

Сверхширокополосные биконические антенны симметричной и асимметричной конструкции с диэлектрической линзовой структурой

Г. К. Усков

С.П. Скулкин

Цель работы:

Исследование биконических антенн симметричной и асимметричной конструкции и разработка линзовой структуры для асимметричного биконуса

Задачи:

- проведение литературного обзора по теории биконических антенн
- исследование влияния геометрических параметров биконических антенн симметричной и асимметричной конструкции на их характеристики
- разработка методики расчета объемного распределения диэлектрической проницаемости линзовой структуры для биконической антенны асимметричной конструкции
- проведение электродинамического моделирования асимметричной антенны с разработанной линзовой структурой

Модель симметричной биконической антенны

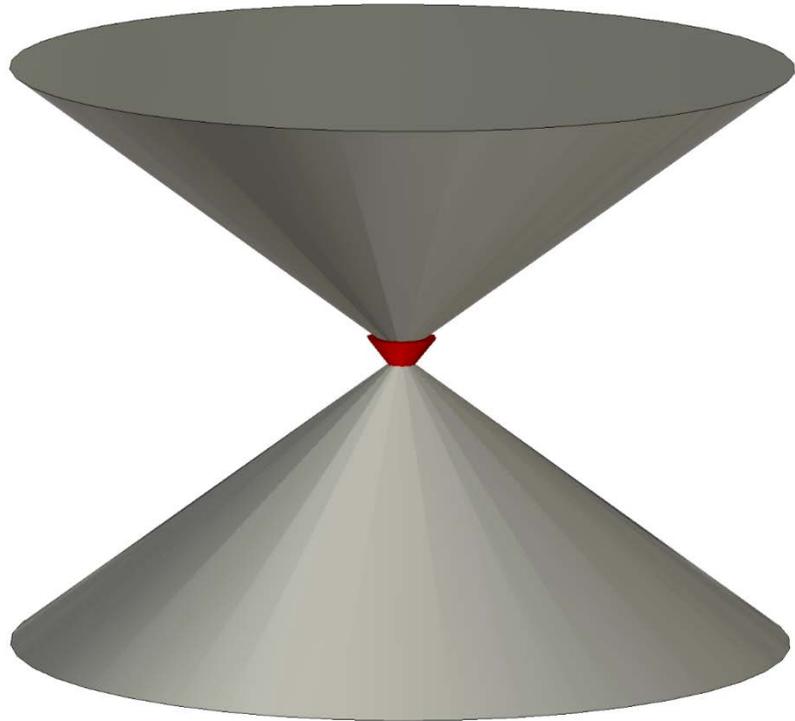


Рис. 2. Электродинамическая модель биконической антенны

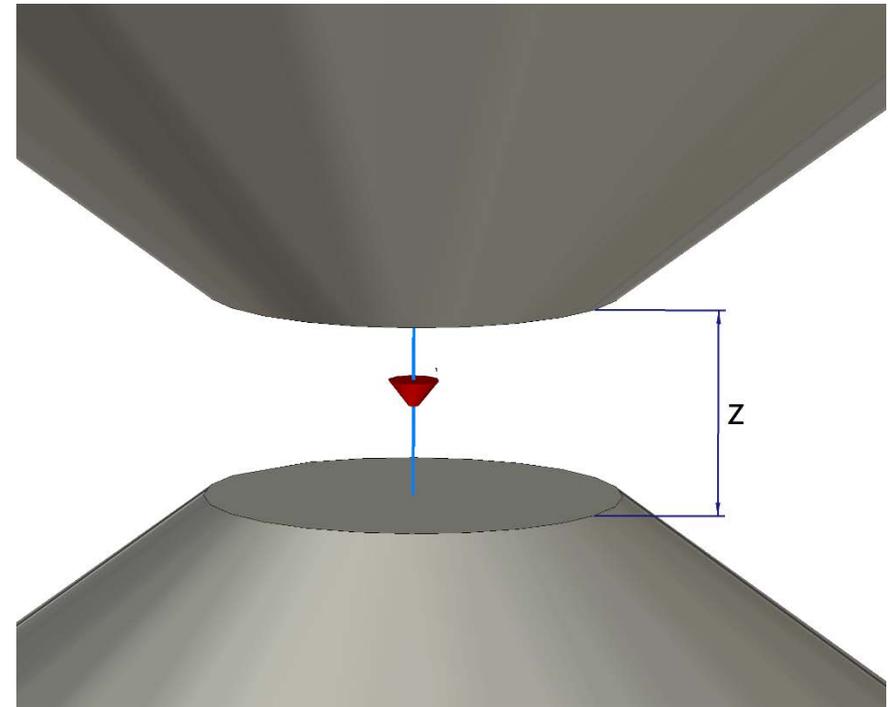


Рис. 3. Зазор биконической антенны с дискретным портом

Коэффициент отражения симметричной биконической антенны

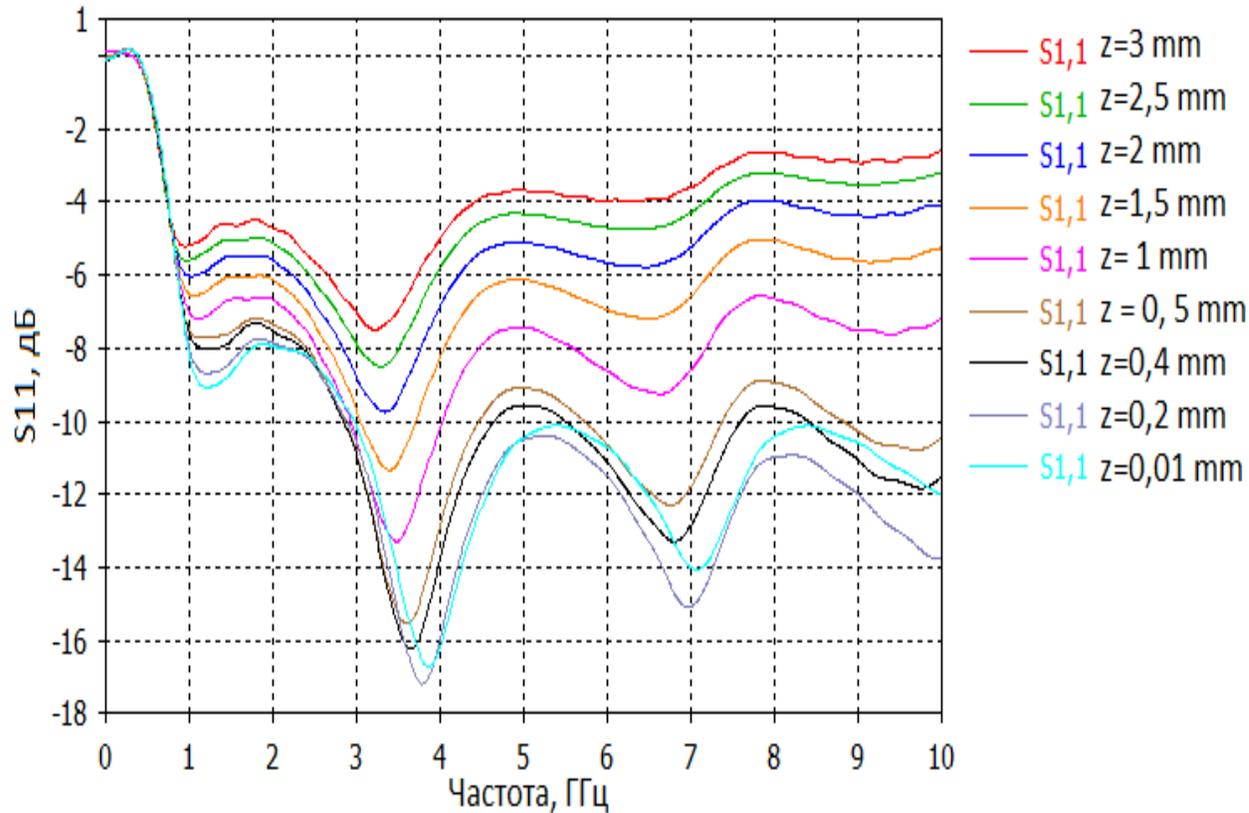


Рис. 3. Изменения в S_{11} , при размере зазора от 0,01мм до 3мм

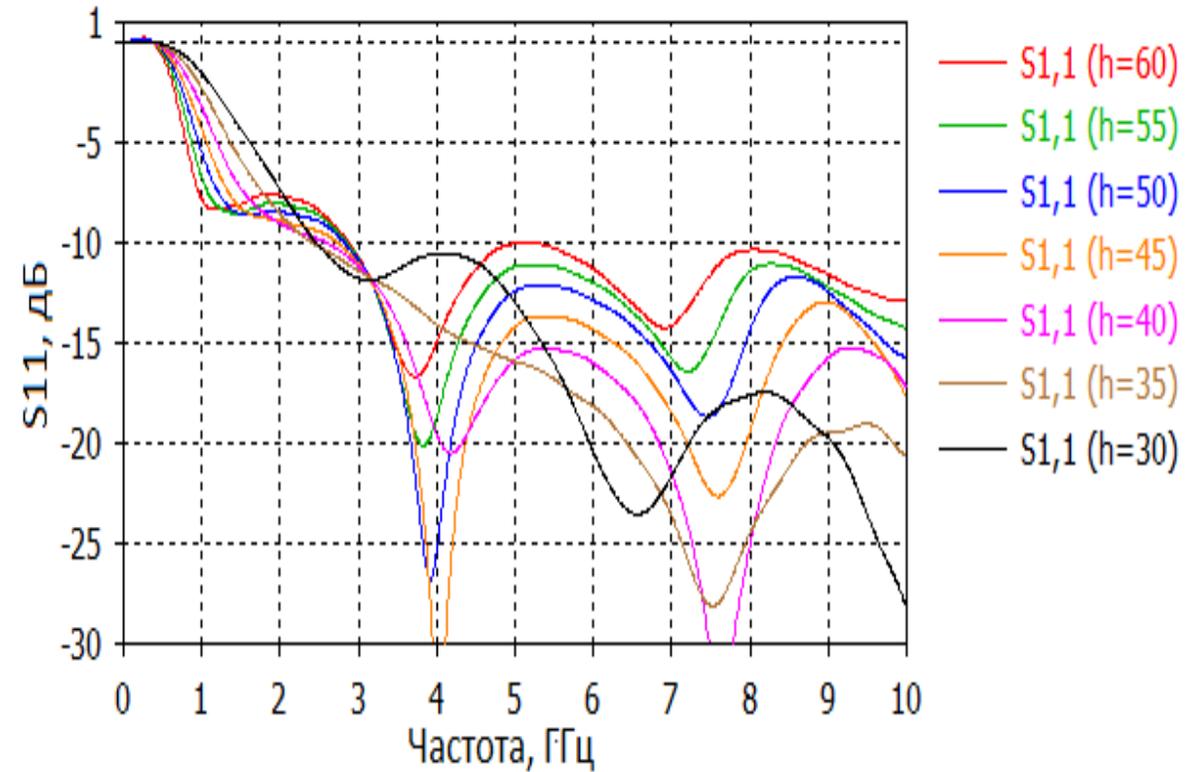


Рис. 4. Изменения в S_{11} , при высотах 60-30 мм

