

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.379.03, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26 декабря 2023 года №23

о присуждении Филипову Александру Геннадиевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Расчётно-экспериментальная методика определения вибрационных нагрузок для ускоренной отработки конструкции космического аппарата» по специальности 2.5.13. Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов принята к защите 20 октября 2023 года (протокол заседания №17) диссертационным советом 24.2.379.03, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства образования и науки Российской Федерации (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34) приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 20.12.2018г. №365/нк с изменениями, внесёнными приказами Минобрнауки России от 07.07.2021г. №670/нк, от 24.02.2021г. № 118/нк, от 03.06.2021г. №561/нк, от 03.10.2022г. №1097/нк, от 12.12.2023г. №2298/нк.

Соискатель – Филипов Александр Геннадиевич, 17 февраля 1983 года рождения. В 2009 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева», в 2022 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева». В настоящее время работает в должности ведущего инженера-конструктора в отделе норм прочности, нагрузок и механических воздействий на РН и КА акционерного общества «Ракетно-космический центр «Прогресс».

Диссертация выполнена на кафедре автоматических систем энергетических установок федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Иголкин Александр Алексеевич, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», профессор кафедры автоматических систем энергетических установок.

Официальные оппоненты: Бернс Владимир Андреевич, доктор технических наук, профессор, федеральное автономное учреждение «Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С.А. Чаплыгина», главный научный сотрудник научно-исследовательского отделения динамической прочности летательных аппаратов, начальник отделения восстановления образцов авиационной техники; Ермаков Владимир Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (научно-исследовательский университет)», доцент кафедры 601 «Космические системы и ракетостроение», – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва», г. Железногорск Красноярского края, в своём положительном заключении, подписанном начальником отдела анализа конструкции КА по прочности и динамике А.Н. Акимовым; главным специалистом службы научно-технического совета, кандидатом физико-математических наук А.А. Хвалько и утверждённом заместителем генерального директора по науке, доктором физико-математических наук, доцентом К.Г. Охоткиным, указала, что диссертация является завершённой научно-исследовательской работой, отвечает требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует специальности 2.5.13. Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов, а её автор, Филипов Александр Геннадиевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. В совместных с соавторами работах Филипову А.Г. принадлежит разработка расчётно-экспериментального метода обработки

динамической прочности конструкции малого космического аппарата, расчётные исследования влияния жёсткости соединений элементов конструкции на амплитудно-частотные характеристики, разработка оболочечной конечно-элементной модели объекта исследования, анализ результатов экспериментального модального анализа и валидация модели по результатам экспериментального исследования динамических характеристик объекта исследования.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Наиболее значимые работы:

1. Филипов, А.Г. Определение нагрузок на перфорированную перегородку бака ракеты-носителя / А.Г. Филипов, И.Е. Глазков // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. - 2020. - Т. 19. - №4. - С. 80-86. DOI: 10.18287/2541-7533-2020-19-4-80-86. (научная статья 0,8 /0,4 п.л.).

2. Иголкин, А.А. Модальный анализ динамического макета малого космического аппарата «АИСТ-2Д» / А.А. Иголкин, А.И. Сафин, **А.Г. Филипов** // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. - 2018. - Т. 17. - №2. - С. 100-108. DOI: 10.18287/2541-7533-2018-17-2-100-108 (научная статья 1,0 /0,33 п.л.).

3. Иголкин, А.А. Об альтернативном методе отработки динамической прочности конструкции малого космического аппарата / А.А. Иголкин, **А.Г. Филипов** // Сибирский аэрокосмический журнал. 2023. Т. 24, № 3. С. 521–526. DOI: 10.31772/2712-8970-2023-24-3-521-526 (научная статья 0,7 /0,35 п.л.).

4. Иголкин, А.А. Об экспериментальной идентификации нелинейного динамического поведения конструкции малого космического аппарата / А.А. Иголкин, **А.Г. Филипов**, М.В. Баляба, И.Г. Глазков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2021. - Т. 23. № 6 (104). - С. 140-148. (научная статья 1,0 /0,25 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов из организаций:

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», отзыв подписан кандидатом технических наук, доцентом, доцентом кафедры «Промышленная автоматика и робототехника» Пантюхиной Еленой Викторовной. Замечания: 1. В диссертационной работе представлены различные факторы, влияющие на валидность используемой модели (демпфирование, жесткостные характеристики, толщины наиболее интересных с точки зрения вибродинамики элементов конструкции, нелинейность), в тоже время не приводятся критерии качества получаемого результата при уточнении

моделирования на каждом его шаге. 2. Не показано как представленные в работе результаты нелинейного анализа в дальнейшем участвуют в оценке нагружения.

2. Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», отзыв подписан кандидатом технических наук, доцентом кафедры аэродинамики и безопасности полёта Кондаловым Максимом Владимировичем; доктором технических наук, профессором Загорским Владимиром Алексеевичем; кандидатом технических наук Энкиным Андреем Алексеевичем; утверждён заместителем начальника по учебной и научной работе, кандидатом военных наук, доцентом В.Г. Казаковым. Замечания: 1. На стр. 8 автореферата после анализа расчётного соотношения по определению допустимой величины повреждаемости объекта при его отработке на вибропрочность не указаны рекомендуемые значения количества видов испытаний. 2. В таблице 1 на стр. 9 автореферата не приведены результаты сравнения расчётных и экспериментальных частот в области 80 Гц, где в соответствии с рисунком 1 на стр. 8 имеет место самое большое значение перегрузки. 3. Приведённое в таблице 1 на стр. 9 автореферата сравнение полученных в результате расчётов и экспериментов частот показывает, что они отличаются друг от друга до коррекции и после коррекции. При этом не указано, как были определены значения представленных в данной таблице погрешностей.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», отзыв подписан профессором кафедры «Аэрокосмические системы» доктором технических наук, профессором Щегловым Георгием Александровичем. Замечания: в автореферате представлено недостаточное количество информации по второму разделу; не представлено подробное описание параметров конечно-элементной модели малого космического аппарата и результатов модального анализа; без привлечения текста диссертации составить представление о полученных автором в данном разделе результатах невозможно.

4. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», отзыв подписан заведующим кафедрой технологии судоремонта института водного транспорта, доктором технических наук, профессором Цветковым Юрием Николаевичем; заведующим кафедрой судостроения и энергетических установок института водного транспорта,

доктором технических наук, профессором Жуковым Владимиром Анатольевичем. Замечание – отсутствие оценки неопределённости измерений.

5. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», отзыв подписан профессором кафедры «Авиа- и ракетостроение» доктором технических наук, профессором Трушляковым Валерием Ивановичем. Замечания: 1. В автореферате отсутствуют расшифровки некоторых сокращений, например, ДХ, ЗДИ, ДПА, НДС, БА и др. 2. Не приведены результаты влияния размеров ячеек сетки на получаемый результат, что является верификацией конечно-элементной модели при использовании программного комплекса Nastran. 3. Из текста автореферата не ясно по каким критериям проводится валидация КЭМ КА. 4. В заключении приведено, что предложенная методика может сократить сроки отработки до 50 %, однако не приведено обоснование полученного значения.

6. Акционерное общество «ЛОМО», отзыв подписан первым заместителем технического директора - начальником ЦКБ АО «ЛОМО», кандидатом технических наук Г.С. Полищуком; главным специалистом ТД И.М. Соколовым. Отзыв утверждён заместителем генерального директора – техническим директором АО «ЛОМО» А.М. Савицким. Замечания: 1. Не приведено описание КЭМ, разработанной на основании ТЗ. 2. Не приведена оценка объёма доработки КЭМ после разработки КД. 3. В настоящее время вибрационные нагрузки задаются в виде широкополосной случайной вибрации (ШСВ), не рассмотрен вопрос применения методики при испытаниях на ШСВ. 4. Применение методики для испытаний крупногабаритных КА ДЗЗ может быть затруднено из-за сложности разработки достоверной КЭМ КА.

7. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», отзыв подписан исполняющим обязанности заведующего кафедрой «Механика композиционных материалов и конструкций», кандидатом технических наук, доцентом Писаревым Павлом Викторовичем. Замечания: 1. Из текста автореферата не ясно, какие динамические испытания проводились и с какими параметрами (стр. 8), отсутствует описание нелинейности (стр. 12, рис. 4). 2. На стр. 9, рис.2 в тексте написано, что это – методика; в подрисуночной надписи, что это – алгоритм. Если это – блок-схема алгоритма, то она выполнена не по ГОСТу. 3. Из текста не понятно, каким методом решалась задача минимизации, при каких ограничениях.

8. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого», отзыв подписан проректором по цифровой трансформации, руководителем Передовой инженерной школы «Цифровой Инжиниринг», кандидатом технических наук А.И. Боровковым. Замечание – экстраполяция результатов, получаемых при использовании оболочечной КЭМ КА, валидированной на пониженных режимах (0,1...0,3) при проведении расчётных исследований на квалификационных режимах недостаточно обоснована, в виду отсутствия определения коэффициентов демпфирования материалов (валидация модели материалов), из которых изготовлен КА, в зависимости от частоты.

9. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им Д.Ф. Устинова», отзыв подписан почётным работником ВПО РФ, доцентом по кафедре сопротивления материалов, заведующим кафедрой «Механика деформируемого твёрдого тела», доктором технических наук Санниковым Владимиром Антоновичем. Замечания: 1. В методике в одном из пунктов указано об устранении нелинейного динамического поведения. Возможно, следовало бы говорить об учёте нелинейного отклика при валидации КЭМ объекта исследования. 2. Не указан диапазон массогабаритных размеров КА, для которых применима методика, т.к. при их изменении меняются собственные частоты, что может сказаться на погрешности применения методики.

