



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Воронежский
государственный
университет

Экспериментальное исследование характеристик сверхширокополосного ТЕМ рупора с диэлектрическим заполнением

А. В. Маковеева, Г. К. Усков, С.П. Скулкин

Аннотация

Экспериментальным способом с помощью метода замещения получены значения коэффициента усиления сверхширокополосного ТЕМ рупора с неоднородным диэлектрическим заполнением пространства между его лепестками. Также были найдены значения коэффициента отражения исследуемой антенны. Проведенное сравнение экспериментальных результатов с полученными ранее в модели показывает их высокую степень сходимости.

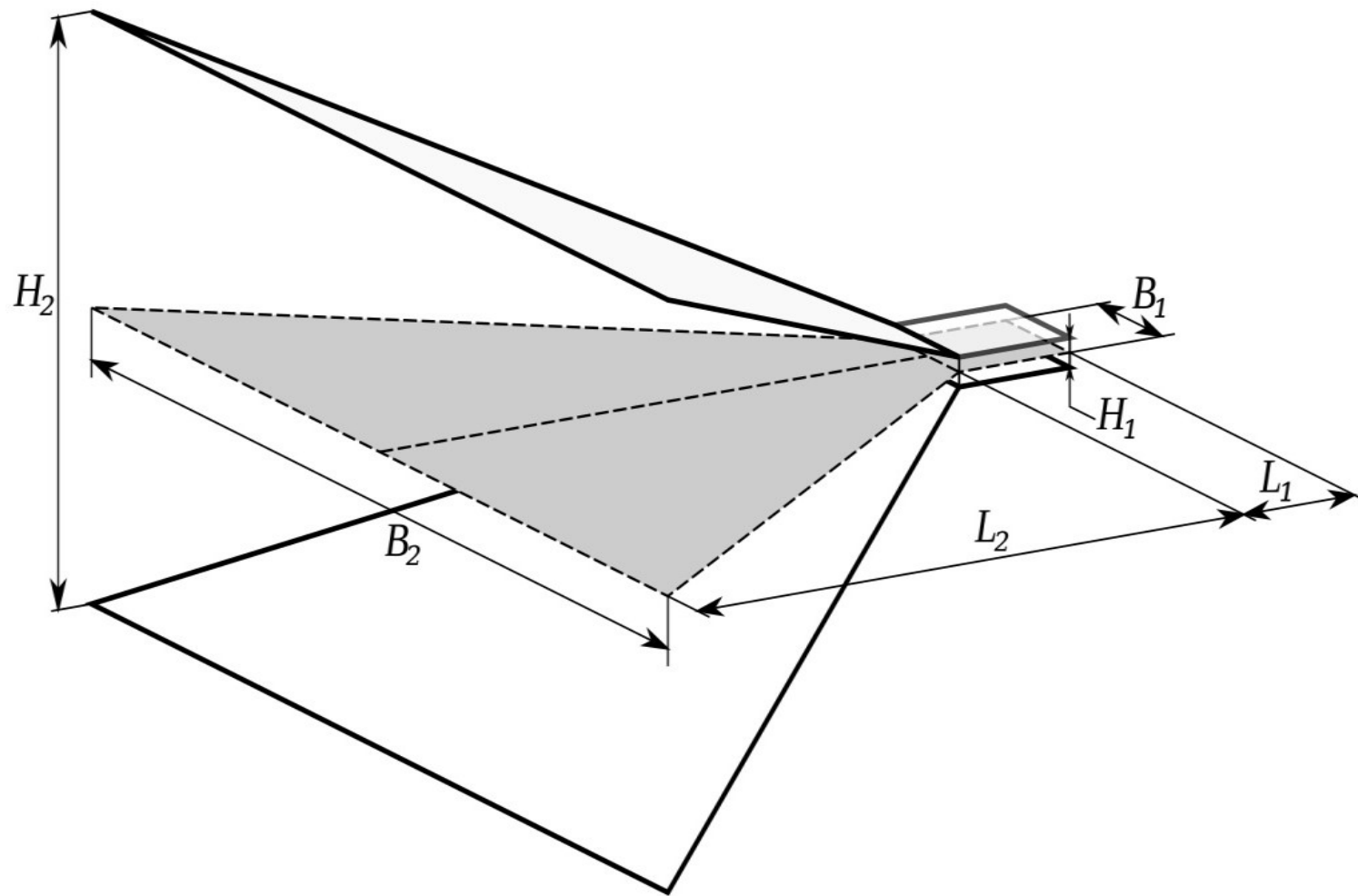
Введение

ТЕМ рупоры нашли широкое применение в различных системах сверхширокополосной радиосвязи и локации. В последние годы было опубликовано немало работ, посвященных исследованиям различных диэлектрических структур, которые могут быть использованы для повышения характеристик ТЕМ рупоров [1,2]. Исследуемый в работе метод заполнения диэлектриком пространства между лепестками антенны использует технологию трехмерной печати и позволяет существенно улучшить характеристики согласования и направленности антенны, что было показано в [3]. В настоящей работе приведено сравнение экспериментальных и полученных с помощью моделирования значений коэффициента усиления антенны в главном направлении в диапазоне от 1 до 10 ГГц.

