

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.12

Соискатель: Колганов Леонид Александрович

Тема диссертации: «Информационно-измерительная система обеспечения качества определения координат для беспилотного летательного аппарата при реализации городской аэромобильности»

Специальность: 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки)

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На очном заседании 25 ноября 2025 г., протокол № 5, диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, установленным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями и дополнениями от 30 июля 2014 г., 21 апреля, 2 августа 2016 г., 29 мая, 28 августа 2017 г., 1 октября 2018 г., 20 марта, 11 сентября 2021 г., 26 сентября 2022 г., 26 января, 18 марта, 26 октября 2023 г., 25 января, 16 октября 2024 г., и принял решение присудить Колганову Леониду Александровичу учёную степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета д.т.н., профессор Бусурин Владимир Игоревич, учёный секретарь диссертационного совета к.т.н., доцент Васильев Федор Владимирович, члены диссертационного совета:

2.2.9., д.т.н., проф. Кондратенко Владимир Степанович,
2.2.9., д.т.н., доц. Андрианова Наталья Николаевна,
2.2.11., д.т.н. Баранов Александр Михайлович,
2.2.9., д.ф.-м.н., проф. Борисов Анатолий Михайлович,
2.2.9., д.т.н., проф. Кузнецов Павел Михайлович,
2.2.11., д.т.н., проф. Желтов Сергей Юрьевич,
2.2.11., д.т.н., проф. Кириллов Владимир Юрьевич,
2.2.11., д.т.н., доц. Микаева Светлана Анатольевна,
2.2.9., д.т.н., проф. Назаров Александр Викторович,
2.2.11., д.т.н., с.н.с. Пенкин Владимир Тимофеевич,
2.2.11., д.т.н., доц. Протасов Владислав Иванович,
2.2.9., д.т.н., проф. Суминов Игорь Владимирович.

Проректор по научной работе,
д.т.н., доцент



А.В. Иванов

Председатель диссертационного
совета 24.2.327.12, д.т.н., профессор

В.И. Бусурин

Учёный секретарь диссертационного
совета 24.2.327.12, к.т.н., доцент

Ф.В. Васильев

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.12,
созданного на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный
институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ)
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,
по диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук
Аттестационное дело № _____
Решение диссертационного совета от 25 ноября 2025 г. № 5

О присуждении **Колганову Леониду Александровичу**, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Информационно-измерительная система обеспечения качества определения координат для беспилотного летательного аппарата при реализации городской аэромобильности» по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки) принята к защите 09 сентября 2025 г. (протокол № 3) диссертационным советом 24.2.327.12, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), 125993, г. Москва, ГСП-3, А-80, Волоколамское шоссе, д. 4, утверждённым приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №1315/нк от 22.06.2023.

Соискатель Колганов Леонид Александрович 21 марта 1997 г. рождения.

В 2019 г. окончил с отличием федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами». Диплом об окончании специалитета выдан 06 июля 2019 года, серия 107724 0861418, рег. № 2019/ЗО-0328Д.

В 2023 г. окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии». Диплом об окончании аспирантуры выдан 06 июля 2023 года, серия 107733 0004311, номер 2023/ЗО-0701Д.

Работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 305 «Пилотажно-навигационные и информационно-измерительные комплексы» в должности ассистента.

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный

институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 305 «Пилотажно-навигационные и информационно-измерительные комплексы».

Научный руководитель — Антонов Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры 305 «Пилотажно-навигационные и информационно-измерительные комплексы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва.

