

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **ШЕЛАЕВА Артёма Викторовича**
на тему «**Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия и спектроскопия с использованием зондов кантилеверного типа**»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

Развитие методов оптической микроскопии и спектроскопии сверхвысокого разрешения, таких как сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия (СБОМ), микроскопия гигантского комбинационного рассеяния (ГКР), является актуальной задачей, связанной с необходимостью исследования химических свойств наноразмерных объектов и структур. Эти методы показали свою применимость на широком классе объектов, включая углеродные нанотрубки, графеновые структуры, полупроводниковые структуры на основе Si, CdS, GaN, и GaAs, органические полимеры и молекулы, ДНК, протеины и клетки.

В диссертационной работе поставлена цель и сформулированы задачи развития методов сканирующей ближнепольной оптической микроскопии и спектроскопии с использованием зондов кантилеверного типа.

К достоинствам работы и заслугам непосредственно автора можно отнести получение следующих научно-практических результатов:

1. разработан и впервые экспериментально протестирован на образцах квантовых точек InP/GaInP метод возбуждения и сбора люминесценции через апертуру кремниевой полой пирамиды, закрепленной на кантилевере, с пространственным разрешением менее 100 нм;
2. разработана и впервые экспериментально апробирована методика возбуждения оптического отклика в образце с помощью засветки сбоку под углом $< 20^\circ$ к поверхности и сбора излучения через апертуру полой пирамиды, закрепленной на кантилевере, со спектральным и пространственным разрешением менее 100 нм или менее $1/7$ длины волны возбуждения;
3. впервые реализован метод гигантского усиления комбинационного рассеяния плазмонной наноантенной с обратной связью в нерезонансном прерывисто-контактном режиме атомно-силовой микроскопии с пространственным разрешением до 20 нм;
4. предложен новый способ определения коэффициента усиления электрического поля и размера области локализации поля, усиленного плазмонной антенной, основанный на ближнепольной оптической литографии.

Способ характеристики плазмонных антенн внедрен в качестве стандартного теста в приборные комплексы «Ntegra-Spectra» производства ООО «НТ-МДТ» для тестирования оптических наноантенн.

Результаты работы были доложены на многочисленных международных научно-технических конференциях, опубликованы в 41 печатных статьях, 9 из которых в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК и международные базы цитирования, получены 2 патента РФ на изобретение.

В качестве замечаний следует отметить следующие моменты:

1. из описания раздела 2.2 (стр. 8 автореферата) не совсем понятна суть предлагаемой методики возбуждения и сбора излучения через апертуру СБОМ зонда кантилеверного типа и отличие ее от существующей, реализованной в «Ntegra-Spectra»;


2. из автореферата (стр. 9) не ясно, чем обусловлен критический угол 20 град., под которым падает возбуждающий лазерный луч, при возбуждении образца сбоку и собирании излучения через апертуру СБОМ зонда кантилеверного типа;

3 на стр.12 автореферата некорректно сформулировано предложение «Получена экспериментальная зависимость пропускания от угла поворота падающей поляризации лазерного излучения».

Указанные замечания не носит принципиального характера, и являются скорее недочетом автореферата.

Судя по автореферату, диссертационная работа **Шелаева Артёма Викторовича** является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные методические и технические решения, имеющие существенное значение для развития методов оптической микроскопии и спектроскопии сверхвысокого разрешения, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Вихров Сергей Павлович. Главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет», доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ (Адрес для переписки: 390005, г. Рязань, ул. Гагарина,59/1, Тел.: (4912)46-03-66, E-mail: vikhrovsergey@mail.ru)

 С.П. Вихров

Подпись С.П. Вихрова заверяю

Ученый секретарь Ученого совета РГРТУ



В.Н. Пржегорлинский