



Государственный научный центр Российской Федерации  
Федеральное автономное учреждение

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
(ФАУ «ГосНИИАС»)**

Юридический адрес: Викторенко ул., д.7, корп.2, г. Москва, 125319  
Для почтовых отправлений: 125319, г. Москва, а/я 55  
Тел.: (499) 157-70-47, факс: (499) 943-86-05, e-mail: info@gosniias.ru;  
<http://www.gosniias.ru>

ОКПО: 51610303, ОГРН: 1227700109295, ИНН/КПП: 7714482225/771401001

24.02.2026 № 2200/1176

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю  
Диссертационного совета  
24.2.327.03  
д.т.н., доценту  
Старкову А.В.

125993, г. Москва,  
Волоколамское шоссе, д. 4, МАИ,  
Отдел подготовки кадров высшей  
квалификации

Уважаемый Александр Владимирович!

Направляем Вам отзыв ведущей организации ФАУ «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» на диссертацию Терехова Романа Игоревича на тему «Обеспечение требований к управляемости пассажирских самолётов при отказах в силовой части систем управления», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Приложение: Отзыв ведущей организации, оригинал на 6 л., 2 экз.

Заместитель генерального директора по  
науке, академик РАН, д.т.н., профессор

С.Ю. Желтов

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«10» 03 2026 г.



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФАУ «ГосНИИАС» по науке  
академик РАН,  
доктор технических наук, профессор

С.Ю. Желтов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального автономного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»  
на диссертацию Терехова Романа Игоревича на тему  
«Обеспечение требований к управляемости пассажирских самолётов при отказах в силовой части систем управления»,  
представленную к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)»

**Актуальность.** Диссертация посвящена разработке подходов к повышению безопасности полётов и сокращению затрат при проектировании систем управления перспективных пассажирских самолётов за счёт разработанной методики формирования структуры силовой системы управления, которая может применяться на ранних этапах проектирования для обеспечения выполнения требований к характеристикам самолёта при возможных отказных ситуациях. Поскольку внесение изменений в конструкцию самолёта значительно усложняется на поздних стадиях проектирования и сопровождается увеличением финансовых затрат, применение такой методики при разработке системы управления самолётом является целесообразным с учётом необходимости выполнения широкого перечня требований к устойчивости, управляемости самолёта и отказобезопасности его основных систем.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырёх основных глав и заключения. Список литературы содержит 74

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«10» 03 2026 г.

наименования. Объём диссертационной работы составляет 178 листов, в том числе 68 рисунков.

Первая глава посвящена анализу нормативной документации в части системного проектирования и требований к характеристикам управляемости самолёта в отказных ситуациях. Выделены проблемы определения требований к характеристикам самолёта в отказных ситуациях.

Вторая глава содержит общее описание математических моделей самолёта, используемых для моделирования динамики полёта в отказных ситуациях и включающих в себя: модели вычисления аэродинамических характеристик самолёта с учётом последствий возможных отказов и отказных конфигураций, модели двигателя с учётом моделирования отказов двигателя, модели шасси для моделирования пробега, а также модели рулевых приводов и гидравлических систем. Перечислены необходимые элементы математических моделей для обеспечения корректного моделирования отказов в силовой части систем управления.

В третьей главе приводятся результаты моделирования динамики самолёта при отказах в силовой части системы управления и обосновывается методика формирования структурного построения системы управления, применение которой позволяет обеспечить выполнение заданных требований к управляемости в условиях существующих технических ограничений.

Четвертая глава посвящена описанию разработанной автором структуры системы управления с двумя гидросистемами и применением сервоулей для сохранения управления самолётом при отказе обеих гидросистем. Приводится описание нелинейной математической модели вращения органов управления в режиме сервоуправления, а также результаты разработки методов обеспечения требуемых для безопасного завершения полёта характеристик управляемости посредством автоматизации режима сервоуправления.

**Соответствие паспорту специальности.** Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 2.5.16 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)», поскольку проведенные исследования посвящены:

– совершенствованию математических моделей самолёта с системой управления для обеспечения корректного моделирования отказных ситуаций;

– разработке методов обеспечения требуемых характеристик управляемости и посадочных характеристик самолёта в отказных ситуациях за счёт формирования рациональной структуры силовой части системы управления;

– разработке алгоритмов управления сервоустройствами, обеспечивающих достаточный уровень управляемости самолёта в режиме аварийного сервоуправления за счёт автоматизации.

