

FEW-ELEMENT ANTENNA ARRAY FOR HIGH-ACCURACY NOISE-PROTECTED TRI-BAND GLONASS/GPS RECEIVER

Vladimirov V. M.¹, Grechkoseyev A. K.², Markov V. V.³, Shepov V. N.³
¹SPC "Electron"

²JSC "Academician M.F. Reshetnev "Information Satellite Systems",

³Krasnoyarsk Scientific Center of Russian Academy Sciences, Siberian Branch,
50, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russia
Ph.: (391) 2905494, e-mail: shepov@ksc.kras.ru

Abstract — A few-element antenna array for the high-accuracy noise-protected receiver GLONASS/GPS has been developed. The antenna array is implemented based on the tri-band (L1/L2/L3) active slot stripline leaky-wave antennas with right-hand circular polarization. The root-mean-square deviation (RMSD) of the relative phase pseudo-range determination by GLONASS signals in the four-element antenna array is observed to be lower than 1 mm in the L1 band and lower than 1.3 mm in the L2 band.

МАЛОЭЛЕМЕНТНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОГО ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОГО ТРЕХДИАПАЗОННОГО ПРИЕМНИКА ГЛОНАСС/GPS

Владимиров В. М.¹, Гречкосеев А. К.², Марков В. В.³, Шепов В. Н.³
¹ООО НПФ «Электрон»

²ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева,

³Красноярский научный центр СО РАН
Академгородок 50, Красноярск, 660036, Россия
тел.: (391) 2905494, e-mail: shepov@ksc.kras.ru

Аннотация — Разработана малоэлементная антенная решетка для высокоточного помехозащищенного приемника ГЛОНАСС/GPS. Антенная решетка выполнена на основе трехдиапазонных (L1/L2/L3) активных щелевых полосковых антенн вытекающей волны с правой круговой поляризацией. Среднеквадратическое отклонение (СКО) определения относительной фазовой псевдодальности по сигналам ГЛОНАСС на четырехэлементной антенной решетке составило в диапазоне L1 менее 1 мм., в диапазоне L2 менее 1.3 мм.

I. Введение

Один из путей повышения помехоустойчивости высокоточных приемников Глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) заключается в применении в приемнике ГНСС антенной решетки (АР) совместно с адаптивными алгоритмами подавления помех. При этом для передвижных высокоточных помехозащищенных приемников ГНСС необходимы малоэлементные малогабаритные низкопрофильные АР. Однако при миниатюризации антенн и уменьшении их количества в АР снижаются точностные характеристики помехозащищенного приемника.

Для обеспечения высоких точностных характеристик приемников ГНСС при уменьшении числа антенн в АР ужесточаются требования к техническим характеристикам антенн, входящих в малоэлементную АР. Кроме того, специальные экраны антенн, например, choke ring или низкопрофильные импедансные экраны, применяемые для подавления многолучевости в одиночных антеннах базовых станций ГЛОНАСС/GPS, неприемлемы для антенн, входящих в АР. В связи с этим, подавление многолучевости в антеннах, входящих в АР, необходимо обеспечивать за счет характеристик самой антенны: формы диаграммы направленности, коэффициента усиления, коэффициента эллиптичности, подавления кроссполаризации и стабильности фазового центра.

В настоящей работе исследуются точностные характеристики макетов малоэлементных низкопрофильных АР ГЛОНАСС/GPS с числом антенн 2 и 4, собранных на основе трехдиапазонных (L1/L2/L3) активных антенн [1]. В состав активной антенны входит пассивная щелевая полосковая антенна вытекающей

волны с правой круговой поляризацией [2] и трехдиапазонный малошумящий усилитель [3].

II. Основная часть

На рис. 1 приведена фотография макета четырехэлементной АР ГЛОНАСС/GPS. Рассчитанные и измеренные характеристики антенны, из которой состоит АР, приведены в работах [4-9]. Габаритные размеры каждой активной антенны: диаметр 175 мм, высота 50 мм. Вес 900 гр.



Рис. 1. Четырехэлементная антенная решетка для высокоточного приемника ГЛОНАСС/GPS.

Fig. 1. The four-element antenna array for the high-accuracy receiver GLONASS/GPS

Измерения псевдодальности выполнялись по коду и фазе несущей частоты в диапазонах L1 и L2 ГЛОНАСС. Для исключения погрешностей измерений псевдодальности, вызванных многолучевостью, ионосферной и тропосферной задержкой, измерения проводились одновременно на двух идентичных АР, подключенных к одному макету восьмиканального приемника ГНСС, разработанному в Сибирском федеральном университете. Случайная погрешность измерений, вносимая АР, определялась по разности

измеренных псевдодальностей на двух АР. Методика измерений приведена в [10].

На рис. 2 приведена временная зависимость разности псевдодальностей, измеренных на двух четырехэлементных АР по фазе несущей частоты в диапазоне L1 по спутнику ГЛОНАСС 5 с усреднением на интервале 30 с.

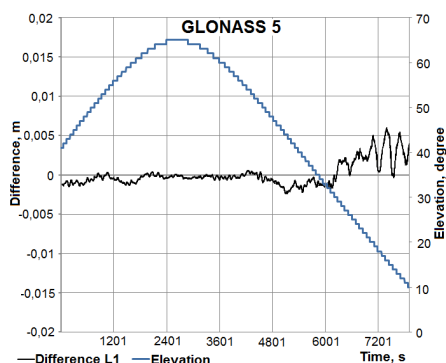


Рис. 2. Временная зависимость разности фазовых псевдодальностей.

