

Широкополосная печатная антенна X-диапазона

Представлены результаты разработки широкополосной печатной антенны для диапазона 8-12 ГГц с полосой пропускания более 40%. В качестве основы для такой антенны выбран излучающий элемент широкополосной монополярной антенны. При этом для создания однонаправленного излучения монополярная антенна помещается над проводящей плоскостью. Данная антенна может использоваться как элемент фазированной антенной решетки в широкополосной радиолокации.

Ключевые слова: антенна, печатная антенна, широкополосная антенна

Создание малогабаритных широкополосных антенн X-диапазона встречает многочисленные трудности. Использование широко известных микрополосковых печатных антенн в их классическом исполнении невозможно ввиду их узкополосности. При всех ухищрениях с трудом удается добиться полосы пропускания порядка 10-15%. При этом примечательно, что если удастся получить требуемую полосу пропускания, то, как правило, не удастся обеспечить требования к форме диаграммы направленности и к ее пространственной ориентации во всем диапазоне частот. Такое положение является характерным для большинства различных видов широкополосных антенн.

Подавляющее большинство предлагаемых широкополосных и сверхширокополосных (СШП) печатных антенн относятся к классу монополярных антенн. То есть содержат монополярную антенну, излучающую в двух противоположных направлениях или же всенаправленную. Таким образом, представляется целесообразным провести модернизацию монополярной СШП антенны с целью создания конструкции, осуществляющей однонаправленное излучение сигнала при сохранении требуемой формы диаграммы направленности в широком диапазоне рабочих частот.

На рис.1 в качестве примера показаны частотная характеристика и диаграмма направленности монополярной антенны, форма излучателя которой представлена в верхнем правом углу рис.2 [1]. Данная антенна работает в диапазоне 3-12 ГГц, то есть является исключительно широкополосной, но, как видно из рис.1, она одинаково излучает в двух противоположных направлениях.

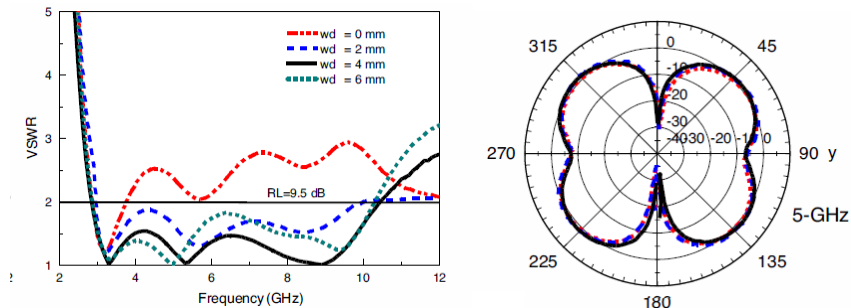


Рисунок 1. Частотная характеристика и диаграмма направленности монополярной СШП антенны.

На рис. 2 представлены примеры различных форм излучателей, используемых в монополярных СШП антеннах. При этом монополярные антенны работают в диапазонах 1-50 ГГц обладая исключительной широкополосностью.

