

УДК 621.396.67

ВЫБОР И ОПТИМИЗАЦИЯ АНТЕННЫ ДЛЯ ПЕРЕДАТЧИКА СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

Е. С. БУРДИК*(Представлено: С. П. АЛИЕВА)*

В работе представлены результаты выбора антенны и оптимизация ее параметров, исходя из технического задания. Проведен анализ различного типа антенн, которые соответствуют заданным требованиям.

Введение. Цель работы заключается в разработке антенны и оптимизации ее параметров, исходя из следующего технического задания:

- 1) Диапазон рабочих частот 760-1360 МГц;
- 2) Входной импеданс 50 Ом;
- 3) КСВ менее 1,6;
- 4) Диаграмма направленности по горизонтальной плоскости 0 – 360°;
- 5) Диаграмма направленности по вертикальной плоскости не менее 40°;
- 6) Передаваемая мощность не менее 100 Вт.

Для выполнения требований технического задания необходимо провести анализ различного типа антенн, которые соответствуют заданным требованиям. Рассмотрим несколько типов антенн и проведем сравнительный анализ. В работе будут рассмотрены:

- 1) Микрополосковая планарная эллиптическая монополярная антенна,
- 2) Дипольная эллиптическая антенна;
- 3) Вертикальная штыревая антенна.

Микрополосковая планарная эллиптическая монополярная антенна. Антенна состоит из эллиптического монополя, на который частотный сигнал подается с одной стороны диэлектрической подложки. Плоскость земли на другой стороне подложки находится под микрополосковой линией и тянется до края эллипса. Входной импеданс антенны на низких частотах в основном зависит от размеров эллипса и практически не зависит от геометрических размеров подложки. Входной импеданс на высоких частотах существенно зависит от параметров подложки и расстояния между нижней частью эллипса и плоскостью заземления. Расстояние между нижней частью эллипса и плоскостью заземления должно быть оптимизировано для конкретного расположения плоскости заземления. Если сделать верхнюю часть плоскости заземления эллиптической, это позволит улучшить коэффициент стоячей волны по напряжению [1].

Антенна соответствует заданному диапазону 760-1360 МГц. Микрополосковая планарная эллиптическая монополярная антенна, рассчитана на импеданс 50 Ом. Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВ) на частоте 760 МГц равен примерно 1,48. На частоте 1360 МГц составляет 1,75. Из этого можно сделать вывод, что полоса пропускания у данной антенны соответствует предъявляемым требованиям и ожиданиям только в нижнем диапазоне частот.

Диаграмма направленности (ДН) микрополосковой планарной эллиптической монополярной антенны на частоте 760 МГц имеет усиление 1,43 dBi, а на частоте 1360 МГц – 2,35 dBi. Диаграмма направленности не в полной мере соответствует заданию: на верхних частотах появляется направленность антенны.

Эффективность микрополосковой планарной эллиптической монополярной антенны имеет среднее значение равное 0,89. Потери обусловлены наличием диэлектрической подложки.

Импеданс микрополосковой планарной эллиптической монополярной антенны достаточно стабилен в диапазоне рабочих частот и изменяется не более ± 15 Ом. Микрополосковая планарная эллиптическая монополярная антенна имеет размеры 157 мм · 128 мм · 2,7 мм.

Дипольная эллиптическая антенна. Антенна состоит из основного внешнего эллиптического дипольного элемента с внутренними эллиптическими щелями (вырезами), которые могут быть подключены несколькими способами. Как правило, плоский элемент изготавливается путем травления металлизированной диэлектрической подложки. Часто используются многослойные реализации, однако здесь рассматривается простой однослойный дизайн. В базовой модели эллиптический диполь питается от простого торцевого разъема, в то время как в практической реализации питание осуществляется с помощью одного SMA-разъема. В практической реализации зазор подачи может быть оптимизирован в соответствии с конкретным разъемом [1-2].

