

# Широкополосная антенная решётка на основе связанных объемных спиральных излучателей

Э.Ю. Седышев, О.О. Криворука

СПБГУТ

**Аннотация:** в статье представлены результаты исследования принципиально новой структуры построения ФАР на основе объемных цилиндрических спиральных антенн. В ходе исследования были синтезированы объемные спирали на различные диапазоны частоты, сравнение их экспериментальных и теоретических частотных характеристик приведено в работе. Основной задачей исследования было исследование экспериментальных и теоретических характеристик ФАР на основе синтезированных излучателей и анализ влияния антенн друг на друга в предложенной структуре.

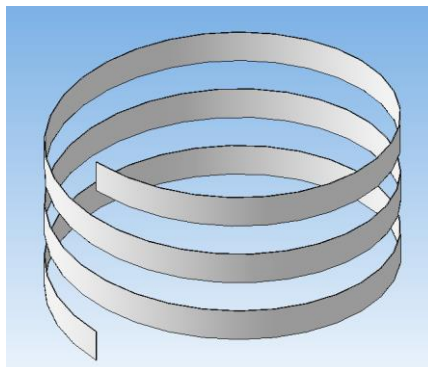
**Ключевые слова:** фазированная антенная решётка, проволочная спираль, цилиндрическая спиральная антенна, микроволновые технологии, СВЧ

## 1. Введение

В наше время растущая популярность спиральных антенн обусловлена свойствами, которыми обладают эти антенны. Данные излучатели широкополосны, обладают узкой диаграммой направленности, дают цилиндрическую поляризацию, что, к примеру, является определяющим фактором в приеме сигналов спутниковой навигации системы ГЛОНАСС, а использование ФАР на основе спиральных антенн может существенно облегчить прием сигнала.

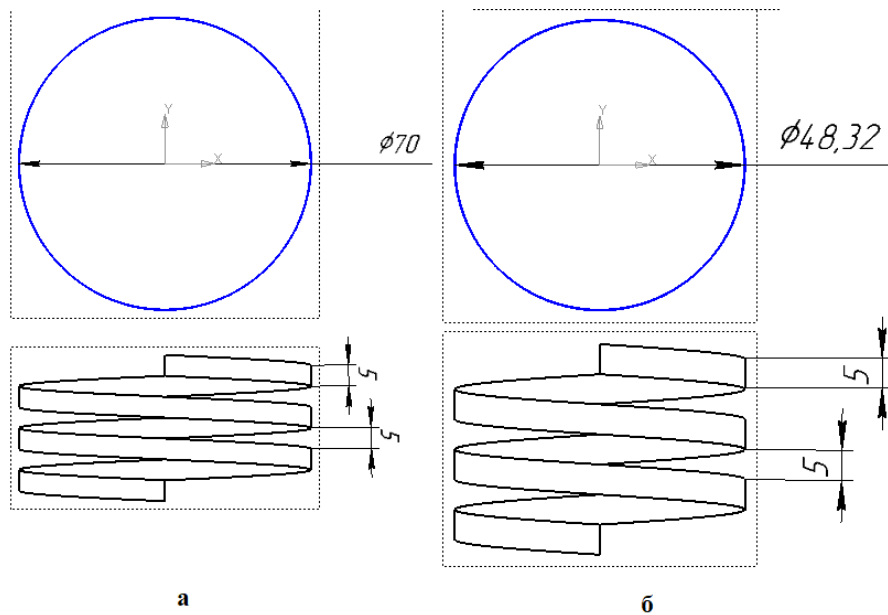
## 2. Компьютерное моделирование и экспериментальные результаты

На рисунке 1 представлена 3D-модель, демонстрирующая структуру объемных цилиндрических спиралей.



