

## ОЗЫВ

на автореферат диссертации Фролова Александра Юрьевича “Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия кремниевых наноантенн и магнитооптическая спектроскопия плазмонных наноантенн”, представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – Лазерная физика.

В автореферате диссертации Фролова А.Ю. проведено исследование по актуальной теме о получении пространственного распределения с субволновым разрешением полей оптических мод высокого порядка типа Ми и Фабри-Перо в кремниевых наноантеннах различных форм, а также о магнитоиндуцированной модуляции интенсивности прошедшего свет при возбуждении поверхностных решеточных мод, обладающих четной и нечетной пространственной симметрией поля, в одномерном периодическом массиве плазмонных Au/N/Au наноантенн.

Для получения ближнепольного распределения используется методика сканирующей ближнепольной оптической микроскопии (СБОМ) апертурного типа в режиме на пропускание. В работе получены СБОМ изображений в оптическом и ближнеинфракрасном спектральном диапазоне кремниевых наноантенн, обладающих геометрической формой в виде прямоугольных стержней и призм с круглым квадратным и треугольным основаниями. Ранее методами СБОМ изучались только наноантенны в форме цилиндра, что показывает несомненную новизну работы. Был проведен тщательный численный анализ полученных СБОМ изображений, который позволил провести соответствие полученных особенностей на СБОМ изображениях с отдельными компонентами и узлами мод Ми и Фабри-Перо. Показано, что СБОМ изображения TE и TM мод Фабри-Перо имеют различный контраст, обусловленный интерференцией излучения возбужденной моды Фабри-Перо и излучения, распространяющегося от зонда. На основе СБОМ

изображений были вычислены получены сдвиги фазы, которые испытывают моды Фабри-Перо при отражении от торцов.

В нанопантенах с формой призм с круглым, квадратным и треугольным основаниями были определены положения пучностей и узлов компонент мод Ми с высоким полярным и радиальным порядками, а также мод Фабри-Перо высокого порядка. Показано, что на СБОМ изображениях эти узлы и пучности проявляются как максимумы, так и минимумы, амплитуды которых зависит от эффективности возбуждения и интенсивности излучения каждой моды. Для всех форм нанопантен показано, что зонд возбуждает моды с зеркальной и вращательной симметрией, которые запрещены для плоской электромагнитной волны при нормальном падении.

Впервые показано, что возбуждение поверхностных решеточных мод второго и третьего порядка в одномерном периодическом массиве Au/Ni/Au нанопантен усиливает магнитоиндуцированную модуляцию прошедшего света в 135 и 60 раз соответственно по сравнению с нерезонансной спектральной областью. Впервые обнаружено, что усиление магнитоиндуцированной модуляции при возбуждении моды второго порядка, имеющей четную зеркальную симметрию, превосходит не менее чем в два раза усиление, вызванное модой третьего порядка с нечетной симметрией. Большие значения усиления при возбуждении четной моды, запрещенной для возбуждения плоской электромагнитной волной при нормальном падении, связано с ее меньшими радиационными потерями по сравнению с нечетной модой, которая возбуждается при нормальном падении плоской электромагнитной волны.

Результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых журналах (Nano Letters, Nanophotonics, Physical Review B) и были доложены на ряде международных конференциях.

Таким образом, можно сделать вывод, что по своей актуальности, научной новизне, уровню выполнения, научной и практической ценности полученных результатов диссертация представляет собой научно-исследовательскую работу, удовлетворяющую требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 1.3.8 – Лазерная физика.

Старший научный сотрудник лаборатории  
нанооптики и плазмоники МФТИ,  
кандидат физико-математических наук  
тел \_\_\_\_\_, celikov@physics.msu.ru

Целиков Г.И.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»  
141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д.9

Подпись Целикова Глеба Игоревича заверяю:

Ученый секретарь МФТИ,  
кандидат физико-математических наук, доцент

Евсеев Е.Г. /