

“УТВЕРЖДАЮ”

Генеральный директор ФГУП «ГосНИИАС»

Доктор технических наук, профессор

Член-корреспондент РАН С.Ю. Желтов

« 10 » марта 2016 года

Отзыв ведущей организации

**Федерального государственного унитарного предприятия
«Государственный научно-исследовательский институт авиационных
систем» на диссертационную работу**

Никитина Ильи Вячеславовича

**«ЗАДАЧА НАВИГАЦИИ НАЗЕМНОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ
ДАННЫХ БИНС И ОДОМЕТРА»**, представленную на соискание учёной
степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01
- теоретическая механика.

Диссертация И.В. Никитина посвящена исследованию задачи навигации объекта, в состав навигационного комплекса которого входят бескарданная инерциальная навигационная система (БИНС) или инерциально-измерительный блок, включающий блоки акселерометров и датчиков угловой скорости, а также датчик пройденного пути – одометр. Навигационные приложения указанной задачи – специфические вопросы топографической привязки для наземных объектов на колесной, гусеничной базе, когда задачу навигации необходимо решать автономно без использования спутниковой навигационной информации. Другим примером гражданского применения таких комплексов служит задача подземной навигации – задачи навигации дефектоскопа нефтяных и газовых труб. Этими востребованными навигационными приложениями обусловлена актуальность темы диссертационного исследования.

Диссертационная работа И.В. Никитина состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения, содержит список литературы, состоящий из 31 цитированного источника.

Во введении приводится обзор тематики исследования, который приводит автор на основе доступной в открытой печати литературе. Определяются цели исследования, обосновывается актуальность темы, отмечается научная новизна и возможности практического применения разработанных алгоритмов навигации в конкретных приложениях, кратко описывается структура и содержание диссертационной работы, приводится список публикаций автора и список докладов на конференциях.

В первой главе описываются известные функциональные схемы решения задач коррекции в инерциальной навигации, называемые вариантом оценивания и вариантом введения обратных связей в алгоритмы навигационного счисления или вариант управления. На этой методической основе предлагаются функциональные схемы решения задачи коррекции БИНС при помощи данных одометра, новые для исследуемой задачи и учитывающие ее специфику. Приводится анализ предложенных схем. Отметим, что для практики этот анализ важен, поскольку он позволил очертить общую картину возможных схемных и алгоритмических решений в задаче интеграции БИНС и одометра.

Во второй главе детально описаны все необходимые коррекционные модели задачи интеграции БИНС и одометра, возникающие из ранее описанных функциональных схем решения этой задачи. Новыми здесь являются модели уравнений ошибок одометрического кинематического счисления, которые учитывают геометрические и инструментальные погрешности одометра. Предложены и теоретически обоснованы алгоритмические решения, состоящие в использовании результатов одометрического кинематического счисления для непрерывной коррекции БИНС в движении. Тем самым реализован так называемый вариант непрерывной довыставки БИНС в движении. В главе также исследуются другие важные для приложений вопросы.

Третья глава посвящена исследованию вопросов численной реализации предлагаемых в диссертации алгоритмических решений. Это позволяет ответить на вопрос о бортовой реализации алгоритмов интеграции БИНС и одометра. Автор описывает все предлагаемые численные алгоритмы решения задачи интеграции БИНС-одометр. Рассмотрены случаи, когда задача интеграции БИНС-одометр решается в варианте оценивания, в варианте введения обратных корректирующих связей в алгоритмы навигационного счисления БИНС, применимые для БИНС разного класса точности. Исследованы алгоритмические решения для режима постобработки,

предложены новые численные алгоритмы, учитывающие специфику применения обратных корректирующих связей в исследуемой задаче.

В четвертой главе представлены результаты имитационной (математическое моделирование) и экспериментальной отработки предложенных алгоритмических решений. Отмечается, что разработанная математическая модель, основу которой составила математическая модель инерциальных датчиков (акселерометров и датчиков угловой скорости) и одометра, явилась эффективным инструментом исследования, позволившим существенно сократить время тестирования алгоритмов. В главе приводятся примеры обработки экспериментальных данных для разных классов точности БИНС и разной разрешающей способности одометра. Рассмотрена задача навигации дефектоскопа нефтяных и газовых труб, где используются ДУС среднего класса точности, и задача автомобильной топопривязки, где используются достаточно точные ДУС. Экспериментальные результаты подтверждают эффективность предложенных в диссертации алгоритмических решений.

