

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Шилкина Даниила Александровича «Силы светового давления, рассеяние света и флуоресценция в резонансных диэлектрических структурах», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «лазерная физика»

Развитие методов оптического управления микро- и наночастицами является перспективным направлением современной лазерной физики. Такие методы включают в себя оптический пинцет и его модификации для изучения силовых взаимодействий на микромасштабах, методы управления микро- и наночастицами в ближнем оптическом поле волноводных и резонансных структур, лазерные методики сортировки частиц с использованием сил светового давления.

Диссертационная работа Д.А. Шилкина посвящена решению широкого круга экспериментальных и расчетных задач оптического управления диэлектрическими частицами субволнового размера. Актуальность диссертации в первую очередь обусловлена фундаментальными проблемами развития подходов фотонно-силовой микроскопии, основанной на изучении статистики движения частицы, захваченной в оптической ловушке, для сканирования эванесцентного оптического поля или измерения силовых взаимодействий с использованием оптических ловушек вблизи поверхности. Прикладной аспект диссертации связан с возрастающим интересом к развитию эффективных методов оптической сортировки полидисперсных суспензий субволновых частиц из различных материалов с высоким показателем преломления в видимом диапазоне, а также перспективами разработки однофотонных источников и сенсоров на основе алмазных частиц с центрами окраски.

Задачами диссертационной работы являлись (1) систематическое экспериментальное исследование сил светового давления, действующих на диэлектрические частицы в поле поверхностных электромагнитных волн в одномерных фотонных кристаллах, (2) расчет сил светового давления, действующих на субмикронные кремниевые частицы при возбуждении в них резонансов Ми для реализации методов пространственной оптической сортировки кремниевых частиц, а также (3) обнаружение резонансов Ми в субмикронных алмазных частицах и изучение влияния таких резонансов на насыщение флуоресценции центров окраски в частицах разного размера.

Диссертационная работа выполнялась Д.А. Шилкиным на кафедре квантовой электроники физического факультета МГУ в течение его обучения в очной аспирантуре. За время работы над диссертацией Д.А. Шилкин проявлял исключительную добросовестность в работе, инициативность, вдумчивость, настроенность на получение нового научного результата. Им освоены основные разделы лазерной физики, нелинейной оптики, оптической микроскопии, получены отличные навыки работы с современным экспериментальным оборудованием, освоены методики организации и проведения автоматизированного физического эксперимента. К окончанию работы над диссертацией Д.А. Шилкин подошел квалифицированным физиком-экспериментатором, имеющим и хорошую теоретическую подготовку, а также владеющим методами численного моделирования физических явлений и принципами компьютерных методов обработки экспериментальных данных.

В оригинальных разделах диссертации Д.А. Шилкина, прежде всего, исследуются особенности силового воздействия на полистироловую микрочастицу со стороны поля поверхностной электромагнитной волны в одномерном фотонном кристалле. Показано, что под действием оптических сил частица притягивается к поверхности и движется в направлении распространения поверхностной волны, что

может использоваться в методах оптического управления микрочастицами. Важным результатом этой части работы является обнаружение явления самовоздействия поверхностных электромагнитных волн, распространяющихся на границе одномерного фотонного кристалла и водной суспензии полистироловых наночастиц, проявляющегося в зависимости положения резонанса возбуждения поверхностной волны от мощности возбуждающего излучения и в явлении самофокусировки поверхностной волны. Важным первоначальным наблюдением диссертации является обнаружение магнитодипольной и магнитоквадрупольной мод рассеяния Ми на алмазных частицах субволнового размера. В последней главе диссертации также представлены результаты исследования возбуждения резонансов Ми и их влияния на насыщение флуоресценции центров окраски в субмикронных алмазных частицах.

Полученные в диссертации результаты обладают научной новизной, были представлены на нескольких международных конференциях и опубликованы в ведущих научных журналах. Результаты являются несомненным ценным вкладом автора в понимание механизмов оптических явлений в диэлектрических микро- и наночастицах. Несомненно определяющий личный вклад автора в получении экспериментальных результатов и в построении моделей, их описывающих. Диссертация хорошо оформлена, автореферат полностью отражает ее содержание.

Считаю, что диссертационная работа Д.А. Шилкина выполнена на высоком научном уровне, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно Положению о присуждении ученых степеней в Московском университете, а ее автор, Шилкин Даниил Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «лазерная физика».

Профессор физического факультета МГУ
доктор физ.-мат. наук

А.А. Федянин