

## ОТЗЫВ

научного консультанта Кудряшова А.В. о работе Галактионова И.В. по кандидатской диссертации «Увеличение эффективности фокусировки рассеянного лазерного излучения методами адаптивной оптики», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертационная работа посвящена численному и экспериментальному исследованию фокусировки лазерного излучения при распространении сквозь оптически неоднородные среды с использованием методов и элементов адаптивной оптики. Известно, что адаптивная оптика широко применяется в астрономии для компенсации атмосферной турбулентности и увеличения разрешения изображений наблюдаемых небесных тел. Однако, помимо турбулентных флуктуаций показателя преломления, в атмосфере на пути распространения излучения может присутствовать рассеивающий аэрозоль. При этом в излучении, распространяющемся сквозь аэрозольный слой, ввиду невысокой концентрации рассеивателей преобладает нерассеянная компонента, обеспечивающая возможность формировать фокальное пятно, отчётливо различимое при общей фоновой засветке. Но часть энергии в результате рассеяния на оптических неоднородностях среды перераспределяется из центральной области фокального пятна в ореол. В результате уменьшается как пиковая интенсивность, так и плотность мощности в пятне. На решение этой задачи и направлена настоящая диссертационная работа.

Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения.

Во **введении** обосновывается актуальность разрабатываемой темы, отмечается её научная новизна и практическая ценность, формулируются выносимые на защиту положения, а также кратко излагается содержание и структура диссертации по главам.

**Первая** глава диссертации посвящена описанию основных параметров оптически рассеивающих сред, таких как индикатриса рассеяния, фактор анизотропии, показатель ослабления излучения, длина свободного пробега фотона. Приводится обзор литературы, посвящённой задачам наблюдения за объектами и фокусировки лазерного излучения сквозь рассеивающие среды. Дается определение рассеяния оптического излучения, описываются особенности упругого и неупругого рассеяния, рассматриваются различные виды рассеяния.

Во **второй** главе приводится обоснование корректности измерения усреднённой фазы излучения, распространяющегося сквозь рассеивающую среду. Описывается разработанная модель оценки искажений усреднённого волнового фронта лазерного излучения, распространяющегося сквозь слой рассеивающей среды толщиной 5 мм с концентрацией частиц диаметром 1 мкм

от  $10^5 \text{ мм}^{-3}$  до  $10^6 \text{ мм}^{-3}$ , с использованием принципа Шака-Гартмана. Приводится описание созданной лабораторной экспериментальной установки с датчиком Шака-Гартмана, предназначенной для измерения искажений усреднённого волнового фронта лазерного излучения, распространяющегося сквозь кювету с рассеивающей суспензией частиц.

В **третьей** главе приводится подробный обзор типов существующих корректоров волнового фронта с локальными и модальными функциями отклика и предъявляемых к ним требований, а также обосновывается выбор корректора на основе биморфного пьезоэлемента для решения поставленной задачи фокусировки излучения сквозь рассеивающий аэрозоль. Приводится подробное описание разработанного и применяемого в работе биморфного адаптивного зеркала, а также разработанный алгоритм численной коррекции искажений усреднённого волнового фронта, основанный на разложении экспериментально измеренной усреднённой фазовой поверхности излучения, прошедшего сквозь рассеивающую среду, по измеренным функциям отклика электродов биморфного адаптивного зеркала. Также в главе приводится схема созданной лабораторной адаптивной оптической системы с биморфным зеркалом, датчиком Шака-Гартмана и анализатором интенсивности, предназначенной для улучшения качества фокусировки лазерного излучения, распространяющегося сквозь слой рассеивающей среды с концентрацией частиц от  $10^5 \text{ мм}^{-3}$  до  $10^6 \text{ мм}^{-3}$ .

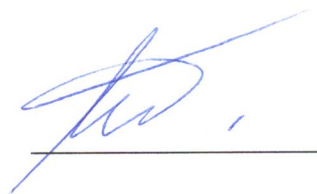
Настоящая диссертация в полной мере удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. В публикациях И.В. Галактионова освещены новые результаты, полученные в диссертационной работе, они известны в научных кругах. Считаю, что Галактионов Илья Владимирович достоин присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Научный консультант:  
д.ф.-м. н., профессор

e-mail: [kud@activeoptics.ru](mailto:kud@activeoptics.ru)

«Подпись А.В. Кудряшова заверяю»

Учёный секретарь ИДГ РАН



А.В. Кудряшов



Д.Н. Локтев



Научный консультант:

**Кудряшов Алексей Валерьевич**

профессор, доктор физико-математических наук,  
старший научный сотрудник

Федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Московский политехнический университет»

Контактные данные:

тел.: +7 916 180 5443, e-mail: [kud@activeoptics.ru](mailto:kud@activeoptics.ru)

Специальность, по которой научным консультантом  
защита диссертация: 01.04.21 — «Лазерная физика»

Адрес места работы:

107023, г. Москва, ул. Большая Семеновская, 38 Н

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования

«Московский политехнический университет» («Московский Политех»)

Тел.: +7 (495) 223-05-23, e-mail: [mospolytech@mospolytech.ru](mailto:mospolytech@mospolytech.ru)

Согласен на обработку персональных данных

*подпись*



/ А.В. Кудряшов /