

Разработка семиэлементной всенаправленной антенной системы

Д.А. Литовский, М.С. Манахова, А.А. Трушанин

ООО НПП «ПРИМА»

Аннотация: в данной работе представлены результаты разработки семиэлементной антенной системы всенаправленного типа. Изготовлен макет антенны. Приведены результаты измерений электродинамических характеристик макета. Разработанная антенная система позволяет эффективно излучать высокую подведенную мощность.

Ключевые слова: всенаправленная антенна, многоэлементная антенная система, электромагнитное моделирование, коэффициент усиления антенны

1. Введение

Всенаправленные антенны [1] широко применяются для обеспечения беспроводной передачи данных на подвижных носителях. Потребность в увеличении дальности связи и скорости передачи данных обуславливает необходимость увеличения излучаемой мощности [2]. Применение высокомоощных источников влечет за собой увеличение тепловой нагрузки на элементы антенны и фидерного тракта. Альтернативным вариантом является использование многоэлементной антенной системы всенаправленного типа с отдельным усилителем мощности на каждый элемент.

2. Результаты электромагнитного моделирования

Разработанная антенная система состоит из семи излучателей, расположенных на общем металлическом основании. Шесть биконических элементов [3] установлены аксиально симметрично вдоль окружности и возбуждаются синфазно. В центре окружности расположена однозаходная спиральная антенна в форме обратного конуса [4], предназначенная для покрытия сектора углов, близкого к оси симметрии антенной системы. Внешний вид 3D модели антенной системы представлен на рисунке 1. Диэлектрическое кольцо, установленное вдоль периметра металлического основания, позволяет снизить влияние условий размещения на согласование антенной системы. Диапазон рабочих частот данной антенной системы составляет 3,2 – 3,8 ГГц.

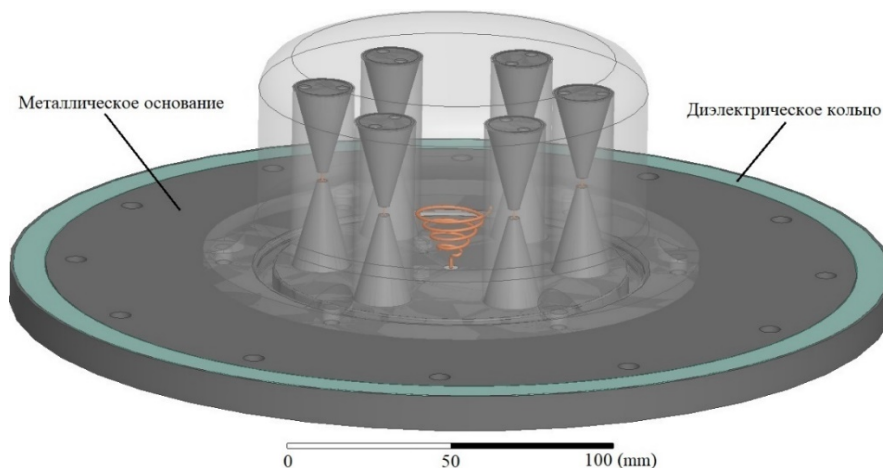
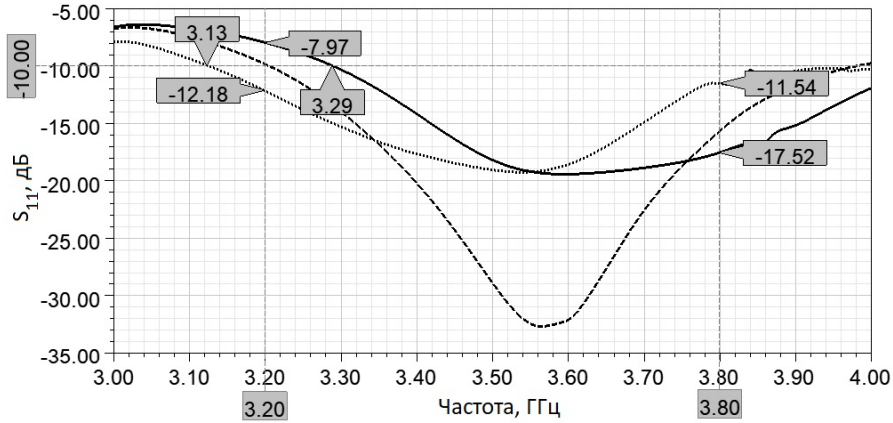
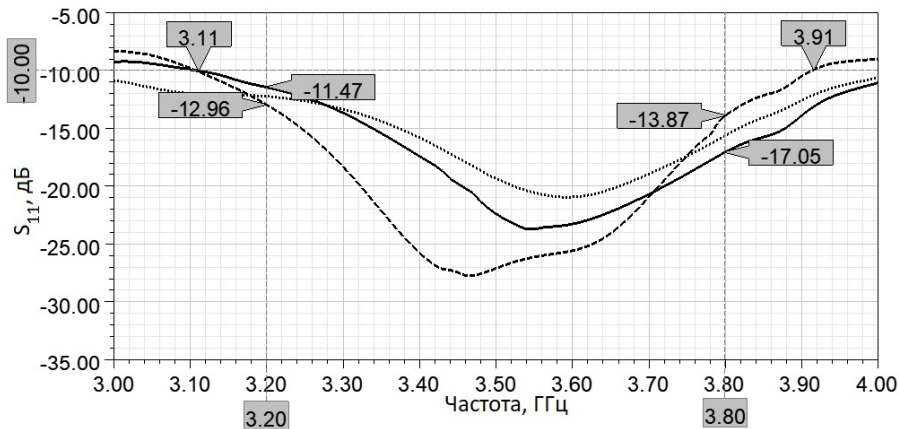


