

Семисегментная антенная решетка для приема сигналов ГЛОНАСС в диапазонах частот L1 и L2

А.А. Башкетов, В.А. Ходунов, В.В. Дорошенко, Д.С. Аносов, Д.А. Орлов

АО «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга», г. Москва

Аннотация.

Постановка проблемы. В глобальной навигационной системе ГЛОНАСС реализовано частотное разделение двух фазоманипулированных сигналов (FDMA), излучаемых каждым из спутников. Частота первого сигнала (L1), используемого всеми потребителями – 1,6 ГГц. Частота второго сигнала (L2), используемого исключительно в военных целях – 1,25 ГГц. В данной работе представлена антенная решетка для эффективной работы как в военных, так и в гражданских целях.

Цель. Разработать универсальную многоэлементную антенную решетку для перекрытия необходимого сектора приема сигналов со спутников ГЛОНАСС.

Практическая значимость. Повышение эффективности работы навигационных систем за счет улучшения электродинамических характеристик антенного устройства приема сигналов ГЛОНАСС в диапазонах частот L1 и L2.

Ключевые слова: ГЛОНАСС, антенная решетка; патч-антенна; круговая поляризация; печатная плата

1. Введение

Космические спутники из состава Глобальной Навигационной Спутниковой Системы (ГЛОНАСС) используют УВЧ-диапазон длин волн для формирования информационного поля спутниковой навигационной системы.

В системе ГЛОНАСС спутники транслируют сигнал с частотным разделением (FDMA) в диапазонах частот L1 и L2. Частота первого сигнала лежит $L1 = 1600$ МГц, а частота второго $L2 = 1250$ МГц. Сигнал в диапазоне частот L1 используется всеми потребителями в зоне видимости спутников, а сигнал в диапазоне частот L2 используется в военных целях.[1].

Цель работы: разработать антенную решетку с круговой поляризацией, предназначенную для приема сигналов со спутников с перекрытием необходимых секторов в азимутальной и угломестной плоскостях в диапазонах частот L1 и L2 для повышения эффективности работы навигационных устройств с использованием ГЛОНАСС.

2. Разработка единичного излучающего элемента из состава антенной решетки

В соответствии с техническим заданием на разработку к излучающему антенному элементу предъявляются технические требования к коэффициенту усиления (КУ не менее 4 дБ в направлении максимума ДН), к коэффициенту стоячей волны по напряжению (КСВН не более 2), а также к коэффициенту эллиптичности, характеризующий круговую поляризацию (КЭ не более 3 дБ).

После проведения расчетов согласно теории расчета печатных антенн [2] была разработана модель печатной антенны (рисунок 1). В ее состав входят два слоя (излучающих элемента), экран и общий элемент (общая точка) запитки.

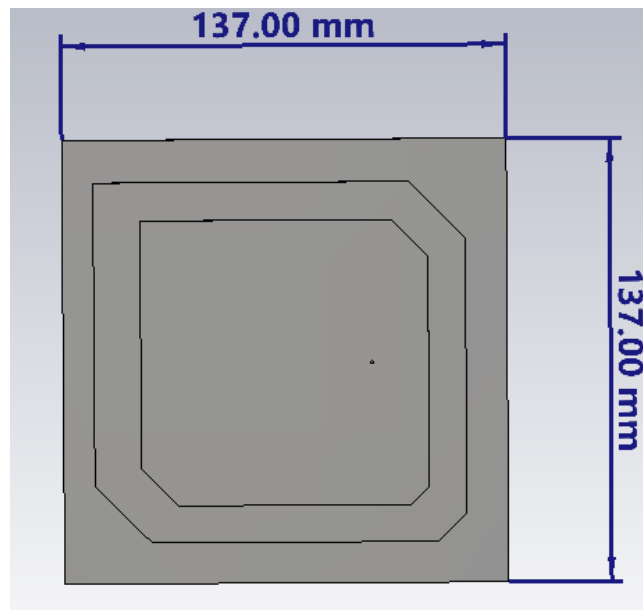


Рисунок 1. Пространственный вид единичного излучающего элемента с указанием габаритных размеров

3. Оценка основных параметров единичного излучающего элемента

В результате электродинамического моделирования и построения математической модели согласно методике расчета печатных плат с использованием «метода замены на эквивалентную щелевую антенну» [3] получены следующие характеристики, разработанного антенного элемента. На рисунке 1 изображена зависимость КСВН от частоты, из которого видно, что на частоте L1 и L2 выполняются требования технического задания.

