МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

Конструкторско-технологический
институт научного приборостроения
Сибирского отделения
Российской академии наук
(КТИ НП СО РАН)
630058, г. Новосибирск-58, ул. Русская 41
Тел. (383)306-58-95 Факс: (383)306-58-69
E-mail: info@tdisie.nsc.ru
ОКПО 03534044, ОГРН 1025403643660
ИНН/ КПП 5408105376/540801001

27.10.2026 № 15322-01-36/3106

На № _____ *от* _____

УТВЕРЖДАЮ

Директор КТИ НП СО РАН

канд. техн. наук
Завьялов Петр Сергеевич

«22» октября 2026 г.

Отзыв на диссертацию В.О. Зуева
(канд. техн. наук), ИТ СО РАН

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Конструкторско-технологический институт научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук на диссертационную работу Зуева Владислава Олеговича «Разработка адаптивных триангуляционных систем для точного контроля геометрии объектов в машиностроении и энергетике», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

Диссертационная работа Зуева В.О. посвящена решению важной научно-технической проблемы разработки и практической реализации методов оптической триангуляции, адаптивных к светорассеивающим свойствам поверхности и нелинейным искажениям, для прецизионного контроля трехмерной геометрии объектов в процессе деформации. Их применение наиболее востребовано в задачах машиностроения и энергетики для проведения высокоинформативных опытно-конструкторских испытаний на силовых стендах и научных исследований процессов тепломассообмена и обледенения объектов энергетики на климатических и аэродинамических стендах. **Актуальность** работы не вызывает сомнений.

Научная новизна результатов исследования подтверждена публикациями соискателя, среди которых 15 научных статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, 18 научных статей и 23 тезиса докладов в материалах научных

конференций, 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и 5 патентов Российской Федерации на изобретение. В них отражены следующие результаты:

1. Предложен и внедрен новый метод фазовой триангуляции непрозрачных поверхностей в условиях динамичного изменения их светорассеивающих свойств на основе адаптивной компенсации нелинейности приемно-передаточной функции и оптимизации параметров пространственно-временной модуляции интенсивности;

2. Разработан и апробирован новый метод оптической триангуляции светопреломляющих поверхностей на основе динамического светового сечения и адаптивной декомпозиции регистрируемого сигнала от аддитивного светового потока;

3. Обеспечен динамический контроль трехмерного профиля наледи с адаптивным локальным пространственным разрешением в исследованиях процессов обледенения объектов энергетики в условиях изменения светорассеивающих свойств поверхности и нелинейных оптических искажений.

Достоверность полученных в работе результатов обоснована полным циклом испытаний разработанных измерительных методов: от аналитического обоснования принципов работы и метрологических характеристик до лабораторных и производственных испытаний созданных адаптивных триангуляционных систем.

Практическая значимость результатов работы не вызывает сомнений. Использование разработанных адаптивных триангуляционных систем на действующих аэродинамических, климатическом и силовом стендах обеспечило возможность бесконтактного, прецизионного и высокоинформативного контроля трехмерной геометрии и деформаций исследуемых объектов в процессах статического нагружения, сублимации и обледенения в задачах машиностроения и энергетики.

Предложенные в работе методы и созданные измерительные комплексы внесли значительный вклад в развитие отечественного машиностроения и энергетики, повысив информативность и эффективность технологических процессов. При этом сфера их применения может быть расширена на другие области науки и промышленных технологий в машиностроении и энергетике.

Оценка содержания и оформления диссертации и автореферата.

Диссертационная работа изложена грамотно, лаконично, в современном научном стиле. Она состоит из введения, логично увязанных 4 глав, заключения, списка литературы и приложения с справками об использовании результатов работы. Это законченное научное исследование, соответствующее научной специальности 2.2.6 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

Во введении аргументирована актуальность темы исследования, представлены защищаемые положения, новизна, практическая ценность и другие ключевые аспекты диссертации.

Первая глава носит обзорный характер. В ней рассмотрены современные адаптивные к светорассеивающим свойствам поверхности и нелинейным искажениям оптико-электронные методы контроля трехмерной геометрии объектов. Обоснована цель и задачи диссертации.

Вторая глава посвящена разработке адаптивных к светорассеивающим свойствам поверхности и нелинейным искажениям методов оптической триангуляции объектов в

машиностроении и энергетике. Разработан новый метод фазовой триангуляции непрозрачных поверхностей в условиях динамичного изменения их светорассеивающих свойств на основе адаптивной компенсации нелинейности приемно-передаточной функции и оптимизации параметров пространственно-временной модуляции интенсивности. Предложен новый метод оптической триангуляции светопреломляющих поверхностей на основе динамического светового сечения. Аналитически обоснован требуемый малый уровень погрешности разработанных методов. Создан комплекс методов адаптивной обработки данных оптической триангуляции на основе пространственно-временного корреляционного анализа и многопараметрического восстановления полигональной поверхности для расчета и анализа трехмерных деформаций объектов в машиностроении и энергетике со светорассеивающими свойствами в широком диапазоне.

В третьей главе описаны методы калибровки и программно-аппаратная реализация адаптивных триангуляционных систем для прецизионного контроля трехмерной геометрии объектов на аэродинамических, климатических и силовых экспериментальных стендах в задачах машиностроения и энергетики.

Четвертая глава посвящена лабораторным и производственным испытаниям разработанных адаптивных триангуляционных систем.

В Заключении представлены основные результаты, полученные в ходе диссертационного исследования.

Список литературы содержит 105 работ отечественных и зарубежных авторов и достаточно полно охватывает публикации по теме диссертации.

