



Госкорпорация «Роскосмос»
Акционерное общество
**«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР имени М.В. ХРУНИЧЕВА»**
(АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)

Новозаводская ул., д. 18, г. Москва, 121309, тел.: 8 (495) 797-33-33,
Тел.: 8 (495) 797 33 33 доб. 599-34, Тел/факс: +7 (499) 749 92 31, факс: 8 (495) 797-33-33 доб. 506-91,
e-mail: agd@khrunichev.ru, <http://www.khrunichev.ru>, salut@khrunichev.ru
ОГРН 5177746220361, ИНН/КПП 7730239877/773001001

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор Государственного
космического научно-производственного центра
им. М.В. Хруничева



Денискин Денис Геннадьевич

« 2 » декабря 2025 года

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Туфана Анта на тему «Метод проектирования демпфирующих устройств космических аппаратов с учётом динамических процессов по снижению виброактивности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)»

Работа, посвящённая снижению воздействия вибрационных возмущений на борту космических аппаратов (КА), появляющихся при работе систем управления ориентацией и стабилизации, отличается высокой актуальностью в связи с постоянным ужесточением требований к эксплуатационным характеристиками прецизионной аппаратуры.

Анализ перспективных направлений снижения воздействия вибрационных возмущений на борту КА показывает, что наиболее эффективным, универсальным и реализуемым методом снижения виброактивности на борту КА является

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«9» 12 2025 г.

использование демпфирующих устройств – виброизоляторов, гасителей колебаний и комплексных систем виброизоляции, которые позволяют эффективно уменьшать влияние механических колебаний как внешних, так и внутренних возмущений по сравнению с внесением изменений в конструкции систем с подвижными массами и самого КА.

Тема и решенная в диссертационной работе научная задача обоснования и разработки метода проектирования демпфирующих устройств космических аппаратов с учётом динамических процессов по снижению виброактивности являются актуальными.

В ходе решения научной задачи автор лично получил научные результаты, новизна которых заключается в том, что:

во-первых, разработан метод снижения виброактивности на борту КА с помощью магнитожидкостной системы виброизоляции, которая существенно уменьшает амплитуды вибрационных возмущений, исходящих от систем с подвижными массами в условиях эксплуатации;

во-вторых, исследованы новые проектно-конструкторские решения для упругих элементов магнитожидкостной системы, направленные на снижение разницы между частотами первых тонов собственных колебаний системы – с использованием специально разработанных зигзагообразных пружин, что позволяет повысить точность настройки магнитожидкостного гасителя на заданную частоту и обеспечить эффективное виброгашение;

в-третьих, на основе разработанной автором модели магнитожидкостной системы виброизоляции с зигзагообразными пружинами с ослабленными участками, выполненными в виде круглых и квадратных отверстий, впервые определены рациональные физико-геометрические параметры для зигзагообразных пружин с ослабленными участками в виде круглых и квадратных отверстий, что позволяет свести частоты первых тонов собственных колебаний магнитожидкостной системы виброизоляции с учетом требований к напряженно-деформированному состоянию пружин.

Достоверность полученных результатов исследований обеспечивается точностью и адекватностью нового метода снижения виброактивности на борту КА с помощью магнитожидкостной системы виброизоляции, новых результатов математического моделирования и результатов экспериментальных исследований, необходимым объёмом экспериментальных исследований, полнотой учета факторов, определяющих интенсивность воздействия вибрационных возмущений на борту КА, подтверждается удовлетворительной сходимостью теоретических и

экспериментальных результатов, непротиворечивостью результатов исследований других авторов в сопоставимых условиях.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии теории проектирования, конструкции, производства, испытаний и эксплуатации летательных аппаратов в части, касающейся обоснования и разработки нового метода снижения виброактивности на борту КА, основанного на сведении частот первых тонов собственных колебаний магнитожидкостной системы с использованием специально разработанных зигзагообразных пружин с ослабленными участками.

Основные новые научные результаты данной диссертационной работы могут в дальнейшем стать теоретической и экспериментальной основой для исследований в области теории виброзащиты и разработки новых методов создания демпфирующих устройств и систем виброизоляции КА такими организациями-разработчиками и организациями-изготовителями КА как АО «НПО Лавочкина», АО «Решетнев», «Бюро-1440» и другими.

Практическая значимость работы состоит в существенном снижении негативного влияния вибрационных воздействий на работу прецизионной аппаратуры во время эксплуатации КА на основе применения предложенной магнитожидкостной системы виброизоляции с зигзагообразными пружинами, оснащёнными круглыми и квадратными отверстиями, для снижения силовомоментных воздействий от систем с подвижными массами.

