

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.023.03, СОЗДАННОГО 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 18 марта 2019 г. № 62

О присуждении Павлову Андрею Александровичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Оптические свойства наноструктурированных плазмонных плёнок и их использование для управления излучением атомов и молекул и биодетектирования» по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика» принята к защите 17 декабря 2018 года (протокол заседания № 60) диссертационным советом Д002.023.03, созданным 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53 (ФИАН).

Соискатель Павлов Андрей Александрович, 1989 года рождения, в 2013 году окончил Физический факультет Московского государственного университета по специальности «физика», защитив итоговую квалификационную работу. С 01 июня 2013 года обучался в аспирантуре ФИАН по специальности 01.04.21 «Лазерная физика» и закончил её 31 мая 2017 года. С 2014 по 2018 год работал во Всероссийском научно-исследовательском институте автоматизации им. Н. Л. Духова в должности научного сотрудника. С 2017 года работает в ФИАН, в настоящее время в должности высококвалифицированного научного сотрудника.

Диссертация выполнена в Отделении квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова (ОКРФ) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Научный руководитель - доктор физико-математических наук Климов Василий Васильевич. В период руководства соискателем с 2013 г до февраля 2015 г и с декабря 2018 г по настоящее время –главный научный сотрудник Отделения квантовой радиофизики Физического института им. П. Н. Лебедева Российской академии наук. С марта 2015 г по ноябрь 2018 г – заведующий лабораторией разработки оптических устройств нового поколения

Всероссийского научно-исследовательского института автоматики им. Н. Л. Духова и, по-совместительству, главный научный сотрудник ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Поддубный Александр Никитич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник сектора теории квантовых когерентных явлений в твердом теле Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (ФТИ им. А.Ф. Иоффе),
2. Вишневый Андрей Александрович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории нанооптики и плазмоники Центра наноразмерной оптоэлектроники Московского физико-технического института (государственного университета) (МФТИ)

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ) в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, профессором Пановым Владимиром Ивановичем, заведующим кафедрой квантовой электроники, и кандидатом физико-математических наук Любиным Евгением Валерьевичем, научным сотрудником кафедры квантовой электроники, и утвержденном доктором физико-математических наук, профессором Федяниным Андреем Анатольевичем, проректором МГУ, указала, что соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science, опубликовано 3 работы. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Павловым А. А. работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Klimov V. V., Pavlov A. A., Guzatov D. V., Zabkov I. V., Savinov V. D. Radiative decay of a quantum emitter placed near a metal-dielectric lamellar nanostructure: Fundamental constraints // Physical Review A — 2016 — 93(3), p. 033831.
2. Klimov V. V., Pavlov A. A., Treshin I. V., Zabkov I. V., Fano Resonances in a Photonic Crystal Covered with a Perforated Gold Film and its Application to

Biosensing // Journal of Physics D: Applied Physics — 2017 — 50(28), p. 285101.

3. Pavlov A. A., Zabkov I. V., Klimov V. V., Lasing threshold of the bound states in the continuum in the plasmonic lattices // Optics Express – 2018 – 26(22), p. 28948–28962.

На автореферат диссертации поступил отзыв от доктора физико-математических наук Белова Павла Александровича, профессора, декана и главного научного сотрудника «Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики» (Университета ИТМО). В отзыве Белова П. А. отмечается, что результаты работы являются чрезвычайно актуальными благодаря развитию современных технологий изготовления плоско-слоистых плазмонных наноструктур. В отзыве указано, что соискатель Павлов А. А. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

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

Диссертационный совет отмечает, что в диссертации исследованы оптические свойства различных планарных плазмонных и диэлектрических наноструктур с периодическим структурированием в контексте их возможного применения для создания различных оптических устройств — плазмонных нанолазеров и наносенсоров.

