



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»
(АО «НПО Лавочкина»)



Ленинградская ул., д. 24, г. Химки,
Московская область, 141402
ОГРН 1175029009363, ИНН 5047196566

Тел. +7 (495) 573-56-75, факс +7 (495) 573-35-95
e-mail: npol@laspace.ru
www.laspace.ru

от 11 НОЯ 2020 № 500/26791
на № _____ от _____

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»
Учёному секретарю диссертационного совета
Д 212.125.10
кандидату технических наук, доценту
А.Р. Денискиной

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д.4

Отзыв официального оппонента

ведущего научного сотрудника, доктора технических наук
Занина Кирилла Анатольевича

на диссертационную работу Кургузова Алексея Вячеславовича
«Формирование проектных параметров энергодвигательной системы
межорбитального транспортного аппарата с жидкостным и электрическим
ракетными двигателями», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.07.02 «Проектирование,
конструкция и производство летательных аппаратов»

Актуальность темы исследования

Современный этап развития космонавтики характеризуется существенным
улучшением качества информационных услуг, предоставляемых при помощи
космических систем. Наиболее востребованными у государственных и
гражданских пользователей являются космические услуги по связи и передаче
данных.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«16» 11 2020

Т. Денис

Поддержание и развитие отечественной орбитальной группировки космических аппаратов связи и вещания осуществляется в соответствии с Федеральной космической программой на 2016-2025 годы, государственной программой «Информационное общество» и другими нормативными актами.

Целью является создание единого информационного пространства для социально-экономического развития страны на базе орбитальной группировки космических аппаратов (КА) связи и вещания.

К настоящему времени благодаря развитию электроники создано новое поколение космических платформ, обладающих лучшей пропускной способностью и длительным сроком активного существования.

Наиболее важной с точки зрения обеспечения космической связи является геостационарная и высокоэллиптическая орбита требующая больших затрат характеристической скорости на выведение. Конкуренция между производителями достаточно высока и направлена как на создание более тяжелых и мощных КА, так и на их групповой запуск. Кроме того, проведение импортозамещения элементной базы привело к увеличению массы целевой аппаратуры и платформ КА.

В результате для существующих и перспективных средств выведения возникает необходимость повышения выводимой массы на высокоэллиптические и геостационарные орбиты при экономических ограничениях и высокоширотном расположении основных космодромов Российской Федерации.

Большинство современных КА связи оснащаются достаточно мощной системой энергопитания и электро-ракетной двигательной установкой (ЭРДУ) для коррекции орбиты. Поэтому одним из технических решений является использование комбинированной схемы выведения на переходную орбиту с использованием жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) и довыведения на рабочую орбиту с ЭРДУ.

Однако в результате большой длительности интервала выведения на ЭРДУ снижается ресурс КА, отодвигаются сроки начала коммерческой эксплуатации.

Такая схема выведения впервые осуществлена на отечественных КА «Ямал» и «Экспресс», что позволило вывести более тяжелые КА. В связи с использованием имеющихся образцов ЭРДУ, ЖРД и ограничений располагаемого запаса электрической мощности платформы, реализованные параметры схемы выведения нельзя считать рациональными. Определение рациональных параметров для такой схемы требует создания новых методик проектирования учитывающих взаимное влияние характеристики ЭРДУ и ЖРД на показатели качества транспортной операции.

Автор диссертации решает актуальную научно-техническую задачу определения проектных параметров комбинированной энергодвигательной системы КА по показателям интервала времени выведения и затрат массы рабочего тела с учетом технических ограничений.

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов

Наиболее значимым научным результатом диссертационной работы является методика и алгоритмы анализа совокупности баллистических и проектных параметров транспортного модуля:

1. Обобщенная модель энергодвигательной системы на основе ЖРД и ЭРДУ, которая позволяет оценить проектные параметры элементов, входящих в ее состав и их влияние на показатели качества транспортной операции.

2. Усовершенствованная методика и схема моделирования позволяющая увязать комплекс проектных параметров транспортного модуля с баллистикой перелета, тягой, удельным импульсом ЭРДУ и ЖРД, ограничениями по мощности солнечной батареи и их деградации.

