

УДК 629.7.05

Баллистико-навигационное обеспечение группировки малых спутников-наблюдателей

Коновалов Андрей Сергеевич

andrey.konovalev@cosmos.msu.ru

Сазонов Василий Викторович

sazonov@cosmos.msu.ru

Самыловский Иван Александрович

ivan.samylovskiy@cosmos.msu.ru

Царегородцев Андрей Юрьевич

andrey.tsaregorodtsev@cosmos.msu.ru

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Аннотация. Данная работа содержит описание задач, возникающих при организации съемки космического пространства с помощью наноспутников-кубсатов, оснащенных как технологическими камерами низкого разрешения, так и полезной нагрузкой — камерами дистанционного зондирования Земли среднего и высокого разрешения.

Ключевые слова: малый космический аппарат, баллистико-навигационное обеспечение, задача наведения, Non-Earth Imaging

Введение. В настоящее время как отдельные нано- и микроспутники, так и их группировки активно применяются для решения различных научных и прикладных задач [1]. При этом актуальным является как создание и модернизация аппаратно-программных средств баллистико-навигационного обеспечения (БНО), пригодных к масштабированию при пополнении группировок, так и исследование областей применимости имеющихся систем. Коллективом авторов была выбрана тематика съемки внеземных объектов (в настоящее время популярными англоязычными терминами являются Satellite-to-Satellite Imaging и Non-Earth Imaging). Была поставлена задача исследовать пригодность используемых частными компаниями сверхмалых аппаратов для съемки околоземных и астрономических объектов и создать пригодный к использованию совместно с различными группировками программный комплекс.

Методы и материалы; результаты. В ходе исследования проводились эксперименты с аппаратами, произведенными ООО «Спутникс» и находящиеся под управлением ЦУПов ООО «Спутникс», проектного офиса программы Space-PI и МГУ имени М.В. Ломоносова. Исходными данными являлись файлы TLE аппаратов, оснащенных камерами, TLE околоземных объектов, а также данные телеметрии служебных систем объектов управления, содержащие результаты работы аппаратуры спутниковой навигации (АСН), системы ориентации и стабилизации (СОС) [2]. Были выбраны стандартные задачи БНО: определение сближений на требуемые дистанции, калибровка математической модели движения аппарата для уточнения баллистического коэффициента по данным АСН и, наконец, калибровка модели вращательного движения для обеспечения попадания объекта интереса в поле видимости

камеры [3]. В результате на спутниках различного назначения были получены изображения астрономических объектов и треки околоземных космических аппаратов. Кроме того, побочным результатом работы программного обеспечения БНО стала независимая проверка паспортных данных СОС объектов управления, что позволяет проводить периодическую диагностику аппаратов, в т. ч. с точки зрения их пригодности для съемки тех или иных объектов.

Заключение. В ходе проведения исследования был выполнен комплекс работ по баллистико-навигационному обеспечению системы малых космических аппаратов. На имеющихся средствах были проведены эксперименты по съемке околоземных объектов, что позволяет использовать такие спутники как минимум как составную часть систем осведомленности о ситуации в околоземном космическом пространстве.

Список источников

- [1] Соловьёв В.А., Лысенко Л.Н., Любинский В.Е. *Управление космическими полетами*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009, 476 с.
- [2] Суханов А.А. *Астродинамика*. Москва, ИКИ РАН, 2010, 203 с.
- [3] Лысенко Л.Н., Бетанов В.В., Звягин Ф.В. *Теоретические основы баллистико-навигационного обеспечения космических полетов*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014, 518 с.