

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.243.05  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО» ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 17.05.2016 г. № 170

О присуждении Савонину Сергею Александровичу, гражданину РФ, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Методы численной коррекционной постобработки изображений в цифровой голографической интерферометрии» в виде рукописи по специальности 01.04.21 – лазерная физика, принята к защите 03 марта 2016 года, протокол № 165, диссертационным советом Д 212.243.05 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83. Срок полномочий совета Д 212.243.05 приказом Рособнадзора от 11.09.2009 г. № 1925-1840 продлён на период действия Номенклатуры специальностей научных работников, утверждённой приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59. Приказом № 105/нк от 11 апреля 2012 года совет признан соответствующим «Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», утверждённому приказом Минобрнауки РФ от 12 декабря 2011 года № 2817. Приказами Минобрнауки № 350/нк от 29.07.2013 г. и № 393/нк от 05.04.2016 г. в состав совета внесены изменения.

Соискатель Савонин Сергей Александрович, 1987 года рождения, в 2010 году окончил ГОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». В период подготовки диссертации соискатель обучался в аспирантуре ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по специальности 01.04.21 – лазерная физика, работал в должности младшего научного сотрудника в научно-исследовательской части и в должности инженера в Образовательно-научном институте наноструктур и биосистем ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», работал по совместительству в должности инженера в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем точной механики и управления Российской Академии Наук. В настоящее время соискатель работает в должности научного сотрудника лаборатории «Материалы

специального назначения» Образовательно-научного института наноструктур и биосистем ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Диссертация выполнена на кафедре оптики и биофотоники физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» и в лаборатории проблем когерентно-оптических измерений в точной механике Института проблем точной механики и управления РАН.

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, профессор Рябухо Владимир Петрович, профессор кафедры оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», заведующий лабораторией проблем когерентно-оптических измерений в точной механике Института проблем точной механики и управления РАН.

**Официальные оппоненты:**

Каленков Сергей Геннадьевич, доктор физико-математических наук, профессор, директор НТЦ «Оптоэлектроника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)» (г. Москва),

Паршков Олег Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Математика и моделирование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов), дали **положительные отзывы** на диссертацию.

**Ведущая организация** Саратовский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова Российской академии наук, г. Саратов, в своём **положительном заключении**, подписанном заведующим лабораторией субмикронной электроники, доктором физико-математических наук, профессором Ушаковым Николаем Михайловичем и ведущим научным сотрудником лаборатории фотоники, кандидатом физико-математических наук Морозовым Юрием Александровичем, утвержденном директором Саратовского филиала Института радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова РАН, доктором физико-математических наук, профессором Филимоновым Юрием Александровичем, указала, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, научная значимость которой состоит в полученных новых методах постобработки изображений в цифровой голографической интерферометрии и новых закономерностях, определяющих формирование цифровых голографических интерферограмм с повышенной контрастностью. Основные результаты диссертационной работы имеют практическое значение для применения методов лазерной цифровой голографической интерферометрии в задачах контроля деформационных микроперемещений поверхности объектов, а также в микроскопии пространственных распределений

оптической плотности прозрачных сред. Полученные в диссертации результаты рекомендуются к использованию в исследовательских институтах при проведении научных исследований и прикладных разработок, связанных с лазерными методами измерений.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 4 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, установленных Министерством образования и науки РФ для публикации результатов диссертационных исследований:

1. Диков О.В., Савонин С.А., Качула В.И., Рябухо В.П. Цифровая голографическая интерферометрия микросмещений объектов с рассеивающей поверхностью // Компьютерная оптика. – 2012. – Т. 36. – № 1. – С. 51-64. (*Scopus, RSCI (WoS), РИНЦ*)

2. Диков О.В., Савонин С.А., Качула В.И., Перепелицына О.А., Рябухо В.П. Цифровая голографическая интерферометрия микродеформаций рассеивающих объектов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия «Физика». – 2012. – Т. 12. – Вып. 1. – С. 12-17. (*РИНЦ*)

3. Савонин С.А., Абрамов А.Ю., Рябухо В.П. Цифровая голографическая микроинтерферометрия процессов взаимодиффузии в прозрачных средах // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – № 11. – С. 59-66. (*RSCI (WoS), РИНЦ*)

