



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Применение диэлектрического заполнения для управления формой диаграммы направленности антенны

Г. К. Усков, С.П. Скулкин

Аннотация

Предложен способ изменения формы диаграммы направленности антенны путем использования заполнения с переменной диэлектрической проницаемостью. Результаты моделирования, выполненные для сверхширокополосного ТЕМ-рупора, представлены в работе. Анализ полученных результатов указывает на целесообразность применения предложенного способа в некоторых областях сверхширокополосной техники, в частности, при синтезе элементов фазированных антенных решеток.

Введение

ТЕМ-рупор в наше время достаточно широко применяется в сверхширокополосной технике. Достаточно большое число работ посвящено улучшению свойств направленности таких рупоров с помощью добавления диэлектрического заполнения в их раскрыв. Иными словами, в этих работах заполнение использовалось для расширения частотного диапазона и увеличения коэффициента усиления рупора с одновременным сужением главного лепестка диаграммы направленности.

В некоторых же ситуациях, например при синтезе элементов фазированных антенных решеток, требуется обратное: необходимо расширить главный лепесток ДН таким образом, чтобы он соответствовал углам сканирования ФАР. В данной работе предлагается способ расширения главного лепестка ДН путем введения в раскрыв ТЕМ- рупора диэлектрического заполнения, схожего по своей структуре с предложенным ранее. В перспективе, использование подобных конструкций с уникальным распределением диэлектрической проницаемости позволит создавать антенны с произвольной формой ДН.

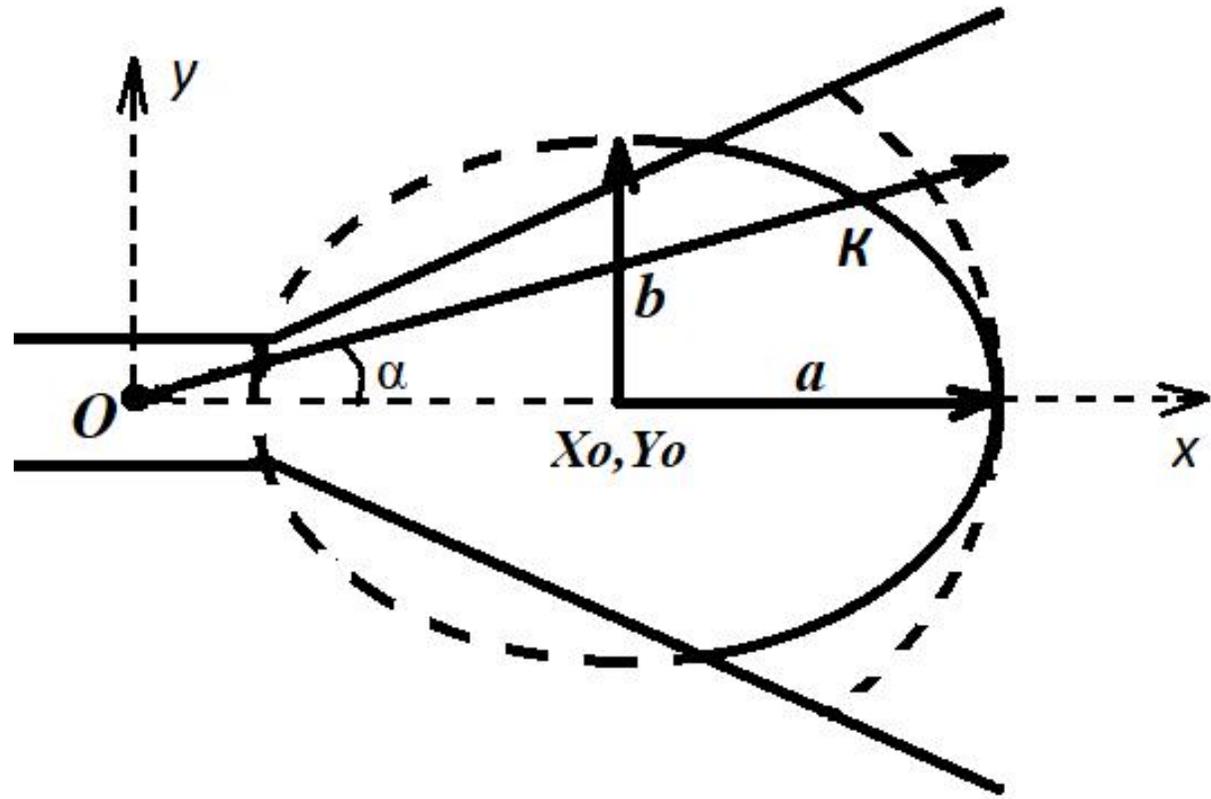
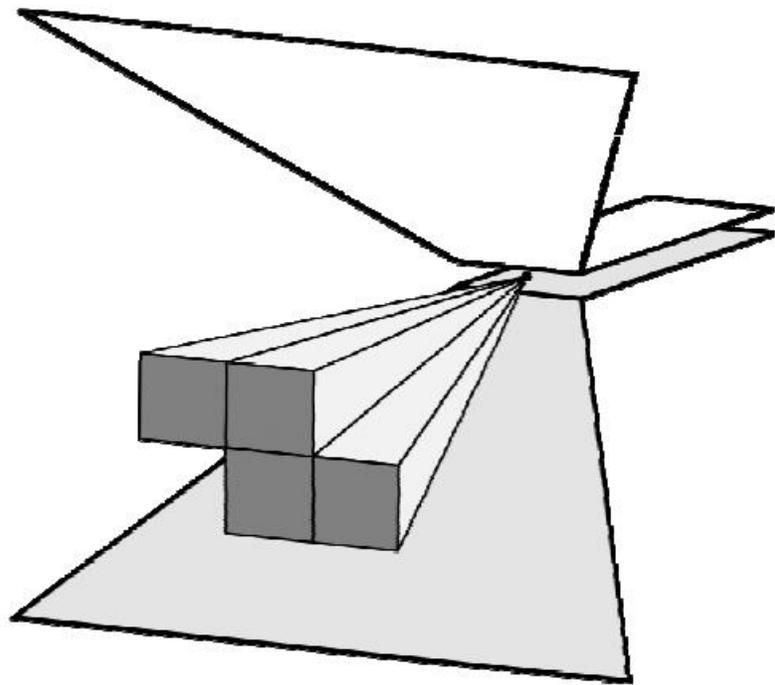


