

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Гутника Сергея Александровича "Динамика движения спутника относительно центра масс с пассивными системами ориентации", представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика

Диссертационная работа С.А. Гутника посвящена актуальной теме исследования динамики движения спутников относительно центра масс с пассивными системами ориентации в связи активным использованием в настоящее время навигационных и телекоммуникационных спутниковых систем, время функционирования которых исчисляется годами. Главным преимуществом пассивных систем ориентации по сравнению с активными методами является возможность функционировать с приемлемой точностью продолжительное время без расходования энергии и топлива. При практической реализации пассивных систем ориентации необходимо учитывать, что спутник на круговой орбите может иметь много различных положений равновесия. Положения равновесия спутника определяются, как правило, решениями систем алгебраических уравнений с коэффициентами, зависящими от параметров задачи. Решение такого рода задач является очень сложной математической проблемой. Исследование таких задач становится возможным в связи с интенсивным развитием алгоритмов и систем компьютерной алгебры и вычислительных мощностей компьютеров.

Диссертационная работа посвящена разработке аналитических и символьно-численных методов исследования задач динамики движения относительно центра масс спутника-гиростата, спутника, подверженного действиям аэродинамического момента, постоянного момента, активного управляющего момента, зависящего от проекций угловой скорости, и составной схемы спутник-стабилизатор. Эти результаты имеют большое значение для дальнейшего развития механики космического полета, позволяют находить широкие классы равновесных решений спутника и проводить анализ их устойчивости.

Работа состоит из введения с подробным обзором литературы по теме диссертации, пяти глав, заключения и списка цитируемой литературы из 186 наименований.

Во введении приводится обоснование актуальности темы исследований, подробный обзор литературы по различным разделам темы диссертационной работы, дается описание применяемых методов, излагаются поставленные цели работы, формулируется научная новизна исследований, теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № 2
01. 10 20 19

Следует отметить, что все поставленные в диссертационной работе цели успешно достигнуты. Полученные научные результаты являются новыми, их достоверность и обоснованность подтверждается тем, что они обсуждались на научных семинарах, докладывались на российских и международных конференциях и были опубликованы в рецензируемых 22 научных изданиях 20 из которых в изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus.

Первая глава содержит результаты решения общего случая задачи о положениях равновесия спутника-гиростата для произвольных значений параметров системы. С использованием методов компьютерной алгебры получено алгебраическое уравнение 12-й степени, действительные решения которого определяет положения равновесия спутника-гиростата. Доказано, что спутник-гиростат на круговой орбите под действием гравитационного момента в общем случае может иметь не более 24 положений равновесия.

Проведено полное исследование положений равновесия спутника-гиростата на круговой орбите для общего случая. В пространстве параметров численно определены области с одинаковым числом положений равновесия спутника-гиростата и исследована эволюция этих областей. Проведен численный анализ достаточных условий устойчивости полученных равновесий спутника-гиростата на круговой орбите с использованием метода А.М. Ляпунова.

В данной главе также было получено решение задачи о положениях равновесия спутника-гиростата в случаях, когда вектор гиростатического момента находится в одной из плоскостей, образуемых главными центральными осями инерции спутника и не совпадает ни с одной из этих осей, с применением методов компьютерной алгебры и алгоритмов построения базисов Гребнера.

Исследованы положения равновесия спутника-гиростата для 9 частных случаев, когда одна из главных осей инерции спутника совпадает с нормалью к плоскости орбиты, радиусом-вектором или касательной к орбите. Показано, что любая такая ориентация является равновесной. Представлены достаточные условия устойчивости равновесий для осесимметричного спутника-гиростата при любых значениях вектора гиростатического момента.

Также хотелось бы отметить аналитическое решение задачи о положениях равновесия и их устойчивости для осесимметричного спутника-гиростата для произвольных значений вектора гиростатического момента.

Во второй главе символно-аналитические методы, разработанные для исследования динамики движения спутника-гиростата относительно центра

масс, успешно применялись для решения задачи о положениях равновесия спутника–твердого тела на круговой орбите под действием гравитационного и аэродинамического моментов в общем случае для произвольных значений инерционных параметров и вектора аэродинамического момента, для осесимметричного спутника под действием гравитационного и аэродинамического момента и случаев, когда вектор аэродинамического момента находится в плоскости, образуемой главными центральными осями инерции спутника. Проведено детальное исследование положений равновесия спутника, достаточных условий их и эволюции областей с равным числом положений равновесия.

В третьей главе приводится решение задачи о положениях равновесия спутника под действием гравитационного и постоянного моментов в связанной со спутником системе координат. Данная задача была решена различными методами, как с помощью подхода вычисления результата системы полиномов, так и путем построения базиса Гребнера. В этой задаче удалось аналитически построить выражение, задающее дискриминантную гиперповерхность, которая определяет границы областей с равным числом положений равновесия спутника.

