

**ТЕХНІКА ТА ПРИСТРОЇ НВЧ ДІАПАЗОНУ.
АНТЕННА ТЕХНІКА**

УДК 621.396.674.3

**ПОЛОСКОВАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА
С ВОЗДУШНЫМ ЗАПОЛНЕНИЕМ**

Дубровка Ф.Ф., Мартынюк С.Е.

Развитие сетевых технологий привело к стремительному росту числа беспроводных локальных компьютерных сетей, которые соответствуют стандарту IEEE 802.11 и используют диапазон частот 2,4...2,483 ГГц. Скорость передачи данных в таких сетях зависит от многих факторов и, в конечном итоге, определяется отношением сигнал/шум в приемной системе. При этом на практике важную роль играют условия распространения радиоволн, параметры применяемых антенно-фидерных устройств и общая интерференционная (помеховая) ситуация.

Известно, что предельно достижимая скорость передачи данных может составлять 54 и 108 Мбит/с для сетей, построенных в соответствии со стандартами IEEE 802.11 *b* и *g* соответственно. Если расстояние между маршрутизатором и точкой доступа превышает 300 м, то достижение указанных скоростей возможно только при использовании в маломощных цифровых приемо-передающих модулях внешних антенн. Антенны должны обладать коэффициентом усиления более 13 дБ для обеспечения необходимого отношения сигнал/шум. Кроме того, к антеннам беспроводных компьютерных сетей предъявляются дополнительные требования по массогабаритным и эргономическим показателям. В диапазоне частот 1...5 ГГц наиболее конкурентоспособными излучателями являются планарные микрополосковые антенные решетки (АР) [1], которые имеют компактную конструкцию и малый вес. Производство микрополосковых АР не вызывает трудностей, поскольку основано на хорошо развитой технологии фотолитографии для фольгированных СВЧ подложек. К недостаткам этих антенн следует отнести необходимость применения одной либо нескольких диэлектрических СВЧ подложек, которые являются относительно дорогостоящими, имеют потери и сами по себе не обладают достаточной защитой от атмосферных и механических воздействий. В ряде работ (например, [2]) предлагается использование одиночных полосковых излучателей с воздушным заполнением (без диэлектрической подложки), которые характеризуются широкой рабочей полосой частот и низкими омическими потерями. Тем не менее, развитие этой технологии для построения многоэлементных антенных решеток сдерживается сложностью создания надежных, механически стабильных конструкций полосковых систем деления СВЧ мощности с воздушным заполнением.

В данной работе предлагается четырехэлементная двухрезонаторная полосковая АР с воздушным заполнением, конструкция которой не требует применения фольгированных диэлектрических СВЧ подложек, является механически жесткой и надежной, обеспечивает низкие потери и высокий коэффициент усиления.

Особенности конструкции антенной решетки

Конфигурация и расположение полосковых элементов разработанной полосковой АР с воздушным заполнением показаны на рис. 1. АР состоит из четырех (2×2) излучающих элементов, каждый из которых представляет собой двухрезонаторный полосковый излучатель. Выбор двухрезонаторных полосковых излучателей обусловлен тем, что они обладают более широкой по сравнению с однорезонаторными рабочей полосой частот [3]. Экраном АР служит металлическая пластина с габаритами 165×165 мм (поз. 1 на рис. 1), которая дополнительно выполняет функцию механической основы. АР возбуждается при помощи коаксиальной линии с волновым сопротивлением 50 Ом (поз. 2), подводимой снизу сквозь отверстие в экране к полосковой линии, расположенной на расстоянии 2 мм над экраном. Функционально полосковая линия является частью полосковой системы деления мощности 1:4 параллельного типа с воздушным заполнением, которая питает нижние резонаторы (поз. 4) четырех двухрезонаторных излучателей АР. Технологически нижние полосковые резонаторы излучателей и полосковая система деления мощности выполнены в едином цикле из листа алюминиевого сплава толщиной 0,5 мм с точностью не хуже 0,1 мм.

