

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Гартман Александры Дмитриевны «Оптические метаповерхности и интегральные фотонные структуры на основе кремния и нитрида кремния для управления светом на субволновых масштабах», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика

Одно из основных направлений исследований современной интегральной фотоники связано с разработкой субволновых оптических элементов, совместимых с комплементарной полупроводниковой технологией. Однако проблема эффективной реализации подобных наноструктур до конца не решена. Высокие оптические потери часто используемых плазмонных материалов приводят к необходимости поиска альтернативных методов и подходов. Использование диэлектрических наноструктур для эффективного контроля и управления светом является актуальным направлением исследований.

Диссертационная работа А.Д. Гартман посвящена систематическому экспериментальному и численному исследованию особенностей оптических эффектов в наноразмерных фотонных структурах для управления светом на субволновых масштабах. Задачами диссертации является разработка оптимального дизайна резонансной кремниевой метаповерхности для пространственного разделения скалярных пучков типа Лагерра – Гаусса с орбитальным угловым моментом, проведение численного моделирования и экспериментального исследования резонансной волноводной системы на основе кремниевого волновода, центральная часть которого состоит из наноантенн с резонансами типа Ми и нанесенной на них тонкой пленкой селенида индия, а также создание резонансных волноводов на основе нитрида кремния с тонкими пленками диэлектрических переходных металлов. Актуальность выбранной тематики диссертации в первую очередь обусловлена фундаментальным интересом к проблемам, связанным с оптическим управлением диэлектрических наноантенн, упорядоченных в метаповерхность или в резонансную волноводную систему. Прикладной аспект диссертации связан с необходимостью исследования вопросов о потенциальных возможностях и перспективах применения фотонных элементов на основе наночастиц с резонансами типа Ми.

Диссертационная работа выполнялась А.Д. Гартман на кафедре квантовой электроники, а затем на кафедре нанофотоники физического факультета МГУ. В течение всего периода работы над диссертацией А.Д. Гартман проявила целеустремленность, трудолюбие, усидчивость, настроенность на получение научного результата. В ходе выполнения диссертационной работы А.Д. Гартман продемонстрировала хорошую квалификацию физика-экспериментатора, способного самостоятельно решать фундаментальные, методические, технические и расчетные задачи при проведении исследований в области экспериментальной оптики, лазерной физики и нанофотоники, а также владеющим методами численного моделирования физических явлений и принципами компьютерных методов обработки экспериментальных данных.

В оригинальных разделах диссертации А.Д. Гартман, прежде всего, численно продемонстрировано пространственное разделение скалярных пучков с различными значениями орбитального углового момента фазовой поляризации-нечувствительной метаповерхностью, состоящей из кремниевых нанодисков, поддерживающих одновременное возбуждение электрического и магнитного дипольных резонансов типа Ми. В следующих разделах диссертации приведены результаты экспериментального обнаружения явления усиления интенсивности фотolumинесценции тонких пленок селенида индия на волноводе из цепочки резонансных нанодисков при возбуждении в них магнитного дипольного резонанса типа Ми. Продемонстрировано усиление перекачки энергии излучения в волновод для такой резонансной системы. Несомненным первоначальным наблюдением диссертации является обнаружение возбуждения дефектной ТМ моды брэгговского волновода из Ми-резонансных наночастиц, которое приводит к усилению люминесценции межслоевых экситонных источников в гетероструктурах из монослоев диэлектрических переходных металлов, расположенных на волноводе.

Полученные в диссертации результаты обладают всеми признаками научной новизны, были представлены на российских и международных конференциях конференциях, опубликованы

в трех ведущих научных журналах: *Письма в ЖЭТФ* (2 статьи) и *Nanomaterials*. Также, по результатам диссертационной работы Гартман А.Д. был получен патент на изобретение. Результаты несомненно являются ценным вкладом автора в понимание научным сообществом механизмов оптических явлений в метаповерхностях и наноантеннах с резонансами типа Ми. Несомненно определяющий личный вклад автора в получении экспериментальных результатов и в построении моделей, их описывающих. Диссертация оформлена надлежащим образом, автореферат полностью отражает её содержание.

Считаю, что диссертационная работа Гартман А.Д. «Оптические метаповерхности и интегральные фотонные структуры на основе кремния и нитрида кремния для управления светом на субволновых масштабах» выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченное научное исследование, полностью соответствует специальности 1.3.6. «Оптика» и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рекомендую диссертационную работу «Оптические метаповерхности и интегральные фотонные структуры на основе кремния и нитрида кремния для управления светом на субволновых масштабах» Гартман Александры Дмитриевны к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. «Оптика».

Научный руководитель:
заведующий кафедрой нанофотоники
физического факультета
Московского государственного
университета имени М.В. Ломоносова
доктор физико-математических наук,
профессор, профессор РАН

А.А. Федянин

Дата составления отзыва: 1 июня 2023 года.

119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2
Телефон: +7 (495) 939-39-10
E-mail: fedyanin@nanolab.phys.msu.ru

Подпись Федянина Андрея Анатольевича УДОСТОВЕРЯЮ: