

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИОА СО РАН
чл.-корр. РАН, д. ф.-м. н.

И.В. Пташник

28 » 01 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Кравченко Максима Сергеевича
«Разработка измерительного комплекса на основе метода цифровой спекл-интерферометрии для прецизионного контроля деформаций при термовакуумных испытаниях», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

Актуальность темы

Тема диссертационного исследования является актуальной и соответствует ключевым приоритетам развития отечественного ракетно-космического приборостроения. Автор убедительно показывает наличие технологической потребности в прецизионных методах неразрушающего контроля на этапе наземных испытаний элементов космических аппаратов. Указанные в работе требования к контролю рефлекторов антенн и зеркал космических телескопов (погрешность до 1 мкм при размерах объекта до 1,5 м в условиях вакуума и экстремальных температур) отражают реальные вызовы, стоящие перед разработчиками современных спутниковых систем («Сфера», «Миллиметрон») и научных обсерваторий.

Обоснование выбора метода цифровой спекл-интерферометрии как наиболее подходящего для решения поставленной задачи является логичным и технически взвешенным. Метод сочетает необходимую точность, бесконтактность, универсальность по отношению к шероховатости поверхности и возможность работы через оптический иллюминатор, что минимизирует влияние измерительной аппаратуры на условия испытаний.

Основные научные результаты и их значимость для науки и практики

В ходе исследования Кравченко М.С. было проведено комплексное теоретическое и экспериментальное исследование влияния ошибки пространственного фазового сдвига на результирующую погрешность измерений. Это позволило не просто использовать метод, а целенаправленно совершенствовать аппаратную часть для достижения предельных характеристик. Автором предложена и апробирована методика метрологической аттестации спекл-интерферометров, основанная на прямом сравнении с эталонным датчиком линейных перемещений. Данная методика имеет самостоятельную научную ценность и может стать основой для новых подходов. Автором впервые в России выполнен полный цикл прецизионных измерений деформаций асферических поверхностей в условиях термовакуумной камеры с заявленной погрешностью менее 1 мкм, что является важным шагом в развитии технологий испытаний космической техники. Полученные результаты вносят существенный вклад в раздел прикладной оптики и оптического приборостроения. Они расширяют теоретические представления о возможностях и ограничениях метода спекл-интерферометрии в сложных внешних условиях и предлагают новые подходы к оценке его метрологических характеристик. Научные результаты, полученные в работе Кравченко М.С. напрямую трансформированы в инженерные решения. Разработан математический аппарат и методики, которые легли в основу создания конкретного, действующего и аттестованного измерительного комплекса.

Практическая значимость

Результаты исследования имеют выраженную практическую направленность и имеет прямое документальное подтверждение. Результатом работы стал полноценный оптико-электронный измерительный комплекс, который успешно прошёл все этапы метрологической аттестации и внесён в Государственный реестр средств измерений РФ под № 81555-21. Наличие Акта о внедрении от АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» свидетельствует о том, что комплекс уже интегрирован в технологический цикл испытаний одного из ведущих предприятий российской космической отрасли. Комплекс позволяет проводить непрерывный мониторинг деформаций в ходе длительных (многодневных) термовакуумных испытаний, что напрямую влияет на качество и надёжность конечной продукции.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Содержание автореферата полностью отражает структуру и результаты диссертации. Все основные положения, выводы и рекомендации, приведённые в автореферате, соответствуют материалам, представленным в диссертации. Отражение научной новизны, обоснованности и значимости результатов выполнено корректно и полно.

Полнота опубликования научных результатов и их апробация

Основные результаты исследования опубликованы в 11 научных работах, из них работ, опубликованных согласно перечню ВАК и приравненных к ним рецензируемых научных журналов – 4, работ в других рецензируемых научных изданиях – 7.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертации могут быть использованы при разработке измерительного комплекса на других предприятиях отрасли, занимающихся

производством и испытаниями крупногабаритных оптических компонентов. Полученные результаты могут быть внедрены в инженерные расчёты и программные средства, необходимые для проектирования испытательных стендов. Работа имеет потенциал дальнейшего развития в направлении контроля объектов ещё большего размера (свыше 1,5 м).

