

УДК 629.78

Баллистические характеристики формации наноспутников, оснащенных газовой двигательной установкой

Иванов Данил Сергеевич¹

danilivanovs@gmail.com

Маштаков Ярослав Владимирович¹

yarmashtakov@gmail.com

Монахова Ульяна Владимировна¹

monakhova@phystech.edu

Оседло Владислав Ильич²

osedlo@icloud.com

Свертилов Сергей Игоревич^{2(*)}

sis@coronas.ru

Богомоллов Виталий Владимирович²

bogovit@rambler.ru

¹ ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия² МГУ имени М.В. Ломоносов, Москва, Россия

Аннотация. Рассматриваются баллистические характеристики формации (группы) нано-спутников типа кубсат, предназначенной для мониторинга космической радиации и электромагнитных транзиентов в околоземном космическом пространстве. Основная задача такой группы заключается в синхронизированных во времени измерениях пространственных, временных и энергетических характеристиках быстропротекающих радиационных и электромагнитных процессов в околоземном пространстве и верхней атмосфере Земли с возможностью локализации их источников.

Ключевые слова: кубсат, формация, баллистика, гамма-всплески, триангуляция, газовый двигатель

Введение. Одним из актуальных направлений современной физики и астрофизики является изучение быстропротекающих процессов взрывного характера — гамма-всплески, которые могут иметь астрофизическое или атмосферное происхождение. Для понимания физических механизмов, приводящих к подобным взрывным явлениям, необходимо осуществлять локализацию их источников, которую можно реализовать методом триангуляции с использованием нескольких космических аппаратов [1]. Для этого предполагается развернуть на орбите формацию малых КА, которые должны быть оснащены межспутниковой связью для обеспечения синхронизированных во времени наблюдений гамма-всплесков и других транзиентных явлений.

Материалы и методы; результаты. Для понимания природы гамма-всплесков необходимо локализовать источник гамма-излучения, для чего может быть использован метод триангуляции. Он основан на измерении временной задержки моментов регистрации всплеска на разных КА. Применительно к атмосферным гамма-всплескам это подразумевает наблюдение одной грозовой области несколькими спутниками, которые при этом должны быть разнесены в пространстве на расстояния, достаточные, чтобы обеспечить измеримую временную задержку. В случае атмосферных всплесков это соответствует расстоянию между КА в сотни километров.

Для локализации источников гамма всплесков астрофизического происхождения должна быть обеспечена возможность перестроения указанной выше формации, при котором дистанция между спутниками будет увеличена до нескольких тысяч км.

Чтобы сформировать правильный треугольник в проекции на поверхность Земли, можно рассмотреть два разных подхода к его реализации. Первый заключается в том, что все МКА находятся на индивидуальных орбитах с разными долготами восходящего узла (ДВУ). Второй вариант состоит в том, что два аппарата находятся на одной орбите, но с разными аргументами широты, а третий находится на другой орбите. В обоих случаях изменение размера треугольника может быть получено путем изменения разности ДВУ между орбитами и разности аргументов широты. Управление осуществляется выбором подходящих наклонений орбит аппаратов и использованием сопротивления атмосферы, зависящего от углового положения каждого аппарата [1]. Чтобы оптимизировать функционирование группы КА в разных конфигурациях можно использовать двигатели малой тяги, в частности разработки АО ОКБ «Факел» [2].

Заключение. Таким образом, анализ баллистических характеристик формации нано-спутников формата кубсат с использованием ГДУ показал, что она может быть использована для локализации метолом триангуляции источников гамма-всплесков атмосферного и астрофизического происхождения.

Список источников

- [1] Маштаков Я.В., Монахова У.В., Иванов Д.С., Идентификация транзиентных эффектов в атмосфере Земли при помощи малых космических аппаратов. *Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша*, 2024, № 12, 19 с. <https://doi.org/10.20948/prepr-2024-12>
- [2] Абраменков Г.В., Вертаков Н.М., Дронов П.А. Каплин М.А., Приданников С.Ю. Ракетные двигатели АО «ОКБ Факел» для космических аппаратов — опыт летного применения и новые разработки. *Космическая техника и технологии*, 2023, № 4 (43), с. 13–30.