

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 501.001.45
на базе Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова
Минобрнауки РФ

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 13 апреля № 4

О присуждении Цибульниковой Анне Владимировне, гражданке РФ, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Плазмонное усиление фотопроцессов в молекулах люминофоров и их комплексах под влиянием наночастиц серебра и золота в полимерных пленках» по специальности 01.04.05 – «оптика» принята к защите 20 января 2016 г., протокол № 2 диссертационным советом Д 501.001.45 на базе Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова Минобрнауки РФ, Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2, приказ Рособнадзора № 2249-1562 от 09.11.2007.

Соискатель Цибульникова Анна Владимировна 1988 года рождения, в 2010 году окончила физический факультет Российского государственного университета имени Иммануила Канта.

Диссертация выполнена на кафедре физики факультета фундаментальной подготовки ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Брюханов Валерий Вениаминович, профессор кафедры физики Физико-технического института Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта.

Официальные оппоненты:

- Салецкий Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, зав. кафедрой общей физики,

- Мельников Геннадий Васильевич, доктор химических наук, профессор, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, профессор кафедры физики

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, в своём положительном отзыве,

подписанном доктором физико-математических наук, профессором М.Г.Кучеренко указала, что:

- "в диссертационной работе Цибулькиковой А.В. обнаружен целый ряд новых экспериментальных фактов, характерных для окрашенных полимерных слоев с внедренными наночастицами благородных металлов, предложены оригинальные подходы к решению некоторых фундаментальных и прикладных проблем молекулярной фотоники и наноплазмоники, с возможными применениями их в квантовой и молекулярной электронике, биосенсорике, клеточной и молекулярной биологии. Представленная к защите диссертационная работа отвечает всем необходимым требованиям ВАК России в отношении актуальности, научной новизны и практической значимости полученных в ней результатов. Диссертация Цибулькиковой Анны Владимировны «Плазмонное усиление фотопроцессов в молекулах люминофоров и их комплексах под влиянием наночастиц серебра и золота в полимерных пленках» отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика. Диссертация Цибулькиковой Анны Владимировны рассматривалась на расширенном научном семинаре Центра лазерной и информационной биофизики Оренбургского государственного университета, получила одобрение ведущих специалистов профильных научных учреждений г. Оренбурга, а настоящий отзыв был одобрен на заседании Научно-технического совета ОГУ 3 марта 2016 г., протокол № 6."

Соискатель имеет 26 работ по теме диссертации, 6 из которых опубликованы в отечественных рецензируемых научных изданиях, в том числе 4 - в журналах из Перечня ВАК. Из них наиболее значимыми являются:

1. В.В.Брюханов, А.В.Цибулькикова, И.Г.Самусев, В.А.Слежкин. "Влияние наночастиц серебра на динамику синглет-синглетного переноса энергии люминофоров в тонких пленках поливинилового спирта". Журнал прикладной спектроскопии. 2014. Т.81. №4, С. 515-521. 0.7 усл.п.л. В работе установлено, что за счет резонансного плазмонного переноса энергии наночастицы серебра, полученные методом лазерной абляции металлической пластины в жидкости, увеличивают вероятность синглет-синглетных и триплет-синглетных электронных переходов в органических люминофорах. Все результаты были получены лично соискателем или при непосредственном его участии.

2. А.В.Цибулькикова, В.В.Брюханов, В.А.Слежкин. "Усиление поверхностными плазмонами наночастиц золота синглет-триплетного переноса энергии между красителями в полимерной пленке". Известия вузов. Физика. 2014. Т. 57, № 12, С.51-58, 0.7 усл.п.л. В работе впервые был получен синглет-триплетный перенос энергии в донорно-акцепторной паре молекул красителей Р6Ж-акрифлавин в пленке поливинилового спирта. Показано, что в условиях

двойного резонанса – эмиссионно-абсорбционного и плазмонного – генерируемые в наночастицах золота локальные поверхностные плазмоны участвуют в обмене электромагнитной энергией с возбужденными молекулами красителей и усиливают безызлучательный синглет-триплетный межмолекулярный перенос электронной энергии. Все результаты, представленные в работе были получены лично соискателем или при непосредственном его участии.

3. В.В.Брюханов, Б.Ф.Минаев, А.В.Цибульникова, Н.С.Тихомирова, В.А.Слежкин. "Плазмонное усиление и тушение флуоресценции и фосфоресценции анионных и катионных красителей в различных средах". Оптический журнал. 2014. Т. 81. -№ 11. -С.7-14, 0.5 усл.п.л. В работе обнаружено, что

- в основе механизма усиления и тушения флуоресценции и фосфоресценции НЧ серебра лежит образование ионных комплексов;

- при использовании цитратных гидрозолей серебра с ионными молекулами различных классов необходимо учитывать высокую скорость металлического тушения – перенос электронной энергии возбуждения на металлические наночастицы. Все результаты, представленные в работе были получены лично соискателем или при непосредственном его участии.

4.В.В.Брюханов, Б.М.Минаев, А.В.Цибульникова, В.А.Слежкин "Влияние наночастиц золота на обменные процессы в комплексах столкновения молекул триплетного и синглетного кислорода с возбужденными молекулами эозина". Оптика и спектроскопия, -2015.-Т.119.-№ 1.-С. 32–41, 0.65 усл.п.л. В работе показано, что при резонансном возбуждении поверхностных плазмонов наночастиц золота в полосе поглощения сенсibilизатора синглетного кислорода – молекул эозина наблюдается возрастание интенсивности и увеличение времени жизни замедленной флуоресценции красителя. Впервые выполнен квантово-химический анализ электронных механизмов синглет-триплетной аннигиляции кислорода и эозина в присутствии плазмонной энергии наночастиц золота. Все результаты, представленные в работе были получены лично соискателем или при непосредственном его участии.