Официальные оппоненты:

Голован Андрей Андреевич, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией управления и навигации механико-математического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,

Крылов Алексей Анатольевич, кандидат технических наук, начальник сектора 133 отдела 130 АО «Государственный научно-исследовательский институт приборостроения»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — федеральное государственное унитарное предприятие Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации, в своём положительном отзыве, рассмотренном на расширенном заседании отделов: отдела комплексных исследований, сертификации и поддержания летной годности бортового пилотажно-навигационного и радиоэлектронного оборудования воздушных судов ГА (311) СЦБО НЦ-31; отдела исследований и сертификации бортовых радиоэлектронных систем (РЭС) навигации, посадки, связи и наблюдения (314) СЦБО НЦ-31; отдела исследований и сертификации эргономики кабины воздушных судов, комплексных индикаторов и сигнализаторов БСПС И АЗН (312) СЦБО НЦ-31; научно-исследовательского отдела авионики и аэронавигационных технологий (315) НЦ-31 федерального государственного унитарного предприятия Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (Протокол от 27.10.2025 № 15-НЦ-31/2025), подписанном заместителем директора научно-исследовательского центра гражданской авиационной техники, кандидатом технических наук Луневым Евгением Марковичем, ведущим инженером по летным испытаниям воздушных судов СЦБО ФГУП ГосНИИ ГА, кандидатом технических наук В. И. Павловой, согласованном научным руководителем ФГУП ГосНИИ ГА, д-ром техн. наук, проф. В.С. Шапкиным и утвержденном генеральным директором ФГУП ГосНИИ ГА канд. техн. наук Д.В. Бобылевым указала, что научная новизна и положения, выносимые на защиту в работе Колганова Л.А., доказаны и обоснованы.

Работа соответствует паспорту специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки) по пунктам 1 и 6.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и полно отражает основные положения и выводы диссертационной работы.

Диссертационная работа представляет собой законченную научно-техническую квалификационную работу. Научная новизна и положения, выносимые на защиту, доказаны и обоснованы.

Диссертационная работа соответствует требованиям, указанным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Колганов Леонид Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

Использование результатов диссертационной работы возможно в работах, направленных на реализацию городской аэромобильности, а также при разработке требований к характеристикам беспилотных летательных аппаратов, применяемых в общем воздушном пространстве с пилотируемой авиацией. Результаты работы могут иметь ценность для таких профильных организаций как ПАО «МИЭА», АО «Кронштадт», ФАУ «ЦАГИ», ПАО «Яковлев». Исследования в области обеспечения существующих и перспективных требований к обеспечению качества определения координат беспилотных летательных аппаратов следует продолжить на базе МАИ и АО «КТ-Беспилотные системы».

Соискатель имеет 10 научных публикаций по теме диссертации, в том числе 3 работы, опубликованные в журналах, включенных в Перечень ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, 2 — в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных.

Опубликованные результаты получены либо лично соискателем, либо при его непосредственном участии. Материалы диссертации отображены в трудах трех Всероссийских и Международных научно-технических конференций. Соискатель является автором двух свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Алгоритм контроля целостности навигационного решения на основе инерциальных и спутниковых измерений / Колганов Л.А., Савкин А.В., Антонов Д.А., Рябинкин М.С., Калинина О.И. // Приборы. — 2023. — № 5(275). — С. 39-45. — EDN IJDHEU. (Категория К2 из Перечня рецензируемых научных изданий);

В статье приводится структура алгоритма контроля целостности навигационного решения на основе комплексной обработки информации от инерциальной навигационной системы и аппаратуры спутниковой навигации. Описан подход к формированию порогов и правил принятия решения о возможном наличии скачкообразных и медленно нарастающих искажений измерений аппаратуры спутниковой навигации для дальнейшей перестройки оптимального оценщика за счет изменения состава вектора состояния для оценки параметров искажений.

Личный вклад Колганова Л.А. заключается в использовании авторских алгоритмов обнаружения искажений измерений инерциально-спутниковых

навигационных систем при обеспечении требований к качеству определения координат.

2. Подход к синтезу алгоритмов контроля целостности инерциально-спутникового навигационного решения для беспилотных летательных аппаратов вертикального взлета и посадки / Л.А. Колганов, Д.А. Антонов, К.С. Лельков, М.С. Рябинкин // Приборы. — 2023. — № 12(282). — С. 39–46. — EDN PEJEDZ. (Категория К2 из Перечня рецензируемых научных изданий);

Приводится описание подхода к синтезу алгоритмов контроля целостности, учитывающего разнообразие режимов, отсутствие единого облика БЛА-ВВП, стандартов и сертификационной базы.

