

**Дополнительные сведения\***  
**о приеме к защите, поступивших отзывах,**  
**результатах публичной защиты диссертации**  
**В.А.Панкратова**  
**«Применение фильтрации Калмана**  
**в задачах определения вращательного**  
**движения спутников»**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук  
по специальности 01.02.01 – теоретическая механика

Дата принятия к защите: 01.04.2014  
Дата защиты: 24.06.2014

---

\* Состав дополнительных сведений определяется приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 16 апреля 2014 г. «Об утверждении Порядка размещения в информационно-телекоммуникационной сети Интернет информации, необходимой для обеспечения порядка присуждения ученых степеней» (зарегистрировано в Минюсте РФ 27.05.2014, опубликовано: 11.06.2014 в «РГ», вступает в силу 22.06.2014)

## **Диссертационный совет Д 002.024.01**

Создан на базе ИПМ имени М. В. Келдыша РАН, приказ № 105/нк от 11.04.2012.  
Адрес: 125047 Москва, Миусская площадь, д.4. Сайт: [www.keldysh.ru](http://www.keldysh.ru)

Председатель диссертационного совета Д 002.024.01: **Сазонов Виктор Васильевич**

доктор физико-математических наук, профессор,  
место работы: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,  
должность: главный научный сотрудник сектора № 2 «Механика и управление движением космических аппаратов» отдела № 5 «Механика космического полета и управление движением».  
Адрес: 125047 Москва, Миусская площадь, д.4  
E-mail: [sazonov@keldysh.ru](mailto:sazonov@keldysh.ru)

### **Сведения о соискателе, диссертации, руководителях, официальных оппонентах, ведущей организации**

(размещено 01.04.2014)

Соискатель: **Панкратов Владимир Александрович**

Диссертация: «Применение фильтрации Калмана в задачах определения вращательного движения спутников» по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Диссертация в виде рукописи принята к защите «01» апреля 2014 г., протокол № 4.

Члены комиссии по приему диссертации к защите: Мирер Сергей Александрович, Овчинников Михаил Юрьевич, Тучин Андрей Георгиевич.

#### **Руководители**

##### **1. Научный руководитель - Александр Петрович Крищенко**

доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН,  
место работы: ФГБОУ ВПО МГТУ имени Н.Э.Баумана  
должность - заведующий кафедрой ФН-12 «Математическое моделирование».  
Адрес: 105005 Москва, 2-ая Бауманская, д. 5., стр.1  
сайт: [www.bmstu.ru](http://www.bmstu.ru), E-mail: [bauman@bmstu.ru](mailto:bauman@bmstu.ru)

##### **2. Научный консультант - Виктор Васильевич Сазонов**

доктор физико-математических наук, профессор,  
место работы: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

должность - главный научный сотрудник сектора № 2 «Механика и управление движением космических аппаратов», отдела № 5 «Механика космического полета и управление движением»

Адрес: 125047 Москва, Миусская площадь, д.4

E-mail: [sazonov@keldysh.ru](mailto:sazonov@keldysh.ru)

## Официальные оппоненты

### 1. Степан Степанович Лемак

доктор физико-математических наук, профессор

место работы: МГУ им. М. В. Ломоносова, механико-математический факультет

должность - профессор кафедры «Прикладная механика и управление»

Адрес: 119991 Москва, Ленинские горы, д.1, Главное здание

E-mail: [mmmf@mech.math.su](mailto:mmmf@mech.math.su)

#### ЛЕКЦИИ ПО МЕХАНИКЕ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ

Александров В.В.

учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "010701 Фундаментальная математика и механика" / В. В. Александров, С. С. Лемак, Н. А. Парусников ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. Москва, 2012.

#### MIXED STRATEGIES IN MAXI-MIN TESTING OF THE QUALITY OF ROBUST STABILIZATION ALGORITHMS

Alexandrov V.V., Lemak S.S., Lebedev A.V.

В сборнике: IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline) Сер. "Proceedings of the 18th IFAC World Congress" 2011. С. 7193-7197.

#### ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОРИЕНТАЦИИ ПО ТЕЛЕМЕТРИИ СПУТНИКА "ТАТЬЯНА-2"

Александров В.В., Беленький А.Д., Бугров Д.И., Лебедев А.В., Лемак С.С., Герреро Санчез В.Ф.

Вестник Московского университета. Серия 1: Математика. Механика. 2011. № 3. С. 69-72.