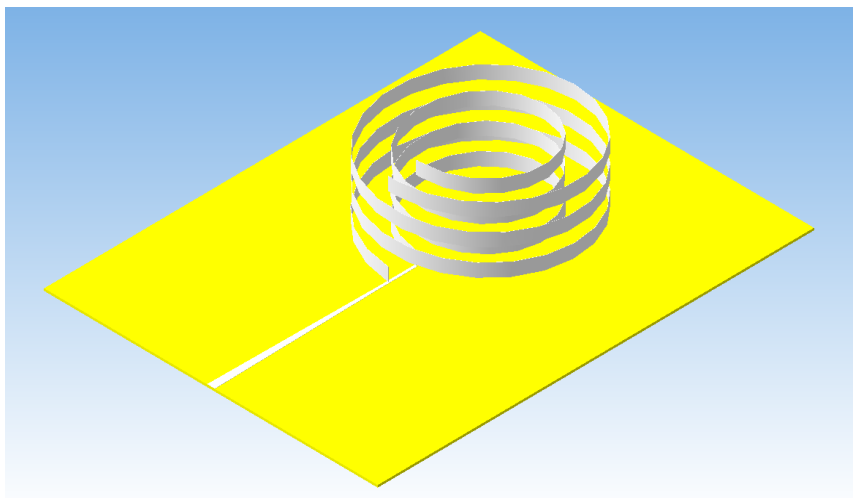
**Рисунок 1.** Структура объемных цилиндрических спиралей.

На рисунке 2.а приведены геометрические размеры спиральных антенн диапазона 2-5 ГГц (далее, антенна 1), на рисунке 2.б геометрические размеры антенны диапазона 3-7 ГГц (далее, антенна 2). Обе антенны имеют количество витков  $N=3$ .



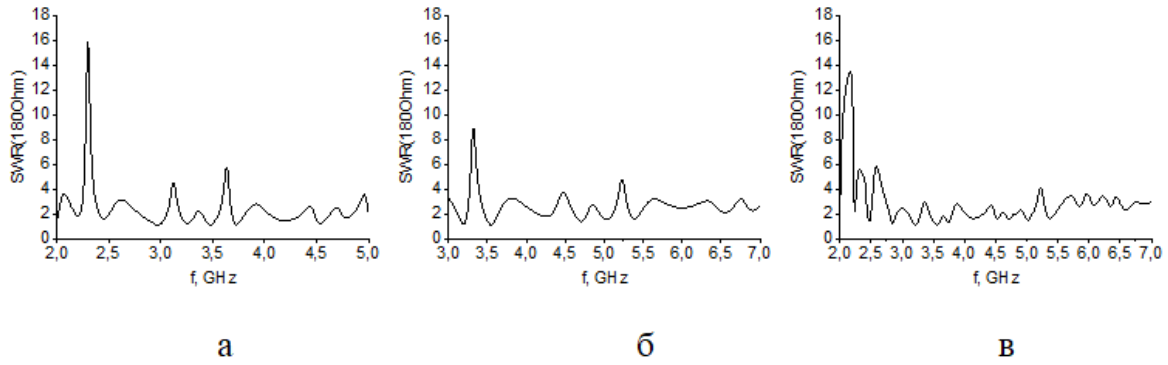
**Рисунок 2.** Геометрические характеристики излучателей: а – антенна 1; б – антенна 2.

На рисунке 3 приведена 3D-модель ФАР на основе синтезированных спиральных антенн.



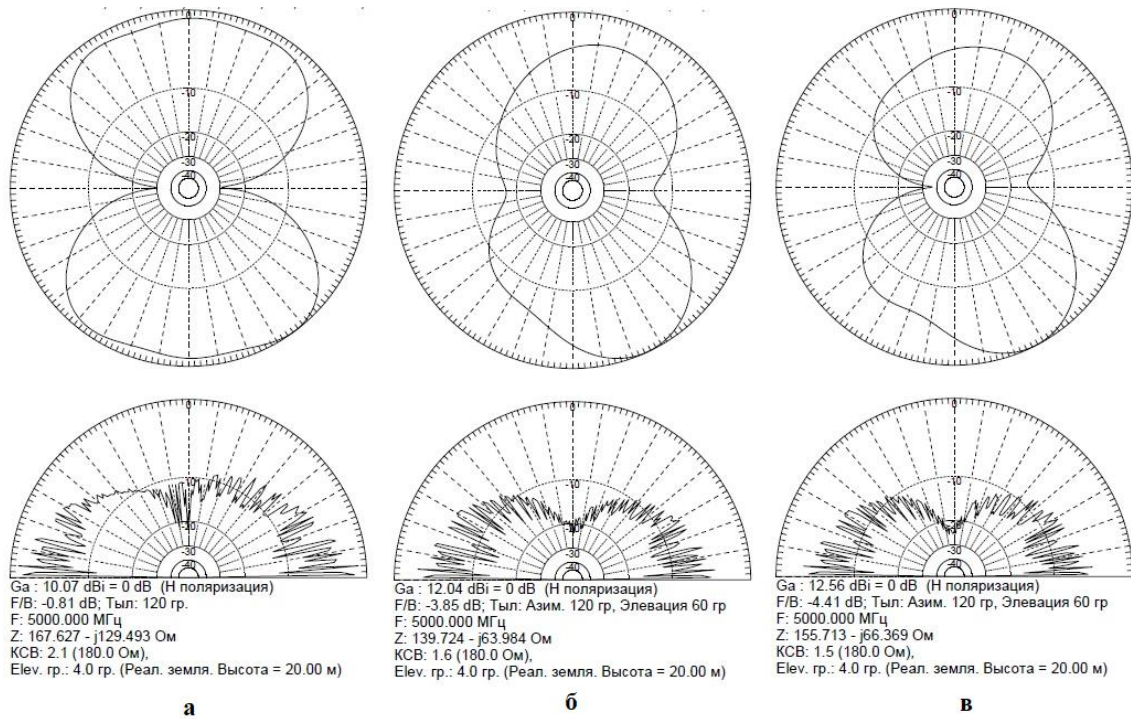
**Рисунок 3.** 3D-модель ФАР.

