

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора  
**Вокина Григория Григорьевича**  
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

Расширение внедрения и использования отечественных спутниковых навигационных технологий с использованием системы ГЛОНАСС является одной из приоритетных целей текущей Федеральной целевой программы (ФЦП) «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 годы». Освоение принципиально новых областей использования технологий спутниковой навигации приводит к непрерывному повышению требований к целевым характеристикам системы ГЛОНАСС. Важнейшим показателем реализации мероприятий Федеральной программы является достигнутая точность позиционирования потребителей в режиме реального масштаба времени. Повышение требований к точности определения местоположения потребителей приводит, в том числе, к необходимости совершенствования бортовой аппаратуры космических аппаратов (КА) и появлению в её составе новейших прецизионных средств. Рассмотренная автором научная задача разработки архитектуры, методик, математических моделей и алгоритмов функционирования системы определения ориентации перспективного КА с использованием перспективных терминалов межспутниковой лазерной навигационно-связной системы (МЛНСС) логично и гармонично вписывается в общие тенденции развития и совершенствования системы ГЛОНАСС в рамках упомянутой Программы.

При этом проблемным вопросом, имеющим существенное влияние на точность позиционирования потребителей, в настоящее время является достижение требуемой точности эфемеридно-временного обеспечения перспективной системы ГЛОНАСС. Определяющим фактором, влияющим на формирование и прогнозирование эфемеридной информации, оказываются, так называемые

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ  
Вх. № 2  
05 11 20 19

мые, немоделируемые ускорения, которые возникают в первую очередь из-за погрешностей в работе бортовой системы ориентации и стабилизации (СОС) КА. В этой связи поставленная автором цель исследования – повышение точности определения параметров ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС, является, безусловно, актуальной и своевременной.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Диссертация содержит обстоятельный и достаточно полный анализ предшествующих отечественных и зарубежных научных разработок по исследуемой автором задаче. Соискателем изучены и критически оценены современные достижения и тенденции развития программно-аппаратных средств и математического обеспечения систем ориентации и стабилизации навигационных космических аппаратов. По этой части работы можно заключить, что соискатель глубоко и обстоятельно овладел предметной областью исследуемых вопросов.

В диссертации обобщены результаты исследований автора, посвященные разработке облика системы определения ориентации перспективного КА ГЛОНАСС. При этом в качестве основного инструмента исследования и оценки свойств возможных обликов разработанной системы автор обоснованно выбрал имитационное моделирование. Для подтверждения теоретических положений диссертации соискатель разработал программный комплекс моделирования процесса функционирования СОС и с его помощью провёл экспериментальные исследования, целью которых было подтверждение возможности повышения точности определения ориентации перспективного КА ГЛОНАСС при использовании астрооптических измерений терминалов межспутниковой лазерной навигационно-связной системы.

Автор достаточно корректно и уместно использует известные научные подходы и методы обоснования полученных результатов исследований при формировании выводов и разработке практических рекомендаций.

Обоснованность результатов диссертации подтверждается непротиворечивостью данных, полученных в процессе имитационного моделирования, известным результатам, представленным в предшествующих исследовательских



работах. При этом список использованных источников информации содержит более семидесяти наименований и отражает высокую степень охвата предметной области. В список обоснованно включены актуальные ссылки на публикации в периодических изданиях по исследуемой тематике, в том числе и в зарубежных источниках.

### **Оценка достоверности и новизны**

Подтверждением объективности и достоверности выводов, полученных в процессе диссертационного исследования, являются критический и всесторонний анализ результатов математического моделирования, достаточная апробация материалов диссертации в научной печати и обсуждение результатов работы на научно-технических конференциях. В числе достаточного объёма публикаций автора имеется 4 статьи, содержащие основные результаты диссертационного исследования и которые опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Представленные в диссертации результаты исследований, безусловно, обладают признаками научной новизны. В частности, автором впервые разработан технический облик интегрированной системы определения ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС на основе комплексирования измерительной информации системы межспутниковой связи и малогабаритного инерциального блока измерения угловых скоростей. Разработаны также бортовые алгоритмы высокоточного решения задачи определения пространственной ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС на основе сильно связанной схемы интеграции измерительной информации упомянутых подсистем, отличающиеся от существующих составом уточняемых параметров. Результаты исследований объединены автором в оригинальный трехэтапный алгоритм компенсации инструментальных погрешностей, обеспечивающий повышение точности определения параметров ориентации КА. Разработанные алгоритмы обобщены и на их основе впервые сформирован специализированный программно-математический комплекс имитационного моделирования процесса функционирования интегрированной системы определения ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС на основе терминалов системы межспут-

никовой связи. Этот комплекс позволяет учитывать, в частности, влияние широкого спектра неконтролируемых или слабоконтролируемых факторов.

