

УДК 621.396.677.45

И. Р. Демидов, В. В. Паслѐн

*Донецкий национальный технический университет*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ СПИРАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Розглядається завдання проектування мікросмувної антени типу «спіраль Архімеда» чотиризахідна. Проаналізований вплив кількості антен на діаграму спрямованості. Запропонований оптимальний метод застосування таких антен.

*Ключові слова:* мікросмувна антена, діаграма спрямованості, спіраль Архімеда.

Рассматривается задача проектирования микрополосковой антенны типа «спираль Архимеда» четырехзаходная. Проанализировано влияние количества антенн на диаграмму направленности. Предложен оптимальный метод применения таких антенн.

*Ключевые слова:* микрополосковая антенна, диаграмма направленности, спираль Архимеда.

The task of planning of microstrip aerial of type is examined «spiral of Archimedes» chetyrekhzakhodnaya. Influence of amount of aeriels is analysed on the diagram of orientation. The optimum method of application of such aeriels is offered.

*Key words:* microstrip aerial, diagram of orientation, spiral of Archimedes.

**Введение.** Микрополосковые антенны в современной жизни находят все более широкое применение, т. к. используются в системах мобильной связи, в авиации, а также в качестве облучателей зеркальных антенн. За последние годы было разработано множество разнообразных и то же время однотипных микрополосковых антенн.

Микрополосковые антенны (МПА), изготовляемые по технологии интегральных систем, обеспечивают высокую повторяемость размеров, низкую стоимость, малые металлоемкость, габаритные размеры, массу.

Микрополосковые антенны способны излучать энергию с линейной, круговой и эллиптической поляризацией, допускать удобные конструктивные решения для обеспечения работы в двух- или многочастотных режимах, а также легко объединять многие электрические излучатели в антенную решетку, размещать их на поверхностях сложной формы [2].

**Постановка задачи.** Произвести расчет и моделирование микрополосковой антенны типа «спираль Архимеда» четырехзаходная, как одной, так и фазированных антенных решеток, предоставить диаграммы направленности всех типов антенн и проанализировать причины изменения диаграмм направленности.

**Технические особенности спиральных антенн.** Основным элементом всех спиральных антенн является проволочный или ленточный виток длиной, приблизительно равной  $\lambda$  (диаметр  $\lambda/2$ ), обтекаемый бегущей волной тока. В подавляющем большинстве случаев спиральные антенны возбуждаются коаксиальной линией. Поэтому по частотному диапазону область их применения на длинных волнах ограничена предельно допустимыми габаритами, а на коротких — достижимой точностью изготовления и технологичностью конструкции, высокочастотным

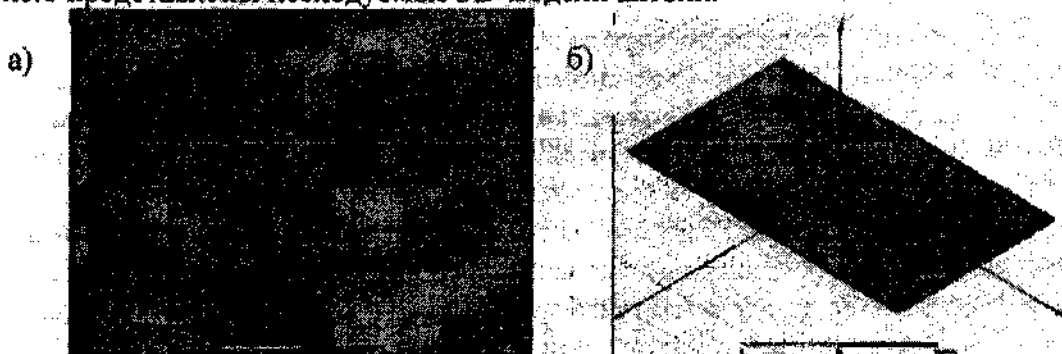
пределом рабочего диапазона коаксиальных кабелей и возможностью конструктивной реализации нужной формы перехода от питающего коаксиального фидера к ветвям спиральной структуры. На практике трудно осуществить конструкции спиральных антенн, работающие на волнах короче 2 см.

