

Секция «Методы математического и компьютерного моделирования в аэрокосмической деятельности»

Космический эксперимента по лазерной локации КА «Ломоносов» и метод определения пространственной ориентации КА с ретрорефлекторными системами

Научный руководитель – Соколов Андрей Леонидович

Акентьев Александр Сергеевич

Аспирант

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Институт радиотехники и электроники, Москва, Россия

E-mail: alexander.akentev@gmail.com

На сегодняшний день двухсторонняя импульсная лазерная дальнометрия космических аппаратов (КА) является одним из наиболее точных методов спутниковой геодезии и применяется в составе радиолокационного комплекса для калибровки навигационной аппаратуры, а также для решения широкого круга задач космической геодезии [1]. Техника лазерной локации позволяет измерить время распространения лазерного импульса от квантово-оптической станции (КОС) до КА и обратно, а также рассчитать лазерную дальность до центра масс КА. Для отражения лазерного импульса КА оснащают ретрорефлекторными системами (РС) [2].

В докладе представлены основные результаты космического эксперимента (КЭ) по лазерной локации КА «Ломоносов» (рисунок 1) с двумя РС «Пирамида» [3] и разработанный на основании результатов КЭ метод определения пространственной ориентации КА с РС.

Предлагаемый метод определения пространственной ориентации КА, по аналогии с дифференциальном режиме работы спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС, заключается в использовании результатов измерений дальностей L_i , L_j до нескольких РС, которые установлены на разных частях низкоорбитального КА (рисунок 2).

Для определения пространственной ориентации на КА должны быть установлены три РС, отражающие лазерное излучение с определенным состоянием поляризации. При проведении сеансов лазерных измерений в целях разделения разностной дальности между РС состояние поляризации лазерного излучения должно попеременно изменяться с правого на левое круговое.

Метод определения пространственной ориентации КА с РС можно разделить на несколько операций:

- определение направления зондирования КА лазерным лучом относительно КОС в результате обработки разности дальностей от опорной точки КОС до базовых точек каждой РС на КА;
- определение направления вектора орбитальной скорости КА относительно КОС, который рассчитывается на основе нескольких (не менее 10 за 24 часа) сеансов лазерных измерений дальности от опорной точки КОС до одной из РС на КА;
- расчет пространственной ориентации координатных осей КА относительно КОС.

Основное преимущество представленного метода определения ориентации космического аппарата состоит в отсутствии необходимости передачи навигационных сигналов по трассе КА - ЦУП. В частности, данный метод может быть использован для калибровки гироскопов, входящих в состав бортовой аппаратуры КА и, при необходимости, для определения пространственной ориентации КА при аварийных режимах работы.

Источники и литература

- 1) Рой Ю.А., Садовников М.А., Шаргородский В.Д. Сеть лазерной дальнометрии – основа улучшения геодезического и эфемеридно-временного обеспечения ГЛОНАСС // Вестник ГЛОНАСС (специальный выпуск). Октябрь 2012, С. 50 – 54.
- 2) А.С. Акентьев, А.Л. Соколов, В.Д. Ненадович. Космические ретрорефлекторные системы // Светотехника. Т. 19, №4, 2017, С. 19 – 23.
- 3) А.С. Акентьев, А.Л. Соколов, Г.В. Симонов. Космический эксперимент по лазерной локации космического аппарата «Ломоносов» // Информационно-измерительные и управляющие системы, Т.16, № 2, 2018, С. 4 – 10.

Иллюстрации

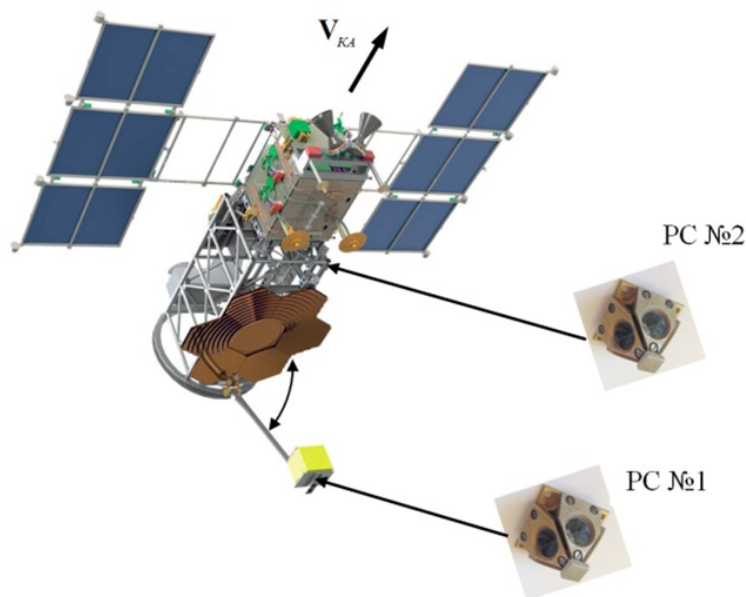


Рис. 1. Рисунок 1 - Космический аппарат "Ломоносов" с ретрорефлекторными системами "Пирамида"

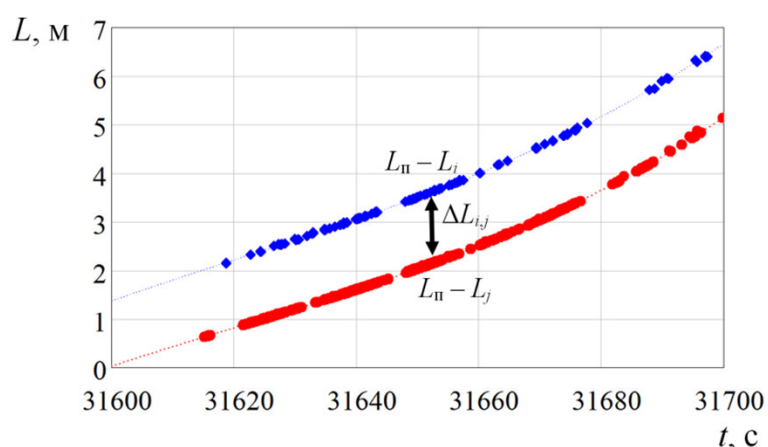


Рис. 2. Рисунок 2 - Результаты обработки лазерных измерений дальности до РС (б): L_n – дальность предсказанная навигационной аппаратурой, L_i – дорожка от РС № 2, L_j – дорожка от РС № 1, $\Delta L_{i,j}$ – разностная дальность между РС № 1 и РС № 2