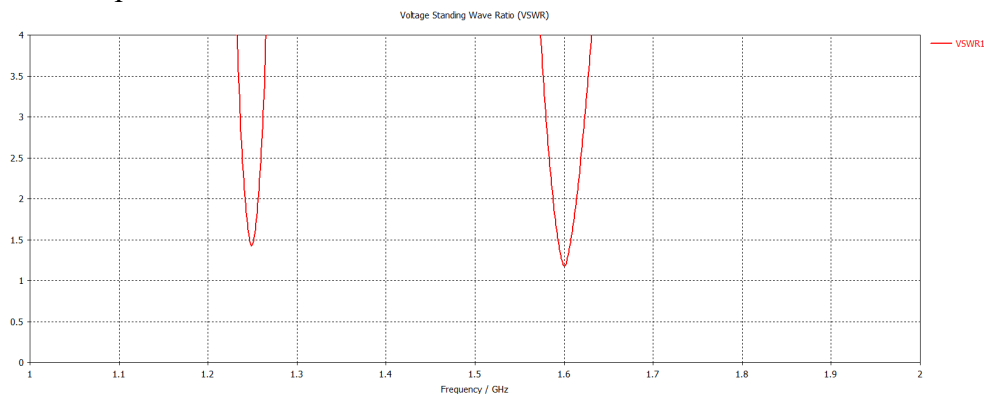


Рисунок 2. КСВН антенного элемента в диапазонах частот L1 и L2

На рисунках 3 изображена 3D ДН на частоте L2, а на рисунке 4 изображена 3D ДН на частоте L1. Из рисунков видно, что у разработанного антенного излучателя высокое излучение вперед с относительно большой шириной луча и низкое в обратную сторону. Ширина главного лепестка диаграммы направленности по азимуту порядка 60 градусов, что позволяет сделать вывод о необходимости использования шести элементов в антенной решетке для перекрытия требуемого сектора в 360 градусов по азимуту.