Диаграммы направленности симметричной биконической антенны

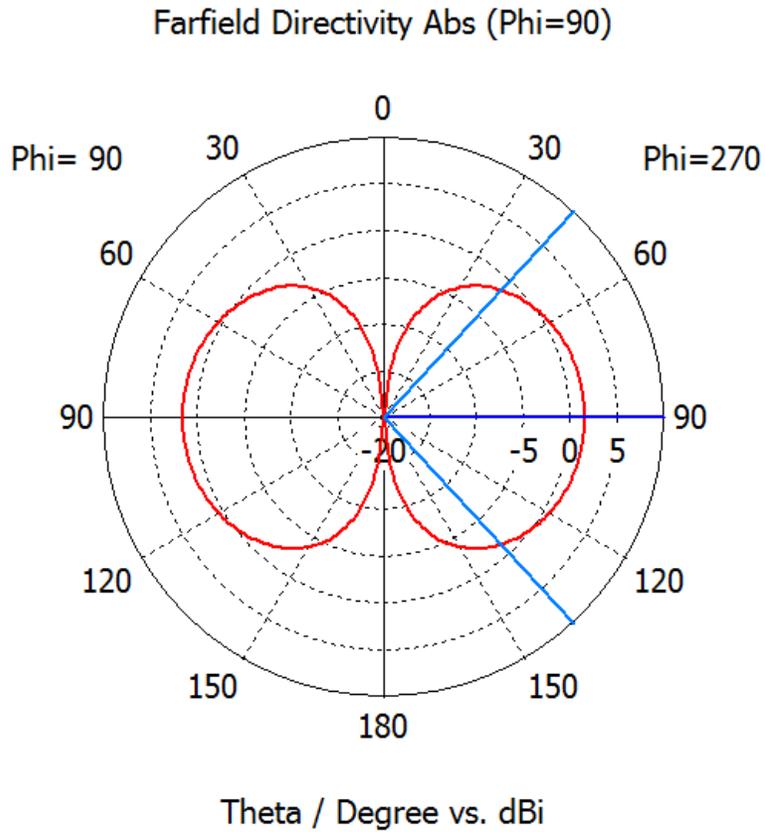


Рис. 5. Диаграмма направленности на частоте 1 ГГц

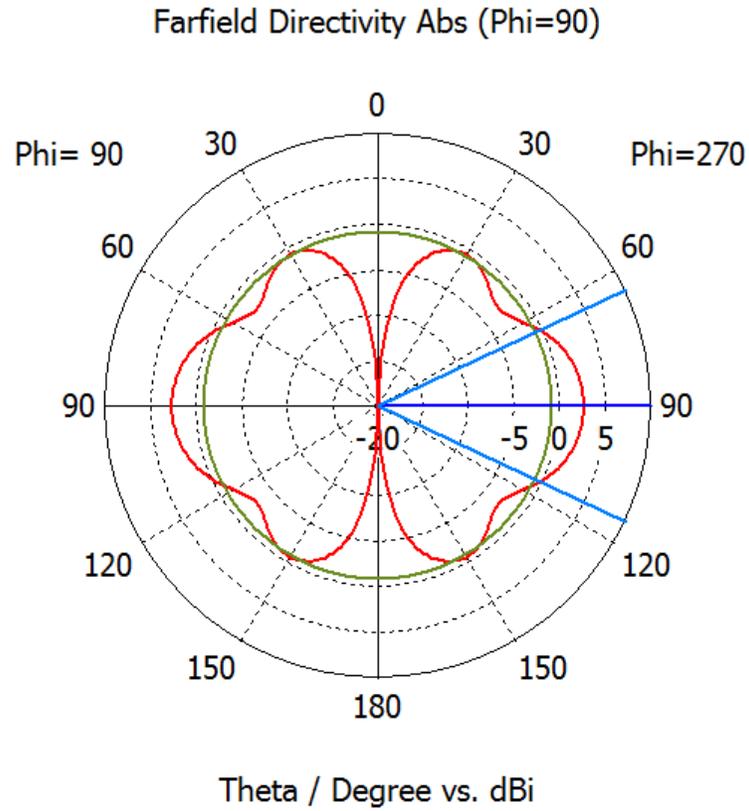


Рис. 6. Диаграмма направленности на частоте 5 ГГц

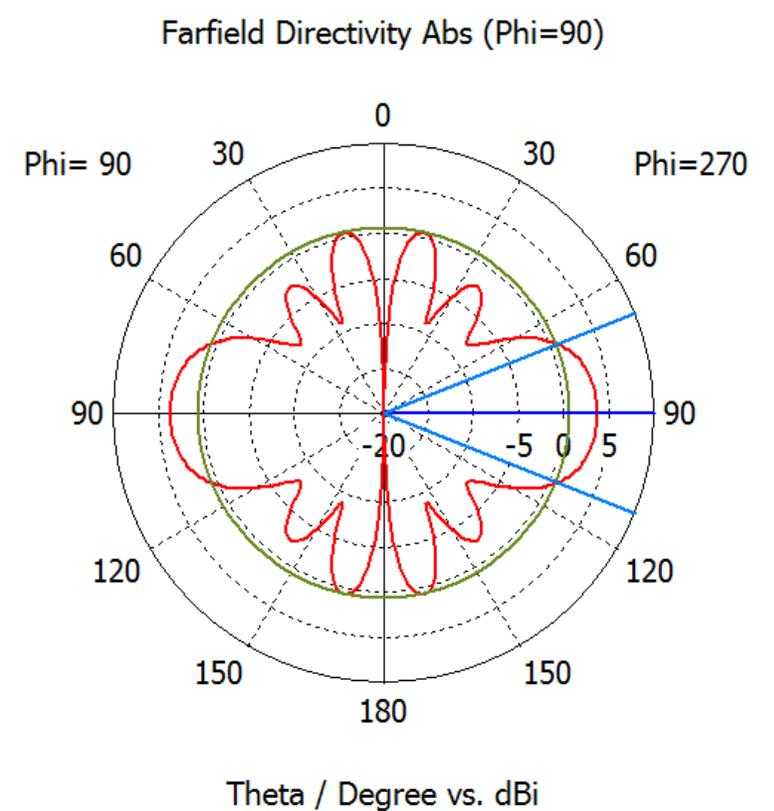


Рис. 7. Диаграмма направленности на частоте 10 ГГц

Ассиметричные биконусы



Рис. 8. Ассиметричный
биконус типа (а)
 $H1 = H2 = 23 \text{ мм}$
 $R1 = 20 \text{ мм}$
 $R2 = 40 \text{ мм}$

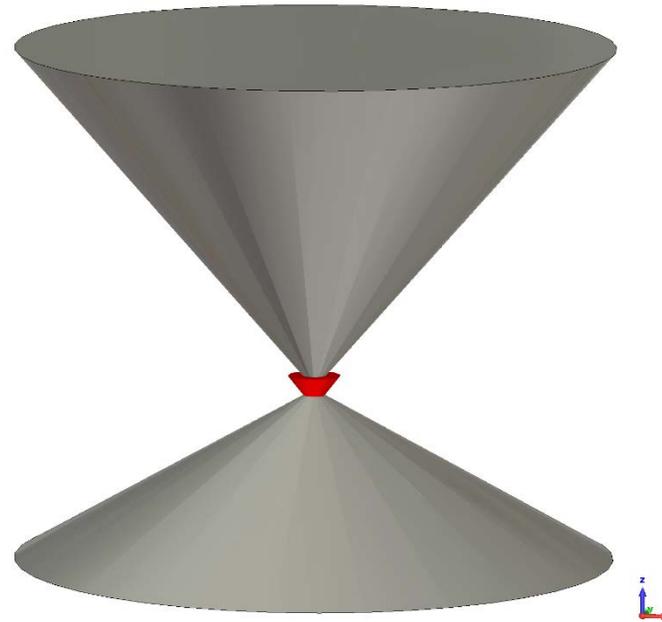


Рис. 9. Ассиметричный
биконус типа (б)
 $H1 = 46 \text{ мм}$
 $H2 = 23 \text{ мм}$
 $R1 = R2 = 40 \text{ мм}$