Рис. 1. Схематичное изображение TEM-рупора и эллиптического волнового фронта внутри него.

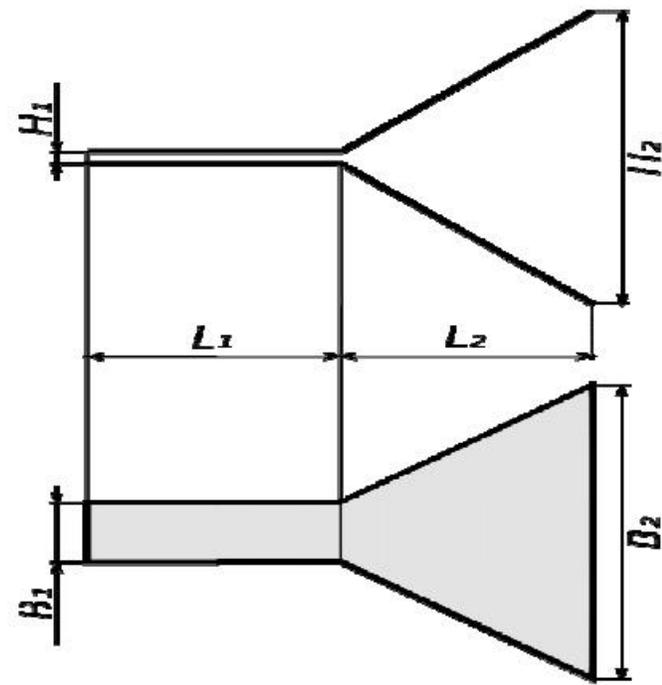
$$\rho(\alpha) = v(\alpha) t = \frac{ct}{\sqrt{s(\alpha)}}$$

$$\rho(0) = \frac{ct}{\sqrt{s(0)}} = ct,$$

$$s(\alpha) = \frac{c^2 t^2}{\rho(\alpha)^2} = \frac{\rho(0)^2}{\rho(\alpha)^2}.$$



a)



б)

Рис. 2. Проекция TEM-рупора, использованного в работе (а), изображение пирамидальных элементов диэлектрического заполнения (б)

