

Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский университет)
Москва, Волоколамское шоссе, д.4.
ученому секретарю
диссертационного совета
24.2.327.09 к.т.н., Стрельцу Д.Ю.

Отзыв официального оппонента

На диссертационную работу Кикиной Анны Юрьевны
**«Разработка расчетно-экспериментального метода повышения
точности позиционирования исполнительных органов антропоморфных
робототехнических систем для перспективных пилотируемых космических
программ»**, на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство,
испытания и эксплуатация летательных аппаратов»

Актуальность темы диссертации.

Разработка Российской орбитальной станции, Перспективного транспортного корабля Лунной пилотируемой программы требует внедрения в космические летательные аппараты новых бортовых систем, в том числе и робототехнических антропоморфных для формирования человеко-машинных экипажей в пилотируемых экспедициях. Для работы с бортовым оборудованием и научной аппаратурой космонавту необходима в качестве поддержки деятельности бортовая антропоморфная робототехническая система (АРТС), которая представляет собой человекоподобного робота и человеко-машинный интерфейс. Копирующий режим управления исполнительными органами (манипуляторами) АРТС является динамично развивающимся направлением. Для передачи манипуляторам робота движений оператора используется

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«24» 11 2025 г.

задающее устройство копирующего типа (ЗУКТ), которое имеет ряд проблем, одна из которых – недостаточная точность выполнения целевых операций. В соответствии с изложенным, актуальной задачей является разработка расчетно-экспериментального метода повышения точности позиционирования исполнительных органов АРТС для перспективных пилотируемых космических программ.

**Степень обоснованности, достоверность и новизна положений,
выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждаются тем, что:

- допущения, принятые при разработке математических моделей, подтверждены многочисленными исследованиями в практике проектно-конструкторских организаций;
- заключения по диссертационной работе подтверждаются и иллюстрируются проведенными экспериментальными исследованиями с участием космонавтов

Полученные автором диссертации основные методические и расчетные результаты прошли апробацию на отечественных и международных научно-технических конференциях.

Построение диссертационной работы логично, в ней проведены разработка и анализ основных ключевых вопросов:

1. Расчетно-экспериментального метода повышения точности позиционирования исполнительных органов бортовой АРТС, основанного на введении искусственных параметров, задаваемых оператором базовых целевых операций, реализуемого на предварительном этапе, проводимом в наземных условиях, и на этапе выполнения космической программы.
2. Алгоритма повышения точности целевой операции попадания манипулятором бортовой АРТС рычага управляющего устройства в заданный угол поворота на основе построения полиномиальной регрессионной

зависимости угла отклонения управляющего устройства космонавта-оператора от угла отклонения рычага управляющего устройства бортовой АРТС.

3. Алгоритм повышения точности базовой целевой операции позиционирования точки на рабочей поверхности бортовой АРТС, основанного на методе машинного обучения «Случайный лес».

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, полученных в диссертационной работе

Научная новизна результатов диссертации заключается в разработанных автором методе и алгоритмах, которые позволяют эффективно решить задачу повышения точности позиционирования исполнительных органов антропоморфных робототехнических систем для перспективных пилотируемых космических программ (ППКП).

Автором впервые получены следующие научные результаты:

1. Расчетно-экспериментальный метод повышения точности позиционирования исполнительных органов бортовой АРТС, основанный на введении искусственных параметров, задаваемых оператором базовых целевых операций, реализуемый на предварительном этапе, проводимом в наземных условиях, и в условиях выполнения космической программы.

2. Алгоритм повышения точности базовой целевой операции попадания манипулятором бортовой АРТС рычагом управляющего устройства в заданный угол поворота, на основе построения полиномиальной регрессионной зависимости угла отклонения управляющего устройства космонавта-оператора от угла отклонения рычага управляющего устройства бортового АРТС.

3. Алгоритм повышения точности базовой целевой операции позиционирования точки на рабочей поверхности бортовой АРТС, основанный на методе машинного обучения «Случайный лес».

Рецензируемая диссертационная работа написана корректным научным языком, хорошо технически оформлена и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертационным работам, представляемым на соискание ученой степени кандидата технических наук. Содержание диссертации изложено

в двадцати одной публикации: из них в журналах перечня ВАК К2 в восьми; в сборниках тезисов докладов научных конференций - тринадцати.

Значимость полученных результатов для науки и практического применения

Научная значимость заключается в разработке и развитии метода и алгоритмов повышения точности целевых операций бортовой АРТС, реализуемых на предварительном этапе, проводимом в наземных условиях, и в условиях выполнения космической программы; в определении возможностей и особенностей коллаборации бортовых АРТС для поддержки деятельности экипажей в ППКП.

