

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Матвеевой Марины Игоревны  
«Плазмонно-контролируемые фотопроцессы в системах наноразмерных  
частиц благородных металлов, люминофоров и биомолекул»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата  
физико-математических наук по специальности 1.3.6 — «Оптика»

С начала XXI века нанотехнологии как развитие естественных наук (в том числе и физики) и основа технологической революции являются предметом фундаментальных и технологических исследований. Активность этих работ, направленных на создание функциональных нанокompозитных материалов в различных областях (фотовольтаика, наноэлектроника, биомедицина и т.д.) чрезвычайно велика. Основное внимание при этом уделяется междисциплинарному характеру исследований, где вместе с общим уровнем знаний для всех традиционных специальностей (физика, химия, материаловедение, электроника, биомедицина и т.д.) требуется профессиональная компетенция в междисциплинарных исследованиях и, безусловно, в области квантово-размерных эффектов и плазмонных процессов с участием металлических наночастиц. В последнем случае высокая локализация плазмонных мод с проявлениями локального поверхностного плазмонного резонанса на нанокластерах и нанопористых поверхностях составляет не только предмет фундаментальных исследований, но и открывает широкие возможности применения этих эффектов для селективного исследования межмолекулярных взаимодействий с биомолекулами и биоструктурами *in vitro* и *in vivo*.

Именно в этом актуальном направлении выполнена диссертационная работа Матвеевой К.И., посвященная исследованию плазмонных процессов с участием НЧ благородных металлов и клеток тромбоцитов крови человека с активаторами - коллагеном, аденозиндифосфорной кислотой (АДФ) и тромбином. Для реализации основных целей работы были синтезированы НЧ золота различной морфологии (шары, стержни, звезды) и, соответственно, теоретически промоделированы плазмонные поля в этих наноструктурах. В ходе выполнения работы были также получены оболочечные НЧ золота с окисью кремния и исследованы спектрально-кинетические параметры этих комплексов при их взаимодействии с родамином 6Ж. Кроме того, в работе представлены и проанализированы результаты спектрально-кинетических исследований (включая спектры КР и ГКР) тромбоцитов с активаторами и НЧ платины, полученными фемтосекундной абляцией. Основное содержание диссертации (объемом 156 стр.) представлено во введении, общей характеристике работы, пяти главах, заключении. Библиографический список включает 410 наименований (включая 17 публикаций, входящих в базу данных Web of Science/Scopus, и 2 патента автора работы).

Принципиальные результаты работы хорошо представлены в научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ, а также апробированы на международных

и региональных научных конференциях. Реферат написан хорошим языком, материал изложен ясно и логично, в известной мере иллюстрирован и структурирован. Основные выводы по работе соответствуют положениям, выносимым на защиту, являются обоснованными и не вызывают сомнений. Особенностью построения материала диссертации Матвеевой К.И. является логический охват целого ряда теоретических и экспериментальных исследований и моделей по диполь-дипольному (d-d) электронному плазмонному переносу энергии в молекулярных комплексах. Из основных результатов диссертации (как научного, так и прикладного характера), по моему мнению, можно выделить следующие:

1) Выполнены теоретические расчеты напряженности электрического поля вблизи НЧ металлов и определены оптимальные морфологические и оптические свойства наноструктур, необходимые для исследований фотофизических процессов в комплексах «НЧ-флуорофор» и «НЧ-биообъект».

2) Получены и проанализированы данные об особенностях флуоресценции комплекса «НЧ-флуорофор» в зависимости от морфологии НЧ, в том числе при наличии кремнезёмной оболочки на НЧ. Обоснованы параметры и концентрации НЧ, информация о которых может быть использована в реализации процессов, как усиления, так и тушения флуоресценции.

3) Проведен детальный анализ спектрально-кинетических данных (в том числе спектров КР и ГКР) тромбоцитарной массы при ее активации коллагеном, тромбином, АДФ в комплексе с НЧ платины.

В целом, экспериментально-теоретические результаты диссертационной работы Матвеевой К.И. отличаются новизной и имеют несомненную научную значимость и актуальность для развития оптической нанофотоники. Кроме того, полученные при выполнении работы результаты могут быть использованы для новых направлений и приложений в фотобиологии и медицине. Это позволяет считать диссертационную работу законченным научным исследованием.

Вместе с тем, по тексту автореферата имеется ряд замечаний, не снижающих в целом высокий уровень работы:

1) В названии диссертации, на мой взгляд, сделано неточное представление о генерации поверхностных плазмонов в исследуемых комплексах как «Плазмонно-контролируемые фотопроцессы в системах...». Как правило, подобное понятие используется в «диффузионно-контролируемых», например, фотохимических процессах. В сложных гетерогенных системах нужно делать дополнения для раскрытия понятия.

2) На стр. 16 диссертации приведены концентрации и спектры оптической плотности коллоидных растворов «НЧ-флуорофор» с начальной молярной концентрацией с индексом «С». В этом случае необходимо указать значения интервала, в котором изменяется молярная концентрация.

3) На стр. 20 приведена величина критического расстояния  $R_0=0.58$  нм для электронно-колебательного переноса энергии по модели Ферстера между тромбоцитами (PRP) и НЧ платины ((Pt НЧ). Это значение не соответствует

классическим величинам  $R_0$  для случая диполь-дипольного переноса энергии и, соответственно, требует дополнительного обоснования.

В целом, диссертационная работа Матвеевой К.И. 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, а её автор, Матвеева Карина Игоревна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 — «Оптика».

Доктор физико-математических наук, профессор  
профессор кафедры технической физики  
факультета информационных технологий и робототехники  
Белорусского национального технического университета (Беларусь),  
Профессор Технического университета Хемнитца (Германия)  
(шифр научной специальности 01.04.05)

04/11/2021

**Э.И. Зенькевич**

Данные об авторе отзыва:

Зенькевич Эдуард Иосифович

Доктор физико-математических наук, профессор

Профессор кафедры технической физики

Адрес:

Белорусский национальный технический университет

220013, Республика Беларусь,

г. Минск, Пр. Независимости, 65, корпус 11а

Контакты:

Эл. почта: zenkev@tut.by

Тел. сл. +375 017 293 9123

Я, Зенькевич Эдуард Иосифович, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.013.6(МГУ.01.08), и их дальнейшую обработку

04/11/2021

**Э.И. Зенькевич**