

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.055.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ ИМ. Л.В. КИРЕНСКОГО СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИФ СО РАН), (ФАНО) ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 15 мая 2015г. № 8

О присуждении Ципотану Алексею Сергеевичу, Российская Федерация, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Самосборка наноструктур в поле квазирезонансного лазерного излучения» по специальности 01.04.05 – Оптика принята к защите 27 февраля 2015 г., протокол № 4 диссертационным советом Д 003.055.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук (ИФ СО РАН), ФАНО, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, строение 38, приказ Минобрнауки России №714/НК от 02.11.2012 г.

Соискатель Ципотан Алексей Сергеевич, 1988 года рождения, в 2011 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (ФГАОУ ВПО СФУ) по специальности «Оптическая физика и квантовая электроника». В 2015 года соискатель освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГАОУ ВПО СФУ, где работает инженером-исследователем.

Диссертация выполнена на базовой кафедре «Фотоника и лазерные технологии» Института инженерной физики и радиоэлектроники ФГАОУ ВПО СФУ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, Слабко Виталий Васильевич, ФГАОУ ВПО СФУ, Научно-исследовательская часть, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Краснов Игорь Васильевич – доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела вычислительной физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук;

Эдельман Ирина Самсоновна – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории физики магнитных явлений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики им. Л. В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Национальный исследовательский Томский государственный университет (ТГУ) в своем положительном заключении, подписанном Копыловой Татьяной Николаевной, доктором физико-математических наук, профессором, зав. лаб. лабораторией органической электроники Сибирского физико-технического института ТГУ (СФТИ ТГУ) и Гадировым Русланом Магомедтаировичем, кандидатом химических наук, старшим научным сотрудником лаборатории органической электроники СФТИ ТГУ, указала, что автором теоретически показана принципиальная возможность формирования структур с заданной геометрией во внешнем квазирезонансном поле из полупроводниковых наночастиц при интенсивности поля ниже порога разрушения. Установлено, что существует принципиальная возможность получения структуры, состоящей из трех и более частиц. Показано, что для объемной концентрации частиц в растворе 10^{-2} , определенной вязкости среды и комнатной температуре время формирования пары частиц в поле лазерного излучения 10^6 Вт/см² составляет 10 нс, при этом до 50 % одиночных частиц агрегируются в пары с расстоянием между частицами 11 нм. Экспериментальные результаты хорошо согласуются с проведенными расчетами самоорганизованной агрегации частиц в поле квазирезонансного лазерного излучения, что говорит о корректности выбранного подхода к решению поставленной в работе задачи.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 4 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях. Наиболее

значимые научные работы по теме диссертации: 1. Slabko, V.V. Dynamics of self-organized aggregation of resonant nanoparticles in a laser field /V. V. Slabko, A. S. Tsipotan, A. S. Aleksandrovsky, E. A. Slyusareva// Appl. Phys. B.– 2014.– V.117.– P. 271–278; 2. Ципотан, А.С. Управляемая самоорганизация квазирезонансных наночастиц в поле лазерного излучения /А.С. Ципотан, А.С. Александровский, Н.Э. Лямкина, В.В. Слабко// Известия ВУЗов: Физика.– 2013.– Т. 56.– Вып.(2/2).– С. 314-319; 3. Слабко, В.В. Управляемая внешним квазирезонансным полем самоорганизованная агрегация пары частиц с разными резонансными частотами и электродипольными моментами переходов/ В.В. Слабко, А.С. Ципотан, А.С. Александровский// Квант. электроника.– 2013.– Т.43.–Вып.5.– С. 458–462; 4. Slabko, V.V. Resonant light-controlled self-assembly of ordered nanostructures/ V. V. Slabko, A. S. Tsipotan, A. S. Aleksandrovsky// Photonics and Nanostructures – Fundamentals and Applications.–2012.– V.10.– P. 636–643. Объем 3,25 п.л.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: *Ведущая организация* – Национальный исследовательский Томский государственный университет. Отзыв положительный. Замечания: 1. Используемый автором метод оценки однородной ширины и электродипольного момента перехода не учитывает колебательной структуры электронных переходов; 2. В работе не используются методы электронной микроскопии, которые могли бы дать принципиально новые знания о процессах самосборки наноструктур в поле квазирезонансного лазерного излучения. *Краснов И.В.* – официальный оппонент. Отзыв положительный. Замечания: 1. Автор не уделяет должного внимания обсуждению особенностей и пределов применимости используемых математических моделей и приближений; 2. Вывод выражения, связывающего величину квадрата модуля матричного элемента дипольного момента перехода с сечением поглощения, логично было бы выводить непосредственно из выражения для линейной поляризуемости, которое используется в работе. *Эдельман И.С.* – официальный оппонент. Отзыв положительный. Замечания: В обзорной главе несколько избыточной представляется часть, посвященная оптическим резонансам в малых диэлектрических частицах, допированных хромом, поскольку в оригинальной части диссертации эта тематика не затрагивается.

