

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.13, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28.03.2019 г. № 1

О присуждении Жукову Егору Павловичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Диагностика дефектов авиационных конструкций по результатам вибрационных испытаний» по специальности 05.07.03 — «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов» принята к защите 23 января 2019 г. (протокол заседания № 1) диссертационным советом Д 212.173.13, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ), Минобрнауки России, 630073, г. Новосибирск, пр-кт. К. Маркса, 20, Приказ 717/НК от 9 ноября 2012 г.

Соискатель Жуков Егор Павлович 1990 года рождения. В 2014 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет». В июне 2018 г. окончил очную аспирантуру НГТУ. В настоящее время является ассистентом кафедры прочности летательных аппаратов НГТУ (Минобрнауки России) и инженером 2-ой категории научно-исследовательского отделения динамической прочности летательных аппаратов федерального государственного унитарного предприятия «Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С. А. Чаплыгина» (ФГУП «СибНИА им. С. А. Чаплыгина», Минпромторг России).

Диссертация выполнена в ФГУП «СибНИА им. С. А. Чаплыгина» (Минпромторг России) и на кафедре прочности летательных аппаратов НГТУ, Минобрнауки России.

Научный руководитель — доктор технических наук, доцент Бернс Владимир Андреевич, гражданин РФ, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», профессор кафедры прочности летательных аппаратов; федеральное государственное унитарное предприятие «Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С. А. Чаплыгина», начальник отделения.

Официальные оппоненты:

Смыслов Всеволод Игоревич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского», НИО-19, главный научный сотрудник;

Бехер Сергей Алексеевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», профессор кафедры «Электротехника, диагностика и сертификация»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), г. Москва, **в своем положительном отзыве**, утверждённом первым проректором — проректором по научной работе д-ром техн. наук, профессором Зиминым В. Н. и подписанном зам. зав. каф. «Аэрокосмические системы (СМ-2)» д-ром техн. наук, доцентом Щегловым Г. А. и профессором каф. «СМ-2» д-ром техн. наук, доцентом Аринчевым С. В., указала, что диссертационная работа Жукова Е. П. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложено новое научно обоснованное техническое решение задачи выявления производственно-технологических дефектов планера самолёта и его систем на стадии производства. Содержание диссертационной работы Жукова Е. П. соответствует паспорту научной специальности 05.07.03 — «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов» и требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 24 опубликованные работы по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях — 6 работ. Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде монографии, патентов, трудов и материалов международных и всероссийских научных конференций. Общий объем опубликованных работ — 28,82 п.л., авторский вклад — 4,32 п.л. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Экспериментальный модальный анализ летательных аппаратов : учебник [Текст] / В.А. Бернс, А.В. Долгополов, Е.П. Жуков, В.Н. Лушин, Д.А. Маринин. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. — 160 с.

2. Идентификация дефектов летательных аппаратов по параметрам вибраций в процессе эксплуатации [Текст] / В.А. Бернс, Е.А. Лысенко, Д.А. Маринин, А.В. Долгополов, Е.П. Жуков // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. — 2015. — № 2 (27). — С. 24–42.

3. Опыт контроля дефектов летательных аппаратов по параметрам вибраций [Текст] / В.А. Бернс, Е.А. Лысенко, А.В. Долгополов, Е.П. Жуков // Известия Самарского научного центра РАН. — 2016. — Том 18, №4. — С. 86–96.

4. Диагностирование трещин в металлических панелях по нелинейным искажениям портретов колебаний [Текст] / В.А. Бернс, Е.П. Жуков, В.В. Маленкова, Е.А. Лысенко // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). — 2018. — Т. 20, № 2. — С. 6–17.

