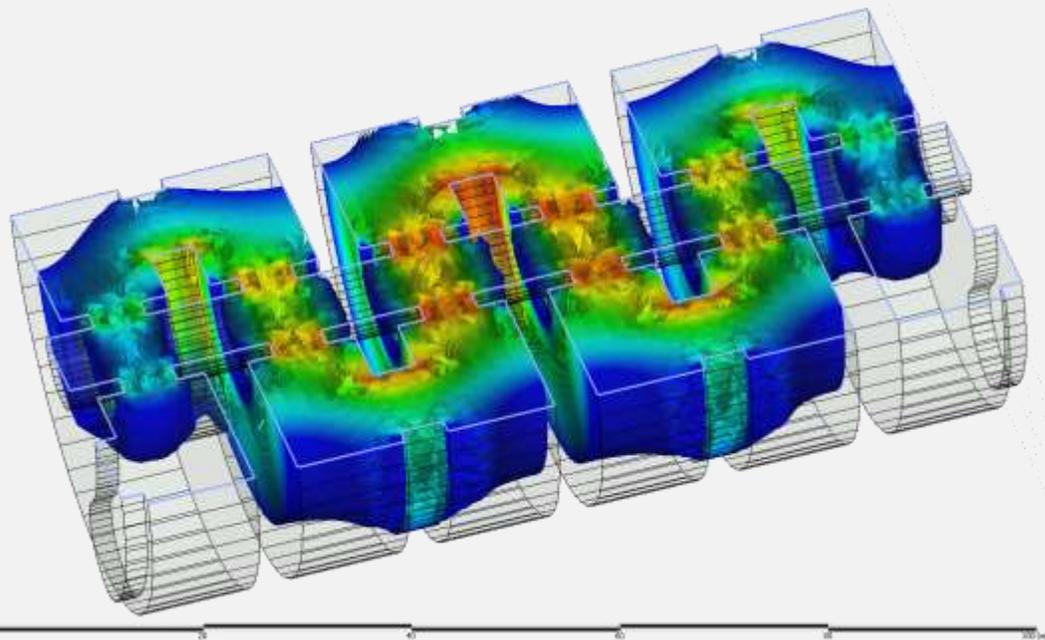
Сравнение 3D полноволновой симуляции в САПР ADS и САПР ГАММА

8. Замедляющая система ЛБВ

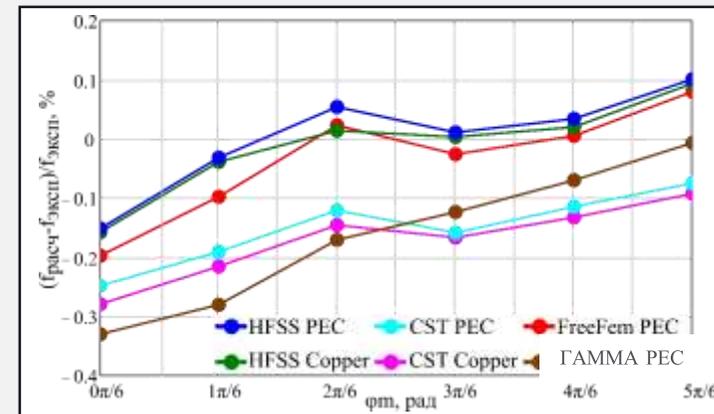
Сравнение результатов расчета резонансных частот отрезка периодической замедляющей системы (ЗС) типа цепочки связанных резонаторов (ЦСР) с экспериментальными данными:

- Периодическая ЗС типа ЦСР разработана и изготовлена в АО «НПП «Исток» имени А.И. Шокина» (г. Фрязино).

