

THE LOW-ELEMENT GLONASS/GPS ANTENNA ARRAY WITH RECEIVERS ON HIGH PERMITTIVITY SUBSTRATES

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 — A tri-band ($L1/L2/L3$) miniaturized slot stripline leaky-wave right-hand circular polarization antenna has been developed. The technical characteristics of the antenna has been studied theoretically and experimentally. It is shown that the miniaturized antenna has a good axial ratio, high level of cross-polarization suppression and a stable phase center. Based on the given antenna a prototype of an eight-element antenna array has been built. The studies of the antenna accuracy characteristics show that RMSE of the pseudorange difference between two four-element subarrays measured by code of navigation signal using GLONASS 5 in the $L1$ frequency band is equal to 112 mm, in the $L2$ band – 127 mm, while that measured by carrier phase in the $L1$ band amounts to 1.6 mm, and in the $L2$ band – 1.8 mm.

МАЛОЭЛЕМЕНТНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ГЛОНАСС/GPS С ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ НА ПОДЛОЖКАХ С ПОВЫШЕННОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ

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 — Разработана трехдиапазонная ($L1/L2/L3$) миниатюризованная щелевая полосковая антенна вытекающей волны с правой круговой поляризацией. Теоретически и экспериментально исследованы технические характеристики антенны. Показано, что миниатюризованная антенна обладает хорошей эллиптичностью, высоким подавлением кроссполяризации и стабильным фазовым центром. На основе данной антенны создан макет восьмизлементной антенной решетки (АР). Исследования точностных характеристик макета АР показали, что СКО разности псевдодалностей между двумя четырехэлементными подрешетками, измеренных по коду навигационных сигналов по спутнику ГЛОНАСС 5 в частотном диапазоне $L1$ составило 112 мм, а в $L2$ – 127 мм, а по фазе несущей частоты в $L1$ составило 1.6 мм, а в $L2$ – 1.8 мм.

I. Введение

Одна из антенн, применяемых в АР передвижных высокочастотных помехозащищенных приемников Глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) – щелевая полосковая антенна вытекающей волны [1]. В [2,3] предложен новый способ улучшения технических характеристик данной антенны. Способ заключается в создании в металле верхней стороны излучателя антенны дополнительных щелей, электрической длина которых выполняется меньше электрической длины основных щелей излучателя. Дополнительные щели не соединяются с основными и выполняются определенным образом: либо в виде концентрических дуг вокруг геометрического центра антенны [4,5], либо в виде отрезков спиралей [6]. Применение таких дополнительных щелей позволяет повысить точность позиционирования по сигналам ГНСС в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а так же в угломерных измерениях [7].

Следует отметить, что особенностью предложенного в [2, 3] способа улучшения технических характеристик щелевых полосковых антенн является то, что дополнительные щели располагаются между основными щелями и не увеличивают габариты излучателя антенны. Поэтому возможна миниатюризация излучателей с сохранением высоких технических характеристик антенн.

В настоящей работе приводятся результаты разработки миниатюризированной трехдиапазонной ($L1/L2/L3$) антенны, теоретического и экспериментального исследования ее технических характери-

стик, создания на ее основе макета малоэлементной миниатюризированной АР для передвижных высокоточных приемников ГЛОНАСС/GPS и исследование точностных характеристик макета АР.

II. Основная часть

Для миниатюризации излучателя антенны применялась диэлектрическая подложка с диэлектрической проницаемостью 10.2. В результате диаметр излучателя составил 70 мм.

На рис. 1 приведен измеренный коэффициент стоячей волны (КСВ) миниатюризированной антенны. Видно, что в диапазонах рабочих частот антенны: 1190 – 1215 (МГц), 1217 – 1257 (МГц), 1560 – 1615 (МГц) измеренный КСВ не превышает 1.5.

Диаграмма направленности (ДН) антенны (рассчитанная и измеренная) слабонаправленная, перепад коэффициента усиления от зенита к горизонту составляет около 8 дБ.

