УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
АО «Инерциальные технологии «Технокомплекса»
_____ Е.В. Бабаев
«___» _____ 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации АО «Инерциальные технологии «Технокомплекса» на диссертационную работу Наумченко Владислава Павловича на тему: «Разработка алгоритма определения начальной ориентации инерциальных измерительных блоков», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)»

Рассмотрев диссертационную работу В.П. Наумченко, изложенную на 147 страницах, содержащую 3 таблицы, 69 рисунков, список литературы из 26 наименований (включая 9 статей в журналах ВАК) и структуру, включающую введение, пять глав, заключение, список сокращений, список литературы и приложения, а также автореферат, отмечаем следующее:

1. Представленная работа посвящена актуальной научно-технической проблеме – повышению точности и уменьшению времени проведения автономной начальной выставки инерциальных навигационных систем (ИНС) платформенного типа и бесплатформенных ИНС (БИНС) с вращающимся блоком чувствительных элементов (БЧЭ). Современные требования к времени готовности и точности бортовых навигационных комплексов подвижных объектов обуславливают необходимость разработки новых алгоритмов начальной выставки, циклограммы предстартовой подготовки и алгоритмов навигации, поиска конструктивных и технологических решений. Данное исследование является актуальным и востребованным российской промышленностью, особенно при разработке перспективных ракетно-космических систем.

2. Во введении диссертации автор обосновывает актуальность темы, формулирует цель и конкретные задачи исследования, определяет объект и предмет исследования, раскрывает научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы.

В первой главе приведен аналитический обзор существующих алгоритмов начальной выставки ИНС и используемых математических моделей, проанализированы их преимущества и недостатки. Это является обоснованием направления дальнейших исследований.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ
«17» 11 2025 г.

Вторая глава содержит описание итерационных циклограмм и унифицированных математических моделей автономной начальной выставки одноосных, двухосных и трехосных платформ. Научную ценность представляет рассмотрение начальной выставки как задачи поиска экстремума показаний инерциальных датчиков. Предложены классический и модифицированный подходы для горизонтирования и гирокомпасирования инерциальных платформ, не требующие решения систем дифференциальных уравнений динамики ИНС.

Третья глава посвящена разработке алгоритмов докалибровки инерциальных датчиков в процессе выставки на базе взвешенного метода наименьших квадратов (ВМНК) и метода Левенберга-Марквардта (ЛВМ). Также предложено усовершенствование алгоритмов выставки для повышения помехоустойчивости за счет использования двух этапов: градиентного спуска и метода сканирования. Для снижения времени выставки и повышения точности оценки показаний датчиков применяются алгоритмы цифровой фильтрации.

Четвертая глава содержит оценку влияния погрешностей начальной выставки на точность выведения ракеты космического назначения на низкую околоземную орбиту. Приведенные результаты представляют неоспоримую практическую значимость разработанных методов.

В пятой главе описаны методика и результаты полунатурного эксперимента, позволяющие подтвердить работоспособность и эффективность разработанных алгоритмов.

В заключении представлены основные результаты работы, сформулированы основные выводы и рекомендации по использованию разработанных алгоритмов.

3. В представленной диссертационной работе автором получен ряд новых научных результатов, среди которых в первую очередь необходимо выделить следующее:

- Разработаны итерационные циклограммы и унифицированные математические модели автономной начальной выставки одноосных, двухосных и трехосных гиростабилизированных платформ, решающие задачи горизонтирования и гирокомпасирования ИНС как задачи поиска заданного экстремума показаний инерциальных датчиков.
- Предложена перспективная схема БИНС с вращающимся БЧЭ, сочетающая достоинства платформенных и бесплатформенных инерциальных систем.
- Разработаны алгоритмы докалибровки инерциальных датчиков на этапе начальной выставки, позволяющие повысить точность и уменьшить время готовности системы.

– На основе математического моделирования и полунатурного эксперимента подтверждена корректность принятых решений, разработанные алгоритмы обеспечивают снижение времени проведения автономной выставки и повышение её точности.

4. Обоснованность и достоверность выносимых на защиту научных положений и выводов подтверждается корректным применением методов системного анализа, статистической обработки данных и теории инерциальной навигации, а также результатами численного моделирования и проведения полунатурного эксперимента. Апробация результатов работы выполнена на 16 научно-технических конференциях. По теме исследования опубликовано 9 статей в журналах, рекомендуемых ВАК, что свидетельствуют о достоверности полученных результатов.

5. Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем:

– Разработанные алгоритмы позволяют существенно сократить время готовности ИНС с гиростабилизируемой платформой и БИНС с вращающимся БЧЭ и повысить точность автономной начальной выставки.
– Алгоритмы обеспечивают возможность настройки режима автономной выставки, позволяя повысить точность или сократить её время.
– Предложенная конструкция БИНС с вращающимся БЧЭ позволяет повысить точность автономной выставки и обеспечить докалибровку БИНС на объекте перед стартом.
– Результаты работы внедрены в филиале АО «ЦЭНКИ»-«НИИ ПМ им. академика В.И. Кузнецова» при выполнении опытно-конструкторских работ, что подтверждено соответствующим актом.

6. В тоже время по автореферату и диссертации имеются не снижающие ценности работы замечания:

– Не приведено сравнение по точности и времени проведения предложенных алгоритмов выставки с используемыми в настоящее время.
– Не описаны ограничения применимости предложенных методов и алгоритмов в условиях внешних воздействующих факторов.
– Для практического применения БИНС с вращающимся БЧЭ необходимо дополнительное исследование.

В целом приведенные замечания не снижают общего высокого уровня работы и не вносят сомнений в правильности положений, выносимых на защиту.

7. Давая оценку работе в целом, следует отметить ее логическую завершенность, глубокую проработку поставленных задач, подтверждение

теоретических выводов результатами математического и полунатурного моделирования, а также высокую практическую значимость. Материалы диссертации оформлены в соответствии с требованиями Положения ВАК.

Основные результаты диссертации опубликованы в печати и докладывались на конференциях. Вместе с авторефератом научные труды соискателя достаточно полно отражают содержание рецензируемой работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тема и содержание диссертации соответствуют специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)».

Диссертация В.П. Наумченко является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи, имеющей важное прикладное значение для ракетно-космической отрасли.

На основании изложенного считаем, что рецензируемая работа «Разработка алгоритма определения начальной ориентации инерциальных измерительных блоков» удовлетворяет требованиям Положения ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Наумченко Владислав Павлович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании Научно-технического совета АО «Инерциальные технологии «Технокомплекса» (г. Раменское) «_13_» _ноября__ 2025 г. (протокол № _Пт-1/25-ОНТИ_).

Директор по научной работе
АО «Инерциальные технологии «Технокомплекса» Некрасов
Учёный секретарь НТС АО «ИТТ», Александр Витальевич
кандидат технических наук

Заместитель руководителя отдела
АО «Инерциальные технологии «Технокомплекса» Шаймарданов
кандидат технических наук Ильгизар Хамзаевич

Полное наименование организации: Акционерное общество «Инерциальные технологии «Технокомплекса».

Почтовый адрес организации: 140108, Московская область, г. Раменское, ул. Михалевича, д. 39, корп. 3, эт/пом 3/74.

Адрес электронной почты организации: itt@inertech.ru

Телефон: 8 (495) 556-23-82

Подписи удостоверяю.

С отзывом ознакомлен
17.11.2025

Заместитель руководителя
отдела кадров АО «ИТТ»
_____ О.А.Меркулова