

Протокол № 25

заседания диссертационного совета Д 212.079.09

от 27.12.2019 г.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 31 человек. Присутствовали на заседании 26 человек.

Председатель: д-р техн. наук, профессор Евдокимов Юрий Кириллович

Присутствовали: д-р техн. наук, профессор Евдокимов Юрий Кириллович (председатель), д-р техн. наук, профессор Афанасьев Вадим Владимирович (зам. председателя), канд. техн. наук Денисов Евгений Сергеевич (ученый секретарь), д-р техн. наук, доцент Анфиногентов Владимир Иванович, д-р техн. наук, доцент Гильмутдинов Анис Харисович, д-р техн. наук, доцент Гизатуллин Зиннур Марселевич, д-р техн. наук, профессор Данилаев Максим Петрович, д-р техн. наук, профессор Ильин Герман Иванович, д-р техн. наук, профессор Даутов Осман Шакирович, д-р техн. наук, профессор Ибрафиллов Ирек Хуснемарданович, д-р техн. наук, профессор Карамов Фидус Ахмадиевич, д-р техн. наук, доцент Логинов Сергей Сергеевич, д-р техн. наук, профессор Морозов Геннадий Александрович, д-р техн. наук, профессор Морозов Олег Геннадьевич, д-р физ.-мат. наук, профессор Нигматуллин Равиль Рашидович, д-р техн. наук, доцент Нуреев Ильнур Ильдарович, д-р техн. наук, профессор Седельников Юрий Евгеньевич, д-р техн. наук, профессор Файзуллин Рашид Робертович, д-р техн. наук, профессор Чабдаров Шамиль Мидхатович, д-р техн. наук, профессор Чермошенцев Сергей Федорович, д-р физ.-мат. наук, профессор Шерстюков Олег Николаевич, д-р техн. наук, профессор Воронов Виктор Иванович, д-р техн. наук, профессор Гайнутдинов Ильдус Саляхович, д-р техн. наук, профессор Иванов Владимир Петрович, д-р техн. наук, профессор Лукин Анатолий Васильевич, д-р техн. наук, профессор Павлычева Надежда Константиновна.

Слушали: Защиту диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук Виноградова Василия Юрьевича на тему: «Аэроакустическая картография на срезе сопла как метод неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин при их холодной прокрутке» по специальностям: 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» и 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

Научные консультанты:

– Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедры «Радиофотоники и микроволновых технологий», директор «Научно-исследовательского института прикладной электродинамики, фотоники и живых систем» ФГБОУ ВО «КНИТУ им. А.Н.Туполева».

– Анфиногентов Владимир Иванович, д.т.н., профессор кафедры «Специальной математики» ФГБОУ ВО «КНИТУ им. А.Н.Туполева».

Ведущая организация - Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования (ФГАОУ ВО) «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара.

Заключение подписано, доктором технических наук профессором кафедры Конструирования и производства двигателей летательных аппаратов Лауреатом Премии Правительства РФ и Губернской премии в области науки и техники Пономаревым Юрием Константиновичем, доктором технических наук, профессором заведующим кафедрой Конструирования и производства двигателей летательных аппаратов Фалеевым Сергеем Викториновичем и утвержденным ВРИО ректора Самарского университета, доктором экономических наук, профессором Богатыревым Владимиром Дмитриевичем.

Официальные оппоненты:

1. Ившин Игорь Владимирович, профессор, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Казанского государственного энергетического университета» г. Казань.

2. Снигерев Борис Александрович, ведущий научный сотрудник «Лаборатории моделирования технологических процессов» ФИЦ КазНЦ РАН, Институт механики и машиностроения - обособленного структурного подразделения Федерального государственного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр» «Казанский научный центр Российской академии наук» ФИЦ КазНЦ РАН., г. Казань.

3. Бурдин Антон Владимирович, доцент, доктор технических наук, профессор кафедры «Линии связи и измерения в технике связи» ФГБОУ ВО «Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики», г. Самара.

Отзывы на автореферат поступили от:

1. Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии, подписанный ведущим научным сотрудником, д-р техн. наук, доцентом Щелчковым А.В.

2. Набережночелнинский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», подписанный д-р техн. наук, профессором кафедры «Высокоэнергетические процессы и агрегаты» В.В. Звездиным.

3. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», подписанный профессором кафедры «Технология производства и эксплуатации двигателей летательных аппаратов», доктором техн. наук, профессором Силуяновой М.В.

4. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», подписанный заведующим кафедрой «Физика и техника оптической связи», доктором физ.-мат. наук, профессором Раевским А.С.

5. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», подписанный, доктором техн. наук, профессором кафедры «Теплоснабжения, вентиляции и гидромеханики Закируллиным

Р.С.

6. ООО «Управляющая компания «КЭР-Холдинг», подписанный, доктором техн. наук, главным конструктором Новиковым Е.А.

7. ГАОУВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Институт математики и механики им. Н.И.Лобачевского, подписанный, доктором техн. наук, доцентом кафедры «Общей математики» Абзалиловым Д.Ф.

8. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», подписанный Проректором по науке и инновациям, доктором техн. наук, доцентом Осиповым О.В.

9. ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет», подписанный Заведующий кафедрой Техносферная безопасность, доктором техн. наук, профессором Севастьяновым Б.В.

10. Набережночелнинский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», подписанный Первым заместителем директора – профессор, д-р техн. наук Симоновой Л.А.

11. ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации», подписанный Заведующий кафедрой «Двигатели лета-тельных аппаратов», доктором техн. наук, профессором Машошиным О.Ф.

12. ФГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт» подписанный Заведующий кафедрой «Нефтегазового оборудования и технологии машиностроения», доктором техн. наук, профессором Алиевым М. М.

13. Казанский авиационный завод им. С.П. Горбунова филиал ПАО «Туполева» подписанный директором конструкторского бюро казанского центра КАЗ им. С.П. Горбунова – филиал ПАО «Туполев», кандидатом техн. наук, Найшулером Б.И.

Все отзывы положительные.

Вопросы задали:

д-р физ.-мат. наук, профессор Нигматуллин Р.Ш.; д-р техн. наук, профессор Евдокимов Ю. К.; д-р техн. наук, профессор Воронов В.И.; д-р техн. наук, профессор Лукин А.В.; д-р техн. наук, доцент Логинов С.С.; канд. техн. наук, доцент Денисов Е.С.

Выступили:

д-р техн. наук, доцент Нуреев И.И.; д-р техн. наук, профессор Саиткулов В.Г.; д-р техн. наук, профессор Воронов В.И.; д-р техн. наук, профессор Евдокимов Ю.К.

Постановили:

1. Диссертация Виноградова В.Ю. представляет собой законченное и самостоятельное исследование, в котором решена актуальная задача по разработке нового класса неразрушающих методов контроля состояния рабочих лопаток турбомашин, а именно решению важной научно-

технической проблемы улучшения метрологических, технико-экономических и экологических характеристик, а также расширения функциональных возможностей систем неразрушающего контроля технического состояния рабочих лопаток турбомашин, основанного на создании и развитии теории и техники аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля, реализуемого на срезе сопла турбомашин, с использованием акустоэлектрических и газодинамических методов контроля, а также комплексного подхода с применением волоконно-оптических методов, позволяющего в отличие от существующих локализовать дефектные лопатки в пространстве турбомашин и определить типы их дефектов., что соответствует паспортам специальностей: 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» и требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

На заседании 27 декабря 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Виноградову В.Ю. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 26 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» и 5 докторов наук по специальности 05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы», участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 5 человек, проголосовали: за – 26, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

2. Принять заключение диссертационного совета Д 212.079.09 в соответствии с п. 32 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», результаты открытого голосования: «за» – 26 человек, «против» – нет, воздержавшихся – нет.

Председатель диссертационного совета

Ученый секретарь диссертационного совета



Handwritten signature of Y.K. Evdokimov

Handwritten signature of E.S. Denisov

Ю.К. Евдокимов

Е. С. Денисов

« 27 » декабря 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.079.09,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н. ТУПОЛЕВА – КАИ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27.12.2019 № 25

О присуждении Виноградову Василию Юрьевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Аэроакустическая картография на срезе сопла как метод неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин при их холодной прокрутке» по специальностям: 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» и 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы», принята к защите 25 сентября 2019 года (протокол заседания № 15) диссертационным советом Д 212.079.09, созданным на базе ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», Министерство науки и высшего образования, 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, д 10, приказ № 88/нк от 9 февраля 2015 года.

Соискатель Виноградов Василий Юрьевич, 1969 года рождения, Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Метод диагностики проточной части ГТД по акустическим характеристикам» защитил в 1998 году в диссертационном совете Д06343.01, созданном на базе Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, работает доцентом в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», Министерство науки и высшего образования на кафедре материаловедения, сварки и производственной безопасности, а также научным сотрудником в научно-исследовательском институте прикладной электродинамики, фотоники и живых систем.

Диссертация выполнена на кафедре материаловедения, сварки и производственной безопасности, а также в научно-исследовательском институте прикладной электродинамики, фотоники и живых систем ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», Министерство науки и высшего образования.

Научные консультанты:

- доктор технических наук, Анфиногентов Владимир Иванович, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», кафедра специальной математики, профессор;

- доктор технических наук, Морозов Олег Геннадьевич, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», профессор, кафедра радиوفотоники и микроволновых технологий, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. Ившин Игорь Владимирович – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий», заведующий кафедрой;

2. Снигерев Борис Александрович – доктор технических наук, Федеральное государственное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр» «Казанский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КазНЦ РАН), Лаборатория моделирования технологических процессов, ведущий научный сотрудник;

3. Бурдин Антон Владимирович – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», кафедра «Линии связи и измерения в технике связи», профессор;
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара в своем положительном отзыве, подписанном Пономаревым Юрием Константиновичем, доктором технических наук, профессором, кафедра Конструирования и производства

двигателей летательных аппаратов, профессором и Фалеевым Сергеем Викторовичем, доктором технических наук, профессором, кафедра Конструирования и производства двигателей летательных аппаратов, заведующим кафедрой, и утвержденным Богатыревым Владимиром Дмитриевичем, доктором технических наук, профессором, ВРИО ректора «Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева», указала, что диссертационная работа соответствует заявленным специальностям: 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» и 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы», удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, является законченным, методически грамотно изложенным научным исследованием, в котором поставлена и решена важная научно-техническая проблема улучшения метрологических, технико-экономических и экологических характеристик, а также расширения функциональных возможностей систем неразрушающего контроля технического состояния рабочих лопаток турбомашин, а ее автор Виноградов Василию Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Соискатель имеет 109 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 109 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликована 41 работа, в том числе: одна монография, 10 статей в журналах из перечня ВАК по специальности – 05.11.13, пять статей по специальности – 05.11.07, 13 авторских свидетельств СССР и патентов РФ, шесть статей, в изданиях, цитируемых в базах данных Scopus и Web of Science, семь статей в журналах по смежным специальностям ВАК. Кроме того, автором опубликовано 67 работ в реферируемых трудах и сборниках докладов международных и всероссийских симпозиумов и конференций. Автор имеет семь единоличных публикаций.

Недостовверные сведения об опубликованных работах соискателя в диссертации отсутствуют.

Наиболее значимые публикации:

Монография

1. Виноградов В.Ю. Диагностирование технического состояния авиационных ГТД по акустическим и газодинамическим параметрам. Казань. Монография. Изд. Каз. гос. техн. универс. ISBN 5-7579-0692-8. 2004г. – 176с.

Содержит основные результаты, изложенные в первой, третьей и четвертой главах диссертации (объем – 14,4 п.л., личный вклад – 100%).

Статьи в журналах, включенных в перечень ВАК по специальности 05.11.13

1. Виноградов В.Ю. Метод диагностики проточной части ГТД по акустическим характеристикам газовой струи, измеренным на срезе сопла / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 1999. – № 4. – С. 34-37.

Содержит основные результаты, изложенные в третьей и четвертой главах диссертации (объем – 0,5 п.л., личный вклад – 100%).

2. Виноградов В.Ю., Сайфуллин А.А., Тунаков А.П. Диагностирование авиационных ГТД по параметрам, измеренным за срезом сопла / В.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, А.П. Тунаков // Вестник двигателестроения. – 2009. – № 3. – С. 184-189.

Содержит основные результаты, изложенные во первой, второй, третьей и четвертой главах диссертации (объем – 0,8 п.л., личный вклад – 80%).

3. Виноградов В.Ю. Теоретический подход к диагностированию авиационных газотурбинных двигателей по параметрам, измеренным за срезом сопла / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2010. – № 7. – С. 56-60.

Содержит основные результаты, изложенные в третьей и четвертой главах диссертации (объем – 0,75 п.л., личный вклад – 100%).

4. Виноградов В.Ю. Исследование ТС авиационных ГТД и ЭУ с целью составления картограмм газодинамических параметров для диагностики / В.Ю. Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 12. – С. 44-52.

Содержит основные результаты, изложенные в четвертой главе диссертации (объем – 1,1 п.л., личный вклад – 100%).

5. Виноградов В. Ю. Комплексный подход развитию аэроакустических методов диагностирования проточной части газотурбинных двигателей / В. Ю. Виноградов, О.Г. Морозов // Известия. Сам. НЦ. РАН. – 2012. – Т. 14.– № 1(2). – С. 474-476.

Содержит основные результаты, изложенные во второй, третьей и пятой главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 75%).

6. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В.Ю. Виноградов // Вестник двигателестроения. – 2012. – № 2. – С. 25-30.

Содержит основные результаты, изложенные в третьей и четвертой главах диссертации (объем – 0,8 п.л., личный вклад – 100%).

7. Виноградов В.Ю. Диагностирование авиационных газотурбинных двигателей по параметрам, измеренным за срезом сопла / В.Ю. Виноградов // Авиационная промышленность. – 2013. – № 1. – С. 63-68.

Содержит основные результаты, изложенные в третьей и четвертой главах диссертации (объем – 0,65 п.л., личный вклад – 100%).

8. Виноградов В.Ю. Практический подход к вопросам разработки систем глушения шума авиационных ГТД / В.Ю.Виноградов // Авиационная промышленность. – 2013. – № 3. – С. 18-20.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 100%).

9. Виноградов В.Ю. Контроль технического состояния авиационных ГТД по акустическим параметрам, измеренным на срезе сопла двигателя / В. Ю.Виноградов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 3. – С. 53-57.

Содержит основные результаты, изложенные во второй, третьей, четвертой, пятой главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 100%).

10. Виноградов В.Ю. Аэроакустические методы диагностирования проточной части авиационных двигателей / В.Ю.Виноградов, О.Г.Морозов, И.И.Нуреев и др. // Авиационная промышленность. – 2014. – № 1. – С. 48-53.