Обоснованность и достоверность результатов

Обоснованность научных результатов подтверждается корректным применением математического аппарата, логической последовательностью теоретических рассуждений и согласованием теоретических и экспериментальных результатов.

Результаты моделирования подтверждены экспериментальной проверкой, что свидетельствует о достоверности и надёжности полученных выводов.

Замечания по работе

При общей высокой оценке диссертационной работы следует сделать несколько замечаний.

1. В разделе, посвящённом моделированию схемы, автор недостаточно четко обозначил границы разработанной модели: 1. Граничные условия (физические аспекты) метода; 2. Влияние параметров лазера на проводимые измерения – стабильность длины волны и стабильность распределения интенсивности в пучке (радиального распределения) от времени.
2. В работе не рассмотрены методы измерения деформации с субпиксельной точностью методом цифровой корреляции изображений (спекл-изображений). Каковы основные недостатки метода по сравнению с предлагаемым в диссертации?
3. В работе приведена математическая модель интерферометра с телецентрическим объективом (рисунок 44). Однако отсутствует верификация полученных результатов моделирования с данными экспериментальных исследований.

4. В разделе 4.1 приводятся сопоставления результатов измерений, полученных с помощью разработанного комплекса и лазерного радара. Насколько корректно в метрологическом плане сопоставление результатов, при столь большой разнице измеряемой величины деформации и погрешности измерений? Чем обусловлен выбор подобного измерителя (радара) в качестве эталона?
5. В автореферате и диссертации присутствуют перекрестные ссылки. Так, например, в работе [64] уже есть ссылка на работу [46].
6. Наличие опечаток в тексте диссертации и автореферате. Например, фраза – «Для измерения рефлекторов...» скорее всего следует читать как «Для измерения деформации рефлекторов...» и др.

Отмеченные замечания и вопросы не ставят под сомнения научные выводы работы, не снижают в целом положительной оценки выполненного исследования.

Заключение

Диссертация «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.

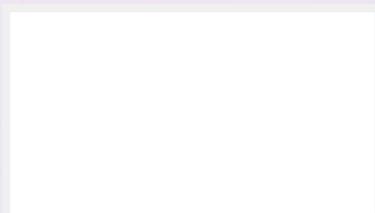
На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. N 842, а её автор Кравченко Максим Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Доклад по материалам диссертации Кравченко М.С. заслушан на заседании отделения спектроскопии атмосферы Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук 28 января 2026 г.

Отзыв составлен заместителем директора по научной работе, руководителем и главным научным сотрудником лаборатории квантовой электроники Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук, доктором технических наук (специальность 01.04.05 – Оптика), доцентом Тригубом Максимом Викторовичем.

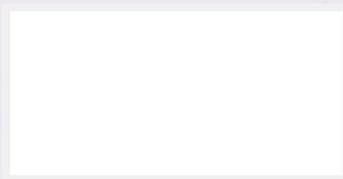
Отзыв на диссертацию Кравченко М.С. обсужден и одобрен на заседании отделения спектроскопии атмосферы Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук, протокол № 1 от 28 января 2026 г. Результаты голосования: «за» - 26, «против» - нет, воздержавшихся нет.

Заместитель директора по научной работе, руководитель лаборатории квантовой электроники, главный научный сотрудник лаборатории квантовой электроники, д.т.н. по специальности 01.04.05 – Оптика, доцент
trigub@iao.ru, +7 (3822) 491-111 (доб. 12-73)



М.В. Тригуб

Председатель секции Ученого совета, директор отделения спектроскопии атмосферы, главный научный сотрудник лаборатории атмосферной абсорбционной спектроскопии, д.ф.-м.н. по специальности 01.04.05 – Оптика
uiron@iao.ru, +7 (3822) 491-111 (доб. 10-04)



Ю.И. Пономарев

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН). Почтовый адрес: 634055, Россия, г. Томск, площадь Академика Зуева, 1. Телефон: +7 (3822) 492738. Адрес электронной почты: director@iao.ru. Web-сайт организации: <http://www.iao.ru>.

Отзыв получен 16.02.2026 А Венюков М.И.

С отзывом ознакомлен 16.02.2026 6 Кравченко М.С.