В работе получены следующие основные результаты:

1. В рамках двухуровневого приближения найдены фундаментальные ограничения на мощность флуоресценции атома (молекулы, NV-центра и др.), расположенного рядом с планарными структурами. Показано, что для излучателя, расположенного вблизи полупространства или слоя из анизотропного материала с диагональным тензором диэлектрической проницаемости, относительная мощность флуоресценции не может быть больше двух в верхнее полупространство.
2. В рамках двухуровневого приближения скорость спонтанного излучения атома, расположенного вблизи слоя материала с отрицательной диэлектрической проницаемостью, в полупространство за слоем может быть существенно увеличена по сравнению со скоростью спонтанного излучения двухуровневой системы в свободном пространстве. Для диэлектрической проницаемости полупространства за слоем равной 1.5, скорость спонтанного излучения может быть увеличена до 32 раз.
3. Взаимодействие оптического таммовского состояния и волноводных мод

фотонного кристалла, расположенного на золотой плёнке с периодической решёткой щелей, может приводить к возникновению узкого Фано резонанса в спектре прохождения, чувствительного к изменению показателя преломления окружающего пространства. Показатель качества сенсора, основанного на этом эффекте, составляет 233 обратных единиц показателя преломления.

4. В квадратной и гексагональной решётках нанодоверстий существуют неизлучающие моды, порог лазерной генерации которых немонотонно зависит от радиуса отверстий и имеет минимум. Пороги всех остальных неизлучающих мод монотонно увеличиваются при увеличении радиуса отверстий. При стремлении радиуса отверстий к нулю пороги всех мод совпадают. Эффект уменьшения порога генерации для неизлучающих мод связан с перераспределением поля моды между металлом и диэлектриком, а именно с увеличением глубины проникновения поля моды в диэлектрическое полупространство.
5. Из квадратной, гексагональной и прямоугольной решётки с разницей между периодами по различным осям равным 10, 15 или 30 нм, наименьший рассчитанный порог лазерной генерации достигается в гексагональной решётке. Для гексагональной решётки отверстий в серебряной плёнке, покрытой диэлектрическим полупространством с показателем преломления 1.4692, усиление в активной среде, необходимое для достижения лазерной генерации на длине волны 850 нм, составляет 18 см^{-1} .

Результаты работы Павлова А. А. оригинальны и научно обоснованы. Их достоверность подтверждается сочетанием детального анализа численных расчётов и полуаналитических методов, соответствием с литературными данными в частных случаях. Все результаты получены лично автором либо при его непосредственном участии.

Научная новизна полученных результатов обусловлена тем, что в диссертации впервые была показана возможность существенного увеличения скорости излучения атомов и молекул вблизи планарных систем, было продемонстрировано возникновение резонансов Фано, чувствительных к показателю преломления, при взаимодействии оптического таммовского состояния и волноводных мод фотонно-кристаллической плёнки, а также обнаружено уменьшение порога генерации плазмонного лазера с распределённой обратной связью на решётке отверстий при увеличении их радиуса.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения

полученных результатов для создания эффективных современных оптических устройств — плазмонных лазеров, наносенсоров, ярких источников излучения.

В диссертационной работе решена задача определения оптических свойств наноструктурированных плазмонных плёнок с периодической решёткой рассеивателей, покрытых фотонно-кристаллической структурой или средой с усилением, собственных колебаний электромагнитного поля в таких системах и особенностей их взаимодействия с модельной двухуровневой системой, что имеет важное значение для развития нанофотоники и наноплазмоники.

Результаты работы могут быть использованы для управления спонтанным излучением квантового излучателя при создании локализованных источников оптического излучения, при построении оптического сенсора высокой чувствительности, плазмонного лазера с распределённой обратной связью.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

На заседании 18 марта 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Павлову А. А. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 19 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации (01.04.21 – Лазерная физика), участвовавшие в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - 18,

против присуждения учёной степени - 1,

недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета,

член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

Колачевский Николай Николаевич

Ученый секретарь диссертационного совета,

д.ф.-м.н.

Золотько Александр Степанович

18 марта 2019 г.