



Государственная корпорация
по космической деятельности "Роскосмос"



Акционерное общество
"Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения" (АО "ЦНИИмаш")

ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
г.о. Королёв,
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsniimash.ru
http://www.tsniimash.ru

ОГРН 1195081054310
ИНН / КПП 5018200994 / 501801001

03.07.2024 иск. № КС-14929

На № 010/1914-3 от 11.06.2024

"Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)" МАИ

Председателю диссертационного
совета 24.2.327.01

Ю.В. Кузнецову

И.о. проректора по научной работе,
д.т.н., доценту

А.В. Иванову

О направлении отзыва на диссертацию

Уважаемый Юрий Владимирович!

Уважаемый Андрей Владимирович!

В ответ на Ваше обращение направляю отзыв на диссертацию Бабурина А.А. на тему "Методика высокоточного абсолютного местоопределения потребителя с разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений сигналов ГЛОНАСС", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16. "Радиолокация и радионавигация".

Приложение по тексту: на 5 л. в 2 экз.

Генеральный конструктор системы ГЛОНАСС -
заместитель генерального директора

С.Н. Карутин

Исп.: Усачева Н.В.
+7 (915) 133-9697

Отдел документационного
обеспечения МАИ
«03» 07 2024г.



Государственная корпорация
по космической деятельности "Роскосмос"



Акционерное общество
"Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения" (АО "ЦНИИмаш")

ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
г.о. Королёв,
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsnimash.ru
http://www.tsnimash.ru

ОГРН 1195081054310
ИНН/КПП 5018200994 / 501801001

исх. № _____
На № _____ от _____

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, доцента Карутина Сергея Николаевича на
диссертационную работу Бабурина Антона Александровича
«Методика высокоточного абсолютного местоопределения потребителя с
разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений
сигналов ГЛОНАСС»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация»

Актуальность темы исследований.

Развитие технологии высокоточного абсолютного определения местоположения является наиболее востребованной услугой из предоставляемых системой ГЛОНАСС для решения задачи устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации в первую очередь в сфере транспорта, добыче полезных ископаемых, сельском хозяйстве, строительстве, геодезии и картографии, научных исследованиях. При решении указанных задач потребителям необходимо осуществлять навигационные определения со среднеквадратической погрешностью менее 0.1 м.

В мире созданы и успешно оказывают подобные услуги коммерческие операторы, за ними развивают подобную инфраструктуру Япония и страны Европейского союза. В Российской Федерации для оказания услуги высокой точности создана и развивается система высокоточного определения эфемеридно-временной информации (СВО ЭВИ). В качестве канала доставки информации СВО ЭВИ создается высокоорбитальный космический комплекс ГЛОНАСС, который позволит посредством навигационного радиосигнала в диапазоне L3 оказывать услугу высокой точности на всей территории геополитических интересов Российской Федерации, включая Арктическую зону и страны Ближнего и Дальнего Востока, а также Средней Азии.

Начиная с 2022 года на территории Российской Федерации ограничен доступ потребителей к услугам высокой точности зарубежных операторов, включая поставку приемных устройств способных решать задачи высокоточного абсолютного определения местоположения.

Вместе с этим, отечественная глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС активно развивается. В 2023 году на орбиту запущен первый космический аппарат (КА) «Глонасс-К2», который излучает полный ансамбль сигналов с частотным и кодовым разделением каналов.

Излучение сигналов с частотным и кодовым разделением каналов различных КА является уникальной особенностью системы ГЛОНАСС, поэтому разработка методики их совместной обработки является актуальной научно-технической задачей.

В сложившихся условиях разработка методики высокоточного абсолютного определения местоположения с разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений сигналов ГЛОНАСС является важным направлением развития навигационной аппаратуры потребителя, поскольку практическое использование подобной аппаратуры требует сокращения времени получения достоверного решения.

Всё вышесказанное обуславливает актуальность темы диссертационного исследования Бабурина А.А., посвященного решению задачи повышения точности определения координат в навигационной аппаратуре потребителя.

К основным результатам, подтверждающим **научную новизну** диссертации Бабурина А.А., следует отнести следующее:

1) Разработанная методика высокоточного абсолютного определения местоположения потребителя с разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений применима к измерениям сигналов ГЛОНАСС с частотным разделением, в отличие от известных методик для ГНСС с кодовым разделением.

2) Разработано приложение теории S-преобразования (линейной алгебры и теории векторных пространств), позволяющее получать нестрогое целочисленные оценки целочисленных переменных недоопределённой системы линейных алгебраических уравнений для псевдофазовых измерений сигналов ГЛОНАСС с частотным разделением.

