

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Фролова Александра Юрьевича «Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия кремниевых наномантенн и магнитооптическая спектроскопия плазмонных наномантенн», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – «лазерная физика»

Диссертационная работа выполнялась А.Ю. Фроловым на кафедре квантовой электроники физического факультета МГУ в течение его обучения в очной аспирантуре и последующей работе в должности младшего научного сотрудника кафедры. Во время всего периода работы над диссертацией А.Ю. Фролов проявил исключительную целеустремленность, трудолюбие, усидчивость, стремление посвятить научной работе максимально возможное время, настроенность на получение нового научного результата. А.Ю. Фролова выделяет высокая ответственность и способность к кропотливому планированию и анализу. Именно это, а также умение концентрироваться на главном на данный момент аспекте работы позволило ему выполнить диссертационную работу на высоком научном уровне. В ходе работы над диссертацией А.Ю. Фролов продемонстрировал высокую квалификацию и эрудицию физика-экспериментатора, способного самостоятельно решать фундаментальные, методические, технические и расчетные задачи при проведении исследований в области экспериментальной оптики и лазерной физики.

Диссертационная работа А.Ю. Фролова посвящена систематическому экспериментальному и теоретическому исследованию особенностей ближнепольного распределения оптических мод Ми и Фабри-Перо высокого порядка в кремниевых наномантеннах различных форм методом апертурной сканирующей ближнепольной оптической микроскопии, а также изучению механизмов усиления магнитоиндуцированной модуляции света при возбуждении поверхностных решеточных плазмонных мод высокого порядка с четной и нечетной симметрией в магнитоплазмонных кристаллах, состоящих из периодического одномерного массива трехслойных наномантенн золото-никель-золото. Актуальность выбранной тематики диссертации в первую очередь обусловлена фундаментальным интересом к особенностям ближнепольного оптического отклика наномантенн, изготовленных из диэлектрических и полупроводниковых материалов, поскольку их оптические потери меньше, чем у аналогичных плазмонных наномантенн. Наномантенны сложных форм обладают модами Ми, имеющими высокий полярный и радиальный порядок. Кроме того, в наномантеннах с формами призм с прямоугольным и квадратным основанием формируются моды типа Фабри-Перо благодаря конструктивной интерференции волн, отраженных от противоположных плоских граней наномантенны. Прикладной аспект диссертации связан с необходимостью исследования вопросов о потенциальных возможностях и перспективах применения оптических наномантенн в задачах диэлектрической нанофотоники. Обнаруженное значительное увеличение экваториального магнитооптического эффекта Керра при возбуждении запрещенных по симметрии поверхностных решеточных мод в магнитоплазмонных кристаллах может быть применено для создания активных модуляторов света и сенсоров на их основе.

В оригинальных разделах диссертации А.Ю. Фролова, прежде всего, исследуются особенности пространственного распределения оптических мод Ми и Фабри-Перо высокого порядка в наномантеннах с использованием методики сканирующей ближнепольной оптической спектроскопии в режиме на пропускание. Важным результатом этой части работы является определение типа возбуждаемых мод, их порядка и симметрии, а также обнаружение пространственных положений апертурного зонда, в которых происходит наиболее эффективное возбуждение оптических мод Ми и Фабри-Перо в кремниевых наномантеннах. Несомненным первоначальным наблюдением диссертации

является детектирование с субволновым пространственным разрешением ТМ и ТЕ мод Фабри-Перо высокого порядка в кремниевых нанополостях с формой стержня, а также мод Ми и Фабри-Перо в кремниевых нанополостях с формой призм с квадратным и треугольным основанием. Впервые экспериментально определены длины волн, сдвиг фазы, возникающий при отражении от торцов наностержней, и их эффективная длина при возбуждении ТЕ и ТМ мод Фабри-Перо. В заключительных разделах диссертации представлены результаты исследования особенностей магнитооптического отклика магнитоплазмонных кристаллов на основе периодических массивов плазмонных нанополостей, за счет возбуждения поверхностных плазмонных решеточных мод второго и третьего порядка, имеющих симметрию поля четной и нечетной моды, соответственно.

Полученные в диссертации результаты обладают всеми признаками научной новизны, были представлены на многочисленных международных конференциях и опубликованы в ведущих научных журналах. Результаты являются несомненным ценным вкладом автора в понимание механизмов взаимодействия ближнего поля с оптическими модами в нанополостях и магнитооптических явлений в наноструктурах. Несомненно определяющий личный вклад автора в получении экспериментальных результатов и в построении моделей, их описывающих.

Диссертационная работа А.Ю. Фролова выполнена на высоком научном уровне, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Фролов Александр Юрьевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Профессор физического факультета МГУ
доктор физ.-мат. наук

А.А. Федянин