

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 501.001.22
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования «Московский
государственный университет имени М.В. Ломоносова»
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 11 сентября 2015г., протокол № 9/265.

О присуждении **Богданову Олегу Николаевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Методика согласованного моделирования измерений инерциальных датчиков, траекторных параметров объекта с приложением к задачам инерциальной и спутниковой навигации» по специальности 01.02.01 – «теоретическая механика» принята к защите 5 июня 2015г., протокол № 7/263 диссертационным советом Д 501.001.22 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, созданным приказом Рособнадзора от 21.12.2007 года, № 2397-1955.

Соискатель Богданов Олег Николаевич 1982 года рождения, в 2004 году окончил с отличием механико-математический факультет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», в 2007 году окончил очную аспирантуру механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». С 01.10.2008 года по настоящее время научный сотрудник лаборатории управления и навигации механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Диссертация выполнена на кафедре прикладной механики и управления механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Голован Андрей Андреевич, заведующий лабораторией управления и навигации механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Егоров Юрий Григорьевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана»,

Каршаков Евгений Владимирович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории №1 «Динамических информационно-управляющих систем» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова РАН»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Закрытое акционерное общество «Инерциальные технологии «Технокомплекса» (г. Раменское Московской обл.) в своем положительном заключении, составленном Редькиным С.П., доктором технических наук, заместителем генерального директора, и утвержденном генеральным директором Закрытого акционерного общества «Инерциальные технологии «Технокомплекса» Требуховым А.В. 13 июля 2015г., указала, что «данная диссертация, направленная на повышение технических характеристик БИНС и СНС путем создания единой, универсальной, алгоритмически несложной методики, является актуальной для отечественного навигационного приборостроения», «рассматриваемая диссертация решает задачу развития методов проектирования ПО БИНС и СНС путем создания комплекса алгоритмов моделирования задач инерциально-спутниковой навигации».

В отзыве перечислены оригинальные результаты, полученные в диссертации:

1. Разработана и обоснована методика согласованного моделирования показаний идеальных инерциальных чувствительных элементов, включающая согласованное моделирование основных траекторных параметров движения объекта.

2. Разработана и обоснована методика сравнительного анализа численных методов задачи ориентации на этапе начальной выставки БИНС в условиях вибрационных воздействий.

3. Алгоритмы моделирования задач инерциальной навигации охватывают все основные этапы функционирования БИНС: начальную выставку, калибровку, навигацию и комплексирование со спутниковыми навигационными системами.

4. Решена задача моделирования ионосферных задержек спутниковых измерений на основе двухчастотных фазовых измерений и данных центра CODE.

В отзыве говорится, что результаты диссертационной работы могут быть использованы и развиты в научных организациях и предприятиях приборостроительного, машиностроительного и авиационно-космического профилей, занимающихся исследованием и проектированием систем ориентации и

наведения подвижных объектов. В отзыве указывается на «отсутствие количественной весовой оценки в общих погрешностях современных БИНС величин уменьшения погрешностей при применении разработанных в диссертации рекомендаций», но отмечается, что «замечание не влияет на общую положительную оценку работы».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации общим объёмом 9.5 печатных листов, в том числе 2 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ. Десять статей опубликованы в соавторстве с научным руководителем Голованом А.А., которому принадлежит постановка задачи, или другими соавторами, которым принадлежит консультация и помощь в анализе полученных результатов. Результаты диссертации докладывались на 6 международных конференциях.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Bogdanov O.N., Fomichev A.V. Simulation of angular velocity sensor measurements using telemetry data on the motion of an object. Moscow University Mechanics Bulletin. 2014. V. 69. № 3. P. 40-47.
2. Богданов О.Н. Уточнение траекторных параметров навигационных спутников систем GPS и ГЛОНАСС при помощи данных сервиса IGS // Вестник Московского университета. Серия 1. Математика и механика. 2009. № 3. С. 53–56.
3. Bogdanov O.N., Golovan A.A. Analysis of Kepler's elements of the navigation satellite's orbits on the base of precise IGS position information. In: Proceedings of 6th International Conference on Recent Advances in Space Technologies. Istanbul, 2013. P. 271-275.
4. Козлов А.В., Смоллер Ю.Л., Юрист С.Ш., Богданов О.Н., Голован А.А. Результаты испытаний на яхте бескарданного гравиметра GT-X // Труды XIX Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам, ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, 2012, С. 172-174.

