

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.347.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РФ, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от «10» марта 2026 г. протокол № 1

О присуждении - Кравченко Максиму Сергеевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка измерительного комплекса на основе метода цифровой спекл-интерферометрии для прецизионного контроля деформаций при термовакуумных испытаниях» по специальности 2.2.6 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы», принята к защите «23» декабря 2025 г., протокол № 8, диссертационным советом 24.2.347.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012 г., приказ об утверждении № 561/нк от 03.06.2021 г.

**Соискатель** Кравченко Максим Сергеевич, «08» июня 1994 года рождения.

В 2014 году Кравченко Максим Сергеевич окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет» по направлению подготовки «Оптотехника», присуждена квалификация «Бакалавр техники и технологий», в 2016 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» по направлению подготовки «Прикладная информатика», присуждена квалификация «Магистр».

С 2022 года по настоящее время Кравченко М.С. обучается в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматизации и электротехники Сибирского отделения Российской академии наук по направлению подготовки 12.06.01 – «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии», специальность 2.2.6 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы», период обучения с 10.11.2022 г. по 09.11.2026 г.

С 2014 года и по настоящее время Кравченко М.С. работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Конструкторско-технологическом институте научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук в отраслевой научно-исследовательской лаборатории технического зрения (лаборатория № 1–1) на текущий момент в должности научного сотрудника.

**Диссертация выполнена** в отраслевой научно-исследовательской лаборатории технического зрения (лаборатория № 1–1) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Конструкторско-технологического института научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук.

**Научный руководитель** – Завьялов Петр Сергеевич, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Конструкторско-технологический институт научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук, структурное подразделение – дирекция, должность – директор.

**Официальные оппоненты:**

**Двойнишников Сергей Владимирович**, доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН), лаборатория основ безопасности и эффективного использования реакторных установок, заведующий лабораторией;

**Никулин Дмитрий Михайлович**, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и

технологий» (СГУГиТ), кафедра фотоники и приборостроения, заведующий кафедрой

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН), г. Томск, **в своем положительном отзыве**, подписанном доктором технических наук, доцентом Тригубом Максимом Викторовичем, заместителем директора по научной работе, руководителем лаборатории квантовой электроники, главным научным сотрудником лаборатории квантовой электроники; доктором физико-математических наук Пономаревым Юрием Николаевичем, директором отделения спектроскопии атмосферы, главным научным сотрудником лаборатории атмосферной абсорбционной спектроскопии; и утвержденном директором ИОА СО РАН, членом-корреспондентом РАН, доктором физико-математических наук Пташником Игорем Васильевичем, **указала, что:** Диссертационная работа «Разработка измерительного комплекса на основе метода цифровой спекл-интерферометрии для прецизионного контроля деформаций при термовакуумных испытаниях» Кравченко М.С. является законченной и самостоятельной научно-исследовательской работой, выполненной автором на высоком научно-техническом уровне. На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Кравченко Максим Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Всего опубликовано 23 научные работы. По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, из них статей, опубликованных в изданиях согласно перечню ВАК РФ и приравненных к ним рецензируемых научных журналов – 4, работ в других рецензируемых научных изданиях – 7.

Из 11 опубликованных работ 11 написаны в соавторстве. В материалах, опубликованных в соавторстве, результаты, относящиеся к теме диссертационной работы, получены автором лично. Личный вклад соискателя в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 75%. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Общий

объём научных изданий – 7,375 п.л.

**Перечень наиболее значимых работ соискателя, в которых отражено основное содержание диссертационной работы и ее результатов:**

*Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и приравненных к ним:*

1. Высокоточные измерения термодформаций рефлекторов космических аппаратов / П. С. Завьялов, М. С. Кравченко, К. И. Савинов, М. В. Савченко, А. В. Белобородов // Приборы и техника эксперимента. – 2023. – № 1. – С. 120-131. – DOI 10.31857/S0032816222060234.