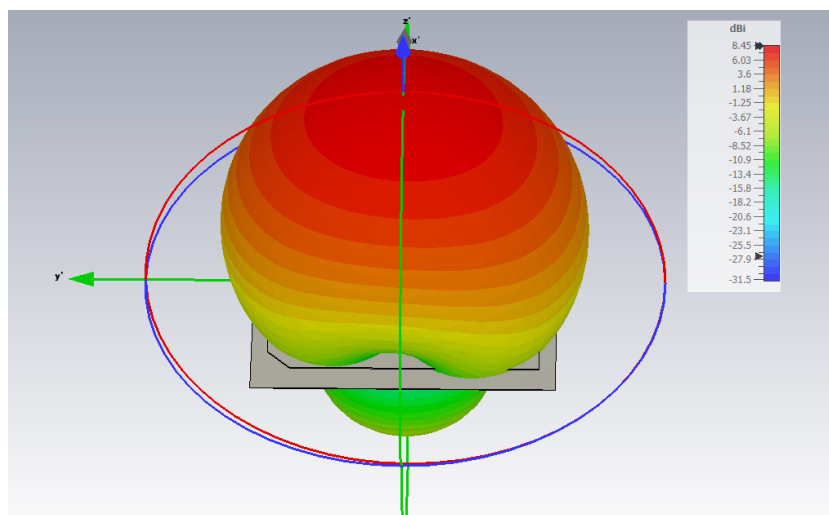


Рисунок 3. 3D ДН антенного элемента на частоте 1,25 ГГц

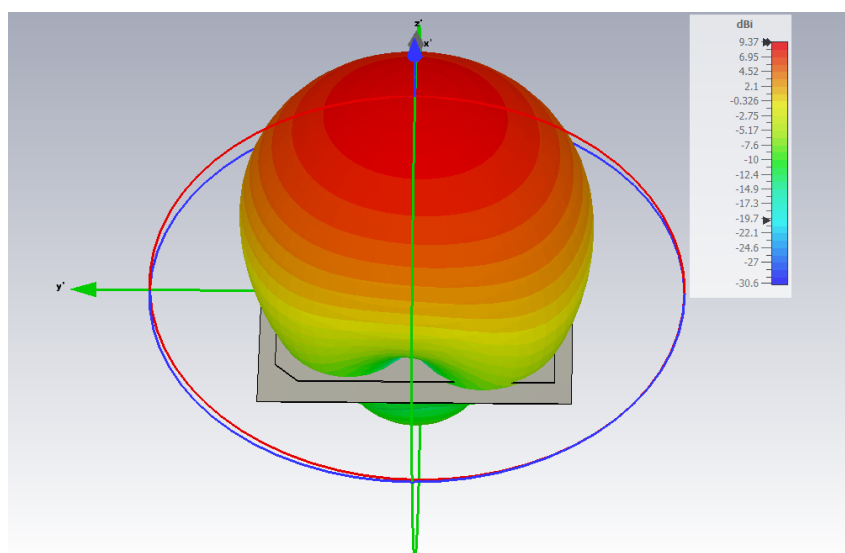


Рисунок 4. 3D ДН антенного элемента на частоте 1,6 ГГц

4. Прототип семиэлементной антенной решётки.

Для обеспечения требуемых секторов работы (360 градусов по азимуту и 180 по углу места) в программе CST Microwave Studio, был разработан прототип антенной решетки, модель которой представлена на рисунке 5. Требуемые рабочие сектора обеспечиваются размещением семи антенных элементов, ширина диаграммы каждого из них порядка 60 градусов. Для разработанной антенной решетки на рисунке 6 изображена ДН КУ в азимутальной плоскости относительно оси излучения антенных сегментов на частоте L2, а на рисунке 7 изображена ДН КУ на частоте L1.

