



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

1-я Красноармейская ул., д. 1, Санкт-Петербург, 190005

Тел./факс: (812) 316-23-94; (812) 490-05-91

e-mail: bgtu@voenmeh.ru; <http://www.voenmeh.ru>

ОКПО 02066374, ОГРН 1027810328721

ИНН/КПП 7809003047/783901001

07.09.2026 № 3/26
На _____ от _____

«Утверждаю»

Проректор по научной работе и
инновационному развитию,
кандидат технических наук, доцент
В. А. Воронов

«07» сентября 2026 года

Отзыв

на автореферат диссертации

Крамлиха Андрея Васильевича

«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

Актуальность. Современные малоразмерные космические аппараты решают все более широкий круг научных и прикладных задач, при этом требования к продолжительности их активного существования, автономности и надежности постоянно возрастают. Ограничения по массе, габаритам, энергопотреблению и вычислительным ресурсам затрудняют аппаратное резервирование элементов системы управления угловым движением, а отказ датчиков или исполнительных устройств способен привести к невыполнению всей целевой миссии. Поэтому разработка методов, позволяющих обнаруживать отказы, реконфигурировать алгоритмическое обеспечение и сохранять приемлемое качество управления без существенного увеличения состава бортовой аппаратуры, представляет собой важную и актуальную научно-техническую проблему.

Цель диссертационной работы – обеспечение отказоустойчивости управления угловым движением малоразмерных космических аппаратов –

сформулирована ясно и соответствует обозначенной проблеме. Для ее достижения автором решен взаимосвязанный комплекс задач, охватывающий как обратную связь системы управления – определение параметров движения относительно центра масс при отказах измерительных средств, так и прямую цепь – формирование управления при отказах и высокой деградации исполнительных устройств. Такой комплексный охват следует считать одним из существенных достоинств работы.

Научная новизна диссертации определяется совокупностью взаимодополняющих результатов: архитектурой отказоустойчивого контура управления с цифровым двойником; использованием функциональной избыточности измерительной аппаратуры для оценки углового движения; схемами комплексирования разнотипных измерений и алгоритмами реконфигурации обратной связи; алгоритмами синтеза терминального программного управления при отказах каналов; адаптивными и квазиадаптивными законами управления при глубокой деградации исполнительных устройств. Результаты образуют внутренне связанную методическую основу построения отказоустойчивой системы управления угловым движением МКА.

Практическая значимость работы состоит в возможности применения разработанных методов и алгоритмов при проектировании систем управления МКА различного назначения. Полученные решения ориентированы на повышение автономности аппарата и сохранение возможности выполнения целевых задач при ограниченном аппаратном резервировании.

Достоверность результатов обеспечивается корректным использованием методов динамики космического полета, теории управления и обработки измерений, численных методов и статистического моделирования, а также сопоставлением с известными подходами. Основные положения работы прошли широкую апробацию. По теме диссертации опубликована 51 работа, включая 12 публикаций в рецензируемых изданиях

перечня ВАК, 6 публикаций в изданиях, индексируемых RSCI, и 23 работы в изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science; получены два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Представленные сведения свидетельствуют о достаточной полноте опубликования основных результатов и их обсуждении в профессиональном сообществе.

Замечания по автореферату. Наряду с отмеченными достоинствами работа вызывает ряд вопросов:

1. Методика детектирования отказов датчиков основана на сравнении измеренных и прогнозных значений с заданным порогом. В автореферате было бы полезно подробнее раскрыть процедуру обоснования порогов для различных измерительных средств и привести количественные оценки вероятностей ложного срабатывания и пропуска отказа при совместном влиянии инструментального шума, ошибок бортовой модели и неопределенности внешних возмущений.
2. Предложенная архитектура предполагает параллельное функционирование цифрового двойника, идентификационных и диагностических алгоритмов на борту МКА. Для оценки практической реализуемости решения желательно было бы привести требования к производительности и памяти бортового вычислителя, частоте обновления моделей и допустимому времени принятия решения о реконфигурации, а также результаты программно-аппаратного или полунатурного тестирования.

Отмеченные замечания не затрагивают основных научных результатов, носят уточняющий и дискуссионный характер и не снижают общей высокой оценки выполненного исследования.

Выводы. По актуальности, научной новизне, обоснованности полученных результатов, теоретической и практической значимости диссертационная работа соответствует критериям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842,

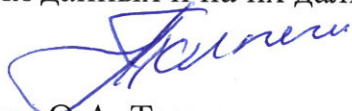
предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Крамлих Андрей Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры А5 «Динамики и управления полетом летательных аппаратов» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова



Толпегин Олег Александрович

Я, Толпегин Олег Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных и на их дальнейшую обработку.



Толпегин Олег Александрович

Подпись О.А. Толпегина заверяю



Сведения о лице, представившем отзыв:

Ф.И.О.: Толпегин Олег Александрович

Электронная почта: bgtu_a5@mail.ru

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

Адрес организации: 190005, город Санкт-Петербург, улица 1-я Красноармейская, дом 1

Телефон: +7 (812) 316-23-94

Электронная почта: bgtu@voenmeh.ru