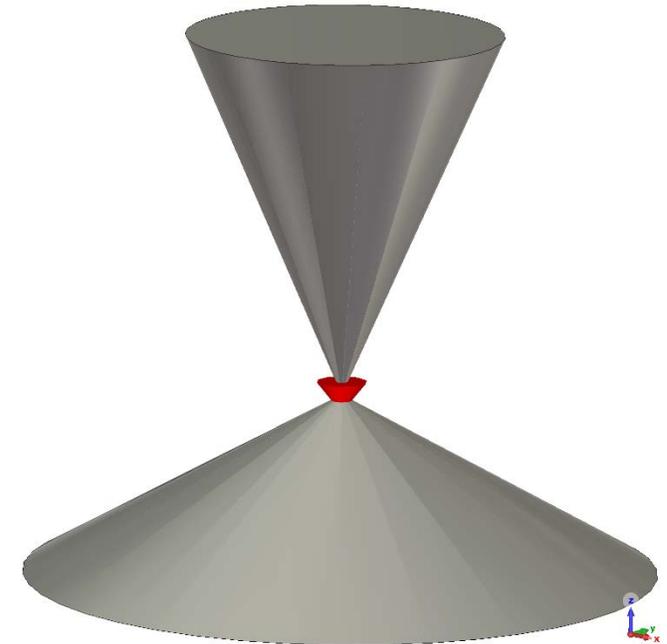


Рис. 10. Ассиметричный
биконус типа (в)
 $H1 = 46 \text{ мм}$
 $H2 = 23 \text{ мм}$
 $R1 = 20 \text{ мм}$
 $R2 = 40 \text{ мм}$

Ассиметричные биконусы

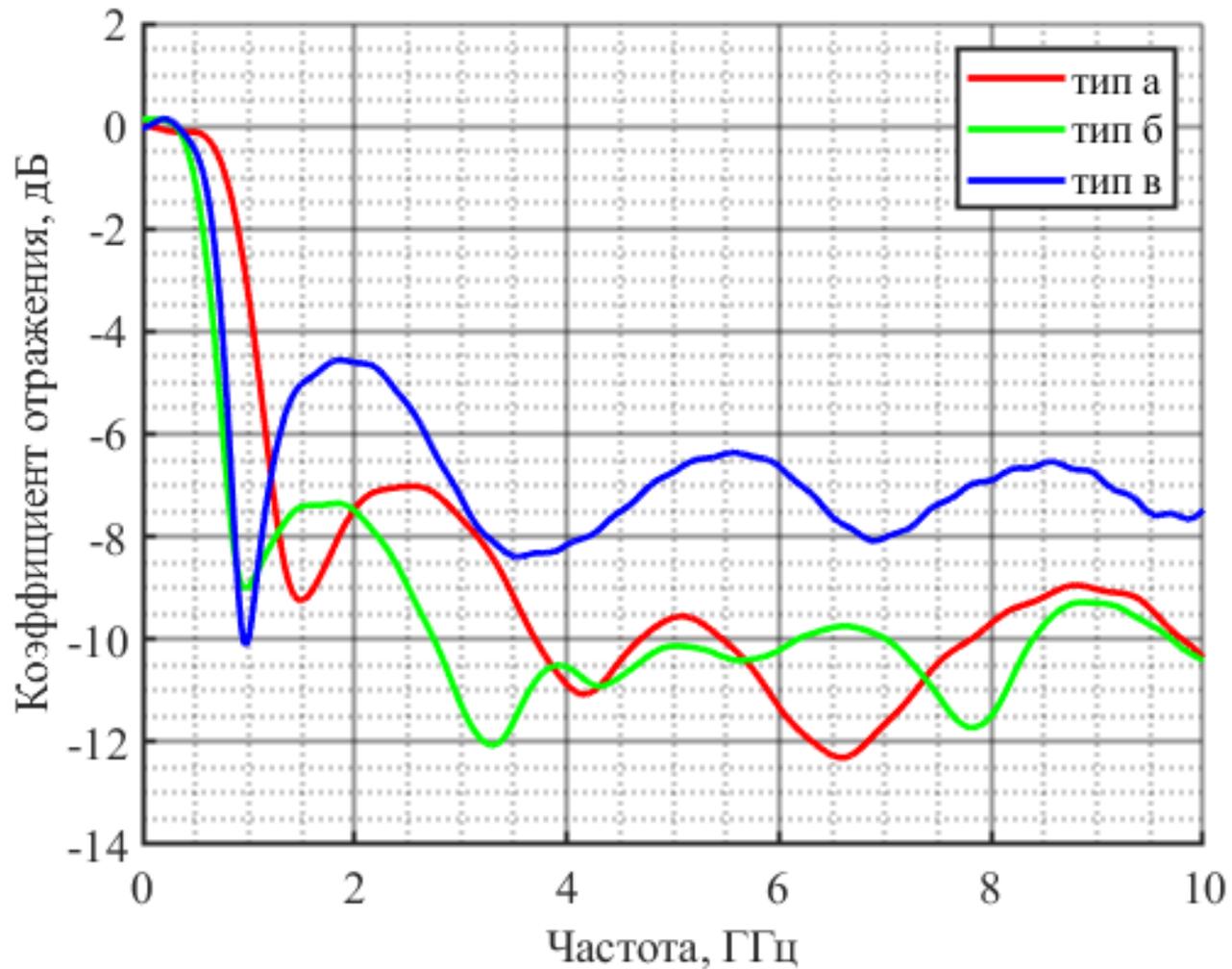


Рис. 11. Коэффициент отражения для ассиметричных биконических антенн

Диаграммы направленности асимметричных биконусов на частоте 1 ГГц:

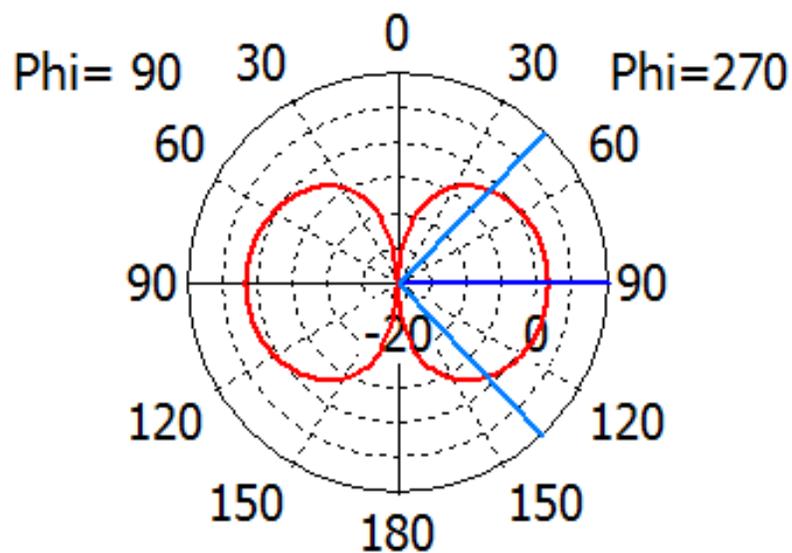


Рис. 12. Для типа (а)

