

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.023.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29 января 2018 г. № 51

О присуждении Нгуен Тхи Хуен Чанг, гражданке Социалистической Республики Вьетнам, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Создание массивов нано- и микроотверстий в тонких металлических пленках и исследование их оптических свойств» по специальности 01.04.05 – «Оптика» принята к защите 9 октября 2017 года, протокол № 42 диссертационного совета Д002.023.03, созданного 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Нгуен Тхи Хуен Чанг, 1987 года рождения, в 2010 году окончила магистратуру Белорусского государственного университета по специальности «физика (научно-исследовательская деятельность)» и получила степень магистра. С 1 декабря 2010 года по 30 декабря 2013 работала в Хатиньском университете во Вьетнаме. С 18 января 2014 года обучалась в очной аспирантуре Московского физико-технического института (государственного университета) по специальности 01.04.05 – «Оптика», которую закончила в декабре 2017 года.

Диссертационная работа Нгуен Тхи Хуен Чанг выполнена в Отделении квантовой радиофизики Федерального государственного бюджетного

учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук, доцент Кудряшов Сергей Иванович, ведущий научный сотрудник кафедры лазерных технологий и систем Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (ИТМО) и старший научный сотрудник лаборатории газовых лазеров ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Шафеев Георгий Айратович, доктор физико-математических наук, профессор, директор Научного центра волновых исследований Института общей физики им. А.М. Прохорова (ИОФ РАН);

2. Новодворский Олег Алексеевич, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией наноструктур и тонких пленок Института проблем лазерных и информационных технологий РАН (ИПЛИТ РАН) — филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН), г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном кандидатом физико-математических наук Мелентьевым Павлом Николаевичем, ведущим научным сотрудником Лаборатории лазерной спектроскопии ИСАН, и доктором физико-математических наук, профессором Рябовым Евгением Артуровичем, заведующим отделом лазерной спектроскопии ИСАН, и утвержденном доктором физико-математических наук, профессором Задковым Виктором Николаевичем, директором ИСАН, указала, что соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 24 опубликованные работы, в то числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 5 работ опубликовано в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of

Science. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных Нгуен Тхи Хуен Чанг работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Д. А. Заярный, А. А. Ионин, И. В. Киселева, С. И. Кудряшов, С. В. Макаров, А. А. Руденко, И. А. Тимкин, Р. А. Хмельницкий, **Ч. Т. Х. Нгуен**. Усиленное инфракрасное поглощение света красителем на металлической дифракционной решетке. // Письма в ЖЭТФ. – 2014. – Т.100. – С. 332 – 335.
2. В. И. Емельянов, Д. А. Заярный, А. А. Ионин, И. В. Киселева, С. И. Кудряшов, С. В. Макаров, А. А. Руденко, **Ч. Т. Х. Нгуен**. Наномасштабная гидродинамическая неустойчивость расплава при абляции тонкой пленки золота фемтосекундным лазерным импульсом. // Письма в ЖЭТФ. – 2014. – Т.99. – С. 601 – 605.
3. П. А. Данилов, Д. А. Заярный, А. А. Ионин, С. И. Кудряшов, **Ч. Т. Х. Нгуен**, А. А. Руденко, И. Н. Сараева, А. А. Кучмижак, О. Б. Витрик, Ю. Н. Кульчин. Структура и механизмы лазерного формирования микроконусов на поверхности серебряных пленок варьируемой толщины. // Письма в ЖЭТФ. – 2016. – том 103. – вып. 8. – с. 617 – 621.
4. P. N. Danilov, S. A. Gonchukov, A. A. Ionin, R. A. Khmel'nitskii, S. I. Kudryashov, **T. T. H. Nguyen**, A. A. Rudenko, I. N. Saraeva and D. A. Zayarny. Background-free, highly sensitive surface-enhanced IR absorption of rhodamine 6G molecules deposited onto an array of microholes in thin silver film. // Laser Phys. Lett. – 2016. – V.13. – p. 055602.
5. T. V. Baikova, P. A. Danilov, S. A. Gonchukov, V. M. Yermachenko, A. A. Ionin, R. A. Khmel'nitskii, S. I. Kudryashov, **T. T. H. Nguyen**, A. A. Rudenko, I. N. Saraeva, T. S. Svistunova and D. A. Zayarny. Diffraction microgratings as a novel optical biosensing platform. // Laser Phys. Lett. – 2016. – V.13. – p.075602.

На автореферат диссертации поступили отзывы от кандидата физико-математических наук Овчинникова Андрея Владимировича, старшего научного сотрудника Объединенного института высоких температур РАН, и кандидата физико-математических наук Порфирьева Алексея Петровича, доцента кафедры технической кибернетики ФГАОУВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет).