Содержит основные результаты, изложенные во второй, третьей, четвертой, пятой главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 50%).

Статьи в журналах, включенных в перечень ВАК по специальности
05.11.07

11. Виноградов В.Ю. Система экспресс-диагностики технического состояния авиационных ГТД / В.Ю.Виноградов // Авиационная промышленность. – 2014. – № 3. – С. 57-61.

Содержит основные результаты, изложенные во второй, третьей, четвертой, пятой главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 100%).

12. Виноградов В.Ю. Аэроакустические взаимодействия в газо-воздушном тракте авиационных двигателей / В.Ю.Виноградов, О.Г.Морозов, В.И. Анфиногентов // Авиационная промышленность. – 2015. – № 3. – С. 13-18.

Содержит основные результаты, изложенные во второй, третьей, четвертой, пятой главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 45%).

13. Виноградов В.Ю. Математическое моделирование и восстановление оптико-акустических параметров газо-воздушного потока на срезе сопла турбомашин. Результаты моделирования / В.Ю. Виноградов, О.Г.Морозов, В.И. Анфиногентов // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 3. Режим доступа: URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5098>. (Дата обращения 25.07.18)

Содержит основные результаты, изложенные во второй и шестой главах диссертации (объем – 2,0 п.л., личный вклад – 50%).

14. Виноградов В.Ю. Аэроакустическая картография как метод неразрушающего контроля параметров потока на срезе сопла турбомашин с использованием волоконно-оптических технологий. Постановка задачи / В.Ю. Виноградов // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 3. Режим доступа: URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5095>. (Дата обращения 21.07.18).

Содержит основные результаты, изложенные в первой, второй и шестой главах диссертации (объем – 2,0 п.л., личный вклад – 100%).

15. Виноградов В.Ю. Перспективы внедрения мобильных аэроакустических технологий для повышения безопасности мониторинга газотурбинных двигателей. / В.Ю. Виноградов и др.// Вестник НЦБЖД. – 2018. – № 1(35). – С. 93-99.

Содержит основные результаты, изложенные во второй и третьей и пятой главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 35%).

Патенты

16. Пат. 2118810 Российская Федерация, МПК 6 G01M 15/00. Способ диагностики технического состояния авиационных ГТД / Ю.В. Виноградов, В.Ю. Виноградов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ». – № 96109661/06; опубл.: 1998г.; Бюл. № 25. – 2с., ил.

Содержит основные результаты, изложенные в первой, второй и пятой главах диссертации (объем – 0,25 п.л., личный вклад – 50%).

17. Пат. 126454 Российская Федерация, МПК G01H 15/00. Устройство измерения акустических характеристик газовых струй на срезе выходных устройств ГТД / В.Ю. Виноградов, О.Г. Морозов, А.А. Сайфуллин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ». № 2012146143; опубл.: 2013г.; Бюл. № 9. – 6с., ил.

Содержит основные результаты, изложенные в пятой и шестой главах диссертации (объем – 0,25 п.л., личный вклад – 60%).

18. Пат. 2531057 Российская Федерация, МПК G01H 15/00. Способ измерения акустических характеристик газовых струй на срезе выходных устройств и устройство для его осуществления / В.Ю. Виноградов, О.Г. Морозов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ». № 2012146161/28(074126); опубл.: 2014г.; Бюл. № 29. – 8с., ил.

Содержит основные результаты, изложенные в третьей и четвертой главах диссертации (объем – 0,25 п.л., личный вклад – 60%).

19. Пат. 2517264 Российская Федерация, МПК G01M 15/14. Способ диагностики технического состояния авиационных газотурбинных двигателей / В.Ю. Виноградов, О.Г. Морозов, А.А. Сайфуллин, и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ». №2012134362/06; опубл.: 2014г.; Бюл. № 15. – 7с., ил.

Содержит основные результаты, изложенные во второй, третьей, четвертой и пятой главах диссертации (объем – 0,25 п.л., личный вклад – 50%).

20. Пат. 2634979 Российская Федерация, МПК G01M. Заглушенная камера для акустических и газодинамических измерений шумов элементов конструкции авиационных ГТД / В.Ю. Виноградов, О.Г. Морозов, А.А. Сайфуллин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ». № 2017103606 /06(006292); опубл.: 2017г.: Бюл. № 31. – 6с., ил.

Содержит основные результаты, изложенные во второй и седьмой главах диссертации (объем – 0,25 п.л., личный вклад – 50%).

21. Пат. 2200277 Российская Федерация, МПК 7 F23C11/04. Способ сжигания хозяйственных отходов и различных углеводородных топлив в пульсирующем потоке, и устройство для его сжигания / В.Ю. Виноградов, А.Ю.Виноградов, А.Ф. Балымов, В.А. Балымов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ». № 2001110207/06; опубл.: 10.03.2003г.: Бюл. № 7 . – 6с., ил.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 0,25 п.л., личный вклад – 50%).

22. Пат. 2079686 Российская Федерация, МПК F02K 1/34. Способ глушения шума реактивной струи и устройство для его осуществления / Ю.В.Виноградов, В.Ю. Виноградов, Н.И. Мангушев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ». № 9494004218; опубл.: 20.05.1997г.: Бюл. № 33. – 4с., ил.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 0,25 п.л., личный вклад – 33%).

23. Пат. 2079687 Российская Федерация, МПК F02K 1/34. Способ глушения шума реактивной струи и устройство для его осуществления / Ю.В.Виноградов, В.Ю. Виноградов, Н.И. Мангушев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ». № 9494004219; опубл.: 20.05.1997г.: Бюл. № 33. – 5с., ил.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 0,25 п.л., личный вклад – 33%).

24. Пат. 2585989 Российская Федерация, МПК G01M. Глушитель шума автотранспортных средств / В.Ю. Виноградов, О.Г. Морозов, А.А. Сайфуллин, заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ». № 2017103606/06; опубл.: 2016г.: Бюл. № 16. – 6с., ил.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 0,25 п.л., личный вклад – 70%).

Статьи, опубликованные в изданиях, индексируемых в Scopus/WoS

25. Vinogradov V.Y. Diagnosis of the state of gas turbine engines in the conditions of airfield-based / V. Y. Vinogradov // Russian Aeronautics. – 2000. – № 2. – P. 32-35.

Содержит основные результаты, изложенные во второй и третьей главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 100%).

26. Vinogradov V.Y., Tunakov A.P. A System of Express Diagnostics of Aircraft GTE Operational State / V. Y. Vinogradov, A.P. Tunakov // Russian Aeronautics. – 2002, – № 1. – P. 78-80.

Содержит основные результаты, изложенные во второй и третьей главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 50%).

27. Vinogradov V.Y. Fiber-optic system for checking the acoustical parameters of gas-turbine engine flow-through passages / V. Y. Vinogradov, O.G. Morozov, I.I. Nureev, et al. // Proceedings of SPIE. – 2015. – Vol. 9533. – P. 95330K.

Содержит основные результаты, изложенные во второй и третьей главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 40%).

28. Vinogradov V.Y. A practical approach to the development of aircraft GTE's noise suppression system on the base of fiber optic sensors / V.Y. Vinogradov, O.G. Morozov, A.Zh. Sakhabutdinov, et al. // Proceedings of SPIE. – 2017. – Vol. 10342. – P. 1034219.

Содержит основные результаты, изложенные во второй и третьей главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 30%).