Практическая ценность результатов диссертации заключается в том, что применение сформированного облика обеспечивает повышение точности определения параметров ориентации перспективного КА системы ГЛОНАСС. Так, по результатам имитационного моделирования предельная погрешность определения углов ориентации КА не превышает  $\pm 0.01^\circ$ . Такой уровень погрешности с хорошим запасом удовлетворяет перспективным требованиям к точности определения ориентации КА ГЛОНАСС и свидетельствует о достижении цели исследования, результаты которого изложены в диссертации.

Неоспоримым достоинством работы является тот факт, что при использовании разработанного соискателем облика точность определения параметров ориентации КА не ухудшается вблизи малых и больших углов Солнце-объект-Земля. В целом, результаты, полученные автором, имеют существенное значение для поддержания конкурентоспособного уровня системы ГЛОНАСС, они могут использоваться также при разработке и совершенствовании систем ориентации и стабилизации КА системы ГЛОНАСС с целью обеспечения требуемой точности эфемеридно-временного обеспечения системы. В итоге есть основания считать, что полученные результаты являются своевременным и весомым научно-техническим заданием и потенциалом для разработчиков систем ориентации КА.

Содержание диссертации соответствует области исследований паспорта специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника).

Автореферат достаточно полно и правильно отражает основное содержание диссертации и личный научный вклад автора, стиль изложения способствует пониманию работы.

В то же время работа не лишена некоторых **недостатков**, среди которых целесообразно отметить следующие:

1. Не полно представлены методические аспекты решения задачи предварительного анализа оптической измерительной информации терминалов меж-



спутниковой системы связи, имея в виду поиск и идентификацию ориентира по бортовому каталогу звезд.

2. Недостаточно отражены технологические особенности реализации разработанной автором методической схемы решения задачи оценивания ориентации КА с точки зрения проектирования межспутниковой лазерной линии связи.

3. С точки зрения эффективной организации комплексированной обработки измерений различной физической природы было бы целесообразно все соответствующие логические операции объединить в единый управляющий блок.

4. Представленные рекомендации по применению разработанного облика не отражают полной картины использования измерений инерциального блока, в частности, не приведены конкретные требования к допустимым величинам его инструментальных погрешностей.

5. Нельзя не отметить, что в ряде случаев имеют место опечатки, не приводящие, правда, к затруднениям понимания текста.

6. Надо отметить также, что чтение диссертации затрудняется представлением многих уравнений в векторной форме, хотя это и оправдано темой и ограниченным объемом изложения результатов исследования.

Однако указанные недостатки не носят принципиальный характер, не влияют на основные научные и практические результаты диссертации и, в целом, хотя и снижают в некоторой степени её уровень, но не меняют общую весьма положительную оценку диссертационной работы.

### **Заключение**

Таким образом, диссертация Галиханова Н.К. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи формирования облика интегрированной системы определения ориентации перспективного КА ГЛОНАСС с использованием бортовой аппаратуры лазерных межспутниковых измерений. Работа выполнена на достаточно высоком научном уровне, текст работы обладает внутренним единством и в полной мере раскрывает основные аспекты задачи исследования. Диссертационная работа имеет научную новизну, практическую значимость и удовлетво-

ряет соответствующим требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Итак, учитывая изложенное, есть все основания заключить, что автор работы Галиханов Никита Кадимович, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника).

### Официальный оппонент

Главный научный сотрудник отделения подготовки научных кадров Научно-исследовательского института космических систем имени А.А. Максимова – филиала АО «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева»

Доктор технических наук, профессор,

заслуженный деятель науки Российской Федерации

Г.Г. Вокин

Почтовый адрес: 141092, Московская область, г. Королев, мкр. Юбилейный, ул.Лесная, д. 25, кв. 66

Тел.: 8 (499) 277-37-50

E-mail: snegiri\_11@mail.ru

Подпись Вокина Григория Григорьевича удостоверяю.

Начальник отдела по работе с персоналом  
и ведения делопроизводства

О.В. Иваненко



М.П.