

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.12

**Соискатель:** Чжо Зин Латт

**Тема диссертации:** Алгоритмическое обеспечение повышения точности измерений воздушных параметров движения самолета на основе методов идентификации и динамики полета

**Специальность:** 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:**

На заседании 26 декабря 2019 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, установленным Положением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Чжо Зин Латта ученую степень кандидата технических наук.

**Присутствовали:** председатель диссертационного совета В.В. Малышев, заместитель председателя диссертационного совета М.Н. Красильщиков, ученый секретарь диссертационного совета А.В. Старков, члены диссертационного совета: В.Т. Бобронников, Л.В. Вишнякова, В.А. Воронцов, В.Н. Евдокименков, А.В. Ефремов, С.Ю. Желтов, К.А. Занин, Ю.С. Кан, М.С. Константинов, В.П. Махров, С.Н. Падалко, В.Г. Петухов, В.Н. Почукаев, Ю.Н. Разумный, Г.Г. Райкунов, В.В. Родченко, К.И. Сыпало, Ю.В. Тюменцев, М.М. Хрусталеv.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.



*[Handwritten signature]*

А.В. Старков

И.о. начальника отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина

*[Handwritten signature]*

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.12**  
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
(МАИ)

**по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 26.12.2019 г., протокол № 30

О присуждении **Чжо Зин Латт**, гражданину Республики Союз Мьянма,  
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Алгоритмическое обеспечение повышения точности измерений воздушных параметров движения самолета на основе методов идентификации и динамики полета» по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» принята к защите «26» декабря 2019 г., протокол № 30, диссертационным советом Д 212.125.12 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк. от 11.04.2012 г.

**Соискатель** Чжо Зин Латт 1988 года рождения, в 2013 г. окончил магистратуру по направлению подготовки «160100 Авиастроение».

В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной аспирантуре кафедры «Проектирование и сертификация авиационной техники» Института №1 «Авиационная техника» МАИ, которую закончил в 2019 году.

Диссертация выполнена в МАИ на кафедре «Проектирование и сертификация авиационной техники» Института №1 «Авиационная техника».

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Проектирование и сертификация авиационной техники» Института №1 «Авиационная техника» МАИ Корсун Олег Николаевич.

**Официальные оппоненты:**

1. Гребёнкин Александр Витальевич – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, начальник отдела ПАО «Московский институт электромеханики и автоматики».
2. Кулабухов Владимир Сергеевич – гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, главный конструктор АО «Московский научно-производственный комплекс «Авионика» имени О.В. Успенского».

Все оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

## **Ведущая организация**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского», г. Жуковский Московской область, в своем положительном отзыве, обсужденном и одобренном 11 декабря 2019 года на заседании НТС НИО-15 ФГУП «ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского» 28 ноября 2019 г. (протокол заседания от 28 ноября 2019 г. № 103, подписанным начальником НИО-15 «ФГУП ЦАГИ», доктором технических наук С.Г. Баженовым и утвержденным генеральным директором ФГУП «ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского», д.т.н., чл.-корр. РАН К.И. Сыпало, указала, что диссертационная работа Чжо Зин Латта «Алгоритмическое обеспечение повышения точности измерений воздушных параметров движения самолета на основе методов идентификации и динамики полета» удовлетворяет всем требованиям действующего «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Чжо Зин Латт заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

По теме диссертации соискатель имеет 7 опубликованных работ, включающих 3 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки РФ, 1 работу в издании, индексируемой в международной реферативной базе данных SCOPUS.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

### **Статьи в рецензируемых журналах перечня ВАК:**

1. Kyaw Zin Latt, Mounng Htang Om. Development of wind velocity estimation method using the airspeed, Вестник Московского авиационного института. 2018. Т. 25. № 2. С. 152-159 (6 с. авт., № 340 в перечне ВАК от 30.11.2018 г.)

Представлен алгоритм идентификации в полете трех проекций скорости ветра по данным спутниковой навигационной системы и бортовым аэрометрическим измерениям воздушной скорости, углов атаки и скольжения, а также результаты исследование его точностных характеристик по данным моделирования на пилотажном стенде выполнено.