Варьирование диэлектрической проницаемости ε позволяет повысить коэффициент усиления антенны в главном направлении за счет выравнивания фронта волны, распространяющейся между лепестками антенны. Опуская подробный вывод выражения для распределения ε в зависимости от угла распространения луча, можем воспользоваться выражением:

$$\varepsilon(x, y) = \frac{(H_2/2)^2 + (B_2/2)^2 + (L_2 + p)^2}{x^2 + y^2 + (L_2 + p)^2},$$

где x и y – координаты отклонения точки на плоскости раскрыва от центра, $L_1 = 10$ мм, $L_2 = 120$ мм, $B_1 = 9$ мм, $B_2 = 130$ мм, $H_1 = 2$ мм, $H_2 = 80$ мм - геометрические размеры рупора, а p – расстояние от плоскости перехода линии запитки в лепестки до фазового центра.



Схематичное изображение исследуемого TEM рупора.

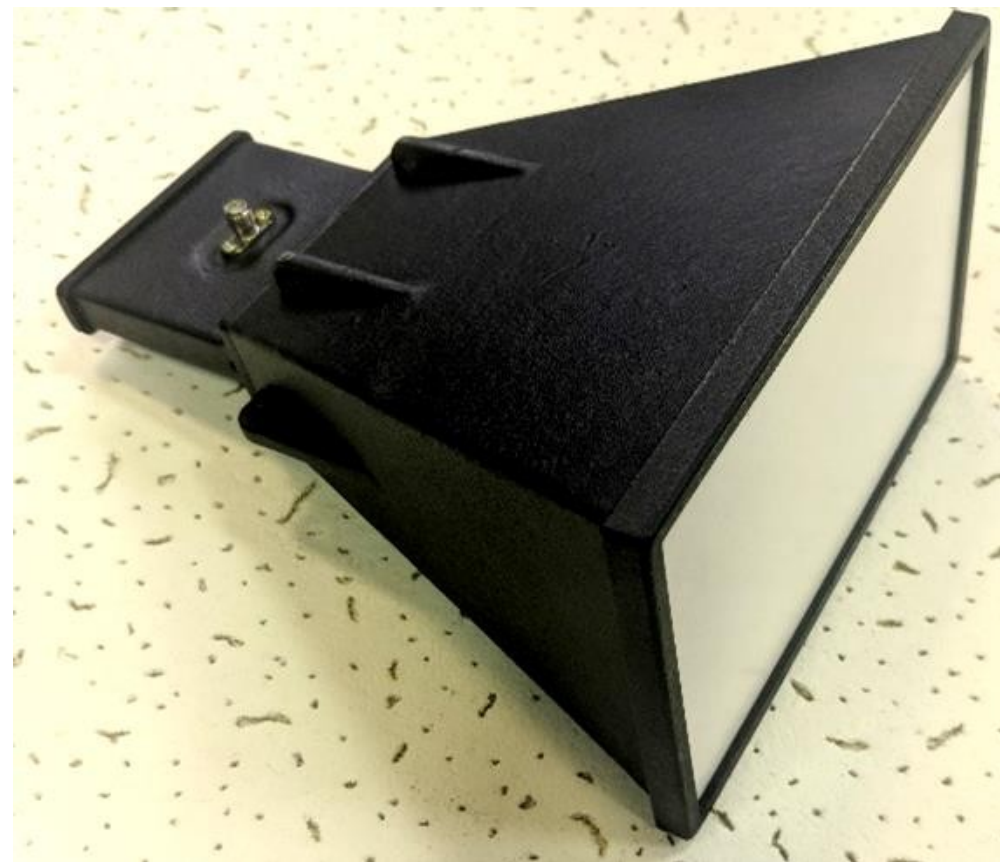
Вспененный диэлектрик представляет собой неупорядоченную смесь с воздухом некоторого материала с диэлектрической проницаемостью $\epsilon_{\text{диэл.}}$ объемной концентрацией $Q_{\text{диэл.}}$.

Опуская очевидные выкладки можно записать:

