

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** 24.2.327.03

**Соискатель:** Терехов Роман Игоревич

**Тема диссертации:** Обеспечение требований к управляемости пассажирских самолётов при отказах в силовой части систем управления

**Специальность:** 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)

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

На заседании «02» апреля 2026 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 Терехову Роману Игоревичу 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, А.И. Болкунов, В.А. Воронцов, А.В. Ефремов, С.Ю. Желтов, К.А. Занин, Д.А. Козорез, М.С. Константинов, М.М. Матюшин, А.В. Ненарокомов, С.Н. Падалко, В.В. Пасынков, В.Г. Петухов, Г.Г. Райкунов, В.В. Родченко, Ю.В. Тюменцев.

Ученый секретарь диссертационного совета  
24.2.327.03, д.т.н., доцент  
Старков Александр Владимирович

Проректор по научной работе, д.т.н., доцент  
Иванов Андрей Владимирович



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.03**

созданного на базе Федерального государственного автономного 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 02.04.2026 г., протокол № 05

О присуждении **Терехову Роману Игоревичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обеспечение требований к управляемости пассажирских самолётов при отказах в силовой части систем управления» по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки) принята к защите «29» января 2026 г., протокол № 01, диссертационным советом 24.2.327.03 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ, Московский авиационный институт), 125993, Москва, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

**Соискатель**, Терехов Роман Игоревич, «07» сентября 1987 года рождения. В 2010 г. окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский авиационный институт (государственный технический университет) «МАИ» по специальности «Испытание летательных аппаратов» с присуждением квалификации инженер. В 2017 году окончил обучение в аспирантуре по направлению подготовки 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» (справка об обучении регистрационный № 89, дата выдачи «09» июля 2024 г.).

В период подготовки диссертации и в настоящее время соискатель Терехов Роман Игоревич работает в научно-исследовательском отделении №15 «Динамика и системы управления ЛА» научно-исследовательского центра безопасности полетов федерального автономного учреждения «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» в должности научного сотрудника.

Диссертация выполнена в федеральном автономном учреждении «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» в научно-исследовательском отделении №15 «Динамика и системы управления ЛА»

научно-исследовательского центра безопасности полетов.

**Научный руководитель** – кандидат технических наук, доцент, научный руководитель НИО-15 «Динамика и системы управления ЛА» научно-исследовательского центра безопасности полетов федерального автономного учреждения «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» Шелюхин Юрий Федорович.

**Официальные оппоненты:**

1. Гребенкин Александр Витальевич – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, начальник отдела 901 публичного акционерного общества «Московский институт электромеханики и автоматики» (ПАО «МИЭА»)

2. Чулин Николай Александрович – гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, директор НИИ информатики и систем управления, доцент кафедры «Системы автоматического управления» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Все оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** Федеральное автономное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ФАУ «ГосНИИАС») г. Москва, в своем положительном отзыве, обсужденном на заседании научно-технического совета подразделения 2200 ФАУ «ГосНИИАС» (19 февраля 2026 года, протокол №3), подписанном заместителем генерального директора – руководителем научного комплекса, доктором технических наук, профессором РАН Н.И. Сельвесюком, начальником сектора 2242, кандидатом технических наук А.М. Кульчаком и утвержденным заместителем генерального директора ФАУ «ГосНИИАС» по науке, академиком РАН, доктором технических наук, профессором С.Ю. Желтовым, указала, что уровень диссертации соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 (в ред. Постановлений Правительства РФ), а соискатель, Терехов Роман Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации 13 работ, включающих 4 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки РФ, из которых 4 в соответствии с рекомендациями ВАК РФ

отнесены к категориям К1 и К2, а также включены в «Белый список» журналов Российского центра научной информации (РЦНИ). Соискатель имеет 1 патент на изобретение:

1. Терехов Р.И., Шелюхин Ю.Ф., Диденко Ю.И., Глубокая М.Г., Козяйчев А.Н. Система дистанционного управления региональным самолётом. Патент на изобретение №2795074 от 28 апреля 2023 г.