На диссертацию и автореферат поступило 14 отзывов, все они положительные:

1) отзыв ФГУП «ЦАГИ», подписанный зам. генерального директора — начальником комплекса прочности ЛА канд. техн. наук, доцентом Зиченковым М. Ч. (замечание: недостаточно внимания уделено оценке размеров дефектов; в автореферате нет информации о том, выполнялось ли сравнение результатов определения характеристик собственных тонов колебаний, полученных по предложенной методике и известными методами, применяемыми на практике);

2) отзыв филиала ПАО «Компания «Сухой» «ОКБ Сухого», утверждённый первым зам. генерального директора — директором филиала ПАО «Компания «Сухой» «ОКБ Сухого» Стрельцом М. Ю., подписанный начальником бригады аэ-

роупругости Парой А. В., начальником НИО прочности Шкодой А. В., зам. генерального конструктора по прочности Блиновым А. И. (без замечаний);

3) отзыв АО «ИСС» им. академика М. Ф. Решетнёва», утверждённый директором ОЦ КТМС, заслуженным создателем космической техники, лауреатом государственной премии СССР и премий Правительства РФ, действительным членом Российской инженерной академии, канд. физ.-мат. наук, профессором Халимановичем В. И., подписанный главным учёным секретарём НТС, действительным членом Российской и Международной инженерных академий, заслуженным инженером России, лауреатом премий Правительства РФ, д-ром техн. наук, профессором Головенкиным Е. Н. и зам. начальника отдела, профессиональным инженером России, канд. техн. наук Лысенко Е. А. (замечание об отсутствии рекомендаций по количеству акселерометров, необходимых для обнаружения трещин в панели);

4) отзыв зав. каф. «Электротехника, диагностика и сертификация» ФГБОУ ВО СГУПС д-ра техн. наук, профессора Степановой Л. Н. (замечание о несоответствии фазовых портретов, представленных на рисунке 2 описанию рисунка);

5) отзыв ведущего научного сотрудника лаборатории статической прочности ФГБУН ИГиЛ СО РАН д-ра техн. наук, доцента Легана М. А. (замечание о том, что не указано чем отличаются модальные испытания динамически подобных моделей самолётов, а также их опытных образцов от испытаний серийных самолётов; замечание об опечатке на рисунке 2);

6) отзыв зам. главного инженера — начальника Испытательного центра 0608 АО «Ракетно-космический центр «Прогресс» Лукина Е. Б. (без замечаний);

7) отзыв главного научного сотрудника ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева — КАИ» д-ра физ.-мат. наук, профессора Паймушина В. Н. (замечание: из автореферата неясно как определяются размеры дефектов);

8) отзыв профессора каф. 602 «Проектирование и прочность авиационно-ракетных и космических изделий» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» д-ра техн. наук, профессора Шклярчука Ф. Н. (без замечаний);

9) отзыв зав. каф. робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский институт «МЭИ» д-ра техн. наук,

доцента Меркурьев И. В. (замечание о недостаточно подробном обосновании отказа от использования априорного математического описания диссипативных свойств механических систем; замечание об отсутствии доверительных интервалов местоположения трещины по разработанной методике анализа нелинейных искажений портретов колебаний элементов конструкций);

10) отзыв зам. директора по научной работе ФГБУН ИФПМ СО РАН д-ра техн. наук Колубаева Е. А. и мл. научн. сотр. лаборатории контроля качества материалов и конструкций, канд. физ.-мат. наук Красновейкина В. А. (замечания о допущенной опечатке на стр. 1 и отсутствии: масштабных шкал на рисунках 9–17, осей координат на рисунках 1–4, размерностей физических величин и доверительных интервалов на рисунках 1–8);

11) отзыв профессора каф. «Автоматических систем энергетических установок» ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва» д-ра техн. наук, доцента Макарьянца Г. М. (замечания: в автореферате на рисунке 2 ошибочно дважды указан фазовый портрет системы с трением; упомянута, но не описана специальная подвеска самолёта на время испытаний; не представлена информация об использованном экспериментальном оборудовании);

12) отзыв зам. генерального директора ПАО «Туполев» по проектированию, НИР и ОКР Солозובה В. И., начальника бригады ПКЦ «Прочность» канд. техн. наук Абдуллина М. Р. и ведущего инженера-конструктора Кокурова А. М. (без замечаний).