#### Версии: TELEMETRY-BASED ESTIMATE OF ORIENTATION ACCURACY FOR THE TATYANA-2 SATELLITE

Aleksandrov V.V., BelenKii A.D., Bugrov D.I., Lebedev A.V., Lemak S.S., Guerrero Sanchez W.F.

Moscow University Mechanics Bulletin. 2011. Т. 66. № 3. С. 72-75.

### 2. Сергей Николаевич Тимаков

кандидат технических наук,

должность - ведущий научный сотрудник отдела № 33 «Проектный отдел динамики и программного обеспечения систем управления движением и навигации» ОАО «РКК «Энергия».

Адрес: 141070 г. Королев Московской обл., ул. Ленина, д. 4а.

ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНОГО ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА В  
КАЧЕСТВЕ НАБЛЮДАТЕЛЯ В КОНТУРЕ УПРАВЛЕНИЯ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Зубов Н.Е., Микрин Е.А., Рябченко В.Н., Тимаков С.Н.

Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2012.  
№ 4. С. 88.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ УПРАВЛЯЕМОГО УГЛОВОГО  
ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ВРАЩАЮЩИМСЯ  
СОЛНЕЧНЫМ ПАРУСОМ

Легостаев В.П., Субботин А.В., Тимаков С.Н., Зыков А.В.

Труды Московского физико-технического института. 2013. Т. 5. № 2 (18). С.  
106-119.

О ГИРОСКОПИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ СПУТНИКА СВЯЗИ В  
ОТСУТСТВИЕ ИЗМЕРЕНИЙ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ

Ефимов Д.А., Сумароков А.В., Тимаков С.Н.

Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2012.  
№ 5. С. 119.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТНЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК СТАБИЛИЗАЦИИ ПЕРСПЕКТИВНОГО  
КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Богачёв А.В., Платонов В.Н., Тимаков С.Н.

Космонавтика и ракетостроение. 2013. № 2 (71). С. 83.

**Ведущая организация**

(обновлено 13.06.2014)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт  
проблем механики имени А. Ю.Ишлинского Российской академии наук» (ФГБУН  
ИПМех имени А. Ю. Ишлинского РАН)

Адрес: 119526 Москва, пр. Вернадского, д. 101, к. 1.

Сайт: [www.ipmnet.ru](http://www.ipmnet.ru), E-mail: [ipm@ipmnet.ru](mailto:ipm@ipmnet.ru)

Отзыв на диссертацию подписал **Александр Иосифович Овсеевич:**

доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник «Лаборатории  
механики управляемых систем».

Отзыв утвердил: **Сергей Тимофеевич Суржиков**

доктор физико-математических наук, чл.-корр. РАН,

заместитель директора ИПМех имени А.Ю.Ишлинского РАН.

COMMON LYAPUNOV FUNCTION IN THE CONTROL PROBLEM FOR  
LINEAR DY-NAMICAL SYSTEMS

Ananyevskiy I.M., Ovseevich A.I.

В сборнике: IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline) Сер. "15th IFAC Workshop on Control Applications of Optimization, CAO 2012" 2012. С. 68-70.

LIMIT BEHAVIOR OF REACHABLE SETS OF LINEAR TIME-INVARIANT SYSTEMS WITH INTEGRAL BOUNDS ON CONTROL

Goncharova E., Ovseevich A.

Journal of Optimization Theory and Applications. 2013. Т. 157. № 2. С. 400-415.

АСИМПТОТИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ФОРМЕ СИНТЕЗА ДЛЯ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ

Овсеевич А.И., Федоров А.К.

Доклады Академии наук. 2013. Т. 452. № 3. С. 266.

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»

Черноусько Ф.Л., Костин Г.В.

Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2009. № 1-2. С. 33-35.

**Отзывы на автореферат и диссертацию**

(размещено 13.06.2014)

**1. Из ФГУП «ГКНПЦ имени М. В. Хруничева»**

Адрес: 121087 Москва ул. Новозаводская, д. 18

сайт: [www.khrunichev.ru](http://www.khrunichev.ru), E-mail: [proton@khrunichev.com](mailto:proton@khrunichev.com)

Отзыв составили:

1.1. **Алексей Алексеевич Давыдов** кандидат физико-математических наук, должность - заместитель начальника отдела К-113 КБ «Салют»,

1.2. **Александр Иванович Игнатов** кандидат физико-математических наук, должность - начальник сектора К-113-1 КБ «Салют».

