

АО «КОНЦЕРН ВКО «АЛМАЗ-АНТЕЙ»



ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ДОЛГОПРУДНЕНСКОЕ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ»  
(ПАО «ДНПП»)



пл. Собина, д. 1, г. Долгопрудный,  
Московская область, 141700

Тел.: (495) 408-34-22, 576-23-10

Тел./факс: (495) 408-44-22, 408-44-59

Е-mail: [mail@dnpp.biz](mailto:mail@dnpp.biz)

Web: [www.dnpp.biz](http://www.dnpp.biz)

Телетайп: 346503 «Алмаз»

18.12.2020, № 03/288/67/2166

[ ]

Ученому секретарю диссертационного  
совета Д 212.125.05  
В.Г. Федотенкову  
125993, г.Москва,  
А-80, ГСП-3,  
Волоколамское шоссе, д. 4,  
МАИ

Направляю в Ваш адрес отзыв на автореферат диссертации Нагорнова  
Андрея Юрьевича «Обеспечение аэроупругой устойчивости беспилотных  
летательных аппаратов из композиционных материалов», представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Приложение: «Отзыв...» на 3-х листах, 2 экз.

Заместитель генерального директора  
по науке – главный конструктор

В.Н. Акимов

Отп. 2 экз.

Исп. Шпиталь С.М.

Тел. (495)408-45-29

Факс (495)408-45-09

Отп. \_\_\_\_\_

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«21» 12 2020

В.Г. ВЕЛОВОХИ



ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
 « ДОЛГОПРУДНЕНСКОЕ  
 НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ »  
 (ПАО «ДНПП»)

пл. Собина, д. 1, г. Долгопрудный, Московская обл., 141700.  
 Тел.: (495) 408-34-22, 576-23-10; тел./факс: (495) 408-44-22, 408-44-59.  
 E-mail: [mail@dnpp.biz](mailto:mail@dnpp.biz), Web: [www.dnpp.biz](http://www.dnpp.biz), телетайп: 346503 «Алмаз»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
 по науке – главный конструктор,  
 доктор технических наук



В. Н. Акимов

» 12 2020 г.

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Нагорнова Андрея Юрьевича  
 «Обеспечение аэроупругой устойчивости беспилотных летательных аппаратов  
 из композиционных материалов», представленной на соискание ученой степени  
 кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика,  
 прочность машин, приборов и аппаратуры»

Дозвуковые двухбалочные беспилотные летательные аппараты (БЛА) самолетного типа из композиционных материалов, которые являются предметом исследования диссертационной работы Нагорнова А.Ю., получили широкое применение, как в гражданской, так и военной областях. В число важнейших вопросов разработки такого БЛА входит реализация требований безопасности от развития флаттера и обеспечение аэроупругой устойчивости такого БЛА с системой автоматического управления (САУ). Из-за ряда особенностей рассматриваемого БЛА с точки зрения возможности развития его аэроупругих характеристик, в частности: использование двухбалочной аэродинамической компоновки; двухбалочной схемы оперения; выполнение конструкции из композиционного материала и использование электромеханического привода рулей, данная тема является недостаточно

Отдел документационного  
 обеспечения МАИ

« 21 » 12 2020

проработанной. Решение задачи недопущения флаттера и обеспечения аэроупругой устойчивости в этих условиях требует доработки существующих методов исследования этого процесса и разработки математических моделей, учитывающих специфические особенности рассматриваемых задач, что определяет тему диссертационной работы как **актуальную** на момент проведения исследований.

**Цель работы** – повышение аэроупругой устойчивости дозвукового БЛА двухбалочной схемы из композиционных материалов путем исследования его аэроупругих колебаний и определения рекомендаций по выработке мероприятий, направленных на подавление опасных тонов упругих колебаний планера данного БЛА.

**Научная новизна** диссертационной работы в получении лично соискателем следующих результатов:

- разработки математических моделей аэроупругих колебаний дозвукового БЛА двухбалочной схемы из композиционных материалов на основе метода Ритца и метода конечных элементов, позволяющие получить критические скорости флаттера и передаточные функции упругого БЛА;
- разработки методов исследования безрулевых и рулевых форм флаттера БЛА рассматриваемого типа;
- определение рекомендаций по выбору фильтров, направленных на подавление опасных тонов упругих колебаний планера БЛА.

**Практическая значимость** работы заключается в создании соискателем математических моделей и программ ЭВМ, позволяющих проводить комплексные исследования развития (гашения) флаттера и определения оценки аэроупругой устойчивости БЛА с САУ применительно к дозвуковому БЛА двухбалочной схемы из композиционных материалов.

Достоверность результатов работы обеспечивается корректным применением известных положений и методов механики, аэродинамики, теории автоматического управления, строгостью применяемых в исследованиях математических моделей, их верификацией.

**Замечание** по диссертационной работе: при исследовании флаттера БЛА в расчетах учитывается только статическая жесткость приводов органов управления, что оправдано лишь для приводов гидравлического типа. Для

электромеханического привода рулей, которым присуща значительная инерционность, целесообразнее использовать динамическую жесткость привода.

Отмеченный недостаток не влияет на выводы диссертационной работы и не снижает научной и практической значимости работы.

В целом, диссертационное исследование является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная задача, имеющая существенное значение для повышения аэроупругой устойчивости дозвуковых БЛА.

Из совокупности изложенного, следует, что по актуальности, научной новизне и практической значимости диссертация соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Нагорнов Андрей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Отзыв обсужден и одобрен на секции НИОКР НТС ПАО «ДНПП»,  
Протокол № 7/2020 от 11.12.2020г.

Ученый секретарь секции НИОКР НТС ПАО «ДНПП»

кандидат технических наук



Писковацкий Андрей Анатольевич

Начальник отдела 288



Иванов Дмитрий Николаевич

Инженер-конструктор

1 категории



Шпиталь Светлана Марьяновна