

ОТЗЫВ

официального оппонента заместителя начальника ЦУП АО «ЦНИИмаш» по
научно-испытательной работе Кутоманова Алексея Юрьевича
на диссертационную работу Хоанг Ву Тан «Разработка алгоритмов
управления движением космического аппарата системы обслуживания
геостационарных спутников связи», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных
аппаратов».

В настоящее время обслуживание на орбите остается одним из важнейших направлений развития технологий создания и эксплуатации космической техники. В Российской Федерации проблемам кооперации на орбите посвящено достаточно много работ, тем более, что работы по долгосрочному обеспечению функционирования пилотируемых орбитальных комплексов, также можно отнести к задачам орбитального обслуживания. Несмотря на наличие достаточного опыта как теоретических, так и практических исследований, в настоящее время остаются нерешенным ряд вопросов, связанных с обеспечением функционирования двух КА в непосредственной близости друг от друга.

Актуальность темы диссертационного исследования обуславливается выбором КА на ГСО, обслуживание которых экономически целесообразно. Работа Хоанг Ву Тан посвящена проблематике разработки алгоритмов управления движением обслуживающего КА при решении задач орбитального обслуживания геостационарных спутников связи. Более конкретно, в работе исследуется алгоритм управления сближением обслуживающего КА – сервисного модуля (СМ) с целевым модулем (ЦМ) и удержания СМ относительно ЦМ для инспекции.

Основная цель диссертационного исследования Хоанг Ву Тан

Отдел документационного
обеспечения МАИ

заклучалась в разработке алгоритмов автономного управления движением центра масс КА при обслуживании орбитальных объектов на геостационарной орбите с учетом технических ограничений, характерных для КА функционирующих на таких орбитах.

Научная новизна работы заключается в:

– разработке алгоритма генерации начального приближения, обеспечивающего сходимость решения задачи синтеза субоптимального управления стохастической квазилинейной дискретной системой по интегральному критерию с учетом детерминированных возмущений от гравитационного поля Земли, гравитации Луны и Солнца и случайных ошибок управления и навигации. В сочетании с комбинированным методом оптимизации в части определения моментов проведения коррекций движения СМ при его переводе в окрестность целевого модуля с учетом неслучайных возмущений от нецентральности ГПЗ и гравитации Луны и Солнца, это позволяет говорить о возможности применения данного подхода для разработки автономных алгоритмов управления движением центр масс СМ;

– разработке нового алгоритма синтеза оптимального управления дискретной системой при удержании СМ относительно ЦМ на допустимом расстоянии в процессе инспекции в стохастической постановке в установившемся режиме;

– создании программно-математического комплекса для отработки новых алгоритмов управления движением космических аппаратов в рамках задач обслуживания.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во **введении** обосновывается актуальность темы диссертации, формулируются цель и задачи исследования, а также излагаются научная новизна, практическая значимость полученных результатов и основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена обзору проектов системы беспилотного обслуживания на орбите. В ней приводится постановка задачи исследования. Описана конфигурация предлагаемой системы обслуживания геостационарных спутников. Определен круг задач исследования.

Вторая главе представляет собой математическую постановку задачи управления движением центр масс СМ. Приводятся в общем виде основные математические модели движения центра масс СМ и ЦМ используемые в процессе моделирования обслуживания: исходная модель управляемого движения центра масс СМ и ЦМ; и линеаризованная модель управляемого движения в окрестности номинальной орбиты заданного радиуса - для синтеза алгоритмов управления движением СМ.

В **третьей главе** приводится подробное описание разработанных автором алгоритмов автономного управления движением центра масс СМ на этапе его приведения в окрестность рабочей позиции ЦМ и удержания относительно ЦМ в процессе инспекции.

В **четвертой главе** описаны результаты моделирования работы замкнутой системы управления СМ в предположении, что автономная система навигации дает всю необходимую для этого информацию. Приведены результаты как для случая с идеальным управлением, так и статистического моделирования при известных статистических характеристиках ошибок управления и навигации. По результатам моделирования проведен анализ точности работы системы автономного управления движением СМ на рассматриваемых в работе этапах обслуживания.

В **заключении** приведены основные результаты, полученные при выполнении диссертационной работы.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанные алгоритмы и программный комплекс могут быть использованы при проектировании и отработке автономных систем

управления динамическими операциями КА на ГСО. Программный комплекс имеет открытую архитектуру и может использоваться при создании отработке алгоритмов автономного сближения двух КА на ГСО.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием математических методов и сравнением полученных результатов моделирования, проведенного в работе, с опубликованными результатами работ по данной тематике.

Работа прошла достаточную апробацию, ее основные результаты опубликованы. Представленные в диссертационной работе результаты опубликованы в 3 рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК и Scopus, докладывались на 5 международных и всероссийских конференциях.

Замечания по диссертационной работе Хоанг Ву Тан:

По представленной работе можно сделать следующие замечания:

1. В обзоре литературы недостаточно полно приведены результаты аналогичных работ, проводимых в Российской Федерации и за рубежом.
2. При синтезе алгоритмов управления применяется обобщенный критерий оптимальности, однако не объяснено как его составить.
3. При разработке математической модели движения центра масс СМ и ЦМ недостаточно обоснованы некоторые допущения.
4. В работе не рассмотрено влияние коррекции наклонения и долготы восходящего узла орбиты на коррекции параметров движения в плоскости орбиты.
5. В тексте диссертации и автореферата встречаются некоторые грамматические и синтаксические неточности.

Указанные недостатки не снижают качества выполненной диссертационной работы и не препятствуют выходу на защиту.

Заключение по рассмотренной работе

В целом диссертация Хоанг Ву Тан представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной научно-технической задачи. Работа выполнена самостоятельно, на научном уровне, который свидетельствует о высокой квалификации автора. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов». Автореферат работы в полной мере отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертационная работа по своему содержанию, результатам и оформлению соответствует требованиям ВАК для кандидатских диссертаций, а ее автор Хоанг Ву Тан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Официальный оппонент, к.т.н.,
заместитель начальника ЦУП АО
«ЦНИИмаш» по научно-
испытательной работе, 141070
Московская обл., г. Королев, ул.
Пионерская, д.4

А.Ю. Кутоманов

29 марта 2021 г.

Тел.: 8 (495) 513-59-51

Email: kutomanov@mcc.rsa.ru

Подпись официального оппонента Кутоманова Алексея Юрьевича
удостоверяю

И.о. главного ученого секретаря
АО «ЦНИИмаш», д.т.н.



В.Ю. Ключников