

УДК 629.7.05

Система управления угловой ориентацией космического аппарата с адаптивным регулятором

Булавкин Владимир Николаевич^{1,2}

vpk@vpk.npomash.ru

Пилипчук Сергей Васильевич²

pilipchuk@bmstu.ru

Бобохина Валерия Александровна^{1,2}

bobokhinava@student.bmstu.ru

Портнов Арсений Олегович^{1, 2(*)}

portnovao@student.bmstu.ru

Шиканов Антон Игоревич^{1,2}

shikanovai@student.bmstu.ru

¹ АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Московская обл., Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены автоматические режимы работы системы управления движением космического аппарата, позволяющие корректировать настройки регулятора в зависимости от изменения величин внешних возмущающих воздействий. Решается задача синтеза алгоритмов функционирования системы управления угловой ориентацией космического аппарата, обеспечивающих адаптивное изменение настроек регулятора. Результаты численного математического моделирования демонстрируют значительное повышение качества динамических режимов стабилизации угловой ориентации КА.

Ключевые слова: управление ориентацией, стабилизация, адаптивная система, метод фазовой плоскости, автоколебания, аттрактор, бифуркация

Введение. В условиях многообразия целевых функций и проектных параметров космических аппаратов (КА) актуальной задачей является разработка систем управления движением, способных автономно оптимизировать динамические режимы путем автоматической коррекции настроек регуляторов в соответствии с результатами косвенных измерений значений возмущающих воздействий, поскольку системы управления с фиксированными параметрами настройки не позволяют обеспечить качество динамических режимов на длительном интервале функционирования, а коррекция настроек контура управления посредством обновления бортового программного обеспечения по командам от наземного комплекса управления малоэффективна вследствие ограниченного быстродействия данной операции.

Цель работы — разработать и исследовать эффективность применения алгоритмов адаптивного изменения настроек регулятора системы управления ориентацией КА.

Материалы и методы; результаты. Необходимо решение следующих задач:

– оценка диапазонов значений, форм временных зависимостей и вероятностных характеристик внешнего возмущающего воздействия для различных типов КА;

- синтез структурной схемы и алгоритма функционирования адаптивной системы управления угловой ориентацией;
- подтверждение работоспособности и оценка эффективности метода адаптивной настройки регулятора численным моделированием.

В работе приведены основные характеристики КА различных типов и оценки величин внешних возмущающих воздействий с применением методов, описанных в [1]. Рассмотрена редуцированная математическая модель одноканальной системы управления угловой ориентацией и стабилизации КА с переменным внешним возмущением, алгоритм управления представляет собой трехпозиционный релейный регулятор с линейным формированием управляющего сигнала.

Для синтеза структурной схемы и определения параметров настройки регулятора адаптивной системы управления угловой ориентацией КА использованы метод фазовой плоскости и программный комплекс символьной математики [2].

Синтезированный алгоритм адаптивного изменения настроек регулятора системы управления ориентацией КА работает по принципу самоорганизации: в ответ на изменение внешнего возмущения параметры настройки регулятора меняются таким образом, чтобы в системе устанавливались динамические режимы, близкие к оптимальным по критериям экономичности, точности и минимизации частоты задействования исполнительных органов. Математическое моделирование динамических режимов управляемого движения КА выполнено в программном комплексе SimInTech.

Заключение. Показано, что предложенный алгоритм работы адаптивной системы автоматического управления ориентацией и стабилизации КА работоспособен и эффективен. По результатам математического моделирования установлено существенное повышение параметров качества динамических режимов по сравнению с системами, использующими фиксированные настройки регуляторов.

Список источников

- [1] Симоньянц Р.П. *Методы пассивной ориентации и стабилизации космических аппаратов*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015, 134 с.
- [2] Пилипчук С.В., Бобохина В.А., Портнов А.О., Шиканов А.И. Аналитическое определение параметров настройки нелинейной системы управления угловой ориентацией КА и физическое моделирование динамических режимов. *Студенческая научная весна: Всерос. студ.я конф.: сб. тез. докл.* Москва, Научная библиотека, 2024, с. 4–5.