

ШИРОКОПОЛОСНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ АБОНЕНТСКОЙ СТАНЦИИ «WiMic-6000»

Газизов Т.Р., Дмитриченко Е.В.

Рассмотрены вопросы создания антенных решеток. Представлены результаты разработки широкополосной антенной решетки для абонентской станции «WiMic-6000», перекрывающей два частотных диапазона и обладающей лучшими характеристиками, чем у отечественных аналогов.

Ключевые слова: широкополосная антенная решетка, элементарный излучатель, связанные подвешенная и обращенная полосковые линии.

Одной из основных тенденций развития современных инфокоммуникационных технологий является микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Известно, что качественные характеристики РЭА в значительной степени определяются свойствами и конструктивно-электрическими параметрами ее антенно-фидерного устройства (АФУ). Применение интегральной технологии позволяет с успехом решать задачи по созданию АФУ с высокими характеристиками. Так, микрополосковые антенны (МПА), изготовляемые по интегральной технологии, обеспечивают высокую повторяемость размеров, низкую стоимость, малые металлоемкость, габаритные размеры, массу [1]. Известно большое число типов элементарных излучателей (ЭИ) полосковой конструкции и антенных структур на основе объединения однотипных и разнотипных ЭИ в единой антенной системе [2]. Переход к усложненным геометрическим формам ЭИ позволяет решить задачи согласования активной и компенсации реактивной компонент входного сопротивления ЭИ, обеспечения необходимой поляризации излучения, расширения полосы пропускания и увеличения коэффициента усиления антенной решетки [3].

Малая диапазонность является общим недостатком МПА из-за того, что входное сопротивление обладает резко неравномерной частотной характеристикой; ширина рабочей полосы МПА не превышает, как правило, нескольких процентов [2]. В качестве примера на рис. 1 представлена антенная решетка одного из отечественных производителей. Она состоит из 16 элементов и представляет собой однослойную печатную плату над проводящим экраном-рефлектором.

По данным производителя, антенна работает в диапазоне 6...6,5 ГГц, соответственно, ширина рабочей полосы пропускания равна 8%, коэффициент усиления равен 17 дБи. Сегодня на отечественном рынке представлены антенные решетки с шириной полосы пропускания, как правило, не превышающей 10%, что не удовлетворяет потребностям современного оборудования широкополосного беспроводного доступа, у которого ширина полосы превышает 20%. Между тем такое оборудование серийно выпускается отечественными производителями, так что разработка соответствующих ему антенн актуальна.

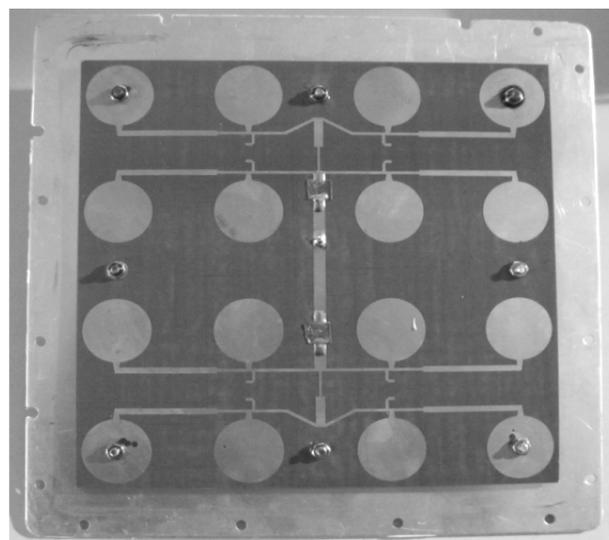


Рис. 1. МПА на основе дисковых излучателей

В статье представлены результаты разработки антенной решетки для абонентской станции «WiMic-6000» (см. рис. 2), использующей стандарт широкополосного беспроводного доступа IEEE 802.16. Рассмотрим выбор подложки. Основные требования, которые предъявляются к диэлектрической подложке: высокая стабильность диэлектрической проницаемости и малый тангенс угла диэлектрических потерь. Такими свойствами обладают органические диэлектрики фирмы ROGERS. По совокупности свойств и параметров выбран материал RO4003 толщиной 0,508 мм и двухсторонней металлизацией толщиной 17 мкм.

