

Многочастотный навигационный приемник сигналов глобальных навигационных систем ГЛОНАСС/GPS для систем бортового управления малых КА

А.В. Тертышников

*Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова
129128 Москва, ул. Ростокинская, д. 9
E-mail: ATert@mail.ru*

Представлены характеристики бортового многочастотного навигационного приемника сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS для систем бортового управления КА ДЗЗ или бортовой научной аппаратуры КА ДЗЗ при решении ряда геофизических задач по мониторингу ионосферы и магнитных бурь, космической погоды, гравитационного потенциала, сейсмоорбитальных эффектов, характеристик тропосферы.

Ключевые слова: эксперимент, глобальные навигационные системы, КА.

Введение

В состав бортовой аппаратуры отечественных малых космических аппаратов (МКА) ДЗЗ обычно входит одночастотный бортовой навигационный приемник сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС/GPS (Тертышников, Большаков, 2010). Обычно он используется в блоке системы управления МКА. Однако характеристики принимаемых сигналов могут использоваться для решения ряда геофизических задач по мониторингу ионосферы и магнитных бурь, космической погоды, гравитационного потенциала, сейсмоорбитальных эффектов, уточнению моделей плотности атмосферы, зондированию характеристик тропосферы

За рубежом указанные геофизические задачи успешно решаются с помощью бортовых многочастотных навигационных приемников, установленных на группировке малых КА на низких круговых орбитах. При этом используется реализация функции многочастотности и многоантенности навигационного приемника, что повышает также качество координатно-временной привязки.

Сдерживающим фактором в решении указанных выше задач является практически полное отсутствие отечественных летных образцов бортовых многочастотных и многоантенных навигационных приемников сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

Характеристики прототипов

Следует различать навигационные приемники сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS, предназначенные для систем бортового управления КА, и приемники, используемые в качестве бортового научного оборудования. К последним относится созданный по проекту «Вулкан» «Измеритель ПЭС» – ГИД-12Т (рис. 1, <http://compass.izmiran.ru>).

Этот приемник предназначался только для решения задач зондирования ионосферы.

Возможности ГИД-12Т продекларированы на (cosmos.msu.ru). Предусмотрены две антенны с малозумящими усилителями сигналов для 18 независимых параллельных каналов. В каждом цифровом канале предусмотрена корреляционная обработка входных отсчетов.

Плата питания ГИД-12Т располагается в блоке приемника и предназначена для преобразования напряжения бортовой сети в стабилизированные напряжения 5, 12 и 8 В.

На станции «Мир» для навигации по сигналам ГНСС GPS/ГЛОНАСС используется аппаратура ASN2401P на основе платы спутникового 18-канального навигационного приемни-

ка ASN-22 (производитель Daimler-Benz Aerospace, *Васильев и др., 2010*). В этом приемнике 6 каналов предназначены для приема сигналов на первой частоте ГНСС ГЛОНАСС по коду C/A. Остальные 12 каналов предназначены для приема сигналов на первой частоте ГНСС GPS по коду C/A (*ub.unibw-muenchen.de*). Вторые частоты ГНСС не использованы – приемник был разработан в конце прошлого века.