Наиболее значимыми научными работами по теме диссертации являются:

**Статьи в рецензируемых журналах из Перечня ВАК, соответствующие специальности 2.5.16:**

1. Терехов Р.И. Оценка параметров аварийного дистанционного сервоуправления региональным самолётом с учётом нелинейных особенностей динамики органов управления // Вестник Московского авиационного института, Т.29, №1, 2022, С. 211-225 (Категория К1, № 550 Перечня ВАК по состоянию на 08.07.2024 г., включен в «Белый список» РЦНИ). Представлена разработанная математическая модель вращения рулевой поверхности в режиме сервоуправления с учётом нелинейных особенностей, вызываемых эффектами трения и демпфирования. Приведены результаты расчетных и стендовых исследований по определению параметров законов сервоуправления и оценке управляемости самолёта на режиме захода на посадку, подтверждающие возможность безопасного завершения полёта.

2. Баженов С.Г., Дементьев А.А., Диденко Ю.И., Лазурин Г.А., Терехов Р.И. Обеспечение инвариантности и расширение набора функций комплексной системы управления самолетом транспортной категории в случае многомерного управления // Ученые записки ЦАГИ, 2024, Т. LV, №3, С. 59-75 (Категория К1, 7 с. авт., №2861 Перечня ВАК по состоянию на 08.07.2024 г., включен в «Белый список» РЦНИ). Личный вклад автора заключается в представлении результатов расчетных исследований эффективности управления пассажирским самолетом при использовании различных комбинаций органов управления.

3. Баженов С.Г., Диденко Ю.И., Терехов Р.И., Шелюхин Ю.Ф. Синтез алгоритмов системы дистанционного управления самолетом с аварийным сервоуправлением // Ученые записки ЦАГИ. 2024. Т. LV, №4. С. 39–54. (Категория К1, 12 с. авт., №2861 Перечня ВАК по состоянию на 08.07.2024 г., включен в «Белый список» РЦНИ). Личный вклад автора заключается в обосновании структуры и выборе параметров алгоритмической части контура аварийного сервоуправления, а также в обосновании требований к коэффициенту демпфирования привода.

**Статьи по теме диссертационной работы в других рецензируемых журналах из Перечня ВАК:**

1. Терехов Р.И. Исследование особенностей аварийного дистанционного сервоуправления региональным самолётом в продольном канале // Труды МАИ,

№96, 2017, С. 1–22. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=85785> (Категория К1, №2030 Перечня ВАК по группам спец., включен в «Белый список» РЦНИ). Приводится описание структуры системы управления самолётом с двумя гидросистемами и применением дистанционно управляемых серворулей на рулях высоты в качестве аварийного управления. Сформированы требования к рулевым приводам и алгоритмам системы дистанционного управления для обеспечения заданных характеристик управляемости.

**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) Федеральное автономное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», ведущая организация. Отзыв положительный.**

В качестве замечаний по диссертационной работе отмечены следующие:

1. Математические модели элементов гидросистемы, входящие в состав полной математической модели движения самолёта для моделирования отказных ситуаций, представлены в упрощённом виде и реализуют только статические ограничения располагаемых характеристик гидропитания, без учёта динамики изменений давления и расхода жидкости в гидросистемах;

2. Описываемые в работе выводы о последствиях отказов органов управления на основании предварительного анализа отказобезопасности не содержат вероятностных значений отказов;

3. При анализе влияния отказов гидравлических систем на посадочные характеристики самолёта, рассматриваются отказы механизации крыла, воздушных тормозов и интерцепторов, а также реверса двигателей, но не рассматриваются возможные отказы в тормозной системе самолёта и их сочетания с отказами в системе управления;

4. При применении разработанной методики формирования структуры системы управления, задача оптимизации решается в условиях допущения о том, что отказы двух любых гидросистем имеют одинаковую вероятность, что не вполне соответствует действительности;

5. В ходе стендового моделирования для оценки пилотажных характеристик самолёта в режиме аварийного сервоуправления рассматривается задача захода на посадку с постоянным боковым ветром. Целесообразно дополнительно рассмотреть заход на посадку в условиях турбулентности.

2) **Гребенкин Александр Витальевич**, официальный оппонент, доктор технических наук. **Отзыв положительный**, заверен ученым секретарем ПАО «МИЭА», к.т.н. О.Б. Кербер.

