

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, главного специалиста проектного комплекса Акционерного общества «Научно производственное объединение им. С.А. Лавочкина» **Сысоева Валентина Константиновича**, на диссертационную работу **Стогний Михаила Владимировича** «Разработка облика и методики определения проектных параметров космического аппарата-эвакуатора группы верхних ступеней ракет-носителей», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена непрерывно нарастающей угрозой техногенного засорения околоземного космического пространства. Столкновения крупных объектов космического мусора (ОКМ) демонстрируют реальность сценария синдрома Кesslera, способного привести к полной блокировки использования низких околоземных орбит.

В связи с этим разработка эффективных средств активного удаления ОКМ, таких как, крупногабаритных верхних ступеней ракет-носителей, является одной из важнейших задач современной космонавтики.

Представленная работа, направленная на создание методики проектирования специализированного космического аппарата-эвакуатора (КАЭ) для группового увода таких объектов, безусловно, актуальна и имеет высокую практическую значимость.

Цель – разработка облика и методики определения проектных параметров космического аппарата-эвакуатора группы верхних ступеней ракет-носителей с низких околоземных орбит для применения на ранней стадии проектирования

Для достижения поставленной цели сформулированы четыре последовательные задачи – от разработки компоновочной схемы космического аппарата-эвакуатора до применение разработанной методики для проектирования космических аппаратов-эвакуаторов, уводящих группы верхних ступеней ракет-носителей «Зенит-2» и «Космос-3М».

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«14» 10 2025 г.

Научная новизна работы состоит в:

- разработке оригинальной конструктивно-компоновочной схемы КАЭ, позволяющей существенно снизить сухую массу аппарата и повысить эффективность миссии по уводу группы однотипных ОКМ;
- создании методики определения проектных параметров для данного нового класса аппаратов (КАЭ), позволяющая получить массово-инерционные характеристики аппарата, параметры манипулятора, надувного аэродинамического тормоза и схему увода группы ОКМ;
- применении разработанной методики, позволяющей определить проектные параметры КАЭ для увода конкретных групп верхних ступеней РН «Зенит-2» и «Космос-3М»: показана возможность решения данной задачи силами 3-4 аппаратов, что повышает экономическую эффективность миссий.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии методологии системного проектирования нового класса космических аппаратов – активных эвакуаторов космического мусора. Разработанная методика вносит вклад в теорию проектирования сложных технических систем, позволяя анализировать влияние проектных параметров на эффективность выполнения целевой задачи.

Практическая значимость работы подтверждается актами внедрения. Разработанная методика внедрена в АНО «Космическая экономика и политика» и в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Результаты работы выполнены при поддержке гранта РНФ и в рамках Федеральной целевой программы, а их дальнейшее развитие запланировано в составе федерального проекта по развитию космических средств на период до 2036 года, что свидетельствует о высоком интересе со стороны государственных и частных заказчиков.

Тематика работы и ее содержание в полной мере соответствуют паспорту специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов». Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность, сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проведен анализ проблемы космического мусора, включая его классификацию, обоснован выбор целевых объектов космического мусора и методов их увода. Проанализированы и классифицированы существующие технические решения, что позволило аргументированно предложить новую компоновочную схему КАЭ с захватом за сопло маршевого двигателя.

Данный КАЭ является сложным комплексом, состоящий из базового модуля, манипулятора и тормозных модулей. Поэтому разработка методики проектирования такого КА является сложной технической задачей.

Вторая глава посвящена разработке комплексной методики определения проектных параметров КАЭ. Представлены массовые модели базового аппарата и тормозных модулей, рассмотрена оптимизационная задача по выбору количества аппаратов и средств выведения.

Особого внимания заслуживает глубокий анализ динамических нагрузок при захвате вращающегося объекта, выполненный с применением современных программных комплексов («MSC Adams», «MSC Patran/Nastran»). Для подтверждения разработанной методики проектирования КАЭ автор рассмотрел возможность применения КАЭ для существующих групп ОКМ.

В третьей главе продемонстрировано предложение по практическому применению методики для двух конкретных групп ОКМ.

Определены проектные параметры КАЭ, необходимое количество пусков ракет-носителей и проведён анализ компоновочных схем, что подтверждает работоспособность и полезность разработанного технического решения.

В заключении показано, что цели задачи диссертационного исследования успешно решены.

Кратко и четко изложены основные результаты работы, и они состоят в следующем:

1. Синтезирована новая конструктивно-компоновочная схема космического аппарата-эвакуатора, позволяющая очистить низкие околоземные орбиты от группы из нескольких десятков однотипных верхних ступеней ракет-носителей. Двухступенчатая модульная компоновочная схема космического аппарата-

эвакуатора позволяет повысить техническую эффективность миссии по активному уводу верхних ступеней ракет-носителей.