Переводная версия журнала входит в базу данных Scopus и Web of Science: High Precision Measurements of Thermal Deformations of Spacecraft Reflectors / P. S. Zavyalov, M. S. Kravchenko, K. I. Savinov, M. V. Savchenko, A. V. Beloborodov // Instruments and Experimental Techniques. – 2023. – Vol. 66, No. 1. – P. 127-138. – DOI 10.1134/s0020441222060215.

2. Жимулева Е. С. Разработка телецентрических объективов для систем размерного контроля / Е. С. Жимулева, П. С. Завьялов, М. С. Кравченко // Автометрия. – 2018. – Т. 54. – № 1. – С. 61-70. – DOI 10.15372/AUT20180109.

Переводная версия журнала входит в базу данных Scopus: Zhimuleva, E. S. Development of Telecentric Objectives for Dimensional Inspection Systems / E. S. Zhimuleva, P. S. Zavyalov, M. S. Kravchenko // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. – 2018. – Vol. 54. – No 1. – P. 52-60. – DOI 10.3103/S8756699018010090.

3. Завьялов П. С. Разработка системы контроля и юстировки рефлектора обсерватории "Миллиметрон" / П. С. Завьялов, М. С. Кравченко, Е. С. Жимулева // Автометрия. – 2020. – Т. 56. – № 4. – С. 48-60. – DOI 10.15372/AUT20200406.

Переводная версия журнала входит в базу данных Scopus: Zavyalov, P. S. Control and Positioning System for Reflector of “Millimetron” Observatory: Design and Development / P. S. Zavyalov, M. S. Kravchenko, E. S. Zhimuleva // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. – 2020. – Vol. 56. – No 4. – P. 356-367. – DOI 10.3103/S8756699020040159.

4. Бесконтактная система измерения геометрических параметров решеток ионных двигателей / П. С. Завьялов, Е. В. Власов, А. В. Белобородов, М. С. Кравченко, А. А. Гущина, Д. В. Скоков // Фотоника. – 2023. – Т. 17. – № 8. – С. 622-631. – DOI 10.22184/1993-7296.FRos.2023.17.8.622.631.

*Работы опубликованные в других рецензируемых изданиях:*

5. Development of a two-channel system for monitoring the mirror elements of the Millimetron space observatory / P. S. Zavyalov, S. N. Makarov, A. V. Smirnov, S. D. Fedorchuk, M. F. Stupak, G. Verhoglyad, A. G. Elesin, M. A. Zavyalova, M. S. Kravchenko, D. V. Skokov, E. V. Vlasov, and A. V. Ermolenko // Applied Optics. – 2022. – Vol. 61. – No. 2. – P. 588-596. – DOI 10.1364/AO.441372.

6. Жимулева Е.С., Завьялов П.С., Кравченко М.С. Разработка и исследование телецентрических объективов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – Т. 5. – № 1. – с. 120-124.

7. Завьялов П.С., Кравченко М.С., Уржумов В.В., Куклин В.А., Михалкин В.М. Исследование метрологических характеристик системы PulsESPI применительно к прецизионному контролю термдеформаций // Решетневские чтения. – Красноярск: СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2018. – Т. 1. – с. 107-109.

8. Investigation of the metrological characteristics of the PulsESPI system applied to the precision inspection of thermal deformations / P. S. Zavyalov, M. S Kravchenko, V. V. Urzhumov, V. A. Kuklin, V. M. Mikhalkin // Siberian Journal of Science and Technology. – 2019. – Vol. 20, No 2. – P. 210-218. – DOI 10.31772/2587-6066-2019-20-2-210-218.

9. Завьялов П.С., Кравченко М.С., Жимулева Е.С. Применение метода ножа Фуко для адаптации зеркальной системы обсерватории "Миллиметрон" // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 8. – № 1. – с. 27-34.

10. Approach to controlling the position of the space observatory "Millimetron" mirror elements by the high-precision system / Zavyalov P.S., Makarov S.N., Smirnov A.V., Fedorchuk S.D., Stupak M.F., Verhoglyad A.G., Elesin A.G., Zavyalova M.A., Kravchenko M.S., Skokov D.V., Vlasov E.V., Ermolenko A.V. // ITNT-2022 – Samara, 2022. – pp. 1-5, DOI 10.1109/ITNT55410.2022.9848723.

