

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Жумаева Зайнуллы Сериковича выполненную на тему «Методика проектирования наноспутника с солнечной энергодвигательной установкой», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

Актуальность темы исследования. Развитие космической техники, миниатюризация и снижение энергопотребления бортового оборудования космических аппаратов (КА) достигло на сегодняшний день уровня, позволяющего решать широкий круг задач в космосе и из космоса с использованием КА микро и нано классов, объединенных, как правило, в многоспутниковые низкоорбитальные группировки. Формирование и поддержание баллистической структуры группировки, компенсация действия аэродинамического сопротивления требует обеспечения маневренных возможностей КА. Ограниченные энергетические возможности рассматриваемого типа КА, наряду с высокими требованиями к экономичности, заставляют разработчиков всего мира искать новые решения по обеспечению необходимых запасов характеристической скорости на борту КА. В связи с этим диссертация Жумаева З.С. посвященная созданию маневрирующего нано КА, оснащенного солнечной энергодвигательной установкой (СЭДУ), несомненно является актуальной.

Научная новизна и практическая значимость исследований. В рамках диссертационной работы Жумаевым З.С. получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

1) Комплексная математическая модель функционирования нано КА с СЭДУ, учитывающая взаимовлияние работы основных бортовых систем аппарата, СЭДУ и орбитальное движение с прохождением теневых участков.

2) Конструктивно-компоновочная схема КА форм-фактора CubeSat 6U, позволяющая разместить на борту СЭДУ и использовать ее преимущества по

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«04» 04 2022

прямого использованию солнечной энергии для создания реактивных управляющих сил.

3) Программный комплекс на языке Python, позволяющий проводить численное моделирование работы nano КА для выбора подходящих проектных параметров в соответствии с выбранной компоновкой аппарата.

Представленные результаты имеют существенную теоретическую и практическую значимость.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов обусловлена применением апробированного методического аппарата и подтверждается совпадением результатов выполненных расчетов с экспериментально наблюдаемыми величинами.

Рекомендации по использованию результатов диссертации. Научно-методический аппарат, сформированный Жумаевым З.С. для обоснования проектных параметров nano КА дистанционного зондирования Земли может быть использован при проектировании nano и микро КА другого назначения: сбора информации с устройств интернета вещей, глобального сбора информации с морских судов и т.д., где требуется оперативное формирование низкоорбитальных многоспутниковых группировок. Кроме того, разработанный программный комплекс моделирования функционирования КА, наглядно демонстрирующий изменение и взаимовлияние режимов и параметров функционирования КА и его элементов, с успехом может быть использован при подготовке специалистов по проектированию, производству и эксплуатации орбитальных средств.

Достоинства диссертации.

1. Автором предложена математическая модель функционирования КА с СЭДУ, состав и детализация которой хорошо соответствует решаемым в работе задачам обоснования выбора проектных параметров аппарата и позволяет при этом выполнять с приемлемой оперативностью необходимый объем расчетов.

2. Программный комплекс, реализующий сформированную в работе методику обоснования облика КА дистанционного зондирования Земли с СЭДУ, позволяющий наглядно представить режимы и параметры функционирования КА и

его бортового оборудования с целью анализа результатов принятых при проектировании КА решений.

3. В работе предложены и достаточно обоснованы оригинальные технические решения по компоновке 6U CubeSata с СЭДУ и выбору самой схемы СЭДУ, основанные на анализе большого объема наработок, что позволяет рассчитывать на их реализуемость в проектах перспективных КА.

Недостатки диссертации.

1. Предложенный автором научно-методический аппарат обладает большими возможностями по анализу результатов принятых технических решений, однако вынесенная на защиту методика выбора проектных параметров наноспутника с СЭДУ лишена постановок оптимизационных задач и не содержит методов их решения для поиска наилучших значений проектных параметров.

2. При разработке имитационной модели функционирования КА с СЭДУ хорошо обоснованы допущения и подобраны соответствующие модели отдельных элементов аппарата за исключением модели системы электропитания, в которой не учтены процессы регулирования параметров генерирования электроэнергии, влияние которых существенно при частичном затенении солнечных батарей, имеющих относительно крупные фотопреобразователи.

3. Не вполне корректно выполняется верификация модели орбитального движения КА. Модель построена с использованием достаточно грубых допущений, что, впрочем, вполне соответствует решаемой задаче, но проверяется она по натурным данным, которым модель не должна соответствовать. При этом в модели использованы хорошо апробированные соотношения, и корректнее в данном случае говорить о проверке реализации алгоритмов, заложенных в разработанный программный комплекс.

4. При изложении алгоритма построения орбитальной группировки автор ограничивается задачей фазирования на полный виток двух КА с изменением в общем случае высоты орбиты. При этом за рамками исследования остается гораздо более сложная задача равномерного распределения по орбите нескольких аппаратов. Обоснования такой постановки задачи в работе не приведено.

Перечисленные недостатки не снижают общий научный уровень проведенных исследований и в целом не влияют на положительное мнение официального оппонента о представленной диссертационной работе. Диссертационная работа в целом имеет законченный характер, хорошо структурирована, логически связана и достаточно иллюстрирована. Научный язык автора отличается высокой грамотностью, характеризует компетентность автора во всех рассматриваемых областях. Диссертация и автореферат оформлены аккуратно, в полном соответствии с требованиями нормативной документации.

Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Автореферат соответствует содержанию диссертации и в достаточной мере передаёт основную суть проведённых автором исследований.

Результаты исследований автора прошли всестороннюю апробацию на ряде Всероссийских конференций. Материалы достаточно полно изложены в 4-х научных статьях в рецензируемых научных изданиях. Судя по датам опубликования основных результатов исследования, научная общественность ознакомлена с ними в приемлемые сроки до защиты диссертации.

Заключение

Диссертация Зайнуллы Сериковича Жумаева является завершённой научно-квалификационной работой, в которой сформулирована и решена важная для авиационно-космической отрасли научная задача обоснования облика нано КА с СЭДУ.

Диссертация выполнена единолично, содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

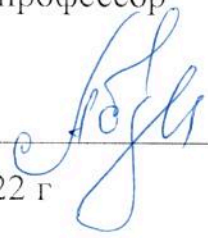
По научному содержанию, глубине и полноте выполненных исследований, а также значимости и ценности полученных результатов, выводов и рекомендаций, диссертация соответствует критериям Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, которым должна отвечать диссертация на соискание учёной

степени кандидата наук, также диссертация соответствует требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, утвержденного Приказом Минобрнауки России от 10.11.2017 № 1093 к оформлению диссертаций.

Считаю, что автор представленной диссертационной работы, Жумаев Зайнулла Серикович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Официальный оппонент

начальник кафедры космических аппаратов и средств межорбитальной транспортировки Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского доктор технических наук, профессор


«31» марта 2022 г  Абдурахимов Алексей Александрович

Контактная информация

Почтовый адрес: 197198 г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13
Телефон: +7 (812) 347-9612
Электронная почта: vka@mil.ru

Подпись Абдурахимова Алексея Александровича удостоверяю

Врио начальника отдела кадров Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского

 «31» марта 2022 г  Е.В.Слатова

С оппонентом согласован,
04.04.2022 Зайнулла Серикович Жумаев З.С.