Шамирзаев Т.С. – доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук. Отзыв положительный. Замечания: 1. Теоретические расчеты базируются на двухуровневой схеме переходов, однако, спектр квантовых точек имеет существенно многоуровневый характер, при этом его влияние на энергию диполь-дипольного взаимодействия частиц в автореферате не обсуждается; 2. Недостаточно полно приведено описание спектральной методики анализа образцов, полученных в ходе облучения раствора квантовых точек квазирезонансным лазерным излучением. *Сорокин А.В.* – кандидат физико-математических наук, доцент, профессор Сибирского аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. Отзыв положительный. Замечания: 1. В спектроскопии поглощения имеются стандартные программы разделения контуров, что позволило бы сделать оценку количества образовавшихся димеров более точно; 2. Уместны в оценке количества димеров дополнительные данные, подтверждающие наличие сформированных пар в облученном образце; 3. Полученные в эксперименте расстояния в 10 нм сопоставимы с размерами частиц. При таких параметрах использование диполь-дипольного приближения нуждается в дополнительном обосновании.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией специалистов, работающих в смежных областях, а также их признанным профессионализмом.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие основные результаты:

1. Выявлены особенности, возникающие в результате взаимодействия наночастиц в поле квазирезонансного лазерного излучения, связанные с разностью фаз колебаний наведенных дипольных моментов на частицах. Показано, что это приводит к возникновению дополнительных экстремумов энергии взаимодействия и особенностей в спектрах, аналогичных резонансу Фано.

2. Предсказана возможность поэтапного формирования структур, состоящих из трех и более наночастиц. Предложен параметр, количественно характеризующий угловую селективность формирования структуры.

3. Экспериментально показано формирование пар коллоидных квантовых точек, индуцированное импульсным квазирезонансным лазерным излучением с параметрами, соответствующими результатам выполненного модельного расчета.

4. Разработан метод детектирования конгломератов наночастиц по изменениям в спектрах поглощения.

Теоретическая значимость полученных результатов обоснована тем, что проведенные в рамках диссертации исследования представляют собой важное продвижение в поиске возможностей управляемого оптическим излучением конструирования наноструктур из элементов с размерами, много меньшими длины световой волны управляющего излучения.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс хорошо известных методик численного моделирования нанообъектов и экспериментальных методов исследования, включающих в себя спектральные методики и динамическое светорассеяние.

Значение полученных соискателем *результатов исследования для практики* подтверждается тем, что они существенно расширили технические и технологические возможности формирования наноструктур с заданными параметрами для устройств нанофотоники, электроники, сенсорики, а также ряда других приложений. Результаты, полученные в диссертационной работе, могут быть использованы при разработке методов и технологий формирования наноструктур.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для экспериментальных работ использовались аттестованные образцы, исследования проводились на сертифицированном оборудовании, при этом показана хорошая воспроизводимость экспериментальных результатов и их согласие с результатами модельных расчетов. Используются современные методики обработки и анализа экспериментальных данных. Интерпретация спектральных особенностей проводилась на основании хорошо известных подходов. В теоретических расчетах использова-

лись хорошо апробированные теоретические методы и современные подходы, развитые в физике наноструктур. Результаты расчетов показывают хорошее совпадение в предельных случаях с результатами других авторов.

Личный вклад соискателя заключается в постановке, совместно с научным руководителем, цели и задач исследования; в моделировании процессов взаимодействия частиц в поле лазерного излучения; проведении экспериментов по формированию пар частиц во внешнем квазирезонансном поле; исследованию спектральных свойств полученных образцов; анализе и интерпретации полученных данных; в подготовке научных статей и тезисов докладов, отражающих основные результаты исследования.

На заседании 15 мая 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Ципотану Алексею Сергеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики, 6 докторов наук по специальности 01.04.03 – радиофизика, 7 докторов наук по специальности 01.04.05 – оптика, участвовавших в заседании из 22 человек, входящий в состав совета, проголосовали: за –19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета
д.ф.-м.н., академик РАН

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.ф.-м.н., с.н.с.



В. Ф. Шабанов

А. Н. Втюрин