11. Высокоточная двухступенчатая система контроля положения зеркальных элементов космической обсерватории «Миллиметрон» / П. С. Завьялов, А. Г. Верхогляд, М. С. Кравченко, С. Н. Макаров, А. Г. Елесин, Д. С. Скоков, А. В. Ермоленко, М. Ф. Ступак, М. А. Завьялова, Е. В. Власов // ИТНТ-2022: сборник трудов. Т. 2. – Самара: Самарский университет, 2022. – С. 23002.

**На диссертацию и автореферат поступило 4 отзыва (все положительные).**

**1. Чеблакова Елена Анатольевна**, кандидат физико-математических наук, Общество с ограниченной ответственностью «Экспасофт», аналитик. Отзыв без замечаний.

**2. Данилов Олег Евгеньевич**, кандидат педагогических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В.Г. Короленко», проректор по научной и международной деятельности, кафедра математики и информатики, доцент. Замечания: 1) Нет информации об объектах, которые использовались для измерений в термовакуумной камере; 2) Не раскрывается вопрос о том, каким образом учитывается разница в отражающей способности разных материалов при измерении (углепластик в реальных измерениях, алюминий при испытаниях спекл-интерферометра).

**3. Архипов Михаил Юрьевич**, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, старший научный сотрудник. Замечания: 1) Не приводятся методы сглаживания корреляционных спекл-интерферограмм. А судя по программному обеспечению для обработки изображений, интерферограмм, и полученных карт деформаций (написанное на Python) они есть; 2) В выводах по главам и заключении преимущественно констатируется проделанная работа. Рекомендации по дальнейшим исследованиям, развитию методики или аппаратной части сформулированы в самом общем виде и не конкретны.

**4. Сейфи Наталья Андреевна**, кандидат технических наук, Новосибирский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук «Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники», отдел телевидения и тепловидения, младший научный сотрудник. Отзыв без замечаний.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** близостью решаемых ими научных задач к тематике диссертационной работы Кравченко М.С., их широкой известностью своими достижениями в данной области науки, наличием публикаций в

соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации. Официальный оппонент д.т.н., Двойнишников С. В. – известный ученый в области исследования деформаций крупногабаритных конструкций, автор более 200 научных публикаций. Официальный оппонент к.т.н., доцент Никулин Д. М. – специалист в области интерферометрических методов прецизионных измерений, имеет более 70 публикаций. Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева» Сибирского отделения Российской академии наук, широко известна своими достижениями в области интерферометрического анализа волновых полей. Значительная часть исследований по указанной тематике выполняется в отделении спектроскопии атмосферы, научная деятельность которой связана с разработкой лазерных устройств и созданием приборов аналитического контроля воздушных и водных сред.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** математическая модель, описывающая влияние ошибки формирования пространственного фазового сдвига на погрешность измерений деформаций методом цифровой спекл-интерферометрии;

**доказана** необходимость применения телецентрических объективов для уменьшения подобной погрешности, что позволило сформулировать требования к оптической схеме, включая необходимое условие телецентричности;

**разработана** экспериментальная аттестация спекл-интерферометра, основанная на сопоставлении данных карты деформаций с показаниями эталонного датчика перемещений, что обеспечило объективное определение ключевых метрологических характеристик комплекса;

**предложены** результаты статистической оценки суммарной погрешности измерений деформаций в условиях термовакуумной камеры, базирующийся на анализе шума результирующих карт и адаптивный к многоэтапному характеру испытаний;

**новые понятия** – не введены.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказано**, что применение телецентрических объективов (с телецентричностью не хуже  $0,05^\circ$ ) в оптической схеме позволяет уменьшить погрешность измерений до  $0,01$  мкм на одно измерение;

**применительно к проблематике диссертации результативно использован** метод прецизионного контроля деформаций, основанный на цифровой спекл-интерферометрии с пространственным фазовым сдвигом, адаптированный для условий термовакуумных испытаний крупногабаритных объектов космической техники;

