

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института автоматики
и электрометрии СО РАН
академик РАН



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о диссертации Двойнишникова Сергея Владимировича
«Многопараметрическая триангуляция геометрии динамичных
объектов в фазово-неоднородных средах», представляемой на
соискание ученой степени доктора технических наук по
специальности 05.13.18 «Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ».
(выписка из протокола семинара «Информационные технологии
и системы» от 20 июня 2016 г.)

Присутствовали:

д.т.н.	Потатуркин О.И. (председатель семинара)
д.т.н.	Золотухин Ю.Н.
д.т.н.	Зюбин В.Е.
д.т.н.	Лихачев А.В.
д.т.н.	Меледин В.Г.
д.т.н.	Нежевенко Е.С.
д.т.н.	Чугуй Ю.В.
	Булушев Е.Д.

и другие сотрудники ИАиЭ СО РАН – всего 12 человек.

Слушали: Доклад Двойнишникова С.В. по материалам диссертации
«Многопараметрическая триангуляция геометрии динамичных объектов
в фазово-неоднородных средах», представленной на соискание ученой
степени доктора технических наук по специальности 05.13.18
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ»

В обсуждении работы приняли участие д.т.н. Золотухин Ю.Н.,
д.т.н. Потатуркин О.И., д.т.н. Лихачев А.В., д.т.н. Нежевенко Е.С., д.т.н.
Зюбин В.Е. Высказанные замечания касались нечетких формулировок,

недостатков использованной структуры презентации. Обсуждались вопросы практической реализации предложенных методов, положения, выносимые на защиту.

Постановили:

Принять следующее заключение по диссертации Двойнишникова С.В. «Многопараметрическая триангуляция геометрии динамичных объектов в фазово-неоднородных средах»:

1. Тема диссертации является актуальной. Развитие бесконтактных методов измерений геометрических параметров статичных и движущихся объектов в науке и в инновационных промышленных технологиях связано с возможностями оптики, источников излучения и современных систем обработки информации. Методы многопараметрической триангуляции отличаются высокой точностью измерений, но требуют комплексного подхода к решению этой задачи. Широкий спектр научно-технических проблем, возникающих при формировании пространственно-временной структуры оптического излучения и обработке сигналов фотоприемников при измерении динамичных объектов со сложной светорассеивающей структурой поверхности, определяет многообразие способов их преодоления, отличающихся по функциональным возможностям и техническим решениям.

Проблема бесконтактных динамичных измерений геометрии крупногабаритных объектов в условиях фазово-неоднородных сред на момент начала работ оставалась нерешенной. Связано это с тем, что существующие методы и оптико-электронные измерители не в полной мере учитывали искажения оптических сигналов фазово-неоднородной средой и требовали адаптации под свойства измеряемых объектов. Кроме того, они были ориентированы на специалистов самой высокой квалификации, от которых требовалось умение не только профессионально обеспечивать необходимые режимы измерений, но и выявлять физический смысл полученных результатов.

Работа Двойнишникова С.В. посвящена анализу и решению обозначенной научно-технической проблемы и представляет несомненный научный и практический интерес.

2. Диссертационная работа проводилась в лаборатории проблем тепломассопереноса Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН в соответствии с планом исследовательских работ по следующим проектам:

- «Развитие новых экспериментальных методов и создание приборной базы для исследования тепломассообмена в газожидкостных системах со сложной внутренней структурой и

для исследования волновой механики турбулентности», № гос. рег. 0120.0 408653

- Экспериментальное и теоретическое исследование устойчивости и структуры течений гомогенных сред», № гос. рег. 01.2.00 103364

3. Основные научные результаты, полученные Двойнишниковым С.В.:

- разработан метод облачной триангуляции, устойчивый к нестационарным искажениям в фазово-неоднородных средах, на основе модуляции оптического источника и многомерного регрессионного анализа пространственного и временного ансамблей экспериментальных данных;
- предложен устойчивый метод расшифровки триангуляционных структурированных изображений, основанный на пространственно-временной фильтрации данных, компенсирующем нелинейном преобразовании и многомерной регрессии, минимизирующий погрешность измерений с фотоприемником, динамический диапазон которого ограничен по энергии;
- реализованы алгоритмы калибровки триангуляционных измерителей в фазово-неоднородных средах, основанные на многопараметрическом регрессионном анализе калибровочных данных, обеспечивающие вклад процедур калибровки в погрешность измерительных комплексов меньше уровня погрешности позиционирования калибровочного объекта;
- на основе методов многопараметрической триангуляции в фазово-неоднородных средах выполнены бесконтактные натурные измерения трехмерной геометрии лопастей рабочего колеса лопастно-поворотной турбины с погрешностью $5 \cdot 10^{-4}$, подтвердившие работоспособность и эффективность предложенных и реализованных методов расшифровки структурированных изображений для измерения геометрии крупногабаритных объектов;
- предложена, обоснована и апробирована 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.

4. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы, обеспечены аналитическими

исследованиями, математическим моделированием, результатами экспериментальных исследований и длительными промышленными испытаниями реализаций предложенных методов и подходов.

