

Антенна Ka-диапазона с круговой поляризацией для дуплексного радиоканалаД.А. Дёмин¹, И.В. Филатов¹, Н.П. Чубинский¹¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

Развитие средств радиосвязи требует увеличения полосы частот для высокоскоростной передачи данных. В связи с этим в последнее время большое внимание уделяется K_a -диапазону (26.5...40 ГГц). Малая длина волны этого диапазона позволяет создавать компактные высоконаправленные рефлекторные антенны. Диаграмма направленности таких антенн задается главным рефлектором, а их поляризационные свойства и входные параметры определяются рупором-облучателем. Именно облучатель определяет поляризационные и входные характеристики антенны, а оптимизация его диаграммы направленности (ДН) необходима для эффективного использования поверхности рефлектора.

Обозначенный эскиз антенны приводит к многопараметрической задаче для конкретных технических требований. Рассматриваемая антенная система предназначена для дуплексного радиоканала. Передача осуществляется в диапазоне (30.5±0.1) ГГц с левой поляризацией, а прием – в диапазоне (36.75±0.1) ГГц с правой поляризацией. Коэффициент усиления антенны составляет 29.5..30 дБи. Основную сложность представляет создание облучателя, удовлетворяющего ряду требований: (1) обеспечение круговой поляризации, (2) оптимизация использования поверхности рефлектора (ширина ДН 100° по уровню –10 дБ); (3) минимизация кросс-поляризационных эффектов для реализации дуплексного режима; (4) минимизация отражения от подключенного к волноводной линии облучателя. Кроме того, облучатель должен быть компактным для уменьшения эффекта затенения рефлектора.

Поставленные задачи успешно решаются предлагаемым облучателем. Он представляет собой аксиально гофрированный рупор, питаемый круглым волноводом, переходящим в поляризатор. Отличительной особенностью поляризатора является конструкция в виде квадратного волновода с 5-ступенчатой перегородкой. Он сочетает в себе функции собственно поляризатора и селектора, и имеет существенно меньшие габариты по сравнению с классическими устройствами. Форма перегородки, описанная в [1,2], была оптимизирована для работы в диапазонах приема и передачи. Минимальная толщина перегородки $t = 0.5$ мм определяется технологическими возможностями. Она не является пренебрежимо малой, в отличие от [1,2], что потребовало дополнительной оптимизации высот и длин секций для уменьшения отражений от поляризатора и улучшения развязки между входными портами. Отражение от рупора облучателя ухудшает развязку между портами; компенсация его влияния также была успешно проведена в ходе численного моделирования в пакете HFSS. Входные разъемы подключаются к поляризатору облучателя с помощью стандартных для K_a -диапазона волноводных фланцев WR28.

Параметры рефлекторов аналитически рассчитаны в [3] и численно оптимизированы с помощью метода физической оптики в FEKO для работы с облучателем K_a -диапазона. Диаметр основного рефлектора $D_p = 180$ мм обеспечивает коэффициент усиления двухзеркальной системы с облучателем не менее 29.5 дБи. Габариты самого облучателя составляют 62×36×14 мм.

Для проверки численных расчетов был изготовлен макет антенной системы, включающий в себя основной и вспомогательный рефлектор, облучатель с поляризатором (см. рис 1а), а также вспомогательные крепежные элементы. Измеренные входные параметры (отражение от входов антенны, коэффициент изоляции между ними, показанные на рис. 1б) удовлетворительно согласуются с расчетными данными. В рабочих диапазонах частот коэффициент отражения S_{11} от входных портов не превышает –20 дБ, а развязка между портами S_{21} –15 дБ на низкой частоте и –40 дБ на высокой частоте.

