

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Аунг Кхайн Мьинт «Расчетно-экспериментальный метод оценки птицестойкости элементов авиационной техники для обеспечения эксплуатации летательных аппаратов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. - «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Актуальность.

Одним из ключевых факторов, определяющих надёжность авиационных изделий, является применение цифровых технологий в процессы расчетно-экспериментальных исследований и испытаний образцов авиационной техники. Современная авиационная наука о повреждениях авиационных конструкций при столкновении с птицей применяет цифровые модели, основа которых – теории взаимодействия птицы с элементами авиационной техники с учетом напряженно-деформированного состояния и ударных динамических процессов для математического моделирования исследуемых явлений птицестойкости, что позволяет в значительной степени совершенствовать процесс расчетно-экспериментального моделирования и проектирования, адаптируя указанный процесс к современным требованиям и ускоряя разработку новых изделий авиационной техники для обеспечения эксплуатации летательных аппаратов (ЛА). Применение методов расчетно-экспериментального моделирования и оценки птицестойкости является важным инструментом, который способствует синтезу эффективных и безопасных авиационных конструкций, обеспечивая безопасность полетов и эффективность летательных аппаратов в процессе эксплуатации. В связи с современными требованиями нормативных документов и сертификационных испытаний авиационной техники, а также созданием и развитием методов расчетно-экспериментальных исследований, актуальна задача разработки расчетно-экспериментального метода оценки птицестойкости элементов авиационной техники для обеспечения эксплуатации летательных аппаратов.

Научная новизна работы определяется следующими полученными результатами:

- в диссертационной работе разработан новый расчетно-экспериментальный метод исследований и оценки птицестойкости элементов авиационной техники, позволяющий уточнить условия обеспечения эксплуатации летательных аппаратов при столкновении с птицами.

- впервые предложены эмпирические кривые скорости птицы в зависимости от соотношения давления воздуха к массе птицы при выстреле, проведены анализ и обработка результатов калибровочных лабораторных экспериментов с использованием методов математической статистики и регрессионного анализа;

- проведен анализ и получены особенности изменения кинетической энергии птицы при соударении с разными элементами ЛА;

- предложены формула для определения скорости непробития предкрылка самолета при выборе параметров конструктивно-силовой схемы агрегата и зависимость для определения напряжений на поверхности лобового стекла с учетом наклона от угла удара птицы по лобовому стеклу самолета;

- получена оценка влияния ударного взаимодействия птицы с вращающимися лопатками на динамические процессы изменения частоты вращения и параметров электропривода колеса вентилятора при проведении экспериментальных исследований на птицестойкость.

- впервые предложены расчетно-экспериментальная кривая и формула для

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«05» 05 2026 г.

определения количества лопаток с повреждениями в зависимости от скорости птицы и параметров рабочего колеса вентилятора и получена оценка влияния понижения давления среды на изменение массы птицы в экспериментальных условиях;

разработаны расчетно-экспериментальная методика исследований напряженно-деформированного состояния лопатки вентилятора при имитации удара с птицей с учетом динамических процессов и расчетно-экспериментальная методика исследования динамических процессов в лопатке вентилятора при имитации удара с птицей.

Практическая ценность работы заключается в опубликованных соискателем ученой степени научных работ по новым расчетно-экспериментальным методикам оценки птицестойкости элементов авиационной техники с учетом напряженно-деформированного состояния и ударных динамических процессов при взаимодействии птицы с элементами летательных аппаратов; новым математическим моделям и предложенным аналитическим зависимостям, которые позволяют определять скорость непробития предкрылка самолета, напряжения на поверхности лобового стекла с учетом наклона от угла удара птицы по лобовому стеклу самолета, количество лопаток вентилятора с повреждениями в зависимости от скорости птицы и параметров рабочего колеса вентилятора, а также применению комплекса программ для решения актуальных задач в области расчетно-экспериментальных исследований птицестойкости элементов авиационной техники в гражданской авиации.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается использованием строго обоснованных моделей напряженно-деформированного состояния, применением аналитических и численных методов.

Методы исследования.

В работе предложены численно-аналитические методы исследования птицестойкости элементов авиационной техники с применением методов конечных элементов, математической статистики и регрессионного анализа, методы модельных и натуральных экспериментов.

Структура диссертации состоит из введения, 4 глав, заключения и списка использованных источников. Общий объем работы составляет 171 страницу, включая 86 рисунков и 3 таблицы. Список литературы содержит 138 источников.

Во введении сформулированы цели и задачи исследования, обоснована научная новизна и актуальность работы, раскрыта теоретическая и практическая значимость полученных результатов, обоснована их достоверность, изложены структура и объем диссертации, а также проводится список работ автора по теме исследования, и перечень научных конференций, на которых докладывались и обсуждались результаты данной работы.