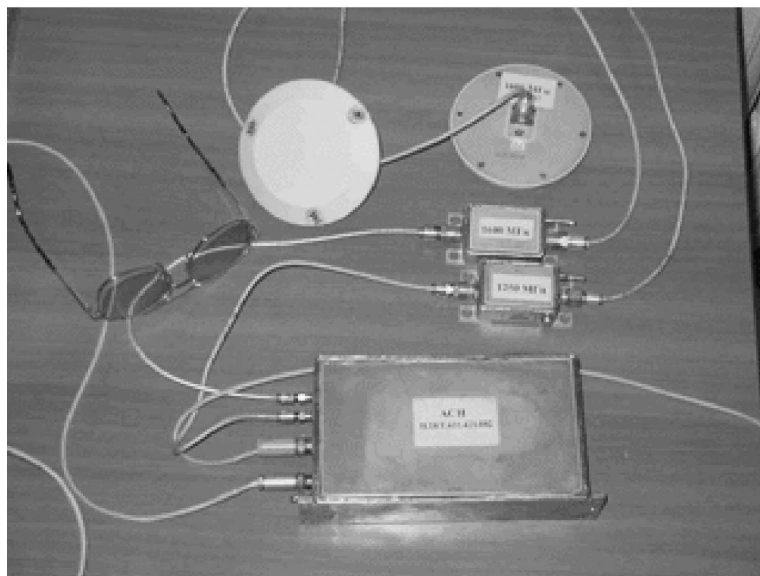


Рис. 1. «Измеритель ПЭС» (<http://compass.izmiran.ru/ASN/>)

Тем не менее, приемник ASN-22 позволяет решать установленный перечень навигационных задач, выдержал цикл летных испытаний на нагрузки, вибрацию, радиацию.

Важно то, что рассмотренные прототипы навигационных приемников способны функционировать при космических скоростях.

Общая тенденция в развитии бортовых навигационных приемников сигналов ГНСС GPS/ГЛОНАСС/Galileo — переход к многочастотности и реализация функции многоантенности.

Характеристики экспериментального приемника

Среди основных требований к современному бортовому мультимастотному навигационному приемнику сигналов GPS/ГЛОНАСС можно выделить: наличие преемственности в разработке, надежность, интегрируемость в систему бортового оборудования и управления, ограничения на продолжительность создания и внедрения, стоимость, погрешность измерений. Каждый критерий включает в себя ряд количественных и качественных характеристик. Например, в критерии интегрируемости могут входить массогабаритные показатели, энергопотребление, устойчивость к внешним воздействующим факторам, количество каналов, доступность сервиса, возможность корректировок в алгоритмы функционирования, наличие программного обеспечения и его совместимость с другими образцами программного обеспечения. По критерию качества компоновки КА бортовая аппаратура спутниковой навигации в среднем должна составлять 0,366 % от массы КА (*Васильев и др., 2010*).

Указанные характеристики могут использоваться для оценки подготовленного экспериментального образца бортового многочастотного навигационного приемника «ТАВ-11» для МКА (рис. 2). Он создавался как для систем бортового управления КА, так и для использования в качестве бортового научного оборудования МКА.

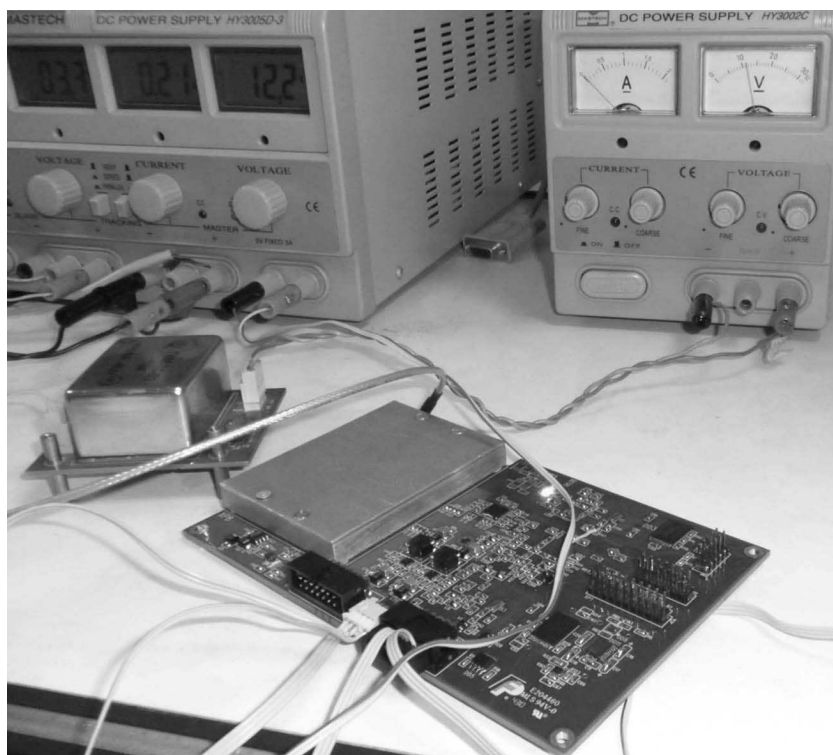


Рис. 2. Плата «ТАВ-11» на испытательном стенде

Предполагалось создать замену одночастотным прототипам для систем бортового управления отечественных МКА. Хотя достаточно грубое позиционирование на орбите с помощью одночастотного приемника многими специалистами считается вполне достаточным.