Четвертая глава посвящена исследованию положений равновесия и условий обеспечения их асимптотической устойчивости для спутника, на который, кроме гравитационного момента, действует активный управляющий момент, зависящий от проекций угловой скорости спутника. Проведены анализ необходимых и достаточных условий асимптотической устойчивости нулевого положения равновесия на основе критерия Рауса-Гурвица и численное исследование переходных процессов пространственных колебаний спутника при различных параметрах управления.

В пятой главе исследуются равновесные ориентации системы двух тел, соединенных сферическим шарниром, в центральном гравитационном поле на круговой орбите. С использованием символьно-аналитического алгоритма найдены и исследованы новые классы пространственных равновесных решений задачи и получены условия их существования в зависимости от безразмерных параметров системы двух тел.

В **Заключении** формулируются основные результаты диссертации, выносимые на защиту и отмечается, что развитые в диссертационной работе методы исследования динамики движения спутника относительно центра масс могут найти применение в задачах, связанных с анализом динамики спутников при влиянии других внешних воздействий. Диссертант проделал большую аналитическую и вычислительную работу. Полученные в диссертации результаты могут быть использованы при проектировании

пассивных гравитационных и аэродинамических систем управления ориентацией искусственных спутников Земли и космических станций.

В целом, диссертация представляет собой логически построенный цельный научный труд, посвященный исследованию задач динамики спутника относительно центра масс при влиянии внешних моментов различной природы.

Диссертация не свободна от недостатков. Укажем некоторые из них.

1). Утверждение на стр.125: “По определению результата каждому корню уравнения (2.3.17) соответствует общий корень системы (2.3.15)”, вообще говоря, неверно. Простой пример, когда результат имеет лишний корень:

$$f := x^2 + xy^3 + 6y^2 - 8, \quad g := xy - 1 \rightarrow \text{Res}_y(f, g) = -x^5 + 8x^3 - 7x, \quad x = 0 - \text{лишний корень}.$$

2). Было бы интересно исследовать влияние возмущающих моментов на изменение параметров орбиты по которой движется спутник и влияние этих изменений на динамику движения спутника относительно центра масс на орбитах близких к круговым.

3). В диссертации имеется ряд опечаток и лингвистических неточностей. Так на стр. 172 в последнем уравнении системы, которая следует за системой (2.10.3) должна стоять точка, вместо запятой. На стр. 182 вместо указания на формулу (22.11.7) должно быть (2.11.7). На русском языке имя Фожера - одного из разработчиков вычислительно эффективного алгоритма FGLM, реализующего построение лексикографического базиса Гребнера для систем полиномиальных уравнений с конечным числом решений и автора алгоритма F4 (оба алгоритма используются в диссертации) - пишется Жан-Шарль. Соответственно, вместо инициалов Д.С., используемых для указания этого имени (например, на стр. 75 и 216 диссертации), надо писать Ж.-Ш.

4). В разделе 3.8 диссертации нужно было указать ссылки на работы, описывающие алгоритмы FGLM и F4, и включить эти ссылки в библиографический раздел.

Приведенные выше замечания, кроме первого, носят в основном редакционный характер, не влияют на общую высокую оценку результатов диссертационной работы. Первое замечание требует небольшого дополнительного анализа, который должен показать отсутствие ограничений на параметры, обеспечивающих корректность полученных решений.

Несомненным достоинством работы является то, что помимо новых результатов, полученным автором, она содержит также указания на перспективные задачи, решение которых возможно при помощи используемых в диссертации методов.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и отражает все ее основные выводы. Результаты работы опубликованы в высокорейтинговых международных и российских журналах и изданиях, индексируемых международными базами данных "Scopus" и "Web of Science". Результаты диссертации прошли апробацию на многочисленных научных конференциях и симпозиумах и получили высокую оценку специалистов.

Считаю, что данная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а именно, в диссертации разработаны теоретические положения, совокупность которых можно рассматривать как решение крупной научной проблемы в области механики космического полета. Автор диссертации, Гутник Сергей Александрович, безусловно, заслуживает присвоения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика.

Официальный оппонент:

начальник сектора алгебраических и квантовых вычислений

Лаборатории информационных технологий

Международной межправительственной организации

Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ г. Дубна)

доктор физико-математических наук, профессор

Гердт Владимир Петрович

Почтовый адрес: Международная межправительственная организация
Объединенный институт ядерных исследований, ул. Жолио-Кюри, 6
г. Дубна, Московская обл., Россия, 141980

Телефон: +7 (49621) 6-50-59;

Адрес электронной почты: gerdt@jinr.ru

Подпись начальника сектора алгебраических и квантовых вычислений ЛИТ
ОИЯИ д.ф.-м.н., профессора В.П. Гердта ЗАВЕРЯЮ

Ученый секретарь ЛИТ, к.ф.-м.н.



Подгайный Д.В.