Вклад Колганова Л.А. в эту работу заключается в разработанных методических и программных средствах обеспечения перспективных требований к точности и целостности определения координат беспилотных летательных аппаратов.

3. Комбинированный способ решения навигационной задачи с применением системы технического зрения / Савкин А.В., Колганов Л.А., Антонов Д.А., Рябинкин М.С., Ныы Ман Нгуен // Приборы. — 2023. — № 10(280). — С. 19–30. — EDN SVBHWS. (Категория К2 из Перечня рецензируемых научных изданий);

В статье приведено описание способа определения координат беспилотного летательного аппарата с применением системы технического зрения и рассматривается вариант обеспечения контроля целостности её измерений.

Вклад Колганова Л.А. заключается в разработке модификации оптимального фильтра для обеспечения качества определения координат беспилотного летательного аппарата по измерениям оптико-инерциальной навигационной системы, позволяющей синтезировать алгоритмы контроля целостности с применением разработанной в диссертационной работе информационно-измерительной системы.

4. Navigation and motion control systems of the autonomous underwater vehicle / Antonov D., Kolganov L., Savkin A., Chekhov E., Ryabinkin M. // Eureka: Physics and Engineering. — 2020. — No. 4. — P. 38–50. — DOI 10.21303/2461-4262.2020.001361. — EDN RGTFMV. (Из перечня научных изданий Q2, индексируемых международными базами данных);

Статья содержит описание инерциально-спутниковой навигационной системы необитаемого подводного аппарата. Приведены способы формирования комплексного навигационного решения для определения координат аппарата.

Вклад Колганова Л.А. в этой работе заключается в разработке структуры инерциально-спутниковой навигационной системы, обеспечивающей необходимые для представленных в диссертации алгоритмов контроля целостности измерения параметров движения динамичного объекта.

5. Magnetometer calibration using genetic algorithms / E.L. Chekhov, D.A. Antonov, L.A. Kolganov, A.V. Savkin // TEM Journal. — 2020. — Vol. 9, No. 3. — P. 907–914. — DOI 10.18421/TEM93-10. — EDN ZAWFOW (Из перечня научных изданий Q3, индексируемых международными базами данных).

В статье описано применение генетических алгоритмов, как инструмента поиска коэффициентов, обеспечивающих работу измерителей в соответствии с требованиями к обеспечению качества определения координат.

Вклад Колганова Л.А. заключается в разработке методического обеспечения для определения комбинаций параметров настройки алгоритмов под заданные требования.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных автором работах.

На диссертационную работу поступили следующие отзывы (все положительные):

Отзыв на диссертацию ведущей организации — ФГУП ГосНИИ ГА.

Отзыв утверждён генеральным директором ФГУП ГосНИИ ГА, кандидатом технических наук Д.В. Бобылевым.

По диссертационной работе Колганова Леонида Александровича имеются следующие замечания:

1. Формируемая опорная траектория БЛА-ВВП, несмотря на соответствие сертификационным рекомендациям, обладает профилем, значительно упрощённым, по отношению к возможной реальной траектории БЛА-ВВП в рамках ГАМ;

2. В рамках исследования свойств ИИС не рассматривается сценарий, при котором преднамеренное искажение измерений псевдодальностей до НКА не проявляется до начала движения;

3. Методика исследования качества определения координат для БЛА-ВВП при реализации ГАМ основана на сертификационных документах RTCA. В работе не показано соответствие полученных результатов сертификационным требованиям Российской Федерации;

4. Уравнения погрешности датчиков инерциальной навигационной системы приведены в линейном виде. Динамика движения БЛА-ВВП может приводить к проявлению компонент уравнения погрешности более высокого порядка;

5. Модель преднамеренных искажений измерений псевдодальностей до НКА ограничивается линейным профилем уводящей траектории.