На рис. 2 приведены рассчитанные зависимости коэффициентов эллиптичности (AR) от угла возвышения Θ , на следующих частотах: (1) – 1575,4 МГц, (2) – 1602 МГц, (3) – 1227 МГц, (4) – 1246 МГц, где $\Theta = 0$ – зенит ДН антенны. Как видно из рис. 2 антенна спроектирована с наилучшим AR в частотном диапазоне $L1$, так как он является основными.

На рис. 3 показан макет активной восьмизлементной АР со снятой крышкой, собранный на основе миниатюризированной антенны. Расположение антенн в АР – кольцевое. Между излучателями расположен поглотитель СВЧ излучения. В состав каж-

дой активной антенны входит трехдиапазонный (L1/L2/L3) маломощный усилитель с коэффициентом шума менее 1.5 дБ при коэффициенте усиления до 40 дБ и КСВ менее 1.5.

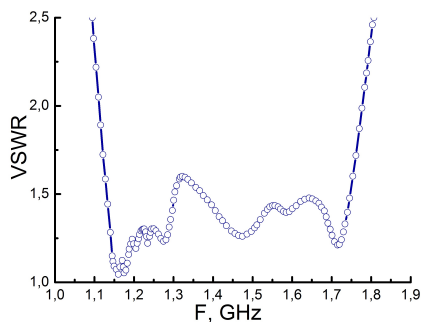


Рис. 1. Измеренный КСВ антенны.

Fig. 1. The measured VSWR of the antenna

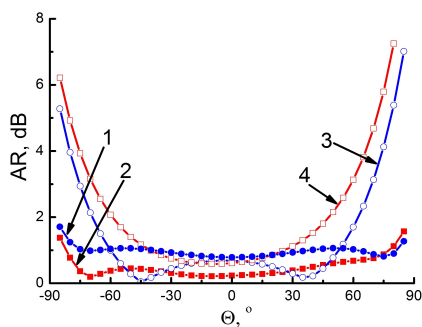


Рис. 2. Коэффициент эллиптичности антенны.

Fig. 2. The axial ratio of the antenna



Рис. 3. Макет восьмиэлементной антенной решетки ГЛОНАСС/GPS.

Fig. 3. The prototype of the eight-element GLONASS/GPS antenna array

Измерения псевдодальности выполнялись в частотных диапазонах L1 и L2 по сигналам ГЛОНАСС. На рис. 4 приведена временная зависимость псевдодальности, измеренная по фазе несущей частоты навигационных сигналов по спутнику ГЛОНАСС 5 в диапазонах L1 (1) и L2 (2). Для исключения влияния многолучевости, ионосферной и тропосферной задержки, восьмиэлементная АР была разбита на две четырехэлементных подрешетки, которые были подключены к восьмиканальному приемнику ГНСС. Случайная погрешность измерений, вносимая АР, определялась по разности измеренных значений псевдодальности на двух четырехэлементных подрешетках. В результате измеренное СКО разности псевдодальностей между двумя четырехэлементными подрешетками, измеренное по коду навигационных сигна-

лов ГЛОНАСС, в частотном диапазоне L1 составило 112 мм, а в L2 – 127 мм, а по фазе несущей частоты в L1 составило 1.6 мм, а в L2 – 1.8 мм.

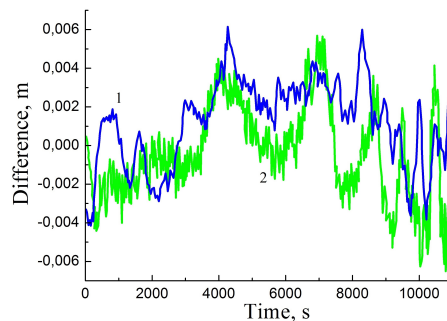


Рис. 4. Временная зависимость разности фазовых псевдодальностей.

Fig. 4. The time dependence of the difference of phase pseudoranges

III. Заключение

Разработана трехдиапазонная миниатюризованная щелевая полосковая антенна вытекающей волны с правой круговой поляризацией. Теоретически и экспериментально исследованы технические характеристики антенны. На основе данной антенны создан макет малоэлементной АР. Исследования точностных характеристик макета АР показали, что СКО относительной псевдодальности, измеренной по фазе несущей частоты в L1 составило 1.6 мм, а в L2 – 1.8 мм.

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.