2. Моунг Хтанг Ом, Чжо Зин Латт, Приходько С.Ю., Разработка алгоритма повышения точности идентификации аэродинамических коэффициентов на основе гармонических входных сигналов // Электронный журнал «Труды МАИ». 2018. Выпуск № 99. (10 с. авт., № 2030 в перечне ВАК от 30.11.2018 г.).

В работе представлены результаты исследований по повышению точности идентификации аэродинамических параметров, определяющих систематические

погрешности бортовых измерений углов атаки и скольжения, на основе выбора входных сигналов.

3. Моунг Хтанг Ом, Чжо Зин Латт, Анализ влияния форм входных сигналов на точность идентификации аэродинамических параметров в продольном движении самолета, Cloud of Science. 2017. Т. 4. №. 4, С. 636-649 (11 с. авт., № 14 в перечне ВАК от 30.11.2018 г.).

Представлены результаты оценивания влияния видов полетных маневров на точность оценивания идентифицируемых параметров при оценивании погрешностей аэрометрических измерений.

#### **Публикации в изданиях входящих в Scopus:**

1. Korsun O.N, Om M.H, Latt K.Z, Stulovskii A.V, Real-Time Aerodynamic Parameter Identification for the Purpose of Aircraft Intelligent Technical State Monitoring, Procedia Computer Science, 103, Elsevier Science Bv, 2017, С. 67– 74.

#### **Статьи, опубликованные в других изданиях:**

1. Корсун О. Н., Чжо Зин Латт, Моунг Хтанг Ом, Оценивание постоянных составляющих погрешностей измерения углов ориентации летательного аппарата // Состояние и проблемы измерений: сборник материалов XIII Всерос, научно-техн, конф. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. - С. 90-93.

2. Korsun O.N, Mounng Htang Om, Kyaw Zin Latt, Restoration of orientation angles during flight in case of failure of inertial system// Eighth International Aerospace Congress IAC'15, dedicated to 50 years of the first-ever spacewalk and to 70 years of the united nations. 2015.

3. Mounng Htang Om, Kyaw Zin Latt, Karapetyan TS, Estimation of aerodynamic parameters in conditions of measurement. ITM Web of Conferences. Т. 10, 01007 (2017).

**В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.**

#### **На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:**

**1. ФГУП «ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского» (ведущая организация).**

#### **Отзыв положительный.**

К диссертационной работе имеются замечания.

1) Во второй главе автор слишком подробно описывает частные алгоритмы, которые затем объединяются в единый обобщенный алгоритм оценивания систематических погрешностей и скорости ветра. Излишняя детальность приводит к обратному эффекту и, вместо прояснения сути работы, затрудняет понимание, запутывает читателя.

2) Работоспособность предложенных алгоритмов не подтверждена результатами натурных экспериментов, автор ограничивается только обработкой данных стендового моделирования.

3) В работе выполнен анализ методов оценивания скорости ветра, применяемых в летных испытаниях, на не проведен анализ точности оценивания скорости ветра штатными бортовыми системами, находящимися в эксплуатации.

4) Наблюдается некоторая небрежность в оформлении автореферата и диссертации

**2. Гребёнкин Александр Витальевич** (официальный оппонент), доктор технических наук. Отзыв положительный, заверен учёным секретарем диссертационного совета ДСО 403.006.01 при ПАО «Московский институт электромеханики и автоматики», кандидатом технических наук, О.Б. Кербер.

К работе имеются следующие замечания.

1) В работе принято допущение, что приемник динамического давления воспринимает только составляющую воздушной скорости, направленную вдоль его оси, однако реальная картина существенно более сложная, фактически приемник имеет собственную пространственную «диаграмму направленности», которую необходимо определять и учитывать.

2) Для окончательного подтверждения работоспособности предложенных в работе алгоритмов и методов необходимо провести их тестирования по данным летных испытаний.

