

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о работе над диссертацией Назаровой Анастасии Александровны «Управление развёртыванием многоэлементных тросовых группировок космических аппаратов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 - Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Назарова А.А., 1998 года рождения, в 2021 году с отличием окончила Самарский университет (СУ) по специальности «Инженерия программного обеспечения». Присуждена квалификация магистр.

В период подготовки диссертации соискатель Назарова А.А. с 2021 г. по 2025 год обучалась в очной аспирантуре Самарского университета по направлению подготовки 2.3 – информационные технологии и телекоммуникации: специальность 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

За время обучения аспирантуре Анастасия зарекомендовала себя с самой лучшей стороны. Она увлечённо и упорно работала над диссертацией, проявляла самостоятельность в исследованиях. Упорство и трудолюбие позволило ей подготовить качественную диссертационную работу. Назарова А.А. за время подготовки работы овладела методами системного анализа, аналитической механики, динамики полета космических аппаратов, вычислительной математики, показала, что она способна разрабатывать сложные программы с использованием современных математических пакетов. Наряду с учебой в аспирантуре Назарова А.А. успешно и увлечено работала ассистентом на кафедре программных систем, постоянно участвовала в компании по приему вступительных экзаменов в магистратуру. Она очень много помогала кафедре в организационных вопросах, в частности, была секретарем ежегодной студенческой конференции, проводимых кафедрой.

Актуальность проведённого исследования связано с перспективностью применения орбитальных тросовых систем в космонавтике.

В частности, вращающиеся тросовые группировки космических аппаратов (ТГКА) могут обеспечить согласованный полет нескольких космических аппаратов (КА) с малым расходом топлива, так как структурная устойчивость связана с действием центробежных сил инерции при условии необходимой угловой скорости вращения. Обеспечение такого полёта с помощью традиционных средств без использования тросов связана с большими трудностями, так как требует постоянных корректирующих воздействий на движение каждого КА. В настоящее время существует большое количество проектов полезного использования ТГКА различных конфигураций, например, как многоточечные распределённые измерительные системы для мониторинга гравитационного и магнитного

полей, ионосферы Земли; как системы наблюдения за дальним и ближним космосом; как системы сканирования земной поверхности с большой базой и др. Однако динамика таких многоэлементных систем в настоящее время ещё недостаточна изучена, особенно это касается вопросов их формирования или развёртывания

Для исследования динамики движения ТГКА в диссертации разработаны адекватные математические модели различной сложности. Эти модели позволили подробно изучить процесс развёртывания таких систем. Более простые модели, построенные с помощью уравнений Лагранжа, используются для построения номинальных программ развёртывания ТГКА, и для аналитических оценок. Другие модели, учитывающие растяжимость тросов и односторонность механических связей (в них тросы могут быть не натянутыми), а также начальные возмущения, применяются для проверочных расчётов для оценки эффективности предложенных программ управления. Основная особенность работы заключается в рассмотрении многоэлементных ТГКА (количество КА больше трех), в учёте движения КА относительно центров масс и в исследовании влияния этого движения на процесс развёртывания ТГКА рассматриваемых конфигураций. То есть поставленная задача формирования ТГКА конфигураций «многоугольник» и «ступица-спицы» решается в более полной постановке

Основные научные результаты работы, следующие:

1. Построены математические модели движения ТГКА конфигураций «многоугольник» и «ступица-спицы», с различной степенью детализации описывающие процесс их формирования и предназначенные для построения номинального управления и для проверки реализуемости предлагаемых управлений при действии возмущений.

2. Предложена и исследована номинальная программа управления силами натяжения тросов и реактивными силами (релейный закон) при развёртывании многоугольной ТГКА. Программа отличается универсальностью, так как применима для многоугольников с числом вершин больше трех. В работе доказана возможность ее применения вплоть до семиугольника.

3. Впервые предложено и обосновано использование проводящих ток тросов для управления при развёртывании ТГКА конфигурации «ступица – спицы», что позволяет снизить требования к точности стабилизации концевых спутников относительно своих центров масс.

4. В качестве дополнительного способа стабилизации квадратной ТГКА предложено и обосновано использование центрального вспомогательного груза, соединенного тросами с концевыми спутниками.

Практическая ценность работы в основном заключается в определении состава систем управления, в разработке управления процессом развёртывания ТГКА рассматриваемых конфигураций, которые можно использовать при проектировании перспективных космических миссий, в разработке программного обеспечения для моделирования движения многоэлементных ТГКА

Проведенные исследования и публикации по теме диссертационной работы составили важную часть отчетов по гранту «Динамический анализ и управление движением тросовой группировки микро-спутников» (РФФИ, №21-51-53002 ГФЕН_а, 2021-2022 г., рук. Заболотнов Ю.М.).

Все основные результаты, выносимые на защиту, получены лично Назаровой А.А. или при непосредственном ее участии, и обладают научной новизной.

Назарова А.А. активно участвовала и делала доклады на всероссийских и международных конференциях. Все результаты опубликованы. По теме диссертации имеет 11 публикаций. Из них 3 статьи опубликовано в журналах РАН (индексируемых в RSCI) «Т Известия РАН. Теория и системы управления» «Космические исследования», «Известия РАН. Механика твердого тела», переводные версии которых входят в базы SCOPUS и Web of Science.

Выполненная на высоком уровне диссертация Назаровой Анастасии Александровны является завершённой научно-квалификационной работой, соответствующей всем критериям для кандидатских диссертаций, установленным Положением о присуждении ученых степеней, и содержит новые научные результаты и решение актуальной задачи разработки методов управления движением ТГКА «многоугольник» и «ступица – спицы», имеющих существенное теоретическое и практическое значение для космической отрасли.

По моему мнению, автор диссертации Назарова А.А. заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 - Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

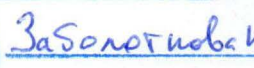
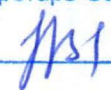
Научный руководитель,
профессор кафедры программных систем
Самарского университета,
д.т.н., профессор



Ю.М. Заболотнов

Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева» (Самарский университет)
443086, г. Самара, Московское шоссе, 34
(846) 267-46-73
yumz@yandex.ru



Подпись		Достоверяю
Ученый секретарь Самарского университета		
		
Васильева И.П.		
« 19 » сентября 20 25 г.		