5. Богданов О.Н., Коростелева С.С., Кухтевич С.Е., Фомичев А.В. О выборе алгоритма и тактовой частоты расчета матрицы ориентации для бесплатформенной инерциальной навигационной системы // Труды МИЭА. 2010. №2. С. 60-67.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются специалистами в исследуемой области (имеются работы, близкие к теме диссертации).

Выбор ведущей организации обусловлен широкой известностью достижений работающих в ней специалистов, в том числе и в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований была разработана методика комплексного моделирования широкого круга прикладных задач инерциальной и спутниковой навигации. Предложены алгоритмы моделирования, охватывающие полный цикл функционирования бескарданных инерциальных навигационных систем. Разработан подход к имитации показаний инерциальных датчиков, обеспечивающий универсальность и полноту математического моделирования. Предложены алгоритмы моделирования основных погрешностей первичных спутниковых измерений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что в нем предложены и всесторонне проанализированы универсальные модели имитации показаний инерциальных датчиков. Это позволяет проводить моделирование для инерциальных навигационных систем любого предназначения и произвольного класса точности. Также, в исследовании была предложена и теоретически обоснована методика сравнительного анализа многошаговых методов интегрирования уравнений навигации.

Применительно к проблематике диссертации результативно использованы численные методы и методы оптимального оценивания. Изучено влияние вибрации

объекта на уровень точности начальной выставки БИНС. Описаны алгоритмы вычисления траектории навигационного спутника без использования эфемеридной информации реального времени.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что большинство представленных алгоритмов внедрены в аппаратный имитатор спутниковых радиосигналов разработки ОАО «МКБ «Компас». Предложенные алгоритмы имитации показаний идеальных инерциальных датчиков используются на ряде профильных предприятий для анализа качества собственных навигационных систем и их внутренних алгоритмов. Также, в исследовании представлены рекомендации к качественному анализу моделей уравнений ошибок на предмет их применимости в задаче коррекции. Создана методика эффективного сравнительного анализа многошаговых численных методов решения задачи определения ориентации в условиях вибрации в зависимости от частоты вибрационных воздействий и частоты съема показаний датчиков.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы разработчиками инерциальных навигационных систем и аппаратуры спутниковой навигации.

Полученные результаты достоверны и прошли апробацию в ходе выступлений автора на научных семинарах и конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методики имитации показаний инерциальных датчиков и создании алгоритмов моделирования основных видов погрешностей спутниковых измерений. Постановка задачи и выбор направления исследования принадлежат научному руководителю доктору физико-математических наук Головану А.А. Все теоретические результаты получены лично соискателем. В необходимых случаях заимствования результатов приведены соответствующие ссылки. Обработка модельных и экспериментальных данных выполнена лично соискателем.

Диссертация является научно-квалификационной работой, вносящей существенный вклад в методику разработки и тестирования навигационных систем.

Ее результаты могут быть рекомендованы и использованы при разработке и тестировании инерциальной и спутниковой навигационной аппаратуры на таких профильных предприятиях, как ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», ОАО «Центральный научно-исследовательский институт автоматики и гидравлики», ОАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания» и др.

На заседании 11 сентября 2015 года диссертационный совет принял решение присудить Богданову О.Н. ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 15 докторов наук (по специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета,

доктор физико-математических наук,

профессор

Карапетян

Александр Владиленович

Ученый секретарь

диссертационного совета,

кандидат физико-математических наук,

доцент

Прошкин

Владимир Александрович

Подписи удостоверяю:

И.о. декана механико-математического

факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,

доктор физико-математических наук,

профессор

Чубариков

Владимир Николаевич