

Акционерное общество  
«Российская корпорация ракетно-космического  
приборостроения и информационных систем»



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.russianspacesystems.ru, contact@spacecorp.ru  
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 20.11.2024 № РКС НТС 9-30

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
24.2.327.03  
А.В. Старкову

125993, г. Москва, Волоколамское  
шоссе, д.4, Московский  
авиационный институт (НИУ)

Уважаемый Александр Владимирович!

Направляю Вам отзыв Акционерного Общества «Российские космические системы» на автореферат диссертации **Мартынова Евгения Александровича «Методы и алгоритмы прогнозирования и уточнения параметров вращения Земли на борту современных и перспективных космических аппаратов ГЛОНАСС»** на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)»

Приложение: отзыв - 2 экз. на 3 листах каждый.

Ученый секретарь  
АО «Российские космические системы»,  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник

*С уважением,*

Сергей Анатольевич Федотов

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«27» 11 2024 г.

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.russianspacesystems.ru, contact@spacecorp.ru  
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 20.11.2024 № РКС НТС 9-30

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

## ОТЗЫВ

**Бетанова Владимира Вадимовича**, заслуженного деятеля науки РФ, д.т.н., профессора, главного научного сотрудника-заместителя начальника центра АО «Российские космические системы» на автореферат диссертации **Мартынова Евгения Александровича** «Методы и алгоритмы прогнозирования и уточнения параметров вращения Земли на борту современных и перспективных космических аппаратов ГЛОНАСС», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Совершенствование и модернизация глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) направлено, в первую очередь, на достижение конкурентного уровня услуг для конечного потребителя и является **одной из приоритетных задач в ракетно-космической отрасли**. В нашей стране непрерывно ведутся работы по улучшению характеристик ГЛОНАСС. Для этого создаются и внедряются новые подходы, технологии и средства, направленные на решение традиционных задач эфемеридно-временного обеспечения орбитальной группировки (ОГ). Принимая во внимание эти обстоятельства, диссертационная работа Е.А. Мартынова, посвящённая решению задачи повышения точности транслируемых эфемерид навигационных космических аппаратов (НКА) средневысотного и высокоорбитального сегментов, **является актуальной**. Точность эфемерид НКА, в том числе, определяется таким фактором, как ошибка знания параметров вращения Земли (ПВЗ). В настоящий момент для передачи данных параметров используются ресурсы наземного комплекса управления (НКУ), периодически закладываемого их на борт НКА. Сами ПВЗ, в свою очередь, формируются вспомогательными службами на основе обработки данных астрометрии. Несмотря на используемый технологический процесс, стоит отметить общемировой тренд, в том числе и в России, дублировать традиционные процессы и подходы, расширять спектр возможностей ОГ различного назначения. Сюда относятся работы по повышению автономности ГНСС при функционировании в автономном режиме.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«27» 11 2024 г.



**Отличительной особенностью** рецензируемой работы является комплексное рассмотрение данного подхода в части обеспечения данными о ПВЗ, начиная от улучшения алгоритма прогнозирования, используемого на НКА в настоящий момент, и заканчивая получением независимой оценки ПВЗ на борту НКА.

**Научная новизна** полученных в работе результатов заключается в следующем:

- сформирована концепция реализации технологического цикла по определению ПВЗ на борту НКА ГЛОНАСС современных и перспективных орбитальных сегментов на основе применения существующих бортовых средств;
- создана методика настройки алгоритма прогнозирования ПВЗ, позволяющая минимизировать ошибку их прогноза путем подбора необходимых параметров соответствующего алгоритма;
- разработаны и исследованы алгоритмы обработки измерений между НКА ГЛОНАСС и наземными станциями, обеспечивающие определение ПВЗ при различном составе и расположении взаимодействующих объектов.

Как следует из материалов автореферата, автор предлагает реализовать решение задачи получения данных ПВЗ на борту НКА путем их оценки по измерениям дальности, а также использования модификации алгоритма прогноза. При этом стоит отметить оригинальный алгоритм, примененный автором для уточнения (оценки) компонент вектора ПВЗ по данным обработки псевдодальностей НКА - наземная станция. Данный алгоритм основан на использовании разницы двух вариантов дальностей – получаемой непосредственно по результатам работы измерительной аппаратуры и генерируемой на основе численного интегрирования НКА собственной модели движения.

Диссертация Е.А. Мартынова состоит из введения, четырех глав и заключения. Насколько об этом можно судить по автореферату, наибольший интерес представляет вторая глава диссертации, где автором изложены основные особенности предложенных алгоритмов уточнения и прогнозирования ПВЗ, приведены принципы их работы и формализованы алгоритмы оценки требуемых параметров.

Исходную задачу реализации алгоритма прогнозирования автор методом перебора, варьируя длительность выборки апостериорных данных, на которой осуществляется поиск коэффициентов прогнозного полинома. При этом критерием оценки результата решения такой задачи является минимальная погрешность по уровню доверительной вероятности 0.95 для ошибки прогноза. В интересах решения данной задачи автор разработал методику обработки большого объема данных ПВЗ в несколько десятков лет. Приведенные в автореферате результаты имитационного моделирования процесса функционирования предложенных алгоритмов



уточнения и прогноза ПВЗ свидетельствуют о правильности выбранного диссертантом способа решения поставленной задачи.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что полученные результаты позволяют определить достижимый уровень точности прогнозирования ПВЗ на основе применения различных математических моделей. Кроме того, разработанные алгоритмы прогнозирования и уточнения ПВЗ на борту НКА реализованы в форме прототипов бортового программного обеспечения для перспективного орбитального сегмента ГЛОНАСС.

**К числу недостатков работы** следует отнести недостаточно подробное рассмотрение проблемы информационного обмена между НКА при осуществлении уточнения ПВЗ. Однако, стоит заметить, что определение интервалов передачи информации между НКА, порядка ее передачи, состава и вида передаваемых данных, является отдельной научно-технической задачей. Следовательно, высказанное замечание не снижает значимости результатов, представленных в диссертации

В результате можно констатировать, что **диссертационная работа Е.А. Мартынова представляет собой законченное научное исследование**, посвященное решению сложной научно-технической задачи прогнозирования и уточнения ПВЗ на борту НКА средневысотного и высокоорбитального сегментов системы ГЛОНАСС, а также содержит важные прикладные результаты и полностью **соответствует требованиям ВАК**, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки), а ее автор, **Е.А. Мартынов, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.**

Заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор, академик РАН  
главный научный сотрудник-заместитель начальника центра  
АО «Российские космические системы»  
8-495-673-96-61, Email: betanov@spacecorp.ru



Владимир Вадимович Бетанов

Подпись главного научного сотрудника-заместителя начальника центра Бетанова Владимира Вадимовича заверяю.

Ученый секретарь  
АО «Российские космические системы»,  
кандидат технических наук, старший научный сотрудник



Сергей Анатольевич Федотов

«20» ноябрь 2024 г.

Сотзбытом ознакомлен 27.11.24  
*ИИ*