

ШИРОКОПОЛОСНАЯ ЩЕЛЕВАЯ ПОЛОСКОВАЯ АНТЕННА ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПО СИГНАЛАМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

^{1,2} Владимир В. М., ² Шепов В. Н., ¹ Кондратьев А. С., ¹ Борисов В. А.

¹ Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук
Академгородок 50, Красноярск, 660036, Россия
vlad@ksc.krasn.ru

² Сибирский государственный университет науки и технологий имени акад. М. Ф. Решетнева
просп. им. газеты Красноярский рабочий, 31, г. Красноярск, 660037
shepov@ksc.krasn.ru

Аннотация: Представлены результаты разработки новой широкополосной щелевой полосковой антенны негерметичной волны, предназначенной для высокоточного позиционирования по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) в следующих диапазонах частот: GLONASS L1/L2/L3, GPS L1/L2/L5, GALILEO E5a/E5b/E6/E1, COMPASS B1/B2/B3.

1. Введение

Приемные антенны для высокоточного позиционирования по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) широко представлены на мировом рынке. Вместе с тем, с вводом в работу новых частотных диапазонов ГНСС требуются более широкополосные приемные антенны. В настоящей работе кратко описана новая антенна, предназначенная для высокоточного позиционирования по сигналам ГНСС в диапазонах: ГЛОНАСС L1/L2/L3, GPS L1/L2/L5, GALILEO E5a/E5b/E6/E1, COMPASS B1/B2/B3, предложенная в [1].

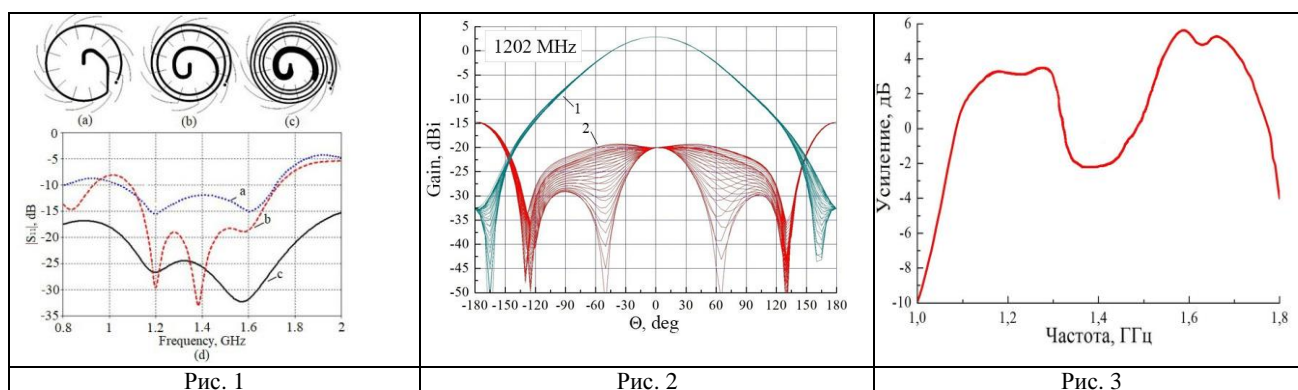
2. Конструкция антенны и ее характеристики

Антенна разработана на основе щелевой полосковой антенны вытекающей волны с правой круговой поляризацией. Излучатель антенны выполнен из диэлектрической подложки с двусторонней металлизацией. Толщина диэлектрической подложки равна 1,524 мм, диаметр 160 мм, диэлектрическая проницаемость (ϵ) = 3,5. В металле верхней стороны диэлектрической подложки выполнены щелевые резонаторы, предназначенные для приема сигналов ГНСС. Они выполнены в виде отрезков спиралей, начинающихся в центральной области антенны и заканчивающихся на ее краю. Для приема СВЧ сигнала с круговой поляризацией резонаторы закручены по спирали вокруг геометрического центра антенны [2]. Электрические длины резонаторов настроены на рабочие диапазоны частот ГНСС. Для улучшения коэффициента эллиптичности, повышения стабильности фазового центра и увеличения подавления кросс-поляризации в излучатель антенны введены дополнительные щели с меньшей электрической длиной [3-6].

В металле нижней стороны диэлектрической подложки выполнена микрополосковая линия (МПЛ). МПЛ индуктивно связана со щелевыми резонаторами на верхней стороне подложки. Для установления режима бегущей волны МПЛ нагружена на активное сопротивление, равное ее волновому сопротивлению. СВЧ сигнал принимается щелевыми резонаторами, далее передается в МПЛ, с выхода МПЛ на МШУ.