Fig. 2. The time dependence of the phase pseudoranges difference

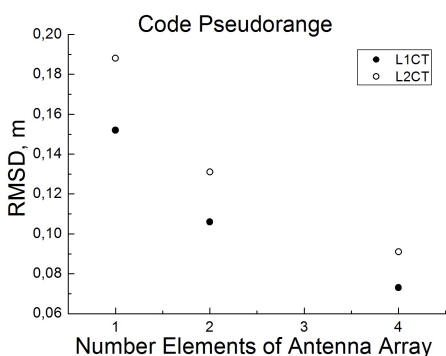


Рис. 3. Зависимость ошибки определения разности псевдодальностей по коду от числа антенн в АР

Fig. 3. The dependence of RMSD of the pseudoranges difference determination by the code on the antenna number in the array (AA)

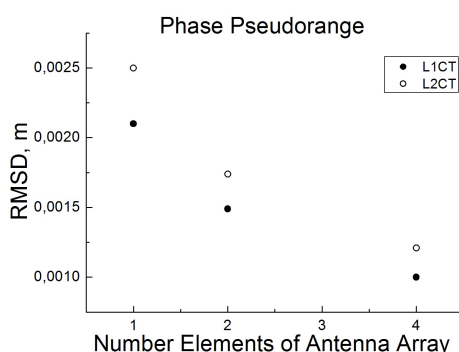


Рис. 4. Зависимость ошибки определения разности псевдодальностей по фазе несущей частоты от числа антенн в АР.

Fig. 4. The dependence of RMSD of the pseudoranges difference determination by the carrier phase on the antenna number in the array (AA)

На рис. 3 и рис. 4 приведены зависимости ошибки определения кодовой и фазовой псевдодальности в частотных диапазонах L1 и L2 от числа антенн в АР. Видно, что при увеличении количества антенн в два

раза ошибка определения псевдодальности уменьшается приблизительно в $2^{1/2}$.

III. Заключение

Таким образом, измерения показали, что СКО разности фазовых псевдодальностей, измеренных на двух четырехэлементных АР по фазе несущей частоты в диапазоне L1 по спутнику ГЛОНАСС 5 с усреднением на интервале 30 с. составило в диапазоне L1 менее 1 мм., в диапазоне L2 менее 1.3 мм.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы», ГК № 14.BBB.21.0114.

IV. References

- [1] 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.
- [2] Владимиров В.М., Шелов В.Н., Крылов Ю.В., Марков В.В. Щелевая полосковая антенна вытекающей волны с круговой поляризацией. Патент на изобретение RU 2504055 10.08.2012.
- [3] Vladimirov V.M., Markov V.V., Petrov D.V., Shepov V.N. Trehdiapazonnyj maloshumjashhij usilitel' dlja aktivnoj anteny vysokotochnogo pozicionirovanija po signalam GLONASS/GPS [Tri-band low noise amplifier for high accuracy positioning active antenna by GLONASS / GPS signals]. Radiotekhnika, 2013, No 6, pp. 012-017.
- [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 maloju jelektricheskoju dlinoju [Slot strip antenna of leaky wave with additional slots with small electrical length]. Antenny, 2012, No 1, p. 12.
- [5] Vladimirov V.M., Kondratyev A.S., Krylov Y.V., Markov V.V., Fedotov P.M., Shepov V.N. Navigacionnye harakteristiki shhelevoj poloskovoj anteny vytekajushhej volny [Navigation characteristics of slot strip antenna of leaky waves]. Izvestija vuzov. Fizika, 2012, vol. 55, No 8, pp. 86-90.
- [6] 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.
- [7] Vladimirov V.M., Kondratyev A.S., Krylov Y.V., Markov V.V., Fedotov P.M., Shepov V.N. Issledovanija stabil'nosti fazovyh centrov shhelevoj poloskovoj anteny vytekajushhej volny [Research of the phase center slot strip antenna of leaky waves]. Izvestija vuzov. Fizika, 2012, vol. 55, No 9-2, pp. 45-48.
- [8] Vladimirov V.M., Markov V.V., Fateev Yu.L., Shepov V.N. Eksperimental'nye issledovanija tochnostnyh harakteristik shhelevykh poloskovykh antenn vysokotochnogo pozicionirovanija po signalam GLONASS/GPS [Experimental studies of accuracy characteristics of slot strip antenna high accuracy positioning by GLONASS / GPS]. Izvestija vuzov. Fizika, 2013, vol. 56, No 8-2, pp. 125-129.
- [9] Vladimirov V.M., Markov V.V., Fateev Yu.L., Shepov V.N. Issledovanija tochnostnyh harakteristik aktivnykh shhelevykh poloskovykh antenn vysokotochnogo pozicionirovanija po signalam GLONASS/GPS s ploskimi provodjashhimi jekranami [Research of accuracy characteristics active slot stripline antennas for high accuracy positioning signals of GLONASS/GPS with flat conductive screens]. Radiotekhnika, 2013, No. 6, pp. 005-011.
- [10] Sharfunova T.G., Tyapkin V.N., Dmitriev D.D. Tochnost' izmerenija navigacionnyh parametrov v navigacionnoj apparature potrebitelja sputnikovoj radionavigacionnoj sistemy GLONASS, osnashhennoj antennoj reshetkoju [Measurement accuracy of the navigation parameters in consumer navigation equipment GLONASS satellite navigation system, equipped with an antenna array]. Radiotekhnika, 2013, No 6, pp. 022-025.