

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Баранова Андрея Анатольевича на тему «Разработка методов расчета параметров маневров космических аппаратов в окрестности круговой орбиты», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01-- «Теоретическая механика» в диссертационный совет Д 002.024.01

В настоящее время значительная часть реальных КА, орбитальных станций и космических систем (дистанционного зондирования Земли, навигации, связи и т.д.) функционирует на околокруговых орбитах. Космические системы необходимо не только сформировать, но и в процессе их функционирования решать задачи восполнения, поддержания или перестройки баллистической структуры. В некоторых случаях возникает потребность в решении задачи перелета за фиксированное время в заданную точку конечной орбиты (задачи «встречи») при наличии рассогласования в долготе восходящего узла у начальной и конечной орбиты. Появились новые задачи маневрирования КА (задачи «уклонения»), связанные с необходимостью решения обострившейся проблемы космического мусора. Одним из способов оптимизации управления орбитальной группировкой КА является перенос решения большинства задач навигации и управления из наземного комплекса управления в бортовой комплекс управления и резкое уменьшение количества операций управления и сеансов измерений и связи. Особенно это становится актуальным в перспективе при создании многоярусных космических систем, состоящих из большого числа малых КА, управление которыми из наземного комплекса управления (НКУ) будет затруднено или просто невозможно из-за большого объема управленческих операций.

Использование автономной навигации позволяет определять параметры орбиты на борту КА без использования средств НКУ, но остается проблема с расчётом и исполнением многоимпульсных маневров. Используемые для расчета многоимпульсных маневров громоздкие численные алгоритмы не обеспечивают ни необходимую надежность, ни требуемую оперативность нахождения решения, их трудно реализовать на борту КА. Кроме того, численные методы не дают объяснения вида полученного решения. Непонятно, как изменится само решение, если изменятся начальные условия. Это ярко проявляется в тех случаях, когда на орбите происходят нештатные ситуации, и необходимо оперативно предложить новую схему маневрирования.

Таким образом, в настоящее время в практической баллистике сложилась **проблема** отсутствия универсальных быстродействующих численно-аналитических методов, максимально учитывающих физические особенности решения задач оптимального маневрирования КА в окрестности круговой орбиты. В этой связи можно утверждать, что тема диссертационной работы Баранова А.А. является, несомненно, **актуальной**.

В известных работах данной тематики Д.Ф. Лоудена, В.А. Ильина, Г.Е. Кузмака, Т. Эдельбаума решение задач рассматривалось в ограниченных частных постановках. В диссертационной работе Баранова А. А. существующая проблема решена. В отличие от известных работ, в диссертационной работе Баранова А. А. представлены теоретические результаты, позволяющие определить возможные типы оптимальных решений и области их существования для основных задач, встречающихся в практической баллистике, в том числе определить области существования вырожденных и невырожденных оптимальных решений задачи «встречи» на компланарных орбитах.

На наш взгляд **научная новизна** результатов, полученных автором, состоит:

- в разработке аналитического метода расчета параметров оптимальных маневров перехода между некомпланарными орбитами, при условии, что у импульсов скорости отсутствуют радиальные составляющие;
- в разработке численно-аналитического метода расчета параметров оптимальных двух-, трех- и четырехимпульсных маневров «встречи» на компланарных орбитах, когда годограф базис-вектора вырождается в точку;
- в разработке численно-аналитического метода расчета параметров оптимальных трех- и четырехимпульсных маневров «встречи» на компланарных орбитах, когда годограф базис-вектора имеет вид эллипса;
- в разработке аналитического метода расчета параметров оптимальных четырех- и трехимпульсных маневров «встречи» на компланарных орбитах, когда годограф базис-вектора имеет вид циклоиды;
- в разработке аналитического метода расчета параметров оптимальных пяти- и шестиимпульсных маневров «встречи» на некомпланарных орбитах, когда годограф базис-вектора имеет вид спирали;
- в разработке универсального численно-аналитического метода расчета параметров оптимальных маневров «встречи» на некомпланарных орбитах при наличии значительного (десятки градусов) первоначального отклонения долготы восходящего узла;

– в разработке численно-аналитического метода расчета параметров оптимальных маневров «гибкого» поддержания заданной конфигурации спутниковой системы.

По представленному автореферату видно, что **практическая значимость** работы состоит в том, что ее результаты позволяют: существенно сократить время решения основных задач маневрирования в окрестности круговой орбиты; обеспечить высокую надежность решения задач; объяснить характер получаемого решения, осуществить расчет многоимпульсных маневров на борту КА, что затруднительно для громоздких численных методов.

Разработанные методы маневрирования КА в окрестности круговой орбиты имеют универсальный характер и применимы для широко класса КА. Они успешно использовались при баллистическом обеспечении полетов отечественных и зарубежных КА, в частности – в баллистическом центре ИПМ имени М.В. Келдыша РАН для расчета маневров ТПК «Союз», ТКК «Прогресс» и орбитальных модулей, стыкуемых с международной орбитальной станцией.

Материалы изложены на высоком научно-техническом уровне с применением современных методов исследований и нестандартных подходов к решению поставленных задач.

В то же время следует отметить следующее **замечание**. В автореферате при анализе достоинств и недостатков двух возможных стратегий поддержания орбитальных структур комических систем «жесткого» («абсолютного») и «гибкого» («относительного») поддержания не представлены сравнительные характеристики обеих стратегий по критерию суммарных затрат характеристической скорости на сроке активной эксплуатации космической системы. На наш взгляд реализация на борту КА стратегии «гибкого» («относительного») поддержания структуры системы в автономном режиме затруднительна, т.к. при расчете параметров маневров одного из КА необходимо учитывать фактическое положение всех остальных КА системы (при этом непонятно какой из КА необходимо принять за базовый элемент).

Указанное замечание не снижает научного уровня диссертации, её научную и практическую ценность.

По теме диссертации опубликована монография. Основные результаты диссертации опубликованы в 28 статьях в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Результаты диссертации доложены и обсуждены на всероссийских и международных конференциях.

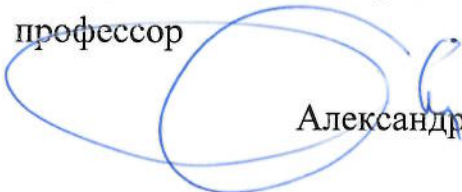
Ознакомление с авторефератом позволяет сделать вывод, что по своему научному уровню и достигнутым практическим результатам диссертационная

работа удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Баранов Андрей Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Главный научный сотрудник НИЦ (г. Королёв)

ЦНИИ ВВКО Минобороны России

доктор технических наук,
профессор


Александр Владимирович Забокрицкий

Начальник управления НИЦ (г. Королёв)

ЦНИИ ВВКО Минобороны России

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник


Валерий Витальевич Суевалов

Старший научный сотрудник НИЦ (г. Королёв)

ЦНИИ ВВКО Минобороны России

кандидат технических наук


Евгений Александрович Давыдов

141092, г. Королёв, Московской области, ул. М.К. Тихонравова д. 29,

тел: 8(495)519-80-68

Подписи Забокрицкого А.В., Суевалова В.В., Давыдова Е.А. заверяю -

Начальник группы кадров и строевой НИЦ (г. Королёв)

ЦНИИ ВВКО Минобороны России

О.М. Якимова

«08» 02 2019 г.

