

УДК 621.396.679

**ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИ СФЕРИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ В  
ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ FEKO**

**А.В. Штурлак, В.В. Паслён**

Донецкий национальный технический университет  
Кафедра радиотехники и защиты информации

*В статье рассмотрена модель сферической антенны, принцип ее действия и влияние диэлектрического материала фторопласта и тонкого слоя кремния на ее диаграмму направленности. Модель антенны построена в программном продукте FEKO, приведены данные ширины диаграммы направленности и коэффициента усиления.*

Основной частью любой радиотехнической системы являются антенны. В последнее время происходит улучшение характеристик антенн благодаря использованию новых материалов и сред в антенной технике для создания радиосистем с определенными характеристиками.

Нередко, для обнаружения и сопровождения объектов (целей) в радиоэлектронных системах используют термин «сканирование».

«Сканирование» - перемещение диаграммы направленности антенны в пространстве.

Нами предлагается использование метода электронного сканирования сферической антенной, состоящей из зеркала в виде сферы, выполненного из радиопрозрачного материала и покрытого реверсивным веществом [1,4].

На рисунке 1 изображена зеркальная сферическая антенна [1]. Принцип действия антенны: облучатель (2) движется по сфере фокуса (3). Источник контролируемого света (4) воздействует (6) на поверхность обратимого материала и на внутренней стороне антенны образуются области (5). В них происходит образование носителей заряда, которые приводят к изменению электромагнитных параметров материала: коэффициента отражения, преломления и прохождения электромагнитной волны. Перемещение области управляющего облучения позволяет изменять проводимость различных участков обратной поверхности (1). Это позволяет проводить сферическое сканирование в пространстве (7). В необлученном состоянии обратимая среда приобретает характеристики радиопрозрачной среды, а в освещенной области – радиоотражающей среды. От формы и

размеров облученных областей зависит ширина лучей диаграммы направленности [3,4].

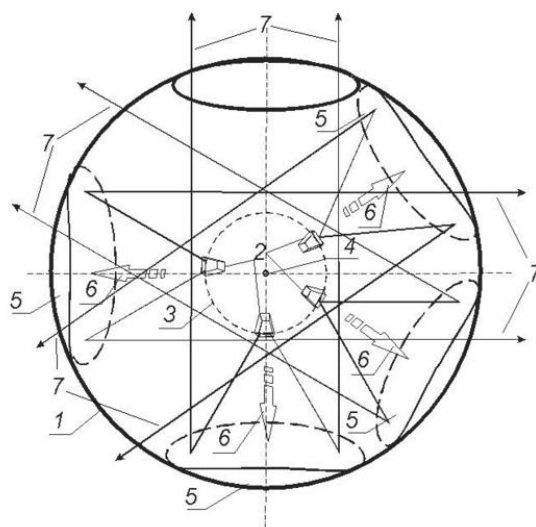


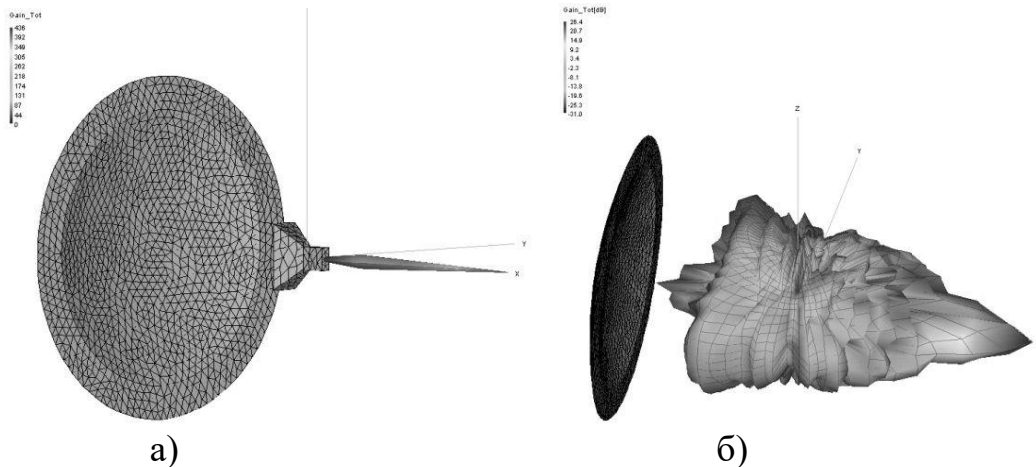
Рисунок 1 – Зеркальная сферическая антенна

При моделировании сферической антенны в программе FEKO использованы геометрические параметры представленные в таблице 1. По этим параметрам смоделирована антенна в программе FEKO. Для упрощения расчетов в программном продукте FEKO моделируемый диаметр диэлектрика равен диаметру облучаемом точечным источником участка поверхности антенны. Ниже показан эталонный расчет зеркала сферической формы для определения в дальнейшем степени ослабления электромагнитных волн.