Замечания по диссертационной работе Терехова Романа Игоревича:

1. В представленной математической модели аэродинамических характеристик секций интерцепторов (таблица 2.2) нет описания логики посекционного формирования соответствующих коэффициентов сил и моментов в общей сборке;

2. Математическая модель силовой установки использует высотно-скоростные характеристики двигателей без учёта влияния температуры атмосферного воздуха на тягу;

3. Математическое описание процесса замещения тяги работающего двигателя тягой авторотации содержит некорректное описание способа учёта относительного изменения силы тяги по времени с момента отказа;

4. Приведённая в диссертации методика расчёта коэффициента аэродинамического демпфирования рулевых поверхностей требует пояснений в части определения коэффициента  $\Omega_4$ ;

5. На рис. 4.12 указана не верная размерность  $X_v$ .

3) **Чулин Николай Александрович**, официальный оппонент, кандидат технических наук. **Отзыв положительный**, заверен руководителем научно-учебного комплекса «Информатика и системы управления» МГТУ им. Н.Э. Баумана А.В. Пролетарским.

Замечания по диссертационной работе:

1. Недостаточно полно описана математическая модель полёта аппарата: не хватает описания «базовой» модели, дополнения к которой разработаны автором. На схеме математической модели (рис. 2.1) в числе переменных не указаны угловые скорости. Не хватает пояснений по реализации в используемой среде моделирования математической модели двигательной установки с учётом отказов.

2. Предлагаемая методика формирования структурного построения системы управления для обеспечения требуемых характеристик управляемости самолёта при отказах изложена на примере самолёта классической аэродинамической схемы с традиционными рулевыми поверхностями (руль высоты, руль направления, элероны, интерцепторы). Для практического применения к самолётам с другим набором рулевых поверхностей, а также к самолётам других аэродинамических схем, разработанная методика требует адаптации.

3. Применение разработанной методики формирования структурного построения силовой части системы управления рассматривается только на примере трёх независимых гидросистем, не приводятся результаты при использовании электросистем для управления стабилизатором и/или механизацией крыла по рекомендациям в главе 3 диссертационной работы.

4. Из текста диссертации неясно, возможно ли применение разработанной перспективной структуры системы управления с двумя гидросистемами и аварийным электродистанционным сервоуправлением для любых пассажирских самолётов или имеются ограничения (например, по размерности самолёта).

5. В автореферате описаны не все входящие в формулы переменные (например, в формуле 1).

**4) Акционерное общество «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан заместителем Главного конструктора ПАО «Ил» по аэродинамике динамике полета и системе управления самолетом, к.т.н. О.В. Кругляковой, заверен заместителем управляющего директора по управлению персоналом ПАО «Ил» Н.Б. Сурковой, утвержден Главным конструктором С.В. Ганиным.**

Принципиальных замечаний к автореферату нет. В качестве недостатка можно отметить, что разработанная методика применяется только к классической схеме с тремя гидросистемами, тогда как на большинстве современных самолётов используются электрические моторы для управления перемещением стабилизатора и механизации крыла.

**5) Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан профессором кафедр информатики и вычислительной математики МФТИ и аэрофизики и летательной техники ПИШ ФАЛТ МФТИ, д.ф.м.н. В.И. Шалаевым, заверен специалистом ПИШ ФАЛТ Т.Р. Загивой.**

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Принимаемое автором допущение, что отказы двух любых гидросистем имеют одинаковую вероятность, является не вполне корректным, так как не учитывает конструктивные особенности каждой из гидросистем;

2. Не приводится сравнение результатов разных методов оптимизации при решении поставленной задачи.

**6) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан старшим научным сотрудником, к.т.н. А.В. Скрыбиным, заверен зав. общим отделом Н.П. Васильевой.**

Недостатком рецензируемой работы является то, что не приводится обоснование выбранного метода оптимизации, применяемого при решении задачи выбора распределения потребителей системы управления, а также не рассматриваются другие возможные методы.

**7) Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан преподавателем 72 кафедры авиационных комплексов и конструкции летательных аппаратов ВУНЦ ВВС «ВВА», к.т.н. К.А. Журавским и доцентом 72 кафедры авиационных комплексов и конструкции летательных аппаратов ВУНЦ ВВС «ВВА», к.т.н. С.М. Баранцевым, утвержден заместителем начальника ВУНЦ ВВС «ВВА» по учебной и научной работе, к.т.н., доцентом В. Казаковым.**

Результаты анализа материалов, представленных в реферате, позволяют отметить следующие недостатки:

1. Из текста автореферата не ясно, отличаются ли рассматриваемые в работе численные требования к характеристикам управляемости самолёта при отказах на различных этапах полёта.

