

THE SLOT STRIPLINE ANTENNA WITH A JUMP IN THE SLOT RADIATORS WIDTH FOR HIGH ACCURACY GLONASS/GPS POSITIONING

Shepov V. N.¹, Vladimirov V. M.², Markov V. V.¹

¹Krasnoyarsk Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
²SPC "Electron"

Akademgorodok 50, Krasnoyarsk, 660036, Russia

Ph.: (391) 2905494, e-mail: shepov@ksc.krasn.ru

Abstract — New radiators for slot stripline leaky-wave circularly polarized antennas have been developed. The main technical characteristics of the antennas with the new radiators have been studied theoretically. It is shown that the jump in the slot width performed in a specific way decreases the axial ratio, increases the cross-polarization suppression and improves the phase center stability. The antennas are intended for the high accuracy GLONASS/GPS positioning in three frequency bands: L1, L2, and L3.

ЩЕЛЕВАЯ ПОЛОСКОВАЯ АНТЕННА СО СКАЧКОМ ШИРИНЫ ЩЕЛЕВЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПО СИГНАЛАМ ГЛОНАСС/GPS

Шепов В. Н.¹, Владимиров В. М.², Марков В. В.¹

¹Красноярский научный центр СО РАН

²ООО НПФ «Электрон»,

Академгородок 50, Красноярск, 660036, Россия

тел.: (391) 2905494, e-mail: shepov@ksc.krasn.ru

Аннотация — Разработаны новые излучатели щелевых полосковых антенн вытекающей волны круговой поляризации со скачком ширины щелей. Проведены теоретические исследования основных технических характеристик антенн с новыми излучателями. Показано, что выполненный определенным образом скачок ширины щелей в излучателе антенны уменьшает коэффициент эллиптичности, увеличивает подавление кроссполаризации и повышает стабильность фазового центра. Антенны предназначены для высокоточного позиционирования по сигналам ГЛОНАСС/GPS в трех частотных диапазонах: L1, L2, и L3.

I. Введение

Излучатели щелевых полосковых антенн вытекающей волны с правой круговой поляризацией, предназначенных для высокоточного позиционирования по сигналам ГЛОНАСС/GPS, постоянно совершенствуются [1]. В [2] для улучшения коэффициента эллиптичности и подавления кроссполаризации предложены излучатели с дополнительными щелями, электрическая длина которых выполняется меньше электрической длины основных щелей излучателя. Дополнительные щели не соединены с основными и расположены определенным образом [3-7].

В настоящей работе описываются новые излучатели щелевых полосковых антенн вытекающей волны круговой поляризации со скачком ширины щелей. Теоретически исследуется влияние введения нерегулярности ширины щели на коэффициент эллиптичности, подавление кроссполаризации и стабильность фазового центра антенны.

II. Основная часть

На рис. 1 показана верхняя сторона расчетной модели щелевой полосковой антенны вытекающей волны с правой круговой поляризацией со скачком ширины щелей в излучателе.

Излучатель антенны спроектирован на диэлектрической подложке с двусторонней металлизацией (1). Толщина подложки равна 1.524 мм, диаметр 145 мм, диэлектрическая проницаемость 3.3. В металле верхней стороны подложки выполнены щели (2). Они выполнены в виде отрезков спиралей, начинающихся в центральной области антенны (3) и заканчивающихся на ее краю. Щели выполнены на волновой моде колебаний H волны.

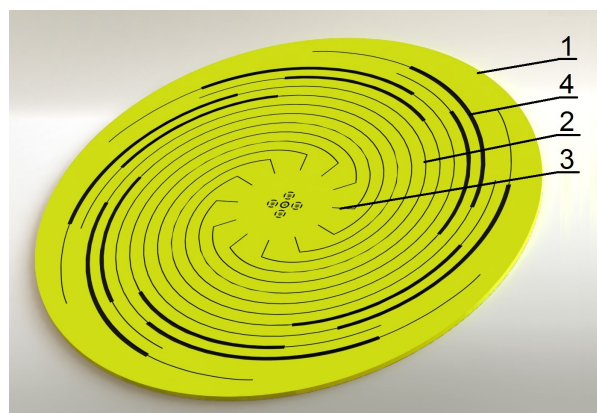


Рис. 1. Верхняя сторона излучателя антенны.