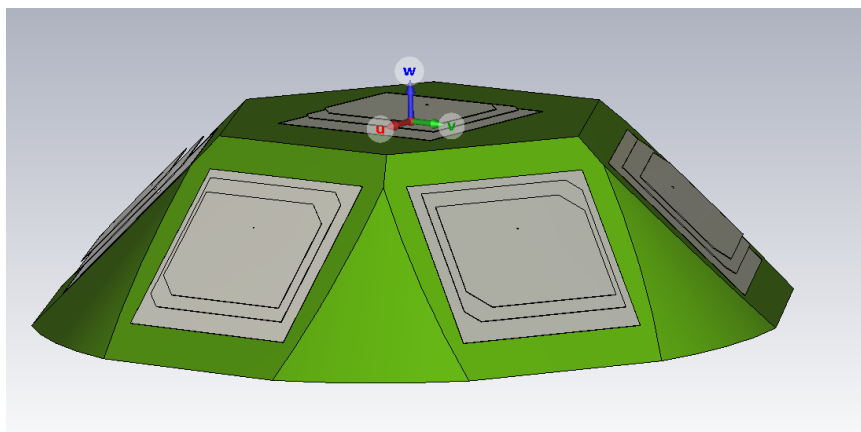


Рисунок 5. Прототип антенной решетки

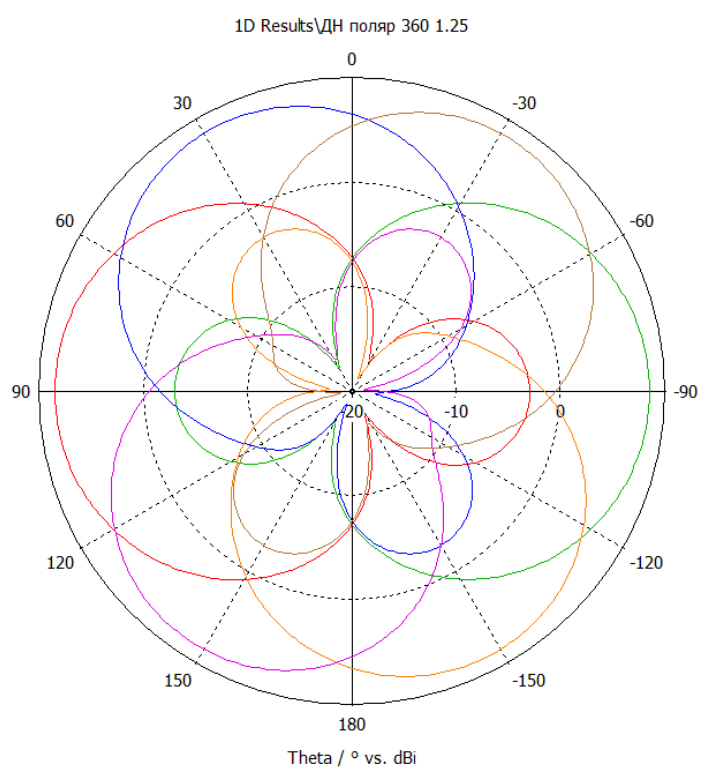


Рисунок 6. ДН КУ антенной решётки на частоте 1,25 ГГц

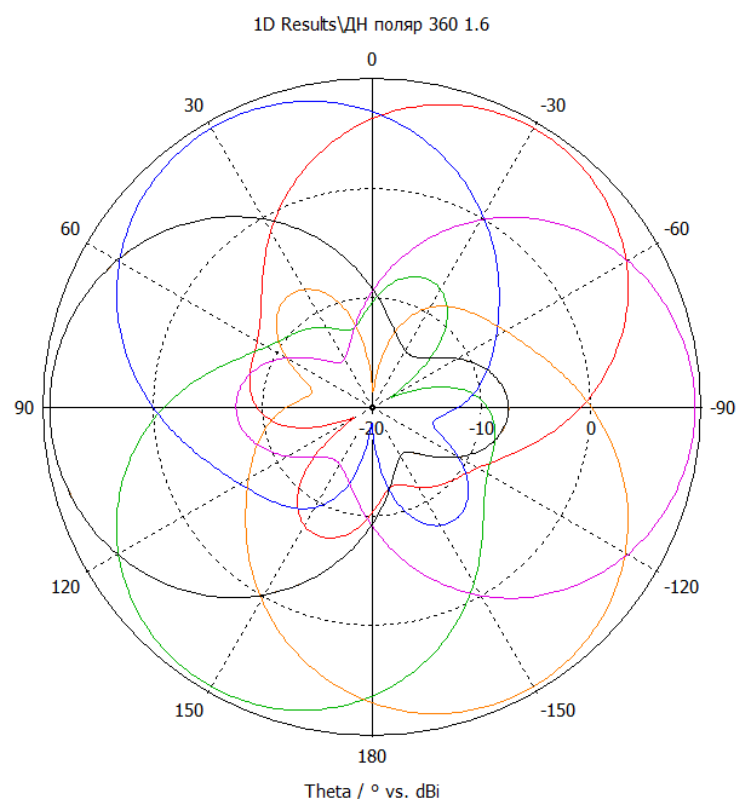


Рисунок 7. ДН КУ антенной решётки на частоте 1,6 ГГц

5. Заключение

Представленная модель антенной решетки обеспечивает эффективную работу навигационных устройств при использовании системы ГЛОНАСС в диапазонах частот L1 и L2. Антенная решетка имеет высокий КУ также обеспечен требуемый КЭ и КСВН в требуемых частотных диапазонах, а также отношение излучений вперед-назад и хорошее осевое отношение с большой шириной луча для лучшего покрытия спутника.

Список литературы

1. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / Под ред. В.Н. Харисова, А.И. Перова, В.А. Болдина. М.: ИПРЖР. 1988.
2. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Антенны и устройства СВЧ / Под ред. Д.И. Воскресенского. Изд. 3-е. М.: Радиотехника. 2008.
3. Курушин А.А. Школа проектирования СВЧ устройств в CST STUDIO SUITE. – М., «One-Book», 2014