29. Vinogradov V.Y. Microwave photonic polyharmonic probing for fiber optical telecommunication structures and measuring systems sensors monitoring / I.I. Nureev, O.G. Morozov, V. Y. Vinogradov, et al. // Proceedings of SPIE. – 2018. – Vol. 10774. – P. 107741J.

Содержит основные результаты, изложенные во второй и третьей главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 15%).

Статьи, включенные в перечень ВАК по смежным специальностям

30. Виноградов В.Ю. Перспективы внедрения мобильных аэроакустических технологий для экологического мониторинга авиационных ГТД / В.Ю. Виноградов, О.Г. Морозов // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2017. – Т. 20. – № 3. – С. 12-17.

Содержит основные результаты, изложенные во второй и третьей главах диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 60%).

31. Виноградов В.Ю. Экологическая безопасность при эксплуатации газоперекачивающих аппаратов насосных станций / В.Ю. Виноградов, О.Г. Морозов, Э.Р. Галимов // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т.18. – № 15. – С. 249-252.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 60%).

32. Виноградов В.Ю. Перспективы внедрения экологически безопасного способа эксплуатации сливоналивного устройства / В.Ю. Виноградов, О.Г. Морозов, Э.Р. Галимов // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т.18. – № 14. – С. 61-62.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 60%).

33. Виноградов В.Ю. Экологическая безопасность при эксплуатации газо-перекачивающих аппаратов насосных станций / В.Ю. Виноградов, О.Г. Морозов, Э.Р. Галимов // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 15. – С. 249-252.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 60%).

34. Виноградов В.Ю. Перспективы внедрения экологического способа сжигания углеводородных топлив в пульсирующем потоке / В.Ю. Виноградов О.Г. Морозов, Э.Р. Галимов // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т.18. – № 14. – С.155-156.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 60%).

35. Виноградов В.Ю. Информационные технологии управления экологической безопасностью территориально-распределенных систем хранения опасных веществ. Часть 1 / В.В. Куревин, О.Г. Морозов, В.Ю. Виноградов и др. // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т.19. – № 23. – С. 139-143.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 20%).

36. Виноградов В.Ю. Информационные технологии управления экологической безопасностью территориально-распределенных систем хранения опасных веществ. Часть 2 / В.В. Куревин, О.Г. Морозов, В.Ю. Виноградов и др. // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 1. – С. 111-115.

Содержит основные результаты, изложенные в седьмой главе диссертации (объем – 1,0 п.л., личный вклад – 20%).

Авторский вклад соискателя состоит в его определяющем участии в подготовке публикаций.

В работах [1 - 3] определены основы положения теории аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин.

В работах [4 - 7, 8, 10] Виноградовым В.Ю., развита теория аэроакустической диагностики основанная на контроле параметров газо-воздушного потока на срезе сопла; разработан метод акустической диагностики, обеспечивающий контроль параметров потока по периферии среза сопла; изучено влияние параметров преобразования на акустический спектр выходного газо-воздушного потока; получено соотношение определяющая их взаимосвязь с местом дефектной лопатки и типом дефекта.

В работах [11 - 12] Виноградовым В.Ю., разработаны принципы построения комплексных систем аэроакустической картографии, дополненные методами и средствами измерений газодинамических параметров потока на срезе сопла турбомашин, направленные на повышение информативности и уровня алгоритмизации неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток и обеспечивающие получение данных в условиях параметрической и структурной неопределенности газо-воздушного потока, как по контролируемым внутренним сечениям проточной части, так и по выходному сечению на срезе сопла турбомашин.

В работе [13] Виноградовым В.Ю., разработана математическая модель эталонного зондирующего газо-воздушного потока при холодной прокрутке. Минимизирована погрешность определения параметров по прогнозированию работы динамической системы проточной части турбомашин по ее выходному потоку, по окружности, по сечению среза сопла, для определения местоположения дефектных лопаток и типа дефекта.

В работах [14,15] Виноградовым В.Ю., проведен поиск и анализ существующих и перспективных методов и средств неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин.

Проанализирована акустическая аналогия и генерация звука в газоз-воздушном потоке с точки зрения их применимости в процессе контроля геометрии рабочих лопаток турбомашин на срезе сопла при ее холодной прокрутке.

Разработана на их основе концепция аэроакустической картографии.

В работах [16 -36] Виноградовым В.Ю., реализованы системы, технологии, методы, отдельные программно-аппаратные и технические средства аэроакустической картографии для улучшения метрологических, технико-экономических и экологических характеристик, а также расширения функциональных возможностей систем неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на многочисленных российских и международных конференциях и семинарах, а результаты работы внедрены на предприятиях отрасли в СТБ «Техсервис» (г. Москва); ОАО КПП «Авиамотор», ООО «Паритет» (г. Казань); ООО «Меркадо», ООО ЦДС «Автопомощь» (г. Набережные Челны). Результаты исследований использовались в рамках выполнения госбюджетных НИР по программам Минобразования РСФСР и Минобрнауки РФ с 1995 г. по настоящее время, в частности, «Ассиметрия» (по проектной и базовой частям госзадания 2017-2019 гг.), а также в научном и учебном процессе КНИТУ-КАИ, что подтверждено соответствующими актами использования.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» г. Самара, подписанный доктором технических наук профессором кафедры Конструирования и производства двигателей летательных аппаратов Лауреатом Премии Правительства РФ и Губернской премии в области науки и техники Пономаревым Юрием Константиновичем, доктором технических наук, профессором заведующим кафедрой Конструирования и производства двигателей летательных аппаратов Фалеевым Сергеем Викториновичем и утвержденным ВРИО ректора

Самарского университета, доктором экономических, профессором Богатыревым Владимиром Дмитриевичем. Отзыв положительный. Замечания:

1. В диссертации во всех главах прослеживается акцент на исследования газо-воздушного потока на срезе сопла, как на моделях, так и на реальных турбомашин при их холодной прокрутке. Только мало дано информации о возможности контроля акустических и газодинамических параметров на разных расстояниях от среза сопла. Какова методика проведения исследования? Какие требования предъявляются к системам контроля?

2. В диссертации мало информации, о возможности контроля параметров исследуя вихревые структуры (турбулентные вихри) и какие они вносят вклад в зарождающийся дефект рабочих лопаток проточной части турбомашин?

Официальных оппонентов:

Ившина Игоря Владимировича, профессора, доктора технических наук, профессора. Отзыв положительный. Замечания:

1. По характеру диссертации видно, что автор разработал и изготовил несколько опытных и экспериментальных образцов диагностических систем контроля авиационных ГТД, под общим названием «Пилон», который позволяет контролировать поля акустических и газодинамических параметров потока на срезе сопла, и было бы правильнее эту систему экспресс диагностики указать в положении выносимой на защиту.

Так как этот результат является важным достижением автора.

2. Исследования акустических и газодинамических параметров на срезе сопла является новым элементом в методах неразрушающего контроля, но нет информации в диссертации о взаимном влиянии, если такое имеется при использовании разных типов датчиков контроля параметров газо-воздушного потока?

3. В главе 4 на стр. 248 в таблице 4.9 даны дефекты и изменения параметров, что свидетельствует об расширенном понимании процессов происходящих в проточной части турбомашин и их неисправностях, но хотелось бы что бы в диссертации прозвучали более научное обоснование изменений параметров от внешних условий.

4. Присутствуют стилистические ошибки и пустая страница 37.

5. В диссертации третья глава посвящена построению систем аэроакустической картографии на основе акустоэлектрического метода позволяющего, диагностировать состояние рабочих лопаток турбомашин при их холодной прокрутке на срезе сопла.