Рисунок 1. Внешний вид антенны антенной системы.

В программном пакете ANSYS Electronics Desktop проведено две серии электромагнитного моделирования антенной системы – с диэлектрическим кольцом и без него. В каждой серии изменялся радиус металлического основания. На рисунке 2 (а, б) представлены результаты расчетов зависимости параметра S_{11} системы биконических элементов от частоты.



а) Диэлектрическое кольцо отсутствует



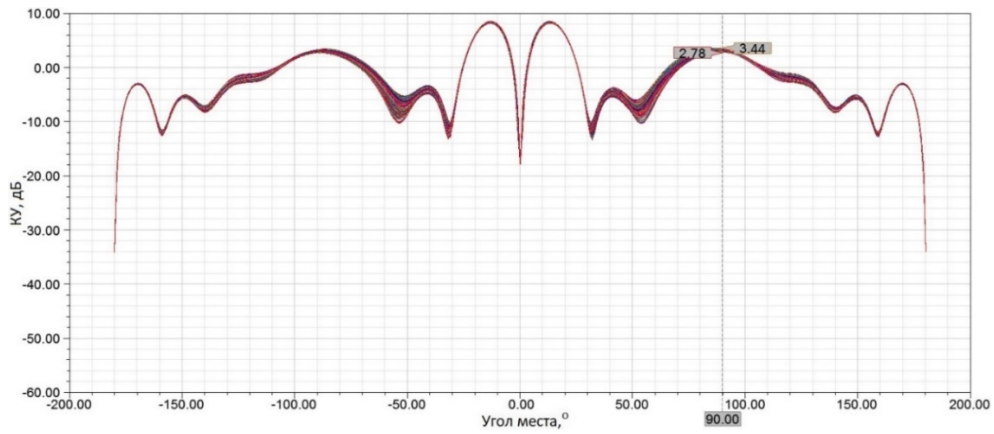
б) Диэлектрическое кольцо присутствует

Рисунок 2. Серии зависимостей параметра S_{11} системы биконических элементов от частоты при различных радиусах металлического основания.

