



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ»
АО «НИИхиммаш»

РФ, 127015, г. Москва, ул. Большая Новодмитровская, д.14
Тел./факс: +7 (495) 685-56-74 / +7 (495) 685-29-23
E-mail: info@niichimmash.ru

**Отзыв на автореферат диссертационной работы
Кикиной Анны Юрьевны, выполненной на тему:**

**«Разработка расчетно-экспериментального метода
повышения точности позиционирования исполнительных
органов антропоморфных робототехнических систем
для перспективных пилотируемых космических программ»,**

*представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство,
испытания и эксплуатация летательных аппаратов»*

Планируемое развертывание долговременной Российской орбитальной станции (РОС), разработка пилотируемого транспортного корабля (ПТК) и лунная исследовательская программа делают необходимым разработку и интегрирование в космические летательные аппараты (КЛА) новых систем, в том числе, бортовых антропоморфных робототехнических систем (АРТС). Использование бортовых АРТС планируется для формирования человеко-машинных экипажей в пилотируемых экспедициях и для проведения самостоятельных действий при работе РОС и планетных баз в беспилотном режиме. В последнем случае предусматривается возможность обслуживания и ремонта бортовой АРТС систем и агрегатов станции, включая системы жизнеобеспечения.

Возможные варианты управления бортовой АРТС:

1. В интерактивном «копирующем» режиме – космонавтом, находящимся на борту станции, с помощью задающего устройства копирующего типа (ЗУКТ) с отображением обратной связи по усилию и с модулем визуализации;
2. В автоматическом режиме – по предварительно сформированным программам, в том числе, с применением методов «машинного» обучения;
3. В супервизорном режиме, в том числе с использованием технологии

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«25» 11 2021 г.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

голосового управления.

Для перспективных пилотируемых космических программ (ППКП) востребованным способом управления АРТС остается управление в «копирующем режиме», реализуемое посредством копирования действий космонавтов-операторов, облаченных в ЗУКТ. Важной задачей управления бортовой АРТС в копирующем режиме является обеспечение точности управления, достижение полного подобия между движениями космонавта-оператора, облаченного в ЗУКТ и кинематическими звеньями бортовой АРТС. Таким образом, разработка расчетно-экспериментального метода повышения точности позиционирования исполнительных органов антропоморфных робототехнических систем для ППКП является актуальной задачей.

В рассматриваемом автореферате диссертационной работы предложен научный подход для 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.

Новизна заключается в разработанном расчетно-экспериментальном методе повышения точности позиционирования исполнительных органов бортовой АРТС, основанной на:

- введении искусственных параметров, задаваемых оператором базовых целевых операций;
- алгоритме повышения точности базовой целевой операции попадания рычага управляющего устройства манипулятора бортовой АРТС в заданный угол поворота путем построения полиномиальной регрессионной зависимости угла отклонения управляющего устройства космонавта-оператора от угла отклонения рычага управляющего устройства бортовой АРТС;
- алгоритме повышения точности базовой целевой операции позиционирования точки на рабочей поверхности бортовой АРТС, в основе которого лежит алгоритм машинного обучения методом Случайного леса (Random Forest).

На наш взгляд положения, выносимые автором на защиту, являются значимыми научными результатами.

Практическое применение результатов, полученных автором:

- разработка методики проведения эксперимента для получения аппроксимирующих регрессионных зависимостей между параметрами, задаваемыми рукой космонавта-оператора в ЗУКТ, и параметрами, получаемыми в результате работы манипулятора бортовой АРТС;

- построение регрессионных зависимостей для повышения точности базовых целевых операций, в том числе, попадания рычага управляющего устройства манипулятора бортовой АРТС в заданный угол поворота и повышения точности позиционирования точки на рабочей поверхности бортовой АРТС;

- разработка специального программного обеспечения для алгоритма повышения точности базовых целевых операций;

- разработка конструкции рычага управляющего устройства и технологического процесса изготовления рычага на 3-D принтере.

Допущения, принятые при разработке математических моделей, подтверждены многочисленными исследованиями в практике проектно-конструкторских организаций. Заключение по диссертационной работе подтверждается и иллюстрируются проведенными экспериментальными исследованиями с участием космонавтов, показавших выполнение целевой операции попадания рычагом управляющего устройства манипулятора АРТС в заданный угол поворота с точностью не менее 90% и целевой операции по позиционированию точек на рабочих плоскостях оператора и АРТС с точностью не менее 81%, что позволяет считать полученные результаты достоверными.

Результаты диссертационного исследования в достаточном объеме опубликованы.

Автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод, что диссертационная работа является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным самостоятельно на высоком научном уровне. Впервые приведены результаты, позволяющие их квалифицировать как решение научной за-

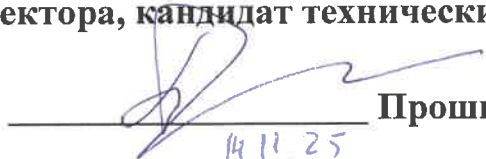
дачи, имеющей существенное значение в области технических наук. Структурно-логическое построение диссертационной работы отвечает заявленной теме, автор раскрывает ее во введении, четырех главах и заключении. Результаты исследования и основные выводы обоснованы.

Принципиальных замечаний к автореферату нет. В качестве недостатка можно отметить отсутствие в автореферате обоснования принятых параметров алгоритма Случайного леса.

Несмотря на указанный недочет, диссертационная работа Кикиной Анны Юрьевны представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача и даны рекомендации для практического применения.

Уровень диссертации соответствует 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».

Начальник сектора, кандидат технических наук


14.11.25 **Прошкин Владимир Юрьевич**

Акционерное общество «Научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения» (АО «НИИХиммаш»).

РФ, 127015, г. Москва, ул. Большая Новодмитровская, д.14

Тел./факс: +7 (495) 685-56-74 / +7 (495) 685-29-23

E-mail: info@niichimmash.ru

Подпись *Прошкина Владимира Юрьевича* заверяю

Главный конструктор АО «НИИХиммаш»

 **Рукавицын Сергей Николаевич**