

Заключение диссертационного совета МГУ.011.7
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 5 апреля 2024 № 3

О присуждении Тарыгину Илье Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Расширенные температурные модели погрешностей измерений инерциальных датчиков в задаче калибровки» по специальности 1.1.7 «Теоретическая механика, динамика машин» принята к защите диссертационным советом 16 февраля 2024, протокол № 1.

Соискатель Тарыгин Илья Евгеньевич, 1992 года рождения, в 2018 окончил очную аспирантуру механико-математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (направленность подготовки 01.02.01 Теоретическая механика). Соискатель временно не трудоустроен.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной механики и управления механико-математического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова

Научные руководители –

доктор физико-математических наук **Голован Андрей Андреевич**, заведующий лабораторией управления и навигации механико-математического факультета ФГБОУ ВО «Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова»,

кандидат физико-математических наук **Козлов Александр Владимирович**, ведущий научный сотрудник лаборатории управления и навигации механико-математического факультета ФГБОУ ВО «Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова»

Официальные оппоненты:

Меркурьев Игорь Владимирович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ", заведующий кафедрой робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин Института энергомашиностроения и механики

Садеков Ринат Наилевич, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСИС", профессор кафедры "Инженерной кибернетики" Института компьютерных наук.

Веремеенко Константин Константинович, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», начальник научно-исследовательского отделения института №3 «Системы управления, информатика и электроэнергетика», дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, из них 5 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.1.7 «Теоретическая механика, динамика машин»:

1. Тарьгин И.Е. К задаче калибровки инерциальных датчиков при изменяющейся температуре // Вестник Московского университета. Серия 1: Математика. Механика. — 2019. — No 1. — С. 64–68. = Tarygin I.E. Calibration of inertial sensors in the case of varying temperature // Moscow University Mechanics Bulletin. — 2019. — Vol. 74, No 1. — P. 24–28. <http://dx.doi.org/10.3103/s0027133019010059> (0,4 п.л.; JCI 0.07; SJR 0.174)
2. Тарьгин И.Е. Методика калибровки тепловой модели блока чувствительных элементов, состоящего из трех датчиков угловой скорости // Гирокоспия и навигация. — 2019. — Т. 27, No 4. — С. 88–102. = Tarygin I.E. Calibration of the Thermal Model of an Inertial Measurement Unit with Three Angular Rate Sensors // Gyroscopy and Navigation. — 2020. — Vol. 11, No 1. — P. 25–33. <https://doi.org/10.1134/S2075108720010125> (0,9 п.л.; SJR 0.425)
3. Tarygin I.E, Kozlov A.V. Calibration of inertial measurement unit with simultaneous estimation of the temperature time-derivative variations // Mathematics in Engineering, Science and Aerospace (MESA). — 2019. — Vol. 10, No 4. — P. 715–723. (0,6 п.л. / авторский вклад основополагающий; SJR 0.178)
4. Kozlov A.V., Tarygin I.E. Real-time estimation of temperature time derivative in inertial measurement unit by finite-impulse-response exponential regression on updates // Sensors. — 2020. — Vol. 20, No 5. <https://doi.org/10.3390/s20051299> (1 п.л. / авторский вклад 50%; JCI 0.89; SJR 0.764)
5. Голован А.А., Матасов А.И., Тарьгин И.Е. Калибровка блока ньютонометров с асимметричными моделями показаний чувствительных элементов // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления — 2022. — No 2. — С. 107–119. = Golovan, A.A. Matasov A.I., Tarygin I.E. Calibration of an Accelerometer Unit with Asymmetric Models of Readings of Sensors // Journal of Computer and Systems Sciences International. — 2022. — Vol. 61 No 2. — P. 240–252. <https://doi.org/10.1134/S1064230722020071>. (0,9 п.л. / авторский вклад 25%; JCI 0.11; SJR 0.325)

На диссертацию дополнительных отзывов не поступило.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их компетентностью в областях, близких теме диссертации, и наличием публикаций по специальности 1.1.7 «Теоретическая механика, динамика машин».

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решены важные практические задачи, связанные с температурной калибровкой бескарданных инерциальных навигационных систем.

Полученные результаты имеют теоретическое и прикладное значение. В работе модифицирован предложенный ранее Н.А. Парусниковым метод калибровки бескарданных инерциальных навигационных систем в сборе на грубых одноосных стендах. Эта модификация нетривиальна и позволяет учитывать температурные зависимости погрешностей измерений инерциальных датчиков во время калибровки при переменной температуре, что позволяет сократить время калибровки, исключив ожидание температурного равновесия. Усовершенствованная методика отработана на реальных данных и используется на ряде предприятий-производителей БИНС: АО «Инерциальные технологии "Технокомплекса"», АО «Московский Институт Электромеханики и Автоматики» и др.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. В случае калибровки БИНС в трех циклах вращения вокруг каждой из приборных осей в плоскости горизонта, необходимым и достаточным условием наблюдаемости параметров расширенной модели погрешностей инерциальных датчиков является линейная независимость функций температуры, производной температуры по времени и компонент пространственного градиента температуры как функций времени.
2. Разработанная методика температурной калибровки БИНС позволяет в разы сократить время, затрачиваемое на проведение калибровочных экспериментов.
3. Разработанный метод оценки скорости изменения температуры по измерениям термодатчиков позволяет получить оценку производной температуры с необходимой точностью в реальном времени, когда шаг квантования измерений термодатчиков велик, и, как следствие, ошибка измерений принципиально отличается от традиционной модели белого шума.
4. Модификация предложенной методики калибровки БИНС позволяет осуществлять с необходимой точностью температурную калибровку блока ДУС без ньютометров при наличии измерений калибровочного стенда.

На заседании 5 апреля 2024 диссертационный совет принял решение присудить Тарыгину Илье Евгеньевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 17 докторов наук, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета МГУ.011.7

Академик РАН, профессор
Д.В. Трещев

Ученый секретарь
диссертационного совета МГУ.011.7

М.А. Муницына

5 апреля 2024