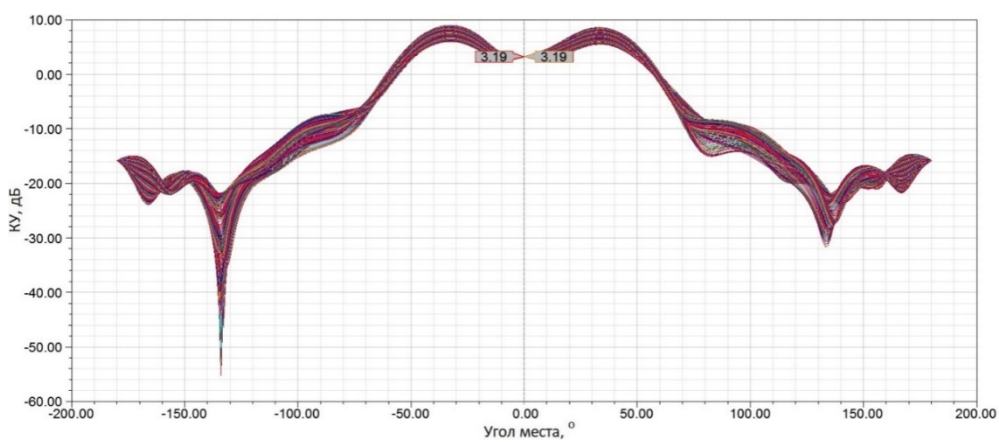
Согласно рисунку 2, при наличии диэлектрического кольца антенная система менее чувствительна к изменениям радиуса основания с точки зрения согласования и, соответственно, менее чувствительна к конструктивным особенностям носителя.

С точки зрения диаграммы направленности диэлектрическое кольцо менее эффективно и конкретные условия размещения прорабатываются отдельно.

На рисунке 3 представлены расчетные сечения коэффициента усиления системы биконических элементов (а) и спирального элемента (б) при различных углах азимута.



а) Результаты для системы биконических элементов



б) Результаты для спирального элемента

Рисунок 3. Расчетные сечения коэффициента усиления антенной системы

3. Изготовление и результаты измерений электромагнитных характеристик макета

В соответствии с 3D моделью был изготовлен макет антенной системы. Внешний вид макета представлен на рисунке 4.