**изложены** теоретические основы влияния систематических ошибок (в частности, погрешности пространственного фазового сдвига) на предельную точность метода цифровой спекл-интерферометрии;

**раскрыты** фундаментальные взаимосвязи между геометрией измерительной схемы (применением телецентрических объективов), методикой измерений и результирующей метрологической характеристикой комплекса;

**изучены** и формализованы закономерности возникновения ложных деформаций при макросмещениях объекта, что позволило разработать алгоритмы их компенсации в рамках измерительной процедуры;

**проведена модернизация** программно-алгоритмического обеспечения измерительного комплекса, включая разработку специализированных алгоритмов для автоматизированного управления измерениями, статистической обработки данных и компенсации ложных деформаций, вызванных макросмещениями объекта.

**Значимость полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработан и внедрён** в практику государственной метрологической службы оригинальный метод аттестации спекл-интерферометров, аттестованный прибор на основе которой лег в основу оптико-измерительного комплекса, введенный в производственный цикл предприятия ракетно-космической отрасли; имеется акт внедрения результатов на предприятии – Акционерном обществе «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва»;

**определены** и внедрены в практику конкретные экспериментальные данные о поведении материалов и конструкций в экстремальных условиях, которые могут быть использованы для верификации и корректировки расчетных моделей при проектировании новых изделий;

**создана** технология непрерывного многодневного мониторинга деформаций, обеспечивающая контроль качества изделий на всех этапах термовакуумных испытаний;

**представлен** для практического использования протокол проведения

измерений деформаций, включая этапы настройки аппаратуры, калибровки, проведения эксперимента и статистической обработки результатов, что обеспечивает точность измерений.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**  
**для экспериментальных работ** в условиях термовакуумной камеры получили подтверждение ключевые выводы и теоретические расчёты, что доказывает адекватность предложенных математических моделей;  
**теория** базируется на классических принципах построения оптико-электронных измерительных систем и методах анализа их погрешностей, что позволило корректно сформулировать требования к разрабатываемому комплексу;  
**использованы** современные и метрологически аттестованные средства измерений, что обеспечивает высокий уровень достоверности первичных данных;  
**установлены** условия проведения экспериментов (температура, вакуум), что обеспечивает корректное соотнесение полученных данных о деформациях с внешними воздействиями;  
**использованы** альтернативные методы контроля для соотнесения результатов, полученных измерительным комплексом.

**Личный вклад соискателя** состоит в постановке цели и задач исследования; формулировке причин погрешности из-за ошибки установки пространственного фазового сдвига в методе спекл-интерферометрии; разработке государственной метрологической аттестации, в результате которой разработанный спекл-интерферометр внесен в Государственный реестр средств измерений РФ; проектировании, сборке и отладке оптико-электронного измерительного комплекса, с помощью которого проведены натурные измерения деформаций крупногабаритных поверхностей рефлекторов космических аппаратов; статистическом анализе экспериментальных данных для оценки погрешности выполненных измерений.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Кравченко М. С. аргументированно ответил на все заданные ему в ходе заседания вопросы.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные результаты, имеющие существенное значение для развития

теории и практики создания измерительных устройств на основе метода цифровой спекл-интерферометрии, способных выполнять прецизионные измерения деформаций поверхностей при термовакуумных испытаниях.

Диссертация соответствует пунктам 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 10 марта 2026 г. диссертационный совет принял решение за развитие теории пространственного фазового сдвига в методе спекл-интерферометрии, а именно уменьшение его погрешности, имеющей существенное значение при проведении ответственных испытаний с помощью внедренного оптико-электронного измерительного комплекса на предприятии космической отрасли и повышение тем самым надежности контроля, присудить Кравченко Максиму Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 4 доктора наук по специальности 2.2.6 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы», участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: «за» – 11, «против» – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Заместитель председателя диссертационного совета 24.2.347.02,

д.ф.-м.н., профессор

Дмитриев Александр Капитонович

Ученый секретарь диссертационного совета 24.2.347.02,

д.т.н., доцент

02,

анов Максим Андреевич

«10» марта 2026 г.