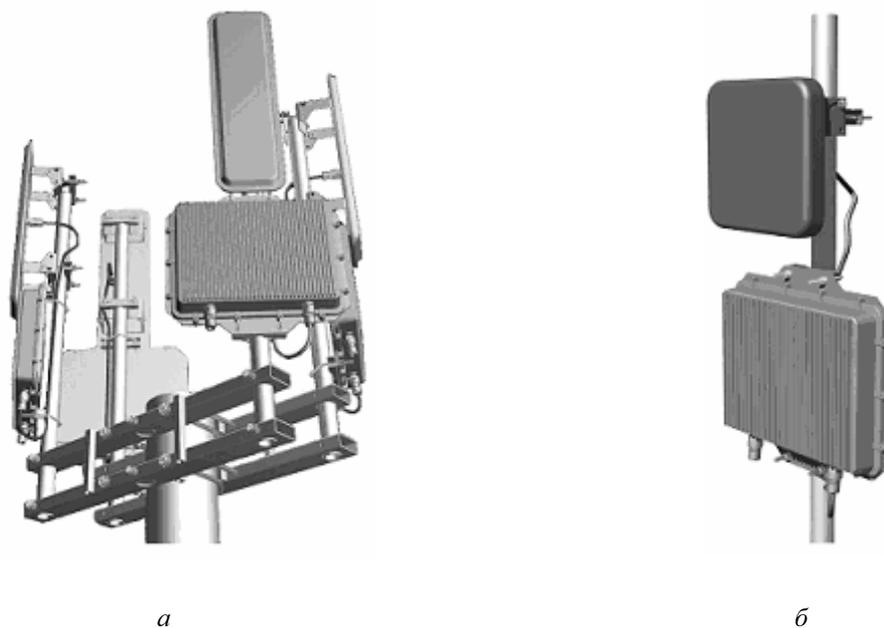


Рис. 2. Внешний вид базовой (а) и абонентской (б) станций «WiMic-6000»

В качестве основного излучающего элемента антенной решетки выбран кольцевой ЭИ, имеющий ряд преимуществ: широкая полоса рабочих частот; резонансная частота основного типа коле-

баний ниже, чем у дискового ЭИ тех же размеров. Объяснением последнего факта может служить то обстоятельство, что средний путь тока в кольцевой антенне больше, чем в дисковой.

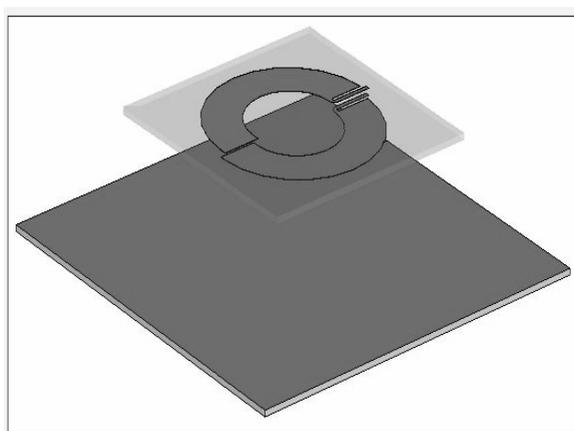


Рис. 3. Модель кольцевого излучателя

Излучатель (рис. 3) представляет собой печатную плату с двусторонней топологией, размещенную над проводящим экраном-рефлектором на расстоянии $(0,15-0,25)\lambda$. На каждом из слоев платы расположено полукольцо. Длина каждого полукольца равна половине длине волны, соответствующей центральной частоте рабочего диапазона.

На рис. 4 показана характеристика модуля коэффициента отражения элемента решетки, из

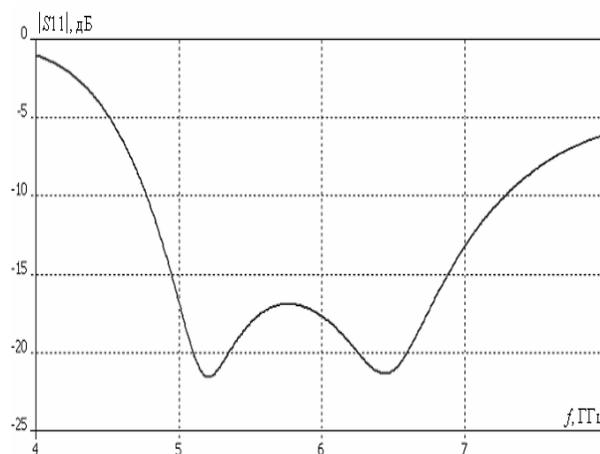


Рис. 4. Частотная зависимость модуля коэффициента отражения кольцевого излучателя

которого видно, что рабочая полоса составляет 1,8 ГГц по уровню -15 дБ. Работа абонентской станции ведется в диапазонах частот: 5,1–5,9 ГГц и 5,7–6,5 ГГц. Для реализации схемы питания могут использоваться различные варианты, но наиболее удобной в данном случае является дифференциальная схема на основе связанных подвешенной и обращенной полосковых линий [4], состоящая из бинарных делителей мощности. Излучатели располагаются зеркально в узлах

квадратной решетки (рис. 5), расстояние между излучателями равняется $0,5\lambda$, что обеспечивает требуемые характеристики по усилению и уровню боковых лепестков.