На автореферат поступили отзывы от:

1.Д.ф.-м.н., главного научного сотрудника Института физики им. Б.И.Степанова Национальной Академии наук Беларуси Джагарова Б.М. и к.ф.-м.н., заведующего лабораторией этого же института С.Н.Терехова.

2.Д.ф.-м.н., заведующего кафедрой физики "Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I" Бодунова Е.Н.

3.Д.ф.-м.н., профессора Северо-Кавказского федерального университета Дерябина М. И. и к.ф.-м.н. доцента этого же университета Тищенко А.Б.

4.Д.ф.-м.н., профессора Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики Ермолаева В. Л.

Все отзывы положительные, в качестве замечаний указано на ряд стилистически неточных выражений при изложении материала.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что А.М.Салецкий и Г.В.Мельников являются высококвалифицированными экспертами в области, которой посвящена диссертация; наличием в ведущей организации отдела, в котором проводятся исследования по аналогичной тематике.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

- квантово-механическая модель анализа диффузионных процессов в кислородопроницаемых системах с молекулами сенсбилизатора и кислорода в присутствии плазмонной энергии абляционных наночастиц золота;

- математическая модель спектроскопической динамики обменно-резонансных и диполь-дипольных взаимодействий синглет-триплет-триплетного и синглет-триплетного переноса электронной энергии между молекулами РБЖ и акрифлавина в полимерных пленках, при учете плазмонных свойств наночастиц серебра и золота;

- методики получения электроосажденных серебряных поверхностей различной степени шероховатости с различными оптическими свойствами;

доказаны:

- определяющая роль плазмонного взаимодействия анионных и катионных красителей при реакции динамического взаимодействия наночастиц серебра с цитрат-ионами и красителями;

- влияние наночастиц золота на эволюцию состояний пары O₂-эозин;

установлены:

- механизмы переноса энергии локального плазмонного резонанса в электроосажденных пористых серебряных пленках и наночастицах, внедренных в пленки поливинилового спирта с молекулами красителей и комплексами, при гигантском комбинационном рассеянии и тушении флуоресценции;

- влияние поверхностных плазмонов наночастиц золота, синтезированных методом фемтосекундной лазерной абляции, на эффективность синглет-триплетного переноса энергии в паре молекул РБЖ-акрифлавина в пленках поливинилового спирта и определены константы синглет-триплетного переноса энергии при спектральной электронной поляризации наночастиц золота;

- особенности переноса электронной и плазмонной энергии от наночастиц золота в контактных комплексах синглетного кислорода и триплетных молекул сенсibilизатора.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- впервые экспериментально определенные функции диэлектрической проницаемости серебряной и золотой поверхности послужили основополагающим фактором для описания процессов переноса плазмонной энергии в молекулярных системах;

- разработана и апробирована математическая модель диполь-дипольного синглет-триплет-триплетного и обменно-резонансного синглет-триплетного переноса электронной энергии между молекулами красителей в полимерных пленках при учете резонансного плазмонного возбуждения наночастиц серебра;

- впервые проведено квантово-механическое моделирование процессов переноса энергии в контактном комплексе сенсibilизатора и молекулярного кислорода в присутствии плазмонной энергии наночастиц золота.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- установленные спектрально-кинетические закономерности эффективности плазмонного усиления процессов переноса электронной энергии в молекулярных комплексах красителей в полимерных матрицах с наночастицами и шероховатыми пленками серебра и золота могут быть использованы в функциональных элементах для записи, передачи и воспроизведения информации в различных элементах и приборах нанофотоники;

- данные о глубине проникновения плазмонного поля в диэлектрик позволяют использовать их при формировании наногетероструктур для различных сенсорных устройств;

- результаты исследований кинетики обменно-резонансных процессов переноса энергии в системах с запрещенными спиновыми правилами отбора при наличии плазмонных полей наночастиц в пленках полимеров с люминофорами дают возможность управления скоростью интеркомбинационных переходов в молекулах люминофоров, что представляет интерес для фотобиологии и медицины;

- численное моделирование процессов синглет-триплетной аннигиляции молекул кислорода и триплетных молекул сенсibilизаторов при наличии в среде полимера с наночастицами благородных металлов позволяет применить полученные результаты о дезактивации энергии синглетного кислорода в практической медицине.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- оригинальность в постановке спектрально-кинетических экспериментов;

- точность полученных результатов, обусловленную применением современных инструментальных методов оптического анализа;
- точность методов обработки результатов исследования с применением прикладных компьютерных программ;
- согласие результатов теоретической обработки экспериментальных данных с полученными результатами.

Личный вклад автора является определяющим и состоит в:

- подготовке образцов и получении экспериментальных данных;
- разработке теоретических моделей;
- реализации численного решения дифференциальных уравнений;
- интерпретации численных и аналитических результатов;
- подготовке публикаций по выполненной работе;
- представлении полученных результатов на семинарах, международных и российских конференциях.

На заседании 13.04.2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Цибульниковой А.В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 9 докторов наук по специальности 01.04.05 – оптика, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета Д 501.001.45

д.ф.-м.н.



А.Н. Васильев

Учёный секретарь

диссертационного совета Д 501.001.45

к.ф.-м.н.

О.М. Вохник