

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.005.0 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТА АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОМЕТРИИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «8» ноября 2016 г. № 4

О присуждении Двойнишникову Сергею Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Многопараметрическая триангуляция геометрии динамичных объектов в фазово-неоднородных средах» по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «20» июля 2016 г. протокол № 3 диссертационным советом Д 003.005.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматки и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 1, приказ Минобрнауки России 105/нк от 11 апреля 2012 года.

Соискатель Двойнишников Сергей Владимирович 1983 года рождения.

В 2006 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный университет» (НГУ), в 2009 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Разработка оптоэлектронных систем для измерения 3D геометрии крупногабаритных объектов на основе пространственно-временной модуляции источника оптического излучения» защитил в 2009 году в диссертационном совете, созданном на базе Сибирской Государственной геодезической академии. Работает старшим научным сотрудником в Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории проблем теплопереноса (№6.1) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный консультант – Меледин Владимир Генриевич, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Чугуй Юрий Васильевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Конструкторско-технологический институт научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук, директор,

Спектор Александр Аншелевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Новосибирской государственной технической университет, заведующий кафедрой,

Мазуров Борис Тимофеевич, доктор технических наук, доцент, Сибирский государственный университет геосистем и технологий, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук (ИТПМ СО РАН), г.Новосибирск в **своем положительном заключении, подписанном**

Шиплюком Александром Николаевичем, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН, директор ИТПМ СО РАН; Бойко Виктором Михайловичем, д.ф.-м.н., заведующим лабораторией «Оптических методов диагностики газовых потоков» ИТПМ СО РАН,

указала, что «Представленная к защите диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно и на высоком научном уровне. Она соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, в соответствии с п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013, а ее автор – Двойнишников С.В. заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Соискатель имеет 110 печатных работ, из них 15 статей в периодических изданиях, рекомендованных ВАК для публикации материалов докторских диссертаций, 11 патентов Российской Федерации, 14 статей, индексированных международными базами научного цитирования WOS и SCOPUS.

Наиболее значимые публикации по теме диссертации:

1. Двойнишников С.В. Устойчивый метод расшифровки интерферограмм с пошаговым

2. Dvoynishnikov S. Development methods of steam turbines 3D geometry optical control for effective heat power equipment quality improvement // European Physical Journal. -Vol. 76, 2014. – Pp. 1003-4.
3. Двойнишников С.В., Меледин В.Г., Куликов Д.В., Павлов В.А., Рахманов В.В. Способ облачной триангуляции толщины горячего проката // Патент РФ № 2574864, приоритет 15.09.2014, зарегистрировано 15.01.2016.
4. Двойнишников С.В., Аникин Ю.А., Кабардин И.К., Куликов Д.В., Меледин В.Г. Оптоэлектронный метод бесконтактного измерения профиля поверхности трехмерных крупногабаритных объектов сложной формы // Измерительная техника №1, 2016. – С.13-17.
5. Двойнишников С.В. Устройство для создания двойных изображений // Патент РФ № 100955, приоритет 20.08.2010, зарегистрировано 10.01.2011.
6. Двойнишников С.В., Меледин В.Г., Главный В.Г., Наумов И.В., Чубов А.С. Оценка оптимальной частоты пространственной модуляции излучения 3D-измерений // Измерительная техника №5, 2015. – С.24-27.
7. Двойнишников С.В., Бакакин Г.В., Главный В.Г., Кабардин И.К., Меледин В.Г. Способ триангуляционного измерения толщины листовых изделий // Патент РФ № 2537522, приоритет 01.07.2013, зарегистрировано 10.01.2015.
8. Naumov I.V., Dvoynishnikov S.V., Kabardin I.K., Tsoy M.A. Vortex breakdown in closed containers with polygonal cross sections // Physics of Fluids. 2015, Vol. 27 (12). - P.124103.
9. Двойнишников С.В., Рахманов В.В., Меледин В.Г., Куликов Д.В., Аникин Ю.А., Кабардин И.К. Экспериментальная оценка применимости лазерных триангуляторов для измерений толщины горячего проката // Метрология №12, 2014. - С. 9 - 21.
10. Кабардин И.К., Двойнишников С.В., Меледин В.Г., Наумов И.В., Елисеев И.А., Рахманов В.В. Оптический способ измерения мгновенного поля толщины прозрачной пленки // Патент РФ № 2506537, приоритет 30.01.2012, зарегистрировано 10.02.2014.
11. Двойнишников С.В., Меледин В.Г., Куликов Д.В. Устройство для триангуляционного измерения толщины листовых изделий // Патент РФ № 139156, приоритет 27.11.2013, зарегистрировано 12.03.2014.
12. Главный В.Г., Пененко А.В., Двойнишников С.В. О статистической оценке ошибки оператора СЛАУ в задаче калибровки лазерного измерителя толщины горячего проката // Сибирские электронные математические известия – 2013 г.- часть I - С.16-27.
13. Двойнишников С.В., Меледин В.Г. Способ бесконтактного измерения геометрии трехмерных объектов. Патент РФ № 2439489, приоритет 15.09.2010, зарегистрировано 10.01.2012.
14. Куликов Д.В., Двойнишников С.В., Аникин Ю.А., Меледин В.Г., Наумов И.В., Кротов С.В., Главный В.Г., Рахманов В.В., Бакакин Г.В., Павлов В.А., Шпольвинд К.В., Кабардин И.К., Чубов А.С. Лазерное устройство для измерения воздушного зазора электрической машины // Патент РФ №2469264, приоритет 08.07.2011, зарегистрировано 10.12.2012.
15. Двойнишников С.В., Меледин В.Г., Шпольвинд К.В. Метод компенсации нелинейности тракта источник–приемник оптического излучения при 3D-измерениях на основе фазовой триангуляции // Измерительная техника, 2012. - №2. - С. 12-16.
16. Кабардин И.К., Рахманов В.В., Меледин В.Г., Елисеев И.А., Двойнишников С.В. Оптический метод измерения мгновенного поля толщины пленки жидкости на основе полного внутреннего отражения // Теплофизика и аэромеханика, 2012. - Том 19. - С. 89-

17. Двойнишников С.В., Меледин В.Г. Способ бесконтактного измерения линейных размеров трехмерных объектов // Патент РФ №2433372, приоритет 10.09.2009, зарегистрировано 10.11.11.
18. Куликов Д.В., Аникин Ю.А., Двойнишников С.В., Меледин В.Г. Лазерная технология определения геометрии ротора под нагрузкой // Электрические станции, 2010. - №7. - С. 39-43.
19. Двойнишников С.В., Куликов Д.В., Меледин В.Г. Оптоэлектронный метод бесконтактного восстановления профиля поверхности трехмерных объектов сложной формы // Метрология № 4, 2010. – С. 15-27.
20. Двойнишников С.В., Аникин Ю.А., Главный В.Г., Меледин В.Г. Способ бесконтактного измерения линейных размеров трехмерных объектов // Патент РФ № 2334195, приоритет от 29.05.2006, зарегистрировано 20.09.2008.

На автореферат поступили следующие положительные отзывы:

А. Отзыв В.Я. Черепанова, д.т.н., научного консультанта Сибирского государственного ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института метрологии, заслуженного метролога РФ, содержит следующие замечания:

- При постановке задач автору следовало бы указать сведения, конкретизирующие характер исследуемых объектов, их удаленность от излучателя, свойства и градиенты параметров среды, а также требования к метрологическим характеристикам исследуемых методов и средств измерений.
- К сожалению, в автореферате отсутствуют сопоставления полученных результатов с данными других авторов, в том числе, зарубежных.
- Для подтверждения достоверности полученных результатов было бы желательно провести контрольные измерения с помощью традиционных методов, в том числе, в условиях «идеальной» среды.
- Необходимо также указать границы применимости полученных результатов для различных объектов, скорости их движения и значений градиентов в многофазной структуре газовой среды.