2. Приведенные формульные зависимости критериальных параметров подсистем нуждаются в дополнительных пояснениях в части применяемых обозначений.

**8) Публичное акционерное общество «Объединенная авиастроительная корпорация» Опытно-конструкторское бюро им. А.И. Микояна, отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан заместителем Главного конструктора ОКБ по системам управления ПАО «ОАК» ОКБ Микояна, Заслуженным машиностроителем РФ, Действительным членом Академии Наук Авиации и Воздухоплавания, д.т.н., профессором Ю.Г. Оболенским, утвержден и.о. Начальника КБ И.А. Федотовым.**

К недостаткам автореферата можно отнести недостаточную обоснованность используемых численных значений требований к характеристикам управляемости при отказах, а также отсутствие пояснений к обозначениям в формулах, описывающих математическую модель движения руля в режиме сервоуправления, что может объясняться ограничением допустимого объема автореферата.

**9) Филиал «Региональные самолёты» Публичного акционерного общества «Яковлев», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан начальником НИО – заместителем Главного конструктора по аэродинамике Филиала ПАО «Яковлев» «Региональные самолёты» А.А. Бабулиным, начальником департамента аэродинамических характеристик Филиала ПАО «Яковлев» «Региональные самолёты», д.т.н. В.И. Шевяковым и начальником департамента механики полета Филиала ПАО «Яковлев» «Региональные самолёты» С.А. Алексеевым, заверен врио руководителя направления по работе с филиалами и ДЗО департамента управления персоналом ПАО «Яковлев» А.Р. Утяшевым, утвержден заместителем директора по разработке Филиала ПАО «Яковлев» «Региональные самолёты» А.В. Кубасовым.**

По содержанию автореферата необходимо отметить следующий недостаток, обнаруженный в работе: не указано, на каких режимах полёта определяются выбранные в качестве критериальных параметров показатели управляемости самолёта. К примеру, эффективность элеронов может значительно уменьшаться на больших скоростных напорах в крейсерском режиме полёта, что необходимо учитывать при обосновании структуры гидропитания органов поперечного управления.

**10) Общество с ограниченной ответственностью «АУРУС-АЭРО», отзыв на автореферат. Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального директора – главным конструктором ООО «АУРУС-АЭРО», к.т.н. А.Г. Арутюновым и ведущим инженером-конструктором ООО «АУРУС-АЭРО», к.т.н. А.Н. Козяйчевым, утвержден генеральным директором ООО «АУРУС-АЭРО» А.В. Степиным.

В качестве замечаний следует отметить следующие:

1. В автореферате не хватает пояснений к нелинейной математической модели движения органа управления под действием шарнирного момента в части учёта аэродинамического демпфирования;
2. Сложность объекта исследования и поставленных задач не позволили автору в рамках диссертационной работы в полном объёме охватить анализом всю область возможных режимов полёта.

**11) Акционерное общество «Туполев», отзыв на автореферат. Отзыв положительный**, подписан заместителем начальника центра по научной работе, к.т.н. П.В. Ерохиным и начальником отдела А.В. Хабровым, утвержден заместителем управляющего директора по проектированию, научно-техническому и инновационному развитию Е.А. Деяновым.

При рассмотрении автореферата отмечены следующие недостатки:

1. Знаки отклонения элеронов, не соответствующие ГОСТ 20058-80, который определяет, что знак угла отклонения органа управления креном определяется положением правого органа управления, затрудняют понимание и интерпретацию полученных результатов. Так непонятно, чем вызвано изменение знака в формуле (8) если функция  $\Delta m_{x_{эл}}(\delta_{эл})$  определена для всего диапазона отклонения элерона и соответственно меняет знак при  $\delta_{эл} < 0^\circ$ .

2. Формулы со (2) по (6) содержат опечатки:

– в формулах (2), (3) и (4) вместо текущего отклонения руля высоты должно быть полное отклонение руля на кабрирование или на пикирование;

– в формуле (5) при расчете балансирующего отклонения руля высоты не учитывается отклонение секций интерцепторов, происходящее при потере гидропитания;

– в формуле (6) вместо производной момента крена по безразмерной угловой скорости крена  $m_x^{\bar{\omega}_x}$  используется производная  $m_x^{\omega_x}$ , а также отсутствует знак минус.