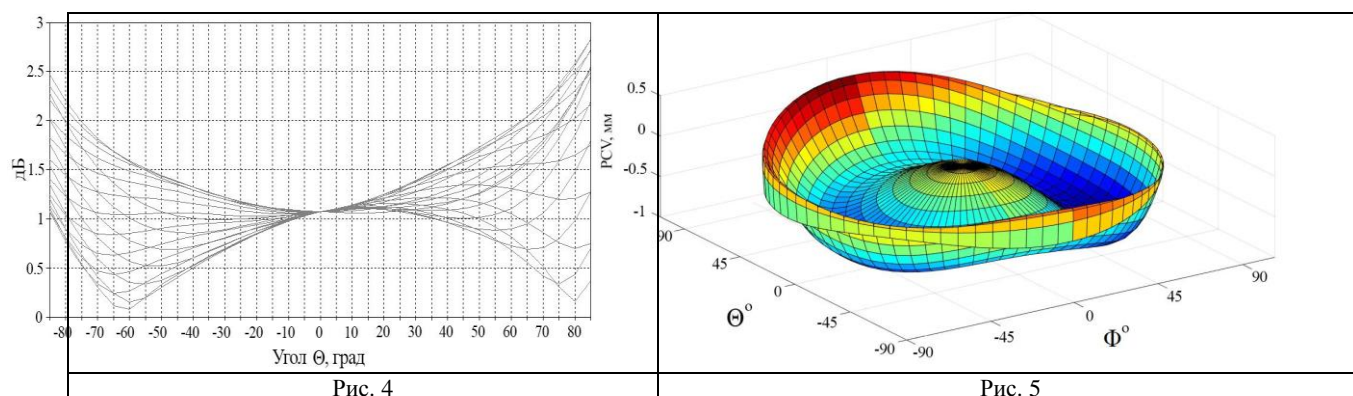
Отличительной особенностью разработанной антенны является то, что для расширения диапазона рабочих частот антенны МПЛ выполнена в виде двойного многомодового микрополоскового резонатора (МПР) бегущей волны [1]. На рис. 1 (с) показана МПЛ разработанной антенны, (а) и (б) – варианты известных МПЛ, применяемых в щелевых антеннах вытекающей волны, предназначенных для высокоточного позиционирования по сигналам ГНСС, (д) – рассчитанный коэффициент S_{11} данных МПЛ. Из рис. 1 видно, что применение двойного многомодового МПР позволяет расширить диапазон рабочих частот и обеспечить лучшее согласование входного сопротивления антенны. На рис. 2 показана рассчитанная диаграмма направленности (ДН) разработанной антенны на частоте 1202 МГц, где (1) – ДН для правой круговой, (2) – ДН для левой круговой поляризации. Видно, что ДН антенны для правой круговой поляризации широкоугольная, с резким спадом. Падение коэффициента усиления антенны от зенита к горизонту составляет около 12 дБ, подавление левой круговой поляризации составляет около минус 20 дБ в зените и минус 22 дБ при углах возвышения 5° . На других рабочих частотах антенны ДН подобны.

На рис. 3 показана частотная зависимость коэффициента усиления (K_u) разработанной антенны в зените ДН. Видно, что применение двойного многомодового МПР позволяет обеспечить K_u антенны в диапазоне частот 1164-1300 (МГц) порядка 3 дБ, в диапазоне 1559-1610 (МГц) порядка 5 дБ.



На рис.4 показаны типичные зависимости коэффициента эллиптичности антенны от угла возвышения Θ на частоте 1246 МГц при изменении ϕ от 0 до 360°. На рис. 5 приведено графическое представление рассчитанного PCV антенны на частоте 1202 МГц. Видно, что PCV составило не более 1,5 мм в диапазоне углов $\Theta = \pm 85^\circ$ и $\phi = \pm 180^\circ$, где $\Theta = 0$ – зенит ДН антенны.

В докладе приведены результаты измеренных технических характеристик разработанной антенны, а также сравнение точности позиционирования в горизонтальной и вертикальной плоскостях и по углам азимута, крена и тангажа разработанной антенны с несколькими типами известных антенн: Leica, NovAtel, Javad, Trimble.



3. Заключение

Разработанная антенна принимает навигационные сигналы в диапазонах 1164-1300 (МГц) и 1559-1610 (МГц) с помощью одного плоского излучателя. Для подавления заднего лепестка ДН и многолучевой интерференции в данной антенне применен простейший плоский проводящий экран. Данные преимущества разработанной антенны позволяют изготавливать ее в низкопрофильном варианте и применять в летательных аппаратах.

Список литературы

1. Shepov V. N., Markov V. V. «Broadband slit stripline GNSS antenna», Patent RU No. 2619846 (2017).
2. Kunysz W. Aperture coupled slot array antenna // Pat. US 0067315A1. 2002.
3. Vladimirov V. M., Shepov V. N., Krylov Y. V., and Markov V. V. «A slot stripline leaky wave antenna with circular polarization», Patent RU No. 2504055 (2012).
4. Vladimirov V. M., Kondratyev A. S., Krylov Y. V., et al. //Russian Physics Journal, 2013, Vol. 55, No. 8, pp. 951–955.
5. Vladimirov V. M., Fateyev Yu.L., Shepov V. N. //Proc. of 23rd International Crimean Conference Microwave & Telecommunication Technology (CriMiCo»2013) Sevastopol, 2013, P. 594 – 595.
6. Shepov V. N., Vladimirov V. M., Markov V. V. //Journal of Communications Technology and Electronics, 2017, Vol. 62, No. 7, pp. 770-779.