



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)

ВОЕННО-КОСМИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ ИМЕНИ
А.Ф.МОЖАЙСКОГО

г. Санкт-Петербург, 197198

«7» ноября 2023 г. № *15/931*
На № 02-08/10233 от 26 октября 2023 г.

Экз. № 1

Генеральному директору
федерального государственного
унитарного предприятия
«Всероссийский научно-
исследовательский институт
физико-технических
и радиотехнических измерений»
С.И. ДОНЧЕНКО
Рабочий поселок Менделеево,
Солнечногорский р-н, Московская обл.,
141570

обслуживающему МВ
28.11.23

Уважаемый Сергей Иванович!

Высылаю отзыв ведущей организации на диссертационную работу Давлатова Руслана Аскарджоновича, выполненную на тему «Разработка методов измерения градиентов гравитационного потенциала в околоземном пространстве», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 – Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды.

Приложение: Отзыв... в 2 экз., на 6 (шести) л. каждый, только адресату.

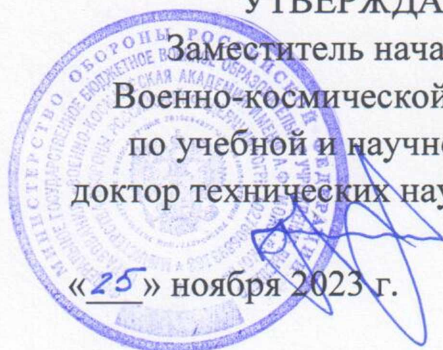
С уважением,
Заместитель начальника Военно-космической академии
по учебной и научной работе

Ю.Кулешов

ФГУП «ВНИИФТРИ»		
Вх. №	21178	
«29»	11	2023 г.
на	1	листах
всего	12	листах

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника
Военно-космической академии
по учебной и научной работе
доктор технических наук профессор
Ю.Кулешов

«25» ноября 2023 г.

ОТЗЫВ
ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
на диссертацию **Давлатова Руслана Аскарджоновича**

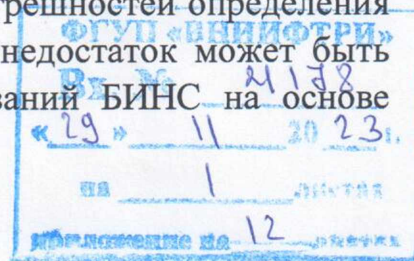
«Разработка методов измерения градиентов гравитационного потенциала в околоземном пространстве», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»

Актуальность выполненной работы.

Анализ современных тенденций и перспектив развития геополитической обстановки свидетельствует о том, что использование космического пространства и возможностей космических систем во всем мире оценивается как один из важнейших факторов политической, военной и экономической безопасности государства.

В настоящее время для определения положения потребителя используются глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), такие как ГЛОНАСС, GPS и др. Эти системы обеспечивают высокую точность определения координат по всей территории Земли. Однако существуют условия, при которых сигналы навигационных систем либо пропадают, либо полностью отсутствуют. Отдельно следует отметить, что навигационные радиосигналы ГНСС подвержены воздействию искусственных помех, поэтому обладают ограниченной помехозащищенностью.

Абсолютной помехозащищенностью обладает бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС), поскольку постановка организованных помех такой системе невозможна. Однако они обладают недостатком, который заключается в накоплении погрешностей определения координат с течением времени движения. Данный недостаток может быть исключен при создании системы коррекции показаний БИНС на основе



измерений текущих параметров гравитационного поля Земли (ГПЗ), обеспечивающих глобальность и абсолютную помехозащищенность корректирующей информации. Для создания такой системы необходимо сформировать навигационную гравиметрическую карту (НГК) на определенном участке местности. При этом единственным вариантом формирования НГК на удаленных и труднодоступных территориях и акваториях является использование средств измерений, расположенных на борту космических аппаратов – космических гравиметрических средств.

Следует отметить, что современные космические градиентометры не обеспечивают необходимые точность и детальность при измерении составляющих гравитационных градиентов, а существующие методы и средства калибровки градиентометров не удовлетворяют требованиям перспективных бортовых космических градиентометров.

Для разрешения указанного противоречия необходима разработка новых методов космической гравиметрии для определения первого, второго и третьего градиентов гравитационного потенциала с необходимой точностью и детальностью.

Таким образом, тема диссертационной работы Давлатова Руслана Аскарджоновича, посвящённая разработке новых методов измерения градиентов гравитационного потенциала в околоземном пространстве, является актуальной и практически значимой для создания навигационных гравиметрических карт удаленных и труднодоступных территорий и акваторий, включая зону Арктики.

Научная новизна результатов диссертации заключается в том, что:

– разработан метод совместного определения составляющих градиентов гравитационного потенциала с использованием кластера малоразмерных космических аппаратов;

– впервые предложена структура трехосного лазерного градиентометра и оценены его характеристики;

– разработан и испытан наземный макет одноосного лазерного градиентометра;

– впервые предложен метод калибровки бортовых космических градиентометров, а также разработан и испытан наземный стенд полунатурного моделирования.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что в нем впервые предложен метод совместного определения первого, второго и третьего градиентов потенциала на основе бортовой навигационной аппаратуры и группы малых космических аппаратов в отличие от известных двухспутниковых космических градиентометров, которые обеспечивают определение только одной составляющей с использованием фазового

радиодальномера или лазерного интерферометра. Предложена структура и проанализированы параметры принципиально нового лазерного космического градиентометра на свободных массах, который в отличие от известного проекта GOCE имеет перспективы уменьшения погрешности измерения второго градиента. Разработан новый метод для бортовой калибровки космического градиентометра, который в отличии от известных методов может быть реализован на серийных средствах измерений.

Практическая значимость полученных научных результатов состоит в том, что применение методов позволит:

- сформировать банк измерительной информации первого, второго и третьего градиентов гравитационного потенциала для создания НГК;
- выполнить редуцирование (перенос) измерений параметров гравитационного поля с орбиты спутника на поверхность Земли;
- уточнить глобальную модель ГПЗ;
- выполнить калибровку бортового космического градиентометра.

Обоснованный в диссертации подход позволяет повысить точность и детальность измерений градиентов гравитационного потенциала с погрешностью первого гравитационного градиента – не более 0,020 мГал, второго градиента – не более 0,003 Этвеш, третьего градиента – не более 0,001 Этвеш/км и детальностью 1 км при многократных измерениях. Для реализации метода предложена структура кластерного многоспутникового градиентометра, который может использоваться для уточнения модели ГПЗ до степени и порядка 60.

Предложенные структура и параметры лазерного космического градиентометра на свободных массах обеспечивает определение второго градиента гравитационного потенциала с погрешностью 10^{-4} Этвеш и позволяет уточнить модель гравитационного поля до степени и порядка 300.

Предложенный метод калибровки и разработанный бортовой стенд для его реализации обеспечит неопределенность калибровки не более 10^{-5} Этвеш.

Оценка соответствия автореферата содержанию диссертации.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации. В нем изложены все основные результаты, выносимые на защиту, дано достаточно полное представление о научной и практической значимости работы.

Оценка соответствия содержания диссертации специальности.

Диссертация по теме, содержанию и полученным результатам соответствует пунктам 5, 6 паспорта научной специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды», технические науки.

Оценка достоверности полученных результатов.

Достоверность и обоснованность результатов работы обусловлена использованием конкретных математических и физических моделей, а также применением апробированного математического аппарата.

Результаты исследований, сформулированные в диссертации, получены на основе корректного и обоснованного выбора допущений и ограничений при формировании исходных данных и подтверждаются достаточной сходимостью теоретически полученных результатов с результатами апробации модели и методов.

Таким образом, полученные новые научные результаты и выводы, изложенные в диссертации, являются достаточно обоснованными и достоверными.

Результаты исследования реализованы в Федеральном государственном унитарном предприятии «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений».

Результаты исследований использованы при выполнении гранта РФФИ № 19-29-11022 «Разработка высокоточной космической лазерной гравитационно-волновой антенны на основе спутников, движущихся по орбитам ГЛОНАСС» и пяти научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ: ОКР шифр «ГГСК-точность, СЧ НИР шифр «Вызов-Перспектива-7», НИР шифр «Гравиградиентометр», СЧ НИР шифр «Геовысота», СЧ НИР шифр «Развитие-ГЛОНАСС-ВНИИФТРИ».