3. Одним из критериев при формировании структуры силовой части системы управления является обеспечение максимальной дальности планирования при отказе всех двигателей. В автореферате заявляется, что это обеспечивается работой обоих элеронов от ГСЗ, однако никаких оценок дальности планирования не приведено, а также непонятно рассматривал ли автор при этом эффект от всплытия интерцепторов. В автореферате не указывается о применении каких-либо средств фиксации секций интерцепторов в убранном положении при потере гидропитания. Далее в четвертой главе система управления строится с нарушением данного требования – на рисунке 10 оба элерона находятся в положении минус 15.

4. В качестве другого требования при формировании структуры силовой части системы управления автор рассматривает требование остановить самолёт на дистанции не более чем в 2 раза превосходящую дистанцию, полученную согласно пункту 25.125 АП-25 для сухой ВПП без отказов. Тем самым автор фактически ужесточает требования пунктов 25.125А АП-25 и НЛГ-25 (на территории РФ с 1 января 2023 года действуют НЛГ).

Данное требование усложняет проектирование самолёта при том, что не имеет практического смысла. Потребная посадочная дистанция устанавливается при проектировании самолёта не менее предписанной пунктом 25.125А НЛГ-25 с учетом величины посадочной дистанции при отказах, происходящих на ВПП. Во всех прочих отказных случаях потребная посадочная дистанция указывается в ЛР, если она превышает величину, установленную для нормальной посадки. Экипаж ВС при отказе, приводящем к увеличению потребной посадочной дистанции, может изменить план полёта и выполнить посадку на наиболее подходящей полосе.

При проектировании силовой части системы управления вместо данного требования следует рассматривать минимизацию максимального увеличения посадочной дистанции при отказах:  $\min_{k=1,2,3}(\max(\Delta L_{\text{пос } k}))$

5. Из приведенных материалов неясно, как можно применить разработанную методику формирования структуры системы управления для перспективных самолётов нетрадиционных аэродинамических компоновок с многофункциональными поверхностями управления.

6. Применяемые в работе численные значения критериев управляемости следует дополнительно подтвердить оценками лётчиков.

**12) Публичное акционерное общество «Объединенная авиастроительная корпорация» Опытнo-конструкторское бюро Сухогo («ОКБ Сухогo»), отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан главным конструктором по системам управления ЛА, д.т.н., профессором С.В. Константиновым и главным конструктором по аэродинамике, к.т.н. А.З. Тарасовым, утвержден первым заместителем директора филиала – управляющим директором ОКБ ОТА – директором ОКБ Сухогo, к.т.н. М.Ю. Стрельцом.**

В качестве недостатков диссертационной работы Терехова Р.И. следует отметить:

1. В автореферате отсутствуют данные по анализу существующих проектов систем управления современных и перспективных пассажирских самолетов, в которых реализованы принципы использования энергосберегающих технологий и концепции «более электрического самолета», например А-380, А-350, В-787, SU100 и др.

2. В автореферате отсутствуют обоснования преимуществ предлагаемого резервного сервоуправления на базе ЭМП в сравнительном плане с другими вариантами систем управления, обеспечивающими управление самолетом при отказе двух гидросистем.

3. В автореферате отсутствуют рекомендации по выбору параметров ЭМП, особенно с учетом совместной работы ЭМП с ЭГСП, переведенными в режим демпфирования, отсутствуют соответствующие данные по ЭМП и ЭГСП (желательно с подтверждением экспериментальными результатами), а также требования к надежности ЭМП и к системе его электроснабжения.

4. В автореферате отсутствуют материалы по верификации (желательно на основе экспериментальных исследований приводов) разработанной Автором математической модели ЭМП и ЭДСУ или указания на такие данные.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью, имеющимся у них большим опытом разработки авиационных бортовых систем и моделирования процессов управления, в том числе, в области соответствующей паспорту специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки), и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

ФАУ «ГосНИИАС» является ведущим научно-исследовательским центром в области разработки бортовых авиационных систем и оборудования, а также основоположником различных методов моделирования для проектирования автоматических систем любой степени сложности, участвует в создании авиационной техники на всех этапах ее жизненного цикла. Заключение по диссертационной работе обсуждено и подписано учеными, которые

непосредственно занимаются вопросами, связанными с разработкой отказоустойчивых бортовых авиационных систем. Сельвесюк Н.И. – заместитель генерального директора, руководитель научного комплекса, доктор технических наук, профессор РАН, автор более 200 работ, в том числе по тематике обеспечения безопасности полётов и разработки архитектур бортовых авиационных систем. Кульчак А.М., начальник сектора 2242, кандидат технических наук, автор более 20 работ, в том числе по реконфигурации управления воздушным судном при отказах, имеет зарегистрированные права на результаты интеллектуальной деятельности.