$$\epsilon = e^{Q_{\text{диэл.}} \ln(\epsilon_{\text{диэл.}})}$$



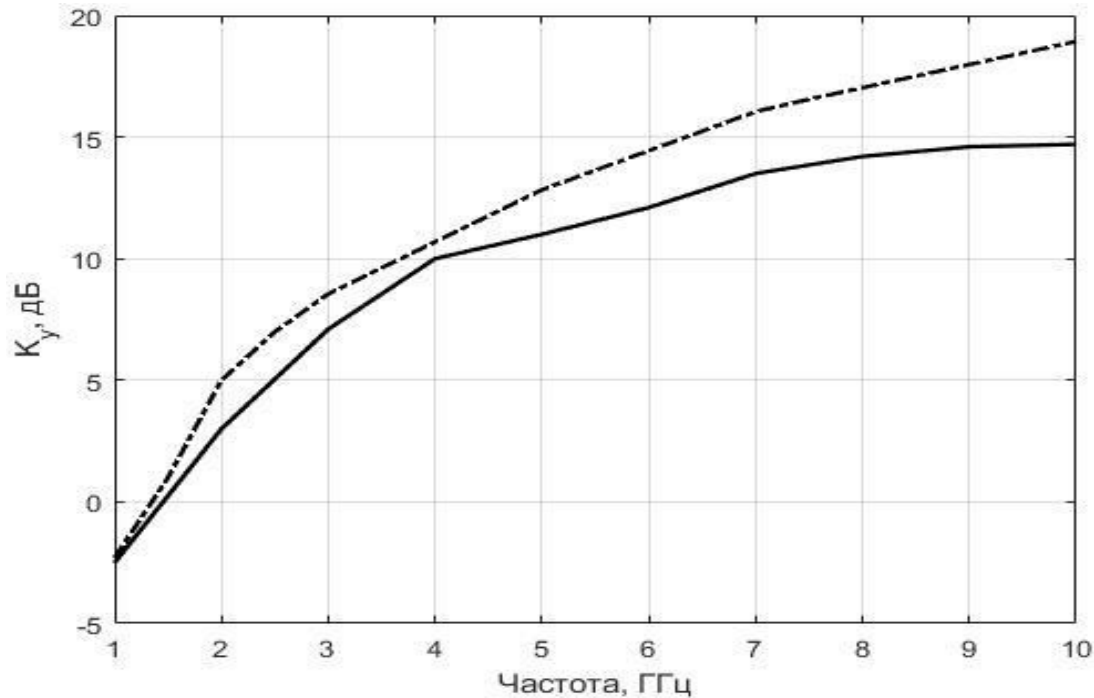
а)



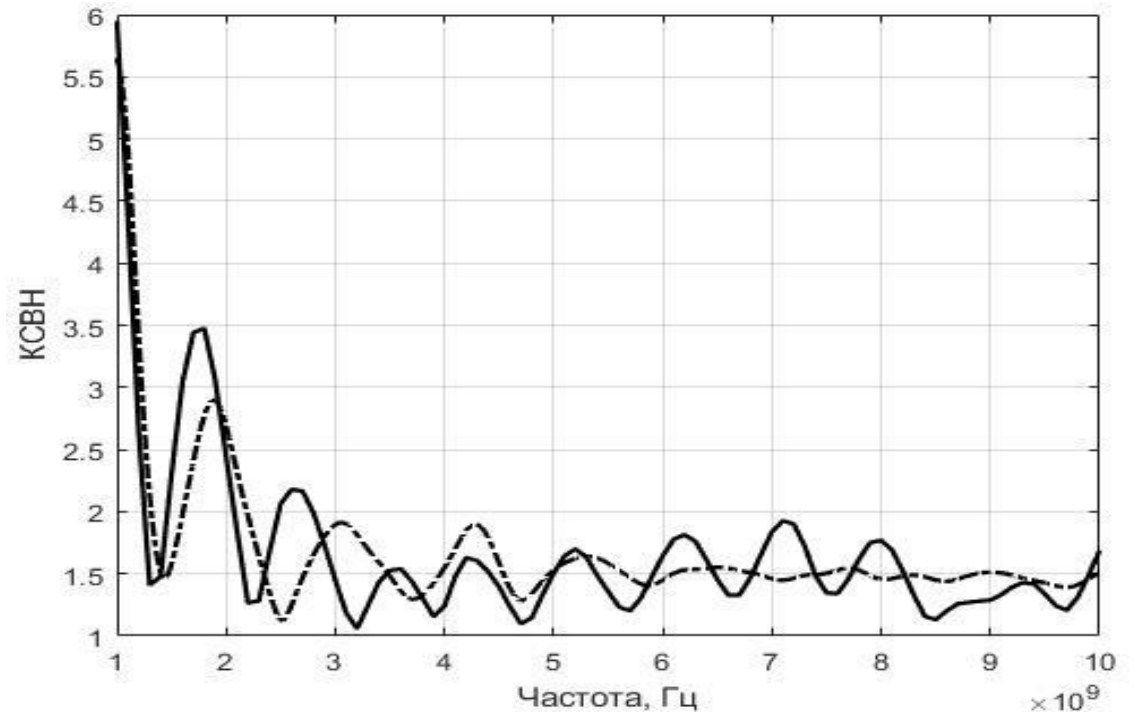
б)

Изготовленное с помощью трехмерной печати диэлектрическое заполнение (а) и рупор вместе с ним (б).

Сплошной линией показаны экспериментальные значения, а штрих-пунктирной – полученные в результате моделирования.



Коэффициент усиления рупора с диэлектрическим заполнением в главном направлении.



Коэффициент стоячей волны по напряжению рупора с диэлектрическим заполнением.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был экспериментально исследован сверхширокополосный TEM рупор с неоднородным диэлектрическим заполнением пространства между его лепестками.

Описанная структура была изготовлена с помощью трехмерной печати полистиролом. Сравнение результатов моделирования и полученных экспериментально показывает их схожесть, что позволяет сделать вывод о высоком качестве использованной модели и применяемого метода печати. Как было показано ранее, применение описанных структур позволяет существенно улучшить характеристики TEM рупора.

Спасибо за внимание!