

ОТЗЫВ

научного консультанта доктора физико-математических наук, профессора Сарычева Василия Андреевича на диссертацию Гутника Сергея Александровича "Динамика движения спутника относительно центра масс с пассивными системами ориентации", представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 "Теоретическая механика".

Сергей Александрович Гутник окончил Московский физико-технический институт в 1981 году. В 1984 году им была защищена в Московском физико-техническом институте кандидатская диссертация "Задачи движения ИСЗ относительно центра масс с пассивными системами ориентации" на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Последующая научная деятельность Гутника С.А. была, в основном, связана с решением сложных проблем динамики движения искусственных спутников Земли и космических аппаратов относительно центра масс под действием гравитационного и аэродинамического моментов.

Одним из важных направлений в развитии техники космических полетов является создание ориентированных искусственных спутников Земли и планет. В зависимости от поставленных задач ориентация искусственных спутников может быть осуществлена с использованием активных или пассивных методов. Для активных методов ориентации обязательно наличие на спутнике датчиков ориентации и исполнительных элементов, обеспечивающих управляющие моменты и поддерживающих заданную ориентацию спутника в пространстве. Активные системы ориентации применяются, если необходимо обеспечить очень высокую точность ориентации, противодействовать большим возмущающим моментам, совершать сложные программные развороты спутника. Активные системы ориентации требуют значительного расхода энергии и (или) рабочего тела. Для спутников без сложных программных маневров, с

большим временем активного существования и точностью ориентации порядка 5° более предпочтительно применение пассивных методов. При разработке пассивных систем ориентации спутников можно использовать свойства гравитационного и магнитного полей Земли, эффект сопротивления атмосферы и давления солнечного излучения, гироскопические свойства вращающихся тел и др. Спутники с пассивными системами ориентации могут функционировать на орбите продолжительное время без расходования энергии или рабочего тела.

В Советском Союзе спутники с гравитационной системой ориентации начали выводиться на орбиту с 1965 г. Первые 7 спутников были: "Космос-103", "Космос-151", "Космос-220", "Космос-236", "Космос-262", "Космос-332", "Космос-371". Отметим также, что космонавты Г.М. Гречко и Ю.В. Романенко успешно использовали метод гравитационной ориентации на орбитальном комплексе "Салют-6"- "Союз". Были также выведены на орбиту спутники "Космос-149" (21.03.1967 г.) и "Космос-320" (16.01.1970 г.) с аэродинамической системой ориентации.

После завершения аспирантуры в МФТИ С.А. Гутник последние два десятилетия продолжил активные исследования в важной области механики космического полета, посвященной решению задач о движении искусственных спутников Земли относительно центра масс и созданию на основе полученных результатов общей теории гравитационных и аэродинамических систем ориентации спутников.

Основные результаты диссертации опубликованы в 46 печатных работах: 22 статьи опубликованы в рецензируемых журналах и изданиях из перечня ведущих научных изданий ВАК, из них 20 статей входят в индексируемые международные базы данных Web of Science и Scopus. Кроме того, часть результатов диссертации опубликована в 16 докладах и тезисах докладов на съездах и конференциях и 8 препринтах.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи исследования, дается тематический обзор литературы и краткое содержание диссертации по главам, кратко описаны используемые методы исследования, дается оценка научной новизны полученных результатов, приведены сведения о публикациях по теме диссертации и информация об апробации работы.

В главе 1 рассмотрена задача о движении спутника-гиростата относительно центра масс на круговой орбите. Выведены уравнения движения спутника-гиростата. Доказано, что спутник-гиростат под действием гравитационного момента в общем случае может иметь не более 24 положений равновесия. Приведены результаты исследования достаточных условий устойчивости положений равновесия с использованием интеграла энергии системы в качестве функции Ляпунова. Исследованы положения равновесия спутника-гиростата в наиболее интересных частных случаях.

В главе 2 рассмотрена задача о движении спутника относительно центра масс, подверженного действию гравитационного и аэродинамического моментов, на круговой орбите. Проведено полное исследование положений равновесия спутника. Проведено детальное численно-аналитическое исследование достаточных условий устойчивости полученных положений равновесия спутника с использованием интеграла энергии в качестве функции Ляпунова. Представлен подробный графический анализ результатов исследования устойчивости положений равновесия спутника.

В главе 3 приведено полное решение задачи о стационарных движениях спутника на круговой орбите, на который, кроме гравитационного момента, действует постоянный момент, обусловленный, например, истечением газа из корпуса спутника. Изложены различные методы с использованием понятия результата и алгоритмов построения базисов Гребнера приведения исходной системы стационарных уравнений, задающей положения равновесия спутника, к одному алгебраическому уравнению,

которое определяет все положения равновесия спутника. Проведено вычисление полинома, задающего дискриминантную гиперповерхность для уравнения 6-го порядка, который определяет разбиение пространства на области с одинаковым числом положений равновесий спутника.

В главе 4 исследуются положения равновесия спутника, на который, кроме гравитационного момента, действует активный управляющий момент, зависящий от проекций угловой скорости спутника. Такое управление можно обеспечить путем использования датчиков угловой скорости и двигателей ориентации. Использование управляющего момента позволяет получить новые положения равновесия и обеспечить асимптотическую устойчивость положений равновесия гравитационно-ориентированного спутника на круговой орбите. Получены необходимые и достаточные условия асимптотической устойчивости нулевого положения равновесия спутника с использованием критерия Рауса-Гурвица. Проведен анализ эволюции областей устойчивости на плоскости безразмерных инерционных характеристик в зависимости от параметров управления.

В главе 5 исследуется динамика движения системы двух тел (спутник-стабилизатор), соединенных сферическим шарниром. Рассматривается задача определения пространственных положений равновесия для схемы спутник-стабилизатор с демпфирующим устройством в шарнире. Предложены методы линейной и компьютерной алгебры, позволяющие определить новые классы пространственных равновесных решений системы спутник-стабилизатор.

Все представленные в диссертации результаты отражают персональный вклад Гутника С.А. в опубликованные работы и получены лично автором.

Полученные в диссертации результаты могут быть использованы на этапе предварительного проектирования пассивных гравитационных и аэродинамических систем ориентации искусственных спутников, а также при исследовании возмущающего влияния аэродинамического момента на

вращательное движение спутника около его центра масс на сравнительно низких орбитах.

Считаю, что диссертация С.А. Гутника удовлетворяет требованиям Положения ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01-теоретическая механика, а ее автор заслуживает присуждения ему искомой степени.

Научный консультант

доктор физико-математических наук,
профессор

В.А. Сарычев

В.А. Сарычев

"16" мая 2019 г.

Почтовый адрес: 125047, г. Москва, Миусская пл., д. 4

Телефон: +7(499) 978-13-14

Адрес электронной почты: vas31@rambler.ru

Организация - место работы: Федеральное государственное учреждение
"Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики
им. М.В. Келдыша Российской академии наук".

E-mail: office@keldysh.ru

Подпись научного консультанта

профессора В.А. Сарычева заверяю

Ученый секретарь ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

кандидат физико-математических наук



А.И. Маслов