Гребенкин Александр Витальевич – автор более 40 работ, имеет зарегистрированные права на результаты интеллектуальной деятельности. Под руководством А. В. Гребенкина проводятся исследования по ручному и автоматическому управлению самолётами транспортной категории, повышению безопасности полёта путём автоматизации управления, а также по анализу посадочных характеристик самолётов в сложных многофакторных условиях полёта.

Чулин Николай Александрович – автор более 30 работ. Под руководством Н. А. Чулина проводятся исследования по отказоустойчивым алгоритмам управления полётом, математическому моделированию задач динамики полёта в условиях внешних возмущений.

#### В дискуссии приняли участие:

| Фамилия, имя, отчество          | Ученая степень, шифр специальности в совете |
|---------------------------------|---|
| Малышев Вениамин Васильевич     | д.т.н., проф., 2.5.16.                      |
| Красильщиков Михаил Наумович    | д.т.н., проф., 2.3.1.                       |
| Бобронников Владимир Тимофеевич | д.т.н., проф., 2.3.1.                       |
| Ефремов Александр Викторович    | д.т.н., проф., 2.5.16.                      |
| Баженов Сергей Георгиевич       | д.т.н., доц., ФАУ «ЦАГИ»                    |

Диссертационный совет отмечает, что диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, соответствует паспорту специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки), а **наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем, могут быть сформулированы** следующим образом:

1. Сформированы и обоснованы новые требования к посадочным характеристикам самолёта при отказах в силовой системе управления, разработаны варианты структурного построения силовой системы управления, обеспечивающие требуемые посадочные характеристики в отказных ситуациях;

2. Разработана и обоснована методика формирования структуры силовой системы управления, которая может применяться на ранних этапах проектирования для обеспечения выполнения требований к характеристикам управляемости и посадочным характеристикам самолёта в отказных ситуациях;
3. Разработана инновационная структура системы управления перспективного самолёта транспортной категории с двумя гидросистемами и аварийным электродистанционным управлением через серворули на рулевых поверхностях;
4. Проведены расчётные и стендовые исследования особенностей аварийного дистанционного сервоуправления для подтверждения соответствия характеристик управляемости самолёта предъявляемым требованиям.

Проведенные исследования являются **новыми**, выносимые автором на защиту результаты исследований, получены впервые, а их **новизна** заключается в том, что:

1. Впервые разработана математическая модель самолёта с аварийным электродистанционным контуром управления серворулями, учитывающая одновременно особенности динамики серворуля с учётом нелинейных эффектов трения и демпфирования, и особенности реализации электродистанционного управления серворулём;
2. Разработана методика формирования структурного построения системы управления для обеспечения требуемых характеристик управляемости самолёта при отказах в силовой системе управления;
3. Разработана инновационная структура системы управления перспективного самолёта транспортной категории с двумя гидросистемами и аварийным электродистанционным управлением через серворули на рулевых поверхностях, обоснованы требования к алгоритмической части предлагаемой системы управления.

**Теоретическая значимость** состоит в создании подхода к разработке структурного построения силовой части системы управления самолёта, позволяющего учесть требования к характеристикам управляемости и посадочным характеристикам самолёта в отказных ситуациях на ранних этапах проектирования.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что применение разработанной методики формирования структурного построения системы управления позволит снизить вероятность внесения изменений в конструкцию системы управления самолёта на поздних стадиях проектирования и связанных с этим дополнительных затрат, а также обеспечить выполнение заданных требований к характеристикам самолёта при отказах в силовой системе управления, что в конечном итоге приводит к повышению безопасности полёта.

Предлагаемая структура силовой системы управления с двумя гидросистемами и электрическим резервом может быть реализована при разработке перспективного самолёта транспортной категории в соответствии с концепцией «более электрического самолёта».

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что разработанные методики проектирования и алгоритмы управления прошли успешную апробацию путём обсуждения на 3 международных и 6 отраслевых конференциях.

