

Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250  
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.russianspacesystems.ru, contact@spacecorp.ru  
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 14.05.2024 № РКС НТС 9-12

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы  
соискателя ученой степени кандидата физико-математических наук  
Монаховой Ульяны Владимировны, выполненной на тему: «Исследование динамики  
управляемого относительного движения группы малых космических аппаратов на  
низкой околоземной орбите»

В настоящее время, с одной стороны, наблюдаются тенденции к миниатюризации космических аппаратов, а с другой – к формированию космических систем, состоящих из большого числа космических аппаратов, решающих единую задачу. Следует отдельно выделить космические системы, в которых осуществляется групповой полет космических аппаратов на близком расстоянии друг от друга.

Диссертационная работа У.В. Монаховой посвящена решению актуальных научных задач, связанных с управлением относительным движением в групповом полете и обеспечением требуемого углового движения аппаратов.

Судя по автореферату, в ходе диссертационного исследования автором получены следующие научные результаты:

1) показана сходимость движения группы МКА к ограниченному под действием предложенных законов управления, учитывающих коммуникационные ограничения.

2) в ходе численного моделирования были подтверждены полученные аналитические оценки, а также показано, что в случае действия внешних возмущений управление с учётом параметра среднего сдвига способствует улучшению сходимости к ограниченному движению.

3) предложена методика построения и бестопливного поддержания спутниковой формации в конфигурации правильного треугольника с изменяемым размером ребра для исследования молниевых эффектов.

4) разработан алгоритм управления ориентацией, стабилизирующий малый космический аппарат в гравитационных положениях равновесия.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в:

- разработке новых алгоритмов управления относительным движением малых спутников с учетом коммуникационных ограничений;
- получении новых результатов аналитического исследования управляемого движения с использованием теории графов;
- разработке нового подхода к управлению движением группы, состоящей из трех аппаратов, для достижения требуемого относительного положения в зоне интереса над экватором;
- разработке алгоритма активного магнитного управления ориентацией для учета аэродинамического сопротивления.

В диссертационной работе предложен ряд подходов к управлению движением малых космических аппаратов в групповом полёте и проведены аналитические и численные исследования управляемого движения, результаты которых могут быть использованы при разработке реальных миссий группового полёта.

Ряд исследований, сделанных автором, целесообразно использовать в рамках практической деятельности. В частности, при разработке подхода к управлению движением трех спутников в миссии по исследованию гамма – вспышек в атмосфере; результаты исследований управляемого движения группы малых спутников с учетом коммуникационных ограничений при проектировании реальной миссии с участием КА с оптической системой относительной навигации.

Материалы диссертационного исследования могут быть использованы при разработке программных комплексов навигационно-баллистического обеспечения в составе центров управления полетом космических аппаратов с групповой архитектурой построения орбитальной группировки.

Материалы диссертации можно использовать также в учебном процессе студентов и аспирантов по данной специальности.

По результатам исследования опубликовано 10 научных работ в изданиях рекомендованных ВАК.

Однако работа не лишена недостатков. Судя по автореферату, к ним можно отнести:

1. Отсутствие оценки предыдущих исследований по рассматриваемой теме, что не позволяет сделать объективную оценку выполненной работы.
2. Отсутствуют четко сформулированные критерии точности взаимного удержания МКА в группе.
3. Не обоснована достаточность учитываемых возмущающих факторов при моделировании реального движения КА. Возможно, целесообразно подключить влияние Солнца, Луны, более высокие члены разложения ГПЗ.
4. Отсутствуют четко сформулированные выводы по главам.
5. Приведенный в автореферате математический аппарат представлен в виде автономных вставок, что затрудняет понимание целостности материала.

Тем не менее, перечисленные недостатки не снижают положительной оценки выполненного диссертационного исследования.

Работа соответствует требованиям паспорта специальности 1.1.7 «Теоретическая механика, динамика машин» по ряду направлений.

Судя по автореферату, диссертационная работа Монаховой У.В. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи по исследованию динамики управляемого относительного движения группы МКА на низкой орбите, а её автор достоин присуждения ученой степени кандидат физико-математических наук.

Начальник отдела «Разработки и внедрения методов и технологий навигационно-баллистического обеспечения космических систем и комплексов»



Зайчиков Алексей Викторович

Ведущий научный сотрудник отдела «Разработки и внедрения методов и технологий навигационно-баллистического обеспечения космических систем и комплексов»

АО «Российские космические системы»,  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник



Ларин Владимир Константинович

Подписи Зайчикова А.В. и Ларина В.К. заверяю.

Учёный секретарь  
АО «Российские космические системы»,  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник

«14» мая 2024 г.



Федотов Сергей Анатольевич