Результаты моделирования (рис. 6, 7) показывают, что антенная решетка работает в диапазоне частот 5,1–6,5 ГГц по уровню -12 дБ, а коэффициент усиления антенны равен 19 дБи. Это соответствует техническому заданию, по которому модуль коэффициента отражения в рабочей полосе частот не должен превышать уровня в -12 дБ, а усиление должно быть не ниже 18 дБи. Данная АФУ позволяет перекрыть сразу два частотных диапазона, в которых работает абонентская стан-

ция 5,1–5,9 ГГц и 5,7–6,5 ГГц, что исключает затраты на разработку дополнительного устройства.

По результатам моделирования спроектирована антенная решетка, перекрывающая два частотных диапазона. В составе абонентской станции «WiMic-6000» она будет проходить полевые испытания, по результатам которых решится вопрос о ее запуске в серию. Предполагается выполнить оптимизацию параметров антенной решетки для уменьшения ее себестоимости, улучшения основных характеристик, а также уменьшения их чувствительности к разбросу параметров, в частности, за счет использования

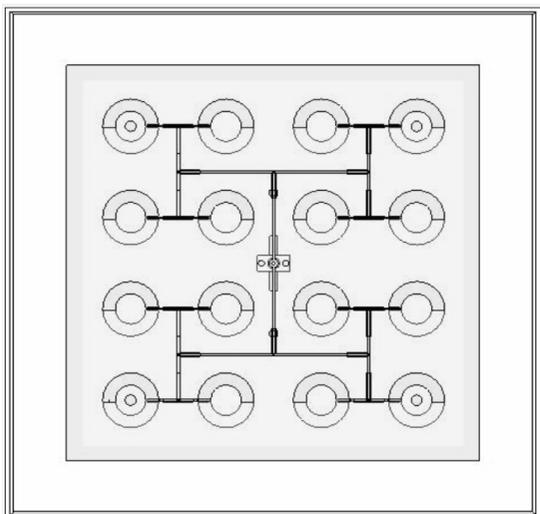


Рис. 5. Модель антенной решетки на основе кольцевых излучателей

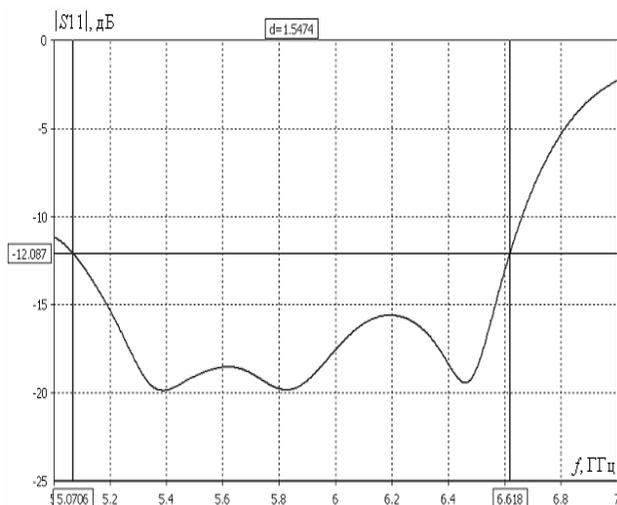


Рис. 6. Частотная зависимость модуля коэффициента отражения антенной решетки

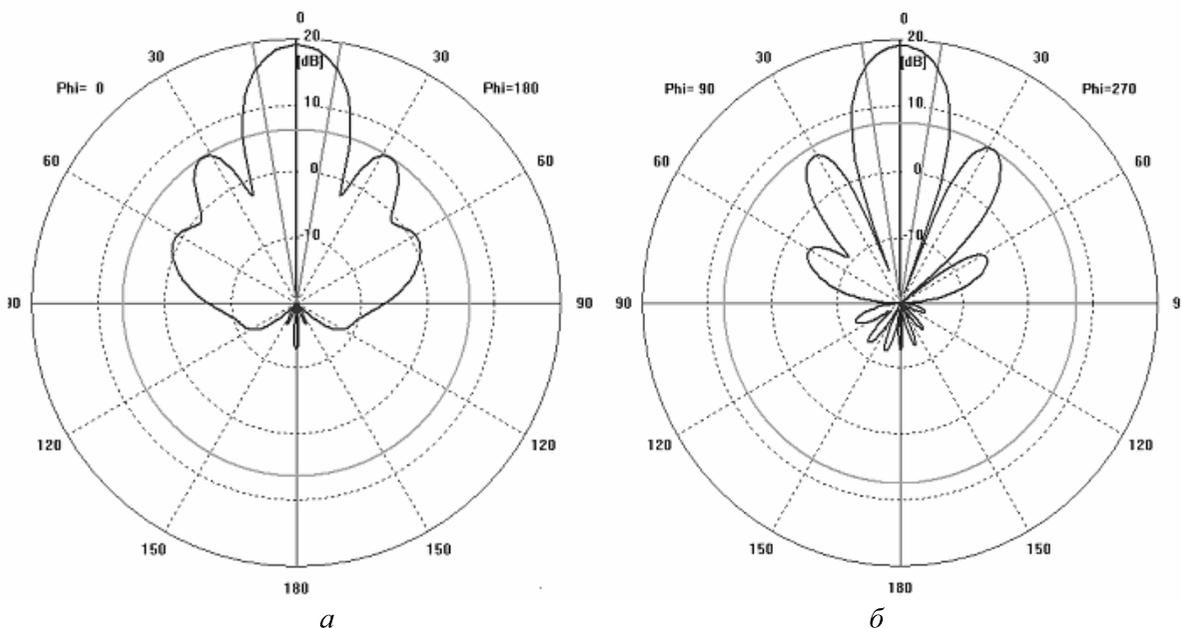


Рис. 7. Диаграмма направленности антенной решетки в плоскости Theta для в E (a) и H (б) плоскостей излучения

особых свойств подвешенной и обращенной плосковых линий [4].

Работа выполнена в порядке реализации постановления №218 Правительства РФ от 09.04.2010 г. по договорам 13.G25.31.0011 и 13.G25.31.0017 от 07.09.2010.

Литература

1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. М.: Высшая школа, 1988. – 432 с.

2. Панченко Б.А., Нефедов Е.И. Микрополосковые антенны М.: Радио и связь, 1986. – 147 с.
3. Suh S.-Y., Waltho A.E., Nair V.K. e.a. Evolution of Broadband Antennas from Monopole Disc to Dual-polarized Antenna // Proc. of 2006 IEEE Antennas and Propagation Society Int. Symp. Albuquerque, NM USA. 9-14 July, 2006.– P. 1631-1634.
4. Газизов Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. – 256 с.

WIDE-BAND ANTENNA ARRAY FOR «WiMic-6000» SUBSCRIBER STATION

Gazizov T.R., Dmitrichenko E.V.

Problem of development of antenna arrays is considered. Results of design of broadband antenna array for «WiMic-6000» subscriber station are presented. The antenna is covering two frequency bands and has better characteristics than other native devices.