4. Савонин С.А., Рябухо П.В., Рябухо В.П. Постобработка голограмм сфокусированного изображения в цифровой голографической интерферометрии // Компьютерная оптика. – 2015. – Т. 39. – № 1. – С. 26-35. (*Scopus, RSCI (WoS), РИНЦ*)

На диссертацию и автореферат поступило 12 отзывов (прилагаются). **Все отзывы положительные.** В них отмечается высокий уровень работы, научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость. Отзывы поступили от:

1. Профессора кафедры «Физика» Физико-технического факультета СГТУ имени Гагарина Ю.А., д.ф.-м.н., доцента **Горбатенко Б.Б.** (г. Саратов) – *без замечаний.*

2. Старшего научного сотрудника Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», к.ф.-м.н. **Родина В.Г.** (г. Москва). **Замечание:** «В качестве замечания стоит отметить, что в тексте автореферата не указано, было ли в работе исследовано влияние шумов регистраторов цифровых голограмм на качество визуализации объектов.»

3. Заведующего лабораторией Лазерных систем и технологий Иркутского филиала Института лазерной физики СО РАН, к.ф.-м.н., доцента **Малова С.Н.** (г. Иркутск). **Замечание:** «На мой взгляд, можно считать замечанием то, что в автореферате не приведены оптические схемы реализации описываемых методов интерференционных измерений.»

4. Главного научного сотрудника Самарского филиала Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, д.ф.-м.н., профессора **Волостникова В.Г.** (г. Самара). **Замечания:** «1) Не указаны границы применимости

разработанных методов. В технике нередко встречаются объекты с 8-10 классами обработки поверхности. Не очень понятно, можно ли их считать диффузно рассеивающими. 2) На наш взгляд, не слишком основательно выглядит перечень публикаций.»

5. Заведующего лаборатории лазерных измерений Института систем обработки изображений РАН, д.ф.-м.н., профессора **Котляра В.В.** (г. Самара). *Замечания:* «1) Не указаны числовые характеристики увеличения контраста полос, только говорится о его существенном увеличении. 2) Не указаны конкретные числа максимально допустимых величин микроперемещений поверхности объекта, которые можно обнаружить с помощью разработанных в диссертации методов. Написано только, что получены аналитические соотношения для оценки таких величин.»

6. Профессора кафедры физики и химии Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, д.ф.-м.н., профессора **Степанова С.А.** (г. Пенза). *Замечание:* «В качестве недостатков следует отметить, что в автореферате практически отсутствуют описания разработанных автором алгоритмов и не рассмотрено влияние неплоской формы объекта на проблему регистрации его спекл-поля и последующей расшифровки получаемой спекл-интерферограммы.»

7. Старшего научного сотрудника лаборатории технической диагностики Института машиноведения УрО РАН, д.т.н., с.н.с. **Владимирова А.П.** (г. Екатеринбург). *Замечание:* «На стр. 18 и 19 приведены весьма интересные данные, полученные при использовании источника света (светодиода) с малой длиной когерентности, но не приведен тип светодиода.»

8. Заведующего кафедрой технологий обработки и защиты информации Воронежского государственного университета, д.т.н., профессора **Сироты А.А.** (г. Воронеж). *Замечания:* «1) В автореферате не обсуждаются вопросы искажения изображений и интерферограмм при превышении несущей частоты голограммной структуры значения частоты Найквиста используемого матричного датчика изображения. 2) Приведено много экспериментальных интерферограмм, однако при этом подробно не описаны методики постановки и проведения экспериментов, в рамках которых они были получены.»

9. Доцента кафедры Фотоники и оптоинформатики Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, д.ф.-м.н., с.н.с. **Павлова А.В.** (г. Санкт-Петербург). *Замечание:* «Небольшое превышение установленного объема представляется в данном случае вполне оправданным – ничего лишнего в автореферате нет.»

10. Доцента кафедры электронных приборов Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, к.ф.-м.н., доцента **Быкова В.И.** (г. Томск) – *без замечаний.*

11. Доцента кафедры общей физики и волновых процессов, старшего научного сотрудника Международного лазерного центра МГУ имени М.В. Ломоносова, к.ф.-м.н. **Приезжева А.В.** и ассистента факультета вычислительной математики и кибернетики, научного сотрудника Международного лазерного центра МГУ имени М.В. Ломоносова **Устинова В.Д.** (г. Москва) – *без замечаний.*

12. Профессора кафедры физики Московского физико-технического института (государственного университета), д.ф.-м.н. **Локшина Г.Р.** (г. Москва) – *без замечаний.*

С замечаниями соискатель согласился и на ряд замечаний им даны развернутые содержательные ответы.