В то же время в данной главе приведены натурные исследования дефектов на сопловых лопатках турбины НК-8. Будут ли построены системы с использованием аэроакустической картографии, которые позволят находить дефекты не только на рабочих лопатках, но и на сопловых лопатках турбин и направляющих лопатках компрессора?

6. В диссертации не достаточно полно показаны принципы улучшения экологических характеристик систем неразрушающего контроля при внедрении систем аэроакустической картографии.

Снигерев Борис Александрович, доктор технических наук, ведущего научного сотрудника. Отзыв положительный. Замечания:

1. Применение для исследований треть/октавного анализатора спектра шума не позволило выявить более узкую по диапазону частот и более информативную область спектра шума и расширить возможности определения положения дефекта, его характера и размера.

2. Экспериментальные исследования акустических параметров, характеризующих дефект рабочих лопаток проводились при продуве проточной части холодным воздушным потоком. Причем было установлено, что больше полезной информации и меньше помех несут потоки со скоростью около 15 м/сек. Можно утверждать, что диагностирование разработанным методом двигателя на "любых режимах до взлетного", не будет эффективно?

3. Определение диагностического признака в области исследуемых частот (20 кГц), в которой наблюдается потеря чувствительности дюймового конденсаторного микрофона, которым проводились измерения, отсутствие исследований шума в диапазоне более 20 кГц;

4. В работе не показано наличие псевдозвука который существенно может изменить диагностические характеристики. Чувствительность конденсаторных микрофонов имеют завал характеристики по частоте, причем тем выше, чем выше рассеянность звукового поля. В работе не показана коррекция акустических данных по частоте излучения потока.

5. В диссертации не полно отражены вопросы повышения принципов экологичности при внедрении аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля и построенных систем на ее основе.

Бурдина Антона Владимировича, доцента, доктора технических наук, профессора. Отзыв положительный. Замечания:

1. Следовало бы более подробно прокомментировать выбор и обоснование аппроксимации 4го порядка, применяемой для проведения оценки производных уравнения (2.11).

2. В п.п. 2.5.2 при анализе рис. 2.12. – 2.19, по результатам которого на стр. 153 автор делает заключение, что "...расхождения измеренных и вычисленных значений для эталонной математической модели незначительные, как и для дефектов 5%, 25% и для 50%", в то время как для отдельных значений t относительная погрешность достигает явно более 1% (см., например, рис. 2.18 $L(t)$ для 50% повреждения турбинной лопатки – здесь максимальное отклонение составляет порядка 3,7%). С другой стороны, именно эта величина расхождения как раз и используется в качестве индикатора выявления дефекта и оценивания % повреждения.

3. Несомненно, одним из ключевых результатов гл. 2 является полученный автором критерий выявления дефекта турбинной лопатки. Однако используемый в этом смысле термин "погрешность" / "эталонная погрешность" представляется не вполне удачным. Возможно, его следовало бы заменить на "отклонение".

4. В п.п. 5.6. при описании системы диагностики на базе волоконно-оптических датчиков (ВОД) с волоконными решетками Брэгга (ВРБ) отмечается, что использовалась замкнута система из 4х ВОД. На рис. 5.7. указаны их длины волн Брэгга, достаточно сильно разнесенные по спектру – минимум, 2 нм. Однако

на спектральных откликах рис. 5.10, 5.11 представлены опорная и "нагруженная" спектральные характеристики оптического волокна (ОВ) с двумя записанными ВРБ. Отсюда возникает вопрос, каким образом в режиме реального масштаба времени осуществляется опрос остальных двух ВРБ? Аналогичный вопрос относится к п.п. 5.6.3, который представляет несомненный интерес, с точки зрения демонстрации применения координатной системы ВОД для снятия аэроакустической карты потока, но при этом не совсем понятно, каким образом планируется одновременный опрос всех ВОД, составляющих "координатное поле" системы диагностики, каждый элемент которого, исходя из приведенного описания и спектральных откликов, является ОВ с 2 мя записанными ВРБ (например, на рис. 6.13 таких элементов уже 6).

5. Каким образом осуществлялось крепление ОВ к арматуре стойки рис. 5.8. для удержания в потоке воздуха 15 м/с без повреждения самого волоконного световода и соблюдения допусков на радиус изгиба.

6. Следует более аргументировано обосновать выбор подхода №3 – восстановление акустического поля при коррелированных коэффициентах разложения относительно прочих рассмотренных.

7. Насколько предложенный в диссертационной работе подход на базе аэроакустической картографии будет справедлив, если у турбины повреждена не одна, а одновременно несколько рабочих лопаток с разной степенью и характером проявления дефекта? Позволяют ли разработанные методы и средства диагностики выявить, локализовать и оценить степень повреждения сразу нескольких дефектов при казанных условиях, потребуются ли их доработка / модификация и насколько она будет существенной?

8. Замечания общего характера:

а) Во введении на стр. 11 диссертации автор отмечает, что «Основная доля дефектов проточной части турбомашин связаны с техническим состоянием ее рабочих лопаток – около 75%». Очевидно, что данное утверждение целесообразно прокомментировать, например, соответствующей библиографической ссылкой. Аналогичным образом, на стр. 63 в табл. 54 приведены данные некой экспертной

оценки информативности методов контроля состояния рабочих лопаток проточной части турбомашин с введенной экспертной оценкой по 10-балльной шкале. Несомненно, в данном случае также следовало бы привести соответствующую библиографическую ссылку на источник, где эта шкала была предложена.

б) 2я половина п.п. 1.9 (выводы к гл. 1) дублирует соответствующий фрагмент введения диссертации (стр. 98 – 101). Очевидно, что в данном случае можно было бы ограничиться указанием ссылок по тексту. Это же замечание относится и к вступлениям остальных глав диссертационной работы, которые также дублируют подраздел «Структура диссертации» введения, а также к п.п. 5.4., начало которого повторяет обзор п.п. 5.2.

в) Нарушение последовательности упоминания по тексту диссертации библиографических ссылок из списка использованных источников. Так, например, в гл. 1 стр. 38 – 47 они представлены в следующей последовательности: [1], [2], [6], [8], [3], [4], [5 – 14] и т.д.

г) Диссертация не избавлена от орфографических и пунктуационных ошибок – стр. 12, 78, 91, 114, 131, 153, 276, 279, 285, 290, 294, 295, 298, 305, 309, 325, 340, 341, 379 и др.

д) В ряде формул некорректно отображаются индексы переменных. Также не приводится полностью расшифровка всех переменных математических выражений (однако часть из них приведена в списке сокращений).

е) По тексту диссертации практически не приводится расшифровка аббревиатур (однако большая часть из них представлена в списке сокращений). Также автор для обозначения волоконных решеток Брэгга использует оба варианта аббревиатуры ВРБ и ВБР (например, стр. 278). По тексту диссертации встречается разное обозначение одного и того же диагностического комплекса: АДК «Пилон» (стр. 216) и АДК «ПИЛОН» (стр. 245), причем на стр. 358 представлены оба варианта написания.

На автореферат поступили отзывы:

1. Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии», г. Казань, подписанный ве-

душим научным сотрудником, доктором технических наук, доцентом Щелчковым А.В. Отзыв положительный. Замечания: 1. Не достаточно уточнен перечень практических рекомендаций по формированию зондирующих газо-воздушных потоков? 2. Не показано в автореферате есть ли взаимное влияние средств измерений акустических и газодинамических параметров потока при комплексном использовании?

