

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Матвеевой Марины Игоревны на тему «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

Тематика диссертационной работа К.И. Матвеевой относится к области весьма активного современного научного интереса, который связан не только с вопросами оптики, физики конденсированного состояния и электродинамики сплошных сред, но и обладает большими перспективами в области биофизики. Таким образом, тема работы является актуальной. Это также подтверждается публикацией результатов, полученных автором, в ведущих научных журналах, таких как PLOS One и их активным цитированием, что свидетельствует об интересе к ним международного научного сообщества. Апробация работы проведена на ряде значимых научных конференций.

Диссертация носит комплексный междисциплинарный характер и научной новизной обладают как результаты, относящиеся к теоретическим вычислительным аспектам расчета электрического поля вблизи поверхности наночастиц, обеспечивающих усиление сигналов фотофизических процессов в среде, так и экспериментальная реализация соответствующих систем, включая новый подход к характеристике биофизических свойств тромбоцитарной массы. Последнее свидетельствует о перспективной практической значимости результатов работы для биомедицинских приложений, в то время как подробный анализ физических предпосылок метода составляет теоретическую значимость исследований.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, списка литературы и приложений.

Во **введении** на основе формулировки актуальности работы ставятся цель и задачи работы, указываются объект и предмет, а также методология и методы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимости работы, формулируются положения, вносимые на защиту и их обоснованность, приводятся сведения об их апробации и публикации результатов диссертации, а также о личном вкладе автора и структуре диссертации.

Первая глава представляет собой обзор истории и современного состояния исследований в области взаимодействия электромагнитного излучения с нанобъектами и влияния плазмонных эффектов на фотопроцессы. Изложение материала дает достаточно ясное представление об основных подходах и методах теоретических и экспериментальных исследований в данной области, современных приложениях и открытых вопросах, делающих актуальной исследования, которым посвящена данная диссертация.

Вторая глава кратко представляет физические объекты и методологию исследований. В ней указаны использованные материалы, методы численного моделирования, методы получения использованных наночастиц и биофизических образков, а также детализация проведенных спектрофотометрических процедур.

Третья глава излагает результаты численного моделирования электрического поля вблизи поверхности металлических наночастиц (в том числе, наночастиц, покрытых кремнеземной оболочкой) под воздействие плоской монохрома-

тической волны на основе конечно-разностной схемы, примененной к уравнениям Максвелла. Промоделированы и обсуждены случаи различной формы наночастиц (сферы, цилиндры, звезды) и их ориентации по отношению к плоской падающей волне, а также влияние неметаллического покрытия.

В четвертой главе достаточно подробно приведены материалы, методы и результаты комплексных фотофизических исследований плазмон-усиленных процессов поглощения, флуоресценции и комбинационного рассеяния в модельной среде, образованной коллоидным раствором красителя родамина 6Ж с наночастицами, как чисто металлическими, так и покрытыми кремнеземной оболочкой. Проведены исследования концентрационных свойств коллоидного раствора и его влияния на регистрируемые спектральные свойства (время жизни возбужденного состояния при флуоресценции, интенсивность, квантовый выход, параметры тушения, влияние на спектр комбинационного рассеяния). Экспериментальные факты сопровождаются качественным анализом специфики возможных физических процессов, приводящих к регистрируемым картинам.

Пятая глава посвящена биофизическому приложению разрабатываемого метода оптической индикации к исследованию свойств тромбоцитарной массы. Выявлено усиление ее флуоресценции в комплексе с наночастицами платины и получены оптические характеристики в различных условиях наблюдения (активация тромбином, АДФ и коллагеном). Полученные результаты в основном имеют физический характер, но их совокупность создает предпосылки для дальнейшей разработки практических биомедицинских приложений и биофизического анализа клеточных структур.

В приложениях приведены ряд дополнительных таблиц и графиков.

В целом работа представляет собой добросовестное исследование, выполненное на высоком научном уровне и изложение ее физических результатов в тексте диссертации создает достаточно полное впечатление о проделанной работе и полученных результатах. Автореферат также достаточно полно отражает содержание диссертации.

Вместе с тем, можно отметить и ряд недостатков, приводящих к следующим замечаниям.

- 1) На графиках, демонстрирующих распределение электрического поля вблизи поверхности наночастиц не указана его размерность, т.е. в текущем графическом представлении совершенно непонятно, чему равна величина рассчитанного поля без поиска по упоминаниям в тексте.
- 2) Утверждение о точечной локализации максимумов электрического поля для сферических частиц заслуживало бы более подробного анализа для прояснения вопроса, не может ли это быть артефактом численной процедуры для определенных соотношений шага решетки дискретизации и радиуса наночастицы, или же для подобной структуры поля имеются физические причины (например, возникновение высокочастотной поверхностной стоячей волны).
- 3) Чем обосновано применение функции Гаусса для аппроксимации гистограммы распределения наночастиц по размерам, см. рис. 34? Гистограммы имеют явно несимметричную форму, заметно отклоняющуюся от гауссовой аппроксимации, что ставит вопрос о поиске более адекватных распределений. Кроме того, утверждение об использовании функции Гаусса (с. 89) снабжено ссылкой [386], которое описывает не ее, обратное распреде-

ление Гаусса (которое по форме, действительно более схоже с рис. 34, но, судя по тексту, не использовалось).

Однако данные замечания не подвергают сомнению научную новизну, оригинальность и значимость проведенного исследования.

Таким образом, диссертационная работа «Плазмонно-контролируемые фотопроцессы в системах наноразмерных частиц благородных металлов, люминофоров и биомолекул» содержит всю формально необходимую совокупность оригинальных научных результатов, обобщений и выводов, являясь завершенной научно-квалификационной работой, и полностью соответствует специальности 1.3.6. «Оптика» и 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 искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. «Оптика».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук (05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент, заведующий отделом теоретической физики Научно-исследовательского центра физики конденсированного состояния; профессор кафедры физики и нанотехнологий факультета физики, математики, информатики Курского государственного университета

Постников Евгений Борисович

28.10.2022

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный университет» (ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»)

Почтовый адрес: 305000, г. Курск, ул. Радищева, д. 33

Телефон: +7 (4712) 51-04-69

E-mail: postnikov@kursksu.ru

Подпись Постникова Евгения Борисовича заверяю:
специалист по кадровой работе

Митроменкова О.В.