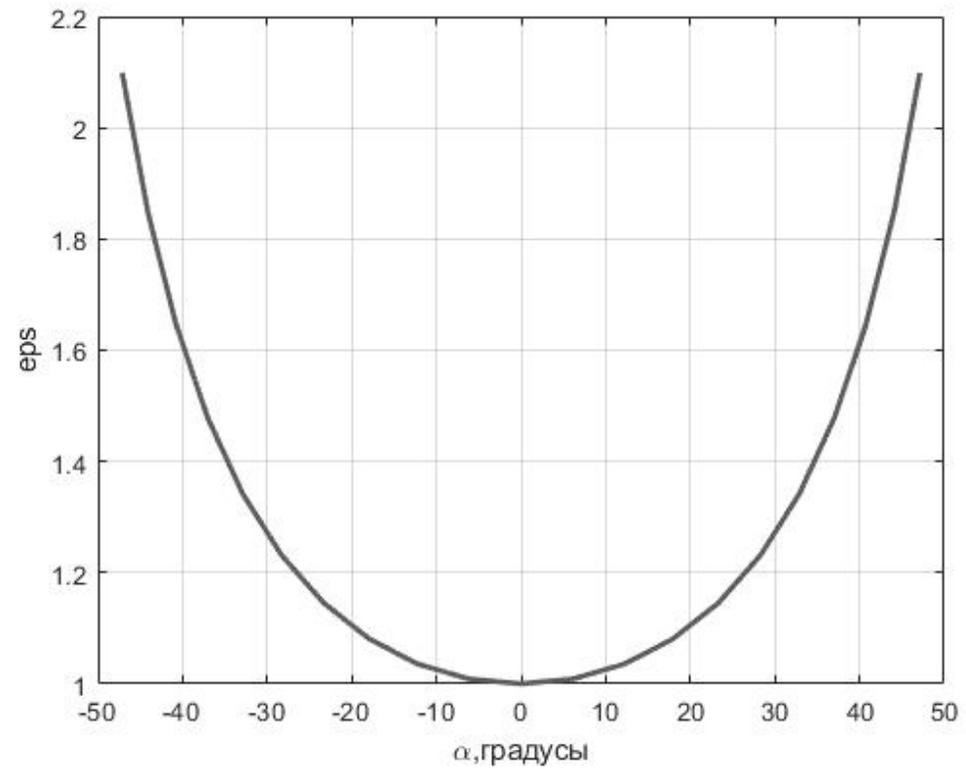


Рис. 3. Зависимость диэлектрической проницаемости заполнения рупора от угла распространения лучей в нем.