Особенностью спиральных антенн является то, что они изготавливаются из тонких проводников круглого сечения или тонких металлических лент. Концентрация поля на кромках проводящих поверхностей оказывается значительной, а зазоры между соседними витками в той части антенны, которая работает на высокочастотном краю диапазона, невелики. Средний периметр сечения коаксиального кабеля, возбуждающего спиральную антенну, работающую на СВЧ, для исключения высших типов волн должен быть меньше  $\lambda$ , т. е. такие кабели имеют невысокую электрическую прочность. Следовательно, в диапазоне СВЧ спиральные антенны могут работать при малых и средних уровнях мощности ( $P < 100$  кВт).

Спиральная антенна любого типа (регулярная, экви-угольная, нерегулярная) может быть сконструирована для работы в полосе частот с коэффициентом перекрытия от 1,5 до 5 и более. При этом надо иметь в виду, что у конических и плоских эквиугольных спиральных антенн, частотно-независимых в рабочем диапазоне частот, верхняя граница которого приблизительно определяется поперечными размерами структуры у вершины, а нижняя — поперечными размерами структуры у основания, диаграммы направленности и входное сопротивление изменяются периодически, как функция логарифма частоты, хотя и в небольших пределах.

Цилиндрические, плоские и конические спиральные антенны с постоянным шагом, а также спиральные антенны на поверхности различных тел вращения (кроме эквиугольных конических), не являются частотно-независимыми. Поэтому в рабочем диапазоне частоты диаграммы направленности изменяются более-менее монотонно. У цилиндрических спиральных антенн с увеличением частоты диаграмма направленности сужается, а у плоских и конических с постоянным шагом — несколько расширяется [3].

**Проектирование антенны и фазированных антенных решеток.** Рассматриваемая и исследуемая МПА типа «спираль Архимеда» четырехзаходная, служащая для излучения и приема сигнала на частоте 2,4 ГГц, т. е. антенна рассчитана и создана для практического применения в структуре Wi-Fi роутера. На рис. 1 представлены исследуемые 3D-модели антенн.



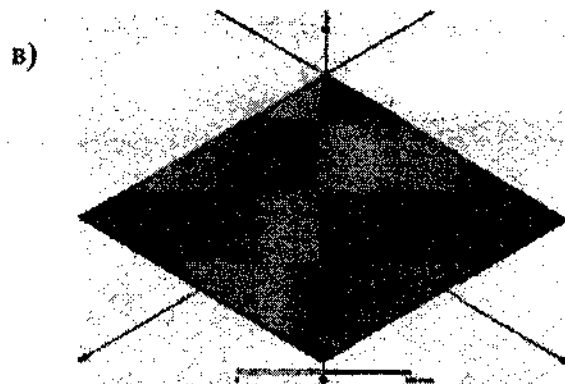
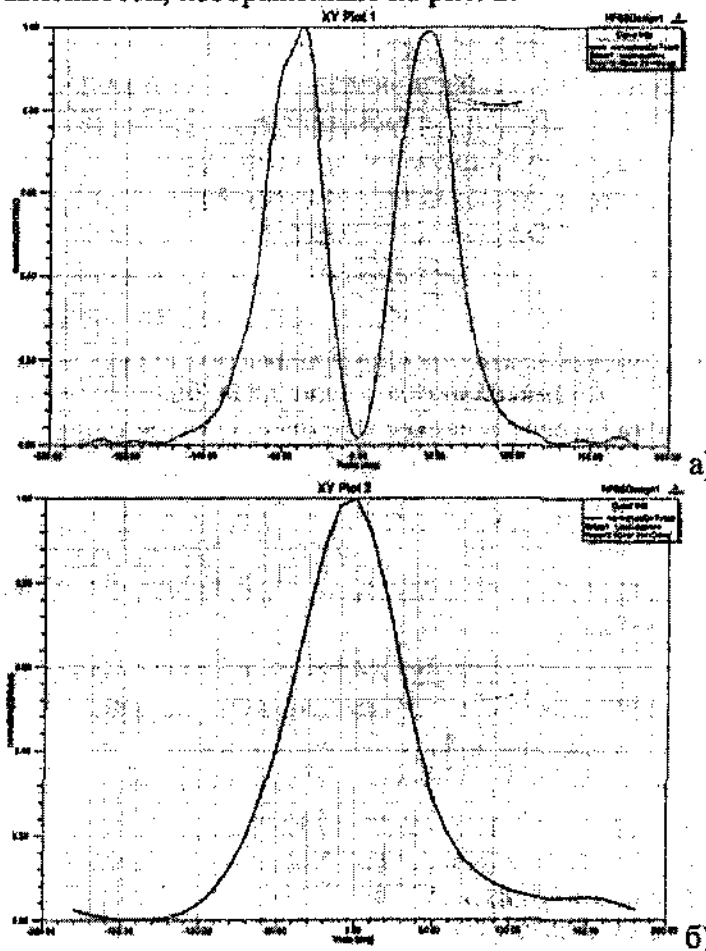


