

УДК 629.78

Выбор коэффициентов закона управления режимом орбитальной ориентации космического аппарата

Сороквашин Александр Владимирович

sorokvashinav@student.bmstu.ru

SPIN-код: 4026-7661

Игнатов Александр Иванович^(*)

ignatov@bmstu.ru

SPIN-код: 8017-4452

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. *Исследуется движение космического аппарата в режиме стабилизации его орбитальной ориентации в окрестности гравитационно неустойчивого положения равновесия. Управление угловым движением аппарата осуществляется с помощью комплекса электромеханических исполнительных органов. Предложен метод выбора значений коэффициентов закона управления кинетическим моментом исполнительных органов для получения желаемых характеристик переходных процессов исследуемого режима движения космического аппарата*

Ключевые слова: *космический аппарат, орбитальная ориентация, переходный процесс*

Введение. Режим орбитальной ориентации является одним из самых распространенных и используется при решении многих целевых задач, выполняемых космическими аппаратами (КА) на орбите [1]. Режим реализуется с помощью комплекса гироскопических исполнительных органов [2].

Методы и материалы; результаты. Полная математическая модель движения КА описывается системой уравнений, состоящей из двух подсистем. Первая подсистема уравнений описывает орбитальное движение КА, она записывается в гринвичской системе координат, переменными служат компоненты геоцентрического радиус-вектора и вектора скорости центра масс КА [3]. В этих уравнениях учитываются влияние нецентрального гравитационного поля Земли, а также влияние атмосферы. Вторая подсистема уравнений описывает относительное (угловое) движение КА. Ее составляют уравнения, выражающие теорему об изменении кинетического момента КА в его движении относительно центра масс, а также кинематические уравнения Пуассона. Замыкают вторую подсистему уравнения, описывающие изменение собственного кинетического момента исполнительных органов системы управления с помощью пропорционально-дифференцирующего (ПД) регулятора [4].

В окрестности гравитационного неустойчивого положения равновесия проведена линеаризация полной системы уравнений углового движения КА, которая в результате разделилась на две независимые подсистемы — второго и четвертого порядков. При этом значения коэффициентов ПД регулятора можно задать с помощью одного параметра, значения которого для си-

системы второго порядка можно выбирать аналитически, а для системы четвертого порядка — графически. С этой целью предложен метод построения областей расположения корней многочлена четвертого порядка в трехмерном пространстве, в котором удобно отображать кривую, зависящую от параметра закона управления. Метод основан на приведении многочлена четвертого порядка к специальному виду, когда он имеет всего три коэффициента зависящие от параметра закона управления [5]. Анализируя расположение кривой относительно построенных областей, можно задать положение корней многочлена четвертого порядка, чтобы получить желаемые характеристики движения и величину запаса устойчивости системы.

Заключение. С помощью предложенного метода проведен выбор значений коэффициентов закона управления кинетическим моментом исполнительных органов позволяющих получить желаемые характеристики движения КА в процессе стабилизации режима орбитальной ориентации КА. Проведено численное моделирование полной системы уравнений движения КА, подтвердившее полученные результаты.

Список источников

- [1] Игнатов А.И. Оценка уровня квазистатических микроускорений на борту космического аппарата в режиме орбитальной ориентации. *Космические исследования*, 2025, т. 63, № 1, с. 99–116. <https://doi.org/10.31857/S0023420625010103>
- [2] Игнатов А.И. Выбор геометрических параметров расположения системы двигателей-маховиков при управлении вращательным движением космического аппарата. *Известия Российской академии наук. Теория и системы управления*, 2022, № 1, с. 124–144. <https://doi.org/10.31857/S0002338822010061>
- [3] Игнатов А.И., Иванов Г.А., Коломиец Е.С., Мартыненко Е.В. Реализация режима солнечной ориентации космического аппарата. *Космические исследования*, 2023, т. 61, № 2, с. 143–156. <https://doi.org/10.31857/S0023420622700017>
- [4] Бесекерский В.А., Попов Е.П. *Теория систем автоматического регулирования*. Москва, Наука, 1975, 768 с.
- [5] Сороквашин А.В., Кедровских Г.А., Татарина А.С. Построение областей расположения корней многочленов четвертого порядка с действительными коэффициентами. *Политехнический молодежный журнал*, 2025, № 1 (96), с. 1–17. URL: <https://ptsj.bmstu.ru/catalog/math/compmath/1023.html> (дата обращения 17.11.2025).