

ОТЗЫВ

официального оппонента начальника отдела АО «ЦНИИмаш» кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Комарова Ивана Демьяновича на диссертационную работу «Разработка методики и моделей для выбора оптимальных параметров структур пассивно резервированных подсистем летательных аппаратов с учетом допусков», выполненную Ву Чонг Туаном и представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

1. Актуальность избранной темы диссертационной работы

Основным свойством надёжности летательного аппарата (ЛА) является безотказность, от которой зависит эффективность его применения по целевому назначению в процессе эксплуатации. В связи с этим к безотказности ЛА предъявляются высокие требования, которые должны обеспечиваться при создании.

Одним из наиболее эффективных способов обеспечения безотказности ЛА считается способ пассивного структурного резервирования с учётом допусков на отклонение выходных параметров. Такой вывод следует из теории надёжности авиационной и ракетно-космической техники. Он, безусловно, верен, но без учёта практической реализуемости этого способа резервирования. Автор установил, что при проведении практических работ по использованию способа пассивного резервирования подсистем управляемых ЛА с учетом допусков для обеспечения их безотказности возникает необходимость решения задачи оптимизации выбора оптимальных параметров структуры (синтеза структуры). Однако в научной литературе отсутствует соответствующий методический аппарат для решения этой задачи оптимизации.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

09 12 2020

РР

Таким образом, при создании ЛА, в современных условиях, существует **противоречие между возможностями** пассивного структурного резервирования с учётом допусков, использование которого позволяет обеспечить заданные требования к безотказности ЛА, **и практической не реализуемостью** выбора оптимальных параметров структур пассивно резервированных подсистем ЛА, обусловленной отсутствием в литературе методического аппарата для решения такого типа задачи оптимизации.

Именно необходимость преодоления указанного выше **противоречия** определили важность и **актуальность решаемой в диссертации научной задачи** разработки методики и моделей для выбора оптимальных параметров структур пассивного резервирования подсистем летательных аппаратов с учетом допусков.

Разработка подобных методик и моделей является сложной и до настоящего времени не решённой научной задачей. Вместе с тем отдельные аспекты рассматривались в работах таких видных отечественных и иностранных учёных, как Соловьев А.Д., Лупанов О.Б., Редькин Н.П., Яблонский С.В., Половко А.М., Гуров С.И., Козлов Б.А., Ушаков И.А., Волков Е.Б., Волков Л.И., Лукьященко В.И., Милёхин Ю.М., Берсон А.Ю., Кавицкая В.К., Еренбург Э.И., Ицкович А.А., Файнбург И.А., Барлоу Р., Прошан Ф., фон Нейман Дж., Мур Е., Шеннон К., Москович Ф., Маклан Дж. и др. Кроме того, среди современных публикаций, посвященных изучению вопросов, касающихся проблем различных видов резервирования, следует отметить работы следующих авторов: Бойко А.И., Бондаренко А., Савченко В., Егорова И.В., Кривопалова Д.М., Юркевича Е.В., Зайко Ю.Г., Искандарова Л.Н., Трахтомирова А.В., Гришина В.М., Пьо Маунг Ко.

Обзор и анализ опубликованных работ, выполненных вышеперечисленными авторами, показал отсутствие в них методик и моделей, направленных на решение задач оптимизации при пассивном резервировании с учетом допусков.

2. Новизна научных результатов, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основными **научными результатами**, полученными автором лично, **отличающихся новизной**, являются следующие результаты:

первый научный результат – математическая модель обеспечения безотказности пассивно резервированных подсистем летательных аппаратов с учетом допусков. Модель основана на методах кратного и некратного пассивного резервирования с учетом допусков. Модель, **в отличие** от существующих, позволяет согласовывать реализуемые и назначаемые допуска с индивидуальной кратностью резервирования подсистем ЛА, что обеспечивает достижение заданных требований к их безотказности.

второй научный результат - математическая модель для выбора оптимальных параметров структур пассивного резервирования подсистем летательных аппаратов с учетом допусков. Модель основана на аналитическом выражении комплексного относительного критерия оптимальности пассивного резервирования подсистем ЛА с учетом допусков. Модель, **в отличие** от существующих, позволяет выбирать оптимальные параметры структур пассивного резервирования подсистем ЛА с учетом допусков и, тем самым, обеспечивать создание высоконадежных подсистем ЛА из сравнительно малонадежных, как правило, дешевых элементов.