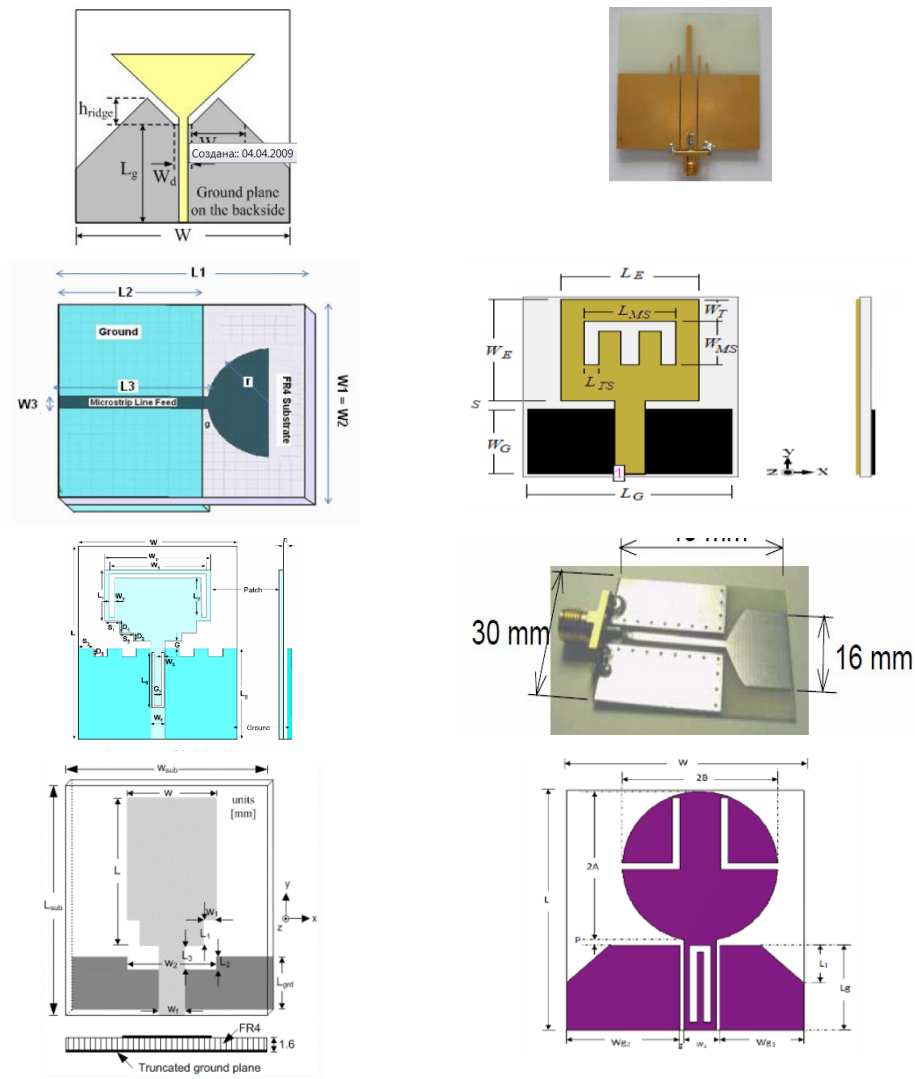


Рисунок 2. Различные формы излучателей монополярной СШП антенны.

Возможным вариантом формирования однонаправленной диаграммы направленности является использования проводящего экрана, обеспечивающего отражение обратного излучения монополярной СШП антенны.

На первый взгляд такое решение не может оказаться результативным, так как такой экран на разных частотах будет отражать сигналы с разными фазовыми сдвигами. В результате интерференции прямого и отраженного излучений частотная характеристика антенны, будет изрезанной и иметь несколько острых узкополосных резонансов. Но именно такой подход к решению задачи приводит к положительному результату.

На рис.3 представлен чертеж элемента антенны для компьютерного моделирования. Широкополосный излучающий элемент методами печатной технологии нанесен на

диэлектрическую подложку толщиной 0,5 мм из материала Rogers 4003. Питание элемента осуществлено микрополосковой линией с волновым сопротивлением 50 Ом. Излучение отражается от дна металлической коробочки и суммируется прямым излучением антенны, направленным вверх.