При этом отмечено, что, несмотря на указанные замечания, диссертационная работа представляет собой законченную научно-техническую квалификационную работу. Научная новизна и положения, выносимые на защиту, доказаны и обоснованы. Диссертационная работа соответствует требованиям, указанным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Колганов Леонид Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

Отзыв на диссертацию официального оппонента

Голована Андрея Андреевича, доктора физико-математических наук, заведующего лабораторией управления и навигации механико-математического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». Подпись Голована А.А. заверена деканом механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова чл.-корр. РАН Шафаревичем А.И.

В замечаниях по диссертационной работе указано:

1. Глава 5 содержит описание процесса и результатов аппроксимации результатов настройки алгоритмов контроля целостности, но далее в работе не показан способ применения полученных результатов;

2. В главе 3 описан способ формирования входных измерений алгоритмов контроля целостности для двух вариантов АПСН: с наличием и без обратной связи по оценке ошибки и оценке скорости изменения ошибки опорного генератора, но результаты исследования включают материалы исследования только первого варианта;

3. В работе слабо показано влияние расширения состава навигационного комплекса БЛА вертикального взлёта и посадки в ИИС обеспечения качества определения координат;

4. Рекомендуются провести сравнение полученных результаты исследования свойств синтезированных алгоритмов контроля целостности с другими алгоритмами, а также провести полунатурное или натурное исследование их свойств;

5. Представленный в работе способ описания углового движения БЛА (формула 38) применим только при малых по уровню значений углов крена и тангажа. В формуле 49 пропущен учёт переносной скорости от вращения Земли и моделировании радиальной скорости.

6. Модель искажений измерений АПСН представлена как случайная величина с заданным среднеквадратическим отклонением. В реальных системах искажения включают компоненты с различной периодичностью изменения.

При этом отмечено, что указанные замечания не являются критическими и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы. Диссертационная работа «Информационно-измерительная система обеспечения качества определения координат для беспилотного летательного аппарата при реализации городской аэромобильности» соответствует требованиям, указанным в «Положении о присуждении учёных степеней», утверждённом постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук. Автор, Колганов Леонид Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

Отзыв на диссертацию официального оппонента

Крылова Алексей Анатольевич, кандидата технических наук, начальника сектора 133 отдела 130 акционерного общества «Государственный научно-

исследовательский институт приборостроения». Подпись Крылова А.А. подтверждена начальником управления по работе с персоналом «ГосНИИП» Абакумовым А.А.

В замечаниях по диссертационной работе указано:

1. Вид модели погрешности инерциальных датчиков, используемый в работе, имеет линейный вид. Для динамичного объекта, которым ожидаемо является БЛА-ВВП, целесообразно использовать модели более высокого порядка.

2. Не показан результат оценки элементов вектора состояния оценивателя, соответствующих параметрам выбранной математической модели погрешности инерциальных датчиков для выбранных траекторий движения.

3. В качестве оценивателя в работе использован фильтр Калмана. Для динамичного объекта имеет смысл применять альтернативные нелинейные оцениватели. Также следует рассмотреть возможность применения оценивателей, основанных на нейросетевых технологиях.

4. В рамках исследования приводится результат настройки алгоритмов контроля целостности с применением одного варианта микроэлектромеханических систем в качестве инерциальной навигационной системы. Ввиду их широкого распространения и характерных для таких систем значительных вариаций по точности инерциальных измерений, следует провести более детальное исследование качества определения координат БЛА-ВВП, в зависимости от характеристик инерциальной навигационной системы.

5. При настройке алгоритмов КЦ было получено два варианта комбинаций параметров алгоритма контроля целостности. В работе показан и обоснован способ выбора комбинации параметров настройки алгоритмов контроля целостности. При этом результаты исследования качества определения координат для отброшенного варианта параметров и сравнительный анализ двух вариантов может представлять интерес.