третий научный результат – методика оптимального синтеза структур пассивного резервирования подсистем летательных аппаратов с учетом допусков. Методика является научным обобщением результатов предшествующего моделирования и реализована в виде двухэтапного алгоритма оптимального синтеза структур пассивного резервирования подсистем ЛА с учетом допусков по двум комплексным критериям, полученным путем сведения частных показателей - безотказности подсистемы и безотказности элементов подсистемы в виде их отношения и в виде линейной свертки. На первом этапе алгоритма решается задача без учета требований по безотказности, предъявляемых к подсистеме, а на

втором этапе решается задача с учетом требований по безотказности, предъявляемых к подсистеме. Методика, **в отличие** от существующих, позволяет обеспечить требуемую безотказность резервированной подсистемы ЛА на основе оптимальных значений допусков.

Таким образом, все полученные новые научные результаты, выводы и рекомендации работы являются обоснованными. Выводы и положения, разработанные в рамках диссертационной работы, основаны на научных результатах исследований и являются их следствием.

3. Достоверность научных результатов

Достоверность новых научных результатов и положений обеспечивается всесторонним анализом работ, примыкающих к исследуемой области, выполненными другими авторами, правильностью и обоснованностью постановки научной задачи и принятых допущений, корректностью использования методов теории надёжности авиационной и ракетно-космической техники, правильностью применения математического аппарата оптимального резервирования при нескольких ограничивающих факторах. При разработке методики и математических моделей, полным учетом основных факторов, влияющих на безотказность подсистем летательных аппаратов, а также на объективность полученных научных результатов, и подтверждается непротиворечивостью результатов исследований и материалов публикаций в близких областях исследований, сходимостью результатов моделирования.

Автор свободно владеет методами системного анализа, теории вероятностей и современными методами математического моделирования, что подтверждается результатами, представленными в диссертационной работе при разработке алгоритма оптимального синтеза структур пассивного резервирования подсистем ЛА с учетом допусков по двум комплексным критериям.

Новизна и достоверность результатов работы подтверждается также публикацией и апробацией основных положений диссертации на всероссийском и международном уровнях.

4. Значимость результатов диссертации для науки и практики и возможные конкретные пути их использования

Теоретическая значимость работы заключается в дальнейшем развитии теории надёжности авиационной и ракетно-космической техники на основе выявленных новых закономерностей повышения безотказности подсистем летательных аппаратов за счёт оптимизации параметров структур пассивного резервирования с учетом допусков и возможностью использования разработанных моделей, методики при проектировании реальных связанных пар подсистем, допускающих структурную и параметрическую избыточность, что, в конечном счете, служит установлению единого методического подхода к решению подобных задач как в аэрокосмической отрасли, так и в различных отраслях хозяйственного назначения.

Практическая значимость работы заключается:

- в установлении новой функциональной зависимости показателя безотказности подсистем летательных аппаратов от индивидуальной кратности резервирования, величины реализуемого допуска и безотказности элементов, что позволяет ставить и решать задачи синтеза структуры пассивного резервирования с учетом допусков;

- в возможности повышения безотказности пассивно резервированных подсистем за счет увеличения кратности некрatного резервирования без существенного увеличения масс-габаритных характеристик;

- в возможности использования разработанных моделей, методик и программ в учебном процессе в дисциплине “Надежность АКС”.

5. Оценка содержания диссертации

Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая написана грамотным техническим

языком, хорошо оформлена и снабжена достаточным количеством иллюстраций. Содержание и научные результаты диссертационной работы соответствуют пп.7, 9, 11 паспорта специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» и требованиям стандарта ГОСТ Р7.0.11-2011.

Структура работы логична и отвечает результатам исследований. Диссертационная работа содержит введение, три главы, заключение, список литературы, приложения. Автору удалось лаконично изложить основные положения диссертационных исследований и логично распределить материал по главам.

Вместе с тем по диссертационной работе имеются частные замечания.