Таблица 1 – Геометрические параметры сферической антенны

Радиус зеркала сферической антенны	50 см
Радиус фокусной окружности сферической антенны	25 см
Ширина зеркала сферической антенны	1,05 см
Рабочая частота антенны	10 ГГц

На рисунке 2 представлена диаграмма направленности сферического зеркала без диэлектрика. На рисунке 2а коэффициент усиления равняется 436, а на рисунке 2б он представлен в децибелах и соответствует 26,4 дБ.



а) б)  
Рисунок 2 – Коэффициент усиления диаграммы направленности сферического зеркала в дальнем поле без диэлектрика а); б) коэффициент усиления выражен в дБ

На рисунке 3 представлен коэффициент усиления диаграммы направленности зеркала сферической антенны в прямоугольной системе координат. По рисунку 3 определена ширина ДН, которая равняется  $6,43^\circ$ .

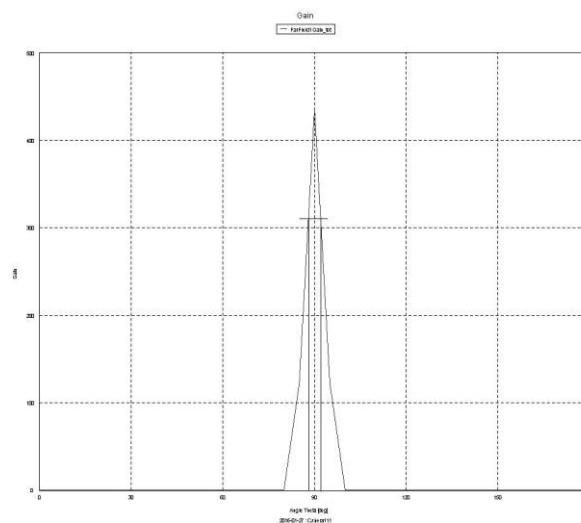


Рисунок 3 – Диаграмма направленности зеркала сферической антенны в прямоугольной системе координат

Рассмотрено влияние диэлектрического материала и кремния на диаграмму направленности сферической антенны.

В качестве диэлектрика для сферической антенны используется фторопласт.

Фторопласт – полимерный материал, полученный химическим путем.

Техническая характеристика фторопласта приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Краткая техническая характеристика фторопласта

Относительная диэлектрическая проницаемость	2,1
Коэффициент диэлектрических потерь	0.00025
Относительная магнитная проницаемость	1
Плотность вещества	475

Смоделировано зеркало сферической антенны с внешним диэлектриком фторопластом и внутренним размещением кремния. Толщина кремния прием равной 0,25 мм.

На рисунке 4 изображена ДН зеркала сферической антенны с внешним диэлектриком фторопластом и внутренним – кремнием.

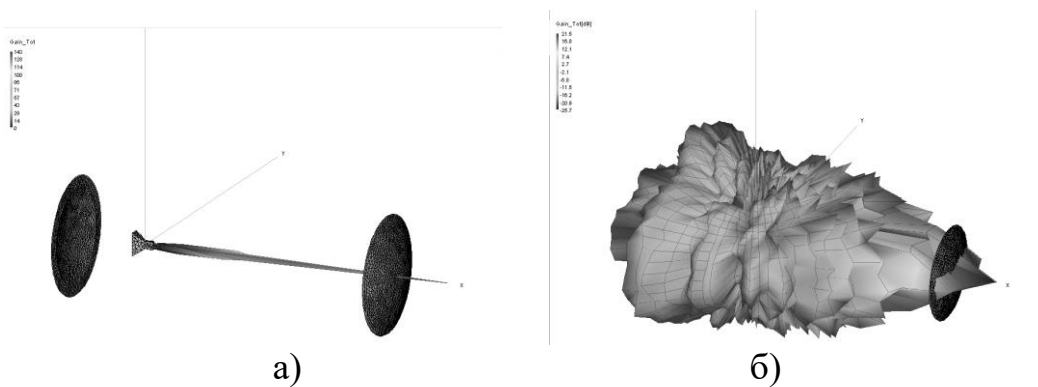


Рисунок 4 – Коэффициент усиления диаграммы направленности зеркала сферической антенны с внешним диэлектриком фторопластом и внутренним – кремнием в дальнем поле а); б) КУ представлен в дБ

