

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ И АВТОМАТИКИ»

ПАО «МИЭА» 125167, Россия, Москва, Авиационный переулок, 5
телефон: (499) 152-48-74, факс: (499) 152-26-31
e-mail: inbox@aomiea.ru



Проректору по научной работе
д. т. н., профессору
Ю. А. Равиковичу

Волоколамское ш., д. 4, Москва, 125993

04. 12. 2023 № 911 / 8273

На № _____

Уважаемый Юрий Александрович!

Направляю Вам отзыв ведущей организации на диссертационную работу Савельева Артема Сергеевича на тему «Разработка методики снижения вероятности преждевременного перехода на резервный режим комплексной системы управления гражданского самолета по причине отказов сопрягаемого оборудования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Приложение:

1. Отзыв ведущей организации на диссертацию Савельева А. С. в 2 экз. на 6 л.

С уважением,
Генеральный директор
д. т. н., профессор

А. Г. Кузнецов

Отдел документационного
обеспечения МАИ

« 5 » 12 2023.



«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

ПАО «МИЭА»,

д.т.н., профессор

А.Г. Кузнецов

2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Савельева Артема Сергеевича «Разработка методики снижения

вероятности преждевременного перехода на резервный режим

комплексной системы управления гражданского самолета по причине

отказов сопрягаемого оборудования», представленной на соискание

ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1

Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

(технические науки)

Актуальность темы диссертационной работы

Важнейшей целью проектирования и эксплуатации гражданских воздушных судов является их безопасность. В связи с этим современные пассажирские самолеты включают в себя множество защитных механизмов, архитектурную избыточность и иные методы предотвращения развития аварийный и катастрофических событий. Однако вместе с увеличением роли автоматики в процессе управления самолетом, падает способность действующих пилотов к управлению в непривычных условиях и режимах. Системы управления самолетов, функционирующие в основном и резервном режимах, также подвержены этой тенденции.

Архитектурная избыточность источников данных для алгоритмов основного режима системы управления современного гражданского самолета позволяет достигнуть крайне малых показателей вероятности отказов – порядка 10^{-7} – 10^{-8} на один час полета для отдельно взятого борта. Несмотря

«5» 12 2023

на это, Нормы летной годности диктуют, что такой уровень является недостаточным для демонстрации соответствия полной безопасности полета в связи с длительным сроком эксплуатации и потенциальными большими парками воздушных судов. Целевым показателем является достижение значений вероятности ниже 10^{-9} на один час полета.

Таким образом, разработка методики, снижающей вероятность преждевременного перехода на резервный режим является важной и актуальной задачей.

Краткая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, списка сокращений и условных обозначений, которые в общей сложности занимают 136 страниц.

Во введении автором отражены актуальность, научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы цель и задачи диссертации, определены объект, предмет, и методы исследования. Также указаны сведения о внедрении и апробации полученных результатов, кратко изложены структура и содержание работы по главам.

В первой главе автором проведен анализ существующих и перспективных методов контроля отказов резервированных сигналов от датчиков пространственного положения, а именно: метод среднего арифметического значения, метод вычисления медианы, метод контроля по предыстории.

В результате сформированы следующие основные выводы.

1. Существующие методы рассматриваемого контроля являются в большинстве своем эвристическими, простыми для реализации в бортовых вычислителях, однако вероятности преждевременного перехода на резервные режимы управления при их использовании не достигают целевого показателя.

2. Определено, что рассмотренные перспективные методы, на данный момент невозможно реализовать, в связи с особенностями и строгостью процесса сертификации.

Во второй главе автором предложена методика контроля, учитывающая выявленные недостатки. Для этого были сформулированы требования, которые методика должна обеспечить. За основу методики взята комбинация метода Лорцзака, описанная в первой главе в части исследования метода контроля по предыстории, как показавшая лучшие результаты по отношению к поставленной задаче, а также неравенство Чебышева. За счет этой комбинации отказы определяются на основе статистических данных, а изменение параметра веса каждого отдельного канала позволяет нивелировать потенциальные кратковременные выбросы.

В результате сформированы следующие основные выводы.

1. Разработана новая методика, обеспечивающая заданные требования, на основе комбинации неравенства Чебышева и метода Лорцзака.
2. Разработано алгоритмическое обеспечение, реализующее данную методику.

