

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мушина Федора Юрьевича «ОПТИЧЕСКИЕ И НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУР С ПЛАЗМОННЫМИ КОМПОНЕНТАМИ И КВАНТОВЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика.

Диссертационная работа Ф.Ю. Мушина посвящена актуальной проблеме современной нанооптики, а именно исследованию фотофизических процессов в гибридных системах, объединяющих плазмонные нанобъекты и квантовые излучатели (молекулы, квантовые точки). Управление излучательными и безызлучательными процессами на наномасштабах имеет критическое значение для создания новых биосенсоров, сверхминиатюрных источников света (спазеров) и устройств обработки квантовой информации.

Автором предложены оригинальные теоретические модели, описывающие:

- плазмон-экситонное взаимодействие в системах с двухслойными наночастицами (ядро-оболочка), что позволило выявить условия реализации промежуточной связи (~ 100 мэВ);
- влияние плазмонных наночастиц на фосфоресценцию молекул красителей, где теоретически обоснован механизм усиления за счет спин-орбитального подмешивания синглетных состояний;
- генерацию второй гармоники монослоем слоистых наночастиц на границе раздела сред;
- работу цилиндрического спазера с трехуровневой активной средой, способного генерировать плазмоны на двух частотах одновременно.

Практическая ценность подтверждается экспериментальным обнаружением немонотонной зависимости интенсивности люминесценции от концентрации наночастиц золота и серебра, что дает рекомендации по оптимизации состава полимерных пленок для люминесцентного анализа.

Результаты базируются на классических методах квантовой механики и электродинамики (матрица плотности, вторичное квантование) и подтверждаются хорошим качественным согласием теоретических расчетов с собственными экспериментальными данными автора.

При изучении текста автореферата были выявлены следующие моменты, требующие пояснения или содержащие неточности:

1. В работе указано, что выявлены условия для слабого (~ 10 мэВ) и промежуточного (~ 100 мэВ) плазмон-экситонного взаимодействия. Чем обоснован выбор величин взаимодействия (~ 10 и ~ 100 мэВ)? Существует ли строгий аналитический критерий для разграничения этих режимов?
2. В тексте автореферата утверждается, что механизм влияния наночастиц на фосфоресценцию такой же, как на флуоресценцию, из-за подмешивания синглетного состояния к триплетному. Проводилась ли оценка того, как меняется константа спин-орбитального взаимодействия вблизи плазмонной частицы, или это влияние учитывалось только через изменение скоростей излучательных переходов?
3. В экспериментах наблюдался максимум интенсивности люминесценции, сменяющийся падением при росте концентрации наночастиц. Учитывался ли в теоретической модели эффект агрегации наночастиц при высоких концентрациях, или спад объясняется исключительно тушением за счет малых расстояний между молекулой и металлом?
4. В модели в 4-й главе рассматривается «неупорядоченный монослой». Влияет ли степень хаотичности расположения частиц в слое на интенсивность генерируемой второй гармоники, или взаимодействие между соседними частицами в слое считалось пренебрежимо малым?

Указанные замечания не носят принципиального характера и не умаляют достоинств данной работы. Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование. Работа соответствует требованиям ВАК, а ее автор, Мушин Ф.Ю., заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика.

Старший научный сотрудник
федерального исследовательского центра
химической физики им. Н.Н. Семёнова
канд. физ.-мат. наук

Курмангалеев К.С.

*Подпись сотрудника Курмангалеева К.С. заверяю
Ученый секретарь ФЦСХФ РАН Мушин Ф.Ю. Анхашева М.П.
14.04.2026*

Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семёнова
г. Москва, ул. Косыгина 4.
Тел.: 89068316944
e-mail: f7033@mail.ru