3. Результаты моделирования, обеспечивающие формирования рационального проектного облика перспективных КА и разгонного блока:

- анализ требуемой тяги ЖРД;
- анализ требуемой тяги ЭРДУ;
- влияние удельного импульса ЭРДУ на массу подсистем;
- оценку времени перелета и затрат массы топлива;

- оценку деградации солнечных батарей на интервале перелета;
- учет различных ограничений.

Практическая значимость

Разработанная методика позволяет анализировать различные варианты межорбитального транспортного аппарата на этапе предварительных проектных проработок. Предложены статистические модели подсистем позволяющие оценить их характеристики. Проведена оценка их достоверности.

Использование результатов работы позволяет улучшить качество проектирования КА нового поколения и сформировать обоснованные требования к параметрам перспективных ЭРДУ, ЖРД и бортовых систем.

Перспективным направлением является применение разработанной методики для анализа проектных параметров малых КА для межпланетных полетов. Такие КА могут выводиться попутным грузом на геостационарную или высокоэллиптическую орбиту с последующим разгоном до второй космической скорости при помощи ЭРДУ.

Теоретическая значимость

В работе проведен анализ и обобщение существующих комбинированных схем выведения. Автор провел декомпозицию задачи и усовершенствовал системную модель комбинированной энергодвигательной системы, впервые включив в нее детализированные алгоритмы расчета проектных параметров с учетом баллистики перелета.

Достоверность полученных результатов

Достоверность данных, полученных в диссертационной работе, обеспечивается применением известных теоретических методов, аналитическими и статистическими оценками, а так же их сравнением с результатами математического моделирования. Полученные результаты подтверждены сравнением с зарубежными и отечественными КА аналогичного типа.

Личный вклад автора

Диссертационная работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, вынесенные на защиту. В случаях заимствования имеются ссылки на литературные источники. Материал изложен технически грамотным языком, снабжен достаточным количеством иллюстраций и оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным работам.

Результаты диссертационной работы достаточно опубликованы в 3-х рецензируемых статьях и обсуждались на 4-х конференциях.

Имеется свидетельство государственной регистрации на программу выбора проектных параметров межорбитального транспортного аппарата.

Автореферат и опубликованные работы полностью соответствуют содержанию текста диссертации.

Постановка задачи, ее решение и результаты соответствуют специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Замечания по работе

1. В работе предложен обобщенный критерий в виде линейной свертки частных показателей: интервала времени, массы и радиационной нагрузки. Не ясно, чем обоснован выбор именно линейной свертки, а не множества Парето, минимаксного показателя или других способов.

2. На странице 32 приводится постановка задачи оптимизации, однако метод нахождения минимума, необходимые и достаточные условия оптимальности не уточняются. В постановке задачи не раскрыт перечень варьируемых проектных параметров и их ограничений, хотя они и рассматриваются далее в частных методиках.

3. Прототипом ступени с ЖРД выбран разгонный блок Бриз-М. Отсутствует оценка результатов для других разгонных блоков: Фрегат-СБ, ДМ-3, КВТК и др.

4. На странице 84-85 приводится оценка точности выведения в зависимости от тяги ЭРДУ с учетом не центральности поля тяготения Земли.

Вместе с тем не ясно, как учитывается разброс тяги, ошибки навигации и другие возмущающие факторы, влияющие на точность выведения.

5. В работе не учитывается зависимость массы рабочего тела системы ориентации и стабилизации от длительности работы ЭРДУ.

6. В рекомендациях приводятся рациональные параметры энергодвигательной системы перспективного КА, однако не уточняются численные оценки достигнутых значений показателей по сравнению с прототипами.

Заключение

Диссертационная работа представляет собой законченную научную квалификационную работу, содержащую решение актуальной научно-технической задачи создания методики проектирования комбинированной энергодвигательной системы межорбитального транспортного аппарата, имеющей важное значение для социально-экономического развития Российской Федерации.


Диссертационная работа Кургузова Алексея Вячеславовича соответствует критериям, изложенным в пунктах 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» .

Ведущий научный сотрудник

доктор технических наук

Контактные данные

Тел.: +7 (495) 575-59-74. E-mail: pc4a@laspase.ru

 К.А. Занин
11.11.2020

Подпись К.А. Занина удостоверяю

Заместитель генерального директора по научной работе

доктор технических наук, профессор



 С.Н. Шевченко