

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу
Ершова Александра Евгеньевича

«Коллоидные структуры с различной морфологией:
синтез, оптические свойства и оптодинамические явления»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.05 — оптика.

Диссертация А. Е. Ершова посвящена исследованию взаимодействия плазмонно-резонансных нанокolloидов и нанокомпозитов с различной макроскопической геометрией агрегатов наночастиц с оптическим излучением с варьируемой интенсивностью и длительностью; условий упорядоченного формирования на технологической подложке периодических коллоидных структур из наноразмерных и субмикронных частиц, установление причин спектрально-селективных фотохромных и нелинейно-оптических эффектов. Актуальность исследований состоит в том, что данные материалы получают применение в широком спектре прикладных задач.

В рамках диссертации решались следующие задачи:

1. Исследование общих закономерностей самоорганизации периодических коллоидных структур из наноразмерных и субмикронных частиц из объема гидрозоля на контактирующей с ним плоской диэлектрической подложке с использованием метода подвижного мениска, а также изучение влияния отдельных параметров системы на процесс самоорганизации структуры.

2. Установление общих тенденций в изменении спектров экстинкции монодисперсной коллоидной системы на примере гидрозоля серебра со сферическими плазмонно-резонансными частицами в процессе кристаллизации этой системы на подложке при различных значениях её параметров.

3. Изучение влияния фактора полидисперсности на спектры экстинкции коллоидных агрегатов, состоящих из разноразмерных сферических наночастиц: влияние числа частиц в агрегатах, влияние дисперсии межчастичного зазора.

4. Изучение оптодинамических процессов в многочастичных неупорядоченных плазмонно-резонансных коллоидных агрегатах, исследование эффекта спектральной и поляризационной селективности на основе сведений о процессах, происходящих в резонансных доменах этих агрегатов. Сопоставление полученных результатов с экспериментальными данными и оценка предсказательных возможностей разработанной оптодинамической модели.

С поставленными задачами А. Е. Ершов справился. Среди наиболее значимых результатов работы следует отметить:

1. На основе метода броуновской динамики им разработана модель, позволяющая воспроизводить реальные условия формирования 2D кристаллов из малых коллоидных частиц произвольного размера методом подвижного мениска.

2. Показано, что доминирующий вклад в формирование периодической структуры на подложке в условиях применения метода подвижного мениска вносит конвективный перенос дисперсной фазы, приводящий к поступлению частиц в верхнюю зону мениска.

3. С помощью метода связанных диполей проанализировано влияние отдельных параметров дисперсной системы на форму контуров экстинкции и рассеяния в полосе плазмонного поглощения синтезируемой методом подвижного мениска двумерной кристаллической коллоидной структуры.

4. На примере неупорядоченных коллоидных агрегатов из разного числа наночастиц серебра, показано, что при возрастании степени полидисперсности частиц в коллоидном агрегате протяжённость длинноволнового крыла спектра экстинкции может как уменьшаться (при малом числе частиц), так и увеличиваться (при большом числе частиц). Обращено внимание на важность учёта в расчётах реалистичной функции дисперсии межчастичного зазора.

5. Разработана физическая модель лазерной спектрально- и поляризационно-селективной фотомодификации многочастичных агрегатов и их резонансных доменов. С помощью этой модели получены сведения об основных закономерностях фотомодификации коллоидных агрегатов в зависимости от длительности лазерного импульса. Выявлены существенные различия в статической и динамической модификации агрегатов. Получены данные об особенностях фотомодификации полидисперсных коллоидных агрегатов.

6. Продемонстрировано значительно ухудшение резонансных свойств наночастиц (на частоте поверхностного плазмона) из основных материалов наноплазмоники (Ag, Au, Cu) при изменении их агрегатного состояния (переходе в жидкое состояние).

7. Установлено влияние среднего размера частиц и степени полидисперсности на процесс лазерной фотомодификации коллоидных агрегатов, существенно изменяющих пороговые энергетические характеристики.

За время работы Ершов Александр Евгеньевич показал себя высококвалифицированным специалистом, способным работать в междисциплинарной области исследований, охватывающей теоретическую физику, оптику дисперсных систем, наноплазмонику и информатику. Им разработан пакет оригинальных компьютерных программ для исследования физических процессов наномасштабе. Профессиональное владение вычислительной техникой и методами численного моделирования позволяет ему создавать аналитические и численные модели физических процессов и, в конечном счете, правильно интерпретировать полученные результаты. Считаю, что А.Е. Ершов безусловно достоин присуждения ему ученой степени кандидата физ.-мат. наук.

Научный руководитель,
д.ф.-м.н., профессор С.В. Карпов

Карпов
д.ф.-м.н.
к.ф.-м.н.
Михайлов С.В.

