

СЕЛЕКТОР ДЛЯ ЧАСТОТНОГО И ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СИГНАЛОВ В ОБЛУЧАТЕЛЕ ДВУХДИАПАЗОННОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Уруков М. В.

МАИ (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия
ОАО «РАДИОФИЗИКА», г. Москва, Россия

Одной из актуальных задач современных систем спутниковой связи является разработка широкополосных двухдиапазонных облучателей антенн, обеспечивающих частотную и поляризационную развязку сигналов более 28 дБ в K (17,7...21,7 ГГц) и Ka (27,5...31 ГГц) диапазонах частот.

О разработках подобных облучателей сообщается на сайтах компаний General Dynamics SATCOM Technologies [1] и ASC Signal Corporation [2], однако описания их конструкций и схем построения не приводится.

Целью работы является разработка электродинамической модели поляризационного селектора для частотного и поляризационного разделения сигналов в облучателе антенны K и Ka диапазонов частот.

Рассматриваемый селектор выполнен по схеме аналогичной облучателю сантиметровых Ku и K диапазонов [3], в виде осесимметричного соединения двух круглых волноводов разного диаметра, соединенного через щелевые элементы связи с четырьмя боковыми прямоугольными волноводами. Для увеличения уровня частотной развязки в миллиметровом Ka диапазоне использованы трехщелевые элементы связи, предложенные в [4].

Разработка селектора проводилась путем компьютерного моделирования [5]. Рассматривались два варианта селектора. Первый вариант – поляризационный селектор с трехщелевыми диафрагмами. Второй вариант – поляризационный селектор с трехщелевыми диафрагмами и дополнительными настроечными элементами в виде металлических штырей, установленных в ступенчатых переходах прямоугольных волноводов.

Устройства содержат круглый волновод диаметром D , соединенный при помощи ступенчатого волноводного перехода с круглым волноводом диаметром d , а также, с помощью щелевых элементов связи в стенках волновода l и ступенчатых переходов, с

расположенными симметрично четырьмя прямоугольными волноводами 4 стандартного сечения.

Сигналы вертикальной поляризации K -диапазона поступают на вход круглого волновода диаметром D , пройдя ступенчатый волноводный переход, отражаются от круглого волновода диаметром d , являющегося заградительным для этого диапазона частот, поступают через элементы связи в боковые прямоугольные волноводы. Аналогично сигналы горизонтальной поляризации поступают в верхний и нижний прямоугольные волноводы.

Сигналы линейной поляризации Ka -диапазона, поступающие в волновод диаметром D , пройдя ступенчатый волноводный переход, имеющий низкий уровень КСВН, поступают на вход отрезка круглого волновода диаметром d и далее разделяются с помощью однодиапазонного селектора, не включенного в состав моделей.

Требуемый уровень поляризационной развязки достигается за счет применения симметричной схемы построения селектора. Частотная развязка круглых и

прямоугольных волноводов в высокочастотном диапазоне обеспечивается трехщелевыми резонансными диафрагмами.

Основная резонансная щель предназначена для прохождения сигналов низкочастотного диапазона. Расположенные симметрично относительно основной две дополнительные щели, запирают сигналы высокочастотного диапазона, что обеспечивает высокий уровень частотной развязки, который определяется отношением мощностей сигналов высокочастотного и низкочастотного диапазонов в прямоугольных волноводах.

Как показывают расчеты, длину дополнительных щелей можно приближенно выбирать из соотношения:

$$L = \left(1 - \frac{f_3 + f_4}{f_1 + f_2} \right) * L_0, \text{ где } \langle = 0,30 \mid 0,42, L - \text{длина дополнительных щелей, } L_0 -$$

длина основной щели.

Используя программы электродинамического анализа на основе решений уравнений Максвелла сеточными методами, были проведены расчеты, с целью определения влияния геометрических параметров на согласование и частотную развязку сигналов в заданных диапазонах частот. Полученные закономерности позволили оптимизировать параметры моделей селекторов и получить значение модуля коэффициента отражения в рабочей полосе частот 17,7–21,7 ГГц на уровне -26 – -30 дБ, в диапазоне частот 27,5–31 ГГц на уровне -24 – -25 дБ.

Для первой модели селектора в диапазоне 27,5–31 ГГц расчетный уровень частотной развязки около 28 дБ, во второй модели - более 30 дБ. В реальных

устройствах, с учетом влияния допусков, эти уровни могут оказаться на 2-3 дБ ниже.

С помощью электродинамического моделирования была найдена конструкция поляризационного селектора, которая может обеспечить высокие уровни поляризационной и частотной развязок в двухдиапазонных зеркальных антеннах спутниковых систем связи, работающих практически во всей разрешенной рабочей полосе частот K и Ka диапазонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.gdsatcom.com.
2. www.ascsignal.com.
3. Казарян А. Э., Корчемкин Ю. Б., Майоров А. В., Наследов Н. Д., Тоболев А. К. Двухдиапазонные облучатели зеркальных антенн с высоким уровнем кроссполаризационной развязки. - Радиотехника (Журнал в журнале), 2009, № 7.
4. Казарян А. Э., Корчемкин Ю. Б., Уруков М. В. Патент на полезную модель: «Устройство для поляризационного и частотного разделения двухдиапазонных сигналов». Регистрационный номер № 128401, заявка № 2013103167, РОСПАТЕНТ, приоритет полезной модели 24 января 2013г.
5. Корчемкин Ю. Б., Уруков М. В.. Селектор для частотного и поляризационного разделения сигналов в облучателе антенны K - и Ka - диапазонов. – Радиотехника (Журнал в журнале), 2013, № 15.

