

Утверждаю

Генеральный директор ЗАО «ИТТ»

А.В. Требухов

2015 г.



Отзыв

ведущей организации ЗАО «Инерциальные технологии «Технокомплекса» на диссертационную работу Богданова Олега Николаевича: «Методика согласованного моделирования измерений инерциальных датчиков, траекторных параметров объекта с приложением к задачам инерциальной и спутниковой навигации», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 - теоретическая механика

Актуальность темы. В настоящее время бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) являются основными автономными, а спутниковые навигационные системы (СНС) - внешними информационными источниками параметров ориентации и навигации на различных подвижных объектах авиационного, космического, морского и наземного применения. Учитывая современные требования по снижению погрешностей, стоимости, сроков разработки, размеров и веса, продолжается достаточно интенсивное развитие БИНС, связанное с совершенствованием инерциальных чувствительных элементов, электроники и программного обеспечения (ПО). Рассматриваемая диссертация решает задачу развития методов проектирования ПО БИНС и СНС путём создания комплекса алгоритмов моделирования задач инерциально-спутниковой навигации.

На практике проектировщики навигационной аппаратуры обычно проводят моделирование, используя сложные алгоритмы, не подкреплённые достаточной теоретической аргументацией. В связи с этим данная диссертация, направленная на повышение технических характеристик БИНС и СНС путём

создания единой, универсальной, алгоритмически несложной методики, является актуальной для отечественного навигационного приборостроения.

Новизна полученных в диссертационной работе результатов. В представленных в данной работе исследованиях получены следующие оригинальные результаты:

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 (СНС). Разработанные алгоритмы не привязаны, с одной стороны, к каким-либо конкретным классам БИНС, с другой стороны, к конкретным типам объектов и их характерным движениям, что говорит об универсальности разработанной методики.
4. Решена задача моделирования ионосферных задержек спутниковых измерений на основе двухчастотных фазовых измерений и данных центра CODE.

Практическая значимость диссертации и использование полученных результатов. На основе проведённых исследований получены следующие практические результаты:

1. Разработаны алгоритмы для решения задачи имитации показаний идеальных инерциальных чувствительных элементов БИНС: гироскопов и акселерометров.
2. Разработана методика тестирования, позволяющая определять, насколько разные модели ошибок пригодны для задач комплексирования БИНС с заданными точностными характеристиками.
3. Разработаны алгоритмы имитации при калибровке БИНС, учитывающие угловые ошибки его установки на стенде, а также внутреннюю геометрию блока чувствительных элементов.

4. Разработана методика сравнительного анализа многошаговых численных методов определения ориентации объекта в задаче начальной выставки БИНС в условиях вибрационного воздействия.

5. Разработана методика оценивания в режиме постобработки траекторных параметров спутников GPS, ГЛОНАСС при помощи данных сервиса IGS.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. К основным результатам, которые могут быть рекомендованы для дальнейшего использования, можно отнести следующие:

1. Методику имитации показаний идеальных гироскопов и акселерометров в различных задачах проектирования БИНС.

2. Методику согласованного моделирования основных траекторных параметров движения объекта при разработке ПО БИНС.

3. Методику сравнительного анализа численных методов задачи ориентации на этапе начальной выставки БИНС в условиях вибрационных воздействий при проектировании ПО БИНС.

4. Методику оценивания в режиме постобработки траекторных параметров спутников GPS и ГЛОНАСС с применением данных сервиса IGS при проектировании аппаратуры СНС.

Научные коллективы, в которых могут быть использованы и развиты результаты диссертации. Результаты данной 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.

К таким предприятиям могут быть отнесены: ОАО «МИЭА», ФГУП «ГосНИИАС», ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», ЗАО «Инерциальные технологии «Технокомплекса», ОАО «ЦНИИАГ», филиал ФГУП «ЦЭНКИ»-«НИИПМ им. академика В.И. Кузнецова», ОАО «ПНППК».

Отдельные фрагменты диссертации могут быть использованы в образовательном процессе.

Диссертационная работа, включая проведённый автором обзорный анализ, теоретические и экспериментальные исследования, в целом представляет собой завершённую научную работу со значимыми для науки и производства результатами.

Явным достоинством работы является то, что теоретические результаты имеют практическое применение.

Результаты диссертации в достаточной степени опубликованы в печати.

Основные положения и результаты диссертации доложены и обсуждены на 7-ми конференциях.

К недостаткам диссертационной работы следует отнести отсутствие количественной весовой оценки в общих погрешностях современных БИНС величин уменьшения погрешностей при применении разработанных в диссертации рекомендаций.

Сделанное замечание не влияет на общую положительную оценку работы.

Содержание работы достаточно полно отражено в автореферате, выполненном в соответствии с необходимыми требованиями.

Содержание работы соответствует специальности 01.02.01 – теоретическая механика.

Рассматриваемая диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям «Положения ВАК РФ о присуждении учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, а её автор, Богданов Олег Николаевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 - теоретическая механика.

Материалы диссертации и отзыв коллективно обсуждены и одобрены на НТС ЗАО «ИТТ» 10 июля 2015г.

Зам. Генерального директора
ЗАО «ИТТ»,
доктор технических наук



С.П. Редькин

Главный конструктор по разработке
алгоритмов и программного обеспечения



В.П. Голиков