3) Изложение во второй главе несколько затянуто, имеют место повторения, чрезмерно детальное рассмотрение частных вариантов алгоритмов.

4) В четвертой главе имеются сбои в нумерации рисунков.

**3. Кулабухов Владимир Сергеевич** (официальный оппонент), кандидат технических наук. Отзыв положительный, заверен помощником Управляющего директора по кадрам - начальником отдела кадров АО Московский научно-производственный комплекс «Авионика» имени О.В. Успенского А.В. Вяткиным.

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1) Обзор методов оценивания погрешностей бортовых измерений на основе комплексирования измерительной информации в параграфе 1.1 носит в основном констатирующий и достигнутых результатов изложены недостаточно четко. Анализируются, в том числе, и работы, не относящиеся по своему содержанию к теме диссертации: например, на стр. 14 анализируется работа [87] по посадке на авианосец, на этой же странице анализируются работы [88-90] по созданию бортовых систем интеллектуальной поддержки экипажа, на стр. 15 анализируются работы [55-60] по поддержке управляющих действий летчика при выполнении посадочных режимов. Указанный параграф не содержит выводов. Ссылки на анализируемые работы, следующие подряд, в тексте диссертации даются длинной

очередью: например, на стр. 13 дана ссылка (цитата) «В работах [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37] [38] [39] [40] предлагаются .....», которую можно было бы существенно сократить до вида [31-40].

2) В разделе 2 при описании различных алгоритмов идентификации автор не придерживается единого подхода к учету скорости ветра: в уравнениях (2.1) на стр. 38 и (2.18) на стр. 50 вычитает скорость ветра из скорости полета относительно земли (земной скорости), а в уравнениях (2.5) на стр. 43 и (2.9) на стр. 45 прибавляет скорость ветра к земной скорости.

3) В уравнениях (2.1), (2.8), (2.15), (2.20) неоднократно используется достаточно громоздкая матрица перехода от земной к связанной системе координат, определяемая ГОСТ 20058-80, что привело к техническим опускам при ее многократном воспроизведении. Достаточно было написать ее один раз, либо ввести для нее обозначение и сослаться на указанный ГОСТ.

4) В разделе 2 при описании решаемых задач идентификации автор в тексте диссертации приводит лишь уравнения объекта, уравнения измерений, а применительно к самим алгоритмам идентификации ограничивается ссылками на решение задач известными методами [2-4] – см. стр. 46. Какой конкретно метод идентификации использовался автором, из текста не ясно, т.к. в достаточно полном виде алгоритм не приведен. В тех случаях, когда в дополнение к уравнениям объекта и измерений автор приводит минимизируемый функционал, как на стр. 27 и стр. 54, его «методическая структура» выглядит по-разному без каких-либо пояснений.

5) Из анализа результатов моделирования полетов на пилотажном стенде следует, что идентификация воздушной скорости, составляющей ветра, углов атаки и скольжения проводилась в режиме постобработки, т.е. после завершения полета. Автор не соотносит модельные эксперименты с реальными летными экспериментами и не поясняет, с какими эталонными значениями необходимо сравнивать идентифицированные значения составляющих ветра, углов атаки, скольжения и т.д.? Возможно ли применение алгоритмов идентификации непосредственно в полете в реальном времени или целесообразно ограничиться лишь послеполетным оцениванием параметров градуировочных характеристик измерителей, что тоже делает автор?

6) В разделе 4 при исследовании методов оценивания скорости ветра с использованием воздушной скорости, углов атаки и скольжения не приведены описания уравнений наблюдаемых процессов, уравнений измерений, выражений для минимизируемых функционалов, а также не проанализирована наблюдаемость оцениваемых параметров при том или ином составе измерителей и при изменении характера выполняемых самолетом маневров. В тексте раздела не упоминается применение приемника СНС в качестве эталонного

внешнетраекторного измерителя (упоминается лишь в одном из выводов по разделу). В связи с этим неясно, как будут оцениваться погрешности измерения скорости ветра в реальных полетах?