В отзыве кандидата физико-математических наук Овчинникова А.В. отмечено, что приведенные в автореферате данные свидетельствуют о высоком научном уровне работы, выполненной Нгуен Тхи Хуен Чанг. В качестве замечания отмечено отсутствие объяснения выбора ряда параметров изучаемых пленок и создаваемых отверстий. В отзыве кандидата физико-математических наук Порфирьева А.П. отмечается, что формирование больших массивов микроотверстий различных диаметров и периодов на тонких плазмонных металлических пленках при помощи фемтосекундных лазерных импульсов позволяет всесторонне охарактеризовать их пропускание в ИК-диапазоне в терминах плавности перехода от обычного пропускания Бете-Букампа к его плазмонно-усиленному аналогу, заканчивая обычным волноводным пропусканием. Имеются замечания, связанные с неточностями указания некоторых параметров лазерного излучения и опечатками.

В отзывах кандидатов физико-математических наук Овчинникова А.В. и Порфирьева А.П. указано, что диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно Положению о присуждении ученых степеней, а соискательница, Нгуен Тхи Хуен Чанг, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них признанных достижений в области оптики и лазерной физики.

Диссертационный совет отмечает следующие результаты на основании выполненных соискателем исследований.

1. Для экспериментальных условий – тонких металлических пленок алюминия, меди, серебра, сплава «золото-палладий» толщиной 50 - 150 нм, облучаемых сильнофокусированными (числовая апертура – 0.25) лазерными импульсами с длиной волны 515 нм, длительностью 220 фс и энергией до 2 мкДж при частоте следования импульсов до 500 кГц и скорости сканирования до 6 мм/с – определены оптимальные режимы формирования отдельных микроотверстий с диаметрами 2-4 мкм, а также их больших (например, для целей ИК-спектроскопии – $4 \times 4 \text{ мм}^2$) массивов с периодами 4-7 мкм.

2. Пропускание массивов микроотверстий с диаметром 4 и 6 мкм в серебряных пленках разной толщины изменяется от обычного (с зависимостью четвертой степени по волновому числу) в пленке толщиной 150 нм, к плазмонно-усиленному в пленке толщиной 100 нм и усиленному на много порядков (близкому к волноводному) в пленке толщиной 50 нм. В последней пленке плазмонно-усиленное пропускание наблюдается при диаметрах отверстия 2 и 3 мкм, а при максимальном диаметре 4 мкм реализуется переход к волноводному режиму пропускания.

3. Плазмон-поляритонный эффект для тыльной стороны тонких металлических пленок алюминия, меди, серебра, сплава «золото-палладий» с массивами микроотверстий проявляется в спектральном положении различных порядков резонансного пропускания, причем контраст их пиков ниже для сплава, чем для чистых металлов, а также для более высоких отношений диаметра к периоду микроотверстий.

4. Реализовано усиленное ИК-поглощение родамина 6Ж и бактерий золотистого стафилококка в области резонанса пропускания массива микроотверстий с диаметрами 4 и 6 мкм на серебряной пленке толщиной 30 нанометров в области волновых чисел $1000\text{-}1500 \text{ см}^{-1}$.

Результаты работы Нгуен Тхи Хуен Чанг оригинальны и научно обоснованы. Их достоверность подтверждается использованием сертифицированного оборудования, хорошей воспроизводимостью, согласием с существующей теорией, апробацией в форме докладов на российских и международных конференциях и в форме публикаций в ведущих мировых научных журналах. Все результаты получены лично автором либо при его непосредственном участии.

Научная новизна полученных результатов связана с выбором оптимальных режимов формирования отдельных микроотверстий с различными диаметрами и их больших (до миллиона элементов) массивов на тонких металлических пленках различных материалов варьируемой толщины под действием сильнофокусированных фемтосекундных лазерных импульсов с варьируемыми энергией и частотой следования, а также скоростью сканирования. Впервые экспериментально исследованы спектральные зависимости аномального резонансного пропускания массивов микроотверстий на тонких пленках от их толщины и материала, диаметра и периода следования отверстий. Впервые обнаружено усиленное ИК-поглощение родамина 6Ж и бактерий золотистого стафилококка в области резонанса пропускания массивов микроотверстий на серебряной пленке.

Практическая значимость работы связана с возможными применениями результатов, полученных в диссертации Нгуен Тхи Хуен Чанг, для задач сенсорики в плане фабрикации сенсоров на базе массивов микроотверстий, предсказания и исследования их спектральных характеристик.

В диссертационной работе решена задача сверхскоростного формирования больших массивов нано- и микроотверстий в тонких металлических пленках под действием сильнофокусированных фемтосекундных лазерных импульсов и исследования их спектральных, а также сенсорных свойств в ИК-диапазоне, что имеет важное значение для развития оптики.

На заседании 29 января 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Нгуен Тхи Хуен Чанг учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 21 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (01.04.05 – Оптика), участвовавшие в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - 21,

против присуждения учёной степени - 0,

недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета,

академик, д.ф.-м.н.

Крохин Олег Николаевич

Учёный секретарь диссертационного совета,

д.ф.-м.н.

Золотько Александр Степанович

29 января 2018 г.