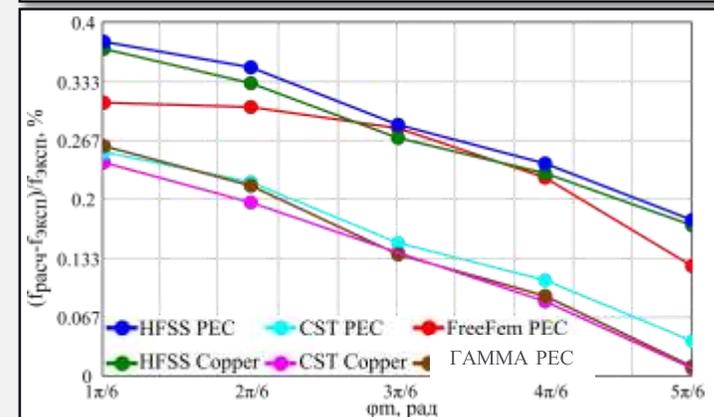
3D-модель ЗС типа ЦСР и результаты симуляции в различных САПР и измерений из [3]



Электрическое поле в короткозамкнутом по плоскостям зеркальной симметрии отрезке ЗС ЦСР из 6-и ячеек на виде колебаний с фазовым сдвигом $\varphi = 5\pi/6$ рад на период в резонаторной полосе пропускания в САПР ГАММА



Погрешность вычисления резонансных частот короткозамкнутого отрезка ЗС типа ЦСР в резонаторной полосе пропускания



Погрешность вычисления резонансных частот короткозамкнутого отрезка ЗС типа ЦСР в щелевой полосе пропускания

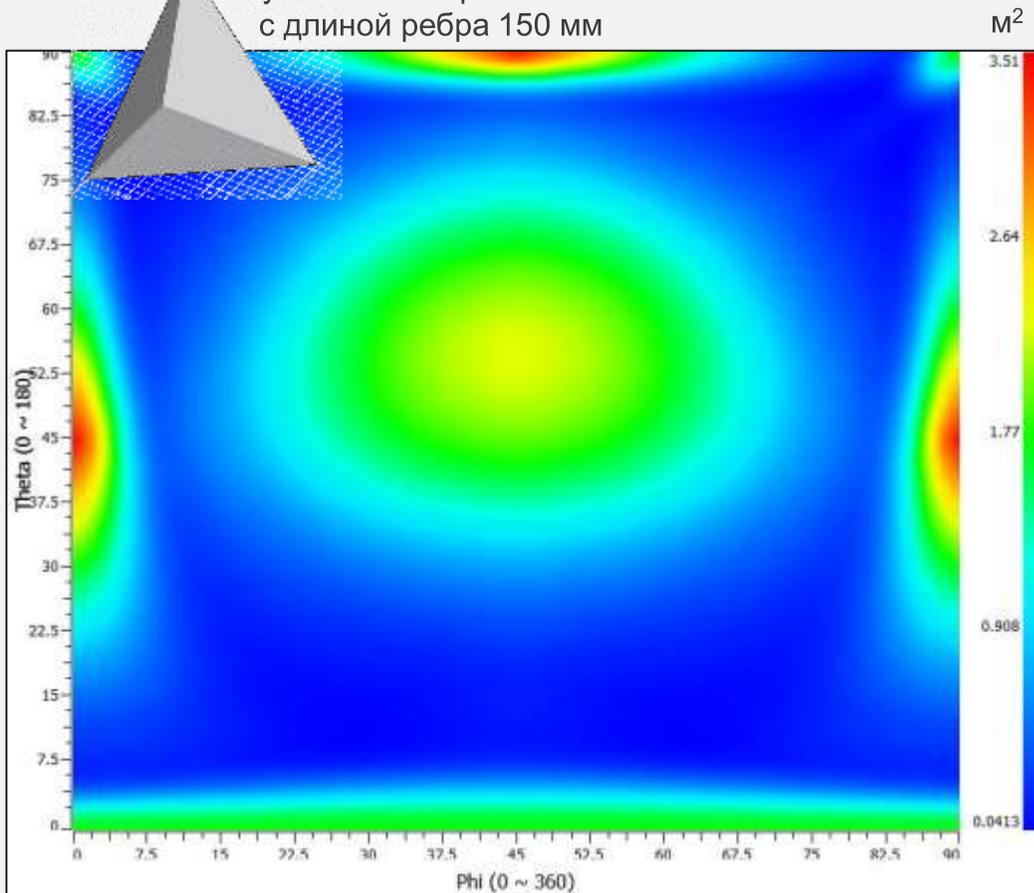
[3] А.Н. Савин, Н.А. Голованов, Е.А. Богомолова, "Сравнение программного обеспечения для решения внутренних краевых задач электродинамики методом конечных элементов", материалы XIII-ой Всероссийской конференции "Электроника и микроэлектроника СВЧ", с. 409–413, 27-31 мая 2024, Санкт-Петербург, Россия.