Полученные в диссертационной работе И.В. Никитина результаты являются безусловно актуальными в силу востребованности соответствующих навигационных приложений. В работе обоснованы унифицированные алгоритмы решения интеграции БИНС-одометр для БИНС разного класса точности и назначения. Представляется весьма продуктивной изложенная в диссертации идея о применении непрерывной коррекции БИНС в движении по результатам кинематического одометрического счисления. Эффективность алгоритмических решений подтверждена обработкой экспериментальных данных, как в вариантах реального времени, так и в режиме постобработки или сглаживания.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов комплексной обработки информации.

К замечаниям по диссертационной работе можно отнести следующие.

1. В работе мало уделено внимания задаче предварительной калибровки угловых погрешностей одометра и его масштабного коэффициента.

2. В пункте 5.2 при изложении результатов обработки разработанными алгоритмами экспериментальных данных навигации внутритрубного диагностического снаряда отмечается, что в ходе эксперимента расстояние между маркерными точками на участке

трубопровода варьировалось от 2 км до 7 км, а опорная траектория отсутствовала. При этом в качестве результатов навигации приводится табличка с точностями, как по горизонтальным, так и вертикальным координатам для расстояний между маркерами 500, 1000 и 1500 метров. Вероятно, она лишняя, поскольку ниже в этом же пункте указывается приблизительная точность для случаев расстояния между маркерами в 2 и 6 км.

3. В пункте 5.4. «важные для приложений выводы, полученные на основе моделирования и обработки экспериментальных данных» говорится про ослабление требований к начальной выставке БИНС в случае применения разработанных в диссертации алгоритмов. Отмечается, что этап точной выставки в этом случае возможно опустить и ограничиться лишь небольшим по времени этапом алгебраической выставки, поскольку в процессе движения будет произведена довыставка БИНС. На самом деле это так только в случае, когда возможна организация маркерной точки недалеко от старта. В этом случае действительно будет произведена довыставка БИНС и докалибровка ошибок, связанных с одомером.

4. В работе недостаточно четко изложен вопрос эффективности предлагаемых методов по сравнению с уже существующими.

Указанные недостатки не снижают ценности диссертационной работы в целом.

Результаты диссертации опубликованы в 4 научных статьях (из них 2 в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ), которые полно отражают основное содержание диссертации. Результаты докладывались на профильных научных конференциях и семинарах. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Полученные диссертантом результаты могут быть использованы в научно-производственных, научно-исследовательских институтах и вузах, занимающихся вопросами теории и практики корректируемых инерциальных навигационных систем. В частности, к таким организациям относятся: ЗАО «Инерциальные Технологии Технокомплекса», Московский институт электромеханики и автоматики, АО «ЦНИИАГ», Пермская Научно-Производственная Приборостроительная Компания, ВНИИ «Сигнал», Московский авиационный университет, ЦНИИ «Электроприбор», Московский Государственный технический университет им. Н.Баумана и др.

Считаем, что диссертация удовлетворяет требованиям, предъявленным ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор *Никитин Илья Вячеславович*

заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании секции НТС подразделения №0300 ФГУП «ГосНИИАС», протокол № 2 от 01 марта 2016 года.

Заместитель Генерального директора
Кандидат физико-математических наук, с.н.с



Зайцев

Александр Васильевич

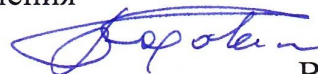
Почтовый адрес: 125319, г. Москва, ул. Викторенко, д.7, телефон 84991579499.

Организация места работы: Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»

Web-сайт организации: <https://gosniias.ru/>

Заместитель начальника подразделения

Кандидат технических наук, с.н.с.



Коровин

Валентин Николаевич

Почтовый адрес: 125319, г. Москва, ул. Викторенко, д.7, телефон 84991579226.

Организация места работы: Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»

Web-сайт организации: <https://gosniias.ru/>