



количественно оценить риск (вероятность) невыполнения ТТЗ в части летно-технических характеристик (ЛТХ).

В связи с этим выделение количественно обоснованных запасов на отклонение параметров при формировании облика ЛА является актуальной научно-технической задачей, особенно для изделий, сочетающих применение передовых научных достижений и опыта из различных отраслей науки и техники. Диссертация Лаушина Д.А. посвящена решению этой задачи, что определяет ее актуальность на текущий момент.

### **Цель диссертационной работы**

Создание методики, позволяющей в условиях неопределенности знаний количественных отклонений характеристик АК от расчетных значений формировать облик самолета, обеспечивающий выполнение ТТЗ в части ЛТХ с установленной (гарантированной) вероятностью.

### **Научная новизна**

Заключается в разработке на основе математического аппарата теории вероятностей методики, позволяющей на начальных этапах проектирования формировать облик АК, обеспечивающий выполнение с гарантированной вероятностью требований ТТЗ в части ЛТХ.

### **Практическая значимость**

Разработан алгоритм, позволяющий оценивать вероятность выполнения АК требований ТТЗ в части ЛТХ и определять направления доработки АК для снижения рисков невыполнения ТТЗ.

Получены формульные зависимости для расчёта коэффициентов, определяющих влияние отклонений параметров АК от расчетных значений на изменение его ЛТХ, что позволяет определять параметры закона распределения ЛТХ и выделять количественно обоснованные запасы.

Результаты работы могут быть использованы как при проектировании, так и при проведении научно-исследовательских и поисковых работ в области формирования АК гражданского и военного назначения. Получен акт внедрения от АО «Компания «Сухой».

## Оценка структуры и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, словаря терминов, списка литературы, приложения. Объем текста составляет 142 страницы, в том числе 81 рисунок и 55 таблиц. Список цитирований литературы содержит 74 наименования.

Во введении, содержащем все формально необходимые положения, дано описание предмета исследования, обоснована его новизна и актуальность, определены методологические основы проводимого исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, даются сведения об апробации и публикациях.

Первая глава диссертации содержит обстоятельный обзор научной литературы, в которой описан достигнутый уровень проводимых исследований в предметной области диссертации, рассмотрен объект исследования с точки зрения системного подхода. Рассмотрены составляющие реализуемости проекта, разработана математическая постановка задачи исследования.

Во второй главе диссертантом проведен анализ основных факторов риска, влияющих на типовые для маневренного самолета ЛТХ. Приведено обоснование нормального закона распределения летно-технических характеристик, являющихся случайными величинами. На основании этого получены формульные зависимости для определения параметров закона распределения ЛТХ, разработан алгоритм, позволяющий выделять обоснованные запасы с учетом вероятности достижения ЛТХ, заданных в ТТЗ. Диссертантом предложен новый подход к учету рисков при формировании облика самолета.

В третьей главе проводится исследование чувствительности ЛТХ к факторам риска. Получены формульные зависимости для весовых коэффициентов, которые позволяют определять параметры закона распределения ЛТХ, а также определяют вклад факторов риска в изменение ЛТХ при сравнении различных технических решений.

Четвертая глава диссертации посвящена верификации и апробации методики. Верификация проведена путем сравнения расчетов по полученным в диссертации формулам с расчетами программным способом. Апробация проведена на реальной задаче (проектирование многофункционального истребителя) и подтверждается актом внедрения от предприятия АО «Компания «Сухой».

В целом диссертация оформлена в соответствии с требованиями, достаточно структурирована и написана научно-техническим языком. Материал изложен последовательно и логично.

### **Оценка структуры и содержания автореферата**

Автореферат содержит 24 страницы, включая 9 рисунков, и отражает суть проведенного исследования. Содержание соответствует тексту диссертации.

### **Достоверность полученных результатов**

Подтверждается использованием для решения поставленных задач фундаментальных научно-технических основ формирования облика самолетов и верификацией полученных результатов путем сравнения с результатами применяемых в настоящее время расчетов изменения ЛТХ оперативно – тактической авиации при отклонении параметров ЛА от заданных значений.