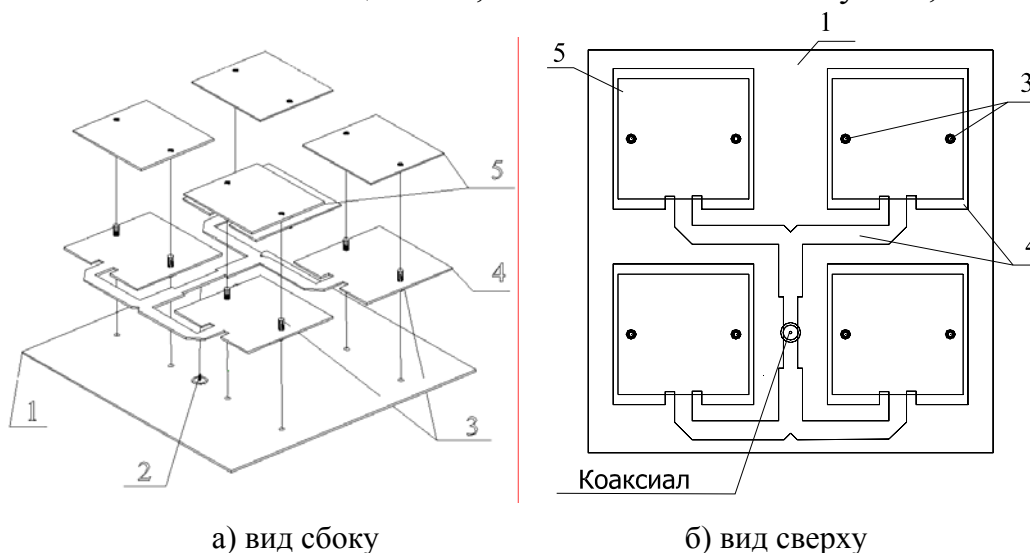


Рис. 1. Четырехэлементная полосковая АР с воздушным заполнением

Величина зазора между экраном и линией выдерживается постоянной благодаря тому, что каждый полосковый резонатор прямоугольной формы крепится к экрану при помощи двух цилиндрических металлических втулок диаметром 5 мм (поз. 3). Эти втулки одновременно фиксируют верхние резонаторы излучателей (поз. 5). Таким образом, в данной конструк-

ции полосковая структура сложной конфигурации крепится параллельно экрану в восьми точках расположения цилиндрических втулок, а также при помощи паяного соединения с центральным проводником входной коаксиальной линии. В свою очередь, параллельность каждого верхнего резонатора нижнему и экрану обеспечивается в двух точках втулками

Для защиты от атмосферных воздействий АР спереди и с боков защищена пластиковым радиопрозрачным укрытием (на рис. 1 не показано), кроме того использовано гальваническое покрытие всех полосковых элементов. Надежность и механическая стабильность конструкции предложенной АР была подтверждена в ходе испытаний пяти опытных образцов.

Результаты расчетов и измерений

Электродинамический анализ полосковой АР с воздушным заполнением был проведен методом конечных разностей во временной области [4], гибкость которого позволяет учесть все особенности геометрии полосковой структуры. На рис. 2 а, б представлены рассчитанные (сплошными линиями) и измеренные в безэховой камере (штриховыми линиями) диаграммы направленности разработанной АР в E - и H - плоскостях соответственно. Измерения показали, что опытные образцы АР имеют коэффициент усиления не менее 14,5 дБ в полосе частот 2,35...2,55 ГГц, обладая при этом хорошей повторяемостью параметров.