**2. Из ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева» - Национальный исследовательский университет (СГАУ имени академика С.П.Королева).**

Адрес: 443086 Самара, Московское ш., д.34

Сайт: [www.ssau.ru](http://www.ssau.ru), E-mail: [ssau@ssau.ru](mailto:ssau@ssau.ru)

Отзыв составил **Николай Данилович Семкин:**

доктор технических наук, профессор,

должность - директор Института космического приборостроения СГАУ имени академика С.П.Королева, заведующий кафедрой «Конструирование и технология электронных систем и устройств» (КТЭСиУ) СГАУ имени академика С.П.Королева.

### 3. Из ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет МАИ)»

Адрес: 125993 Москва, Волоколамское ш., д. 4.

Сайт: www.mai.ru, E-mail: mai@mai.ru

Отзыв составил **Борис Сабирович Бардин:**

доктор физико-математических наук, профессор,

должность - заведующий кафедрой «Теоретическая механика».

#### Результаты публичной защиты

(размещено 28.06.2014)

Дата защиты: 24.06.2014

Соискатель: Панкратов Владимир Александрович

Диссертация: «Применение фильтрации Калмана в задачах определения вращательного движения спутников» по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Заседание ведет: Платонов Александр Константинович, заместитель председателя диссертационного совета.

На заседании присутствуют 19 членов совета, из них 12 специалистов по профилю рассматриваемой диссертации:

В. В. САЗОНОВ	д. ф.-м. н.	01.02.01
А. К. ПЛАТОНОВ	д. ф.-м. н.	01.02.01
М. М. ГОРБУНОВ-ПОСАДОВ	д. ф.-м. н.	05.13.11
Т. А. ПОЛИЛОВА	д. ф.-м. н.	05.13.11
Г. К. БОРОВИН	д. ф.-м. н.	01.02.01
М. А. ВАШКОВЬЯК	д. ф.-м. н.	01.02.01
В. А. ГАЛАКТИОНОВ	д. ф.-м. н.	05.13.11
Ю. Ф. ГОЛУБЕВ	д. ф.-м. н.	01.02.01
В. В. ИВАШКИН	д. ф.-м. н.	01.02.01
В. А. КРЮКОВ	д. ф.-м. н.	05.13.11
Е. И. КУГУШЕВ	д. ф.-м. н.	01.02.01
Ю. М. ЛАЗУТИН	д. ф.-м. н.	05.13.11
А. О. ЛАЦИС	д. ф.-м. н.	05.13.11
С. А. МИРЕР	д. ф.-м. н.	01.02.01
М. Ю. ОВЧИННИКОВ	д. ф.-м. н.	01.02.01
Ю. П. ПОПОВ	д. ф.-м. н.	05.13.11
В. Ю. РУТКОВСКИЙ	д. т. н.	01.02.01
В. А. САРЫЧЕВ	д. ф.-м. н.	01.02.01
А. Г. ТУЧИН	д. ф.-м. н.	01.02.01

По результатам публичной защиты диссертационный совет принял следующее заключение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.024.01  
на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
«Институт прикладной математики имени М. В. Келдыша РАН»  
(ФГБУН ИПМ имени М. В. Келдыша РАН)  
в соответствии с приказом №105/нк от 11.04.2012 г.,  
по диссертации Панкратова Владимира Александровича  
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 24.06.2014 №5

О присуждении Владимиру Александровичу Панкратову, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Применение фильтрации Калмана в задачах определения вращательного движения спутников» в виде рукописи по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика» принята к защите «01» апреля 2014 г., протокол №4 диссертационным советом Д 002.024.01 на базе ФГБУН ИПМ имени М. В. Келдыша РАН приказом № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Владимир Александрович Панкратов, 1981 г. рождения. В 2005 г. окончил Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана» (ФГБОУ ВПО МГТУ имени Н. Э. Баумана) по специальности «Прикладная математика» и получил квалификацию «инженер-математик, исследователь». В 2009 г. соискатель окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВПО МГТУ имени Н. Э. Баумана. Работает ассистентом кафедры ФН-12 «Математическое моделирование» ФГБОУ ВПО МГТУ имени Н. Э. Баумана.

Диссертация «Применение фильтрации Калмана в задачах определения вращательного движения спутников» выполнена в ФГБОУ ВПО МГТУ имени Н. Э. Баумана на кафедре ФН-12 «Математическое моделирование».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН Александр Петрович Крищенко, заведующий кафедрой ФН-12 «Математическое моделирование» ФГБОУ ВПО МГТУ имени Н. Э. Баумана. Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор Виктор Васильевич Сазонов, главный научный сотрудник сектора № 2 «Механика и управление движением космических аппаратов», отдела № 5 «Механика космического полета и управление движением» ФГБУН ИПМ имени М. В. Келдыша РАН.