2. Разработана методика определения проектных параметров космического аппарата-эвакуатора, Методика является замкнутой, итерационной и комплексной и состоит из четырёх модулей и позволяет выбирать количество средств выведения.

3. Получены новые результаты анализа условий нагружения податливого космического манипулятора после захвата крупной вращающейся верхней ступени ракет-носителя, показывающие возможность захвата ступени массой до 9 т, вращающейся с угловой скоростью до 25 град/с. Найдены параметры системы амортизации манипулятора.

4. С применением разработанной методики получены проектные параметры космических аппаратов-эвакуаторов, предназначенных для увода групп верхних ступеней ракет-носителей «Зенит-2» и «Космос-3М». Показано, что для увода 34 верхних ступеней ракет-носителей потребуется 3–4 космических аппарата эвакуатора, что повышает экономическую эффективность миссий по активной очистке низких околоземных орбит

Основные результаты работы опубликованы в научных статьях в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, входящих в Перечень Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации.

Апробация результатов исследования проведена на большом количестве Российских и международных научно-технических конференций.

Несмотря на бесспорные достоинства работы, можно высказать ряд замечаний:

1. Вопрос надёжности и живучести КАЭ. Миссия предполагает многократное сближение, захват и увод крупногабаритных неконтролируемых объектов, что сопряжено с высокими рисками. В работе не затрагиваются вопросы оценки вероятности успешного выполнения всей цепочки операций одним аппаратом, а также анализ последствий и возможных решений на случай

частичного отказа (например, повреждения манипулятора при захвате одного из объектов).

2. Детализация моделирования внешних факторов. Целесообразно было бы оценить влияние долговременных внешних воздействий на КАЭ в течение всей протяжённой миссии (например, влияние сопротивления атмосферы на НОО, гравитационных возмущений) на точность навигации и расход топлива.

3. В методике не представлена описание применения НАТ, хотя автор ввел его в составе КАЭ.

4. Не приведены оценки влияния изменения теплового состояния космической конфигурации «КАЭ-манипулятор-тормозной модуль» во время выполнения операции по захвату ОКМ, что может влиять на механические параметры этой конфигурации и следствие на ход операции.

5. Недостаточное освещение технико-экономического аспекта. В работе представлены технически обоснованные варианты увода групп ОКМ с использованием различных ракет-носителей («Союз-5», «Ангара-А5» и др.). Однако для полного обоснования эффективности методики не хватает сравнительного анализа стоимости предлагаемых вариантов миссий. Это важно для демонстрации не только технической, но и экономической целесообразности разработанных решений.

6. Форма представления сложных формул. В работе присутствуют сложные массовые модели, представленные в виде громоздких формул. Для улучшения восприятия их можно было вынести в приложение к работе, оставив в основном тексте итоговые зависимости и ключевые выводы из них.

Указанные замечания носят частный характер и **не снижают высокой общей оценки** выполненной работы, ее научной новизны и практической ценности.

Надо отметить, что данное исследование является существенным вкладом в новую область космической техники — связанных в один комплекс космических аппаратов, возможности которых позволяют решать задачу удаления

космического мусора, а также ряд других задач, например заправка топливом космических аппаратов.

Учитывая актуальность темы, глубину проведенного исследования, достоверность полученных результатов, их научную новизну и практическую значимость, подтвержденную внедрением, считаю, что диссертационная работа Стогний Михаила Владимировича «Разработка облика и методики определения проектных параметров космического аппарата-эвакуатора группы верхних ступеней ракет-носителей» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу. Соискатель демонстрирует глубокие знания и умение решать сложные научно-технические задачи.

Представленная работа соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, предъявляемым п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ (Постановление Правительства 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор Стогний Михаил Владимирович **заслуживает** присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов.

Главный специалист проектного комплекса

АО «НПО им. С.А. Лавочкина»

доктор технических наук

Телефон: +7495-286-60-00 доб. 9297

Электронная почта: SysoevVK@laspace.ru,

Подпись В.К. Сысоева заверяю

Заместитель генерального директора

по персоналу и общим вопросам

АО «НПО им. С.А. Лавочкина»


6.10.25

Сысоев Валентин

Константинович



 Шолохова И.В.

Акционерное общество «Научно производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (НПО им. С.А. Лавочкина)

Почтовый адрес: 141402, МО, г. Химки, Ленинградская ул., д. 24

Электронная почта: npol@laspace.ru

Телефон: +7 (495) 286 60 00

С отзывом ознакомлен 