**Научные результаты исследований и их новизна.** К новым научным результатам работы следует отнести следующие:

– разработана математическая модель самолёта с аварийным электродистанционным контуром управления сервоустройствами, учитывающая одновременно особенности динамики сервоустройства с учётом нелинейных эффектов трения и демпфирования, и особенности реализации электродистанционного управления сервоустройством;

– разработана методика формирования структурного построения системы управления для обеспечения требуемых характеристик управляемости самолёта при отказах в силовой системе управления;

– разработана структура системы управления перспективного самолёта транспортной категории с двумя гидросистемами и аварийным электродистанционным управлением через сервоустройства на рулевых поверхностях, обоснованы требования к алгоритмической части предлагаемой системы управления.

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность результатов работы обеспечивается применением компьютерного математического моделирования как инструмента имитации поведения самолёта и как средства проведения эксперимента в отказных ситуациях, так как экспериментирование на реальном объекте сопряжено со значительной степенью риска и требует больших материальных затрат. Достоверность результатов математического моделирования и расчётных исследований подтверждается результатами стендовой отработки на пилотажном стенде ЦАГИ с участием лётного состава.

**Практическая значимость** 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».

**Рекомендации по использованию результатов.** Разработанная методика может быть использована на этапах эскизного и технического проектирования перспективных самолётов транспортной категории с комплексными системами управления (КСУ) для формирования и анализа вариантов структурного построения КСУ, а также подтверждения выполнения нормативных требований к управляемости в отказных ситуациях.

Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы для дальнейшего использования и внедрения в отраслевых проектно-конструкторских организациях, а именно, в АО МНПК «Авионика», ПАО «Московский институт электромеханики и автоматики» при разработке комплексных систем управления. Научные исследования по данной тематике могут быть продолжены в ФГБУ «НИИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского», Московском авиационном институте и других.

**Реализация результатов.** Результаты диссертации использованы в ряде научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполненных в ФАУ «ЦАГИ» по контрактам с Министерством промышленности и торговли, а также с ПАО «Яковлев». Результаты внедрены в ПАО «Ил», что позволило сократить сроки расчётных исследований по подтверждению соответствия характеристик управляемости самолёта нормативным требованиям при возможных отказах, а также используются в учебном процессе в Филиале «Стрела» МАИ в качестве составной части курса кафедры С-12.

**Апробация результатов работы и публикации по теме.** Основные результаты диссертации прошли апробацию путём обсуждения на 3 международных и 6 отраслевых конференциях. Результаты по теме диссертации опубликованы в 13 научных изданиях, из которых 4 –

опубликованы в рецензируемых научных изданиях Перечня ВАК РФ. По теме диссертации получен 1 патент на изобретение.

Автореферат и публикации автора полностью отражают содержание диссертационной работы.

**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.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертация Терехова Романа Игоревича на тему «Обеспечение требований к управляемости пассажирских самолётов при отказах в силовой части систем управления» является законченной научно-

квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны и изложены новые теоретические положения и научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития авиационной отрасли в части обеспечения требований к безопасности полётов при разработке систем управления перспективных пассажирских самолётов.

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).

Диссертация и отзыв на неё обсуждены на заседании научно-технического совета подразделения 2200 ФАУ «ГосНИИАС» 19 февраля 2026 года, протокол № 3.

Заместитель генерального директора –  
руководитель научного комплекса,  
доктор технических наук,  
профессор РАН

  
Сельвесюк  
Николай Иванович

Начальник сектора 2242  
Кандидат технических наук

  
Кульчак  
Алексей Михайлович

Сведения о ведущей организации:

Федеральное автономное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ФАУ «ГосНИИАС»)

Адрес: 125319, г. Москва, ул. Викторенко, д. 7, к. 2

Тел.: +7 (499) 157-70-47

Адрес электронной почты: info@gosniias.ru

Адрес официального сайта в сети «Интернет»: <https://www.gosniias.ru>

*с отзывом ознакомлен*  
*10.03.2026*

 / Терехов Р.И.