



ул. Ленина, д. 52, г. Железногорск, ЗАТО Железногорск, Красноярский край, Российская Федерация, 662972
Тел. (3919) 76-40-02, 72-24-39, Факс (3919) 72-26-35, 75-61-46, e-mail: office@iss-reshetnev.ru, http: //www.iss-reshetnev.ru
ОГРН 1082452000290, ИНН 2452034898

Экз № 1

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель секции №1 НТС предприятия,
Заместитель генерального конструктора по
разработке космических систем, общему
проектированию и управлению космическими
аппаратами, кандидат технических наук



А.В. Кузовников

2021г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Хоанг Ву Тан

на тему

«Разработка алгоритмов управления движением космического аппарата системы обслуживания геостационарных спутников связи»,

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Диссертационная работа посвящена разработке алгоритмов автономного управления движением центра масс КА при обслуживании орбитальных объектов в окрестности геостационарной орбиты с учетом технических ограничений.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность диссертационной работы определяется необходимостью решения задачи обслуживания на орбите спутников автоматическими космическими аппаратами. Срок активного существования спутника связи во многом определяется запасом рабочего тела двигателей коррекции движения и надежностью аппаратуры. Несомненно актуальная задача продления срока активного существования возможно за

счет организации дозаправки и проведения ремонтных работ в автономном режиме с помощью беспилотных обслуживающих космических аппаратов. В процессе эксплуатации возможны отказы бортовых систем. Возможность устранить их непосредственно в космосе с целью продления срока эксплуатации также несомненно актуальна.

2. Наиболее существенные научные и практические результаты и научная новизна

В данной работе получены следующие результаты:

- разработаны математические модели управляемого движения сервисного модуля (СМ) системы обслуживания на этапе его приведения в окрестность рабочей позиции целевого модуля (ЦМ) и модели управляемого движения СМ относительно ЦМ с учетом влияния от нецентральности гравитационного поля Земли, ускорения от Солнца и Луны, давления света и ошибок реализации и ориентации тяги двигательной установки (ДУ);

- решена задача синтеза субоптимального управления стохастической системы с использованием критерия оптимальности, отражающего статистические характеристики терминальной точности управления и затрат рабочего тела ДУ на реализацию управления с учетом ограничений;

- разработано программное обеспечение имитационного моделирования движения СМ и ЦМ;

- получены оценки точности управления как в случае с идеальным управлением, так и в случае статистического моделирования с заданными статистическими характеристиками случайных величин, в том числе ошибок решения навигационной задачи.

В работе получены следующие результаты, обладающие новизной и научной значимостью:

- разработан новый алгоритм генерации начального приближения для устойчивого решения задачи синтеза субоптимального управления движением центра масс СМ методом последовательных приближений в сочетании скомбинированным методом оптимизации на этапе его приведения в окрестность рабочей позиции ЦМ в

стохастической постановке по интегро-терминальному критерию с учетом детерминированных возмущений от гравитационного поля Земли, гравитации Луны и Солнца и случайных ошибок управления и навигации;

- разработан новый алгоритм удержания СМ относительно ЦМ в допустимом расстоянии в процессе инспекции в стохастической постановке;

- создан программно-математический комплекс для отработки новых алгоритмов управления движением космических аппаратов в рамках задач обслуживания.

Результаты, полученные в диссертационной работе, могут найти дальнейшее применение, как для действующих космических аппаратов, так и для перспективных СМ и систем, а именно:

- алгоритмы и программно-математический комплекс могут быть использованы при отработке автономных систем управления динамическими операциями спутников, функционирующих на околокруговых орбитах, в том числе ГСО;

- программно-математический комплекс имеет открытую архитектуру и может использоваться для решения задачи отработки средств автономного проведения динамических операций космических аппаратов на ГСО.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в двух статьях в рецензируемых научных журналах, входящих в рекомендованный ВАК Минобрнауки России, и одной статье в рецензируемом научном журнале, индексируемом в международных системах цитирования Scopus.

Результаты работы докладывались и получили одобрение на научно-технических конференциях:

- 17-я Международная конференция «Авиация и космонавтика» (МАИ, г. Москва, 2018г.)

- XXIV Международная конференция «Системный анализ, управление и навигация» (г. Евпатория, 2019г.);

- 18-я Международная конференция «Авиация и космонавтика» (МАИ, г. Москва, 2019г.)

- Международная конференция «Математическое моделирование» (МАИ, г. Москва, 2020г.)

– 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика» (МАИ, г. Москва, 2020г.)

3. Недостатки и замечания

В качестве недостатков автореферата можно отметить следующее:

1. Из текста автореферата следует, что Система обслуживания геостационарных спутников будет базироваться на круговой орбите вне пояса безопасности ГСО то есть согласно международным требованиям на высоте 250 – 300 км выше ГСО. Приведение сервисного модуля с такой орбиты в рабочую позицию целевого модуля двигателями малой тяги возможно за 10 и более суток, в течение которых может потребоваться коррекция географической широты целевого модуля. Поэтому имеющееся в автореферате допущение о том, что целевой модуль не совершает маневров во время приведения сервисного модуля и инспекции, может привести к возникновению неучтённых ошибок взаимного положения сервисного и целевого модулей.

2. Предполагается, что бортовая автономная система навигации орбиты позволяет в любой момент определить параметры орбиты СМ. Однако без отсутствия системы локации, позволяющей оперативно определять орбиту ЦМ при требуемом сближении на десятки метров невозможно.

Отмеченные недостатки не снижают общего представления о диссертации на актуальную тему и не изменяют положительную оценку диссертационной работы.

4. Заключение

Автореферат дает достаточное представление о существовании работы и основных полученных автором результатах, свидетельствует о цельном подходе к решению поставленной научной задачи. Представленная диссертационная работа выполнена на хорошем научном уровне, а развиваемые в ней алгоритмы имеют большое практическое значение для развития практического применения космической техники на геостационарной орбите.

Диссертационная работа «Разработка алгоритмов управления движением космического аппарата системы обслуживания геостационарных спутников связи» по своей актуальности, научной новизне, практической значимости полученных результатов является законченной научно-квалификационной работой, в которой

изложены новые научно обоснованные технические решения. Диссертация соответствует требованиям ВАК Минобрнауки РФ о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертационной работы Хоанг Ву Тан заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Начальник группы отдела разработки
баллистического и навигационного обеспечения КА



А.А. Внуков

Ученый секретарь НТС секции №1



А.Н. Кульков