Рис.1. 3D-модели исследуемых антенных устройств:  
а) МПА типа «спираль Архимеда»;  
б) ФАР 2x1 из антенн типа «спираль Архимеда»;  
в) ФАР 2x2 из антенн типа «спираль Архимеда»

При проектировании данных антенн были получены нормированные диаграммы направленности, изображенные на рис. 2:



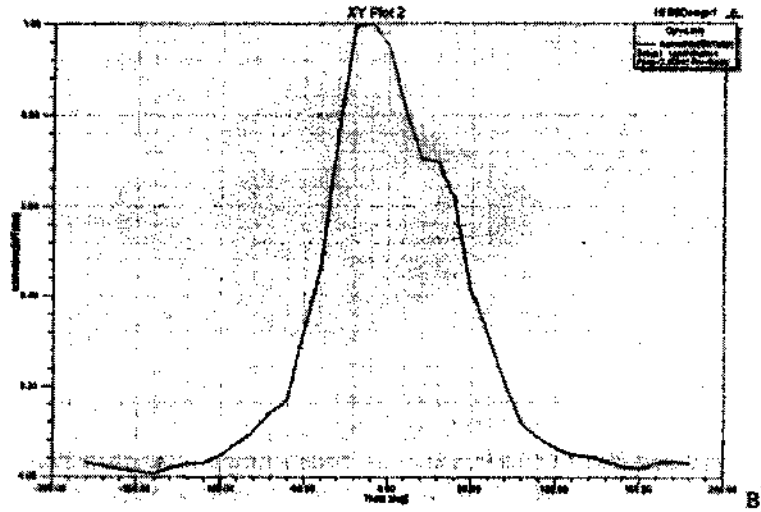


Рис.2 Диаграмма направленности в прямоугольной системе координат исследуемых антенных устройств: а) МПА типа «спираль Архимеда» при КУ=12 дБ; б) ФАР 2x1 из антенны типа «спираль Архимеда» при КУ=17,9 дБ; в) ФАР 2x2 из антенны типа «спираль Архимеда» при КУ=36,25 дБ

**Выводы.** В результате моделирования определено, что на диаграмму направленности антенны влияет расположение точки питания, т. к. распределение волны в антенне изменяется при изменении расположения этой точки в ту или иную сторону. Поэтому необходимо на практике более ответственно подходить к согласованию антенного устройства по питанию. Кроме того, точка питания влияет на эквивалентное сопротивление антенного контура, настроенного на определенную частоту. При изменении сопротивления антенного контура согласованность с выходным каскадом изменяется, что приводит к уменьшению КПД и нестабильной работе выходного каскада.

При проектировании антенного устройства было замечено, что диаграмма направленности как бы имеет воронку в центре оси излучения антенны. Исправить этот недостаток помогло синфазное включение второй антенны такого же типа. Благодаря этому было получено направленное излучение вдоль оси антенны. Добавляя все большее количество антенн такого же типа в синфазном подключении, было получено излучение с узкой диаграммой направленности и большим коэффициентом.

#### Библиографические ссылки

1. Рудольф Кюн - Микроволновые антенны. – изд. Судостроение, 1967. – 520 с.
2. Панченко Б. А. Микрополосковые антенны / Б. А. Панченко, Е. И. Нефёдов. – М.: Радио и связь, 1986. – 144 с.
3. Юрцев О. А. Спиральные антенны / Юрцев О. А., А. В. Рунов, А. Н. Казарин. – М.: «Сов. радио», 1974. – 224 с.

*Надійшла до редколегії 30.05.2014.*