



**ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСКОСМОС»
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
АВТОМАТИКИ И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Н.А. ПИЛЮГИНА»
(АО «НЩАП»)**

ОГРН 1217700553344, ИНН 9728050571
117342, Москва, ул. Введенского, 1.
Телефон (495) 535-39-16, факс (495) 334-83-80
E-mail: info@nrcap.ru, www.nrcap.ru

Исх. от 03.03.2026 № 3535/Д1/084

На № _____ / _____ от _____

ОТЗЫВ

официального оппонента

**доктора технических наук доцента Дишеля Виктора Давидовича
на диссертационную работу Тучина Дениса Андреевича,
выполненную на тему: «Математические модели и методы навигационного
обеспечения и баллистического проектирования полётов космических
аппаратов»,**

**представленную на соискание ученой степени доктора физико-
математических наук по специальности: 1.2.2 – «Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ»**

Разработка отечественных проектов исследования ближнего и дальнего космоса с помощью космических аппаратов (КА) и межпланетных станций различного целевого назначения является объективным направлением развития мировой космонавтики, которое порождает ряд новых проблемных вопросов.

В диссертации Д.А. Тучина рассматривается важная научно-практическая проблема, связанная с организацией решения задач баллистико-навигационного обеспечения (БНО) управления полетами

разнообразных типов космических систем, как околоземных многоспутниковых систем, так и систем и объектов, предназначенных для исследования дальнего космоса, средств их доставки на орбиты назначения, в единой среде и с учётом ограниченных ресурсов, обусловленных уровнем развития наземной и особенно бортовой вычислительной техники. Предлагаются научно-методические, программно-алгоритмические и технологические решения, направленные на оптимизацию и автоматизацию процессов решения баллистических задач – основных инструментов сокращения времени на проведение множественных расчётов. Актуальность работы определяется отсутствием современных методических подходов и соответствующих программно-математических и технических инструментов, учитывающих особенности функционирования разнообразных космических систем, что сдерживает развитие таких систем.

В ходе работы автором был проведен комплексный анализ современных и перспективных подходов к информационному обеспечению полетом космических систем, в том числе межпланетных. На основе системы взаимосвязанных математических моделей создан программный комплекс, обеспечивающий не только проверку эффективности разработанного метода, но и позволяющий решать задачи БНО существующими и перспективными космическими системами. Разработана и практически реализована методика построения единого баллистического информационного пространства, позволяющая моделировать движение разнородных объектов в единой среде с использованием всех доступных вычислительных ресурсов. Разработана и реализована на практике автоматизированная система планирования решения задач БНО, позволяющая без участия человека осуществлять планирование, решение и проверку корректности результатов баллистических расчётов. Разработана методика гибкого поддержания баллистической структуры космической системы, позволяющая существенно сократить число коррекций по сравнению с существующими подходами. Численные методы,

алгоритмы и реализующие их комплексы программ построены с учетом особенностей и возможностей бортовой вычислительной техники.

Предложенная небесно-механическая интерпретация траекторных измерений способствовала повышению эффективности вычислительных экспериментов, проводимых методами математического моделирования на стендах полунатурных испытаний.

Диссертационная работа Д.А.Тучина, в которой решаются задачи разработки высокоточных моделей, алгоритмов и программных комплексов для определения и прогнозирования движения космических аппаратов с последующей их реализацией в бортовых вычислительных системах, является своевременной, актуальной и научно-практически востребованной. Особую значимость проведенные исследования приобретают ввиду реализации в настоящее время перспективных направлений Федеральной космической программы России.

Предложенные в исследовании подходы обладают существенной научной ценностью: созданный инструментарий баллистического проектирования открывает возможности для теоретического анализа широкого спектра траекторий в Солнечной системе и способствует формированию новых перспективных научных направлений. Одновременно работа характеризуется высокой практической значимостью, что подтверждается успешным внедрением результатов: разработанные методы и программное обеспечение интегрированы в бортовые системы нескольких космических аппаратов на высокоэллиптических орбитах; использовались при навигационном обеспечении ряда научных миссий; а также легли в основу комплексов программ управления для перспективных лунных проектов, включая задачи посадки на поверхность.