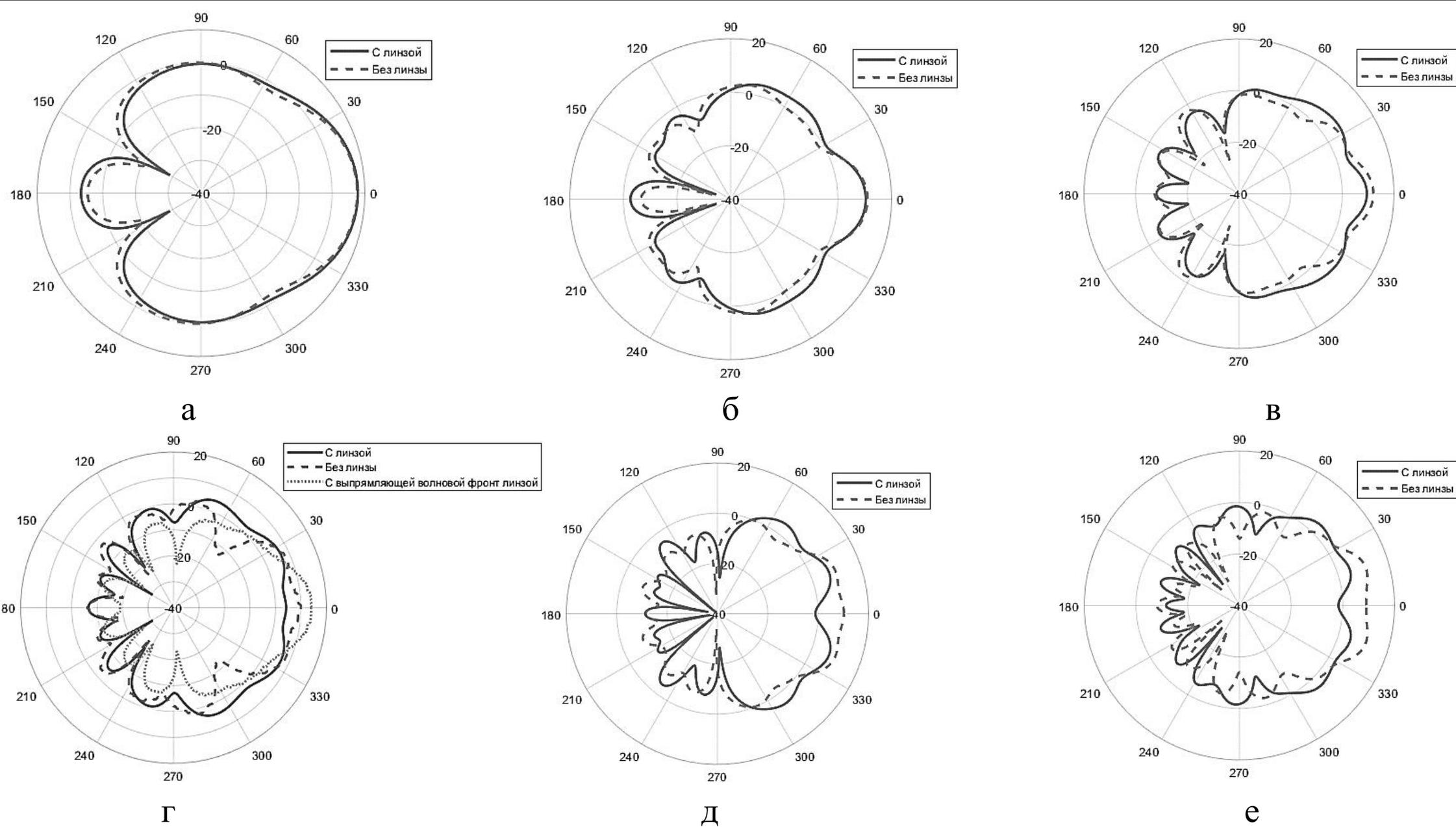


Рис. 4. Диаграммы направленности ТЕМ-рупора с заполнением и без на частотах а – 5, б – 10, в – 12,5, г – 15, д – 17,5, е – 20 ГГц.

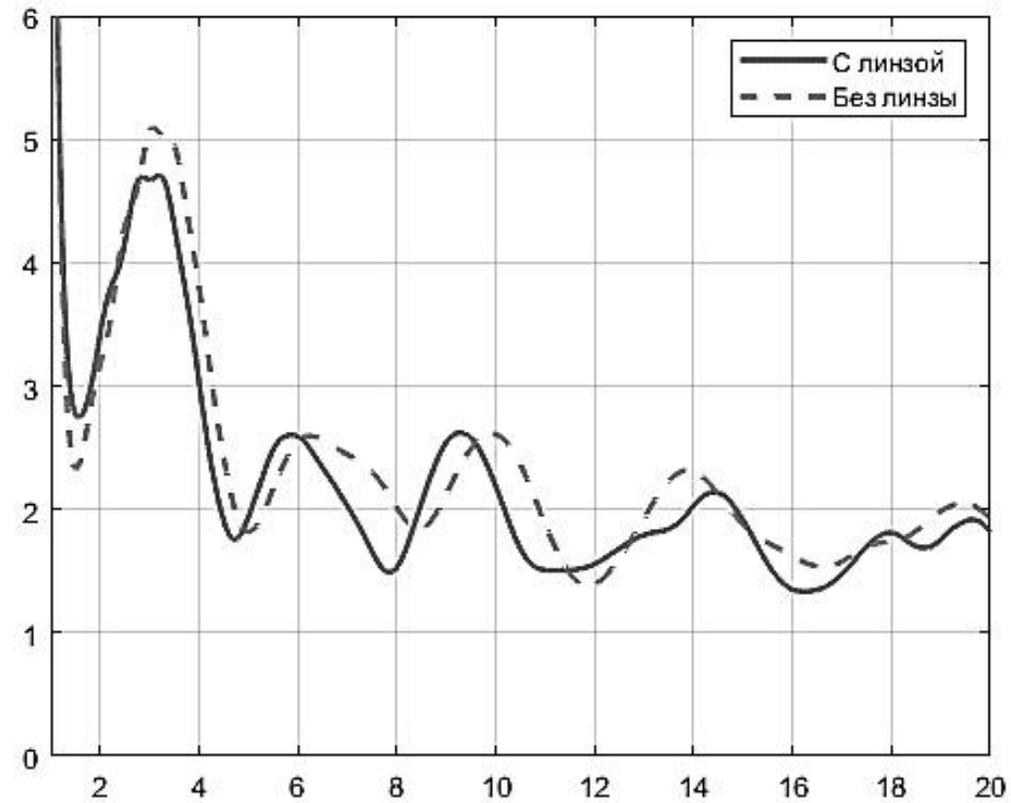


Рис. 5. Частотная зависимость КСВН для антенн с диэлектрическим заполнением и без него.

Заключение

Предложенная в данной работе методика увеличения ширины главного лепестка ДН ТЕМ-рупора показывает принципиальную возможность получения требуемой направленности сложной формы путем введения между его лепестками диэлектрического заполнения с необходимым распределением проницаемости. Кроме того, она сама по себе, может найти применение в фазированных антенных решетках с широкими углами сканирования. В работе не ставилась задача нахождения оптимальной формы волнового фронта, а его эллиптическая форма была выбрана в качестве тестовой. Также, и сам способ заполнения диэлектриком является практически не реализуемым. Но полученные результаты говорят о работоспособности высказанных предположений, а добиться необходимого распределения диэлектрической проницаемости можно, пусть и с некоторыми ограничениями, с помощью вспененного диэлектрика, описанного ранее.

Спасибо за внимание!