Официальные оппоненты:

Степан Степанович Лемак, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Прикладная механика и управление» механико-математического факультета Московского Государственного Университета имени М. В. Ломоносова,

Сергей Николаевич Тимаков, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела № 33 «Проектный отдел динамики и программного обеспечения систем управления движением и навигации» ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королева»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем механики имени А. Ю. Ишлинского Российской академии наук» (ФГБУН ИПМех имени А. Ю. Ишлинского РАН), г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном: доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником «Лаборатории механики управляемых систем» Александром Иосифовичем Овсеевичем; заместителем директора Института, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН С. Т. Суржиковым

– указала, что:

«В каждой из глав ясно изложен оригинальный вклад автора. Автор уверенно владеет численными методами и компьютерными технологиями. Многочисленные графики и таблицы весьма наглядно иллюстрируют теоретические подходы.

Результаты работы непросты и довольно громоздки, что, впрочем, неизбежно для данной тематики. Имеются также некоторые неудачные места, например, обсуждение псевдопроизводных на стр. 17...».

«В целом работа производит хорошее впечатление. Решены новые, актуальные прикладные задачи, их решения обоснованы и носят конструктивный характер. Разработанные в диссертации методы имеют непосредственную прикладную направленность. Они, в частности, позволяют предсказывать какие эксперименты, где имеются достаточно жесткие требования на величину микроускорения, проводить не следует. Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих российских научных изданиях. Автореферат правильно отражает содержание работы.

Результаты диссертации и отзыв на нее обсуждены и одобрены на заседании семинара "Теория управления и динамика систем" ИПМех РАН под руководством академика Ф. Л. Черноусько.

Диссертационная работа Панкратова Владимира Александровича полностью удовлетворяет всем квалификационным требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям по специальностям 01.02.01 – теоретическая механика. Автор заслуживает присуждения данной ученой степени.»

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, из них по теме диссертации опубликовано 10 научных работ общим объёмом 7.4 печатных листа, в том числе в 3-х статьях из Перечня ведущих рецензируемых журналов и изданий, и 2-х тезисах докладов. В научных работах В. А. Панкратовым были разработаны алгоритмы, построены программные реализации и проведены расчеты. Содержание диссертации отражает персональный вклад автора в опубликованные работы. Наиболее значимые научные публикации по теме диссертации:

1. Абрашкин В. И., Волков М. В., Воронов К. Е., Егоров А. В., Казакова А. Е., Панкратов В. А., Сазонов В. В., Семкин Н. Д. Определение вращательного движения спутника по данным измерений его угловой скорости и напряженности магнитного поля Земли с использованием кинематической модели движения // Космические исследования. 2005. Т. 43, № 4. С. 295–305.

2. Панкратов В. А. Определение вращательного движения спутника Фотон М-3 по измерениям его угловой скорости и напряженности магнитного поля Земли // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2011. Т. 2, № 4. С. 271–273.
3. Панкратов В. А., Сазонов В. В. Проверка согласованности данных измерений магнитометров, установленных на борту ИСЗ // Наука и образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. 2011. № 10. URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/236884.html> (дата обращения: 02.02.2014).

На автореферат диссертации поступило 3 положительных отзыва:

1. из ФГУП «ГКНПЦ имени М. В. Хруничева», отзыв составили заместитель начальника отдела К-113 КБ «Салют», кандидат физико-математических наук А. А. Давыдов и начальник сектора К-113-1 КБ «Салют» кандидат физико-математических наук А. И. Игнатов. Отзыв не содержит критических замечаний;
2. из ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева (Национальный исследовательский университет)», отзыв составил директор института космического приборостроения СГАУ, заведующий кафедрой КТЭСиУ, доктор технических наук, профессор Н. Д. Семкин. Отзыв не содержит критических замечаний;
3. из ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (МАИ)», отзыв составил заведующий кафедрой «Теоретическая механика», доктор физико-математических наук, профессор Б. С. Бардин. Отзыв не содержит критических замечаний.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой компетенцией в вопросах баллистики и управления реальными механическими системами. Выбор ФГБУН ИПМех имени А. Ю. Ишлинского РАН в качестве ведущей организации обоснован тем, что эта организация широко известна своими достижениями в области теории управления и динамики систем и способна определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны методики реконструкции ориентированного и неориентированного движения космического аппарата по данным измерений бортовых датчиков. Наиболее значимые результаты работы, представляющие научную новизну:

1. Разработана методика нелинейной калмановской фильтрации данных измерений напряженности магнитного поля Земли (МПЗ), позволяющая реконструировать неуправляемое вращательное движение спутника на продолжительных интервалах времени. Новизна методики состоит в использовании векторов измерений переменной длины и способе вычисления расчетных аналогов измерений.
2. Разработана интегральная статистическая методика определения вращательного движения спутника по данным измерений угловой скорости и напряженности МПЗ. Она использует только уравнения кинематики

твердого тела и пригодна для определения как управляемого, так и неуправляемого движения спутника при любых действующих на него внешних механических моментах. С помощью предложенной методики можно верифицировать алгоритмы реконструкции вращательного движения, основанные на полных (динамических и кинематических) уравнениях движения.

3. Разработана модификация предложенной Калмановской фильтрации, основанная на кинематических уравнениях, для обработки данных измерений двух типов: угловой скорости и напряженности МПЗ, позволяющая реконструировать как управляемое, так и неуправляемое движение КА. Новизна здесь заключается в использовании оригинальной разностной схемы интегрирования кинематических уравнений, в переменной размерности вектора измерений и в способе вычисления расчетных аналогов данных измерений.
4. Разработана методика проверки векторной согласованности данных измерений пары магнитометров. В результате проверки оцениваются векторная разность постоянных смещений в измерениях магнитометров и матрица перехода между их собственными системами координат.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке алгоритмов, предназначенных для реконструкции вращательного движения существующих и перспективных искусственных спутников Земли (ИСЗ), оснащенных необходимым измерительным оборудованием.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Предложена модернизация интегрально-статистической методики реконструкции фактического движения ИСЗ в неуправляемом режиме полета. Методика использует измерения МПЗ, и позволяет реконструировать фактическое вращательное движение на временных интервалах от одного до пяти орбитальных витков. Чтобы получить представления о микроускорениях и движении КА в течение всего полета, движение реконструируется на нескольких десятках временных интервалов. Модернизация заключается в применении для интегрирования уравнений вращательного движения метода Рунге-Кутты с интерполяционным полиномом, который позволяет вычислить решение внутри шага интегрирования. Это позволило включить в обработку всю совокупность измерений, полученных на некотором временном интервале, и эффективно вычислять их расчетные аналоги.
2. Приведена интегрально-статистическая методика, позволяющая реконструировать вращательное движение ИСЗ в ориентированном полете. Предложенная математическая модель использует только кинематические уравнения движения и, следовательно, пригодна для определения как управляемого, так и неуправляемого движения КА при любых действующих на него внешних механических моментах. Методика использует измерения двух типов: угловой скорости и МПЗ.
3. Построены реализации фильтра Калмана, предназначенные для определения вращательного движения ИСЗ в неуправляемом и управляемом режимах

полета. Эти реализации могут быть применены как в реальном времени, так и при апостериорной обработке данных. Алгоритмы, основанные на фильтре Калмана, позволяют реконструировать движение ИСЗ на отрезке времени произвольной длины. Для апостериорных реконструкций в представленных методиках совместно с фильтром Калмана применяется RTS-сглаживание. Спецификой предложенных реализаций является переменная размерность вектора измерений.

4. Представлена методика проверки согласованности данных измерений магнитометров. Эта проверка выполняется перед обработкой имеющихся данных с использованием более сложных математических моделей. Если проверка оказывается успешной, то в результате удается оценить смещения в измерениях и матрицы перехода между собственными системами координат магнитометров.

Достоверность полученных результатов обусловлена тем, что все методики были испытаны посредством обработки реальных данных измерений, полученных на спутниках *Фотон-12*, *Фотон М-2* и *Фотон М-3*. Сопоставление результатов показало их согласованность.

Все представленные в диссертации результаты получены лично автором. Соискателем построены представленные методики и алгоритмы, разработано программное обеспечение, реализующее их, и с помощью разработанного программного обеспечения проведена обработка измерений.

На заседании 24 июня 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Владимиру Александровичу Панкратову ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 12 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» присуждение учёной степени – 19, «против» присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.024.01

д. ф.-м. н.

Полилова Т.А.