Для теоретического исследования использовалось моделирование в программе MMANA-Gal Basic, которая базируется на расчётном ядре NEC. Данная программа находится в свободном доступе и доступна для личного некоммерческого использования. Ниже на рисунках 4 и 5 приведены частотные зависимости КСВн антенн и диаграммы направленности антенн на частоте 5 ГГц, соответственно.



**Рисунок 4.** Частотные зависимости КСВн: а – антенны 1; б – антенны 2; в - ФАР.

Из рисунка 4 видно, что КСВн антенны 1 по средней полосе равен 2 в диапазоне частот, для антенны 2 – КСВн = 3 по средней полосе, для ФАР, как и для антенны 1, КСВн = 3. КСВн ФАР из вложенных спиралей является усредненным КСВн спиралей, из которых состоит антенная решетка. При этом диапазон частот расширяется.



**Рисунок 5.** Диаграммы направленности структур для частоты 5 ГГц: а – антенны 1; б – антенны 2; в - ФАР.

Из рисунка 5 можно сделать вывод, что при вложении спиралей друг в друга диаграммы направленности также усредняются и ДН решетки становится более выраженной. Основной лепесток ФАР складывается из ДН антенны 2, при этом на резкое изменение ДН в центре влияет ДН антенны 1.

Экспериментальное исследование проводилось в диапазоне с 2-4 ГГц. Питание при этом было организовано с помощью МПЛ с плавным переходом с 50 Ом на 80, что обусловлено разрешающей способностью наклейки металлизации на диэлектрик. Полосок на 80 Ом имеет ширину 1 мм для используемой подложки.

Ниже приведены результаты исследования антенны 1, антенны 2 и ФАР.

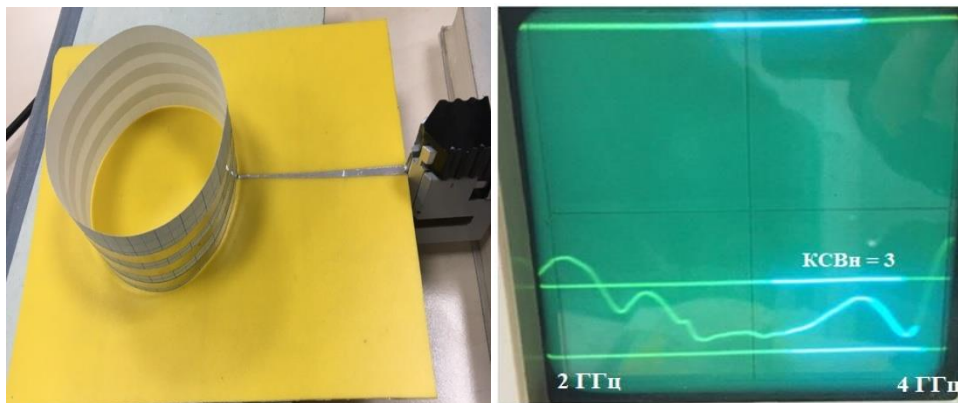


Рисунок 6. Экспериментальное исследование антенны 1.