6. В разделе 3.3 описаны два варианта построения алгоритма обнаружения скачкообразных искажений для различных видов аппаратуры спутниковой навигации. Но в работе не показан результат исследования варианта «без обратной связи». Эти результаты могут быть важны, особенно учитывая ограничения на характеристики шумов системы, шумов измерений и начальное значение вектора состояния, накладываемые фильтром Калмана (выражения 14-16).

7. В рамках исследования качества определения координат, выбран линейный одномерный профиль уводящего искажения. Значительную ценность может нести исследование, проведенное для сложного пространственного профиля уводящего искажения.

При этом отмечено, что указанные замечания не являются критичными, не затрагивают основные положения работы и не снижают общую положительную оценку диссертационной работы. Диссертационная работа «Информационно-измерительная система обеспечения качества определения координат для беспилотного летательного аппарата при реализации городской аэромобильности» соответствует требованиям, указанным в «Положении о

присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Колганов Леонид Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

На автореферат поступило 6 (шесть) отзывов. Все отзывы положительные. Отзывы содержат следующие замечания:

1. Отзыв на автореферат диссертации от ПАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания»

Положительный отзыв подписан начальником отдела навигационных алгоритмов кандидатом технических наук, доцентом А.П. Колеватовым, содержит следующие замечания:

Отмечено отсутствие обоснований и требований к синхронизации спутниковой аппаратуры с инерциальной навигационной системой.

2. Отзыв на автореферат диссертации от ПАО «Московский институт электромеханики и автоматики»

Положительный отзыв подписан кандидатом технических наук, начальником отдела 911 К.А. Афенко, содержит следующие замечания:

1. В работе не рассматривается состав и не формулируются требования к характеристикам вычислителя, который должен обеспечивать выполнение синтезированных алгоритмов в режиме реального времени;

2. В работе не рассмотрены, вносимые принятыми в авиационной отрасли интерфейсами, ограничения, связанные с пропускной способностью и задержкой передачи сигналов между подсистемами.

3. Отзыв на автореферат диссертации от ООО «Научно-Производственная Компания «Оптолинк»

Положительный отзыв подписан техническим директором доктором физико-математических наук, профессором В.А. Федоровым, содержит следующие замечания:

1. Модели погрешности инерциальных датчиков, входящих в состав инерциальной навигационной системы приведены в линейном виде, без учёта неортогональности измерений;

2. В работе используются «абстрактные» подсистемы ИИС. В работе не приходится исследование свойств синтезированных алгоритмов в рамках полунатурных экспериментов;

3. В работе не рассматриваются сценарии действия БЛА-ВВП при формировании признака отказа алгоритмов контроля целостности измерений АПСН.

4. Отзыв на автореферат диссертации от ФАУ «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского»

Положительный отзыв подписан заместителем генерального директора по цифровой трансформации, кандидатом технических наук, К.С. Анисимовым, содержит следующие замечания:

1. Выбранный способ описания уводящего искажения имеет ограниченное описание в части выбора профиля и интенсивности воздействия;
2. В работе не показан алгоритм действий при формировании признака наличия искажений в измерениях АПСН;
3. Способ формирования опорных траекторий для процесса настройки алгоритмов контроля целостности не до конца ясен.

5. Отзыв на автореферат диссертации от АО «Кронштадт»

Положительный отзыв подписан заместителем главного конструктора Акшониным Андреем Валерьевичем, содержит следующие замечания:

1. В автореферате слабо выражена формальная постановка задачи исследования. Это затрудняет оценку полноты учёта параметров, влияющих на характеристики навигационных решений, принимаемых с использованием разработанных алгоритмов.

2. В автореферате не рассматривается оценка вычислительной сложности синтезированных автором алгоритмов контроля целостности.

3. В актуальной редакции Воздушного кодекса Российской Федерации, используются термины «беспилотное воздушное судно» и «беспилотная авиационная система», а не «беспилотный летательный аппарат». Основные регламентирующие документы в настоящее время также используют термины из актуального Воздушного кодекса РФ.