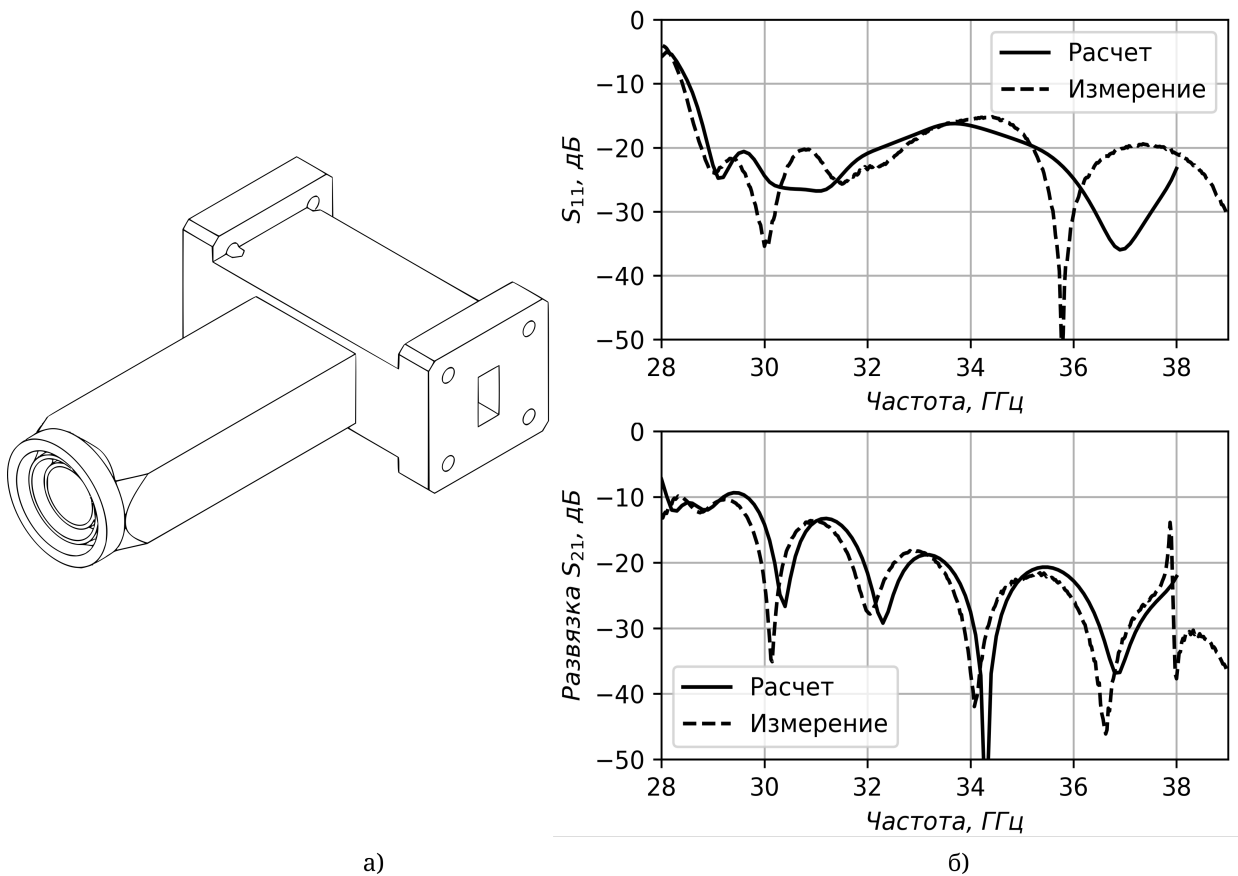


Рис. 1. (а) Внешний вид, (б) S -параметры облучателя антенной системы

Литература

1. *Ming Chen, Tsandoulas G.* A wide-band square-waveguide array polarizer // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. 1973. V 21(3), pp. 389–391.
2. *Дёмин Д.А., Чубинский Н.П.* Облучатель с двумя ортогональными круговыми поляризациями // Журнал радиотехники. 2014. №6.
3. *Hannan P.* Microwave antennas derived from the cassegrain telescope // IRE Transactions on Antennas and Propagation. 1961. V 9(2), pp. 140–153