

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Тучина Дениса Андреевича
«Математические модели и методы навигационного обеспечения
и баллистического проектирования полётов космических аппаратов»,
представленной на соискание учёной степени
доктора физико-математических наук
по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ»

Реализация космической программы нашей страны предполагает реализацию сложных проектов исследований ближнего и дальнего космоса. Это предъявляет высокие требования к навигационному обеспечению при проектировании и реализации полётов. Решению навигационных задач посвящена диссертация. Рассмотрены задачи навигационного обеспечения для автономной бортовой системы и наземной системы в составе баллистического центра. При этом учитываются различные ограничения, например, использование сигналов систем космической навигации в условиях разрывного навигационного поля на геостационарных и эксцентричных орбитах по малому составу измерительной информации. Для наземных систем – это работа по измерениям одного измерительного пункта. Для комплекса бортовых программ режимов управления движением космического аппарата с посадкой на поверхность Луны – это требования надёжной автономной работы. Численные методы, алгоритмы и реализующие их комплексы программ разработаны с учётом возможностей отечественной наземной и бортовой вычислительной техники. Следует отметить, что реализация на борту космического аппарата функций наземной обработки траекторных измерений исключает ошибки, вызванные человеческим фактором. В связи со сказанным диссертационная работа Д.А.Тучина, целью которой является создание методов и алгоритмов математического моделирования для повышения вероятности успешной реализации перспективных отечественных проектов исследования ближнего и дальнего космоса, посвящена **актуальной теме**, которая тесно связана с приоритетными направлениями Федеральной космической программы России на предстоящую перспективу.

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в создании архитектуры автономной навигационной системы, предназначенной для работы на борту космического аппарата в разрывном навигационном поле на высоких эллиптических и геостационарных орбитах. Большую теоретическую значимость также имеют методы, алгоритмы и комплексы программ этой автономной навигационной системы. Созданный инструмент баллистического проектирования, который позволяет рассчитывать и анализировать множество

траекторий перелётов в Солнечной системе, также имеет большую теоретическую значимость.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что разработанные методы, алгоритмы и программы используются в составе бортовой автономной навигационной системы шести космических аппаратов на орбитах с большим эксцентриситетом; разработаны комплексы программ управления движением космического аппарата, включая посадку на поверхность; разработанные методы и алгоритмы использовались в навигационном обеспечении полёта космических аппаратов научного назначения «МКА-ФКИ (ПН1) «Зонд-ПП», «МКА-ФКИ (ПН2) «Рэлек», «Спектр-РГ»; методы, алгоритмы и программы включены в бортовой программный комплекс управления режимами движения и в стенды аппаратно-программной отладки систем космического аппарата «Луна-25».

Научной новизной обладают следующие результаты, полученные автором:

1. архитектура автономной навигационной системы, обеспечивающая выполнение функций баллистического центра и автономно работающая на борту космического аппарата;
2. численный метод определения орбиты на борту космического аппарата, выходящего за пределы навигационного поля спутниковых навигационных систем, реализованный в виде комплекса программ для отечественного бортового компьютера;
3. критерий идентификации и отбраковки аномальных траекторных измерений движения космического аппарата.

Из выносимых на защиту результатов можно выделить:

1. Численные методы определения параметров движения космического аппарата, которые позволили решить задачи высокоточного определения орбиты низкоорбитальных космических аппаратов с использованием измерений одного наземного измерительного пункта и бортовой телеметрической информации.
2. Методы, алгоритмы и программы, которые включены в бортовой программный комплекс управления режимами движения и в стенды аппаратно-программной отладки систем космического аппарата «Луна-25».
3. Разработанный рекуррентный метод фильтрации измерений при обеспечении слежения за сигналами навигационных систем для сокращения используемой памяти бортового компьютера.
4. Разработанный численный метод минимизации ошибок вычислений при интегрировании уравнений движения и формировании матрицы нормальных уравнений метода наименьших квадратов при обработке измерений на борту космического аппарата.
5. Разработанный быстродействующий метод вычисления на борту космического аппарата гравитационных возмущений от Луны и Солнца.

6. Программа, позволяющая оперативно анализировать варианты при баллистическом проектировании перспективных космических проектов. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Судя по автореферату, диссертация 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».

Д.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической механики МГТУ им Н.Э. Баумана
Владимир Владимирович Лапшин

105005, Москва, ул. 2-ая Бауманская, д.5, стр. 1,

Тел. 8-499-198-22198 e-mail: lapshin032@bmstu.ru

Я, Владимир Владимирович Лапшин, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Тучина Дениса Андреевича в их дальнейшую обработку.

В.В.Лапшин

04.03.2026

Подпись В.В. Лапшина заверяю

Ведущий специалист по персоналу:



Шагабудинов И. В.