

УТВЕРЖДАЮ
проректор по научной работе
Университета ИТМО
В.О. Никифоров



" " _____ 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Залыгина Антона Владленовича на тему: «СИСТЕМА ЗОНДОВО-ОПТИЧЕСКОЙ 3D КОРРЕЛЯЦИОННОЙ МИКРОСКОПИИ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В ИССЛЕДОВАНИИ СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ»,

представленную на соискание учёной степени кандидата физико-

математических наук по специальности: 01.04.01

«Приборы и методы экспериментальной физики»

Диссертационная работа А.В. Залыгина посвящена изучению новых материалов на основе жидких кристаллов со свойствами, управляемыми оптическим излучением, для чего была разработана уникальная экспериментальная процедура структурной характеристики и научная установка, позволяющая данную процедуру реализовать. Актуальность и практическая значимость работы определяется необходимостью исследования наноматериалов, важными факторами чего являются доступность необходимого для исследований оборудования и его многофункциональность. Одними из приоритетных направлений исследований являются исследования новых материалов на основе жидких кристаллов со свойствами, управляемыми оптическим (лазерным) излучением. Данные материалы представляются чрезвычайно важными в создании новых устройств для фотоники и медицины. Процессы, происходящие в подобных материалах, существенно отличаются в разных точках исследуемого образца. Это обуславливает необходимость развития новых инструментальных методов, позволяющих получать информацию о пространственном распределении физико-химических параметров исследуемого материала с пространственным разрешением на уровне нанометрового диапазона. Именно на решение данных задач направлена работа А.В. Залыгина.

Диссертация А.В. Залыгина построена по классической схеме. Она состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, экспериментальной части, включающая результаты работы и их обсуждения, заключения и списка

литературы. Во введении сформулированы цели и задачи работы, обоснована её актуальность, научная новизна и практическая значимость.

Литературный обзор посвящен описанию методов сканирующей зондовой микроскопии, оптической микроскопии и ультрамикротомии, современных подходов корреляционной микроскопии. Подробно описаны входящие в состав изучаемых в работе наноматериалов жидкие кристаллы и квантовые точки, а также оптически кодированные микросферы.

Во второй главе описаны методики создания исследованных наноматериалов: плёнок различной толщины азобензолсодержащего нематического полиакрилата PAzo4M и его холестерической смеси с хиральной фотохромной легирующей добавкой Sorb, а также гибридного материала, состоящего из SilBlue (96.3 % по массе), Sorb (3.2 % по массе) и двух типов КТ (одни с $\lambda_{ФЛ}=530$ нм (0.05 % по массе); другие с $\lambda_{ФЛ}=604$ нм (0.5 % по массе)), представляющего из себя холестерические ЖК с инкорпорированными в них КТ. Подробно описаны созданные специально для исследования данных материалов инструменты и методики, совмещающие в себе атомно-силовую микроскопию, поляризационную оптическую микроскопию, сканирующую зондовую нанотомографию и флуоресцентную спектроскопию.

Отдельно в третью главу вынесено описание системы зондово-оптической 3D корреляционной микроскопии, объединяющей в одном приборе конфокальную микроспектроскопию с 3D сканирующей зондовой нанотомографией, разработка методики исследования материалов с её помощью и исследование флуоресцентных магнитных микрометровых микросфер, используемых в иммунодиагностике.

Основные научные результаты, полученные автором, приведены в заключении:

1. В ходе данной работы была создана экспериментальная установка, представляющая собой комбинацию СЗМ и ПОМ, а также методика, позволяющая оценивать влияние сфокусированного лазерного пучка на тонкие плёнки жидких кристаллов. Посредством данной методики было установлено, что сфокусированное облучение лазером приводит к образованию кратеров только в плёнках толщиной 5-10 мкм, в тонких плёнках (100-200 нм) кратеры не образуются. Хиральная структура плёнки не оказывает никакого воздействия на кинетику образования кратеров и их глубину.

3. Была разработана уникальная трёхэтапная экспериментальная процедура структурной характеристики, позволяющей на одном и том же участке образца проводить измерения методами АСМ, ПОМ и флуоресцентной