9. ЭПР уголкового отражателя

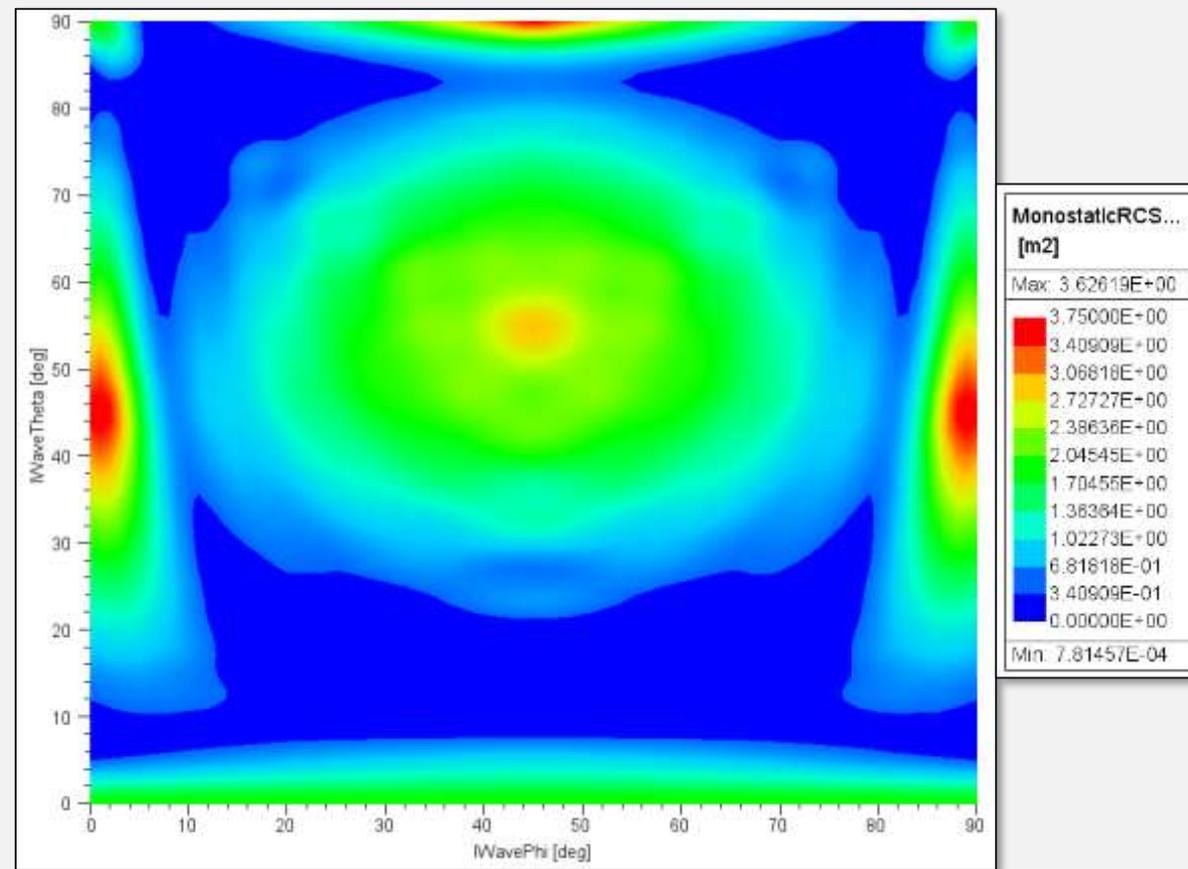
Моностатическая эффективная площадь рассеяния (ЭПР) трехгранного уголкового отражателя:

Сравнение результатов расчета ЭПР трехгранного уголкового отражателя на частоте 10 ГГц в САПР Ansys HFSS и САПР ГАММА