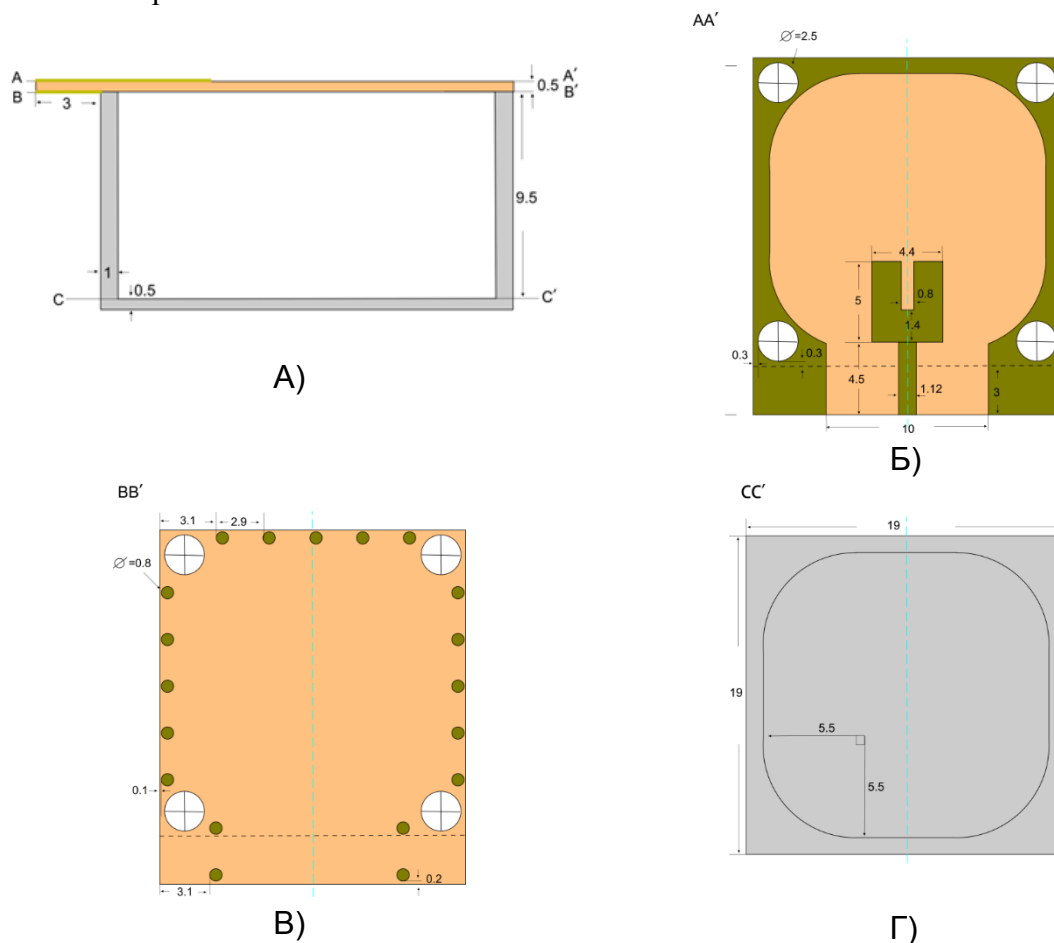


Рисунок 3. Исходный чертеж для компьютерного моделирования.

Полученные в результате компьютерного моделирования частотные характеристики и диаграммы направленности антенны показаны на рис. 4.

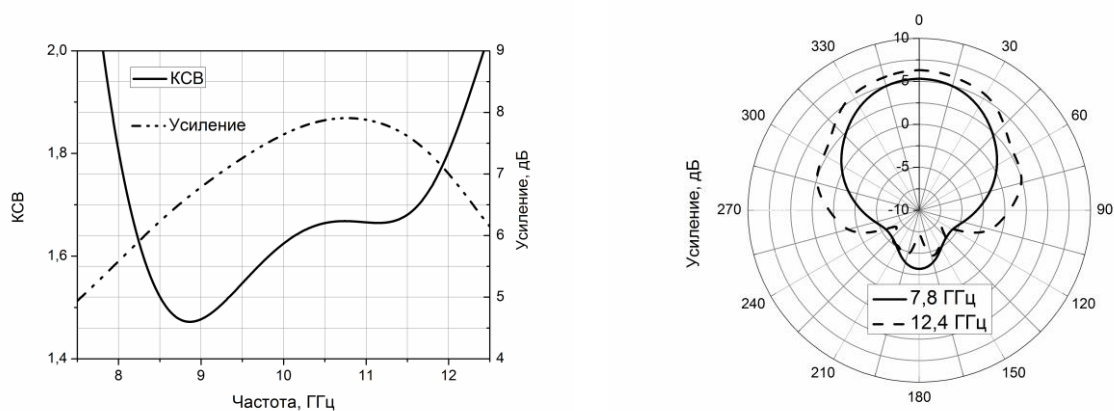


Рисунок 4. Частотные характеристики и диаграмма направленности антенны.