Keywords: wide-band antenna array, elementary radiator, coupled suspended and inverted strip lines.

Газизов Тальгат Рашитович, д.т.н., доцент, с.н.с. Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТГУСУР). Тел. (8-382) 241-34-39; 244-36-67. E-mail: talgat@tu.tusur.ru

Дмитриченко Евгений Викторович, аспирант ТГУСУР. Тел. (8-382) 241-34-39; 8-923-408-59-95. E-mail: prohogy555@rambler.ru

УДК 621.396.98

АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ АНТЕНН БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Логвинов А.В.

В работе предлагается алгоритм оптимизации расположения антенн базовых станций (БС) сети сотовой связи на территории с низкой плотностью населения (сельская местность). За критерий оптимальности принимается максимальная площадь уверенного приема на местности при заданном числе(БС).

Постановка задачи

Определение оптимальной топологии сети сотовой связи в условиях сельской местности с низкой плотностью населения является актуальной задачей. В настоящий момент разработано достаточное количество методов и методик решения данной задачи [1]. Однако они носят статистический характер и позволяют разработать оптимальную топологию сети с некоторыми допущениями и погрешностями. Размещение БС сети сотовой связи будет оптимальным, если при определенном числе БС площадь уверенного приема будет максимальной. В статье приведены математические выражения и описан алгоритм, позволяющий оптимизировать расположение БС в условиях сельской местности.

Разработка математической модели алгоритма оптимизации

Для работы алгоритма в качестве входных данных необходимы следующие характеристики:

- трехмерная карта поверхности местности с учетом застройки;
- допустимые координаты и высоты антенн БС x, y, z (ограничения).

Перечисленные данные являются базой для оптимизации сети сотовой связи. В качестве целевой функции задачи оптимизации сети будем считать максимальную площадь уверенного приема на заданной местности с существующей застройкой при определенном числе БС.

Рассмотрим две поверхности [2], одной из которых является физическая поверхность местности со всеми элементами застройки, а вторая – поверхность, образованная пересечением фронта радиоволны БС с физической поверхностью. Если площади этих поверхностей равны между собой, то в этом случае на местности не существует зон затенения. При проектировании сети сотовой связи необходимо стремиться к этому варианту, который назовем идеальным.