#### **4. АО «Научно-производственное предприятие «Топаз»**

Положительный отзыв подписан ведущим специалистом по обучению АО «НПП «Топаз» к.т.н. доцентом Хуснетдиновым.И.С. Отзыв утверждён генеральным директором, АО «НПП «Топаз» д.т.н., проф. Исаевым.С.А.. Отмеченные замечания:

1) Применяемый автором для численного нахождения оценок погрешностей модифицированный метод ньютона является рекуррентным алгоритмом и не обладает свойством глобальной сходимости, что может привести к технологическим сложностям по обработке полетных данных в процессе эксплуатации. Однако указанный недостаток не является определяющим.

#### **5. АО «Летно-исследовательский институт имени М.М.Громова»**

Положительный отзыв подписан начальником лаб. 77НИО-7 АО «ЛИИ им. М.М. Громова» д.т.н., профессором Поплавский.Б.К. Отзыв утверждён первым заместителем генерального директора по науке – начальник НИЦ Цыплаков.В.В. Отмеченные замечания:

1) В работе автор ограничивается только методом статистического моделирования. Не указано, что определение оптимальных с точки зрения идентификации полетных маневров для рассматриваемой задачи может быть решено на основе оптимального управления.

2) В диссертации не выполнена проверка точности предложенных автором алгоритмов по данным летных испытаний, автор ограничивается только стендовым моделированием.

3) В автореферате имеется ряд неточностей и ошибок, связанных с оформлением и отклонениями от правил правописания.

Сделанные замечания не снижают ценности полученных автором результатов. Диссертация представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу. Полученное в ней решение актуальной научной задачи имеет существенное значение для совершенствования технологии проведения натурного эксперимента при летных испытаниях воздушных судов.

#### **6. АО «Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля»**

Положительный отзыв подписан заместителем главного конструктора по теме, «Тяжелые вертолёт» АО «МВЗ им. М.Л. Миля», к.т.н., Бородкиным С.Ф. Подпись Бородкина С.Ф. заверена начальником отдела кадров АО «МВЗ им. М.Л. Миля», Алимовым А.А. Отмеченные замечания:

1) Не указано, как влияет уменьшение погрешностей на испытания и эксплуатацию летательных аппаратов.

2) Не рассмотрен возможный экономический эффект от применения разработанных алгоритмов.

3) Присутствует несколько стилистических неточностей и грамматических ошибок.

Указанные недостатки не влияют на положительную оценку работы.

#### **7. АО «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ»**

Положительный отзыв подписан заместителем главного конструктора по системе управления Инженерного центра АО «РСК «МиГ», заслуженным сачиностроителем РФ, д.т.н., проф. Оболенским Ю.Г. Отзыв утверждён начальником Инженерного центра «АО «РСК «МиГ», Терпуговым А.В. Отмеченные замечания:

1) В работе отсутствует описание математических моделей самолета с учетом ветра, реализованных на пилотажном стенде, в результате которых были получены данные для тестирования алгоритмов;

2) В работе не выполнена проверка работоспособности предложенных алгоритмов по полетным данным.

Высказанные замечания не снижают научную и практическую ценность работы, которая является законченной научно-исследовательской работой, и выполнена на высоком уровне.

#### **8. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.Уткина»**

Положительный отзыв подписан д.ф.-м.н., профессор, профессором кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им В.Ф. Уткина» В.В. Мироновым. Подписан учёным секретарём диссертационного совета ФГБОУ ВО «РГРТУ им В.Ф. Уткина» к.т.н., доцент Пржегорлинском.В.Н. Отзыв утверждён проректором по учебной работе «РГРТУ» К.В. Бухенским. Отмеченные замечания:

1) Из текста автореферата не ясно, что конкретно нового привнес соискатель в известные методы идентификации и известные модели динамики. Не ясно, что именно эта новизна привнесла в улучшение конкретных характеристик параметров движения ЛА.

2) Не ясно, каким образом, и как повышение точности измерения повлияло на выполнение задач, стоящих перед ЛА или их моделями.