В. Отзыв М.С. Хайретдинова, д.т.н., главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, содержит следующие замечания:

- На стр. 15 автореферата отсутствует обоснование эргодичности рассматриваемых процессов в терминах математической статистики (в узком, в широком смысле). Как с гипотезой эргодичности согласуется утверждение об общей устойчивости метода облачной

триангуляции к нестационарным искажениям термоградиентной среды?

- На рис. 1,2 не определена по тексту погрешность \square .
- В тексте автореферата (стр. 14) отсутствует обоснование выбора вида нелинейности функции для метода дополнительной коррекции и связь ее с погрешностью: как ее выбор влияет на погрешность?

С. Отзыв С.М. Дмитриева, д.т.н., профессора, ректора Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева» (НГТУ) и А.Е. Хробостова, к.т.н., директора Института ядерной энергетики и технической физики НГТУ, содержит следующие замечания:

- В автореферате указано, что погрешность измерений методом дифференциальной облачной триангуляции в лабораторных и промышленных условиях отличается в 10 раз. Непонятно, чем принципиально отличались условия измерения, что привело к такому различию погрешностей.
- На рисунке 17 показаны результаты измерения толщины листа разработанным измерительным комплексом и контактным микрометром. При этом, результаты измерения микрометром лежат неравномерно по длине листа. Неясно, как контролировалась позиция, в которой были выполнены измерения микрометром.

Д. Отзыв А.С. Филиппова, д.т.н., заведующего лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук, содержит следующие замечания:

- В автореферате следовало бы дать расшифровку терминов «многопараметрическая», «оптическая», «триангуляция». Текст содержит также несколько других терминов, понятных только узкому кругу специалистов, о значении которых приходится догадываться («структурированная засветка», «облачные триангуляторы», «масштабирование измерительного объема», «термоградиентные вихри»).
- Следовало бы, помимо упоминания и перечисления разработанного матобеспечения, являющегося неотъемлемой частью диссертации, дать краткое описание самих алгоритмов, привести, хотя бы, общие схемы.
- Имеется некоторое количество опечаток при согласовании падежей, при расстановке запятых в причастных оборотах, а также неточности словоупотребления, иногда затрудняющие понимание текста автореферата.
- Замечания по рисункам. На стр. 21 сказано, что «Достигнута рекордно малая

погрешность измерений в лабораторных условиях на уровне 10^{-6} (рис.7)». Но оцениваемый по рис.7 разброс толщины (0,002 мм), отнесенный к толщине (5,7 мм), составляет величину порядка $\sim 10^{-4}$.

Е. Отзыв В.А. Топчего, д.ф.-м.н., директора Омского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института математики им. С.Л.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, без замечаний.

Диссертант ответил на замечания (см. стенограмму).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией и опытом в области цифровой обработки сигналов и изображений, оптической триангуляции, лазерной физики.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- реализованы новые комплексные методы многопараметрической триангуляции на основе модуляции оптического источника и многомерного регрессионного анализа пространственного и временного ансамблей экспериментальных данных, обеспечившие измерение геометрических параметров статичных и динамичных объектов в фазово-неоднородных средах с рекордно малой погрешностью;
- разработаны и реализованы комплексные методы калибровки высокоточных оптико-электронных триангуляционных измерителей геометрических параметров, основанные на многопараметрическом регрессионном анализе калибровочных данных, устойчивые к искажениям фазово-неоднородной среды, работоспособные как в лабораториях, так и в реальных производственных условиях;
- разработаны программно-аппаратные интерфейсы и программное обеспечение оптико-лазерных промышленных диагностических систем, реализующие методы многопараметрической триангуляции, обеспечивающие формирование баз данных с технологической и учетной информацией о контролируемых геометрических параметрах;
- создан ряд аппаратно-программных информационных диагностических систем и комплексов, реализующих методы многопараметрической триангуляции, адаптированных к характеристикам фазово-неоднородных сред, оптимально приспособленных к реальным условиям отечественного производства, успешно прошедших промышленные испытания и внедренных на металлургических и машиностроительных предприятиях России.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что в диссертации поставлена, обоснована и решена крупная научно-техническая проблема разработки и