2. Набережночелнинский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны, подписанный доктором технических наук, профессором кафедры «Высокоэнергетические процессы и агрегаты» В.В. Звездиным. Отзыв положительный. Замечания: 1. Необоснованно увеличен объём автореферата: 62 стр. 2. Терминология не очень удачная. «Различная природа методов контроля и средств измерений, применяемых для реализации аэроакустической картографии, «заставила» изучить разные методы и средства диагностики турбомашин, которые наиболее проработаны в работах следующих ученых и организаций:» и т. д. (Стр. 3). «Холодная прокрутка в этом случае должна представлять собой выбег ротора» (Стр. 3). «Нехватка работ и недостаточность изучения этой проблемы «продвигает» нас на изучение данной области знаний». 3. Не даны расшифровки сокращений, таких как: ВОД, АДК, ГТД. 4. Из автореферата не ясно, какая схема структуры была предложена? «Предложена структура аэроакустического комплекса в виде системы автоматического контроля параметров газозоудшного потока на срезе сопла турбомашины в виде различного по форме измерительных линий контроля в зависимости от формы контролируемых объектов». (Стр. 41 и пункт 7 основных результатов и выводов). 5. «Развиты методы и средства аэроакустической диагностики на основе применения алгоритмов размещения датчиков и восстановления акустического или газодинамических полей на срезе сопла турбомашин». (Пункт 8 основных результатов и выводов). Но они не приведены в автореферате. 6. На некоторых рисунках нет объяснения принципа работы устройств. Например: на рис. 7, 8, 15, 17, 19, 21, и т.п. 7. Нечетко сформулированы ограничения применимости разработанной ме-

тодики расчета «единого поля комплексированных волоконно-оптических датчиков для реализации комплексных систем аэроакустической картографии, дополненные методами и средствами измерений газодинамических параметров потока в проточной части и на срезе сопла турбомашин, с учетом необходимости использования в них универсальных типов датчиков». (Стр. 37).

Представленные замечания не снижают общей ценности и научной значимости, представленных в докторской диссертации результатов, их новизны и достоверности.

3. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, подписанный профессором кафедры «Технология производства и эксплуатации двигателей летательных аппаратов», доктором технических наук, профессором Силуяновой М.В. Отзыв положительный. Замечания: 1. Можно ли использовать разработанные математические модели в составе систем автоматизированного проектирования ТРДД, для повышения надежности и достоверности контроля? 2. на стр. 49 в Выводах отмечено: «Разработана эмпирическая формула шума генерируемого дефектом проточной части турбомашин в виде 1D-формата представления данных измерений», и как эту формулу шума дефектной лопатки перенести на реальный ГТД для решения вопросов диагностики на ранней стадии?

4. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, подписанный заведующим кафедрой «Физика и техника оптической связи», доктором физ.-мат. наук, профессором Раевским А.С. Отзыв положительный. Замечания: 1. Недостатком автореферата является использование слишком сложных словесных конструкций при формулировках, в частности, научной новизны, основных результатов работы.

5. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, подписанный, доктором технических наук, профессором кафедры «Теплоснабжения, вентиляции и гидромеханики Закируллиным Р.С. Отзыв положительный. Замечания: 1. Из автореферата неясно « на 26 стр. Исследования проводились на режиме холодной прокрутки НК-8 и от независимого источника с опорным зон-

дирующим потоком» (пропущено слово « с помощью»)? 2. И как могут быть перенесены результаты на реальные двигатели разных мощностей, ведь в этом случае могут возникать резонансные явления и составляющая шума дефекта может быть потеряна?

6. ООО «Управляющая компания «КЭР - Холдинг», г. Казань, подписанный, доктором технических наук, главным конструктором Новиковым Е.А. Отзыв положительный. Замечания: 1. В автореферате отсутствует информация, как будет изменяться масштаб турбулентности при внесении дефектов в проточную часть турбомашин? 2. Нет информации о влиянии псевдозвука на акустические измерения?

7. ГАОУВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Институт математики и механики им. Н.И.Лобачевского, г. Казань, подписанный, доктором технических наук, доцентом кафедры «Общей математики» Абзалиловым Д.Ф. Отзыв положительный. Замечания: 1. В Таблице 1 Критерии диагностирования – даны избыточные данные в колонках таблицы « Холодная прокрутка», «Статор» и « Ротор», имеющие одинаковые значения параметров для каждого критерия диагностирования неисправностей 5,25 и 50%. 2. К пояснению рисунка 5 - Распределение УЗД за эталонной лопаткой в треть/октавных полосах частот в зависимости от режима G при положении микрофона $x/l=0,5$ – сказано, что « Выше частоты 6,3 кГц наблюдаются заметные увеличения шума и значительный рост виден в области частот от 12,5кГц до 20кГц, достигающий максимума на частоте 20кГц.» в то время как на самом рисунке данные приведены до 18кГц. 3. По автореферату не ясно привлекались ли автором уравнения движения Навье-Стокса для оценки параметров выходного газового потока турбореактивного двигателя для случаев ламинарного и турбулентного потоков.

8. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, подписанный Проректором по науке и инновациям, доктором физ-мат. наук, доцентом Осиповым О.В. Отзыв положительный. Замечания: 1. В автореферате нет информации о первичных преобразователях информации для контроля акустических и газодинамических параметров на сре-

зе сопла с помощью АДК Пилон. 2. В анализе дефектов нет информации по другим видам дефектов: наплывов, нагаров, изменение зазоров лабиринтных уплотнений?

9. ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет», г. Ижевск, подписанный Заведующий кафедрой «Техносферная безопасность», доктором технических наук, профессором Севастьяновым Б.В. Отзыв положительный. Замечания: 1. Наблюдается перегруженность иллюстративного материала. 2. Объем завышен. 3. Нет данных о проведенных расчетах на прочность элементов системы АДК Пилон?

10. Набережночелнинский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны, подписанный Первым заместителем директора – профессор, доктором технических наук Симоновой Л.А. Отзыв положительный. Замечания: 1. На стр. заменена общепринятая терминология холодная прокрутка встречается термин холодный пуск; на стр. 35 присутствует стилистическая ошибка: «Си» пробел «и». 2. Главе 3 не отмечено наличие псевдозвука, который существенно может изменить диагностические характеристики?

11. ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации», г. Москва, подписанный Заведующий кафедрой «Двигатели летательных аппаратов», доктором технических наук, профессором Машошиным О.Ф. Отзыв положительный. Замечания: 1. На мой взгляд, работа перегружена количеством глав(7 глав). Достаточно было автору сформировать 5 глав. 2. Из автореферата не совсем ясно – возможно ли применение метода аэроакустической картографии не только на срезе сопла турбомашин(газогенератора). 3. Судя по тексту автореферата, автор вольно интерпретирует и излагает основной текст диссертации. Так на стр. 17 утверждается, что «... на сегодняшний день существует недостаточно средств сканирования для реализации акустического метода неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток проточной части турбомашин контролируемых на срезе сопла при холодной прокрутке....», при

этом не раскрыта роль акустико-эмиссионного метода; на стр.18 автореферата делается заключение, что: «... математическая модель позволяет определить и место дефекта...», с чем сложно согласиться.

12. ФГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт» г. Альметьевск, подписанный Заведующий кафедрой «Нефтегазового оборудования и технологии машиностроения», доктором технических наук, профессором Алиевым М. М. Отзыв положительный. Замечания: 1. Во многих пунктах отсутствует краткость изложений полученных результатов.