6. Отзыв на автореферат диссертации от Филиал ПАО «Яковлев» – Центр комплексирования

Положительный отзыв подписан начальником отдела систем самолетовождения, представителем руководства филиала по научным и образовательным вопросам, кандидатом технических наук, доцентом Неретиным Е.С. и ведущим инженер-конструктором по ЭТД и ТСО Пахомовым А.Н. Отзыв утверждён директором-главным конструктором филиала ПАО «Яковлев» – Центр комплексирования А.А. Герасимовым, содержит следующие замечания:

1. При маневрировании, часть диаграммы направленности антенн АПСН может перекрываться элементами конструкции БЛА-ВВП. В работе не рассмотрено влияние этого перекрытия на работу синтезированных алгоритмов.

2. В работе предполагается, что центр масс БЛА-ВВП совпадает с точкой пересечения осей чувствительности акселерометров и гироскопов инерциальной

навигационной системы. Однако такое расположение измерительных элементов на практике часто невозможно. Более того, центр масс может смещаться как между полётами, так и в процессе одного полёта.

Несмотря на перечисленные замечания, во всех отзывах отмечено, что указанные недостатки не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их большим опытом, а также высокой научно-практической компетентностью в области разработки и внедрения инерциально-спутниковых навигационных систем, в том числе, для беспилотных летательных аппаратов. Высокая научная и практическая компетентности официальных оппонентов и ведущей организации подтверждаются публикациями в научных изданиях. Оппоненты являются сотрудниками разных организаций и не имеют совместных публикаций с соискателем.

Выбор Голована А.А., доктора физико-математических наук, в качестве **официального оппонента** обусловлен его широкой известностью и профессиональной компетентностью в области синтеза алгоритмов инерциально-спутниковых навигационных систем, включая алгоритмы, направленные на обеспечение качества определения координат. За последние 5 лет Голован А.А. в рецензируемых отечественных и международных журналах опубликовал 15 работ по профилю диссертации.

Выбор Крылова А.А., кандидата технических наук, в качестве **официального оппонента** обоснован его высокой компетентностью в области проектирования навигационных систем для беспилотных летательных аппаратов различных классов и назначений с применен МЭМС датчиков. За последние 5 лет Крылов А.А. сделал 8 публикаций по профилю диссертации.

Выбор ФГУП «ГосНИИ ГА» в качестве **ведущей организации** обосновывается тем, что организация занимает одно из ключевых мест в разработке перспективных требований, в том числе к качеству определения координат беспилотных летательных аппаратов. Также эта организация является ключевым участником процессов сертификации бортового оборудования для гражданской авиации. За последние 5 лет ФГУП «ГосНИИ ГА» опубликовано 11 работ по теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

— **разработаны методические, алгоритмические и программные средства**, позволившие обеспечить выполнение требований к точности и

целостности определения координат на основе инерциальных и спутниковых измерений;

— **разработаны** *новые методики* оценки соответствия разработанных алгоритмов контроля целостности инерциально-спутникового навигационного решения для беспилотных летательных аппаратов вертикального взлёта и посадки требованиям, установленным в информационном базисе;

— **предложен** *нетрадиционный способ* расчета статистических характеристик входных измерений алгоритма контроля целостности для рассмотренного в работе информационного базиса информационно-измерительной системы, позволяющий обнаруживать за 10 с наличие скачкообразных и медленно нарастающих искажений в измерениях псевдодальностей одновременно для всего рабочего созвездия аппаратуры спутниковой навигации при скорости нарастания искажений от 2,5 м/с и более;

— **доказана** *перспективность новых идей в практике* благодаря подтверждению работоспособности синтезированных алгоритмов контроля целостности в условиях воздействия уводящего искажения интенсивностью воздействия от 0,48 м/с;

Теоретическая значимость работы обоснована тем, что:

— **доказана** работоспособность методик настройки свойств синтезированных алгоритмов контроля целостности под различные информационные базисы, что *расширяет границы применимости полученных результатов*;

