



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГЛАВНЫЙ НАУЧНЫЙ
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ
ЦЕНТР
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
г. Мытищи, Московская обл., 141006

«18» 12 2025 г. № 13/ 5867
На № _____

Ученому секретарю ДС 24.2.327.03,
на базе «Московского Авиационного
Института (национального
исследовательского университета)»
доктору технических наук,
доценту А.В.СТАРКОВУ
Волоколамское шоссе, д. 4,
г. Москва, 125080

Уважаемый Александр Владимирович!

Высылаю отзыв на автореферат диссертации Горо Секу на тему «Разработка алгоритмов повышения точности бортовых измерений в целях идентификации параметров моделей движения самолетов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Приложение: в 2-х экз. на 3 л. каждый.

Врио начальника Главного центра

Д.Бачурин

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«22» 12 2025.

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель начальника
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
(по научной работе),
доктор технических наук



Ю.А.Клейменов

12 2025 г.

М.п.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Горо Секу

на тему «Разработка алгоритмов повышения точности бортовых измерений в целях идентификации параметров моделей движения самолетов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Точность параметрической идентификации, служащей основой для уточнения аэродинамических характеристик и проектирования систем управления, принципиально зависит от качества первичных бортовых измерений. В реальных условиях эксплуатации неизбежны систематические и случайные погрешности датчиков, а также искажения, связанные с процессами дискретизации и передачи данных. Отмеченные обстоятельства обуславливают необходимость разработки специализированных алгоритмов комплексной обработки измерительной информации, позволяющих компенсировать указанные погрешности и восстанавливать параметры движения.

Таким образом, выбранная автором тема диссертации является **актуальной**.

Основным результатом диссертационной работы является развитие алгоритмического обеспечения для повышения точности параметрической идентификации моделей движения ЛА на основе комплексирования бортовых измерений, методов адаптивной фильтрации и нейросетевых технологий.

Научные результаты, представленные и обоснованные в диссертации, состоят в следующем:

разработан метод оценивания систематических погрешностей параметров полета (угловых скоростей, перегрузок), основанный на совместной обработке данных инерциальных датчиков и спутниковой навигационной системы с использованием уравнений динамики полета;

разработан двухэтапный адаптивный алгоритм коррекции погрешностей дискретизации бортовых измерений, вызванных ограниченной разрядностью сетки, сочетающий детектирование искажений и адаптивную сплайн-аппроксимацию;

разработан алгоритм на основе расширенного фильтра Калмана с перекрывающимся скользящим окном, обеспечивающий повышенную точность совместной оценки вектора состояния и аэродинамических параметров в реальном времени;

предложена методика определения оптимальной длительности скользящего окна для идентификации с использованием нейронных сетей, обученных на смоделированных полетных данных;

разработан метод численного дифференцирования для оценки углового ускорения на основе комплексирования измерений угла тангажа и угловой скорости, обеспечивающий повышенную точность в условиях зашумленных данных.

Практическая значимость результатов исследования. Полученные в работе результаты имеют прикладной характер, направленный на повышение точности оценивания параметров полета. Кроме того, полученные автором научные результаты применимы при эксплуатации летательных аппаратов для контроля технического состояния и повышения безопасности полетов.

Достоверность результатов работы подтверждается результатами моделирования, полученными на полунатурном пилотажном стенде. **Обоснованность** полученных результатов обеспечивается использованием методов общей теории измерений, динамики полета, моделирования нелинейных динамических систем, теории идентификации систем.

Замечания и недостатки. Основываясь на материалах автореферата, можно сделать следующее замечание.

В автореферате подробно представлены количественные характеристики эффективности предложенных алгоритмов, полученные в результате

математического моделирования. Представляет интерес вопрос о планируемых путях практической применения этих алгоритмов для обработки результатов реальных бортовых измерений в ходе летных экспериментов.

Указанное замечание не оказывает существенного влияния на общую положительную оценку диссертационной работы и полученных в ней научных и практических результатов.

В целом работу отличает высокое качество и тщательность проработки исследуемых вопросов, в частности, применение методов оптимизации, системного анализа, математическое и полунатурное моделирование, а также проверка результатов с привлечением современных программных пакетов.

Диссертационная работа Горо Секу представляет собой законченную научно-квалификационную работу и соответствует паспорту научной специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов». Совокупность научных результатов и положений, выдвигаемых автором в диссертации, позволяет оценивать её как научно-квалификационную работу, отвечающую критериям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, а её автор, Горо Секу, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Начальник лаборатории ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России,
кандидат технических наук

П.А. Мотлич

«18» 12 2025 г.



Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный научный метрологический центр» Министерства обороны Российской Федерации
141006, Московская область, г. Мытищи, ул. Комарова, 13
Телефон: 8-495-583-69-92
e-mail: 32gnii@mil.ru

Подпись Мотлича Павла Анатольевича заверяю
Начальник отделения кадров и строевого



Л.С. Ставинская