



**НПО
ЛАВОЧКИНА**

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

«25» 02 2026 г. № 517/24

На № _____ от _____

Учёному секретарю
диссертационного совета
Д 24.1.273.01
на базе ИПМ РАН
к.ф.-м.н., Корнилиной М.А.
125047, г. Москва, Миусская пл. д. 4.



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный конструктор

А.С. Митькин

«__» _____ 2026 г.

Отзыв

на автореферат диссертации

Тучина Дениса Андреевича

на тему «Математические модели и методы навигационного обеспечения и баллистического проектирования полётов космических аппаратов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Реализация современных и перспективных проектов по исследованию ближнего и дальнего космоса требует постоянного совершенствования методов и алгоритмов навигации и управления полётом. Особую актуальность приобретает решение задач в условиях ограничений, таких как использование одного наземного измерительного пункта, работа в разрывном навигационном поле глобальных спутниковых систем (ГНСС) или определение орбит по малому количеству видимых навигационных спутников на геостационарных

и эксцентричных орбитах. Важнейшим этапом создания космической техники является наземная отработка бортовых систем методами математического моделирования и полунатурного моделирования, а также оперативный анализ вариантов межпланетных перелётов на этапе баллистического проектирования.

В этой связи диссертационная работа Д.А. Тучина, направленная на создание и применение новых математических моделей, численных методов и комплексов программ для повышения автономности, точности и надёжности решения навигационных задач и задач управления движением космических аппаратов (КА), представляется **актуальной** и соответствующей приоритетным направлениям развития отечественной космонавтики.

Как следует из автореферата, целью работы является создание методов и алгоритмов математического моделирования, а также их программная реализация на отечественной вычислительной технике для повышения вероятности успеха перспективных космических проектов. Автором решены три ключевые задачи: создание бортовой автономной навигационной системы (АНС) для работы по сигналам ГНСС в условиях разрывного навигационного поля; разработка алгоритмов управления движением для посадки на Луну; создание программного комплекса для статистического моделирования межпланетных траекторий.

Научная новизна работы не вызывает сомнений.

1. Разработан численный метод определения орбиты на борту КА, выходящего за пределы навигационного поля ГНСС, что позволяет определять параметры движения КА на геостационарных и эксцентричных орбитах.
2. Предложена архитектура АНС, реализующая функции баллистического центра на борту в реальном времени за счёт разделения вычислительных процессов на сигнальном и навигационном процессорах.
3. Выполнено оригинальное исследование аномальных измерений, на основе которого создан новый критерий для их идентификации и отбраковки.

Теоретическая значимость работы заключается в создании целостной архитектуры и комплекса взаимосвязанных методов для автономной навигации КА в сложных условиях, а также в развитии инструментов баллистического проектирования, позволяющих теоретически исследовать множества траекторий в Солнечной системе и выявлять новые схемы полёта с использованием гравитационных манёвров.

Практическая значимость подтверждена впечатляющим объёмом внедрений. Разработанные методы и программы:

- используются в составе бортовой АНС шести КА на эксцентричных орбитах;

- применялись в навигационном обеспечении полётов КА «Спектр-РГ», «МКА-ФКИ» и разгонного блока «Фрегат»;
- включены в бортовой программный комплекс и стенды полунатурной отладки системы управления КА «Луна-25», что обеспечило успешный перелёт и выход на орбиту Луны впервые за 50 лет.

Достоверность полученных результатов обеспечена строгостью используемых математических методов (методы наименьших квадратов, фильтр Калмана, методы Рунге-Кутты, Левенберга-Марквардта и др.), корректностью постановок задач и, что особенно важно, успешной апробацией разработанных алгоритмов и комплексов программ в реальных лётных испытаниях и штатной эксплуатации космических аппаратов.

Автореферат, в целом, даёт полное и структурированное представление о проведённых исследованиях, используемых методах и полученных результатах. Содержание автореферата и публикаций (в том числе 24 статей в журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, и 5 работ без соавторов) соответствует паспорту специальности 1.2.2.

По автореферату имеется ряд **вопросов и замечаний**:

1. В описании бортовой АНС (Глава 2) указано, что на геостационарной орбите для первого достоверного определения требуется априорная информация. Хотелось бы уточнить, насколько критичным является объём и точность этой априорной информации для успешного запуска алгоритма?
2. В тексте автореферата (Глава 3) говорится о создании имитационного комплекса для моделирования сигналов ГНСС, однако не совсем ясно, предусматривает ли данный комплекс возможность моделирования работы аппаратуры в условиях воздействия ионосферных возмущений?
3. При описании алгоритмов управления посадкой (Глава 4) следовало бы более подробно остановиться на вопросе парирования возмущений, связанных с неравномерной выработкой топлива из баков и смещением центра масс, что критически важно для точности реализации терминального наведения.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы. Диссертация Д.А. Тучина, насколько можно судить по автореферату, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области математического моделирования, численных методов и создания комплексов программ для навигационного обеспечения и баллистического проектирования полётов космических аппаратов.

Представленная диссертация выполнена на высоком научном уровне, содержит новые результаты, имеющие теоретическое и практическое значение,

соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации №41 от 01.10.2018г. и № 426 от 20 марта 2021г.)» ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук. Автор диссертации Д.А. Тучин заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Авторы дают свое согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени доктора физико-математических наук Тучина Д.А.

Заместитель начальника
отдела баллистики и навигации,
доктор технических наук



Назаров Анатолий Егорович

Начальник сектора отдела
динамики полёта КА, кандидат
технических наук



Розин Петр Евгеньевич

Ведущий математик
отдела баллистики и навигации,
кандидат технических наук



Гордиенко Евгений Сергеевич

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»
(АО "НПО Лавочкина")

Почтовый адрес: 141402, РФ, г. Химки, Московская область, Ленинградская ул., д. 24.

Телефон: +7 (495) 573-56-75

Официальный сайт: <http://www.laspace.ru/>

Электронная почта: npol@laspace.ru