1. В первой главе установлено, что при допусках более равновесных значений зависимость критических вероятностей с ростом кратностей резервирования возрастает, уменьшая диапазон, где выгоден данный способ резервирования, а при допусках, менее равновесных значений убывает, увеличивая этот диапазон. Однако причина столь резкого и весьма полезного изменения характера указанной зависимости не выяснена;

2. Во второй главе приведены структурные схемы надежности (СН) при кратном и некратном резервировании, однако не указаны принципиальные различия в способах их формирования и методах расчета безотказности, необходимые для более ясного понимания изложенного материала;

3. Не проведено сравнение эффективности пассивного резервирования подсистем ЛА с учетом допусков с другими методами, например, с пассивным резервированием без учета допусков. Это позволило бы более наглядно увидеть преимущества развиваемого в работе метода;

Указанные недостатки не снижают уровня научной новизны, теоретической и практической значимости, степени реализации научных результатов, общей положительной оценки выполненной диссертационной работы и являются направлениями дальнейших научных исследований.

6. Публикация, апробация и реализация основных результатов диссертации

Научные результаты, положения, выводы и рекомендации, полученные автором в рамках диссертационной работы, нашли отражение в достаточном количестве **опубликованных** научных трудов: всего 9 опубликованных научных работ; 4 научных статьи, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, включенных в «Перечень...» ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Апробация работы: результаты диссертационной работы докладывались на 23-й международной конференции «Системный анализ и управление» (Крым, Евпатория, 2018), на 27-й международной научно-технической конференции «Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации» (Республика Крым, Алушта, 2018), на 17-й международной конференции «Авиация и космонавтика» (Москва, МАИ, 2018), на 24-й международной конференции «Системный анализ и управление» (Крым, Евпатория, 2019), на 18-й международной конференции «Авиация и космонавтика» (Москва, МАИ, 2019).

Основные результаты работы **реализованы** при разработке программ обучения по дисциплине «Надежность АКС».

7. Соответствие содержания автореферата диссертационной работы основным идеям и выводам диссертационной работы. Качество оформления автореферата диссертационной работы

Автореферат диссертационной работы правильно и полно передает основное содержание диссертационной работы, оформлен в соответствии с требованиями Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования России. Стил изложения способствует пониманию содержания работы. Содержание автореферата соответствует специальности, по которой диссертационная работа представлена к защите.

Содержание и структура автореферата соответствуют требованиям стандарта ГОСТ Р7.0.11-2011 и позволяют сформировать обоснованное представление о работе в целом.

8. Заключение о соответствии диссертационной работы требованиям Положения о присуждении учёных степеней

1. Диссертация Ву Чонг Туана представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи, заключающейся в разработке методики и моделей для выбора оптимальных параметров структур пассивно резервированных подсистем летательных аппаратов с учетом допусков, имеющей существенное значение для обеспечения надёжности авиационной и ракетно-космической техники.

2. По актуальности выбранной темы, обоснованности выводов, научной новизне, теоретической и практической значимости полученных результатов, диссертация отвечает критериям пп. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842) (ред. от 01.10.2018), а её автор, Ву Чонг Туан, достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Официальный оппонент, к.т.н., с.н.с.,
начальник отдела 04401 АО
«ЦНИИмаш», Московская область,
г. Королев, ул. Пионерская, д.4
тел. +7(495) 513-59-72

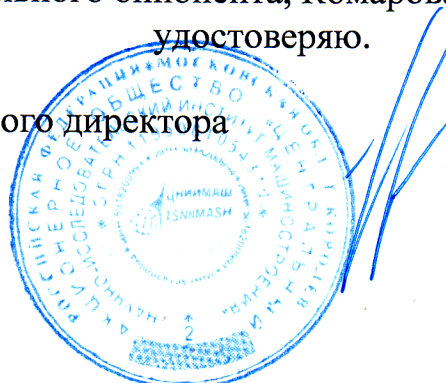
Комаров

Комаров
Иван
Демьянович

«03» декабря 2020 г.

Подпись официального оппонента, Комарова Ивана Демьяновича,
удостоверяю.

Заместитель генерального директора
АО «ЦНИИмаш»



Скоробогатов О.П.