На низких частотах эта антенна работает во многом как диполь, хотя общая высота эллипса меньше, чем у традиционного полуволнового диполя. Эллиптические прорезы увеличивают коэффициент

усиления антенны в верхней части диапазона. Габаритные размеры диэлектрика влияют как на коэффициент усиления, так и на потери в обратном направлении антенны. Ширина внутреннего эллипса (выреза) влияет на потери в обратном направлении, в то время как длина внутреннего эллипса, как правило, влияет на коэффициент усиления. Величина смещения по внутреннему эллипсу также играет важную роль в достижении высокого коэффициента усиления в рабочем диапазоне.

Антенна соответствует заданному диапазону 760-1360 МГц. Дипольная эллиптическая антенна рассчитана на импеданс 50 Ом. Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВ) на частоте 760 МГц равен примерно 1,38. На частоте 1360 МГц составляет 1,45. Данная характеристика полностью соответствует требованиям технического задания. (рис. 1).

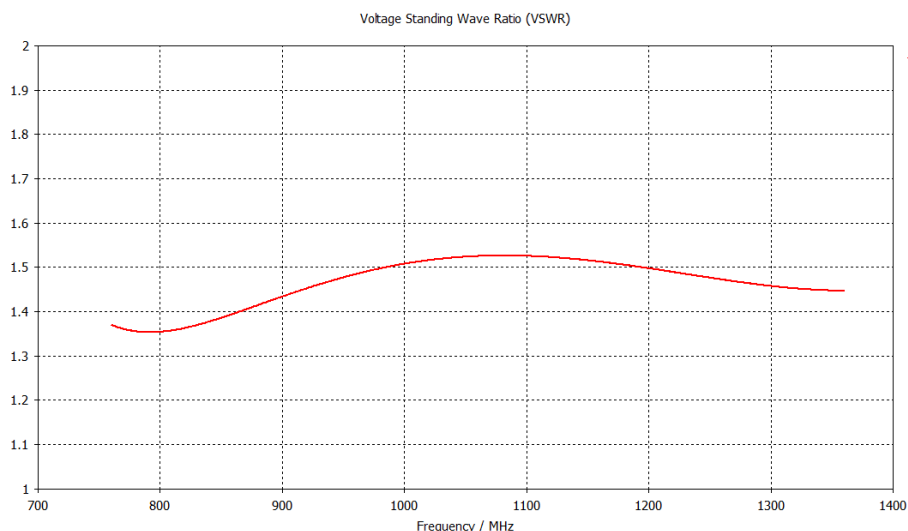


Рисунок 1. – КСВ дипольной эллиптической антенны

Диаграмма направленности (ДН) дипольной эллиптической антенны на частоте 760 МГц имеет усиление 2,68 dBi, а на частоте 1360 МГц – 4,42 dBi (рис. 2). Диаграмма направленности соответствует требованиям.