В третьей главе автором разработан стенд полунатурного моделирования, на котором была проведена отработка предложенной методики в 288 испытаниях при различных параметрах массы, центровки, закрылков и стабилизатора с использованием математических моделей самолета МС-21. Результаты сравнивались по классификации особых ситуаций с использованием качественных критериев летной оценки: без ситуации, усложнений условий пилотирования, катастрофическая ситуация.

В результате сформированы следующие основные выводы.

1. Разработан стенд для летной оценки последствий отказов с использованием физических имитаторов органов управления.
2. Предложенная методика контроля демонстрирует оценку при всех рассмотренных отказах не хуже усложнений условий пилотирования. Иные методы контроля приводили в том числе к катастрофической ситуации.

В четвертой главе автором предложены методы, повышающие точность и автоматизирующие процесс оценки безопасности. В частности, предложены шаги по валидации степени опасности с использованием стендов полунатурного моделирования на ранних этапах проектирования, учет влияния радиации на надежность сложных электронных компонентов. Используя данную методику, диссертант находит расчетную вероятность преждевременного перехода на резервный режим системы управления, которая достигает уровня практически невероятного события.

В результате сформированы следующие основные выводы.

1. Описаны основные принципы методики оценки безопасности с использованием моделей отказов, их распространения.

2. Разработана Stateflow модель переходов между состояниями системы управления при отказах и использовании методики их контроля.

В заключении автор приводит основные выводы и результаты диссертационной работы.

Текст автореферата полностью отражает содержание диссертационной работы.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем.

1. Разработана методика контроля сигналов взаимодействующих с системой управления датчиков с использованием неравенства Чебышева и метода Лорцзака. Данная методика обеспечивает работоспособность основного режима системы управления до последнего отказа, а преждевременный переход на резервный режим становится практически невероятным, т.е. имеющим вероятность ниже 10^{-9} за час полета.

2. Разработано алгоритмическое обеспечение, реализующее данную методику. Алгоритмы разработаны с использованием среды MATLAB и апробированы на разработанном стенде полунатурного моделирования.

3. Разработана методика выполнения оценки безопасности на основе модельного подхода и языка SysML, диаграмм Stateflow и автоматического

построения дерева отказов, являющихся фактически основным методом вычисления расчетной вероятности отказных состояний.

Достоверность результатов подтверждается корректным применением математического аппарата и их экспериментальной проверкой.

Практическая значимость заключается в снижении вероятности преждевременного перехода на резервный режим системы управления с использованием методики на основе неравенства Чебышева и метода Лорцзака.

Результаты, полученные автором лично, в достаточной степени апробированы на международных и всероссийских научно-технических конференциях и опубликованы в виде 27 работ, в т. ч. 4 статьи в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ. Исследование было поддержано Российским фондом фундаментальных исследований.

Замечания к диссертационной работе

1. В заключении заявлено, что помимо прочего разработанная методика повышает показатели контролепригодности воздушного судна за счет явного определения отказавшего канала с помощью неравенства Чебышева. Однако по тексту работы об этом явно не говорится.

2. При проведении полунатурного моделирования оценивались только качественные показатели критерия степени опасности, хотя в главе 4 представлены конкретные количественные критерии, которые могут дать более объективную оценку особой ситуации.

3. По тексту диссертации предложенная методика называется в одних случаях комбинированной, а в других – методикой кворум-контроля.

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании научно-технического совета ПАО «МИЭА» (протокол № 10 от 23.11.2023г).

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Савельева А. С. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно – обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития отечественной авиационной техники.

Диссертационная работа оформлена качественно, полностью в соответствии с требованиями, предъявляемыми ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Заместитель генерального директора,
к.т.н., доцент



П.Е. Данилин

Заместитель Главного конструктора,
к.т.н., Заслуженный конструктор РФ



В.В. Грошев

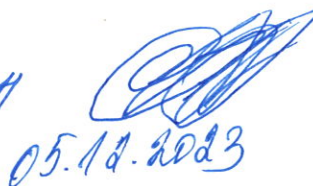
Данилин Павел Евгеньевич, научная специальность 05.07.09 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов
Email: p.danilin@aomiea.ru

Грошев Виктор Владимирович, научная специальность 05.07.09 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов
Email: v.groshev@aomiea.ru

Публичное акционерное общество «Московский институт электромеханики и автоматики»

Адрес: 125167, Россия, г. Москва, пер. Авиационный, д. 5
Телефон: +7 495 223-27-08

С отзывом
ознакомлен



05.10.2023