

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Агапова Дмитрия Павловича
на тему: «Фантомная поляриметрия в классических и квантовых
световых полях в формализме Джонса»
по специальности 1.3.19 – Лазерная физика

Актуальность темы диссертационной работы

В настоящее время методы фантомной оптики активно применяются в системах дистанционного зондирования, в микробиологических и медицинских исследованиях и других приложениях. Идеи, заложенные в основу фантомных измерений, были успешно применены для решения ряда прикладных задач. В том числе и для определения поляризационных свойств объектов. Разработка устройств фантомной поляриметрии (ФП) востребована из-за преимуществ фантомных измерений: возможность работы в условиях низкой интенсивности излучения, повышенной турбулентности среды, а также в спектральных диапазонах, для которых традиционные приборы измерения (ПЗС камеры) дорогостоящи или недоступны. Можно смело констатировать, что у ФП есть большой потенциал развития в медицинских исследованиях. При чем фантомная поляриметрия рассматривается как в классическом, так и в псевдотепловом варианте использования источников света. Разные подходы имеют свои плюсы и минусы.

Диссертация Дмитрия Павловича посвящена исследованию использования источников псевдотеплового и квантового света для фантомной поляриметрии. В том числе представлено теоретическое обоснование использованных методик. В связи с вышеизложенным, тема

рассматриваемой диссертации, безусловно, является актуальной и востребованной.

Научные результаты и новизна диссертационной работы

В диссертационной работе Агапова Д.П. получены следующие результаты определяющие новизну проекта:

1. Теоретически продемонстрировано, что использование аппарата Джонса в фантомной поляриметрии в квантовом и классическом свете возможно восстановить поляризационную структуру объекта, обладающего линейно амплитудной анизотропией, при регистрации трех корреляционных функций.
2. Представлена нейронная сеть для фантомной поляриметрии, которая имеет возможность определить тип и величины конкретных параметров анизотропии объекту анизотропии, исходя из измерений корреляционных функций интенсивности в различных поляризационных состояниях классического света.
3. Экспериментально верифицированы концепция фантомной поляриметрии в классическом и квантовом свете для определения пространственного распределения поляризационных свойств объектов с линейным дихроизмом.

Достоверность научных положений

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечиваются:

- полученными результатами экспериментальных исследований;
- апробациями на конференциях и публикациями полученных результатов в рецензируемых отечественных и зарубежных изданиях, индексируемых в SCOPUS;
- строгостью используемых методов.

Общая оценка диссертационной работы

Диссертационная работа выполнена на актуальную тему и посвящена вопросам исследования фантомной поляриметрии как для классических псевдотепловых источников, так и для квантовых источников света. Содержание работы соответствует паспорту специальности 1.3.19 – Лазерная физика.

В качестве вопросов и замечаний можно отметить следующее:

1. В пункте про фантомную поляриметрию в деполяризованном классическом свете написано, что опускается зависимость полей от времени. Не пояснено, зачем так сделано, влияет ли зависимость от времени?
2. В работе написано, что для определения матрицы Джонса произвольных объекта проблематично подобрать комбинации измерительных состояний. Хотелось бы понимать, от чего зависит проблемность этих измерений?
3. В диссертации указано, что для предложенного метода необходимо при измерениях последовательно задавать разные поляризации в объектном канале. Возможно ли как-то распараллелить данную ситуацию и параллельно снимать сигналы?
4. При машинном обучении на рисунке 2.4 и других имеются выбросы для дальних эпох при проверке. С чем это может быть связано?
5. Написано, что точность при определении ЛФА и ЦФА (рисунок 2.5) не выходит в 1, при высоких значениях эпох обучения. Предполагается, что это связано с большим периодом величины ЛФ, т.е. относительной фазовой задержки компоненты поля перпендикулярной к быстрой оси по отношению к параллельной компоненте и большим периодом фазового сдвига между двумя ортогональными циркулярными компонентами поля. Можно ли уменьшить период и соответственно увеличить точность?
6. Хотелось бы обратиться к схеме с двумя вращающимися матовыми дисками. Не окажется ли такого, что из-за постоянного вращения дисков на камере при съемке будет «замыливание» спекл-картины?

7. Нужно отметить, что в тексте содержится некоторое число некорректных предложений и опечаток, которые затрудняют чтение и понимание.

- Стр. 22 «Полагая фотодетекторы идеальными (т.е. квантовая эффективность равна единице), будем считать, что измерительное состояние в *объектном* (заменить *опорном*) плече задается в виде $|\chi_i\rangle = |x_i\rangle$, а в объектном $|\chi_s\rangle = \int dx_s |x_s\rangle$, где интегрирование проводится по всей ширине суммирующего детектора. Пусть объект полностью прозрачный, рассчитаем вероятность обнаружения фотона с координатой $|x\rangle$ в *объектном* (заменить на *опорном*) плече при условии регистрации фотона в объектном плече *будет равна (удалить):»*

- Стр. 15 «...направления *a* (*o*) развитии ФИ»

8. Подписи к рисункам написаны на русском языке, а сами рисунки на английском, и наоборот, пояснения есть, а рисунки уже переведены. Необходимо было дать уточнения в подписях.

Заключение

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.19. Лазерная физика (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Агапов Дмитрий Павлович заслуживает

присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук,
директор научно-образовательного центра фотоники и оптоинформатики
Университета ИТМО
Цыпкин Антон Николаевич

подпись

23.11.2023

Контактные данные:

тел.: e-mail: tsyppkinan@itmo.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 01.04.05 – Оптика (физико-математические науки)

Адрес места работы:

199034, г..Санкт-Петербург, ул. Кадетская лин. В.О. 3/2, Университет
ИТМО.

Тел.: +79217760976; e-mail: tsyppkinan@itmo.ru

Подпись сотрудника научно-образовательного центра фотоники и
оптоинформатики Университета ИТМО А.Н. Цыпкина удостоверяю:

должность

ФИО

23.11.2023