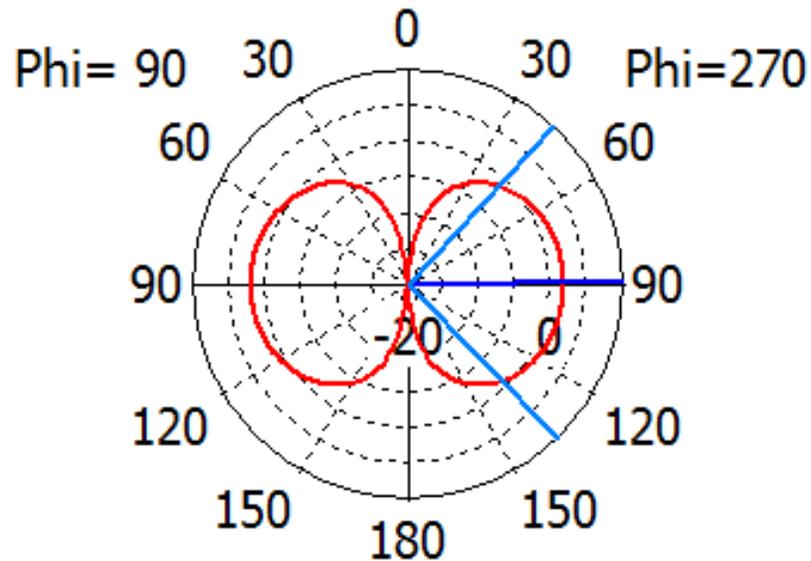


Рис. 13. Для типа (б)

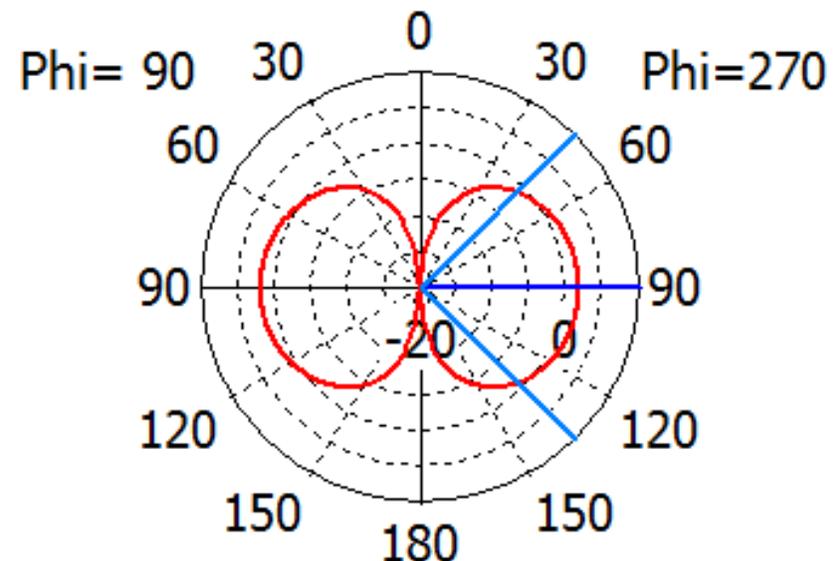


Рис. 14. Для типа (в)

Диаграммы направленности асимметричных биконусов на частоте 5 ГГц:

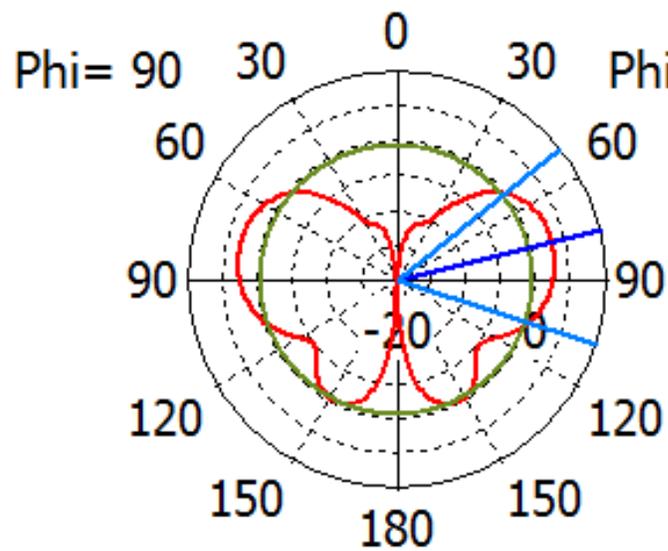


Рис.15. Для типа (а)

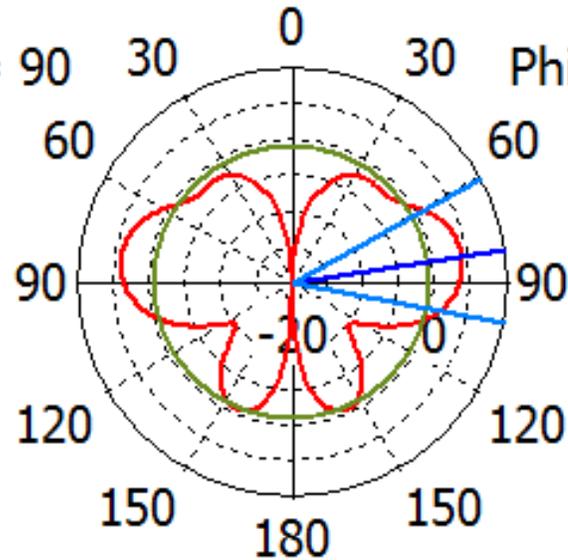


Рис. 16. Для типа (б)

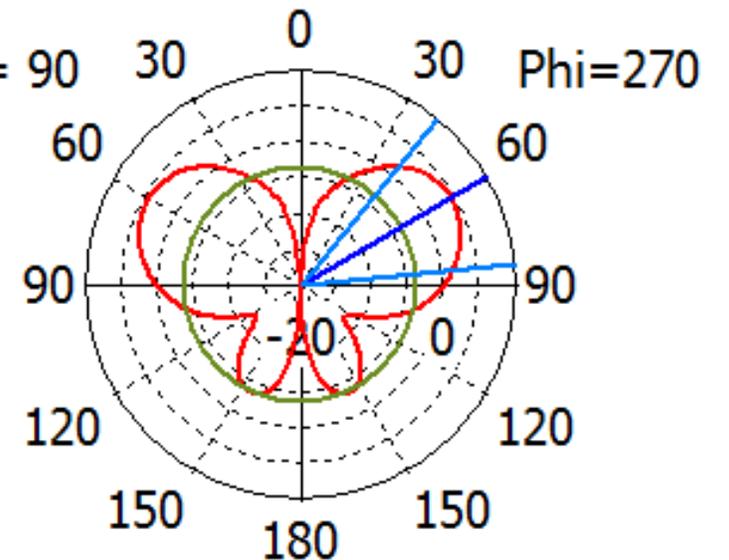


Рис. 17. Для типа (в)

Схема построения неоднородного диэлектрического заполнения

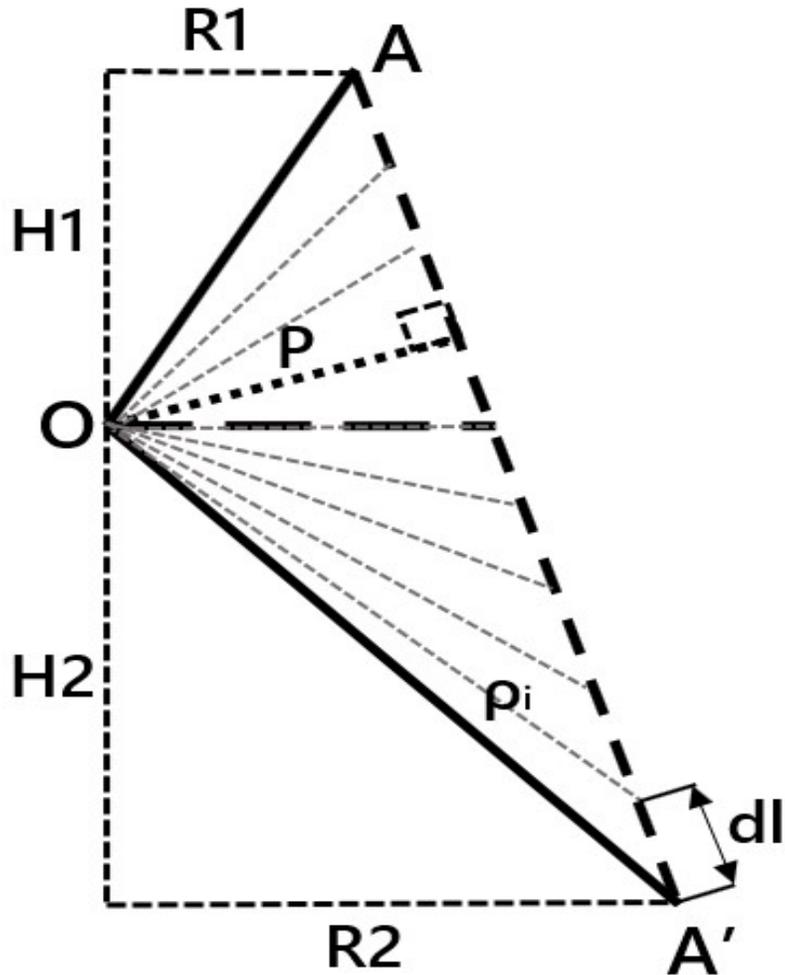


Рис.21. К вопросу о ходе лучей в раскрыве асимметричного биконического излучателя.

Расчётные формулы диэлектрической проницаемости i -ого слоя для линзовой структуры:

$$\epsilon_i = \epsilon_{\max} \left(\frac{P}{\rho_i} \right)^2$$

$$P = \frac{H_2 \cdot R_1 + H_1 \cdot R_2}{\sqrt{(H_1 + H_2)^2 + (R_1 - R_2)^2}}$$

$$\rho_i = \sqrt{H_2^2 + R_2^2 + (i \cdot dl)^2 - \frac{2 \cdot i}{N} (H_2^2 + H_1 H_2 - R_1 R_2 + R_2^2)}$$

Геометрические параметры антенны:

$H1 = H2 = 30$ мм

$R1 = 30$ мм

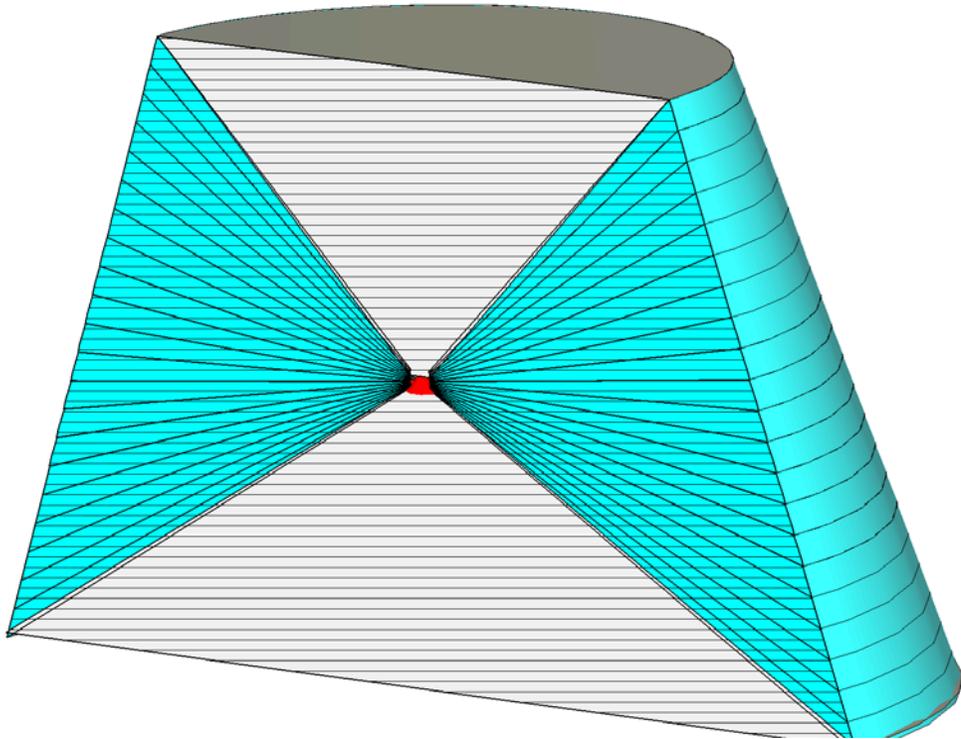


Рис. 22. Электродинамическая модель
асимметричного биконуса с линзой

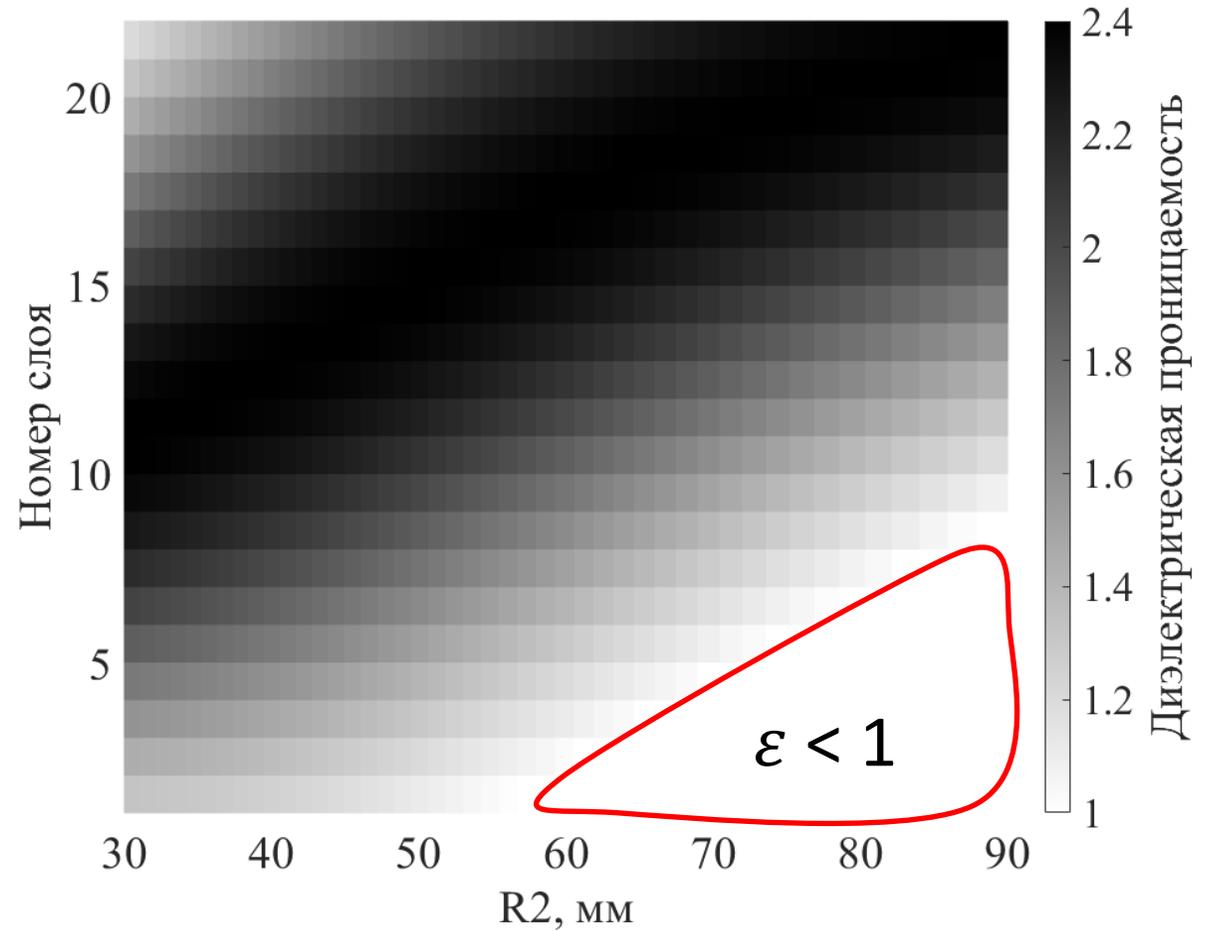


Рис. 23. Распределение диэлектрической
проницаемости в зависимости от
радиуса нижнего конуса