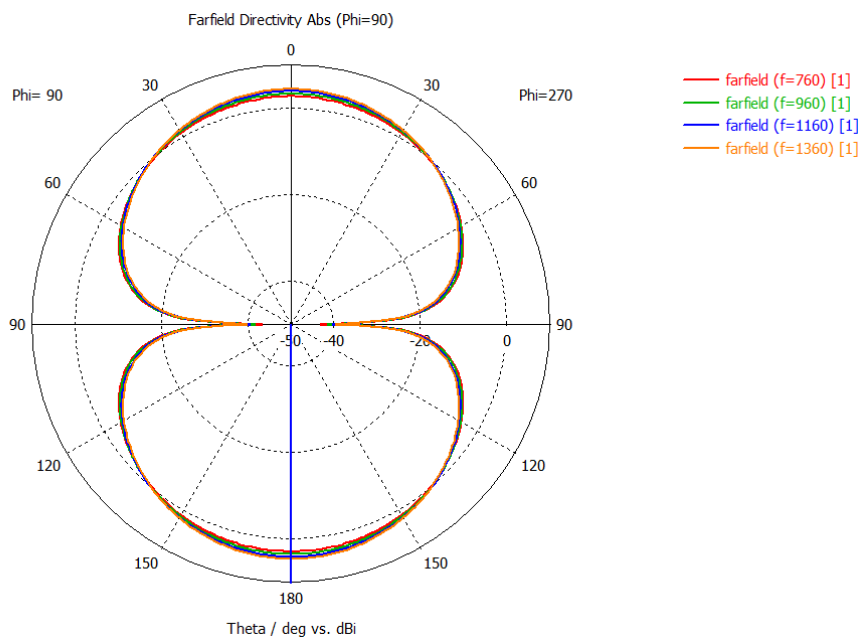


Рисунок 2. – ДН дипольной эллиптической антенны

Эффективность дипольной эллиптической антенны полностью соответствует ожиданиям. Средняя эффективность составляет примерно 0,96.

Импеданс дипольной эллиптической антенны изменяется в более широких пределах: ± 30 Ом. Дипольная эллиптическая антенна имеет размеры 177 мм · 142 мм.

Вертикальная штыревая антенна. Антенна состоит из одного управляемого элемента, который подключен к внутренней жиле коаксиального кабеля. Внешние радиальные элементы подключены к внешнему проводнику коаксиального кабеля. Длина управляемых и радиальных элементов близка к четверти длины волны. По принципу действия антенна аналогична обычной монополюсной антенне с плоскостью заземления диаметром в половину волны [2].

Преимущества этого типа антенны перед обычным монополюсом на плоскости земли заключаются в том, что она может быть поднята намного выше близлежащих препятствий, таких как здания и линии электропередачи. Из-за геометрии антенны на полосу пропускания в гораздо большей степени влияет диаметр управляемого элемента, чем диаметр радиальных элементов. Сигнал к вертикальной штыревой антенне подводится коаксиальным кабелем [3].

Антенна соответствует заданному диапазону 760-1360 МГц. Вертикальная штыревая антенна размером 121 мм · 99 мм, рассчитана на импеданс 50 Ом. Частотные характеристики данного типа антенны не соответствуют требованиям по частотному диапазону, так как коэффициент стоячей волны меньше 1,6 только в узком диапазоне частот (0,98 – 1,05 ГГц).

Диаграмма направленности (ДН) вертикальной штыревой антенны на частоте 760 – 1360 МГц имеет усиление 1,9 dBi. Диаграмма направленности в полной мере соответствует требованиям.

Эффективность вертикальной штыревой антенны не соответствует ожиданиям, по сравнению с другими типами антенн. Средняя эффективность составляет примерно 0,7.

Сопротивление вертикальной штыревой антенны в нижнем диапазоне частот 70 Ом, в верхнем – около 190 Ом.

Заключение. На основании полученных данных (табл. 1), видно, что техническому заданию наиболее соответствует дипольная эллиптическая антенна.

Таблица 1. – Сравнительный анализ антенн

Характеристика	Микрополосковая планарная эллиптическая монополюсная антенна	Дипольная эллиптическая антенна	Вертикальная штыревая антенна
КСВ	++	+++	+
ДН	+	++	+++
Эффективность	++	+++	+
Импеданс	+++	++	+
Размеры	+	+++	++

ЛИТЕРАТУРА

1. Долбик, А.И. УСТРОЙСТВА СВЧ И АНТЕННЫ / А.И.Долбик. – Учеб. пособие. СПб: ФВУ ПВО. – 2002. – 100 с.
2. Марков, Л.Н. Антенные системы радиоэлектронной техники / Л.Н.Марков. – М.: Воениздат. – 1993. – 368 с.
3. Основы теории антенн и распространения радиоволн / В.П.Кубанов [и др.]; С.: ИНУЛ-ПГУТИ; под общ. ред. В.П. Кубанова. – 2016. – 258 с.