



04.12.2023 № 2118-30938/40  
На № \_\_\_\_\_

Ученому секретарю диссертационного  
совета 24.2.327.03

д.т.н., доценту ФГБОУ ВО «Московский  
авиационный институт»

**Старкову А.В.**

125993, Москва,

Волоколамское шоссе, д. 4

**Уважаемый Александр Владимирович!**

В ответ на исх. №010-25-24.2.327.03 от 14.11.2023 г. направляю «Отзыв официального оппонента 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», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)».

Приложение – «Отзыв официального оппонента 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», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)» - 2 экз.

С уважением,  
Заместитель директора НТЦР –  
Главный конструктор

А.В. Юков

Сведения, указанные в данном письме, являются конфиденциальными и не могут быть разглашены третьим лицам или использованы каким-либо иным способом без согласия АО «УКБП».

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«5» 12 2023

## ОТЗЫВ

официального оппонента 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», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)

### Актуальность темы диссертации

Избыточность данных для обеспечения работы современных систем управления в интересах безопасности постоянно увеличивается как в архитектурной части, так и в части скорости их передачи. Эти данные могут быть скомпрометированы в случае отказов измерительной аппаратуры, информационных шин данных или ошибок реализации программного обеспечения. Развитие отказа из-за ошибок средств контроля принимаемых параметров, или потери дополнительных защитных функций, может привести к катастрофической ситуации, связанной с гибелью людей или самолета. Стандартное решение при обнаружении таких отказов – переход на резервный режим управления. В резервном режиме защитные функции не предусмотрены, так же меняется органолептический принцип управления самолетом, что в условиях повышенного стресса из-за нештатной ситуации, может не исправить или даже усугубить ситуацию. Учитывая критическую зависимость защитных функций системы управления самолета от внешних источников, считаю: работа Савельева Артема Сергеевича, посвященная разработке методики снижения вероятности преждевременного перехода на резервный режим комплексной системы управления, проведена на актуальную тему.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«5» 12 2023»



## Содержание диссертации

Диссертация Савельева А. С. состоит из введения, четырех основных разделов, заключения, списка литературы, списка сокращений и условных обозначений, которые занимают 136 страниц, в т. ч. 54 рисунков, 15 таблиц.

Во введении указана актуальность выполненного исследования, его цель и задачи, представлены применявшиеся методы, объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практическая значимость работы, основные результаты, выносимые на защиту, приведены сведения о внедрении и апробации полученных результатов, а также кратко изложено содержание диссертации по главам.

В Главе 1, посвященной основным подходам к методам контроля бортового оборудования, использующимся или исследуемым в научной литературе, автор описывает следующие основные методы: метод среднего арифметического значения, метод выбора медианного значения, метод контроля по предыстории. Для каждого из представленных методов проведено моделирование их работы при различных условиях отказов: мгновенные отказы, постепенные отказы, различные их комбинации. Ключевым выводом главы является: недостижимость целевых показателей безотказности, рассмотренных методов контроля, в связи с чем предлагается разработка новой методики контроля.

В Главе 2, посвященной разработке новой методике контроля, автор формулирует требования к данной методике, учитывающие выявленные в первой главе недостатки. Для соответствия этим требованиям было принято разработать новую методику на основе комбинации метода Лорцзака, показавшего лучшие результаты в первой главе, со статистическим критерием определения отказа. По результатам анализа наибольшей применимости к поставленной задаче выбран критерий неравенства Чебышева. Для данной методики было разработано алгоритмическое

обеспечение и представлены результаты моделирования на тех же исходных данных, что и в первой главе. По данной главе сделан вывод о достижении цели снижения вероятности преждевременного перехода на резервный режим.

В главе 3, посвященной программно-аппаратному комплексу моделирования отказных состояний, автор описывает разработанный стенд полунатурного моделирования с аппаратной и интерфейсной точки зрения. На стенде проведена серия испытаний, заключающихся в имитации отказов в канале измерения угла крена при методе выбора медианного значения, метода контроля по предыстории и новой предложенной методики. Также в программно-аппаратном комплексе разработано алгоритмическое обеспечение, поддерживающее автоматизированное выполнение анализа дерева отказов. Основным выводом по главе является: подтверждение стендовыми испытаниями оценки особой ситуации не хуже «Усложнение условий полета» при работе предложенной новой методике контроля в случае рассмотренных комбинаций видов отказов в одном и двух каналах.