Практическая значимость научных результатов диссертационной работы заключается в разработке методики проведения эксперимента для получения аппроксимирующих регрессионных зависимостей между параметрами, задаваемыми рукой космонавта-оператора в ЗУКТ, и параметрами, получаемыми в результате работы рукой бортовой АРТС; в построении регрессионных зависимостей для повышения точности базовых целевых операций, в том числе, попадания манипулятором бортовой АРТС рычагом управляющего устройства в заданный угол поворота и повышения точности позиционирования точки на рабочей поверхности бортовой АРТС; в разработке специального программного обеспечения алгоритма повышения точности базовых целевых операций и в разработке конструкции рычага управляющего устройства и реализации изготовления рычага на 3 – D принтере.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Разработанный расчетно-экспериментальный метод повышения точности позиционирования исполнительных органов бортовой АРТС предполагает построение алгоритмов повышения точности базовых целевых операций, выполняемых бортовой АРТС в ППКП для уменьшения рассогласования движений бортовой АРТС и космонавта-оператора при управлении АРТС с помощью ЗУКТ.

Соответствие паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов», а именно:

– пункт 1 «Разработка методов проектирования и конструирования, математического и программно-алгоритмического обеспечения для выбора оптимальных облика и параметров, компоновки и конструктивно-силовой схемы, агрегатов и систем ЛА, наземных комплексов и стартового оборудования, с учетом особенностей технологии изготовления, отработки и испытаний, механического и теплового нагружения, взаимосвязи ЛА с наземным комплексом и стартовым оборудованием, неопределенности проектных решений. Разработка методов и алгоритмов обеспечения контроля и обеспечения эффективности применения ЛА в процессе эксплуатации»;

– пункт 2 «Создание теоретической, методической, экспериментальной и производственной базы, позволяющей обеспечить требуемые показатели качества по назначению, надежности, точности, взаимозаменяемости, технологичности, унификации и стандартизации, эргономичности, технической эстетики, патентной чистоты».

Соответствие содержания диссертационной работы специальности 2.5.13. подтверждается используемыми методами исследования, апробацией работы и положениями, выносимыми на защиту.

Оценка содержания и внутреннего единства диссертации

В автореферате представлены разделы, отражающие содержание и структуру диссертационной работы: актуальность, цель, задачи, методы исследований, основные положения, научная новизна, практическая значимость, достоверность, апробация, выводы. Приводится краткое содержание глав диссертации, основные результаты расчетов.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертации не указаны базовые целевые операции, выполняемые бортовой АРТС в ППКП, с которыми предстоит дальнейшая работа.

2. В продолжении работы по повышению точности базовой целевой операции попадания манипулятором бортовой АРТС рычагом управляющего устройства в заданный угол поворота, на основе построения полиномиальной регрессионной зависимости угла отклонения рычага управляющего устройства космонавта-оператора от угла отклонения рычага управляющего устройства бортового АРТС, следует уменьшить шаг изменения угла поворота рычага управляющего устройства.

Приведенные замечания не снижают научной ценности и значимости полученных результатов диссертационной работы для их практического применения.

Заключение

Диссертация Кикиной Анны Юрьевны на тему: «Разработка расчетно-экспериментального метода повышения точности позиционирования исполнительных органов антропоморфных робототехнических систем для перспективных пилотируемых космических программ» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны и изложены новые теоретические положения и научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для решения задачи повышения точности позиционирования исполнительных органов антропоморфных робототехнических систем для перспективных пилотируемых космических программ.

Диссертация написана на высоком научном уровне, что свидетельствует о высокой научной подготовке соискателя. Автор имеет большой опыт практической работы с бортовыми антропоморфными робототехническими системами и является сложившимся научным специалистом высокой квалификации.

Таким образом, диссертация «Разработка расчетно-экспериментального метода повышения точности позиционирования исполнительных органов антропоморфных робототехнических систем для перспективных пилотируемых космических программ» соответствует критериям, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 (в ред. Постановлений Правительства РФ), а соискатель Кикина Анна Юрьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Официальный оппонент

Доцент Балтийского Федерального Университета

им. И. Канта, к.т.н.


10.11.25

/Толстель Олег Владимирович/

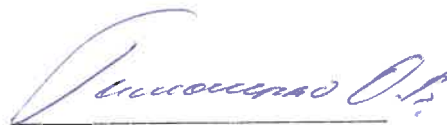
Подпись Толстеля О.В. удостоверяю


З. Толстель Олег Владимирович

(должность)



(подпись)



(Ф. И. О.)

С отзывом ознакомлен.

от диссертанта 2025 года