3) Текст автореферата переполнен формулами, графиками и общими положениями, за которыми не просматриваются явно свойства представленных алгоритмов, что затрудняет понимание подделанной работы. Объём автореферата превышен в 1,5 раза по сравнению с рекомендованным ВАК.

Отмеченные недостатки не носят непреодолимого характера, что позволяет сделать оптимистический вывод.

**9. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»**

Положительный отзыв подписан помощником по науке проректора по УНР ульяновского института гражданской авиации, к.т.н., доцентом С.Г. Косачевском. Отзыв утверждён начальником ОУП С.А. Зинченком. Отмеченные замечания:

1) В работе не рассмотрен вопрос о детектировании факта превышения погрешностями измерений предельно допустимых значений и выдачи сигнализации экипажу.

2) В работе проблема систематических погрешностей решается для автономного измерительного канала, тогда как на современных самолетах каналы измерения воздушных сигналов являются резервированными.

Указанные замечания не снижают ценности диссертационной работы.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью в области науки по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

ФГУП «ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского» является крупнейшим в мире авиационным центром науки, разрабатывающим концепции перспективных летательных аппаратов.

Гребёнкин Александр Витальевич - автор более 250 научных трудов. Область научных интересов – алгоритмическое обеспечение систем управление полетом воздушных судов, методы обработки бортовых измерений в целях автоматического и ручного управления.

Кулабухов Владимир Сергеевич – автор более 240 научных трудов. Область научных интересов – системный анализ и теория систем, комплексные системы управления полетом, методы контроля погрешностей бортовых измерений.

**В дискуссии приняли участие:**

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
Старков А.В.	к.т.н., (05.07.09)
Бобронников В.Т.	д.т.н., проф (05.13.01)
Воронцов В.А.	д.т.н., (05.07.09)
Евдокименков В.Н.	д.т.н, проф. (05.13.01)
Ефремов А.В.	д.т.н., проф (05.07.09)
Константинов М.С.	д.т.н., проф (05.07.09)
Тюменцев Ю.В.	д.т.н., доц.(05.13.01)

Диссертационный совет отмечает, что **наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем**, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Алгоритм оценивания систематической аддитивной погрешности измерений воздушной скорости с использованием спутниковых измерений и оцениванием скорости ветра.

2. Алгоритм проверки согласованности спутниковых измерений скорости полета и бортовых измерений углов атаки, и скольжения с учетом скорости ветра.

3. Алгоритм оценивания систематических погрешностей бортовых измерений углов атаки и скольжения с учетом скорости ветра.

4. Обобщенный алгоритм идентификации систематических погрешностей бортовых измерений воздушной скорости, углов атаки и скольжения с одновременной идентификацией скорости ветра.

5. Алгоритм идентификации в полете трех проекций скорости ветра по данным спутниковой навигационной системы и бортовым аэрометрическим измерениям воздушной скорости, углов атаки и скольжения.

6. Зависимость точностных характеристик алгоритма оценивания систематических погрешностей аэрометрических измерений и идентификации скорости ветра от видов полетных маневров и длительности интервала обработки.

7. Зависимость точностных характеристик алгоритма оценивания трех составляющих скорости ветра по данным спутниковой навигационной системы от неисключенных систематических погрешностей аэрометрических измерений, видов полетных маневров, длительности интервала обработки.

**Новизна полученных результатов** заключается в разработке алгоритма оценивания систематической аддитивной погрешности измерений воздушной скорости с использованием спутниковых измерений и оцениванием скорости ветра, разработке алгоритма проверки согласованности спутниковых измерений скорости полета и бортовых измерений углов атаки и скольжения с учетом скорости ветра, разработке перспективного алгоритма оценивания систематических погрешностей бортовых измерений углов атаки и скольжения с учетом скорости ветра, разработке нового обобщенного алгоритма идентификации систематических погрешностей бортовых измерений воздушной скорости, углов атаки и скольжения с одновременной идентификацией скорости ветра, разработке нового алгоритма идентификации в полете трех проекций скорости ветра по данным спутниковой навигационной системы и бортовым аэрометрическим измерениям воздушной скорости, углов атаки и скольжения, исследовании зависимости точностных характеристик алгоритма оценивания систематических погрешностей аэрометрических измерений и идентификации скорости ветра от видов полетных маневров и длительности интервала обработки,

исследовании зависимости точностных характеристик алгоритма оценивания трех составляющих скорости ветра по данным спутниковой навигационной системы от неисключенных систематических погрешностей аэрометрических измерений, видов полетных маневров, длительности интервала обработки.