В Главе 4, посвященной модельно-ориентированному подходу к оценке безопасности, автор исследует систематические и методические вопросы перехода от общепринятого процесса оценки безопасности воздушных судов, к так называемой модельной. Предложены пути перехода к новому процессу для оценки функциональных опасностей, анализа видов и последствий отказов, анализа дерева отказов, а также, согласно данным предложениям, сгенерировано дерево отказов для исследуемой ситуации по преждевременному переходу на резервный режим системы управления. По данной главе сделан следующий вывод: несмотря на существующие проблемы использования модельного метода оценки безопасности, это возможно, что продемонстрировано на целевом вопросе диссертации.



## **Научная новизна**

1. Разработана новая методика контроля внешних для системы управления сигналами на основе комбинации неравенства Чебышева и метода Лорцака.
2. Разработано алгоритмическое обеспечение, реализующее новую методику в среде MATLAB.
3. Разработан стенд полунатурного моделирования отказных состояний для разных методов контроля, включая вновь разработанную методику и проведена серия испытаний при различных начальных условиях.
4. Предложен подход к модельной оценке безопасности и продемонстрирован на примере вновь разработанной методики контроля.

## **Практическая значимость**

Эксплуатация воздушных судов при реализации данной методики контроля, может стать существенно безопаснее за счет более длительного нахождения самолета в защищенном основном режиме системы управления. Дополнительно могут сократиться расходы на техническое обслуживание самолетов за счет повышения глубины контроля.

Реализованный стенд полунатурного моделирования может использоваться при разработке различных воздушных судов в случае замены соответствующих математических моделей. Нарботанные математические модели имитации отказов также могут быть использованы повторно.

Разработанные методики модельной оценки безопасности могут быть использованы для повышения качества оценки безопасности воздушных судов, а также сократить риск человеческой ошибки при ее выполнении.

Практическая значимость работы также подтверждается поддержкой исследования со стороны Российского фонда фундаментальных исследований, выдавшего Грант № 20-31-90028 для исследований по теме «Применение модельно-ориентированного подхода к оценке безопасности

гражданских воздушных судов на примере комплекса бортового оборудования»

### **Внедрение результатов и апробация работы**

Результаты диссертации внедрены в работу филиала ПАО «Яковлев» – Центр комплексирования по проекту МС-21 и в учебный процесс на кафедре 703 «Системное проектирование авиакомплексов» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Также основные положения работы были представлены на 22 научно-технических конференциях (в т. ч. зарубежных) и опубликованы в виде:

- четырех статей в журналах из Перечня ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ,
- одной статье в журналах, индексируемом в базе данных Scopus,
- четырех тезисов докладов в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus,
- двух статьях в журналах из Перечня индексируемых в Российском индексе научного цитирования.

### **Замечания**

1. По тексту работы встречаются опечатки и несогласованность окончаний.

2. Не достаточно полно рассмотрены вопросы верификации предложенного метода в сертифицирующих организациях.

3. Рассмотрено положительное влияние разработанной методики на безопасность полетов, но не изучен вопрос потенциального ухудшения параметра среднего времени на досрочный съем исправного оборудования в следствие работы методики.

4. В главе 2 делается вывод о достижении поставленной цели, однако изучение динамических свойств и летной оценки представлено только в главе 3, а подтверждающий расчет – в главе 4.

## Заключение

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа Савельева Артема Сергеевича выполнена на высоком уровне, является законченной научно-квалификационной работой и посвящена актуальной теме. Текст автореферата диссертации полностью отражает содержание диссертационной работы.

Считаю, что диссертация соответствует всем требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Савельев Артем Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Официальный оппонент,  
Заместитель директора НТЦР – главный  
конструктор АО «Ульяновское  
конструкторское бюро приборостроения»  
к.т.н.



Юков А. В.

Кандидат технических наук

Юков Андрей Валерьевич

Акционерное общество «Ульяновское конструкторское бюро  
приборостроения» (УКБП), заместитель директора НТЦР – главный  
конструктор

Почтовый адрес: 432001, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Крымова,  
д. 10А

Раб. тел.: 8 (8422) 58-05-55

подпись Серно-

*Серно-Серно* (Серно-Серно О.А. Инженер-конструктор)  
Инженер-конструктор

*Сотаван*  
*Озтманов*

*05.12.2023*