Обоснованность и достоверность научных положений и основных результатов диссертационной работы обеспечивается за счет всестороннего анализа состояния исследований в предметной области, согласованности теоретических выводов с результатами вычислительных экспериментов,

апробацией основных положений работы в печатных трудах и докладах на российских и международных конференциях.

Соискатель уделил должное внимание предоставлению результатов применения разработанных численных методов в решении наземных (п. 1.4.10, п. 1.6, п. 1.7.10,) и бортовых задачах (п. 2.6, п. 4.8) навигационного обеспечения. Приведены результаты в определении области достижимости поверхности Венеры (п. 5.2.3) при прямом перелёте с использованием созданного программного комплекса баллистического проектирования. В связи с этим нужно отметить высокую степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов диссертации.

Среди наиболее важных результатов, имеющих научную новизну, можно отметить:

- численный метод определения орбиты на борту космического аппарата, траектория которого выходит за пределы навигационных полей существующих спутниковых навигационных систем. Комплекс программ реализован в отечественном бортовом компьютере;
- разработку архитектуры автономной навигационной системы, позволяющей обеспечить при работе в режиме реального времени выполнение на борту космического аппарата большинство функций наземного баллистического центра;
- критерий идентификации и отбраковки аномальных измерений траектории движения космического аппарата.

Полученные автором результаты свидетельствуют о состоятельности предложенного научно-методического аппарата, технологических, программных и управленческих решений, направленных на организацию процессов БНО управления полетами. Важно отметить, что разработанные и реализованные на практике принципы организации и создания программного обеспечения для решения задач БНО, уже много лет используются при управлении космическими системами Госкорпорации «Роскосмос».

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. В диссертации не приведены четкие критерии, по которым оценивается оперативность решения задач БНО управления разнообразными, в том числе многоспутниковыми космическими системами, а также не определен порядок расширения ресурсов, привлекаемых к управлению полетами космических систем, который считался бы приемлемым.

2. В тексте диссертационной работы имеется множество мест, где автор при изложении очередных исследований ссылается на материал и даже формулы, которые располагаются много ниже, вплоть до следующих глав.

Обобщая вышесказанное можно заключить, что предложенные автором принципы, методики, технологии представляют важный вклад в развитии теории и практики управления и навигации объектов и в совокупности составляют новое направление в этой области науки и техники.

Основные результаты представленной работы нашли свое применение при разработке СУ объектами РКК различного назначения. Лётно-конструкторские испытания подтвердили правильность выбранных решений, высокое качество синтезированных алгоритмов, реализующих их программ и надежность предложенных способов их отработки.

Результаты диссертационной работы неоднократно докладывались на всероссийских и международных конференциях, защищены рядом изобретений. Все теоретические положения, выдвигаемые автором, корректно обоснованы.

Автореферат достаточно полно и правильно отражает основные результаты, полученные в работе.


В целом, диссертационная работа Тучина Д.А. представляет собой законченное научное исследование, содержащее решение крупной научно-технической проблемы, направленное на развитие ракетно-космической отрасли страны. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а её автор Тучин

Денис Андреевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Результаты работы прошли достаточную апробацию на научных семинарах и конференциях и были опубликованы в 70 печатных изданиях, 59 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 24 – в периодических научных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, 8 – в тезисах докладов, 2 – в монографиях. 5 работ опубликовано без соавторов. Зарегистрирована 1 программа для ЭВМ.

Содержание работы и положения, выносимые на защиту, соответствуют паспорту специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Учитывая изложенное, считаю, что представленная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а её автор Тучин Денис Андреевич заслуживает присуждения ему искомой учёной степени.

Доктор технических наук, доцент,
начальник отдела программно-алгоритмического
обеспечения систем инерциальной навигации и
средств внешнетраекторной коррекции «Научно-
производственного центра автоматизации и
приборостроения имени академика Н.А. Пилюгина»
117342, Москва, ул. Введенского, 1. +7 (916) 141-30-
65, e-mail: info@nrca.ru

 / Дишель В.Д. /

Подпись д.т.н., доцента Дишеля Виктора Давидовича удостоверяю:

Первый заместитель Генерального конструктора «Научно-

производственного центра автоматизации и приборостроения имени

академика Н.А. Пилюгина»  / Саложников Александр Илариевич /