Основные результаты работы получены и использованы в рамках НИР, выполняемых ФАУ «ЦАГИ» по заказу Министерства промышленности и торговли РФ (шифры «Магистраль-интеграция», «Безопасный ЛА-2»), а также при выполнении ОКР по договорам с ПАО «Яковлев».

Кроме того, значение полученных соискателем результатов диссертационного исследования для практики подтверждается актами о внедрении результатов диссертации и патентом на изобретение.

Патенты на изобретения:

1. Терехов Р.И., Шелюхин Ю.Ф., Диденко Ю.И., Глубокая М.Г., Козьяйчев А.Н. Система дистанционного управления региональным самолётом. Патент на изобретение №2795074 от 28 апреля 2023 г.

Акты о внедрении результатов диссертации:

1. Акт внедрения №113/28 в ПАО «Ил» научных результатов диссертационной работы Терехова Романа Игоревича.

2. Акт внедрения в Филиале «Стрела» МАИ научных результатов диссертационной работы Терехова Романа Игоревича.

**Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию** в организациях и конструкторских бюро, осуществляющих разработку систем управления летательных аппаратов, таких как ПАО «ОАК», ПАО «Яковлев», АО «Ил», ПАО «МИЭА» и др., а также при проведении научно-исследовательских работ по заказу Министерства промышленности и торговли РФ в ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского», Московском авиационном институте и др.

**Оценка достоверности результатов исследования** свидетельствует о высокой степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в работе. Соискателем разработаны и используются корректные математические модели и алгоритмы. Теоретическая часть диссертации базируется на применении методов анализа и синтеза сложных технических систем, в том числе теории автоматического управления, метода математического моделирования, методов целочисленного программирования, методов оптимизации на дискретных множествах. Достоверность проведенных расчётных исследований подтверждается результатами проведенной автором отработки на пилотажном стенде с участием лётчиков-испытателей, в ходе которой были

получены положительные оценки управляемости и возможности безопасного завершения полёта.

**В диссертации научно обоснованы новые технические решения, имеющие существенное значение для развития авиационной отрасли страны в части обеспечения требований к безопасности полетов при разработке систем управления перспективных пассажирских самолётов, а именно:**

1. Требования к обеспечению максимальной дальности планирования при отказе всех двигателей и к допустимому увеличению посадочной дистанции при отказах самолётных систем.

2. Методика формирования структурного построения системы управления для обеспечения требуемых характеристик управляемости самолёта при отказах в силовой системе управления.

3. Структура системы управления перспективного самолёта транспортной категории с двумя гидросистемами и аварийным электродистанционным сервоуправлением.

4. Алгоритмы контура аварийного электродистанционного сервоуправления, обеспечивающие безопасное завершение полёта.

**В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания:**

1. Из представленных результатов не ясно, может ли разработанная методика формирования структурного построения систем управления применяться для самолётов другой размерности и других аэродинамических схем.

2. Результаты расчётов характеристик управляемости самолёта приводятся только для одного режима полёта, хотя могут значительно отличаться в пределах эксплуатационной области режимов.

Соискатель Терехов Р.И. ответил на задаваемые вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Разработанная методика формирования структурного построения систем управления может применяться для пассажирских самолётов с традиционными аэродинамическими компоновками любой размерности. Также, при необходимости, разработанная методика может быть адаптирована для применения к самолётам нетрадиционных аэродинамических схем с многофункциональными органами управления,

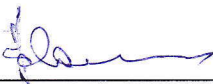
2. В ходе исследований, расчёты характеристик управляемости самолёта проводились во всей эксплуатационной области режимов полёта, при этом для каждого расчётного случая определялся наиболее неблагоприятный режим полёта с точки зрения ухудшения характеристик управляемости. Полученные результаты в выступлении и в автореферате приведены для наиболее неблагоприятного режима полёта.

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

На заседании 02 апреля 2026 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 принял решение за **новые научно-обоснованные технические решения**, имеющие существенное значение для развития авиационной отрасли страны в части обеспечения требований к безопасности полетов при разработке систем управления перспективных пассажирских самолётов присудить Терехову Роману Игоревичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки), участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета  
24.2.327.03, д.т.н., профессор  
Малышев Вениамин Васильевич



Ученый секретарь диссертационного совета  
24.2.327.03, д.т.н., доцент  
Старков Александр Владимирович



Проректор по научной работе, д.т.н., доцент  
Иванов Андрей Владимирович



«02» апреля 2026 г.