

УДК 629.783

Возможность поддержания сверхнизкой орбиты с использованием отечественных двигателей малой тяги

Соболев Иван Анатольевич^(*)

sobolevia@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Изложен подход к определению минимальной высоты орбиты сверхнизкоорбитального космического аппарата (КА) дистанционного зондирования Земли, размещаемого на орбите высотой 200–250 км. Рассматривается влияние ограничений по продолжительности включения двигателя, массе рабочего тела и ресурсу. Двигательная установка (ДУ) сверхнизкоорбитального КА создается на основе отечественных плазменных двигателей СПД-70, СПД-100В, СПД-140Д, имеющих практику летной эксплуатации, и ионного двигателя ИД-200, прошедшего наземную отработку.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, сверхнизкая орбита, низкоорбитальные КА, двигательная установка

Введение. Актуальным вопросом дистанционного зондирования Земли является повышение разрешающей способности [1, 2]. Одним из путей достижения этой цели является снижение высоты рабочей орбиты КА. В этом случае достигается существенное снижение габаритов, массы и стоимости целевой оптической аппаратуры. Однако на сверхнизкой орбите усиливается сопротивление атмосферы. Для его парирования целесообразно использование двигательной установки на основе электроракетных двигателей.

В работах [3, 4] был предложен облик сверхнизкоорбитального КА ДЗЗ для высот 200...250 км. Целью данной работы является анализ реализуемости диапазонов высот функционирования КА с ДУ на основе отечественных двигателей малой тяги.

Материалы и методы; результаты. В отличие от европейского научного КА GOCE [5] с непрерывной работой ДУ, для КА ДЗЗ такой режим неприемлем, так как мешает выполнению целевой задачи. Постоянная работа ДУ потребует обеспечения высокой средневитковой мощности системы энергоснабжения, то есть большой площади панелей солнечных батарей. Альтернативой является дискретный режим работы ДУ, включаемой через заданное число витков для парирования снижения высоты орбиты.

Рассматривались варианты КА с различными массами и баллистическими коэффициентами. Для каждого варианта определялась скорость падения высоты орбиты, периодичность коррекции, масса топлива и другие характеристики с учетом наложенных ограничений. Результатом расчетов являлась минимальная высота орбиты, на которой КА будет работоспособен.

Было показано, что эффективность ДУ существенно зависит от массы и баллистического коэффициента КА. Так, при массе 500...1000 кг и наличии одного двигателя типа СПД-100В при баллистическом коэффициенте

0,001 м²/кг КА может функционировать лишь при минимальном уровне солнечной активности. Для обеспечения функционирования КА массой 500...1000 кг во всем диапазоне солнечной активности требуется не менее двух двигателей с высоким значением тяги (например, СПД-140Д).

Высокая масса и энергопотребление таких двигателей затрудняет их применение на КА массой 100-200 кг. Однако двигатель типа СПД-70 может обеспечивать функционирование такого КА. При значении баллистического коэффициента 0,0005 м²/кг функционирование обеспечивается двигателями типа СПД-50, которые при малых уровнях хорошо себя показывают и при более высоких значениях баллистического коэффициента.

Заключение. Исследования показывают принципиальную реализуемость сверхнизкоорбитального КА ДЗЗ на основе отечественных двигателей малой тяги. Сформулированы выводы и предложения по возможным характеристикам КА и составу ДУ.

Список источников

- [1] *Космические снимки сверхвысокого разрешения*. URL: <https://innoter.com/articles/kosmicheskie-snimki-sverkhvysokogo-razresheniya> (дата обращения 23.11.2023).
- [2] Гарбук С.В., Гершензон В.Е. *Космические системы дистанционного зондирования Земли*. Москва, Изд-во А и Б, 1997, 296 с.
- [3] Соболев И.А. Построение группировки низкоорбитальных космических аппаратов. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2024, вып. 2. URL: <https://engjournal.bmstu.ru/articles/2337/2337.pdf> (дата обращения 15.11.2024).
- [4] Соболев И.А. Проектный облик сверхнизкоорбитального космического аппарата дистанционного зондирования Земли. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2024, вып. 4. URL: <https://engjournal.bmstu.ru/articles/2351/2351.pdf> (дата обращения 15.11.2024).
- [5] *A Jewel in ESA's Crown*. URL: https://www.esa.int/esapub/bulletin/bulletin133/bul133c_fehringer.pdf (дата обращения 26.01.2024).