Fig. 1. The front side of the antenna radiator

Электрические длины щелей настроены на диапазоны рабочих частот антенны – L1 (ГЛОНАСС/GPS), L2 (ГЛОНАСС/GPS), L3 (ГЛОНАСС). Скачок ширины щелей выполнен в одной из пучностей высокочастотного электрического поля H волны, расположенной дальше от центра антенны (4). Для приема СВЧ сигнала с круговой поляризацией щели закручены по спирали вокруг геометрического центра излучателя.

Для подавления заднего лепестка ДН и многолучевой интерференции в данной антенне применен плоский малогабаритный проводящий экран. Выбор такого экрана обусловлен дальнейшим применением антенны в малоэлементной антенной решетке.

На рис. 2 приведена рассчитанная ДН антенны в вертикальной плоскости на частоте 1602 МГц, где 1 -

правая, 2 - левая круговая поляризация. Из рис. 2 видно, что ДН широкоугольная, с резким спадом. Падение коэффициента усиления антенны от зенита к горизонту составляет около 11 дБ.

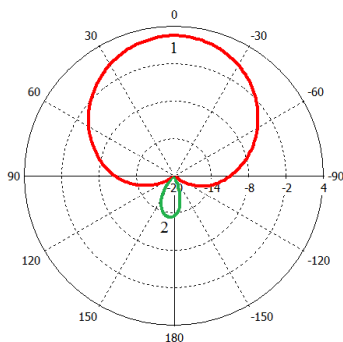


Рис. 2. Рассчитанная ДН антенны.

Fig. 2. The calculated radiation pattern of the antenna

На рис. 3 приведено графическое представление изменения локального фазового центра антенны (PCV) в диапазоне углов $\Theta = \pm 90^\circ$ и $\varphi = 360^\circ$ на частоте 1.602 ГГц. Из рис. 3 видно, что PCV составило менее 2.5 мм.

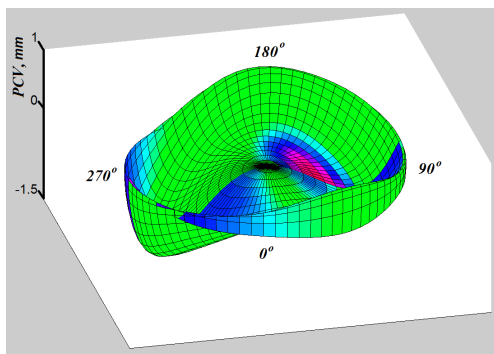


Рис. 3. Изменения локального фазового центра антенны.

Fig. 3. The variation of the local phase center of the antenna

На рис. 4 представлены рассчитанные зависимости коэффициентов эллиптичности (AR) и уровней подавления кроссполяризации (X-pol) от угла возвышения Θ , где $\Theta = 0$ – зенит ДН антенны, (1, 2) – излучатель без скачка, (3, 4) – излучатель со скачком ширины щелей, (1, 3) – частота 1.227 ГГц, (2, 4) – частота 1.246 ГГц.

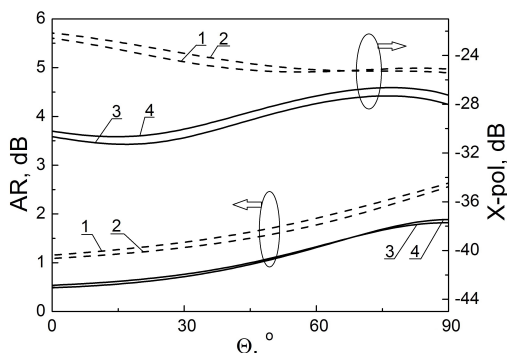


Рис. 4. Зависимости коэффициентов эллиптичности и уровней кроссполяризации от угла Θ .

Fig. 4. The dependence of the axial ratio and cross-polarization levels on the angle Θ

Из рис. 4 видно, что в зените ДН на частоте 1.2276 ГГц AR уменьшился с 1.2 дБ до 0.6 дБ, на частоте 1.246 ГГц с 1.1 дБ до 0.5 дБ. В других частотных диапазонах (L1 и L3) эффект улучшения AR подобен. Подавление кроссполяризации на обеих частотах диапазона L2 увеличилось с 22 дБ до 30 дБ в зените ДН. В диапазонах частот L1 и L3 увеличение подавления кроссполяризации подобно. Наблюдаемое улучшение AR в разработанной антенне говорит о более качественном приеме навигационных сигналов с правой круговой поляризацией. Увеличение подавления кроссполяризации в антенне с новым излучателем позволяет уменьшить влияние на результаты измерений отраженных от окружающей местности навигационных сигналов, изменивших поляризацию с правой круговой на левую круговую.

Рассчитанный КСВ антенны в диапазоне частот 1.19 – 1.615 (ГГц) не превышает 1.5.

III. Заключение

Наблюдаемое улучшение технических характеристик антенны с новым излучателем связано с более равномерным распределением сверхвысокочастотного электрического поля в щелях. Следует отметить, что расширение щелей в области пучности высокочастотного магнитного поля H-волны на концах щелей в центральной части излучателя приводит к снижению уровня подавления кроссполяризации, что обусловлено излучением подводящей микрополосковой линии (МПЛ) сквозь щели. Поэтому в области связи щелей с подводящей МПЛ ширина щелей должна оставаться минимально возможной для согласования волновых сопротивлений щелей с МПЛ.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы», Соглашение № 14.604.21.0038.

IV. References

- [1] Rao B. Rama, Kunysz W., Fante R., McDonald K. GPS/GNSS Antennas (GNSS Technology and Applications). Norwood, Artech House, 2012. 420 P.
- [2] Владимиров В.М., Шепов В.Н., Крылов Ю.В., Марков В.В. Патент на изобретение RUS 2504055. Щелевая полосковая антенна вытекающей волны с круговой поляризацией. Оpubл. 10.08.2012.
- [3] Vladimirov V. M., Shepov V. N. Patch slot antenna with circular polarization for the high-accuracy positioning using GNSS signals. 2013 23rd Int. Crimean Conf. "Microwave & Telecommunication Technology" (CriMiCo'2013) Sevastopol, 2013, pp. 596 – 597.
- [4] Vladimirov V.M., Kondratyev A.S., Krylov Y.V., Markov V.V., Fedotov P.M., Shepov V.N. Shhelevaja poloskovaja antenna vytekajushhej volny s dopolnitelnymi shheljami s maloj elektricheskoy dlinoj [Slot strip leaky wave antenna with additional slots with small electrical length]. *Antenny*, 2012, No 11, pp. 12 – 17.
- [5] Vladimirov V.M., Kondratyev A.S., Krylov Y.V., Markov V.V., Fedotov P.M., Shepov V.N. Navigation characteristics of the slot strip leaky-wave antenna. *Russian Physics Journal*, 2013, vol. 55, No 8, pp. 951–955.
- [6] Vladimirov V.M., Markov V.V., Shepov V.N. Patch slot leaky-wave right-hand circular polarization antenna with additional spiral slots in the radiator. 2013 11th Int. Conf. on "Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services" (TELSIKS), Serbia, 2013. pp. 429 – 432.
- [7] Vladimirov V. M., Fateyev Yu. L., Shepov V. N. Tri-band active patch slot antennas for angular observations using GLONASS/GPS signals 2013 23rd Int. Crimean Conf. "Microwave & Telecommunication Technology" (CriMiCo'2013) Sevastopol, 2013, pp. 594 – 595.