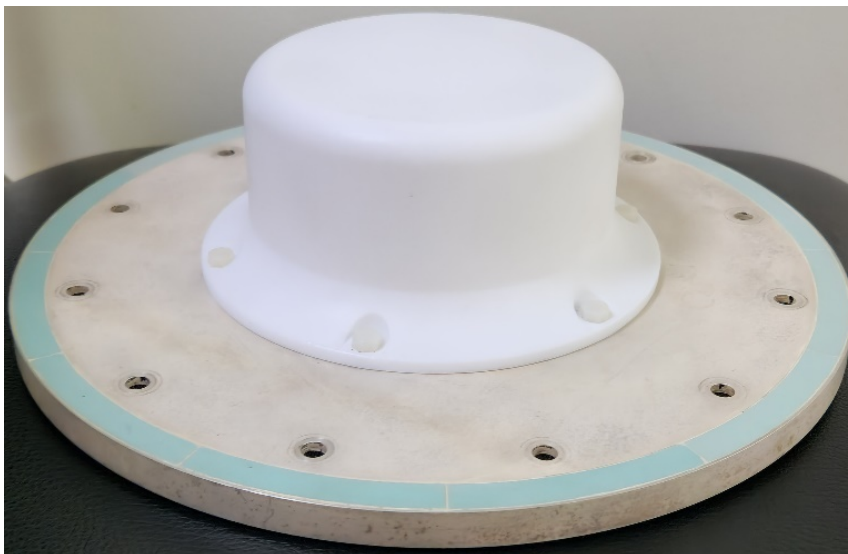
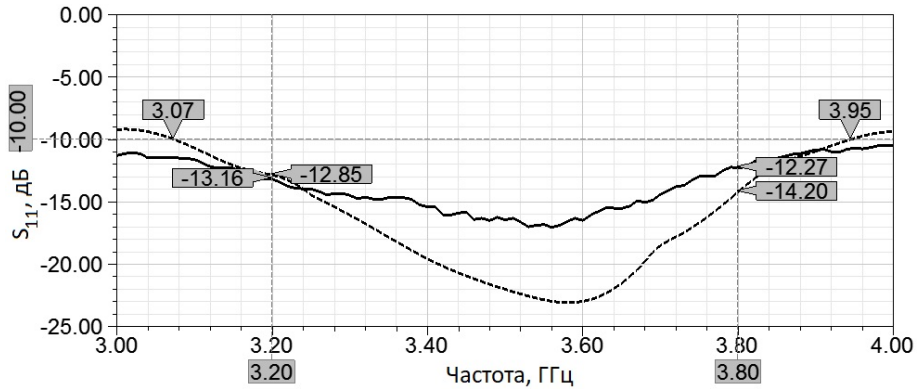
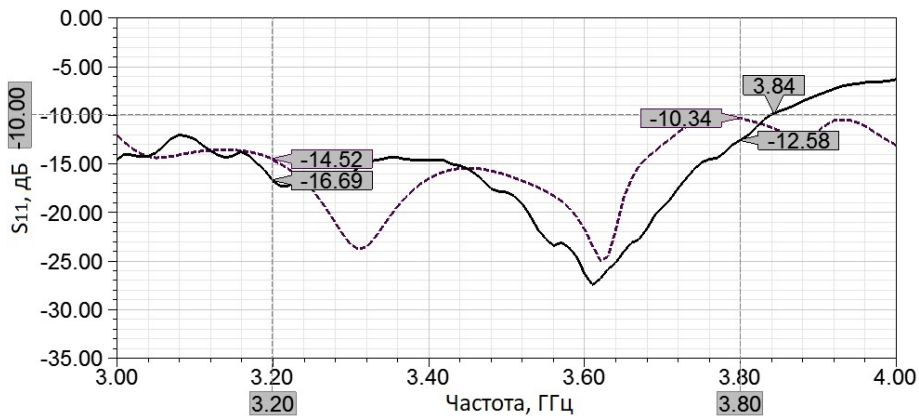


Рисунок 4. Макет антенной системы

На рисунке 5 приведены моделируемая (пунктирная) и измеренная (сплошная) зависимости параметра S_{11} от частоты для системы биконических элементов (а) и спирального элемента (б). При сравнении результатов наблюдаются количественные расхождения измеренных характеристик с моделируемыми. Основной причиной данных расхождений является сложность сборки антенной системы, состоящей из большого количества деталей.



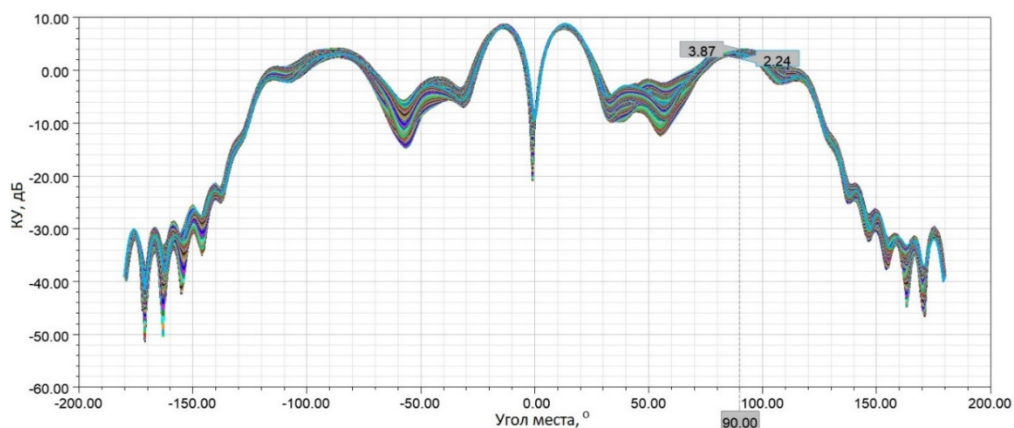
а) Результаты для системы биконических элементов