Основные результаты диссертационной работы достаточно полно апробированы на семи всероссийских и международных научных конференциях, что подтверждается списком научных трудов соискателя, включающим семь тезисов докладов.

Основные результаты диссертационной работы достаточно полно опубликованы в 25 научных трудах, включая 8 научных статей в журналах, входящих в Перечень ВАК по специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)», 5 научных статей, опубликованных в изданиях, входящих в международные базы данных WoS и Scopus, а также 7 тезисов докладов, представленных на всероссийских и международных научных конференциях.

Кроме того, результаты работы изложены в 5 опубликованных учебных пособиях, изданных установленным порядком.

Данные публикации дополнительно подтверждают достоверность и обоснованность полученных результатов, свидетельствуя о их высоком научном уровне.

Основные результаты диссертационной работы достаточно полно реализованы (внедрены) в учебном процессе МАИ (НИУ) на кафедре 601 «Космические системы и ракетостроение» и при разработке рабочих программ и методических материалов занятий лекционного и семинарского типа по дисциплинам «Проектно-динамический анализ функционирования космических аппаратов», «Динамика космических аппаратов», «Динамика летательных аппаратов», «Основы проектирования космических аппаратов», «Основы проектирования летательных аппаратов», «Spacecraft Dynamics» и «Aircraft Dynamics» для подготовки бакалавров, магистров и специалистов по направлениям 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика», 24.04.01 «Ракетные комплексы и космонавтика» и 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», что подтверждается соответствующими актами о реализации.

Основные новые результаты диссертационной работы разработаны в рамках плановых НИР МАИ.

Содержание диссертационной работы изложено технически грамотно, что показывает высокую квалификацию автора в рассматриваемой предметной области исследований.

Выводы и основные положения диссертационной работы обоснованы и логически вытекают из результатов проведенных исследований, носят содержательный характер.

Содержание автореферата указывает на то, что диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)».

В целом следует отметить высокий научно-технический уровень диссертационной работы, однако, исходя из автореферата, она не лишена некоторых недостатков:

1) Не отражено в автореферате, каким образом выбран максимальный показатель динамической устойчивости и от каких факторов зависит этот выбор;

2) Не рассмотрены вопросы температурной деформации упругих элементов магнитожидкостной системы виброизоляции и ее влияние на работоспособность данной системы.

Отмеченные недостатки не снижают научную и практическую ценность результатов проведенных исследований и могут рассматриваться как направления дальнейших исследований.

ВЫВОДЫ:

1. Диссертационная работа Туфана Анта является самостоятельной завершенной научной квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной задачи обоснования и разработки метода проектирования демпфирующих устройств космических аппаратов с учётом динамических процессов по снижению виброактивности, которое имеет важное значение для народного хозяйства страны и развития теории проектирования, конструкции, производства, испытаний и эксплуатации летательных аппаратов.

2. По уровню научной новизны, практической значимости и степени реализации научных результатов диссертационная работа отвечает критериям п.п. 9-14, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

3. Автор диссертации, Туфан Ант, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании НТС АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», протокол от «01» декабря 2025 г. № 2538.



Агафонов Кирилл Владимирович

кандидат технических наук (по специальности 05.07.06 «Наземные комплексы, стартовое оборудование, эксплуатация летательных аппаратов»), АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», г. Москва, ул. Новозаводская, д. 18, заместитель начальника направления по технологии эксплуатации КБ «Салют» им. В.М. Мясищева, т. 8-495-797-33-33, доб. 5-42-35.



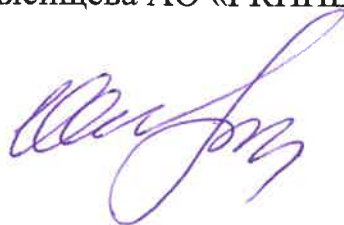
Лычкин Максим Тимофеевич

кандидат технических наук (по специальности 05.07.06 «Наземные комплексы, стартовое оборудование, эксплуатация летательных аппаратов»), АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», г. Москва, ул. Новозаводская, д. 18, начальника отдела К406 КБ «Салют» им. В.М. Мясищева, т. 8-495-797-33-33, доб. 5-42-35.

Подпись заместителя начальника направления по технологии эксплуатации КБ «Салют» им. В.М. Мясищева АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» Агафонов К.В., начальника отдела КБ «Салют» им. В.М. Мясищева АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» Лычкина М.Т. заверяю.

Первый заместитель генерального конструктора
КБ «Салют» им. В.М. Мясищева АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»

« 2 » декабря 2025 года



Скоков Игорь Борисович