

О Т З Ы В

Акционерного общества «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева» на автореферат диссертации *Чэнь Шумин*, выполненной на тему *«Разработка программ управления для развёртывания вращающихся тросовых группировок космических аппаратов»* и представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Диссертационная работа Чэнь Шумин направлена на решение **актуальной научной задачи**, заключающейся в разработке программ управления при развёртывании тросовых группировок космических аппаратов (ТГКА) вида «треугольник» и «ступица-спицы».

Актуальность решаемой в диссертации задачи обусловлена тем, что использование ТГКА предоставляют возможность более эффективно решать ряд целевых задач современных космических миссий по сравнению с традиционными орбитальными группировками. Гибкие механические связи между космическими аппаратами в ТГКА позволяют построить достаточно сложные пространственные геометрические структуры, которые невозможно реализовать с использованием традиционных подходов. Особенно актуально применение ТГКА при решении задач, связанных с многоточечными распределёнными измерениями на орбите (например, параметров геомагнитного и гравитационного полей, состояния ионосферы Земли), миссий, связанных с солнечными парусами.

Научная новизна полученных в работе результатов заключается в следующем:

1. Разработаны математические модели движения космических аппаратов в ТГКА при её развёртывании для геометрических конфигураций «треугольник» и «ступица-спицы», учитывающие движение центров масс космических аппаратов и их угловое движение.
2. Предложены программы управления силами натяжения тросов и реактивными силами при развёртывании ТГКА конфигурации «треугольник» и «ступица-спицы»;

Входящий № *207-4594*
Дата *23 ИЮН 2023*
Самарский университет

3. Для конфигурации «треугольник» получено аналитическое решение невозмущённой системы, приведена оценка величины угловой скорости, которая обеспечивает устойчивое вращение ТГКА треугольной конфигурации;
4. С использованием метода, основанного на движении системы по поверхности скольжения, получены программы управления силами натяжения тросов и реактивными силами при разворачивании ТГКА треугольной конфигурации;
5. Для ТГКА конфигурации «ступица-спицы» получен нелинейный закон управления с использованием принципа робастного управления при наличии ограниченных возмущений (в том числе возмущений начального состояния системы).

В качестве основных методов решения рассматриваемых задач автор использует методы теоретической механики, теории управления и вычислительной математики.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработано математическое, программное и методическое обеспечение, которое может быть использовано при проектировании перспективных космических миссий с ТГКА вида «треугольник» и «ступица-спицы».

Апробация результатов, полученных в диссертационной работе, проведена на нескольких международных научно-технических конференциях и одном всероссийском научном семинаре.

Из материалов автореферата следует, что автором изучены и корректно используются известные математические модели и теоретические положения других авторов по исследуемому вопросу, что подтверждает **обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**, сформулированных в диссертации.

В качестве **замечания** необходимо отметить опечатки, такие как, например, «угловая скорость центра масс системы». Кроме того, по нашему мнению, в автореферате диссертации следовало бы более строго записать математическую модель углового движения космических аппаратов ТГКА треугольной конфигурации для более ясного понимания связи величин T_k и L_k .

Указанные замечания не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертации.

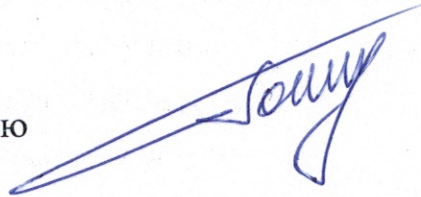
ВЫВОД

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, обладает актуальностью, научной новизной и имеет практическую значимость.

Автореферат в полной мере отражает сущность диссертационной работы, по объему и содержанию соответствует требованиям «Положения...» ВАК России, а его автор Чэнь Шумин заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Даем согласие на включение наших персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Чэнь Шумин.

Заместитель генерального
конструктора по проектированию
изделий и комплексов



М.С. Голунов

Начальник отдела баллистики,
кандидат технических наук



В.В. Степанов

Ведущий математик-руководитель
группы



А.П. Ульянов

Подписи заверяю
Главный ученый
АО «ГРЦ Макеева»,
технических наук




С.Т. Калашников

Акционерное общество «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева»

456300, г. Миасс, Челябинская область, Тургоякское шоссе, 1,

Телефон: (3513)-28-6379, (3513)-28-6216

e-mail: src@makeyev.ru