

ОТЗЫВ официального оппонента
о диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Кузнецова Никиты Юрьевича
на тему: «Топологические особенности непараксиальных световых
полей в задачах линейной и нелинейной дифракции»
по специальности 1.3.19 – «лазерная физика»

Диссертация Н.Ю. Кузнецова посвящена теоретическому исследованию проблем нахождения так называемых сингулярных точек или линий в распределении поляризации поля после острой фокусировки или после рассеяния на мелкомасштабных объектах. По определению, сингулярными называются те точки или линии в области нахождения светового поля, где его поляризация является строго линейной или строго циркулярной. Такого рода задачи и их решения вызывают достаточно большой интерес научной общественности вследствие чего несомненна **актуальность** темы работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения.

В первой главе диссертации дан обзор литературы, а также сформулированы основные определения сингулярных точек и линий и описан оригинальный алгоритм их обнаружения и анализа в методике исследования типа численных экспериментов. Проведён анализ точности и вычислительной эффективности этого алгоритма.

Во второй главе рассмотрены задачи о рассеянии лазерного излучения на субволновых кремниевой и золотой наночастицах и описаны возникающие в этих случаях сингулярные линии, а также поляризационные ленты. Показано, в частности, что поляризационные ленты могут иметь разнообразную конфигурацию вплоть до образования структур типа листов Мебиуса. Рассмотрено также образование сингулярных структур при рассеянии лазерного излучения на планарном метаматериале, базовый

элемент которого содержит пару плоских металлических пластин субволнового размера.

В третьей главе рассмотрено и исследовано образование сингулярных линий при острой фокусировке пучков лазерного излучения. Детально исследована структура сингулярностей при различной поляризации падающей волны, от линейной до циркулярной, и при различной форме профиля падающего излучения – типа Гаусса или Пуанкаре. Продемонстрировано, что в ходе такой фокусировки за счёт возрастания величины продольной компоненты вектора напряжённости электрического поля линии сингулярности поляризации могут возникать в пучках, которые в параксиальном приближении являются полностью регулярными, причём эти линии имеют топологию сложных узлов и зацеплений.

Наконец, в четвертой главе рассмотрены две качественно иных задачи: задача оптимизации условий генерации второй гармоники поляризованным параксиальным лазерным излучением в объёме киральной нелинейно-оптической среды, а также задача определения параметров керровской нелинейности такой среды по изменению профиля претерпевшего в ней самофокусировку пучка. Вторая задача решалась методом создания и глубокого обучения искусственной нейронной сети, что достаточно интересно. Было обнаружено, что данные параметры могут быть найдены с на порядок более высокой точностью при использовании для их определения пучков излучения, содержащих сингулярность фазы или поляризации.

В целом, результаты полученные автором и описанные в диссертации представляются новыми, достоверными и значимыми. Мои замечания, а точнее вопросы, относятся скорее к тому, чего нет в диссертации, чем к тому что в ней представлено. Во-первых, несомненно, что само по себе знание о наличии и свойствах поляризационных сингулярных линий и точек очень интересно, но вопрос в том, как это знание может пригодиться для каких-либо других задач или в практических целях? Во-вторых, в рамках данной работы лазерное излучение считается чисто монохроматическим. А что будет со всеми описанными

сингулярностями в случае импульсного излучения лазера? Еще один вопрос из этой же серии касается строгой определенности поляризации поля в каждой данной точке, безо всякой стохастичности. Но если, например, излучение рассеивается не на одной наночастице, а на ансамбле случайно расположенных частиц, то тогда возможно появление стохастичности или неопределенности в направлении поляризации, и возможно придется работать с поляризационной матрицей плотности, а не просто с поляризацией напряженности электрического поля.

Разумеется, эти вопросы выходят за рамки представленной работы и ни в коей мере не умаляют значимости полученных и представленных результатов. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.13.19 - «лазерная физика» (по физико-математическим наукам), а именно пунктам 3. Нелинейная оптика; генерация гармоник и суперконтинуума; вынужденные рассеяния; нелинейно-оптические материалы; фотонные кристаллы и устройства и 4. Оптические материалы и устройства; голография; интегральная оптика; микроскопия; оптические сенсоры, измерения и метрология; плазмоника и оптика поверхности; физическая оптика. Диссертация также соответствует критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Кузнецов Никита Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.13.19 - «лазерная физика».

Официальный оппонент:

доктор физ.-мат. наук, профессор,
главный научный сотрудник Отдела ТИАМ ЦЕНИ Института общей физики
имени А.М. Прохорова РАН

ФЕДОРОВ Михаил Владимирович

Контактные данные:

тел.: 7(499)503877 доб. 257, e-mail: fedorov@ran.gpi.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 01.04.21 – «лазерная физика».

Адрес места работы:

119991, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38,
Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Отдел ТИАМ ЦЕНИ
Тел.: 7(499)503877 доб. 257, e-mail: fedorov@ran.gpi.ru

Подпись сотрудника
Института общей физики
имени А.М. Прохорова РАН
М.В. Федорова удостоверяю:

ВРИО Ученого секретаря ИОФ РАН
В.В. Глушков