13. Казанский авиационный завод им. С.П. Горбунова филиал ПАО» Туполева» г. Казань, подписанный директором конструкторского бюро казанского центра КАЗ им. С.П. Горбунова – филиал ПАО «Туполев», кандидатом технических наук, Найшулером Б.И. Отзыв положительный.

Указанные недостатки не снижают положительной оценки диссертационной работы Виноградова В.Ю. Тема актуальна, а сама работа выполнена на высоком уровне.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что: Ившин Игорь Владимирович, профессор, доктор технических наук, профессор, является крупным специалистом в области акустической и параметрической диагностики авиационных ГТД; Снигерев Борис Александрович, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, является крупным специалистом в области математического моделирования открытых систем; Бурдин Антон Владимирович, доцент, доктор технических наук, профессор, является крупным специалистом в области оптики, радиофотонных средств и методов преобразования сигналов.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», является старейшим и известнейшим вузом Российской Федерации, общепризнанным лидером российской высшей школы в области подготовки специалистов в области разработки методов контроля и диагностики турбомашин, в условиях эксплуатации.

Все оппоненты и представители ведущей организации имеют достаточное количество публикаций, близких по тематике с диссертацией соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны концепция и научные основы аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля на срезе сопла турбомашин с использованием акустоэлектрических и газодинамических методов контроля и комплексного подхода с применением волоконно-оптических методов, позволяющих, в отличие от существующих, локализовать дефектные лопатки в пространстве турбомашин и определить типы их дефектов;

предложен новый подход к построению комбинированных систем неразрушающего контроля; принципы развития концепции и разработки теории и техники аэроакустической картографии; в разработке принципов построения систем аэроакустической картографии на основе акустоэлектрических методов и средств измерений, в том числе дополненных газодинамическими методами и средствами измерений, а также разработке комплексного подхода для их реализации с использованием волоконно-оптических методов и средств измерений; в разработке особенностей построения и калибровки каналов измерений в условиях получения информации на срезе сопла при холодной прокрутке турбомашин; в алгоритмизации принципов картографической визуализации дефектных лопаток в пространстве турбомашин с учетом их местонахождения и определения типа дефекта;

доказана перспективность применения разработанных подходов для улучшения метрологических и технико-экономических характеристик, а также расширения функциональных возможностей систем аэроакустической картографии на срезе сопла для контроля состояния рабочих лопаток проточной части турбомашин при ее холодной прокрутке;

введено новое понятие «**Аэроакустическая картография** как метод неразрушающего контроля, который подразумевает: совокупность методов акустоэлектрических формирующих 1D формат измерения, газодинамических и акустоэлектрических формирующие 2D формат измерений и реализация акустоэлектри-

ческих и газодинамических методов на базе волоконно-оптических распределенных сенсорных систем формирующих в дальнейшем 3D формат измерения данных, позволяющих определять, выявлять неисправности рабочих лопаток турбомашин на ранней стадии их развития на срезе сопла при их холодной прокрутке.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, определяющие информационные и метрологические преимущества аэроакустической картографии на срезе сопла с отдельным или расширенным комплексным использованием акустоэлектрических, газодинамических и волоконно-оптических методов контроля состояния рабочих лопаток турбомашин при их холодной прокрутке с принятием решения о наличии дефектных рабочих лопаток с определением их пространственной локализации и типом дефектов;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы теоретические и эмпирические методы исследований: теория акустических аналогий и генерации звука; аппарат классических уравнений акустики и акустоэлектрических преобразований; математическое моделирование; математический аппарат интегральных преобразований Фурье, уравнений Эйлера, Керла, Пауэла, Джона Фокс Вильямса; использовались методы теории подобия и размерностей газовых потоков; математический аппарат оптомеханики волоконных световодов при воздействии на них акустических и газодинамических полей; теория вероятностей, методы математической статистики и обработки экспериментальных результатов.

изложены теоретические положения и аргументы предложенных методов комплексной диагностики рабочих лопаток турбомашин в реальном масштабе времени на ранней стадии их развития при повышенной точности; проанализированы перспективные направления развития аэроакустических систем контроля рабочих лопаток турбомашин при их холодной прокрутке, использующих разработанные способы и датчики для проведения измерений с учетом программно-определяемого подхода.

раскрыта проблема взаимосвязи акустических и газодинамических характеристик газового потока на изменение геометрии проточной части турбомашин и критерии их оценки, что позволило разработать адаптивную математическую модель взаимодействия шума дефектной лопатки проточной части турбомашин с параметром неравномерности давления, а применение волоконно-оптических сенсорных систем позволило разработать зависимости использовать смещение положения характерных участков в спектре для визуализирования дефектных лопаток в 3D формате представления данных измерений с использованием методов пассивной пространственной локации и определения типа дефекта.

изучены возможности применения аэроакустической картографии на срезе сопла с использованием волоконно-оптических сенсорных систем, основанных на влиянии параметров преобразования на акустический спектр выходного газозвушного потока; получено соотношение определяющая их взаимосвязь с местом дефектной лопатки и типом дефекта, направленные на повышение информативности и уровня алгоритмизации неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток и обеспечивающие получение данных в условиях параметрической и структурной неопределенности газо-воздушного потока, как по контролируемым внутренним сечениям проточной части, так и по выходному сечению на срезе сопла турбомашин.

проведена модернизация (усовершенствование) методов для создания систем неразрушающего контроля технического состояния рабочих лопаток турбомашин на основе внешнего формирования в проточной части турбомашин зондирующего газозвушного потока, обеспечивающего ее холодную прокрутку, существующих алгоритмов, математических моделей основанных на анализе акустоэлектрических, газодинамических и волоконно-оптических методов контроля направленных на принятие решения о наличии дефектных рабочих лопаток с определением их пространственной локализации и типов дефектов в одномерном (1D), двумерном (2D) и трехмерном (3D) форматах по пространству турбомашин с указанием на предполагаемый тип дефекта.

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

разработаны и внедрены научно-технические основы построения, проектирования и алгоритмическое обеспечение оптико-электронной аппаратуры, реализованные в виде информационных измерительных систем, акустоэлектрических, газодинамических, волоконно-оптических методов, приборов и устройств, датчиков соответствующего типа, программных средств и методик проектирования систем аэроакустической картографии направленных на улучшение метрологических и технико-экономических характеристик а также расширении функциональных возможностей систем неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток проточной части турбомашин при ее холодной прокрутке, которые были внедрены и использованы при выполнении хоздоговорных и госбюджетных НИР, выполняемых в КНИТУ-КАИ. Данное положение подтверждено наличием соответствующих актов о внедрении от: СТБ «Техсервис» (г. Москва); ОАО КПП «Авиамотор», ООО «Паритет» (г. Казань); ООО «Меркадо», ООО ЦДС «Автопомощь» (г. Набережные Челны). Результаты исследований использовались в рамках выполнения госбюджетных НИР по программам Минобразования РСФСР и Минобрнауки РФ с 1995 г. по настоящее время, в частности, «Ассиметрия» (по проектной и базовой частям госзадания 2017-2019 гг.);

разработаны и внедрены в учебном процессе программные средства моделирования формирования аэроакустической картографии на срезе сопла как метода неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин при их холодной прокрутке. Программные средства позволили повысить эффективность и качество подготовки бакалавров в области диагностики и обеспечения безопасности технологических процессов и оборудования в ФГБОУ ВО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева по направлениям 13.03.01. Теплоэнергетика и теплотехника; 13.03.03. Энергетическое машиностроение; 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, что подтверждено актами внедрения.