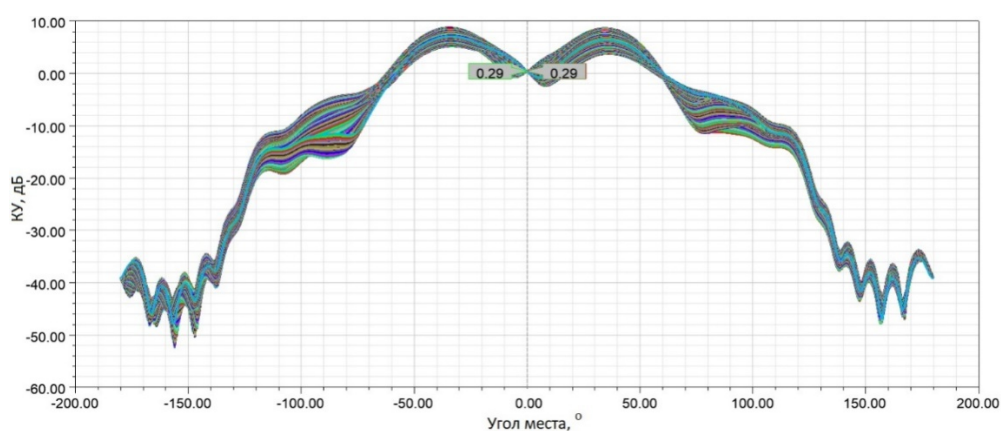
б) Результаты для спирального элемента

Рисунок 5. Зависимости S_{11} моделируемой и изготовленной антенных систем от частоты

Измерения характеристик излучения проводились с использованием системы измерения параметров антенн TS8991 от Rohde&Schwarz. На рисунке 6 представлены измеренные сечения коэффициента усиления системы биконических элементов (а) и спирального элемента (б) при различных углах азимута. Измеренные характеристики демонстрируют большой азимутальный разброс значений в сравнении с расчетными. Основным фактором, влияющим на разброс, является повторяемость сборки элементов и характеристик измерительных оснасток.



а) Результаты для системы биконических элементов.



б) Результаты для спирального элемента.

Рисунок 6. Измеренные сечения коэффициента усиления антенной системы.

4. Заключение

Разработана 3D модель всенаправленной семи элементной антенной системы. Конструкция металлического основания оптимизирована с целью снижения влияния условий размещения на согласование системы.

В соответствии с 3D моделью изготовлен макет спиральной антенны. Проведены измерения электромагнитных характеристик макета. Различия результатов измерений и моделирования не оказывают влияния на работоспособность антенной системы и обусловлены сложностью сборки элементов системы.

Разработанная антенная система используется в составе бортового терминала передачи данных. Высокая мощность излучения достигается за счет использования отдельного усилителя мощности на каждый антенный элемент.

Список литературы

1. Костычев Ю.А., Попов Е.С. Особенности построения всенаправленных антенных систем// Радиотехника, электроника и связь: докл. Всерос. конф. октябрь 2019 г. Омск. ОНИИП, 2019. С. 175 – 182.
2. ГОСТ 24375-80. Радиосвязь. Термины и определения.
3. Драбкин А.Р. Зузенко В.Л., Кислов А.Г., Антенно-фидерные устройства. Изд. 2-е, доп. и переработ. М., «Сов. радио», 1974. С. 153 – 159.
4. Литовский Д.А., Манахова М.С., Алимурзоев Г.М., Сорокин И.С., Трушанин А.А. Электромагнитное моделирование, сравнительный анализ и изготовление объемной однозаходной спиральной антенны. Антенны. 2022. № 1 (275). С. 72-81.