

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Жукова Бориса Сергеевича на тему
«Автономная оптическая навигация космических аппаратов при полетах к
Луне и малым телам Солнечной системы»

Работа Жукова Бориса Сергеевича посвящена исследованиям по разработке и внедрению методов автономной оптической навигации космических аппаратов в практику космических полётов в дальний космос.

Научная новизна работы заключается исследовании вопросов автономной оптической навигации с использованием телевизионных систем по горизонту планеты (например, на трассе перелёта Земля-Луна или при подлёте к планете-цели) и использованием специализированных каталогов ориентиров. Затронуты вопросы оптимизации навигационных алгоритмов и составления каталогов ориентиров.

Новые научные результаты, полученные в работе Жукова Б.С.:

1. Разработан метод автономной оптической навигации по горизонту планеты на околопланетных орбитах. Проведено исследование метода с получением оценки погрешностей для окололунной орбиты.

2. Разработан и исследован метод автономной оптической навигации по контрольным точкам (КТ) на поверхности планеты. Рассмотрены получаемые погрешности определения параметров движения КА на окололунной орбите и входе выполнения основного торможения при посадке на ее поверхность.

3. Разработана методика комплексирования навигационных измерений по горизонту и по контрольным точкам на околопланетных орбитах. Результатом является обеспечение автономности оптической навигационной системы и высокая точность измерений.

4. Разработан и исследован метод комплексирования навигационных измерений по контрольным точкам и относительным ориентирам на траектории снижения при подлёте к месту посадки.

5. Проведено исследование методов выбора и установления соответствия контрольных точек и относительных ориентиров, оценена их чувствительность к шуму, ошибкам задания масштаба и углов ориентации камер. Выработаны рекомендации для выбора ориентиров при работе оптической системы навигации в реальном времени.

6. Разработан глобальный каталог контрольных точек, обладающих свойствами: оптимальной локализуемости на поверхности Луны; уникальности в области поиска; инвариантности к условиям наблюдения, для задач автономной оптической навигации.

7. Предложен фотометрический метод автономного выбора места посадки на поверхности Луны в наиболее безопасную область (минимальный уклон, отсутствие кратеров и камней более 30 см). В основе метода лежит минимизация относительной дисперсии яркости площадки. Данный метод может быть использован и для работы в окрестности других безатмосферных тел, например, в задаче посадки на поверхность Фобоса или астероида.

Среди практических результатов работы в качестве ключевых можно отметить:

1. На основе предложенных Жуковым Б.С. методов автономной оптической навигации создана оптическая навигационная система для пилотируемого транспортного корабля. Внедрение такой системы в состав бортового комплекса, позволяет повысить надёжность и безопасность космических полётов.

2. На основе разработанных в работе алгоритмов и методов с участием автора ведётся создание телевизионной системы навигации, предназначенной для работы на этапе основного торможения при посадке КА на поверхность Луны, что позволит существенно повысить приведение аппарата к месту посадки. В тоже время, на этапе свободного падения будет иметься возможность выбирать для посадки районы с заданными критериями безопасности.

Полученные в работе Жукова Бориса Сергеевича результаты вносят существенный вклад в развитие технологий автономной оптической навигации космических аппаратов. Основные результаты диссертации опубликованы в 24 статьях в журналах из списка ВАК и 6 статьях в рецензируемых иностранных журналах. Разработанные алгоритмы работы обсуждались более чем на 19-ти всероссийских и международных конференциях.

Помимо достоинств работы, следует обратить внимание на следующие замечания к тексту автореферата диссертации:

1. При обзоре исторических фактов не отмечено, что одним из первых фактов применений автономной оптической навигации космических аппаратов была её реализация в проектах Марс-71 и Марс-73. В обеих миссиях успешно проработал бортовой прибор «СКАН».

2. Навигация по телевизионным изображениям успешно проводилась при сближении с Марсом в проекте Фобос (1989 год). При этом использовалась цифровая модель фигуры Фобоса, разработанная Томом Даксбери, а также его каталог контрольных точек на поверхности Фобоса (в основном кратеров). Данный пример первого применения в СССР каталогов контрольных ориентиров для дальнего космоса также не представлен в тексте автореферата.

3. Важным аспектом, который желательно указать в качестве рекомендаций к дальнейшей работе, является разработка стандартов (в т.ч. рекомендаций к международным стандартам) к системам автономной оптической навигации космических аппаратов. Разработка таких стандартов напрашивается исходя из возрастающей роли таких систем при перспективных исследованиях дальнего космоса, в том числе при проведении пилотируемых экспедиций.

Указанные замечания не снижают значимости выполненной работы и полученных автором новых научных результатов, нашедших практическое применение.

Анализ автореферата дает все основания заключить, что диссертационная работа Жукова Бориса Сергеевича является важным и актуальным научным исследованием, выполненным на высоком научно-техническом уровне. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), а ее автор, Жуков Борис Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Автор отзыва даёт свое согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени доктора наук Жукова Бориса Сергеевича.

И.о. заведующего кафедрой
«Системный анализ и управление»
д.т.н., доцент


Старков Александр Владимирович
« 21 » апреля 2025 г.

Подпись Старкова Александра Владимировича заверяю:
Директор института № 6
«Аэрокосмический» МАИ




О.В. Тушавина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ)
Почтовый адрес: Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993
Электронная почта: mai@mai.ru
Адрес в сети интернет: www.mai.ru
Отдел корреспонденции и контроля исполнения документов: +7(499) 158-92-09