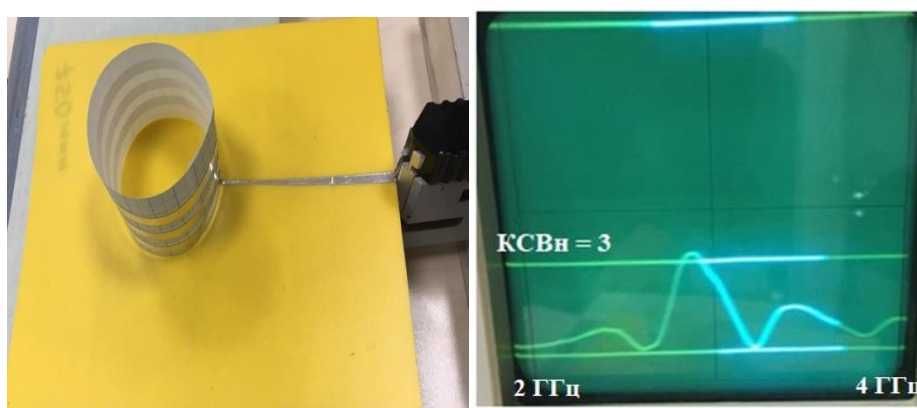


Рисунок 7. Экспериментальное исследование антенны 2.

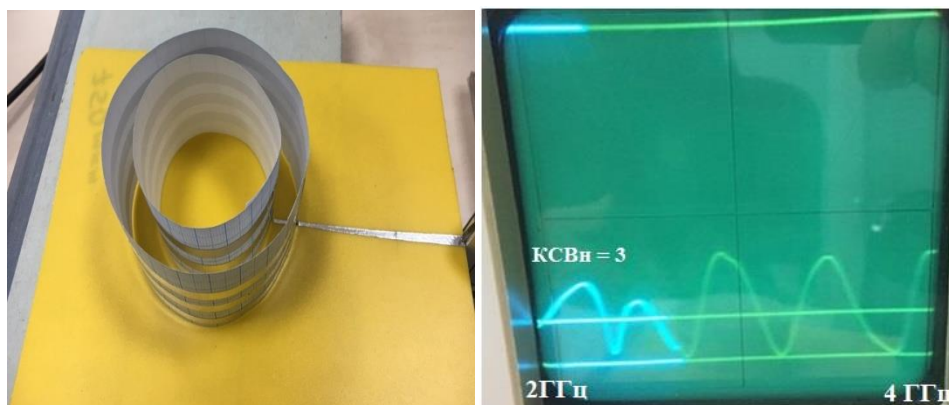


Рисунок 8. Экспериментальное исследование ФАР.

Экспериментальное исследование показало, что синтезированные антенны хорошо согласованы и работают в диапазоне 2-4 ГГц. Измеренный КСВн ФАР на основе синтезированных спиралей имеет повторяющиеся максимумы и минимумы. В минимумах КСВн близок 1, а самое большое значение максимума 7.

### 3. Заключение

Подводя итоги проведенного исследования можно утверждать, что предложенная структура является рабочей и требует дальнейшего исследования. В первом приближении, объяснить разницу между теоретической и экспериментальной

характеристиками можно тем, что питание обеих антенн было несовершенным. В ходе исследования также удалось выяснить, что с помощью вложенных спиралей можно изменять пространственные характеристики антенной решетки, а также подбирая геометрические размеры получать нужные характеристики входного импеданса.

#### Список литературы

1. А.В. Файт, Э.Ю.Седышев. Исследование спиральных антенн с помощью низкочастотной проволочной модели// Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании». № 64. 20–24 февраля 2012 года: материалы. – СПб.: Издательство СПбГУТ, 2012–с. 377-379
2. Wang, J. H. Antennas for global navigation satellite systems (GNSS) / J. H. Wang // Proc. IEEE. – Jul. 2012. - Vol.100, №7. - pp. 2349 – 2355.
3. Djordjević, A. R. Optimization of Helical Antennas / A. R. Djordjević [at al.]// IEEE Antennas and Propagation Magazine – 2006. - vol. 48, № 6. - pp. 107-116.
4. Юрцев, О. А. Спиральные антенны [Текст] / О. А. Юрцев, А. В. Рунов, А. Н. Казарин. - М: Советское радио, 1974. — 224 с.