Из рисунка видно, что значение КСВ меньше двух в диапазоне 7,8 – 12,4 ГГц, что полностью перекрывает X-диапазон и составляет 45% от центральной частоты 10,1 ГГц.

Двухгорбость КСВ обусловлена резонансными свойствами воздушной полости и излучающего элемента. Кривая зависимости коэффициента усиления имеет ярко выраженный максимум, смещенный от середины диапазона в сторону высоких частот. Диаграмма направленности демонстрирует одностороннее излучение антенны.

На рис.5 представлены два изготовленных образца антенн с различными видами широкополосных излучающих элементов. Размер антенны: $17 \times 17 \times 9,5$ мм³.

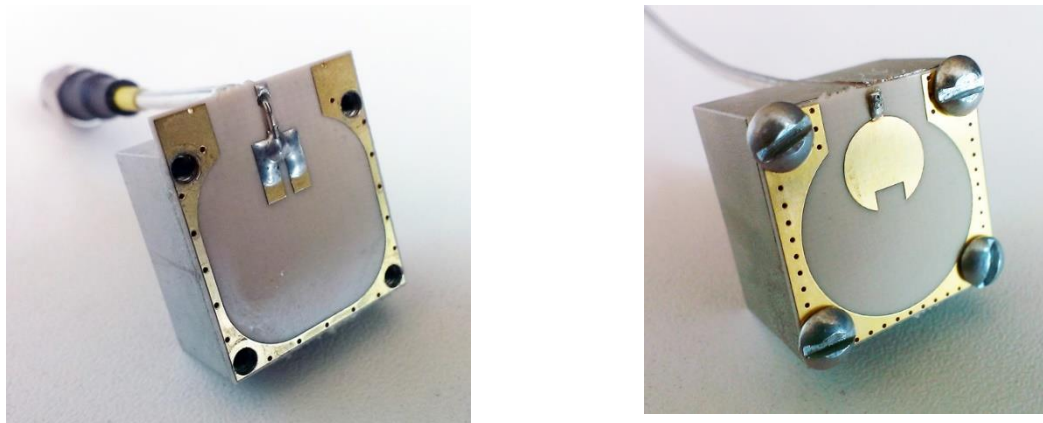


Рисунок 5. Образцы антенн.

В принципе, несмотря на несколько разную форму излучателей, оба образца антенн при экспериментальном исследовании показали близкие результаты и продемонстрировали широкополосность а также форму диаграммы направленности весьма близкие к результатам компьютерного моделирования.

На Рис. 6 и 7 показаны диаграммы направленности левой антенны, показанной на рис.5, в объемном виде и в полярных координатах.

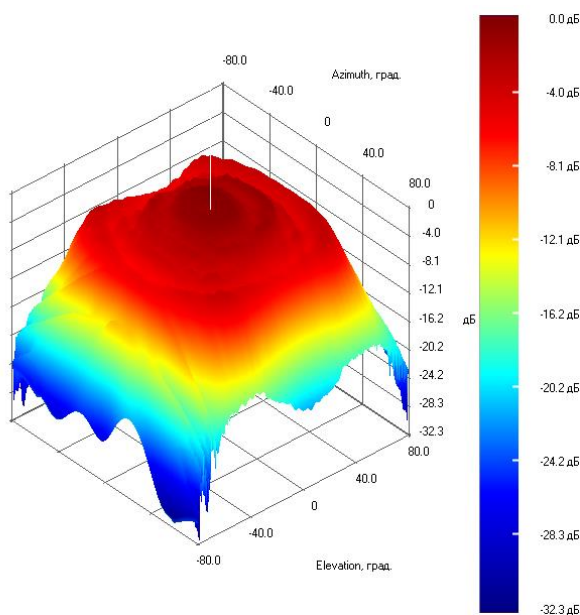


Рисунок 6. Объемная диаграмма направленности антенны на частоте 9 ГГц.

