

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 27.05.2025 № РКС НТС 9-16

На № _____ от _____

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Игнатова Александра Ивановича** «**Динамика и управление угловым движением космического аппарата, предназначенного для проведения длительных научных экспериментов**», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.1.7 Теоретическая механика, динамика машин (технические науки).

Диссертационная работа Игнатова А.И. посвящена решению научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение при создании современного космического аппарата (КА), предназначенного для проведения исследований на околоземной орбите. Реализация такого амбициозного проекта позволит укрепить лидирующие позиции отечественной космонавтики и науки в целом, **будет способствовать развитию отечественной науки и перспективных технологий.**

Основная цель работы состоит в разработке и исследовании комплекса режимов углового движения КА, обеспечивающих на борту необходимые условия для проведения длительных научных экспериментов широкого спектра. Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи:

1. Построение и реализация законов управления угловым движением КА, соответствующих цели данной работы. В качестве основных режимов углового движения КА при проведении экспериментов рассматриваются поддержание орбитальной и солнечной ориентаций в течение длительных интервалов времени.

2. Исследование установившегося углового движения КА в процессе реализации разработанных режимов управления с целью выбора параметров законов управления, обеспечивающих заданные характеристики движения.

3. Обоснованный выбор параметров схемы расположения и характеристик гироскопических органов системы управления КА, обеспечивающих реализацию построенных законов управления.

4. Оценка минимально возможного уровня квазистатических микроускорений на борту КА.

Основная **научная новизна** работы связана с тем, что в работе основной акцент сделан именно на длительность режимов ориентации КА, которая фактически и определяет длительность проведения экспериментов на его борту при отсутствии внешних возмущений. Учитывая, что полученные автором результаты можно использовать для КА различного назначения и в диссертации рассмотрены наиболее часто используемые режимы ориентации КА, становится очевидным, что представленная работа имеет большую практическую значимость.

Среди всех полученных автором результатов наиболее значительными являются:

1. Созданная новая методика численного параметрического исследования устойчивости установившихся режимов угловых движений КА, близких к периодическим, основанная на аппроксимации таких движений последовательностью периодических решений модифицированных уравнений движения.
2. Реализованы законы управления режимом орбитальной ориентации КА реализуемыми с помощью системы гироскопических исполнительных органов. Построенные законы помимо поддержания заданной ориентации КА ограничивают накопление собственного кинетического момента гиросистемы.
3. Построен новый закон управления режимом солнечной ориентации КА, реализуемый с помощью системы гироскопических исполнительных органов в условиях ограничения накопления гиросатического момента и отсутствия возможности изменения положения солнечных батарей относительно корпуса КА.
4. Реализован режим солнечной ориентации КА, реализуемым системой магнитных исполнительных органов при наличии постоянного гиросатического момента и отсутствии возможности изменения положения солнечных батарей

относительно корпуса КА.

5. Разработана новая эффективная методика выбора геометрических параметров схемы расположения и физических характеристик двигателей-маховиков, обеспечивающих реализацию предложенных режимов углового движения КА. Получены аналитические зависимости для выбора геометрических параметров системы двигателей-маховиков, расположенных по схеме «четырёхугольная пирамида» при реализации режима программных разворотов КА, а также для поддержания орбитальной и солнечной ориентации КА.

Достоверность практических научных положений диссертации подтверждается соответствием результатов теоретических исследований, численного моделирования, а также сравнением с результатами, опубликованными другими авторами по схожим проблемам.

Основные результаты работы отражены в 17 статьях в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Из них 11 научных статей в российских периодических изданиях которых индексируются в базе цитирований научных публикаций Scopus. Автором оформлено 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и получено 6 актов о внедрении результатов диссертации. Основные результаты диссертации докладывались на всероссийских и международных научных конференциях и тематических семинарах.

Вместе с тем, по автореферату к представленной работе необходимо сделать **следующие замечания:**

1. В контексте данной работы при численном моделировании уравнений движения КА порядок точности разложения гравитационного потенциала Земли в ряд по сферическим функциям вполне достаточно было бы учесть члены порядка (8,8) включительно, а не (36,36).

2. В автореферате ничего не сказано про метод продолжения по параметру, который использовался в шестой главе при построении особых поверхностей для системы гироидов.

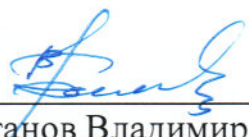
Указанные замечания не снижают общий высокий научный уровень работы.

Судя по автореферату диссертация «Динамика и управление угловым движением космического аппарата, предназначенного для проведения длительных

научных экспериментов» соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции от 16.10.2024 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. **Автор диссертационной работы Игнатов А.И. заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика и динамика машин (технические науки).**

Я, Бетанов Владимир Вадимович, даю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы, связанные с защитой диссертационной работы Игнатова Александра Ивановича «Динамика и управление угловым движением космического аппарата, предназначенного для проведения длительных научных экспериментов», и их дальнейшую обработку.

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


/Бетанов Владимир Вадимович/
«27» мая 2025 г.

Подпись Бетанова Владимира Вадимовича заверяю.

Ученый секретарь АО «Российские космические системы»,
к.т.н., старший научный сотрудник




/Федотов Сергей Анатольевич/
27.05.2025

Сведения об организации: Акционерное общество «Российские космические системы» (АО РКС), 111250, г. Москва, улица Авиамоторная, д. 53, официальный сайт: <https://russianspacesystems.ru/>, эл. почта: contact@spacecorp.ru
тел.: 8 (495) 673 9430.