

А.В. Жгун, Д.А. Жгун, Д.Д. Клибно, А.Б. Гладышев
(г. Красноярск, Сибирский федеральный университет)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМНОЙ ВЫСОКОТОЧНОЙ НАВИГАЦИИ*

DEVELOPMENT OF SOFTWARE AND HARDWARE COMPLE FOR MODELING
MUTUAL HIGH-PRECISION NAVIGATION

Рассматривается программно-аппаратный комплекс, который позволяет производить лабораторные и полевые испытания методов взаимной высокоточной навигации, используемых в навигации. Приведены три варианта использования программно-аппаратного комплекса для вычисления навигационных параметров.

The article considers a hardware and software complex that allows performing laboratory and field tests of high-precision navigation methods which are used in navigation. Three variants of using the software and hardware complex for calculating navigation parameters are shown.

Ключевые слова: ГЛОНАСС, GPS, радионавигационный сигнал, ГНСС-приемник, программно-аппаратный комплекс.

Keywords: GLONASS, GPS, radio navigation signal, GNSS receiver, hardware and software complex.

На сегодняшний день при разработке систем навигации для космических аппаратов, работающих на низких околоземных орбитах, существует множество технических проблем. Одна из них – это проблема создания, развертывания и управления многоспутниковыми группировками малых космических аппаратов (далее – МКА) дистанционного зондирования земли. В статье рассматривается программно-аппаратный комплекс (далее – ПАК) моделирования взаимной высокоточной навигации, задача которого заключается в проведении экспериментальных исследований разработанных методов взаимной высокоточной навигации МКА с использованием реальных или имитированных сигналов ГЛОНАСС/GPS.

Ключевой особенностью разрабатываемого комплекса является наличие двух угломерных ГНСС-приемников, двух антенных постов, аппаратуры

* Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020» (Соглашение № 05.608.21.0274, unique ID project RFMEFI60819X0274)

© Жгун А.В., Жгун Д.А., Клибно Д.Д., Гладышев А.Б., 2020.
САПР и моделирование в современной электронике. С. 370 – 373.

измерения и управляющего компьютера. Для организации правильной работы оборудования необходимо разработать программное обеспечение, которое бы имитировало компьютерную модель бортовой навигационной системы космического аппарата.

Предполагается, что разрабатываемый ПАК позволит производить автоматический и независимый прием сигналов не менее чем от 24 навигационных космических аппаратов двумя макетами ГНСС-приемников. Также данный комплекс позволит измерить текущие координаты и углы пространственной ориентации каждого из антенных постов с высокой точностью и выдать измеренные параметры на управляющий компьютер для дальнейшей их обработки [1].

Для проведения предварительных испытаний решено использовать имитатор радионавигационных сигналов ГЛОНАСС и GPS, выполненный на базе модульных приборов фирмы National Instruments [2]. Макет многоканальных ГНСС-приемников планируется разрабатывать на базе имеющихся в наличии навигационных приемников, позволяющих производить фазовые измерения (как в целях увеличения точности измерения псевдодальности, так и в целях измерения пространственной ориентации) [3-5].

Предполагается три варианта использования ПАК:

1. Сигналы имитатора подаются на вход макетов многоканального ГНСС-приемника, минуя антенные системы (рис. 1). В данном варианте производятся проверки работоспособности разработанных методов высокоточной навигации, соответствие достижимой точности навигационных определений КА требованиям технического задания. При таком варианте схемы ПАК моделирования исключаются погрешности, обусловленные средой распространения сигнала, неравномерностями ДН передающей и приемных антенн.

2. Сигналы имитатора излучаются в пространство при помощи калиброванных антенн (рис. 2). Навигационный сигнал принимается антенной системой макетов многоканальных ГНСС-приемников. В данном варианте схемы включения ПАК моделирования проверяются достижимые точности навигационных определений с учетом ДН передающей и приемных антенн.

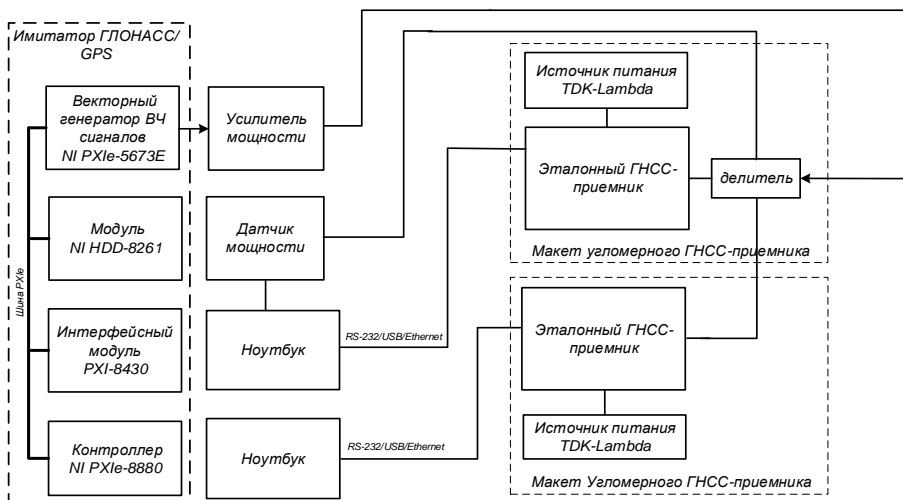


Рис. 1. Схема ПАК моделирования (вариант 1)