**Теоретическая значимость** заключается в разработке и подтверждении работоспособности новых методов оценивания систематических погрешностей аэрометрических измерений, и скорости ветра, основанных на параметрической идентификации и использующих измерения скорости, выполняемые спутниковой навигационной системой, в качестве эталона.

**Практическая значимость** работы заключается в получении следующих результатов, направленных на решение задач испытаний и эксплуатации воздушных судов:

1. Разработан алгоритм оценивания систематической аддитивной погрешности измерений воздушной скорости с использованием спутниковых измерений и оцениванием скорости ветра.

2. Предложен новый алгоритм проверки согласованности спутниковых измерений скорости полета и бортовых измерений углов атаки, и скольжения с учетом скорости ветра.

3. Разработан алгоритм оценивания систематических погрешностей бортовых измерений углов атаки и скольжения с учетом скорости ветра.

4. Предложен обобщенный алгоритм идентификации систематических погрешностей бортовых измерений воздушной скорости, углов атаки и скольжения с одновременной идентификацией скорости ветра.

5. Разработан алгоритм идентификации в полете трех проекций скорости ветра по данным спутниковой навигационной системы и бортовым аэрометрическим измерениям воздушной скорости, углов атаки и скольжения.

6. Исследована зависимость точностных характеристик алгоритма оценивания систематических погрешностей аэрометрических измерений и идентификации скорости ветра от видов полетных маневров и длительности интервала обработки.

7. Исследована зависимость точностных характеристик алгоритма оценивания трех составляющих скорости ветра по данным спутниковой навигационной системы от неисключенных систематических погрешностей аэрометрических измерений, видов полетных маневров, длительности интервала обработки.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что основные результаты диссертации внедрены в учебный при анализе результатов испытаний и на этапе эксплуатации воздушных судов.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила, что основные положения диссертации подтверждены корректностью принятых допущений, правильным применением методов динамики полета, математических моделей движения самолёта, теории идентификации динамических систем. Для подтверждения достоверности разработанных алгоритмов осуществлена проверка их работоспособности методом математического моделирования. Этим показано, что предложенные алгоритмы пригодны для практической обработки полетных данных. Полученные результаты аргументированы в рамках принятых допущений и не противоречат представлениям о физических процессах, происходящих в исследуемых объектах.

Диссертация целостно охватывает основные вопросы рассматриваемой научно-технической задачи. Изложение полученных результатов логически связано. В работе использованы фундаментальные научно-технические подходы и современные методы моделирования и обработки информации.

**Результаты, полученные в диссертационной работе**, апробированы на научно-технических конференциях, две статьи опубликованы в журналах, включенных в перечень ВАК, две работы опубликованы в изданиях, входящих в базы Web of Science и в Scopus, 3 работы опубликованы в сборниках тезисов докладов на конференциях.

**Результаты диссертационной работы рекомендованы** для проведения учебного процесса для студентов по специальности «Самолето- и вертолетостроение» и к использованию при решении задачи определения погрешностей бортовых измерений летательных аппаратов в процессе испытаний и эксплуатации самолётов.

**Диссертационная работа решает актуальную научно-техническую задачу** разработки современных методов бортовых измерений параметров полета.

**В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник.** Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

Изложенные в диссертационной работе **результаты являются новыми научно обоснованными техническими решениями**, имеющими существенное значение для развития алгоритмического обеспечения оценивания погрешности бортовых измерений летательных аппаратов.

На заседании 26 декабря 2019 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и