3D модель трехгранного уголкового отражателя с длиной ребра 150 мм



ГАММА

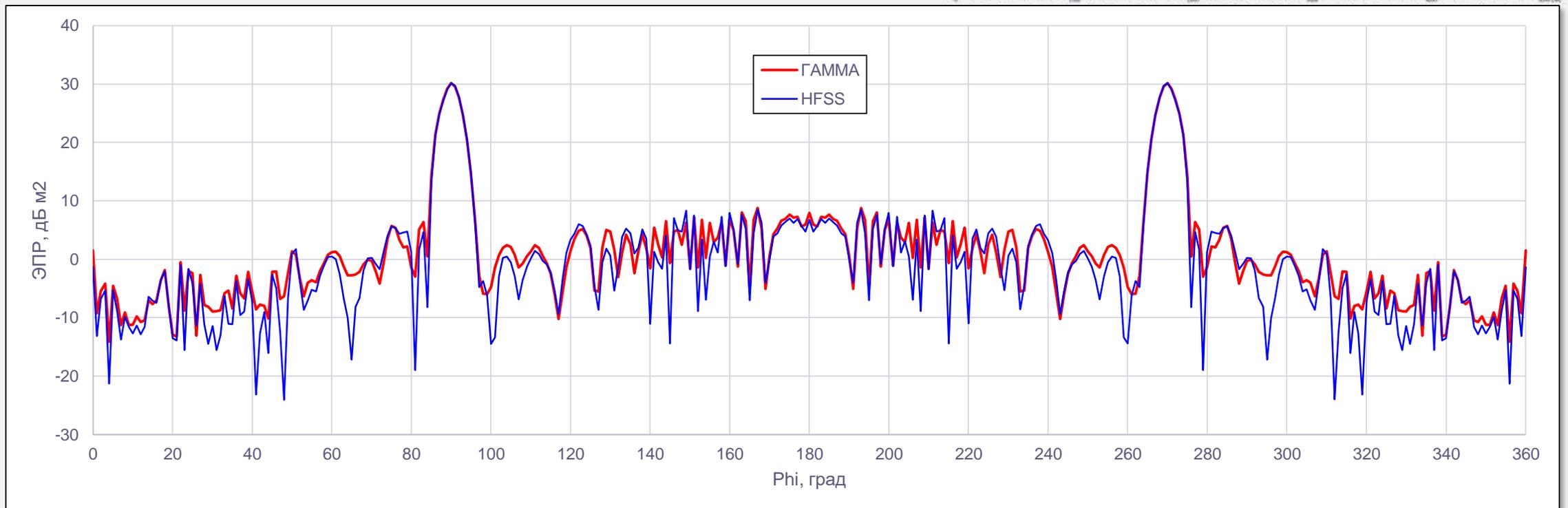
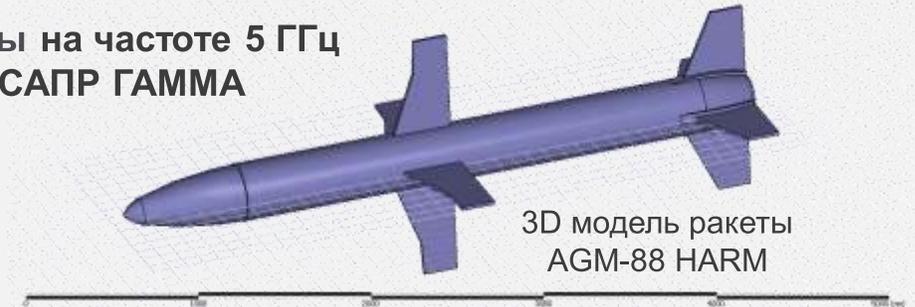


HFSS

10. ЭПР противорадиолокационной ракеты

Моностатическая эффективная площадь рассеяния (ЭПР) противорадиолокационной ракеты AGM-88 HARM:

Сравнение результатов расчета ЭПР ракеты на частоте 5 ГГц для $\theta = 90$ град в САПР Ansys HFSS и САПР ГАММА



11. Нерегулярная Четырехзаходная Цилиндрическая Спиральная Антенна

Модель Н4ЦСА1.1 [4]

- диапазон рабочих частот 2,3 – 2,6 ГГц (в данной модификации антенны);
- круговая диаграмма направленности (ДН) в азимутальной плоскости;
- направленное излучение в угломестной плоскости, возвышение ДН над линией горизонта на 20° ;
- круговая поляризация излучения в пределах верхней полуплоскости с коэффициентом эллиптичности $> 0,8$;
- пиковый коэффициент усиления 5 дБи;
- габариты антенны 20x5x5 см;
- входное сопротивление 50 Ом; КСВ не более 1,5;
- полная себестоимость: около 5500 руб.