Выбор официальных оппонентов обоснован их авторитетом и профессионализмом в области лазерной физики и в области исследований по тематике диссертации. Выбор ведущей организации обоснован тем, что Саратовский филиал Института радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова РАН является известной научной организацией РАН, имеющей большой опыт теоретических и экспериментальных работ в области волновой физики, лазерной физики и фотоники, и способна оценить научную и практическую ценность диссертации.

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

- Развита теория формирования спекл-модулированных интерферограмм деформационных смещений рассеивающей поверхности трехмерных объектов и реализован численный алгоритм визуализации таких интерферограмм.

- Разработаны методы повышения точности цифрового голографического интерференционного контроля деформационных микросмещений поверхности объектов.

- Показана возможность контроля динамически изменяющихся деформационных процессов в объекте с высоким градиентом изменения величины микроперемещения его поверхности при использовании фотоприемников с высокими пространственно-временными частотными характеристиками.

- Разработан способ трехмерной визуализации пространственных распределений фазы объектного поля и построения микрорельефа поверхности исследуемых микрообъектов при численной обработке интерферограмм, формирующихся в частично-когерентном излучении на отражение.

- Разработан метод высокоразрешающего контроля быстропротекающих процессов с большими градиентами показателя преломления прозрачных сред, основанный на технике многоэкспозиционной голографической микроскопии с применением численных процедур повышения контраста и разрешения высокочастотных интерференционных полос.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что в диссертационной работе:

- Развита математическая модель формирования изображения голографических интерферограмм деформации поверхности трехмерного диффузно-рассеивающего объекта с учетом спекл-модуляции в поле изображения объекта.

- Доказана возможность численного устранения в восстановленном образе объектного поля фазовых сдвигов от возникающих в эксперименте недеформационных смещений поверхности объекта на этапе формирования голографических интерферограмм.

- Получены аналитические выражения для оценки допустимых величин параметров динамического поля микроперемещений поверхности отражающего объекта и максимального градиента показателя преломления прозрачной среды при контроле таких объектов и сред методом цифровой голографической интерферометрии.

- Доказана возможность повышения контраста полос в цифровой голографической интерферометрии путем апостериорной обработки голограмм.

- Показана возможность голографической обработки пространственно локализованных интерферограмм, формирующихся в частично-когерентном свете на отражение.

- Показана возможность повышения пространственного разрешения в цифровой голографической интерференционной микроскопии путем специализированных процедур обработки пространственного спектра голограмм.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что они повышают измерительные и расширяют функциональные возможности лазерных методов высокоразрешающего голографического интерференционного контроля микроперемещений рассеивающих объектов и пространственных оптических неоднородностей в прозрачных средах.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила, что при проведении теоретического анализа когерентных и частично когерентных процессов формирования изображений в работе корректно использованы математические методы скалярной теории дифракции, широко применяемые в лазерной и физической оптике. Теоретические выводы согласуются с известными в литературе экспериментальными данными. Разработанные численные модели оптических изображений адекватно описывают исследуемые реальные физические процессы. Натурные и численные эксперименты корректно поставлены и проведены в соответствии с методами цифровой голографии и голографической интерферометрии, экспериментальные результаты согласуются с теоретическими выводами и результатами математического моделирования.

**Личный вклад соискателя** состоит в решении теоретических и практических задач исследования, самостоятельном выводе всех представленных в работе алгоритмов численной коррекционной постобработки. Соискателем разработаны все численные процедуры постобработки голограмм и интерферограмм, математические модели формирования интерферограмм, алгоритмы численной реконструкции образов волновых полей и соответствующих им трехмерных фазовых распределений. Соискатель непосредственно участвовал в разработке экспериментальных установок и проведении натуральных экспериментов, им выполнена обработка всех экспериментальных данных, поставлены все численные эксперименты, выполнена значительная часть работ по подготовке научных публикаций по диссертационной работе.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация Савонина С.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу и удовлетворяет требованиям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.

На заседании 17 мая 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Савонину Сергею Александровичу учёную степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 21, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета,  
д.ф.-м.н., профессор

Учёный секретарь  
диссертационного совета,  
д.ф.-м.н., профессор



Тучин Валерий Викторович

Павлов Алексей Николаевич

17.05.2016