

Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.spacecorp.ru, contact@spacecorp.ru
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 15.05.2025 № PKC НТСЗ-14

На № _____ от _____

Ученому секретарю диссертационного
совета 24.1.481.02,
к.т.н.

С.В. Воронкову

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Жукова Бориса Сергеевича на тему:
«Автономная оптическая навигация космических аппаратов при полетах к Луне и
малым телам Солнечной системы»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по
специальности 1.3.1 – Физика космоса, астрономия

Одной из задач, решаемых при создании космических аппаратов (КА) для дальнего космоса, является обеспечение точной и оперативной навигации, а в ряде миссий – точной и безопасной посадки на поверхность небесных тел. В настоящее время для обеспечения навигации при полетах в дальний космос используется наземная обработка результатов измерений наземных радиотехнических систем, отличающаяся низкой оперативностью из-за конечной скорости распространения сигнала, а также недостаточной надежностью в условиях отсутствия прямой связи с КА или высокой помеховой обстановки.

В связи с этим настоящая работа, посвященная разработке автономных способов навигации КА, является актуальной. Использование предложенных автором методов бортовой обработки телевизионных изображений позволит в реальном времени корректировать траекторию КА, что особенно важно при пролете малых тел с недостаточно известной орбитой и в нештатных ситуациях. Сочетание разработанных методов автономных оптических навигационных измерений по горизонту планеты и по контрольным точкам, а также построения фотометрический карты риска позволит значительно повысить точность посадки КА на поверхность небесных тел и снизить риски нештатных ситуаций, обусловленных некорректно определенным рельефом местности.

В автореферате логично и последовательно представлены основные результаты диссертации. Разработанные автором методы изложены достаточно детально и обоснованно, учитываются условия наблюдения, наличие терминатора, световых

помех, характеристики оптической системы, бортового вычислительного устройства и др.

Достоверность полученных результатов обеспечивается экспериментальной обработкой предложенных подходов на основе анализа реальных изображений Фобоса и Луны. Кроме того представлены результаты работы по созданию оптической навигационной системы для пилотируемого транспортного корабля для применения на окололунных орбитах и на трассе Земля-Луна, реализующей разработанные автором методы.

Вместе с тем в ходе анализа автореферата диссертации выявлены следующие недостатки:

1) одним из достоинств разработанных методов автор указывает значительную экономию ресурсов (в том числе оперативной памяти), но требуемых характеристик бортовой вычислительной системы не приводится;

2) не обоснована необходимость полетной геометрической калибровки камер с использованием контрольных точек на поверхности Земли, не указано, какое повышение точности определения ориентации КА дает такая калибровка по сравнению с наземной стендовой;

3) не приведены требования (ограничения) к оптической части системы автономной навигации, обусловленные особенностями разработанных методов и характеристиками небесных тел. Не ясно, являются ли выбранные при создании оптической навигационной системы камеры оптимальными по своим характеристикам, а также какова взаимосвязь величины ошибок навигации с характеристиками камер;

4) при изложении метода автономной оптической навигации по контрольным точкам анализируются ограничения на углы засечки (максимальные углы между контрольными точками), но не упоминается необходимость ограничений на углы визирования контрольных точек или отсутствие таковой;

5) при изложении алгоритма построения карты риска не приводятся методики выбора шага отсчетов, определения адаптивных порогов, а также возможные значения кодов риска (за исключением максимального значения).

Указанные замечания не снижают научной значимости выполненной работы. Разработанные автором методы автономной оптической навигации по горизонту планеты и контрольным точкам, построения фотометрической карты риска решают важную социально-экономическую задачу повышения надежности и безопасности полетов к Луне, Марсу и малым телам Солнечной системы.

Несмотря на отмеченные недостатки, содержание автореферата и опубликованные работы позволяют сделать вывод о том, что представленная диссертация имеет научную ценность и является законченным и актуальным научным исследованием, выполненным на высоком научно-техническом уровне.

Диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» от 24.09.2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор – Жуков Борис Сергеевич – заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия».

Начальник НЦ ОМЗ – заместитель директора проектов по созданию систем ДЗЗ
АО «Российские космические системы»,
кандидат технических наук
Зайцев Евгений Михайлович



127490, Москва, ул. Декабристов, владение 51, строение 25.

Контактные данные:

тел. (499) 758-07-28;

e-mail: zajcev_em@ntsomz.ru

20.02.12 «Системный анализ, моделирование боевых действий и систем военного назначения, компьютерные технологии в военном деле»

Начальник сектора отдела научно-прикладных исследований
и разработок в области ДЗЗ

Научного центра оперативного мониторинга Земли

АО «Российские космические системы»,

кандидат физико-математических наук

Гришанцева Любовь Александровна



14.05.2025

127490, Москва, ул. Декабристов, владение 51, строение 25.

Контактные данные:

тел. (499) 758-09-78, доб. 522;

e-mail: grishantseva_la@ntsomz.ru

01.04.16 «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Собственноручные подписи Е.М. Зайцева, Л.А. Гришанцевой заверяю

Ученый секретарь, к.т.н., с.н.с.



С.А. Федотов

15.05.2025