

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации 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»

В настоящее время отсутствие собственной долговременной орбитальной станции (ДОС) является для России не только вызовом в плане обеспечения суверенитета, но и вызовом в плане удержания лидирующих позиций в использовании космического пространства. И наоборот, наличие собственной ДОС и вытекающих из этого возможностей реализации длительных научных экспериментов в космосе, связанных с уникальными условиями их проведения, могло бы дать импульс к развитию различных областей науки и отраслей промышленности, создать предпосылки для успешного осуществления перспективных космических программ. Поэтому, несомненно, решение комплекса задач, связанных с созданием современной ДОС, является одной из приоритетных целей космической отрасли России, а диссертационная работа А.И. Игнатова, направленная на достижение этой цели, является своевременной и актуальной.

В данной работе, посвященной в конечном итоге созданию системы ориентации ДОС, разрабатываются законы управления угловым движением ДОС в комплексе с исследованием режимов углового движения ДОС, обеспечивающих на борту необходимые условия для проведения длительных научных экспериментов. Результаты этих исследований, полученные в диссертации, важны для сокращения стоимости и времени разработки системы ориентации и стабилизации ДОС и поэтому имеют важное хозяйственное значение.

В качестве исполнительных органов системы ориентации ДОС рассматриваются гироскопические и электромагнитные органы управления.

Соискатель разработал методику численного параметрического исследования устойчивости установившихся режимов угловых движений ДОС, близких к периодическим, основанную на аппроксимации таких движений последовательностью периодических решений модифицированных уравнений движения. Для режима одноосной магнитной ориентации динамически симметричного космического аппарата (КА) соискатель доказал существование периодических решений модифицированных уравнений движения в случае использования модели IGRF геомагнитного поля. С помощью численного параметрического исследования установившихся режимов угловых движений КА изучен вопрос о возникновении резонансов между вращением вектора магнитной индукции геомагнитного поля вдоль орбиты и колебаниями продольной оси динамической симметрии КА относительно этого вектора. Для режима орбитальной ориентации ДОС разработана методика прогнозирования и оценки минимального уровня микроускорений в заданной точке ДОС. Построены такие законы управления режимами орбитальной и солнечной ориентации ДОС с помощью системы гироскопических

исполнительных органов, которые поддерживают заданные режимы ориентации ДОС и одновременно ограничивают накопление собственного кинетического момента гиросистемы. Важным с технической точки зрения результатом представляются полученные соискателем аналитические зависимости для выбора геометрических параметров системы двигателей-маховиков, расположенных по схеме «четырёхугольная пирамида», при реализации режимов программных разворотов КА, а также для поддержания орбитальной и солнечной ориентации КА.

Эти результаты, полученные автором с использованием методов аналитической механики и теории устойчивости движения и подкреплённые результатами численного моделирования, свидетельствуют не только о теоретической и практической значимости выполненной работы, но и о высокой квалификации автора диссертации.

К недостаткам автореферата можно отнести следующее:

1. Во многих местах в тексте отсутствуют запятые (например, см. последний абзац на с.15, второй абзац на с.16, первый абзац на с.17 и т.д.).

2. Опечатка на с. 15 (2-я строка снизу): «...уравнений к ним добавляется уравнение, описывающие изменение...».

3. В третьем абзаце на с.16 неясна природа упоминаемой в п.4 «силы, создаваемой органами управления», а также суть самих органов управления, поскольку не разъясняется, каким движением может управлять система управления - орбитальным или угловым. Дополнительную неясность вносит следующая фраза в этом же абзаце: «Если КА совершает неуправляемое движение или для управления им используются гироскопические или магнитные исполнительные органы, то последняя из перечисленных причин исчезает». Судя по упоминанию гироскопических или магнитных исполнительных органов, речь идет об управлении не орбитальным, а угловым движением и, следовательно, о создании управляющих моментов сил. Но тогда непонятно, о какой исчезающей силе идет речь в этом абзаце.

4. На с.18 отмечено, что вектор $\mathbf{n}$ - орт оси симметрии КА. Однако, судя по уравнениям, приведенным на той же странице, $\mathbf{n}$ - орт оси динамической симметрии КА.

5. На с.18 приведена довольно странная формула, определяющая «дипольный момент магнита КА», и не разъяснен смысл параметра I_0 , входящего в эту формулу.

6. на с. 20 и 21 неоднократно упоминается периодическое решение, которое можно будет использовать как аппроксимацию установившегося решения исходной системы (2). Поскольку само это периодическое решение не приводится, то было бы целесообразно пояснить структуру этого периодического решения или хотя бы указать, в классе каких функций оно строится.

7. Опечатка на с.29: «два стационарных решений системы».

8. Опечатка на с.32: «магнетометра».

9. Опечатка на с.33: «результаты численного моделирование».

10. Опечатка на с.35: «наличие аэродинамический момент».

Несмотря на указанные замечания, автореферат дает ясное представление о качестве, объеме и важности полученных в диссертации результатов. Автореферат и

статьи автора, опубликованные в журналах, одобренных ВАК для опубликования научных результатов соискателей ученой степени доктора наук, позволяют сделать вывод о высоком научном уровне проведенных в диссертации исследований, об их актуальности и большой теоретической и практической значимости.

Судя по автореферату, представленная диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (с изм. от 26.05.2020, ред. от 11.09.2021), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Александр Иванович Игнатов заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 1.1.7 - «Теоретическая механика, динамика машин».

Доктор физико-математических наук,
профессор кафедры Теоретической и
прикладной механики Санкт-Петербург-
ского государственного университета

Тихонов Алексей Александрович

14 апреля 2025

ПОДПИСЬ РУКИ
УДОСТОВЕРЯЮ

НАЧАЛЬНИК УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ
С. В. МОРОЗОВА



Сведения об организации:
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет»
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9.
Тел. +7(812)3282000. Эл. почта: spbu@spbu.ru Сайт: spbu.ru