Первая глава посвящена обзору и анализу исследований столкновений летательных аппаратов с птицами в условиях эксплуатации, анализу расчетных исследований, испытаний и экспериментальных исследований элементов авиационной техники на птицестойкость.

Во второй главе представлены методы расчетного анализа взаимодействия птицы с элементами авиационной техники с учетом уравнений состояния. Для расчетной модели материала птицы использован бессеточный метод сглаженных частиц, который наиболее используется при моделировании свойств (гидродинамики) птицы. Для расчета НДС и процесса разрушения упруго-пластичных материалов (алюминий, титан) обшивки предкрылка и лопаток вентилятора использованы уравнения Джонсона-Кука. В методике расчетного моделирования НДС и процесса удара птицы с лобовым стеклом самолета с учетом вероятностного характера разрушения хрупких материалов (слоев силикатного

стекла) применены уравнения Джонсона-Холмквиста. Для моделирования напряженно-деформированного состояния клеевых полимерных слоев при ударе птицы по пакету лобовому стекла применена модель материала Огдена.

Третья глава посвящена математическому моделированию и анализу численных и аналитических исследований птицестойкости элементов летательных аппаратов и лопаток рабочего колеса вентилятора.

В четвертой главе представлены результаты исследований с использованием разработанной расчетно-экспериментальной методики исследования напряженно-деформированного состояния лопатки вентилятора при имитации удара с птицей на специальной установке, разработанной расчетно-экспериментальной методики исследования динамических процессов в лопатке вентилятора при имитации удара с птицей и разработанных методик расчетно-экспериментальных исследований элементов летательных аппаратов на птицестойкость с учетом ударных динамических процессов.

В заключении диссертации подробно перечислены основные результаты, полученные в ходе проведенных исследований.

Публикации по теме диссертации.

По теме диссертации опубликовано 14 работ в научных журналах, в том числе 3 научные статьи в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК РФ и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Апробация результатов диссертационной работы проводилась на различных международных и научно-практических конференциях.

Достоверность и обоснованность полученных результатов и выводов подтверждается корректностью применения положений теории прочности, выбора расчетной модели птицы и расчетных методик моделирования соударения птицы с элементами конструкций авиационной техники с учетом ударных динамических процессов. Достоверность также подтверждается сравнением расчетных результатов с экспериментальными данными. Предложенные в работе расчетно-экспериментальные методики апробированы в экспериментах на моделях и натуральных летных образцах авиационной техники при исследованиях на птицестойкость.

Замечания по диссертации.

1. Упрощенная расчетная модель птицы: гидродинамическая модель (90% воды + 10% воздуха) не учитывает анатомическую неоднородность (кости, перья, внутренние органы).

2. Лабораторные условия: эксперименты проводились при контролируемых параметрах; влияние реальных атмосферных факторов (турбулентность, влажность) не исследовано.

3. Диапазон применимости формул: предложенные зависимости валидированы для масс птиц 1.8–3.6 кг и скоростей 100–180 м/с; экстраполяция за пределы указанного диапазона требует дополнительной проверки.

4. Погрешность 10–12%: приемлема для инженерных расчетов, но может быть недостаточной для предельных режимов эксплуатации ЛА.

5. Отсутствие анализа усталостной прочности: исследования фокусируются на единичном ударе и не рассматривается накопление повреждений при многократных воздействиях

Сделанные замечания не являются критическими и не снижают общую положительную оценку работы, а также теоретическую и практическую значимость полученных результатов.

Автореферат соответствует тексту диссертационной работы.

Заключение.

Представленная диссертация на тему «Расчетно-экспериментальный метод оценки птицестойкости элементов авиационной техники для обеспечения эксплуатации летательных аппаратов» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне и посвященной актуальной проблеме в области птицестойкости авиационной техники. Полученные в работе результаты являются новыми, представляют как научный, так и практический интерес. Основное содержание работы соответствует паспорту специальности 2.5.13. - «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов», в частности, в пунктах 1, 5, 11 и 14.

Считаю, что представленная диссертационная работа соответствует критериям и требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями и дополнениями), а ее автор Аунг Кхайн Мьинт, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. - «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Машиноведения
и инженерной графики»

Казанского национального исследовательского
технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ.

Митряйкин Виктор Иванович

« 4 » мая

2026 г.

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Адрес места работы: 420111, г. Казань, ул. Карла Маркса, д.10. Телефон+7 (843) 231 00 89,

E-mail: vmitryaykin@bk.ru

Научная специальность, по которой защищена диссертация: 05.07.03 «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов». Ученое звание профессора по кафедре «Машиноведения и инженерной графики».

Подпись профессора, доктора технических наук Митряйкина Виктора Ивановича удостоверяю

Подпись 
заверю. Начальник управления
делопроизводства и контроля



С отрывком ознакомлен 

05.05.2026