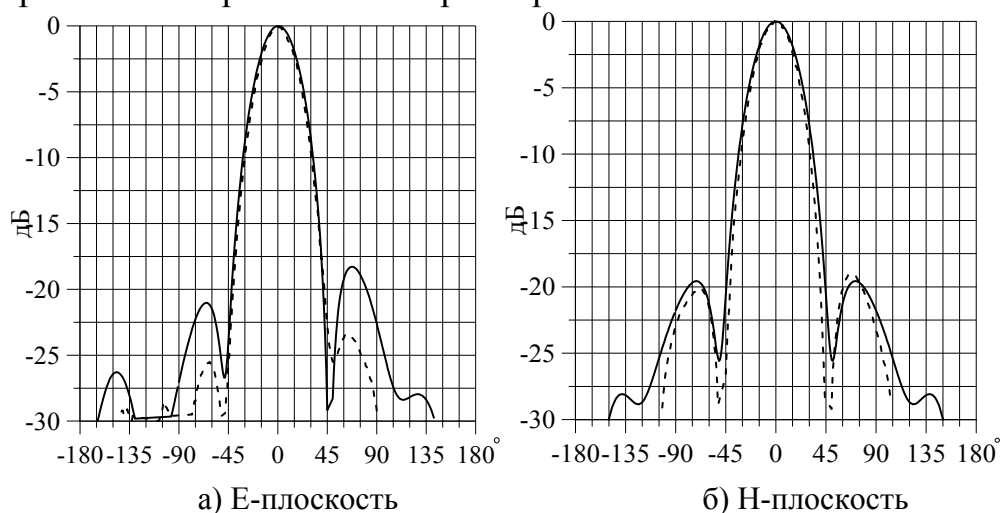


Рис. 2. Диаграммы направленности АР на частоте 2,45 ГГц

На рис. 3 показаны теоретическая (сплошная линия) и экспериментальная (треугольные метки) частотные характеристики КСВН разработанной полосковой АР. Видно, что АР имеет $КСВН < 1,2$ в рабочей полосе частот 2,4...2,483 ГГц и $КСВН < 1,5$ в полосе частот 2,35...2,55 ГГц (8%).

Из рис. 2, 3 видно, что в работе достигнуто хорошее соответствие результатов расчета и эксперимента. Незначительное отличие кривых может быть объяснено тем, что полосковая структура сложной конфигурации фиксируется лишь в нескольких точках над экраном, а не по всей плоскости

(как в случае использования классической микрополосковой технологии). На практике это приводит к тому, что зазор между структурой и экраном для разных участков полосковой системы питания может варьироваться примерно $\pm 15\%$ от номинальной величины. Однако, как показали экспериментальные исследования, вариация зазора в указанных пределах не влияет существенно на диаграмму направленности и согласование АР.

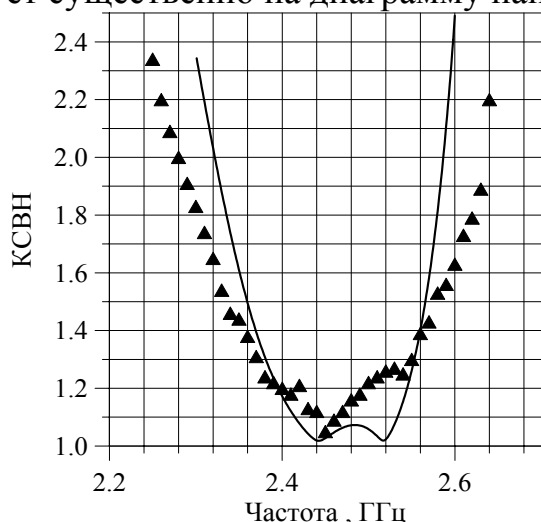


Рис. 3. Характеристики КСВН полосковой АР

В работе представлена новая конструкция линейно поляризованной четырехэлементной полосковой АР без диэлектрика. АР имеет механически жесткую конструкцию, характеризуется коэффициентом усиления не менее 14,5 дБ, КСВН < 1,2 в рабочем диапазоне частот 2,4...2,483 ГГц и КСВН < 1,5 в диапазоне частот 2,35...2,55 ГГц. Она может быть применена для построения беспроводных компьютерных сетей стандарта IEEE 802.11b,g. Разработанная технология может быть рекомендована для изготовления планарных АР для различных диапазонов частот в интервале от 900 МГц до 6 ГГц.

Литература

1. Garg R., Bhartia P. Microstrip Antenna Design Handbook/Artech House. 2001. 845p.
2. Herscovici N. A new consideration in the design of microstrip antennas // IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 46, NO 12, pp.807–812, Dec. 1998.
3. Croq F. Pozar D. Millimeter-wave design of wideband aperture-coupled stacked microstrip antennas // IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 39, No 12, pp.1770–1776, Dec. 1991.
4. CST Microwave Studio, User Manual 5 ed., CST GmbH, Darmstadt, Germany 2004.

Дубровка Ф.Ф., Мартинюк С.Є. **Смушково антенна решітка із повітряним заповненням.** Запропонована нова конструкція та представлені результати досліджень смушкової чотирьохелементної антенної решітки для бездротових комп'ютерних мереж (Wi-Fi)

Ключові слова: смушкові антени, антенні решітки, комп'ютерні мережі.

Дубровка Ф.Ф., Мартинюк С.Є. **Полосковая антенная решетка с воздушным заповнением.** Предложена новая конструкция и представлены результаты исследований полосковой четырехэлементной антенной решетки для беспроводных компьютерных сетей (Wi-Fi)

Ключевые слова: полосковая антенна, антенная решетка, компьютерные сети

Dubrovka F.F., Martynyuk S.Y. **Air filled strip antenna array.** Novel design of strip antenna array without dielectric substrate is presented. Antenna array can be used for WLAN applications.

Key words: strip antenna, array antenna, WLAN