10. Публичное акционерное общество «Ракетно-космическая корпорация «Энергия», отзыв подписан начальником отдела, кандидатом технических наук Безмозгим Иосифом Менделевичем, ведущим инженером-конструктором Ивановым Сергеем Викторовичем. Замечания: 1. В автореферате не раскрыты методы анализа экспериментальных данных (с помощью ПО LMS Test.Lab) в части определения используемых в разработанной методике собственных форм и частот, которые могут представлять большую важность для сходимости решения. 2. В автореферате недостаточно подробно раскрыта методика автоматизированной коррекции конечно-элементной модели КА.

11. Акционерное общество «Научно-производственное объединение автоматики имени академика Н.А. Семихатова», отзыв подписан начальником конструкторского подразделения Д.В. Петровановым, утверждён заместителем генерального директора по ракетно-космической технике – первым заместителем генерального конструктора предприятия, кандидатом технических наук Бельским Львом Николаевичем. Отзыв замечаний не содержит.

В отзывах с замечаниями отмечено, что указанные недостатки не снижают научной и практической значимости работы и не влияют на общую положительную оценку диссертации. Во всех отзывах отмечено, что диссертация соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским

диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения Филипову А.Г. учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов.

Выбор Бернса Владимира Андреевича в качестве официального оппонента по диссертации связан с тем, что он является крупным специалистом в области исследования динамических характеристик летательных аппаратов.

Выбор Ермакова Владимира Юрьевича в качестве официального оппонента по диссертации связан с тем, что он является известным специалистом в области исследования снижения вибрационных нагрузок конструкций ракетно-космической техники.

Выбор ведущей организации обосновывается достижениями её специалистов в области исследования вибрационных характеристик конструкций космических аппаратов и их элементов, поиска альтернативных подходов отработки прочности конструкций космических аппаратов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований

- предложена научно-обоснованная расчётно-экспериментальная методика сокращения номенклатуры и сроков отработки вибропрочности конструкции КА при малосерийном производстве, при модернизации существующих серий, а также при изменениях условий их функционирования.

- предложена методика формирования пониженных режимов вибрационного нагружения, отличающаяся возможностью испытаний лётного образца КА на вибропрочность при малосерийном его производстве, при модернизации существующих серий, а также при изменениях условий их функционирования, позволяющая провести отработку конструкции КА на материальной части лётного образца.

- по результатам вибрационных испытаний натурального объекта разработана методика автоматизированной коррекции оболочечной КЭМ КА, позволяющая сократить сроки разработки валидированной КЭМ изделия с большим количеством варьируемых параметров.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

- проведённые исследования **повышают** точность математического моделирования динамических характеристик конструкции КА и позволяют использовать её КЭМ для демонстрации квалификационных запасов прочности на виртуальных испытаниях.

- расчётно-экспериментальная методика определения вибрационных характеристик, применённая при проектировании серии малого космического аппарата (МКА) «Аист-2Т», **позволит сократить** сроки наземной

экспериментальной отработки, а также исключить динамический макет из номенклатуры наземной экспериментальной отработки КА.

Оценка достоверности результатов исследования определяется применением методов, эффективность и достоверность которых подтверждена отечественной и зарубежной практикой, например, методом конечных элементов для анализа механических систем, валидацией разработанных моделей на основе экспериментальных данных, полученных на базе сертифицированного испытательного центра АО «РКЦ «Прогресс».

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке проектной оболочечной конечно-элементной модели малого космического аппарата Аист-2Д, описывающей динамические характеристики объекта исследования;

- непосредственном участии при подготовке, проведении и анализе полученных данных в экспериментальных исследованиях динамических характеристик динамического макета малого космического аппарата Аист-2Д;

- непосредственном участии в разработке методики коррекции оболочечной конечно-элементной модели объекта исследования по результатам экспериментальных исследований динамических характеристик;

- разработке методики формирования пониженных режимов для проведения вибропрочностных испытаний изделия, предназначенного для лётных испытаний;

- разработке расчётно-экспериментальной методики определения вибрационных нагрузок для ускоренной отработки конструкции КА.

Полученные в диссертации научные результаты рекомендуются использовать на предприятиях ракетно-космической отрасли при отработке на механические воздействия разрабатываемых вновь изделий, при модернизации существующих серийных изделий, а также при изменении условий функционирования изделий. Также рекомендуется использовать результаты диссертационного исследования в учебном процессе в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королёва, Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана (национальном исследовательском университете) и других профильных учебных организаций высшего образования при подготовке студентов, обучающихся по программам бакалавриата, магистратуры и специалитета, изучающих вибрационную динамику ракетно-космических конструкций.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Соискатель ответил на все задаваемые ему вопросы.

Диссертация Филипова Александра Геннадиевича отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, и является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по сокращению номенклатуры материальной части и сроков экспериментальной отработки конструкции КА, имеющей существенное значение для космической отрасли.

На заседании 26 декабря 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Филипову А.Г. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета 24.2.379.03
академик РАН, д.т.н., профессор



Шахматов Е. В.

26.12.2023

Учёный секретарь
диссертационного совета 24.2.379.03
к.т.н., доцент

Крамлих А. В.