

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Залыгина Антона Владленовича
*«Система зондово-оптической 3D корреляционной микроскопии и ее
применения в исследовании свойств наноматериалов»*,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.04.01. – «Приборы и
методы экспериментальной физики»

Диссертация Залыгина А.В. посвящена развитию нового класса экспериментальных зондово-оптических методов и их использованию для 3D визуализации и физико-химической диагностики биологических объектов, нанокompозитов и полупроводниковых материалов. В работе демонстрируется оригинальный принцип корреляционной микроскопии на основе интеграции сканирующей зондовой микроскопии, ультрамикротомии и оптической микроскопии сверхвысокого пространственного разрешения. В качестве последней могут быть использованы субдифракционные методы флуоресцентной микроскопии (STED, PALM, STORM), локально-усиленные методы рэлеевского/комбинационного рассеяния света (SNOM, TERS) и инфракрасного поглощения (nano-IR). Актуальность развития такого подхода не вызывает сомнений поскольку открывает путь для недеструктивного химического анализа живых систем в биологических и медицинских исследованиях.

Автором диссертации был разработан программно-аппаратный комплекс, объединяющий модули сканирующей зондовой нанотомографии и оптической микроскопии, с помощью которой Залыгин А.В. исследовал: 1) образование кратеров в пленках жидких кристаллов, 2) распределение квантовых точек в жидких кристаллах и 3) флуоресцентные магнитные микросферы. Для решения этих задач автором была разработана общая методика исследования наноматериалов, которая включает 3D визуализацию их морфологии и определение физико-химических свойств.

В представленной диссертации содержится ряд недостатков и замечаний, которые требуют дополнительных пояснений:

1. В разделе «Личный вклад соискателя» указано, что автор принимал участие в разработке методик, проведения экспериментов и обработке результатов измерений, тогда как в целях и задачах указано, что основной вклад автора направлен на создание гибридного программно-аппаратного комплекса.
2. Реконструкция 3D изображений и физических параметров (путем «сшивания» отдельных срезов) требует решения обратной некорректной задачи с использованием регуляризирующих алгоритмов. В работе не рассматривается математическая обработка. В частности, не учитываются артефакты, вносимые ножом при использовании ультрамикротомов. В тексте диссертации совсем не уделяется внимание этому важному аспекту.
3. Фотоиндуцированные эффекты деформации ЖК пленок изучались на протяжении последних 50 лет. Не ясна в чем здесь новизна. Не рассмотрены физические аспекты деформации (транс-цис фотоизомеризация, фотоселекция, размягчение ЖК пленки, фотобличинг и т.д.). Судя по кратерам на пленке поляризация света не играет никакой роли – почему? Вывод о том, что деформация пленки при ее освещении лазерным светом с высокой интенсивностью – десятки кВт/см², с толщиной меньше 200 нм не возникает – никак не обоснован. Не понятен выбор этой задачи в контексте разработанной гибридной СЗМ оптической установки, что нового можно получить с помощью разработанной корреляционной схемы.
4. На стр. 19 утверждается, что при увеличении числовой апертуры объектива размер диска Эйри увеличивается, этот тезис не соответствует действительности.

5. На стр. 39 отмечены основные недостатки СЗНТ. Отсутствие в такой корреляционной схеме оптической компоненты не является недостатком. К недостаткам можно отнести толщину срезов, влияние профиля ножа на их поверхностные свойства и т.д. Наличие оптики, в том числе высокоразрешающей, просто расширяет функционал СЗНТ.
6. На стр. 88, рис. 41 (b) автор по изменению фазы АСМ кантиливера делает вывод, что флуоресцентные микросферы являются магнитными, это не очевидно, так как фаза может меняться, например, из-за электрических сил.
7. Диссертация структурирована не оптимальным образом. Литературный обзор составляет без малого половину всего объема диссертации. Далее следует экспериментальная часть, хотя логичнее было бы вторую главу посвятить основной цели диссертации – разработке программно-аппаратному комплексу, а уже потом продемонстрировать результаты, полученные на этой установке.
8. Работа содержит большое количество грамматических и стилистических ошибок. В качестве примера можно привести следующие цитаты: 1) стр. 4 – «... необходимой для **максимально верной** оценки исследуемого материала»; 2) стр. 6 – «При этом также будет решена проблема с **закупкой и/или поиском** широкого спектра различного оборудования...»; 3) стр. 7 – «Кроме того, современное состояние разработанной системы корреляции СЗНТ с ОМ позволяет выполнить **3D – версии усиленного остриемьщсрф комбинационного рассеяния света...**»; 4) стр. 7 – «Еще одним новшеством является возможность **одинаково качественно** исследовать как твердые полупроводниковые материалы...»; 5) стр. 8 – «Созданная **научная** установка...»; 6) стр. 60 – «Для пленок нематического **полимера амплитуда колебаний высоты поверхности** примерно в два раза...»; 7) стр.

80 – «Данная часть работы проводилась под руководством Мочалова К.Е. ... » это можно было бы отметить в разделе благодарности.

В заключение следует отметить, что диссертационная работа Залыгина А.В. выполнена на удовлетворительном научном уровне, основные результаты докладывались автором на российских и международных конференциях и были опубликованы в высокорейтинговых зарубежных и отечественных научных журналах (ACS NANO, Ultramicroscopy, PLOS ONE, Оптика и спектроскопия). Это подчеркивает вклад автора в быстро развивающуюся область 3D корреляционной микроскопии и свидетельствует о признании его достижений. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявленным к кандидатским диссертациям согласно п. 9 положения «О порядке присуждения ученых степеней» № 842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор Залыгин А.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «приборы и методы экспериментальной физики».

Доктор физико-математических наук
(специальность 01.04.05-оптика),
доцент кафедры оптики и нанофотоники
института физики ФГАОУ ВО
«Казанский (Приволжский)
федеральный университет»
e-mail: skharint@gmail.com



Харинцев Сергей Сергеевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Адрес: 420008, Россия, РТ, г. Казань, ул. Кремлевская, д.18.

Телефон: 8 (843) 315214

Электронный адрес: <https://kpfu.ru>

e-mail: public.mail@kpfu.ru