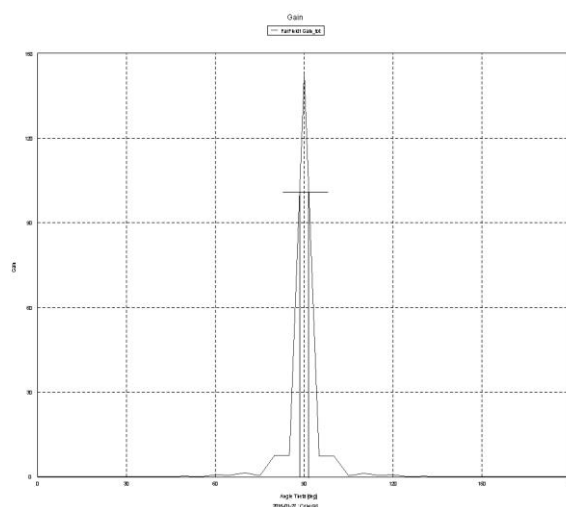


Рисунок 5 – ДН зеркала сферической антенны с внешним диэлектриком фторопластом и внутренним – кремнием в прямоугольной системе координат

На рисунке 4а – Коэффициент усиления ДН соответствует 143.

На рисунке 4б – КУ ДН в единице измерения дБ и равняется 21,55 дБ.

На рисунке 5 изображена ДН зеркала сферической антенны с внешним диэлектриком фторопластом и внутренним – кремнием в прямоугольной системе координат. По рисунку 5 определяется ширина ДН, которая соответствует значению  $3,43^\circ$ .

#### Выводы

Рассматривая полученные данные можно прийти к выводу, что ширина диаграммы направленности сферической антенны с фторопластом и кремнием, по сравнению с эталонной сферической антенной, уменьшилась на  $3^\circ$  и составляет  $3,43^\circ$ . Значение коэффициента усиления антенны с диэлектриками по сравнению с эталонной антенной уменьшился на 4,85 дБ и равняется 21,55 дБ. Следовательно, использование для сферической антенны диэлектрических слоёв из фторопласта и кремния уменьшает мощность излучения практически на 20%. Применение данных материалов при разработке модели сферической антенны может оказать существенное влияние на ширину диаграммы направленности и значение коэффициента усиления при небольшой мощности излучения антенны. Но для осуществления сканирования данной антенной требуется значительно меньше затрат и возрастает скорость перемещения диаграммы направленности в пространстве, которая ограничивается перемещением светового пятна и временем перехода реверсивного материала из радиопрозрачного в радиоотражающий.

#### Список литературы

1. Хорхордин А.А., Паслен В.В. Применение реверсивных сред в антенной технике / Излучение и рассеяние электромагнитных волн: Материалы Международной научной конференции “Излучение и рассеяние ЭМВ – ИРЭМВ - 2005”. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – С. 312 – 314.
2. Проектирование антенных устройств систем связи / И.П. Заикин, А. В. Тоцкий, С. К. Абрамов. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэро-косм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 78 с.
3. Вайнберг И.А., Вайнберг Э.И., Павельев В.А. Индикация структуры электромагнитного поля при помощи неравновесных носителей тока в полупроводниках. Радиотехника и электроника, – М.: Наука, 1971. №3. – 356 с.
4. Кайда С.В., Паслен В.В. Использование реверсивных сред в антенной технике. Антенны системы электронного сканирования / Materials digest of the XXXII International Research and Practice Conference and the IT stage of the Championship in physico-mathematical and technical sciences, the III stage of the Championship in chemical sciences «Models and methods of solving formal and applied scientific issues in physico-mathematical, technical and chemical research»: Лондон, 2012 – 17-20 с.
5. Хорхордин А.А., Носко Ю.В., Паслен В.В. О возможности использования реверсивных сред в антенной технике. YI Международная молодежная научно-практическая конференция «Человек и космос»: сборник тезисов. – Днепропетровск: НЦАОМУ, 2004 – с. 296.