

Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.russianspacesystems.ru, contact@spacecorp.ru
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 18.05.2022 № ПКС НТСЗ-16

На № _____ от _____

Председателю диссертационного
совета Д 002.024.01

125047, г. Москва, Миусская пл., 4

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Шестопёрова Алексея Игоревича «Стабилизация заданных режимов углового движения спутников с нежесткими элементами конструкции»**
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика»

Диссертационная работа направлена на решение важной актуальной научной задачи гашения вибраций космического аппарата (КА) с нежесткими элементами (конструкциями) при помощи исполнительных органов системы управления, в частности, расположенных на корпусе КА и использующихся для программных разворотов.

Актуальность этой задачи определяется тем фактом, что создание новейших космических средств связи, навигации, телерадиовещания, дистанционного зондирования Земли приводит к усложнению конструкций современных космических аппаратов. Уменьшение их массы и жесткости приводит к возникновению в них упругих деформаций в ходе орбитального и углового маневрирования КА.

Для КА с нежесткими элементами (НЭ) актуальной проблемой является предотвращение возбуждения колебаний в НЭ путем построения достаточно гладких опорных траекторий его углового движения.

Указанные **актуальные задачи** решаются в представленной диссертационной работе.

Научная новизна полученных в работе результатов заключается в следующем:

- разработана нелинейная модель космического аппарата с нежесткими элементами, допускающая изменение числа НЭ и типов их сочленений с корпусом КА, среди которых жесткое, а также с помощью одностепенного и двухстепенного шарниров;
- построен закон управления, обеспечивающий инерциальную стабилизацию геостационарного КА с НЭ и гашение вибраций в последних, не требующий информации о модальных переменных. Получены условия асимптотической устойчивости положения равновесия КА с НЭ в инерциальной системе координат;
- предложен и исследован алгоритм управления, реализующий режим опорной траектории углового движения КА, обладающей третьей степенью гладкости и согласующейся с условием нормировки на всем интервале движения.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- разработанная модель КА с НЭ масштабируется на случай любого наперед заданного числа НЭ, что делает ее подходящей для программной реализации;
- предложенные законы стабилизации заданных режимов углового движения КА не требуют выполнения процедуры идентификации обобщенных координат, описывающих колебания НЭ, что уменьшает общую вычислительную сложность работы алгоритма управления в процессе маневрирования КА. При этом управляющий момент реализуется только с помощью маховиков, расположенных на корпусе КА, и не требует установки дополнительных исполнительных устройств на НЭ;
- на основе полученных результатов может быть увеличена точность ориентации телекоммуникационных и других геостационарных аппаратов за счет учета низкочастотных колебаний в НЭ при построении математической

модели КА с НЭ и их последующего гашения с помощью предложенного алгоритма управления КА.

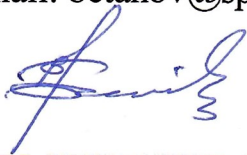
В качестве рекомендаций следует отметить следующее.

В автореферате положения, выносимые на защиту, сформулированы как новые научные результаты, в то время как ВАК РФ рекомендует их представлять как основные выводы и рекомендации.

Однако, несмотря на отмеченную рекомендацию, диссертация Шестопёрова А.И. **представляет собой законченную научную работу**, в которой решена актуальная задача стабилизации заданных режимов углового движения КА с НЭ и получены важные для науки и практики результаты.

Учитывая актуальность научной задачи, решаемой в диссертационной работе, научную новизну и практическую значимость работы, а также существенный личный вклад автора во внедрение и реализацию результатов научных исследований, Шестопёров А.И. **заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика».**

Заместитель начальника экспертно-аналитического центра
АО «Российские космические системы»,
чл.-корр. РАН, д.т.н, профессор
8-495-673-96-61, Email: betanov@spacecorp.ru



Владимир Вадимович Бетанов

Подпись заместителя начальника центра Бетанова Владимира Вадимовича заверяю.

Ученый секретарь
АО «Российские космические системы»,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник



Сергей Анатольевич Федотов

« 12 » мая 2022 г.