В приемнике «ТАВ-11» реализован прием сигналов ГНСС ГЛОНАСС (24 канала) и на ГНСС GPS (12 каналов). Еще 12 каналов могут быть настроены под прием сигналов других навигационных систем. В схемных решениях приемника использованы прототипы одночастотного образца, прошедшего испытания на МКА «Можаец» и др., но на современной элементной базе. Это позволило уменьшить массогабариты и энергопотребление приемника.

Габариты приемовычислителя – 160x100x15 мм, масса – 0,44 кг. Требуемое напряжение питания 5, 12 и 3,3 В для питания антенны. Энергопотребление не более 6 Вт, интерфейсы – порт RS-232 и порт RS-422, наработка на отказ не менее 10000 часов.

Габариты типовой антенны для условий ОКП – 120x74x26 мм, масса антенны – 0,22 кг. В приемнике предусмотрена возможность использования одной или двух разнесенных антенн.

Выходная информация с блока приемовычислителя может обновляться с частотой не менее 10 Гц по псевдодальности, доплеровским задержкам сигнала, координатам антенны, векторам скорости, ошибкам измерения. Предусмотрена возможность выключения расчетов тропосферной и ионосферной погрешностей, а также некоторых навигационных КА.

По цене и критерию устойчивости к динамической нагрузке у созданного экспериментального бортового мультимчастотного навигационного приемника сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS нет конкурентов.

В настоящее время приемник используется в ряде наземных экспериментов по решению задач мониторинга ионосферы и оценке качества внутренних алгоритмов расчета характеристик позиционирования.

Повышение точности координатно-временной привязки КА ДЗЗ при использовании бортового многочастотного и многоантенного навигационного приемника сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS может быть использовано при валидации наземных радиотехнических систем контроля космического пространства.

Заключение

Представлены основные характеристики созданного бортового многочастотного навигационного приемника сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS для систем бортового управления КА ДЗЗ.

Созданный приемник может использоваться также в составе бортовой научной аппаратуры КА ДЗЗ и при решении ряда геофизических задач по мониторингу ионосферы и магнитных бурь, космической погоды, гравитационного потенциала, сейсмоорбитальных эффектов, характеристик тропосферы.

Литература

1. *Тертышников А.В., Большаков В.О.* Технология мониторинга ионосферы с помощью приемника сигналов навигационных КА GPS/ГЛОНАСС (Galileo) // Информация и космос. 2010. № 1. С.100-105.
2. *Васильев М.В., Михайлов Н.В., Михайлов В.Ф.* Автономное определение параметров орбиты искусственных спутников Земли с использованием спутниковых радионавигационных систем// XVII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам. 31 мая-2 июня 2010 г., Санкт-Петербург. – СПб., 2010. С. 337-347.

Multi-frequency navigation receiver the signals GNSS GLONASS/GPS for small satellites

A.V. Tertyshnikov

*Institute of Applied Geophysics
Moscow, Rostokinskaya Str., 9
E-mail: atert@mail.ru*

Presents the characteristics of on-Board multi-frequency navigation receiver of signals of GNSS GLONASS/GPS for systems of on-Board control the SPACECRAFT for remote sensing or on-Board scientific equipment RS satellites in solving a number of geophysical problems on the monitoring of the ionosphere and magnetic storms, space weather, gravity capacity, сейсмоорбитальных effects, the characteristics of the troposphere.

Keywords: experiment, the global navigation system, satellite, receiver.