Автореферат оформлен надлежащим образом на 20 страницах, четко отражает суть и основные положения диссертации.

Полученные результаты позволяют оценить автора как высококвалифицированного специалиста, обладающего необходимым набором навыков для проведения комплексных научных исследований. Несмотря на высокий уровень работы, по ней имеются следующие вопросы и замечания:

1. В выводах по второй главе (стр. 68) приводятся теоретические оценки погрешности: 0,005% для метода фазовой триангуляции и 0,06% для динамического светового сечения. Однако в положениях на защиту (стр. 11) и выводах по четвёртой главе (стр. 123–124) фигурируют иные значения – 0,02% и 0,07% соответственно. Различие между теоретической и экспериментальной оценками для фазовой триангуляции составляет четырёхкратную величину. В тексте диссертации это расхождение не получает развёрнутого объяснения. Требуется дополнительно пояснить, какие факторы обусловили столь значительное превышение экспериментальной погрешности над теоретической оценкой.

2. При контроле светорассеивающих поверхностей существенное влияние на выбор параметров модуляции и достижимую точность оказывает микрогеометрия поверхности. В работе адаптация измерительной системы рассматривается применительно к «светорассеивающим свойствам» поверхности, однако классификация поверхностей по параметрам шероховатости (Ra, Rz) и анализ влияния конкретных диапазонов шероховатости на выбор параметров модуляции отсутствуют. Это затрудняет оценку границ применимости предложенных адаптивных алгоритмов.

3. В реальных условиях эксплуатации экспериментальных стендов, особенно климатических, неизбежно присутствует паразитная засветка от внешних источников. В диссертации не описано, каким образом адаптивные методы фазовой триангуляции и динамического светового сечения обеспечивают помехоустойчивость к внешним засветкам. Имеющиеся упоминания инфракрасного диапазона относятся к известным методам, но не характеризуют предложенные решения. Целесообразно пояснить, предусмотрены ли в разработанных системах аппаратные или алгоритмические меры подавления фоновой засветки.

4. Пункт 3 научной новизны (стр. 11) сформулирован как «обеспечен динамический контроль…». В такой редакции положение описывает практический результат (достигнутую функциональную возможность), а не собственно научное приращение. Рекомендуется уточнить формулировку, отразив в ней именно научную сущность результата (например, установленный характер зависимости, предложенный критерий адаптации, доказанное условие устойчивости).

5. В диссертации подробно разработаны и экспериментально подтверждены процедуры калибровки измерительных модулей (глава 3), однако отсутствует описание методики метрологической аттестации разработанных триангуляционных систем как средств измерения. Для диссертации, в названии которой заявлен «точный контроль геометрии объектов в машиностроении и энергетике», отсутствие методики аттестации затрудняет оценку готовности предложенных систем к практическому применению в качестве средств измерений, а не только исследовательских стендов.

6. В работе детально исследуются точность и адаптация, но отсутствует описание ограничений, за пределами которых предложенные новые измерительные методы (адаптивная фазовая триангуляция и динамическое световое сечение) теряют работоспособность или не обеспечивают заявленные показатели. Например, к таким ограничениям относятся диапазон глубин и габаритов объектов; допустимая кривизна и сложность профиля, оптические свойства поверхности (диффузное отражение, зеркальность, шероховатость), уровень внешней засветки; температурные и эксплуатационные условия.

Отмеченные замечания не снижают общей высокой оценки работы и достоверности полученных научных результатов.

Заключение.

В целом, диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, содержит достоверные новые результаты и отражает решение актуальной научно-технической проблемы разработки и практической реализации методов оптической триангуляции, адаптивных к светорассеивающим свойствам поверхности и нелинейным искажениям, для прецизионного контроля трехмерной геометрии объектов в процессе деформации. Работа полностью отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Правительством РФ и предъявляемым ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Зуев Владислав Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Работа рассмотрена на расширенном заседании отраслевой научно-исследовательской лаборатории технического зрения № 1–1, протокол № 8 от 22.10.2026 года. Присутствовало на заседании 18 человек, в том числе 3 доктора наук и 6 кандидатов наук. Результаты голосования: «за» – 18 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек.

Председатель расширенного заседания отраслевой научно-исследовательской лаборатории технического зрения № 1–1 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Конструкторско-технологического института научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук:

Научный сотрудник КТИ НП СО РАН, кандидат технических наук

_____ Евгений Владимирович Власов

Секретарь расширенного заседания отраслевой научно-исследовательской лаборатории технического зрения (№ 1–1) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Конструкторско-технологического института научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук:

Старший научный сотрудник, кандидат технических наук

_____ Марина Андреевна Завьялова

Подписи Власова Е.В. и Завьяловой М.А. заверяю.

Специалист по кадрам КТИ НП СО РАН Елена Николаевна Мосева

Отзыв подготовил: канд. техн. наук,
старший научный сотрудник отраслевой
научно-исследовательской лаборатории
технического зрения № 1–1
Федеральное государственное учреждение науки
Конструкторско-технологический институт
научного приборостроения СО РАН
Тел.: +7 (383) 306-58-66
Эл. почта: mzav@tdisie.nsc.ru

_____ Марина Андреевна Завьялова

«22» октября 2026 года

Федеральное государственное учреждение науки Конструкторско-технологический институт научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук.

Адрес: 630058, Россия, г. Новосибирск, ул. Русская, 41

Тел.: +7 (383) 306-62-08

Эл. почта: info@tdisie.nsc.ru

Сайт организации: https://www.tdisie.nsc.ru/