реализации триангуляционных методов измерений геометрических параметров статических и динамических объектов в термоградиентных фазово-неоднородных средах, а также создания программно-аппаратных комплексных измерительных систем, ориентированных на применение в научных экспериментах и в промышленных технологиях, обладающих расширенными функциональными возможностями и высокими точностными характеристиками.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) предложены:

- новые методы многопараметрической триангуляции с применением пространственной и временной модуляции оптического источника и статистического анализа структуры фазово-неоднородной среды, обеспечившие точные и устойчивые измерения геометрических параметров статических и динамических объектов в фазово-неоднородных средах;
- методы расшифровки триангуляционных структурированных изображений, основанные на пространственно-временной фильтрации данных, компенсирующем нелинейном преобразовании и многомерной регрессии, позволяющие минимизировать погрешность измерений трехмерных изделий в условиях фазово-неоднородных сред при использовании фотоприемника, динамический диапазон которого ограничен по энергии регистрируемого оптического сигнала;
- радиационно-безопасная технология мониторинга толщины горячего металлопроката на основе многопараметрической синхронной дифференциальной облачной триангуляции, с рекордно малым уровнем погрешности 10^{-6} в лабораторных и 10^{-5} в производственных условиях металлургического горячего цеха.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что на основе полученных результатов и выводов разработаны действующие прототипы аппаратно-программных оптоэлектронных систем для измерения 3D геометрии крупногабаритных объектов на основе методов многопараметрической триангуляции. Они успешно использованы для выполненных впервые с применением пространственно-временной модуляции источника оптического излучения бесконтактных измерений 3D геометрии лопастей рабочих колес лопастно-поворотных турбин в процессе производства ОАО “Силовые машины-ЛМЗ”. Впервые создан действующий оптоэлектронный радиационно-безопасный измерительный комплекс для мониторинга толщины движущегося горячего проката, работа которого основана на методах многопараметрической синхронной дифференциальной облачной триангуляции.

Предназначенный для работы в тяжелых условиях горячего металлургического цеха измерительный комплекс успешно прошел цикл промышленных испытаний, введен в промышленную эксплуатацию в цехе горячего проката ОАО «Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина» в 2013 году и непрерывно работает, обеспечивая метрологию, технологический контроль и учет горячего проката. Результаты работы активно используются в лабораториях ОАО «Силовые машины-ЛМЗ», ОАО «ИОИТ» и ряда институтов СО РАН, а сфера их применения может быть расширена на другие области науки и промышленных технологий. Соискателем получено более 10 патентов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, подтверждены аналитическими исследованиями, математическим моделированием, результатами экспериментальных исследований, длительными промышленными испытаниями и опытом промышленной эксплуатации предложенных и реализованных научных идей, методов и технических решений.

Личный вклад соискателя состоит в том, что основные научные результаты, включенные в диссертацию и выносимые на защиту, получены самостоятельно; постановка задач исследования и научная проблематика разрабатывалась как единолично, так и при участии научного консультанта; разработки измерительных систем на стадиях НИОКР, их практическая реализация и внедрение выполнялись сотрудниками научного коллектива под руководством и при непосредственном участии автора.

На заседании 08 ноября 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Двойнишникову С.В. ученую степень доктора технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве

21 человек, из них 6 докторов наук (отдельно по каждой специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 21, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета
академик РАН



Shalagin

Шалагин Анатолий Михайлович

Ученый секретарь диссертационного совета
д. ф.-м. н.

Ilyich

Ильичев Леонид Вениаминович

«11» ноября 2016