Основные положения результатов исследования опубликованы в 17 научных трудах, из них 9 – в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации. По результатам работы получены два патента на изобретение, два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

Результаты диссертации докладывались на 27 международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Критическая оценка результатов.

Наряду с положительными сторонами работы необходимо отметить следующие замечания:

1. В диссертации в явном виде не обоснована необходимость определения всех составляющих градиентов гравитационного потенциала.
2. В работе не приведены оценки стабильности гравитационного поля для реализации многомесячных измерений над определенной территорией.
3. Представленная в работе орбитальная конфигурация многоспутникового градиентометра подразумевает периодическую корректировку положения спутников на орбите. Однако, из текста диссертации не ясно, какой срок функционирования космических аппаратов

(КА) на орбите для формирования банка измерительной информации на участке коррекции инерциальных систем.

4. В пункте 2.5.1 работы в явном виде не представлены структура и состав многоспутникового кластера геодезических космических аппаратов.

5. Из пункта 2.5.2 работы не ясно, как при моделировании орбитального движения КА в кластере из 6 КА учитывались внешние условия и возмущения, и какая при этом использовалась модель движения.

6. Из автореферата не ясно, как учитывались вибрационные воздействия при выполнении экспериментов на разработанных наземных макете и стенде.

Однако, отмеченные недостатки не снижают существенно ценность представленной работы, которая, несомненно, заслуживает положительной оценки.

Оценка качества оформления диссертации и автореферата, стиль и язык изложения.

Диссертационная работа объемом 175 страниц состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка обозначений и сокращений, а также списка использованных источников (162 наименования), работа включает 65 рисунков и 14 таблиц.

Диссертация Давлатова Р.А. оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», четко структурирована, характеризуется научной строгостью и последовательностью изложения материала. Текст диссертации достаточно хорошо иллюстрирован таблицами и графиками.

Конкретные рекомендации по использованию результатов диссертации.

Полученные результаты, а именно метод совместного определения составляющих градиентов гравитационного потенциала с использованием кластера малоразмерных космических аппаратов, метод измерения составляющих второго градиента с использованием бортового лазерного интерферометра и свободных масс, в также метод калибровки бортовых космических градиентометров, целесообразно использовать:

в АО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева» при разработке и формировании облика перспективной отечественной космической геодезической системы;

в АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» при формировании потребительского сегмента системы ГЛОНАСС с учетом перспективных требований потребителей КВНО в части комплексированных систем со средствами навигации на основе измерений физических полей;

в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии при обосновании требований к метрологическому обеспечению бортовых космических градиентометров;

в Военно-топографическом управлении Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации при определении требований к методам и средствам уточнения государственной модели гравитационного поля Земли и формирования навигационных гравиметрических карт.

Вывод.

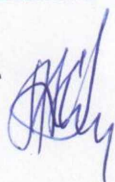
Диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой автором получено новое решение актуальной научной задачи, обладает научной новизной, а также научной и практической ценностью. Выводы и рекомендации обоснованы.

Диссертационная работа по научному содержанию, глубине и полноте выполненных исследований, а также объему полученных результатов, соответствует требованиям пунктов 9–14 Положения о присуждении ученых степеней для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Давлатов Руслан Аскарджонович, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры (метрологического обеспечения вооружения, военной и специальной техники) Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, протокол № 8 от 16 ноября 2023 г.

Начальник кафедры (метрологического обеспечения вооружения, военной и специальной техники)

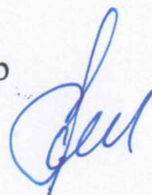
кандидат технических наук доцент



Кравцов Александр Николаевич

Профессор кафедры (метрологического обеспечения вооружения, военной и специальной техники)

доктор технических наук профессор



Мищенко Владимир Ильич

«25» ноября 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации, факультет автоматизированных систем управления войсками, кафедра метрологического обеспечения вооружения, военной и специальной техники.

Адрес: 197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13. Тел.: 8 (812) 347-96-61.