



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001

125993, г.Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д.4,
учёный совет МАИ,

Учёному секретарю диссертационного
совета Д 212.125.12
Старкову А.В.

29.10.2019 № 98-5494

На № _____ от _____

отзыв официального оппонента Белоконова

ОТЗЫВ

официального оппонента,
доктора технических наук, профессора Белоконова Игоря Витальевича
на диссертацию Галиханова Никиты Кадимовича на тему
«Формирование облика системы определения ориентации
перспективного космического аппарата ГЛОНАСС»,
выполненной по специальности
05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации
(авиационная и ракетно-космическая техника),
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность темы диссертации.

Повышение требований к точности поддержания ориентации космических аппаратов (КА) навигационного назначения определяет необходимость разработки прецизионных систем ориентации и стабилизации (СОС). Значительный вклад в точность поддержания ориентации вносит погрешность оценки параметров ориентации КА (до 30%), которая, в свою очередь, определяется методическими ошибками и инструментальными ошибками измерительных средств СОС. На сегодняшний день определение ориентации на КА основных поставщиков навигационных услуг – GPS, ГЛОНАСС, Galileo и Beidou осуществляется с помощью приборов определения ориентации по Земле и по Солнцу, а также по показаниям бортовой инерциальной навигационной системы на особых участках орбиты КА и в специальных режимах функционирования. Использование классических алгоритмов решения задачи определения ориентации по измерениям указанных аппа-

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. №
- 01 11 20 19

ратных средств, в совокупности с используемой схемой формирования управления, приводит к точности поддержания ориентации КА системы ГЛОНАСС на уровне 0,5 градуса, что вдвое превышает требования к точности поддержания ориентации для перспективной платформы КА отечественной навигационной системы.

Поэтому поиск новых путей решения проблемы повышения точности определения ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС, предложенный автором диссертации, основанных на комплексировании ранее неиспользованных измерений, разработка и исследование архитектуры, методик, математических моделей интегрированной системы определения ориентации и алгоритмов оценки параметров ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС, следует признать актуальным.

Оценка новизны, достоверности и практической значимости результатов.

В диссертационной работе автором получен ряд новых научных результатов, основанных на комплексировании астрооптических измерений терминалов межспутниковой лазерной навигационно-связной системы (МЛНСС) и малогабаритного блока измерения скоростей (МБИС). Диссертантом предложена новая архитектура системы определения ориентации перспективного КА ГЛОНАСС, а также разработан комплекс алгоритмов и программ, обеспечивающих значительное повышение точности определения ориентации. В рамках реализации предложенной схемы интеграции измерений, автором разработан эффективный трехэтапный алгоритм высокоточного определения ориентации перспективного КА ГЛОНАСС, отличающийся от известных, в первую очередь, составом уточняемых параметров, в который включены калибровочные поправки терминалов МЛНСС и МБИС. Кроме того, предложенная Галихановым Н.К. последовательность решения задачи оценивания позволяет раскрыть неоднозначность определения кватерниона ориентации КА, что является определяющим для достижения конечной цели. Так на первом этапе, в режиме калибровочного маневра, осуществляется уточнение неполного вектора состояния, при этом часть компонент фиксируется. На втором этапе осуществляется формирование несмещенной оценки вектора состояния за счет привлечения дополнительной измерительной информации терминалов МЛНСС при работе по маякам, при этом неоднозначность раскрывается относительно плоскости крепления навигационных антенн КА. На третьем этапе, обеспечивается оценка кватерниона ориентации в штатном режиме функционирования.

Разработанный в рамках диссертации математический аппарат использовался при создании специализированного программно-математического комплекса имитационного моделирования процесса функционирования интегрированной системы определения ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС. Полученные в результате имитационного моделирования результаты показали состоятельность разработанных автором моделей, алгоритмов и рекомендаций по их применению. Высокая практическая ценность результатов диссертационного исследования заключается в возможности достижения повышенной точности определения ориентации КА ГЛОНАСС, подтверждённой результатами имитационного моделирования. В результате проведённого статистического исследования предельная погрешность определения углов ориентации КА не превысила $\pm 0.01^\circ$, в том числе, на участках орбиты, где угол «Солнце-объект-Земля» принимает большие и малые значения, что соответствует требованиям, предъявляемым к точности определения ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС.

Достоверность проведенных исследований подтверждаются достаточно строгим теоретическим обоснованием и корректностью применения современного методического аппарата, непротиворечивостью результатов имитационного моделирования известным результатам. Основные положения исследования опубликованы соискателем в 14 печатных работах в соавторстве и лично. В числе публикаций имеется четыре статьи в изданиях из Перечня ВАК. Кроме того, результаты диссертации неоднократно докладывались на научно-технических конференциях, в том числе Всероссийского и международного уровней.

В целом, положения и выводы диссертации Галиханова Н.К. вносят ценный вклад в поиск путей поддержания высокого конкурентоспособного уровня системы ГЛОНАСС и в дальнейшем могут использоваться при совершенствовании КА орбитальной группировки.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Автором проведен тщательный анализ предшествующих работ по рассматриваемой в диссертации проблематике, изучены тенденции развития аппаратных средств и программно-математического обеспечения СОС, критически оценены и выявлены недостатки существующих образцов навигационных КА. Проведённый автором большой объём численных исследований позволил убедительно обосновать основные положения, выводы и рекомендации по применению результатов диссертационного исследования.

Содержание диссертации соответствует области исследований паспорта специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника). Автореферат соответствует содержанию работы, обладает внутренним единством изложения, отражает основные положения и личный вклад автора.

Недостатки диссертационной работы.

Несмотря на положительное впечатление от диссертационной работы, следует отметить некоторые недостатки:

1. Не приведены рекомендации по частоте переходов в режим калибровочного маневра.
2. Недостаточно обоснован выбор полусуточного интервала для проведения имитационного моделирования работы разработанной системы.

В качестве замечания, носящий рекомендательный характер, следует также отметить, что в тексте работы не указано, что наряду с повышением точности работы системы определения ориентации КА должны проводиться мероприятия по повышению точности работы исполнительных органов управления СОС.

Однако указанные недостатки и замечания не изменяют сущности и достоверности полученных научных результатов и выводов, а также не сказываются на общей положительной оценке диссертации.

Заключение.

Диссертация Галиханова Н.К. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи формирования облика системы определения ориентации перспективного КА ГЛОНАСС с использованием измерительной информации астрооптических средств в составе терминалов МЛНСС и блока инерциальных датчиков из состава существующей СОС.

Диссертация достаточно полно отражает основные положения исследования, обладает внутренним единством, стиль изложения способствует восприятию ее результатов. Полученные Галихановым Н.К. результаты обладают научной новизной и практической значимостью, основные выводы обоснованы. Диссертация удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор работы Галиханов Никита Кадимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный

