

15.03.24



Государственная корпорация
по космической деятельности «Роскосмос»

Акционерное общество
«Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»)



ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
г.о. Королёв,
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsniimash.ru
http://www.tsniimash.ru

ОГРН 1195081054310
ИНН/КПП 5018200994/501801001

29.02.2024 исх. № 09004-583

исх. № _____ от _____

Аришкин Т.А.
[Signature]
13.03.24

Ученому секретарю диссертационного
совета 24.2.327.12
Московского авиационного института,
кандидату технических наук, доценту
Ф.В. Васильеву

125993, г. Москва,
Волоколамское шоссе, д. 4, МАИ,
Отдел ученого и диссертационного
советов

Уважаемый Федор Владимирович!

Высылаю в Ваш адрес отзыв на автореферат диссертации Крылова
Алексея Анатольевича на соискание ученой степени кандидата технических
наук на тему "Разработка технологии калибровки гироскопических блоков
на основе МЭМС датчиков" по специальности 2.2.11. Информационно-
измерительные и управляющие системы (технические науки).

Приложение: «Отзыв на автореферат...» на 3 л. в 2-х экз.

Главный ученый секретарь АО «ЦНИИмаш»,
доктор технических наук

С уважением,

[Signature]

В.Ю.Клюшников

Stamp: МАИ
Вх. № 01-1160
« 12 » 03 2024 г.
Кол-во листов докум. 7
Приложения

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Крылова Алексея Анатольевича

"Разработка технологии калибровки гироскопических блоков на основе МЭМС датчиков", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки)

Совершенствование современных инерциальных навигационных систем (ИНС) идет по пути улучшения точностных характеристик с одновременным уменьшением массы, габаритов, стоимости и энергопотребления.

Одним из перспективных направлений развития ИНС является использование бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС), эффективно функционирующих в условиях неограниченного углового маневра управляемого объекта. В последнее время БИНС широко используются для определения кинематических параметров самолетов, космических аппаратов, беспилотных летательных аппаратов, а также в транспортных средствах различного назначения. Ужесточение требований к габаритно-массовым характеристикам БИНС, являющееся основной тенденцией настоящего времени, приводит к необходимости перехода к датчикам, разработанным на основе микроэлектромеханических систем (МЭМС технологий).

В настоящее время МЭМС гироскопы существенно уступают по точности как классическим гироскопам, так и приходящим им на замену оптическим гироскопам: лазерным и волоконно-оптическим. Проведение предстартовых калибровок МЭМС гироскопов и МЭМС акселерометров позволяет за счет уточнения их параметров значительно улучшить точностные характеристики БИНС. В связи с этим диссертационная работа автора, посвященная разработке технологии калибровки гироскопических блоков на основе МЭМС датчиков, является актуальной.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке методики калибровки смещения нуля МЭМС датчиков при различной скорости изменения внешней температуры, методики калибровки смещения нуля и погрешности масштабного коэффициента МЭМС гироскопа, зависящих от ускорения объекта, а также метода оптимального подбора параметров калибровки с уменьшением вычислительной сложности алгоритмов.

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании методологического подхода к разработке методик калибровки БИНС на МЭМС датчиках за счет расширения модели погрешностей МЭМС гироскопов и акселерометров.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в улучшении точностных характеристик и уменьшении времени калибровки МЭМС гироскопов и акселерометров, что позволяет повысить эффективности применения БИНС. Полученные в диссертации результаты внедрены и используются в АО «ГосНИИП». Целесообразно полученные автором результаты исследования рекомендовать к рассмотрению на предприятиях, работающих в области производства и испытаний навигационных систем и приборов.

Основные результаты работы получены с использованием аппарата теории инерциальных навигационных систем, оценивания результатов измерений, построения нейронных сетей, имитационного и полунатурного моделирования.

По результатам работы опубликовано 22 научные работы, из них 5 в рецензируемых изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации, получено 3 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ, результаты работы достаточно хорошо апробированы на научно-технических и научно-практических конференциях.

Перечисленные обстоятельства определяют значимость полученных автором диссертации результатов для теории и практики исследуемой предметной области.

Автореферат диссертации изложен в строгом научном стиле с использованием убедительной аргументации. К сожалению, работа не лишена некоторых недостатков:

1. На странице 3 автореферата автор вводит аббревиатуру ГИБ - гиринерциальный блок. При этом указывается, что "ГИБ обычно содержит взаимно ортогональные триады гироскопов и акселерометров". Однако автору следует учесть, что в российской гироскопической практике, несмотря на отсутствие ГОСТов по терминологии, для сборки из трех гироскопов и акселерометров принято использовать аббревиатуру БИБ – бесплатформенный инерциальный блок.

2. В предложенных методиках оценки калибровки не учитывается влияние шумов квантования МЭМС датчиков.

3. Не приводится точность определения азимута в режиме гироскопирования БИНС на МЭМС датчиках.

Указанные недостатки не снижают общую положительную оценку выполненной работы, ее научную и практическую значимость.

Автореферат обладает внутренним единством, написан лаконичным и грамотным языком, дает достаточно полное представление о диссертационной работе. Тема исследования актуальна, представленные на защиту положения обладают научной новизной, достоверность результатов не вызывает сомнения, работа обладает практической ценностью. Основные результаты работы опубликованы и докладывались на международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Выводы:

Представленная работа Крылова А.А. является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи, имеющей значение для развития теории и практики проведения калибровок БИНС на МЭМС датчиках.

Представленная работа соответствует специальности 2.2.11 - Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки) и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Крылов Алексей Анатольевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

Начальник отдела
гироскопических приборов
систем управления изделий РКТ,
кандидат технических наук



Николаев
Михаил Викторович

Подпись Николаева Михаила Викторовича заверяю:

Главный ученый секретарь АО «ЦНИИмаш»,
доктор технических наук



Клюшников
Валерий Юрьевич

Организация: Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения (АО «ЦНИИмаш»). Почтовый адрес: 141070, Московская область, г. Королев, ул. Пионерская, дом 4.
Тел.: 8-495-513-53-96. Сайт: tsniimash.ru
E-mail: gyrokorolev2008@tsniimash.ru