13) отзыв АО «РСК «МиГ», утверждённый начальником Инженерного центра Терпуговым А. В., подписанный зам. главного конструктора по прочности Померанцевым Ю. И. (замечания: в автореферате отсутствуют сведения о размерах дефекта, при которых проявляются искажения портретов вынужденных колебаний; не отражена последовательность действий для идентификации дефектов в том случае, когда места их появления заранее неизвестны);

14) отзыв зав. каф. конструкций и проектирования ЛА ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева — КАИ» д-ра техн. наук, профессора Гайнутдинова В. Г. и доцента каф. конструкций и проектирования ЛА канд. техн. наук Левшонкова Н. В. (замечание: в авторефера-

те не отражены принципы совместного применения разработанных автором способов и методик оценки технического состояния авиационной техники с визуальными и капиллярными методами из практики эксплуатации летательных аппаратов).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью решаемых ими научных задач к тематике диссертационной работы Жукова Е. П., компетентностью специалистов в области экспериментального модального анализа и диагностики дефектов конструкций, наличием публикаций в указанных областях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый вариант экспериментальной методики модальных испытаний, позволивший повысить точность модального анализа с расширением границ применимости полученных результатов на задачи обнаружения дефектов конструкций летательных аппаратов;

предложен оригинальный идентификационный признак люфтов в подвижных соединениях проводок управления, зазоров в местах стыковки агрегатов, несоосной установки опор отклоняемых поверхностей и трещин в элементах конструкции;

доказана перспективность использования технических решений в практике модальных испытаний и конструкторско-технологической доводки летательных аппаратов.

введены: новые понятия и термины не введены.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработана методика выявления диссипативных свойств динамических систем по соотношениям между вынужденными монофазными и собственными колебаниями и **способ** решения задачи модальной идентификации конструкций по результатам испытаний;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы оборудование и методики экспериментального модального анализа, а также математические методы обработки и представления результатов испытаний;

изложены доказательства возможности обнаружения дефектов авиационных конструкций по искажениям портретов вынужденных колебаний;

раскрыта проблема выявления единого идентификационного признака люфтов в подвижных соединениях проводок управления, зазоров в местах стыковки агрегатов, несоосной установки опор отклоняемых поверхностей и трещин в металлических элементах конструкций;

изучено влияние погрешностей в экспериментальных данных на точность определения модальных характеристик, установлена связь соотношений между собственными и монофазными колебаниями со свойствами динамических систем, исследована возможность обнаружения трещин по искажениям портретов вынужденных колебаний;

проведена модернизация существующей методики модальных испытаний летательных аппаратов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработанная методика диагностики технического состояния позволяет обнаруживать дефекты планера самолёта на этапе производства, что значительно снижает объёмы доводки конструкции; результаты исследований **использованы** в конструкторско-технологической доводке самолётов и наземной экспериментальной отработке космических аппаратов открытого исполнения, о чём имеются акты, предоставленные ПАО «Корпорация «Иркут» и АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва»;

определены перспективы практического применения разработанных методик в испытаниях опытных и серийных летательных аппаратов;

создана система практических рекомендаций по использованию результатов вибрационных испытаний летательных аппаратов с целью выявления производственно-технологических и эксплуатационных дефектов;

представлены предложения по направлениям дальнейших исследований.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные исследования выполнены с использованием современного сертифицированного испытательного оборудования и апробированных методик, достоверность подтверждена в лабораторных исследованиях на моделях и элементах конструкции летательных аппаратов и результатами заводских испытаний натурных самолётов;

теория построена на проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея использования результатов вибрационных испытаний для оценки технического состояния объектов **базируется** на анализе практики и обобщении передового отечественного и зарубежного опыта;

использованы известные методики модальной идентификации динамических систем, а также литературные данные по оценке погрешностей экспериментального модального анализа и методам вибрационной диагностики дефектов.

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов, полученных в модальных испытаниях летательных аппаратов, с результатами, представленными в независимых литературных источниках по проблеме экспериментального модального анализа;

экспериментальные исследования выполнены с **использованием** специализированного комплекса сертифицированного оборудования для модальных испытаний *LMS SCADAS Lab* и программного обеспечения *Test.Lab*. Вторичная обработка и представление результатов выполнены в программах, реализованных на языках *Visual Basic for Application* и *MATLAB*.

Личный вклад соискателя состоит в: разработке экспериментальных стендов и установок; проведении научных экспериментов, разработке алгоритмов обработки и интерпретации их результатов; апробации результатов исследований в испытаниях опытных и серийных летательных аппаратов.

На заседании 28 марта 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Жукову Е. П. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета

Н.В. Пустовой

Ученый секретарь диссертационного совета

А.Г. Тюрин

«28» марта 2019 г.