3) Сформулированы условия, при которых возможно осуществлять нестрогое целочисленное оценивание целочисленных переменных

недоопределённой системы линейных уравнений для измерений ГЛОНАСС, при котором отличие от целых чисел пренебрежимо мало, что позволяет использовать известные алгоритмы разрешения целочисленной неоднозначности для уменьшения времени сходимости решения.

Полученные в диссертационной работе положения, выводы и рекомендации являются **обоснованными**, а полученные результаты – **достоверными**, и опираются на применение методов математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и понятия теории линейных векторных пространств.

В диссертационной работе проведен ряд натуральных экспериментов. Результаты всех экспериментов разбиты по группам и сведены в таблицы, представлены сравнительные графики погрешностей определения координат и эффективность применения разработанных решений. Полученные результаты могут быть воспроизведены на основании приведенных в диссертации методики и алгоритмов.

Основные результаты диссертационной работы докладывались автором на международных и всероссийских конференциях и опубликованы в 7 работах, в том числе в 5 работах в печатных изданиях из списка ВАК по специальности 2.2.16.

Все главы диссертации взаимосвязаны, прослеживается логика изложения материала, выводы математических соотношений и обоснований приведены корректно и последовательно, сформулированные выводы обоснованы. Диссертация в достаточной степени насыщена таблицами и графиками, построенными в процессе исследования и по результатам проведения натуральных экспериментов. Схемы алгоритмов иллюстрируют соответствующие разделы работы и облегчают понимание логики работы соответствующих программных модулей. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Практическая значимость исследований, проведенных Бабуриным А.А., несомненна и определяется полученными результатами. Необходимо отдельно отметить, что полученные в диссертации результаты использованы при выполнении опытно-конструкторских работ «Модернизация глобальной системы высокоточного определения навигационной и эфемеридно-временной информации в реальном времени для гражданских потребителей» (Шифр ОКР «Сигал-М») и «Создание высокоорбитального космического комплекса для повышения точности и доступности системы ГЛОНАСС» (шифр ОКР «ВКК»), а

также используются в учебном процессе национального исследовательского университета «Московский физико-технический институт» по дисциплине «Глобальные спутниковые системы местоопределения и синхронизации» по профилю «Геокосмические информационные системы и управление движением» (направление 03.03.01 – Прикладные математика и физика) на кафедре «Космическое приборостроение». Автором получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Помимо перечисленных положительных сторон в диссертации присутствует ряд **недостатков**:

1. В диссертации отсутствует анализ ситуации, при которой навигационная аппаратура потребителя гражданского назначения должна функционировать в условиях активного использования средств подавления навигационных радиосигналов КА ГЛОНАСС и зарубежных ГНСС.

2. Имеются замечания по оформлению иллюстраций: в подписях на графиках используются английские обозначения.

3. В главе, посвященной оценке эффективности применения, не проводится оценка времени, требуемого для прогнозирования остаточной погрешности псевдодальности.

Указанные замечания не касаются основных положений, выносимых на защиту и не снижают высокого уровня исследования и практической значимости результатов.

Общая оценка диссертационной работы

Диссертационная работа Бабурина А.А. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-техническая задача о повышении точности определения координат местоположения потребителя глобальных навигационных спутниковых систем.

Работа в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (с соответствующими изменениями в редакции постановлений правительства Российской Федерации).

Содержание диссертации соответствует паспорту заявленной специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация», по пунктам:

п. 5. – синтез и анализ алгоритмов обработки сигналов и информации в радиолокационных и радионавигационных системах и устройствах;

п. 8 – разработка и исследование систем и устройств радионавигации, в том числе космических, с целью повышения точности местоопределения и угловой ориентации объектов в пространстве, помехоустойчивости и помехозащищенности, эффективности управления объектами и широкого использования радионавигационных устройств в народном хозяйстве.

Считаю, что диссертационная работа «Методика высокоточного абсолютного местоопределения потребителя с разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений сигналов ГЛОНАСС» выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Бабурин Антон Александрович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук.

Генеральный конструктор системы
ГЛОНАСС – заместитель генерального
директора АО «ЦНИИмаш»,
доктор технических наук, доцент

Карутин Сергей Николаевич

Официальный оппонент: Карутин Сергей Николаевич, генеральный конструктор системы ГЛОНАСС – заместитель генерального директора АО «ЦНИИмаш», доктор технических наук, доцент

Контактные данные:

Тел.: +79166207153, e-mail: KarutinSN@tsniimash.ru.

Адрес места работы: Московская область, г. Королёв, ул. Пионерская, дом 4

Подпись Карутин Сергей Николаевич удостоверяю
(фамилия имя отчество оппонента полностью)

Наталия Викторовна Ковалева
(должность)

(подпись)

Карутин С.Н.
(Ф.И.О.)



С отзовом знакомлен

11.09.2024

Бабурин А.А.
Бабурин А.А.