

Отзыв на автореферат диссертации Чевычеловой Тамары Андреевны «Нелинейно-оптические свойства плазмонных наночастиц и их смесей с молекулами красителей», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 — Оптика

Известно, что частоты колебаний электронной плотности в наночастицах из благородных металлов попадают в оптический диапазон. Это позволяет использовать такие наночастицы в качестве резонаторов, увеличивающих амплитуду электрического поля вблизи излучающих систем. Последнее оказывается особенно полезным в случае Рамановского рассеяния света, когда сечение взаимодействия мало, и в отсутствие частиц сигнал рассеяния оказывается тяжело регистрируемым. Однако увеличение электрического поля наночастицами является линейным эффектом, а имеющаяся информация о механизмах возникновения нелинейных эффектов с участием металлических наночастиц является весьма ограниченной и отрывочной, хотя это и наблюдалось экспериментально. Тем не менее, наличие нелинейно-оптических свойств в таких системах может стать основанием для разработки новых оптоэлектронных устройств - пороговых элементов, модуляторов и пр.

Автор диссертационной работы указал на имеющийся пробел в понимании механизмов нелинейно-оптических свойств металлических наночастиц и поставил перед собой задачу исследования таких свойств для стандартного типа наночастиц из золота и серебра, имеющих сферическую форму, а также в виде треугольных нанопризм. Поскольку металлические наночастицы используются всегда совместно с излучательными системами молекулярной или другой природы, автор также рассматривал металлические частицы, покрытые оптически пассивным диэлектрическим слоем на основе оксида кремния, препятствующего тушению люминесценции излучателей. В качестве излучателей в работе были использованы органические красители метиленовый голубой, индоцианин зеленый, и роза бенгальская, полосы излучения которых удачно попадают в диапазон плазмонного резонанса исследуемых наночастиц. Основными методами исследования, примененными автором, были техника Z-сканирования и измерение фотоиндуцированного поглощения при возбуждении фемтосекундным лазером.

К наиболее интересным результатам работы можно отнести следующие:

1. Под действием импульсного лазерного возбуждения 532 нм длительностью 10 нс с плотностью мощности более 17 МВт/см^2 происходит изменение структуры и формы наночастиц из золота и серебра, что подтверждено результатами измерений с помощью просвечивающего электронного микроскопа. Автором показано, что воздействие излучением такой мощности приводит к дроблению исходных наночастиц и появлению микросфер диаметром порядка 4 нм. Это, соответственно, привело к изменению оптической плотности (автор здесь применил термин «обесцвечивание») коллоидного раствора наночастиц и изменению зависимостей наведенного оптического поглощения, полученного с использованием техники Z-сканирования. Изменение структуры и уменьшение размеров наночастиц также подтверждено измерениями спектров оптического поглощения, наглядно демонстрирующих перемещение положения плазмонных резонансов в синюю спектральную область.

2. Исследование динамики электронного возбуждения методом фотоиндуцированного поглощения свидетельствует об уменьшении добротности плазмонного резонанса в наночастицах в процессе возбуждения, что по версии автора свидетельствует о существенном росте температуры электронной подсистемы и остова в процессе накачки; характерные температуры могут достигать соответствующих температур плавления материала наночастиц. Это скорее всего является причиной оптически стимулированного уменьшения размера наночастиц. Нанесение оболочки из оксида кремния приводит к уменьшению

скорости уменьшения температуры после возбуждения, однако при этом наличие же оболочки уменьшает вероятность разрушения наночастицы.

3. Наблюдалось увеличение нелинейного поглощения в системе из индоцианина зеленого и наночастиц золота, покрытых оксидом кремния. Сделан вывод, что наличие наночастицы приводит к увеличению сечения синглет-синглетных и триплет-триплетных переходов в красителе.

4. Наблюдалось изменение знака нелинейного показателя преломления в системе из розы бенгальской и наночастиц серебра. Автор связывает этот эффект с перераспределением заселенности синглетных и триплетных уровней красителя.

Текст автореферата написан четким и ясным языком. Применение автором различных подходов, позволяющих исследовать нелинейный отклик исследованных систем, а также характеризовать их изменение под действием мощного оптического возбуждения, владение техникой эксперимента, представленная аргументация и логическая ясность изложения свидетельствует о высокой квалификации автора и глубоком понимании сути происходящих процессов. Кроме того, судя по тексту автореферата, синтез наночастиц также бы проведен соискателем. Таким образом, представленный автореферат свидетельствует о соответствии диссертации Чевычеловой Тамары Андреевны «Нелинейно-оптические свойства плазмонных наночастиц и их смесей с молекулами красителей» критериям, установленным п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением №842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. с изменениями №62 постановления Правительства Российской Федерации от 25 января 2024 г. Диссертация полностью соответствует требованиям к специальности 1.3.6 — Оптика физико-математической отрасли науки. Считаю, что Чевычелова Тамара Андреевна в случае успешной защиты заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 — Оптика.

Автор настоящего отзыва Амброзевич Сергей Александрович выражает согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя Чевычеловой Тамары Андреевны.

Автор отзыва
Старший научный сотрудник
Отдела люминесценции им. С.И. Вавилова
ФГБУН Физического института им. П.Н. Лебедева РАН
кандидат физико-математических наук
Амброзевич Сергей Александрович

Амброзевич 18.05.25

119991 Москва, Ленинский проспект, 53
тел. +7-962-987-8247
e-mail: s.ambrozevich@mail.ru

Подпись С.А. Амброзевича заверяю
Ученый секретарь
ФГБУН Физического института им. П.Н. Лебедева РАН
Колобов Андрей Владимирович

