

Заключение диссертационного совета МГУ.013.4  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 21 декабря 2023 г. № 24.

О присуждении Агапову Дмитрию Павловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Фантомная поляриметрия в классических и квантовых световых полях в формализме Джонса» по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом «19» октября 2023 г., протокол № 18.

Соискатель Агапов Дмитрий Павлович, 1994 года рождения, в 2018 году окончил магистратуру физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Физика». В 2022 году окончил очную аспирантуру физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Лазерная физика».

Соискатель работает младшим научным сотрудником по теме 27/21 НФ на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель:

Чиркин Анатолий Степанович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», физический факультет, профессор кафедры общей физики и волновых процессов

Официальные оппоненты:

- доктор физико-математических наук Цыпкин Антон Николаевич, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», директор Научно-образовательного центра фотоники и оптоинформатики,
- доктор физико-математических наук, профессор Тихонова Ольга Владимировна, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, кафедра атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники, профессор
- доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Моисеев Сергей Андреевич, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева», директор Казанского квантового центра

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 8 опубликованных научных работ, из них 8 научных работ по теме диссертации, в том числе 7 научных статей (9,1 п.л.), опубликованных в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки). Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии.

1. Magnitskiy S. Ghost polarimetry with unpolarized pseudo-thermal light / Magnitskiy S., **Agapov D.**, Chirkin A. //Optics Letters. – 2020. – Т. 45. – №. 13. – С. 3641-3644. JIF WoS: 3.56; вклад соискателя 70%. (0,92 п.л.)
2. Magnitskiy S. Quantum ghost polarimetry with entangled photons / Magnitskiy S., **Agapov D.**, Chirkin A. //Optics Letters. – 2022. – Т. 47. – №. 4. – С. 754-757. JIF WoS: 3.56; вклад соискателя 60%. (0,93 п.л.)
3. Агапов Д. П. Статистические особенности псевдотеплового излучения, формируемого пространственным модулятором света / **Агапов Д. П.**, Беловолов И. А., Гостев П. П., Магницкий С. А., Фроловцев Д. Н., Чиркин А. С. //Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2022. – Т. 162. – №. 2. – С. 215-225. Импакт-фактор РИНЦ: 1.111; вклад соискателя 40%. (1,2 п.л.)
4. Балакин Д.А. Формирование изображений в фантомной волоконной эндоскопии методом редукции измерений / Балакин Д. А., **Агапов Д. П.**, Гостев П. П., Магницкий С. А., Фроловцев Д. Н., Чиркин А. С. // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2022. – Т. 162. – №. 6. – С. 811-822. Импакт-фактор РИНЦ: 1.111; вклад соискателя 15%. (1,7 п.л.)
5. Магницкий С. А. Фантомная поляриметрия в классическом и квантовом свете / Магницкий С. А., **Агапов Д. П.**, Беловолов И. А., Гостев П. П., Фроловцев Д. Н., Чиркин А. С. //Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. - 2021. – N.6. – 12-25. Импакт-фактор РИНЦ: 0.516; вклад соискателя 25%. (2,4 п.л.)
6. Chirkin A. S. Ghost polarimetry: ghost imaging of polarization-sensitive objects / Chirkin A. S., Gostev P. P., **Agapov D. P.**, Magnitskiy S. A. //Laser Physics Letters. – 2018. – Т. 15. – №. 11. – С. 115404. JIF WoS: 1.7; вклад соискателя 30%. (0,92 п.л.)
7. Гостев П.П. Измерение эффективности детектирования счётчиков одиночных фотонов на базе лавинных фотодиодов методом спонтанного параметрического рассеяния с асимметричными по спектру каналами / Гостев П.П., **Агапов Д.П.**, Дёмин А.В., Левин Г.Г., Мамонов Е.А., Магницкий С.А. //Измерительная техника. – 2018. – №. 12. – С. 27-32.Импакт-фактор РИНЦ: 0.432; вклад соискателя 30%. (1,0 п.л.)

На диссертацию и автореферат поступило 3 дополнительных отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они являются специалистами в области лазерной физики, квантовой и статистической оптики и имеют публикации по схожей тематике. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи, имеющей значение для развития лазерной физики и нелинейной оптики. Диссертационная работа посвящена экспериментальной и теоретической разработке концепции фантомной поляриметрии для определения пространственного распределения поляризационных свойств объекта на основе аппарата матриц Джонса. Исследования проведены как для классического случая, так и для квантовых световых полей. Разработана теория формирования поляризационных изображений с помощью теплового излучения, а также с использованием бифотонов. Создана нейронная сеть, позволяющая определить распределение поляризационных свойств по набору измерений нескольких корреляционных функций. Созданы источники классического неполяризованного псевдотеплового излучения и СПР-источники бифотонов. Впервые экспериментально показано, что методом фантомной поляримертии, как в классическом, так и квантовом случае могут быть определены поляризационные свойства двумерных объектов.

Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М.В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов. В частности в филиале МГУ в городе Сарове при участии соискателя создана установка практикума, позволяющая студентам университета познакомиться с фантомным принципом формирования изображения.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Пространственное распределение поляризационных свойств объектов, обладающих линейной амплитудной анизотропией, однозначно восстанавливается из измерения трех взаимных корреляционных функций интенсивностей, получаемых при освещении образца неполяризованным псевдотепловым светом и регистрации горизонтальной, вертикальной и диагональной поляризационной компоненты излучения в канале восстановления.
2. При облучении объекта неполяризованным псевдотепловым светом со степенью деполяризации 93% пространственное распределение азимута линейной амплитудной анизотропии восстанавливается с точностью 92%, по сравнению с реальным

распределением, из измерения трех корреляционных функций при усреднении по 4000 реализациям.

3. Пространственное распределение типа анизотропии в сечении двухмерного объекта, обладающего линейной/циркулярной фазовой/амплитудной анизотропией, восстанавливается с точностью 95%, по сравнению с реальным распределением, из измерения пяти взаимных корреляционных функций, каждая из которых измерена с погрешностью в 1%, с помощью обученной многослойной нейронной сети.
4. При описании объекта модифицированными матрицами Джонса пространственное распределение поляризационных свойств этого объекта, обладающего линейной амплитудной анизотропией, восстанавливается методом квантовой фантомной поляриметрии, основанном на использовании одиночных фотонов.
5. Пространственное распределение модуля азимута линейной амплитудной анизотропии при использовании линейно поляризованных бифотонов может быть восстановлено с точностью 96%, по сравнению с реальным распределением, при последовательном измерении числа совпадений при двух ортогональных поляризациях фотона в объектном плече при среднем числе совпадений около 2000 событий в секунду.

На заседании 21 декабря 2023 диссертационный совет принял решение присудить Агапову Дмитрию Павловичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **18** человек, из них **8** докторов наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки), участвовавших в заседании, из **24** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – **17**, «против» – **0**, недействительных голосов – **1**.

Председатель

диссертационного совета МГУ.013.4  
доктор физико-математических наук,  
профессор

Андреев Анатолий Васильевич

Учёный секретарь

диссертационного совета МГУ.013.4  
кандидат физико-математических наук

Коновко Андрей Андреевич

Дата оформления заключения: 21 декабря 2023 г.