### **Личный вклад автора в работе**

– Разработана методика, позволяющая на начальных этапах проектирования формировать облик АК с учётом неопределённости отклонения параметров от расчетных значений в процессе разработки (весовые, аэродинамические, а также характеристики силовой установки - факторы риска), обеспечивающие выполнение требований ТТЗ в части ЛТХ с гарантированной вероятностью. Установлено, что значения факторов риска являются случайными величинами, подчиняющимися нормальному закону распределения.

– Получены формульные зависимости для определения весовых коэффициентов (коэффициентов влияния), определяющих влияние неточности определения параметров АК на изменение его ЛТХ.

– Подтверждена верификация предложенных формульных зависимостей весовых коэффициентов (коэффициентов влияния) путем сравнения результатов расчетов изменения ЛТХ самолетов класса оперативно-тактической авиации при изменении отклонения параметров (факторов риска) с результатами, полученными при помощи стандартной программы расчета ЛТХ, разработанной и апробированной в «ОКБ Сухого» (погрешность результатов не превышает 10%).

### **Публикации и апробации работы**

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, из них 2 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, одна – в рецензируемых научных изданиях SCOPUS, 3 – в сборнике тезисов XLV и XLVI Международных молодёжных научных конференций «Гагаринские чтения», одна – в материалах VIII Международной научно-практической конференции «Академические Жуковские чтения» (ВУНЦ ВВС «ВВА»). Данный объем выступлений и публикаций показывает, что полученные в работе результаты в полной мере прошли апробацию.

### **Замечания к диссертационной работе**

1. Не достаточно подробно раскрыт механизм определения диапазонов отклонений параметров ЛА от расчетных значений;

2. Некоторые представленные в работе формулы, полученные посредством дифференцирования, могут накапливать погрешность при увеличении процентного изменения параметра.

Данные замечания не влияют на общую высокую положительную оценку работы.

## Рекомендации

Материалы диссертации являются достаточно универсальными и могут быть использованы при разработке самолетов, при проведении научно-исследовательских и поисковых работ в области формирования АК гражданского и военного назначения.

## Заключение

Диссертационная работа Лаушина Д.А. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной под руководством кандидата технических наук, доцента Клягина Виктора Анатольевича, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для развития направления 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, а также сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов.

Основные результаты диссертационной работы изложены в трех научных работах автора, две из которых опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень ВАК, одна - в рецензируемом научном издании SCOPUS и представлены в материалах международных конференций.

Автор диссертационной работы корректно ссылается на авторов и первоисточники заимствования материалов и отдельных результатов, использованных в диссертации.

Автореферат соответствует тексту работы, требования к форме и объему автореферата выполнены полностью. Представленная работа соответствует паспорту специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», полученные в ней результаты соответствуют поставленным целям исследования.

На основе вышеизложенного считаем, что диссертация «Методика формирования облика самолета с учетом вероятности достижения заданных летно-технических характеристик», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту научной специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», а сам Лаушин Дмитрий Андреевич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв на диссертационную работу Лаушина Д.А. рассмотрен и утвержден на заседании научно-технического Совета АО «РСК «МиГ», протокол № 5 от 14 октября 2021г.

Заместитель Главного конструктора  
ОКБ им. А.И.Микояна по системам  
управления, доктор технических наук,  
Заслуженный машиностроитель РФ

 Ю.Г.Оболенский

Акционерное общество  
«Российская самолетостроительная корпорация «МиГ»  
Ленинградское шоссе, д. 6, стр. 1, Москва, Россия, 125171  
Телефон: +7(495) 721-81-00, Факс: +7(495) 653-14-47  
E-mail: [inbox@rsk-mig.ru](mailto:inbox@rsk-mig.ru), [mig@migavia.ru](mailto:mig@migavia.ru)  
Сайт: <https://www.migavia.ru>