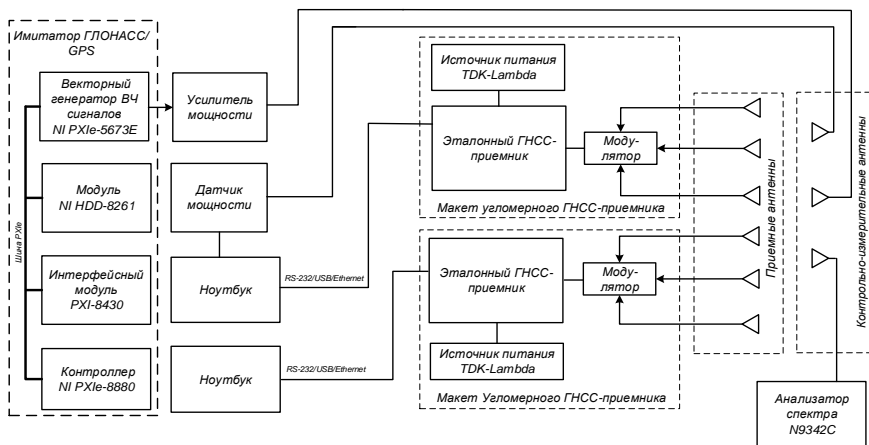


Рис.2. Схема ПАК моделирования при испытаниях (вариант 2)

3. Антенные системы макетов многоканальных ГНСС-приемников размещаются на открытой местности с максимально возможным возвышением над почвой и местными предметами с целью исключения многолучевого приема (рис. 3). Макеты многоканальных ГНСС-приемников осуществляют прием реальных сигналов НКА ГЛОНАСС и GPS. В данном варианте производится полевая проверка работоспособности ПАК моделирования.[2]

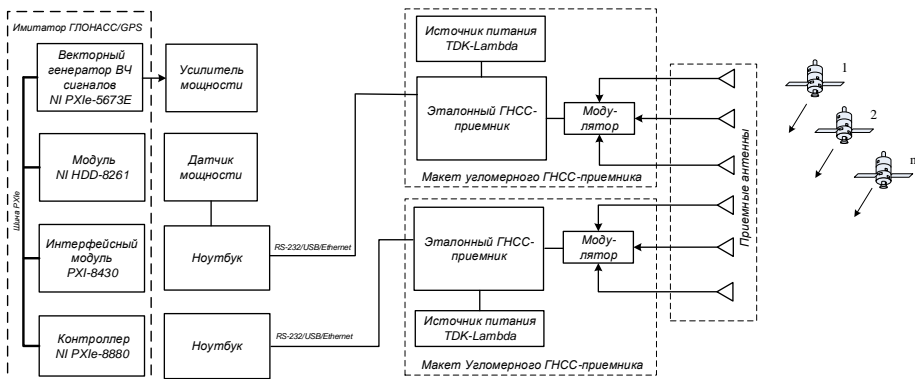


Рис. 3. Схема ПАК моделирования при испытаниях (вариант 3)

Представленный ПАК будет способен обеспечить условия для отладки и тестирования методов взаимной высокоточной навигации, используемых для задачи навигационно-баллистического и частотно-временного обеспечения многоспутниковой группировки. Комплекс позволит моделировать и давать оценку точностным характеристикам навигационной аппаратуры, применяемой для навигационного обеспечения МКА на низких орбитах. Три представленных варианта использования ПАК позволят проводить испытания малых космических аппаратов как на стадии их разработки, так и на стадии их непосредственного ввода в эксплуатацию.

Список литературы

1. Перов, А.И. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / А.И. Перов // Радиотехника – 2010. – №4. – С. 65-116.
2. Гладышев А.Б. Имитатор сигналов для угломерных ГНСС-приемников на основе современных модульных радиоизмерительных приборов / А.Б. Гладышев, Д.Д. Дмитриев, Н.С. Кремез, Е.Е. Гарин // Решетневские чтения. – 2016. – Т. 1. – С. 260-262.
3. Дмитриев, Д.Д. Программно-аппаратный комплекс моделирования процессов позиционирования и измерения пространственной ориентации космических аппаратов на геостационарной орбите / Д.Д. Дмитриев, В.Н. Ратушняк, А.Б. Гладышев, Н.С. Кремез // Успехи современной радиоэлектроники. – 2016. – № 11. – С. 141-144.
4. Sokolovskiy A.V. Hardware diagram computing devices navigation equipment consumers SRNS / A.V. Sokolovskiy, A.B. Gladyshev, D.D. Dmitriev, V.N. Ratushniak // 11th International IEEE Scientific and Technical Conference "Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines", Dynamics. – 2017. – С. 1-4.
5. Тяпкин, В.Н. Способ угловой ориентации объекта по радионавигационным сигналам космических аппаратов / В.Н. Тяпкин, В.Н. Ратушняк, Д.Д. Дмитриев, А.Б. Гладышев, Н.С. Кремез // Патент на изобретение RU 2618520 С, 04.05.2017. Заявка № 2016114995 от 18.04.2016.

Материал поступил в редколлегию 06.10.20.