

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Крамлиха Андрея Василевича «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

Развитие современной космонавтики характеризуется резким ростом запусков малых космических аппаратов (МКА). Это обусловлено их относительно невысокой стоимостью, короткими сроками разработки и возможностью попутного запуска. Одним из факторов невысокой стоимости является использование для создания бортовых систем компонентов индустриального класса, не предусмотренных изначально для работы в космосе. Это является одной из причин отказов в обеспечивающих системах.

Диссертационная работа Крамлиха А.В. посвящена решению проблемы обеспечения отказоустойчивого управления угловым движением МКА за счет реконфигурации алгоритмического обеспечения, поскольку, учитывая ограничения на массу и габариты МКА, реализовать агрегатное резервирование представляется затруднительным. В этих условиях создание адаптивного алгоритмического и программного обеспечения, способного автономно выявлять неисправности датчиков и исполнительных органов и перестраивать контуры управления для продолжения миссии, является крайне актуальной научно-технической проблемой.

Научная новизна диссертационного исследования носит комплексный характер и заключается в следующих ключевых результатах:

1. Предложено внедрить постоянно функционирующий цифровой двойник непосредственно в бортовой контур обратной связи СУД МКА для автономной отбраковки аномальных измерений и онлайн-калибровки.

2. Разработан оригинальный метод оценки параметров углового движения МКА на основе анализа геометрической видимости и условий затенения Землей созвездий навигационных спутников систем ГЛОНАСС и GPS. Метод инвариантен к числу доступных антенн (от 1 до 3) и принципиально не требует сложной радиоинтерферометрической обработки.

3. Получены аналитические структуры управления в виде четных рядов Фурье, позволяющие совершать разворот МКА за заданное время даже при полном отказе одного

Входящий №	206-4923
Дата	10 СЕН 2026
Самарский университет	

или двух каналов исполнительных устройств с учетом внешних аэродинамического и гравитационного моментов.

4. Синтезированы адаптивные и квазиадаптивные законы скользящего управления, обеспечивающие устойчивую переориентацию МКА в условиях, когда эффективность исполнительных органов падает до 5% от номинала, за счет динамического перераспределения управляющих моментов на исправные каналы.

Особо следует отметить междисциплинарность работы: синтез методов теории управления, обработки измерительной информации, орбитальной механики и вычислительной математики.

Результаты диссертационной работы апробированы на основе публикаций в научной печати, входящих в перечень ВАК, и в периодических научных журналах, индексируемых RSCI, Scopus, а также выступлений на научно-технических конференциях и семинарах различного уровня. Список публикаций подтверждает личный вклад автора в решение поставленной научной проблемы.

По тексту автореферата возникли следующие замечания:

1. Согласно тексту, при отказе одного или двух каналов исполнительных устройств время переориентации возрастает до 1,5–2 витков. Для многих задач ДЗЗ или оперативного мониторинга такое время является недопустимо большим, что ограничивает применимость данного метода.

2. В пятой главе под высокой деградацией понимается падение момента до 5% от номинала. Автор не обосновал выбор именно этого порогового значения. Неясно, сохраняется ли устойчивость синтезированного скользящего режима, если эффективность упадет, например, до 2% или 1%.

3. В качестве дальнейшего пожелания по направлению исследований автора предлагается рассмотреть валидацию и верификацию разработанных положений, приведённых в ключевых результатах.

Приведённые замечания не снижают общей высокой научной и практической ценности диссертационного исследования. Судя по автореферату, диссертация Крамлиха Андрея Васильевича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена крупная научная проблема, имеющая важное значение для космической отрасли.

Представленная работа соответствует паспорту специальности 2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов и требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор Крамлих

Андрей Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Авиа и
ракетостроения» Омского
государственного технического
университета, руководитель НОЦ
«Космическая экология» ОмГТУ, член-
корр. Сибирского отделения МАН ВШ,
Советник Российской академии ракетных
и артиллерийских наук, почётный член
Международной ассоциации по
космической безопасности



В.И. Трушляков
Дата 3.04.2016

Я, Трушляков Валерий Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.



В.И. Трушляков

644050, Омск-50, проспект Мира, 11, ОмГТУ, vatrushlyakov@yandex.ru
тел. 8 913 624 5014

Подпись тов. Трушлякова В.И. подтверждаю

Учёный секретарь учёного совета ОмГТУ



А.Ф. Немцова