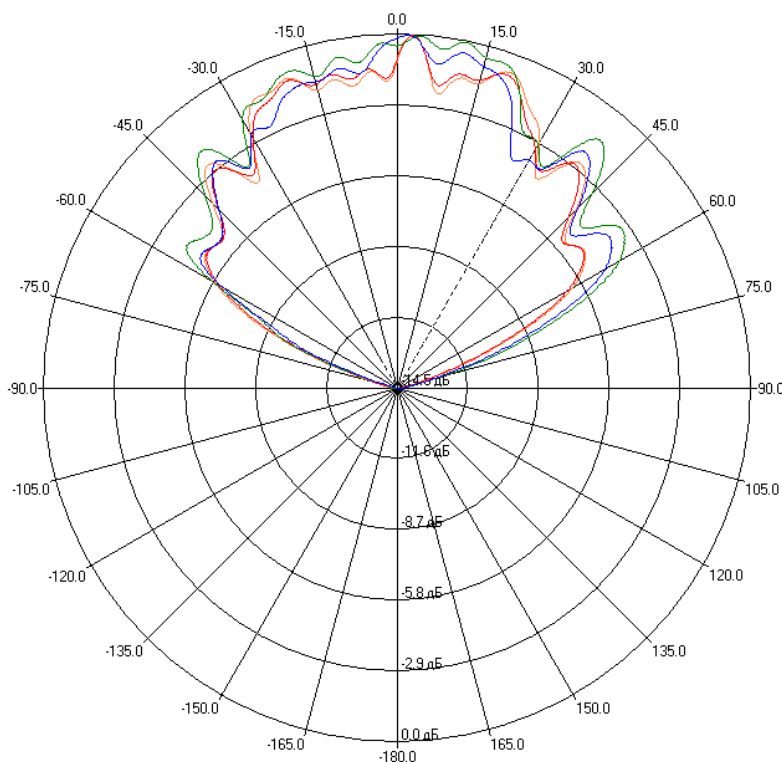


Рисунок 7. Диаграмма направленности антенны в полярных координатах.

Цветные линии на диаграмме направленности демонстрируют ее изменения для различных сечений. Измерение проведено с помощью программного обеспечения Frequency Domain Antenna Measurement. Version 5.0. Контроллер движения - TRIM TMC-2104. Тип измерения: сканирование на плоскости в ближнем поле. Режим измерения непрерывный (по оси Y). Тип Зонда — TMAZ-8-181. (серийный номер зонда:0514245). Поляризация зонда — вертикальная. Поляризация измеряемой антенны — вертикальная. Изображения диаграмм получены при помощи программного обеспечения AmrView.

Таким образом, в результате проделанной работы показана возможность создания малогабаритной широкополосной антенны X-диапазона с полосой пропускания порядка 40-45%. Данная антенна может быть использована как составная часть фазированной антенной решетки.

Библиографический список

1. C.-C. Lin and H.-R. Chuang. A 3–12 GHz UWB PLANAR TRIANGULAR MONOPOLE ANTENNA WITH RIDGED GROUND-PLANE. Progress In Electromagnetics Research, PIER 83, 307–321, 2008 <http://www.jpier.org/PIER/pier83/21.08070502.pdf>
2. Chai W., Zhang X., and Liu J. A novel wideband antenna design using U-slot. *PIERS ONLINE*, 2007, Vol.3, No. 7, pp. 1067-1070.
3. Nechaev Yu. B., Popov I. V., Makarov E. S. Wideband microstrip antennas and antenna arrays for L-band. *2010 20th Int. Crimean Conf. "Microwave & Telecommunication Technology" (CriMiCo'2010)*, Sevastopol, 2010, pp. 534-535.