Модель Н4ЦСА1.2

- габариты антенны 7x5x5 см;
- угол возвышается ДН над линией горизонта на 30° ;
- пиковый коэффициент усиления 3 дБи.

Модель Н4ЦСА1.3

- габариты антенны 35x5x5 см;
- пиковый коэффициент усиления 10 дБи.

Группа моделей Н4ЦСА2.X

- диапазон рабочих частот по запросу заказчиков.



3D Диаграмма направленности Н4ЦСА1.1 на частоте 2,4 ГГц

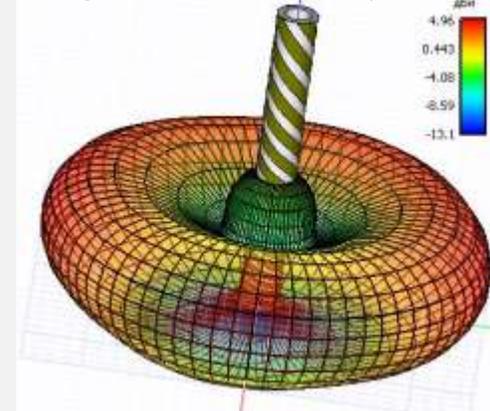
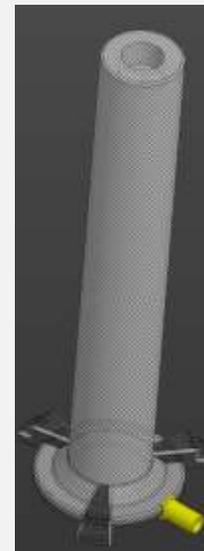
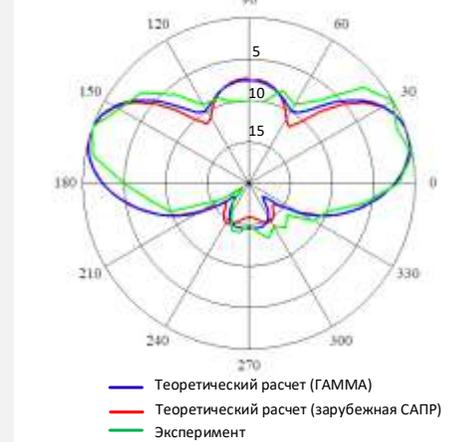
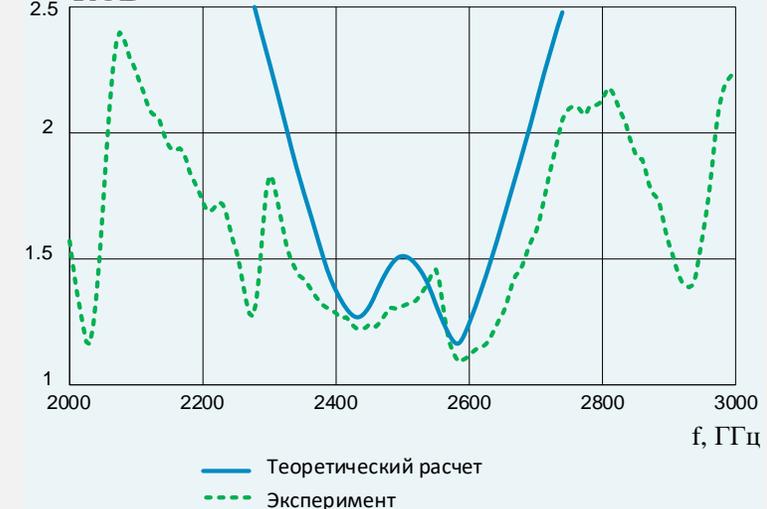


Диаграмма направленности Н4ЦСА1.1 на частоте 2,4 ГГц



КСВ Характеристика согласования на входе Н4ЦСА1.1





[*gammatech.ru](http://gammatech.ru)