— **применительно к проблематике диссертации результативно использован** метод Монте-Карло для формирования априорной информации о законе распределения комбинаций параметров настройки алгоритма контроля целостности;

— **изложены факторы**, влияющие на формирование требований к качеству определения координат беспилотного летательного аппарата при реализации городской аэромобильности;

— **раскрыты существенные проявления теории**: выявлена новая проблема необходимости выбора оптимальной, с точки зрения обеспечения требований к качеству определения координат, комбинации параметров алгоритмов;

— **изучены связи** проявления искажений в измерениях аппаратуры спутниковой навигации и точности определения координат беспилотного летательного аппарата.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается тем, что:

— **разработаны и внедрены новые критерии и правила** обнаружения скачкообразных и медленно нарастающих искажений в измерениях псевдодальностей для алгоритма контроля целостности определения координат в АО «КТ-Беспилотные системы», что позволило обеспечить требуемое качество определения координат для беспилотных летательных аппаратов, и в учебный процесс МАИ;

— **определены пределы** применимости алгоритмов контроля целостности обеспечения качества определения координат беспилотных летательных аппаратов вертикального взлёта и посадки при проявлении искажений в измерениях аппаратуры спутниковой навигации;

— **создано** программно-математическое обеспечение настройки и оценки свойств синтезированных с применением информационно-измерительной системы алгоритмов, обеспечивающее выполнение разработанных методик;

— **представлены методические рекомендации** по формированию информационного базиса информационно-измерительной системы обеспечения качества определения координат беспилотного летательного аппарата при реализации городской аэромобильности.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

— **теория построена** на известных законах инерциальной навигации и методах оценивания результатов измерений;

— **идея базируется** на обобщении передового опыта обеспечения качества определения координат и на анализе практики формирования требований к точности и целостности координат летательных аппаратов;

— **использованы** методики оценки соответствия свойств синтезированных алгоритмов, основанные на правилах и рекомендациях сертификационного базиса гражданской авиации.

Личный вклад автора состоит в:

— включенном участии на всех этапах процесса, непосредственном участии соискателя в получении исходных данных и научных экспериментах, личном участии в апробации результатов исследования, обработке и интерпретации данных, выполненных лично автором, подготовке основных публикаций по выполненной работе;

— разработке структуры и процедуры информационно-измерительной системы, включающей методические, алгоритмические и программные средства обеспечения качества определения координат на основе инерциальных и спутниковых измерений, позволяющей обеспечить существующие требования к точности определения координат 16 м при целостности на уровне $(1-2) \cdot 10^{-7}$, со временем выдачи предупреждения до 6 с;

— разработке способа расчета статистических характеристик входных измерений алгоритма контроля целостности для рассмотренного в работе информационного базиса и вида входных измерений алгоритмов контроля целостности информационно-измерительной системы;

— разработке методики, программно-математического обеспечения и получении результатов исследования качества определения координат для беспилотных летательных аппаратов при реализации городской аэромобильности для нескольких информационных базисов разработанной информационно-измерительной системы.

В ходе защиты диссертации **не было высказано критических замечаний**, которые ставили бы под сомнение обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну.

Соискатель Колганов Л.А. обстоятельно и аргументировано ответил на все заданные ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 25 ноября 2025 г. **диссертационный совет принял решение:**

за решение научно-технической задачи обеспечения качества определения координат беспилотного летательного аппарата при реализации городской аэромобильности, имеющей существенное значение для развития средств информационно-измерительного обеспечения беспилотных летательных аппаратов, присудить Колганову Леониду Александровичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки), участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за — 14, против — нет, недействительных бюллетеней — нет.

Проректор по научной работе,
д.т.н., доцент



А.В. Иванов

Председатель диссертационного совета
24.2.327.12, д.т.н., профессор

В.И. Бусурин

Учёный секретарь диссертационного совета
24.2.327.12, к.т.н., доцент

Ф.В. Васильев

25.11.2025