

Общество  
с ограниченной ответственностью  
«Научно-производственное объединение  
НаукаСофт»



129085, г. Москва, ул. Годовикова, 9, стр. 4,  
этаж 1, помещ./ком 1.1/1.1.4

ИНН 7714868677, тел.: +7 (495) 255-36-35

e-mail: [contacts@naukasoft.ru](mailto:contacts@naukasoft.ru), <https://naukasoft.ru>

Исх. № 599/3/24 от 05.03.2024

Ученому секретарю  
диссертационного совета 24.2.327.12  
Ф.В. Васильеву

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, 4  
Московский авиационный институт  
(Национальный исследовательский университет)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
Доктор технических наук, доцент



П.С. Горшков

2024 г.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Крылова Алексея Анатольевича «Разработка технологии калибровки гироскопических блоков на основе МЭМС датчиков», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11 – Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

Диссертационная работа Крылова А. А. выполнена на актуальную для приборостроения тему, связанную с необходимостью повышения точностных характеристик гироскопических блоков на базе микро-электро-механических систем (МЭМС). Такие системы имеют низкую стоимость, небольшую массу и габариты. Однако МЭМС датчики имеют невысокую точность, большую зону нечувствительности и нестабильные параметры дрейфов. Судя по автореферату, работа направлена на разрешение противоречия между существующими массо-габаритными и требуемыми точностными характеристиками МЭМС. В диссертации такая задача решалась на основе совершенствования технологии калибровки гироскопических МЭМС блоков. На актуальность диссертации указывает и ее связь с научно-исследовательскими работами, проводимыми совместно с ГосНИИП.

Цель диссертационной работы состояла в улучшении точностных характеристик гироскопических блоков на основе МЭМС гироскопов и акселерометров, а также снижении трудоёмкости процесса калибровки путем разработки моделей погрешностей и методик калибровки для программно-алгоритмического комплекса калибровки.

Достижение поставленной цели подтверждается основными научными и практическими результатами, приведенными в автореферате.

Научная значимость работы связана с разработкой моделей и алгоритмического обеспечения процедур калибровки, учитывающих взаимосвязь систематиче-

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

15 03 2024 г.

ских и случайных погрешностей МЭМС датчиков с параметрами навигации и ориентации. Оригинальность научных положений связана и с разработкой методики идентификации параметров моделей погрешностей МЭМС датчиков, зависящих от динамики изменения температуры и линейных ускорений гироинерциальных блоков.

Основные результаты диссертации полностью изложены в ведущих российских изданиях, доложены на ряде российских и международных конференций по авиакосмической тематике.

Вместе с тем, судя по автореферату, можно отметить следующие замечания.

1. Не ясно, в какой системе отсчета определялись погрешности координат и скоростей (см. уравнения на стр. 13).
2. Не показано, с какой дискретностью по температурам и ускорениям оценивались при калибровке дрейфы МЭМС датчиков и как это учитывалось в непрерывных уравнениях инерциального счисления параметров движения.
3. В работе полагается, что при калибровке измерительные оси гироинерциального блока взаимно ортогональны, т.е. матрица для угловых погрешностей ориентации является кососимметричной с наличием нулевых элементов (см. уравнения на стр. 13 и 14). Такое допущение для МЭМС датчиков, на наш взгляд, является не вполне корректным.

В целом диссертация Крылова Алексея Анатольевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, в которой, судя по автореферату, решена новая научно-техническая задача, связанная с повышением эффективности калибровки гироинерциальных блоков на базе МЭМС.

**Вывод.** Диссертационная работа отвечает требованиям раздела II, п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» РФ, предъявляемым к квалификационным работам, а ее автор, Крылов Алексей Анатольевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11 – Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании НТС ООО «Научно-производственное объединение НаукаСофт» (протокол № 03/145 - 24 от 05.03.2024г.).

Доктор технических наук, доцент

« 05 » 03 2024 г.



А.В. Чернодаров

Почтовый адрес: 129085, г. Москва, ул. Годовикова, д. 9, стр. 4.

Телефон: +7 495 2553635

Адрес электронной почты: chernod@mail.ru

Организация – место работы: ООО «Научно-производственное объединение НаукаСофт».

Должность: главный научный сотрудник лаборатории навигации и управления.