определены перспективы использования разработанных методов и средств для совершенствования аэроакустических систем неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток проточной части турбомашин на срезе сопла, и по периферии при их холодном пуске;

создана система практических рекомендаций по проектированию систем аэроакустической картографии на основе акусто-электрических методов и средств измерения; систем на основе комплексного использования акусто-электрических и газодинамических методов и средств измерений; систем аэроакустической картографии на основе мультиплексированных волоконно-оптических датчиков точечного, квазираспределенного и распределенного типов, реализующих комплексное решение на основе акустических, газодинамических и волоконно-оптических методов измерительного преобразования; помимо этого разработаны практические рекомендации по проектированию, расчету, выбору элементной базы, создания подсистем контроля и управления указанными выше системами, на основе, которых созданы экспериментальные установки, и опытные образцы для проведения исследований структуры газо-воздушного потока в элементах проточной части турбомашин, при различных режимах истечения струи;

представлены методические рекомендации по проектированию и расчету указанных систем аэроакустической картографии с использованием акустоэлектрических и газодинамических методов контроля и комплексного подхода с применением волоконно-оптических сенсорных систем для задач комплексной регистрации одновременно действующих физических полей различной природы и структуры;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном измерительном оборудовании ведущих мировых производителей, обладают воспроизводимостью в установленных отраслевыми стандартами условиях проведения эксперимента; получено качественное и количественное совпадение результатов математического моделирования с результатами физических экспериментов; ре-

зультаты измерений опытных образцов измерительных систем сравнивались с измерениями поверенных приборов и датчиков более высокого класса;

теория построена на общеизвестных положениях аэроакустических аналогий и генерации звука, математический аппарат оптомеханики волоконных световодов при воздействии на них акустических и газодинамических полей; согласуется с известными положениями фундаментальных наук, с данными экспериментов и результатами исследований других авторов, а также с результатами эксплуатации созданных устройств;

идея базируется на анализе передовых исследований и разработок в области неразрушающих методов контроля; математический аппарат оптомеханики волоконных световодов при воздействии на них акустических и газодинамических полей; теории точечных, квазираспределенных и распределенных методов волоконно-оптических измерений с использованием волоконных брэгговских решеток и интерферометров Фабри-Перо; методе Ильина-Морозова для зондирования указанных типов волоконно-оптических датчиков;

использовано сравнение авторских данных, с данными полученными другими исследователями по рассматриваемой и смежной тематикам;

установлено качественное и количественное совпадение результатов математического моделирования с результатами физических экспериментов, показано преимущество предложенной автором аэроакустической картографии на срезе сопла с использованием волоконно-оптической сенсорной системы с возможностью получения максимальной акустической информации с датчиков по срезу сопла турбомшины путем решения задач математического моделирования и восстановления оптико-акустических параметров в акустическом поле;

использованы апробированные корректные методы статистического анализа достоверности полученных результатов.

Личный вклад соискателя состоит: в научно-техническом обосновании концепции и разработке теории и техники аэроакустической картографии; в разработке принципов построения систем аэроакустической картографии на основе акустоэлектрических методов и средств измерений, в том числе дополненных га-

зодинамическими методами и средствами измерений, а также разработке комплексного подхода для их реализации с использованием волоконно-оптических методов и средств измерений; в разработке особенностей построения и калибровки каналов измерений в условиях получения информации на срезе сопла при холодной прокрутке турбомашин; в алгоритмизации принципов картографической визуализации дефектных лопаток в пространстве турбомашин с учетом их местонахождения и типа дефекта; участии в опытной эксплуатации стендов и макетов и проведении оценки эффективности применения систем аэроакустической картографии; определении направлений дальнейшего развития научных исследований по указанной тематике; в апробации, опубликовании и внедрении результатов исследования; в обработке данных и анализе полученных результатов, их обобщении в виде выводов и рекомендаций.

Все теоретические и экспериментальные результаты получены автором лично, либо при его определяющем участии. Работы, отражающие основные результаты диссертации, написаны автором единолично или под его руководством с членами научного коллектива.

Работа на завершающей стадии выполнена в рамках государственного задания на выполнение работ по организации научных исследований по ТЗ 8.6872.2017/8.9 программы «Асимметрия», что подтверждено соответствующим актом внедрения.

Основные публикации по теме диссертации подготовлены лично соискателем.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» по пунктам:

1. «Научное обоснование новых и усовершенствование существующих методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» (разработаны метод неразрушающего контроля рабочих лопаток проточной части турбомашин при холодном пуске, основанный на развитии теории и техники аэроакустической картографии по окружности и сечению среза сопла газо-воздушного тракта турбомашин с улучшенными метрологическими характеристиками; методики регистрации и математической обработки

информации, полученной в ходе комплексного исследования газо-воздушного потока турбомашин с целью расширения функционального назначения систем и средств автоматизированного определения местонахождения дефектных лопаток и типа дефекта).

2. «Разработка и оптимизация методов расчета и проектирования элементов, средств, приборов и систем аналитического и неразрушающего контроля с учетом особенностей объектов контроля» (впервые разработаны математические модели возмущенного (дефектного) и невозмущенного (бездефектного) газо-воздушного потока в проточной части турбомашин, основанные на экспериментальных данных априорных измерений; модель позволяет определять влияния динамических нагрузок на изменение акустических характеристик выходного потока по окружности и сечению среза сопла турбомашин; определены местоположения дефектных лопаток и типы дефектов с возможностью прогнозирования качества работы динамической системы турбомашин с учетом и без учета внешних факторов и постановки частных задач неразрушающего контроля для научных исследований в различных областях науки и техники).

6. «Разработка алгоритмического и программно-технического обеспечения процессов обработки информативных сигналов и представление результатов в приборах и средствах контроля, автоматизация приборов контроля» (разработаны алгоритмы неразрушающего контроля представления результатов в 1D, 2D, 3D форматах представления данных картограмм параметров, методики контроля турбомашин при различных режимах работы, системы автоматизированного диагностического контроля турбомашин по газодинамическим и акустическим параметрам потока, измеренным на срезе сопла).

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» по пунктам:

1. «Исследование и разработка новых методов и процессов, которые могут быть положены в основу создания оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов различного назначения» (создана теория аэроакустической картографии через отклик математического моделирования на внешнее и внут-

ренное зондирование газо-воздушным потоком рабочих лопаток проточной части турбомашин; разработаны принципы построения сенсорных систем, использующих указанные структуры в качестве ВОД).

Диссертация Виноградова В.Ю. представляет законченное, самостоятельное и целостное исследование, обладающее несомненной научной новизной, теоретической и практической ценностью, в котором решена актуальная задача улучшения метрологических, технико-экономических и экологических характеристик, а также расширения функциональных возможностей систем неразрушающего контроля технического состояния рабочих лопаток турбомашин, основанного на создании и развитии теории и техники аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля, реализуемого на срезе сопла турбомашин, с использованием акустоэлектрических и газодинамических методов контроля, а также комплексного подхода с применением волоконно-оптических методов, позволяющего в отличие от существующих локализовать дефектные лопатки в пространстве турбомашин и определить типы их дефектов.

На заседании 27 декабря 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Виноградову В.Ю. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 26 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» и 5 докторов наук по специальности 05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы», участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 5 человек, проголосовали: за – 26, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета

Ю.К. Евдокимов

Ученый секретарь диссертационного совета

Е.С. Денисов

Дата оформления Заключения 27.12.2019 г.