

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»

Диссертационная работа Крамлиха А.В. посвящена разработке методов и алгоритмов обеспечения отказоустойчивого управления угловым движением малоразмерных космических аппаратов при ограниченной массе, габаритах, энергопотреблении и отсутствии полного аппаратного резервирования. Работа охватывает оба ключевых направления построения системы управления угловым движением: формирование отказоустойчивой обратной связи по измерительной информации и сохранение управляемости при отказах или деградации исполнительных устройств.

Тема диссертации представляется безусловно актуальной. Современные МКА всё чаще используются не только для образовательных и демонстрационных экспериментов, но и для решения широко класса научных и прикладных задач. При этом отказ одного датчика или исполнительного канала способен привести к потере ориентации и, следовательно, к невыполнению целевой задачи. Для МКА переход в безопасный режим не всегда является приемлемым, особенно при ограниченной длительности сеансов связи, больших задержках управления и необходимости автономного функционирования.

Автореферат содержит анализ особенностей управления МКА, математические модели движения и измерений, методы реконфигурации алгоритмов определения ориентации, алгоритмы терминального управления и законы управления при высокой деградации исполнительных устройств. В представленных материалах отражены результаты расчётно-теоретических исследований, математического моделирования.

Научная новизна работы имеет комплексный характер и состоит в объединении методов диагностики, реконфигурации обратной связи и управления в единую архитектуру отказоустойчивой системы.

Необходимо отметить, что результаты, полученные в диссертационной работе, были использованы в отчетах по многим грантам РФФИ и РНФ.

Вместе с тем по содержанию автореферата есть ряд замечаний:

1. Автор использует термин «датчики освещенности» отдельно от «датчиков Солнца». Из текста автореферата не вполне ясна их физическая и конструктивная разница в контексте получения навигационной информации.

2. В работе отмечается увеличение нагрузки на бортовые вычислительные средства, а оптимизация методом дифференциальной эволюции может быть ресурсоёмкой. Однако не приведены число операций, время расчёта, требования к памяти, частота обновления и возможность выполнения алгоритмов в реальном времени на типовой платформе CubeSat. Особенно это важно для алгоритма 4 и задач синтеза терминальных программ.

3. Для определения параметров углового движения МКА автор использует методы и алгоритмы, основанные для статических моделей на минимизации соответствующих квадратичных функционалов и поэтому представляющие собой варианты метода наименьших квадратов (МНК), и для динамической модели – фильтр Калмана. Но отвечают ли ошибки (погрешности) реальных измерений в статических моделях условиям Гаусса-Маркова, и, может быть, вместо МНК необходимо использовать робастные методы оценивания? Корректно ли применение фильтра Калмана? (по тексту автореферата сложно судить о том, насколько велика степень нелинейности исследуемой динамической системы, насколько «хвосты» распределения шумов являются или не являются «тяжелыми», имеют или не имеют место задержки сигналов, грубые ошибки датчиков, пропуски данных и асинхронные измерения)

Входящий № 206-7294
Дата 08 СЕН 2026
Самарский университет

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости проведенных исследований.

Считаю, что диссертация Крамлиха А.В. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и соответствует критериям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор Крамлих А.В. заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Доктор физико-математических наук,
профессор, старший научный сотрудник
Военного института (научно-
исследовательского) ФГБВОУ ВО
«Военно-космическая академия имени
А.Ф. Можайского» Министерства
обороны Российской Федерации

Ерохин Владимир Иванович

Я, Ерохин Владимир Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой докторской диссертации Крамлиха А.В., и на их дальнейшую обработку.

В.И. Ерохин

 31.08.2026

Служебный адрес: 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д.13, ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации, тел.: (812) 347-95-59, электронная почта: vka@mil.ru.

Подпись В.И. Ерохина заверяю

Начальник отдела кадров



Г.В. Плотников