

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Крамлиха А.В.

«Методы и алгоритмы обеспечения отказоустойчивого управления угловым движением малоразмерных космических аппаратов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности

2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

В диссертационной работе А.В. Крамлиха решается проблема обеспечения отказоустойчивого управления угловым движением малоразмерных космических аппаратов (МКА). За последние два десятилетия МКА эволюционировали от экспериментальных платформ до полноценного инструмента реализации широкого спектра научных и прикладных задач, включая дистанционное зондирование Земли, исследование геофизических полей, мониторинг климата и отработку перспективных технологий. Согласно статистическим данным, ежегодное количество запусков МКА непрерывно возрастает, при этом их функциональность значительно усложняется за счет появления трансформируемых элементов конструкции, двигательных установок и широкой номенклатуры научной аппаратуры.

Вместе с тем система управления угловым движением (СУД) является одним из наиболее критически важных элементов бортовых обеспечивающих систем МКА. Анализ статистики отказов свидетельствует, что неисправности компонентов СУД входят в число ведущих причин досрочного прекращения миссий. В случае МКА данная ситуация усугубляется тем фактом, что обеспечивающие системы создаются на основе индустриальной элементной базы, не предназначенной для работы в условиях космоса. Всё это указывает на *актуальность диссертационной работы*.

Целью диссертационной работы является обеспечение отказоустойчивости управления угловым движением МКА.

В ходе исследования разработана архитектура с цифровым двойником; метод ГНСС-ориентации без радиointерферометрии; сильносвязанные и слабосвязанные схемы комплексирования разнотипных измерений; программы и законы управления при отказах или высокой деградации каналов управления.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии научного аппарата теории управления движением, навигации и технической диагностики применительно к специфическим условиям функционирования МКА в околоземном космическом пространстве

Практическая ценность работы определяется её прямой направленностью на повышение надёжности, отказоустойчивости и срока активного существования перспективных МКА, а также возможностью непосредственного внедрения разработанных алгоритмов в бортовое программное обеспечение.

Следует отметить, что результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, были использованы при подготовке отчетов по ряду грантов РФФИ и РНФ, выполненных в том числе под руководством автора. Вместе с тем к содержанию автореферата имеется ряд замечаний:

1. Для бортового компьютера МКА с ограниченным процессором (обычно ARM Cortex-M) алгоритм дифференциальной эволюции с 34 коэффициентами может быть слишком тяжел для онлайн-реализации. Не указано реальное время расчета управления на современной элементной базе.