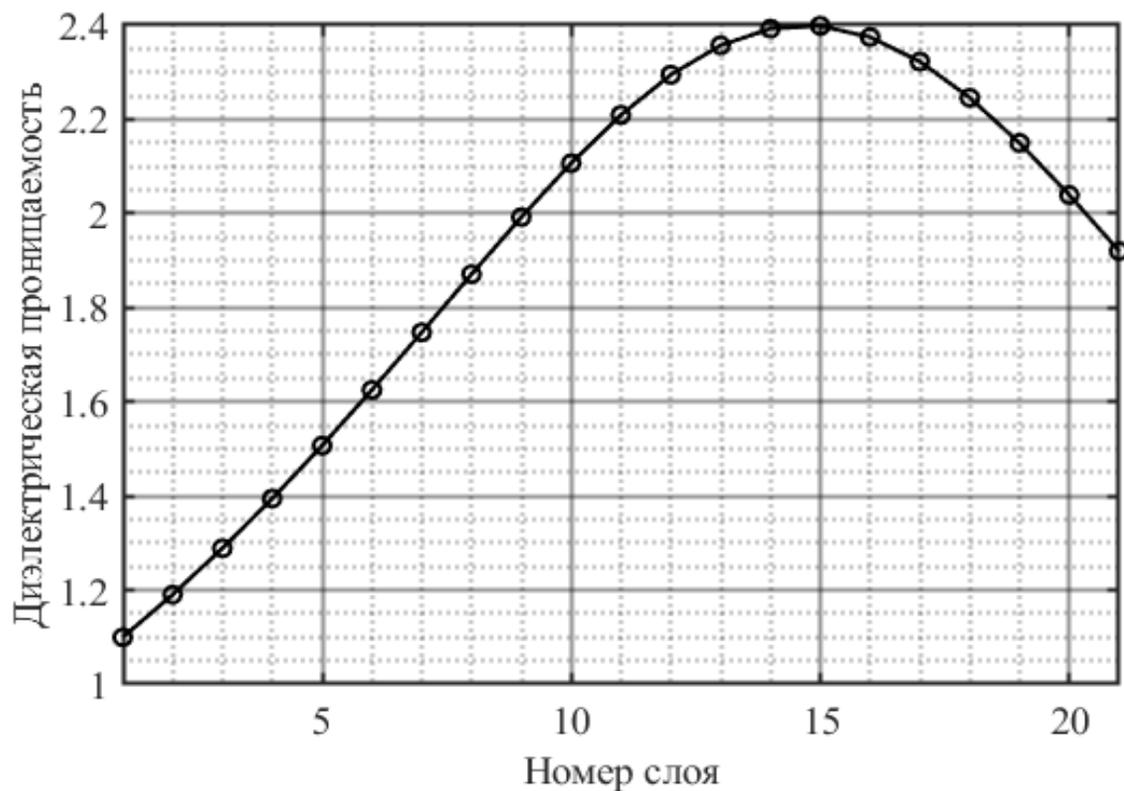


Рис. 24. Распределение диэлектрической проницаемости в объёме неоднородной линзы

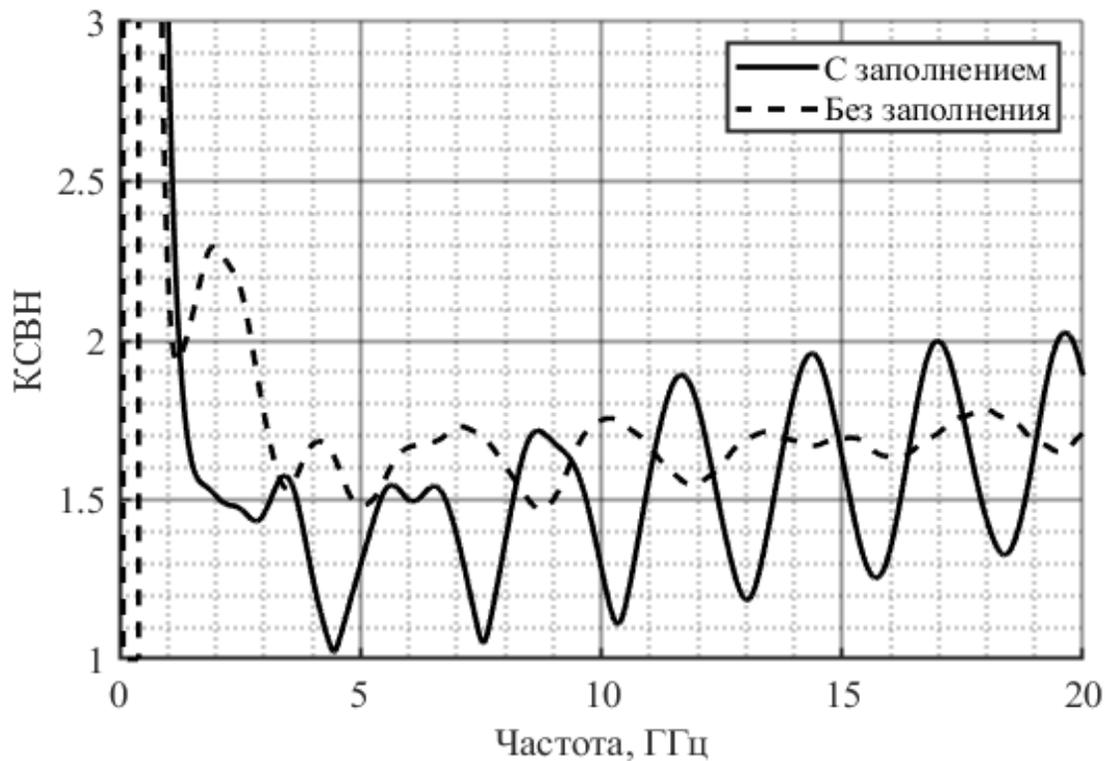


Рис. 25. КСВН асимметричной биконической антенны с неоднородным диэлектрическим заполнением (сплошная линия) и без него (пунктирная линия)

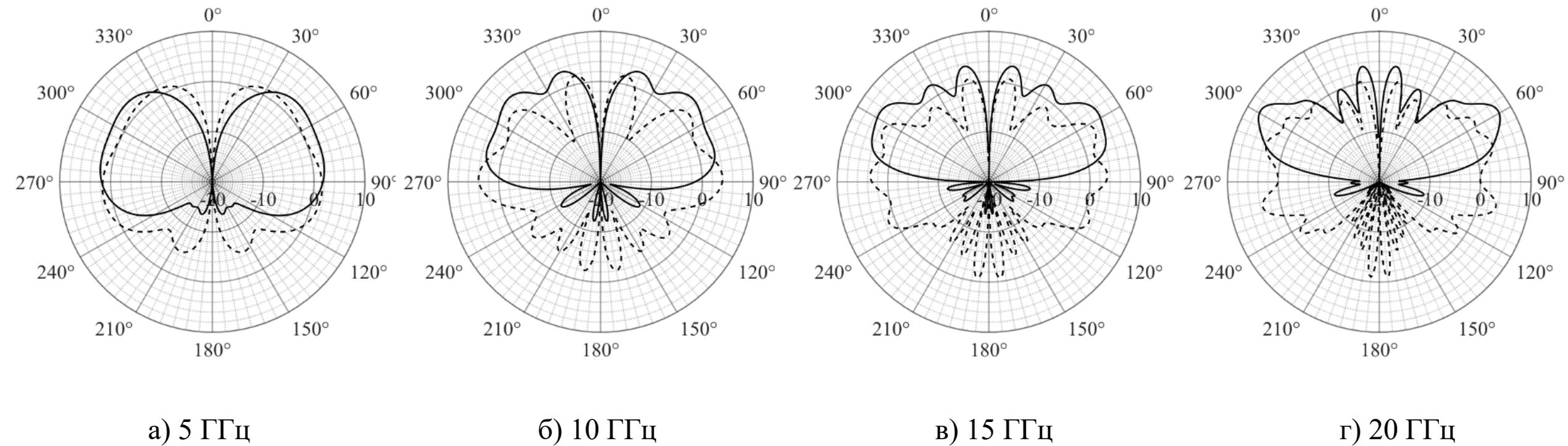


Рис. 26. Диаграммы направленности асимметричной биконической антенны с диэлектрическим (сплошная линия) и без него (пунктирная линия)

Заключение

В работе были рассмотрены биконические антенны симметричной и асимметричной конструкции и построены их модели. С помощью методов электродинамического моделирования проведён анализ характеристик, а именно коэффициента отражения и диаграммы направленности, при различных геометрических параметрах.

Проведен анализ влияния асимметрии образующих конусов на коэффициент отражения биконической антенны. Из полученных результатов можно сделать вывод, что антенны с асимметрией только радиуса или только высоты имеют КСВН около 2 в на частотах от 3 ГГц, а асимметрия обоих параметров приводит к ухудшению КСВН до уровня 3. Также, исходя из полученных диаграмм направленности можно сделать вывод, что именно радиус биконуса является ключевым параметром, определяющим направленность излучения подобных антенн.

Разработана методика расчета объемного распределения диэлектрической проницаемости линзовой структуры для биконической антенны асимметричной конструкции. Построена электродинамическая модель такой антенны с заполнением. Полученные результаты показали, что введение разработанной неоднородной линзовой структуры в раскрыв биконуса позволяет улучшить согласование в нижнем диапазоне рабочих частот (с 3 ГГц до 1 ГГц в рассматриваемом случае), сформировать основной лепесток диаграммы направленности в заданном направлении (около 30 градусов угол места), значительно снизив уровень излучения в нижней полуплоскости.

Спасибо за внимание!