5. Результаты диссертации докладывались на международных, всероссийских и региональных научных конференциях, в том числе:

- International Conference on Computer Science and Environmental Engineering (Beijing, 2015)
- Научно - практическая Internet - конференция «Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики» (Ульяновск, 2015)
- Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные проблемы науки» (Уфа, 2015)
- Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы современной науки» (Стерлитамак, 2015)
- Международная научно-практической конференция «Современное состояние и перспективы развития технических наук» (Уфа, 2015)
- Международная научно-практическая конференция “Фундаментальные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности” (Санкт-Петербург, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2014)
- Международная научно-практическая конференция «Приоритетные направления развития науки» (Уфа, 2014)
- Международная научно-практическая конференция «Инновационные материалы и технологии в машиностроительном производстве» (Новотроицк, 2014)
- Всероссийская научно-практическая конференция «Теплофизические основы энергетических технологий» (Томск, 2013)
- Международная научная конференция «Информационные технологии XXI века» (Хабаровск, 2013)
- Международная научная конференция «Фундаментальные и прикладные проблемы физики» (Саранск, 2013)
- International topical team workshop on Two-phase systems for ground and space application (Italy, 2011)
- Международная конференция "Тепломассообмен и гидродинамика в закрученных потоках" (Новосибирск, 2011)
- Международная научно-техническая конференция «Оптические методы исследования потоков», Москва (2003, 2007),

Основные результаты опубликованы в следующих работах:

1. 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.
2. S. Dvoynishnikov, V. Meledin, V. Pavlov Integrated Assessment Method of Impulse Response in Optical System of 3D Scanner with Phase Triangulation / 2015 International Conference on Computer Science and Environmental Engineering, May 17-18, 2015, Beijing, China (CSEE2015) ISBN: 978-1-60595-240-6. - p. 527-531.
 3. 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.
 4. Dvoynishnikov S., Rakhmanov V. Power installations geometrical parameters optical control method steady against thermal indignations // EPJ Web of Conferences, № 82, 2015. pp. 01035-3. DOI: 10.1051/epjconf/20158201035
 5. Рахманов В.В., Кабардин И.К., Двойнишников С.В. Синхронная визуализация волнового пленочного течения на вращающемся диске // Международный научно-исследовательский журнал №11 (42), Часть 2. Декабрь 2015. – С.89-91.
 6. 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.
 7. S.Dvoynishnikov, V.Meledin, G.Bakakin, D.Kulikov Laser Cloudy Triangulation Method for Geometrical Measurements Under the Optical Refraction Conditions / 2015 International Conference on Computer Science and Environmental Engineering, May 17-18, 2015, Beijing, China (CSEE2015) ISBN: 978-1-60595-240-6. - p.532-538.
 8. 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.
 9. Dvoynishnikov S. Development methods of steam turbines 3D geometry optical control for effective heat power equipment quality improvement / Thermophysical Basis of Energy Technologies, EPJ Web of Conferences, Vol. 76, 2014. 1003-4
 10. Двойнишников С.В., Меледин В.Г., Куликов Д.В., Павлов В.А., Прибатурина Н.А. Прецизионная диагностика трехмерной геометрии лопастей турбин для гидроэнергетики // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2; URL: www.science-education.ru/108-8795
 11. 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.

12. Ануфриев И.С., Кузнецов Г.В., Шадрин Е.Ю., Шарыпов О.В., Аникин Ю.А., Двойнишников С.В., Куликов Д.В., Рахманов В.В. Исследование структуры вихревого течения в топочной камере нового типа методом цифровой трассерной визуализации // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 4. – с. 31-35.
13. Меледин В.Г., Кротов С.В., Бакакин Г.В., Двойнишников С.В., Наумов И.В., Павлов В.А., Рахманов В.В., Садбаков О.Ю. Лазерная доплеровская анемометрия горячего проката // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2; URL: www.science-education.ru/108-8812
14. 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, ISSN 0368-1025. №2 2012, С. 12-16.
15. Куликов Д.В., Меледин В.Г., Двойнишников С.В., Аникин Ю.А., Бакакин Г.В., Главный В.Г., Кротов С.В., Павлов В.А., Чубов А.С., Прибатурина Н.А. Метод лазерной диагностики динамической формы вращающихся объектов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2; URL: www.science-education.ru/108-8793
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 89-95.
17. I. Kabardin, V. Meledin, S. Dvoynishnikov The investigation of hydraulic jump disruption in liquid film flow on a surface of a rotating disk // 6-th international topical team workshop on Two-phase systems for ground and space application, books of abstracts.- Italy.- 2011.- p.98.
18. 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.
19. Куликов Д.В., Аникин Ю.А., Двойнишников С.В., Меледин В.Г. Лазерная технология определения геометрии ротора под нагрузкой // Электрические станции №7, 2010. - С. 39-43.
20. Двойнишников С.В. Устойчивый метод расшифровки интерферограмм с пошаговым сдвигом / Компьютерная оптика, Т. 31, №2, апрель-июнь 2007.- С.21-25.

6. Личный вклад автора включает основные научные результаты, включенные в диссертацию и выносимые автором на защиту. Постановка задач исследования и научная проблематика разрабатывалась диссидентом как единолично, так и при участии научного консультанта д.т.н. В.Г. Меледина. Разработки измерительных систем на стадиях НИОКР, их практическая реализация и внедрения выполнялись сотрудниками научного коллектива под руководством и при непосредственном участии автора.

7. На основе вышеизложенного, семинар постановил считать диссертационную работу С.В. Двойнишникова «Многопараметрическая триангуляция геометрии динамичных объектов в фазово-неоднородных средах» удовлетворяющей требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук, и рекомендовать к защите по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Председатель семинара
д.т.н.

О.И. Потатуркин

Секретарь семинара
д.т.н.

А.В. Лихачев