

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Тун Тун Вина «Анализ динамики космического аппарата с упругими колеблющимися массами», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 - «Теоретическая механика».

Тема оппонируемой диссертации посвящена весьма актуальной и важной прикладной проблеме – исследованию движения сложно сконструированных механических систем с упругими и диссипативными элементами относительно центра масс в центральном гравитационном поле сил.

Следует отметить, что исследованию движения твердого деформируемого тела в гравитационном поле Земли посвящено большое количество работ

. Но для приложений весьма важными представляются исследования механических систем с упругими и диссипативными конструкциями при малых значениях угловых ускорений, которыми подвержены большинство принудительно не ориентированных ИСЗ.

Актуальность темы диссертации её новизна

Задачи, связанные с проблемами ориентации нежестких ИСЗ, а именно:

- гашение начальных угловых скоростей, возникающих после отделения спутника от ракеты – носителя;
- закрутка спутника до определённой угловой скорости;
- программные повороты, учитывающие дрейф от деформации нежесткой конструкции;
- процессы приведения ориентации к заданной являются бесспорно **актуальными**.

Перечисленные задачи требуют исследования и последующего решения. В этих задачах должны быть учтены как алгоритмы, так и на их базе, программный продукт, которые должны обеспечить формирование оценок ориентации космического аппарата (КА), чему и посвящена оппонируемая работа. Туи Туи Вина.

Поэтому исследование задачи о движении упругих и деформируемых тел относительно центра масс в гравитационном поле сил, является **актуальной проблемой** и такой подход обладает **новизной**.

Практическая значимость диссертации.

Повышенные требования к точности ориентации спутников обуславливают учёт влияния упругих деформаций на движение всей конструкции, как целого, относительно центра масс. Поэтому разработка математических моделей, с помощью которых может быть изучена динамика таких систем в задаче ориентации и переориентации, имеет большую значимость в современных практических задачах космодинамики.

Достоверность и обоснованность выполненных исследований основываются на корректной математической постановке задач, методах теоретической механики, согласованностью с результатами других авторов. Результаты проведённых исследований прошли **апробацию** на научных семинарах и международных конференциях.

Объем и структура работы. Диссертационная работа излагается на 110 страницах, содержит 13 рисунков и список литературы из 79 наименований. Работа состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы.

Во введении кратко даётся обзор литературы по теме диссертации и представляются сведения о научной новизне, актуальности и достоверности, и о положениях, выносимых на защиту.

В первой главе дана постановка задачи о движении упругого- твердого тела как целого, относительно центра масс, в центральном ньютоновском гравитационном поле. Исследована динамика такой системы на участке разворота при наличии осциллирующего момента, и получены аналитические выражения для отклонений движения системы от программного, рассчитанного для твёрдого спутника.

Во второй главе исследованы вращательные движения КА с органами управления, выполненными в виде двух двухстепенных гиросtabilизаторов, в режиме ориентации. Показана возможность демпфирования его угловых колебаний за счёт внутреннего трения в материале конструкции на соответствующих временных интервалах.

В третьей главе получены приближённые дифференциальные уравнения, описывающие поступательно-вращательное движение спутника с учётом его деформируемости в центральном гравитационном поле сил. Определены стационарные движения такой системы и исследована их устойчивость.

В четвертой главе даны оценки точностных характеристик координат положения объекта при исследовании роли фундаментальных

параметров вращения Земли (колебаний земного полюса и неравномерности её осевого вращения) в задаче спутниковой навигации.

В перечисленных пунктах заключается **научное значение** результатов, полученных соискателем.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Содержание диссертации полностью отражено в трех статьях, в которых основные положения, выносимые на защиту, отражают личный, определяющий вклад автора в опубликованных в журналах, которые входят в перечень изданий ВАК-а.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих как теоретическое, так и прикладное значение. Результаты работы могут быть использованы в ИКИ РАН, ИПМех РАН, МАИ, РУДН и т.д.

По работе имеются следующие замечания:

1. В первой главе, при выводе уравнений движения на основе вариационного принципа Даламбера Лагранжа (1.1) имеются некорректности:

а). не все обозначения определены ниже;

б). введен вектор плотности $\bar{\rho} = \begin{cases} \rho_1 & \bar{r} \in \Omega_1 \\ \rho_2 & \bar{r} \in \Omega_2 \end{cases}$ где ρ_1 - плотность твердой

части конструкции, а ρ_2 - плотность упругой части конструкции.

Но в работе не показано, куда входит плотность ρ_1 или вектор плотности $\bar{\rho}$.

2. Замечание чисто технического характера. Обычно принято в начале главы описывать постановку задач, а в конце – обсуждение полученных решений. Автор во второй и третьей главах выполняет это в начале главы.

3. Третья и четвертая главы диссертации излишне сокращены.

4. На некоторых графиках, например, на странице 82, на графиках 6-9 отсутствуют подписи к координатным осям.

5. В тексте (отмечено оппонентом карандашом) имеется ряд грамматических неточностей и орфографических опечаток. Но заметим, что в целом, по стилю изложения, работа производит благоприятное впечатление.

Данные замечания не влияют на положительную оценку работы. Автореферат и публикации автора правильно отражают содержание диссертации.

Таким образом, диссертацию на тему «Анализ динамики космического аппарата с упругими колеблющимися массами» следует признать законченным научным исследованием, в котором получены новые и актуальные результаты. Диссертация соответствует всем требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а её автор Тун Тун Вин заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Официальный оппонент,
профессор кафедры астрономии
и космической навигации МИИГАиК,
доктор технических наук, 25.00.32-Геодезия
08.06.2017г.

\ Яшкин С.Н.:

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии»(МИИГАиК)

Почтовый адрес: 105 064 Москва Гороховский пер.д.4(тел.8 499 267-57-62)

Должность: профессор кафедры астрономии и космической геодезии

Подпись Я.Н. Яшкина С.Н.
удостоверяю Яшкин
Ученый Секретарь МИИГАиК
« 8 » 06 20 17 г.