

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Поволоцкой Анастасии Валерьевны «Лазерно-индуцированное формирование гибридных С-Аu-Ag наночастиц и исследование эффекта гигантского комбинационного рассеяния света на полученных структурах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21–лазерная физика

Современные приложения фотоники требуют разработки новых материалов, в том числе наноматериалов, а также методов и технологий их получения. Диссертационная работа Поволоцкой А.В. посвящена разработке и реализации метода лазерного формирования гибридных наноструктур, состоящих из углеродной матрицы и внедренных в нее наночастиц сплава золото-серебро, а так же исследованию эффекта гигантского комбинационного рассеяния света на полученных наноструктурах. Использование метода гигантского комбинационного рассеяния света является весьма перспективным для задач детектирования и идентификации низкоконцентрированных веществ, а так же исследования сложных биологических и органических молекул.

Спектроскопия усиленного поверхностью (гигантского) комбинационного рассеяния - один из немногих оптических методов, позволяющих получить информацию о процессах на границе «металл-раствор». Данный метод активно применяется для исследования монослоев молекул, адсорбированных на поверхности металлических наночастиц, таким образом, задача создания лазерных методик получения нового класса активных стабильных наноструктур демонстрирует актуальность темы данного диссертационного исследования.

Предложенный эффективный одностадийный способ получения гибридных наноструктурированных сред позволяет получить новый гибридный С-Аu-Ag материал для сорбции и усиления сигнала

комбинационного рассеяния света исследуемых веществ с малой концентрацией, что определяет несомненную практическую значимость проведенного исследования.

В работе используется подход, основанный на воздействии низкоинтенсивного лазерного излучения на раствор металлоорганического комплекса, приводящего к формированию наночастиц, обладающих уникальными свойствами. Использование лазерного излучения позволяет контролировать процесс формирования наноструктур с высокой точностью.

В работе весьма убедительно показаны возможности предлагаемого лазерного метода формирования нанообъектов, серией проведенных экспериментальных исследований определены области его применения и показана эффективность предлагаемого подхода для решения большого круга задач, связанного с созданием гибридных наночастиц.

Автор предлагает в качестве основных целевых установок работы: разработку физических основ лазерного метода формирования наноструктур, демонстрирующих эффект гигантского комбинационного рассеяния света; создание гибридных наноструктур системы С-Au-Ag на основе полученного метода; исследование физико-химических характеристик, исследование влияния дозы лазерного воздействия и температуры отжига на состав, морфологию и размер гибридных С-Au-Ag наноструктур; исследование оптических свойств полученной системы и сопоставление с модельным экспериментом; исследование активности полученных гибридных наноструктур в проявлении гигантского комбинационного рассеяния света на стандартных красителях (Родамин 6Ж и Бриллиант зеленый) в зависимости от их физико-химических свойств (состав, морфология); получение сигнала гигантского комбинационного рассеяния света низких концентраций суперэкоксикантов (антрацен) и биологических объектов (препарат крови, альбумин). На основе анализа работы, ее содержания, опубликованных автором работ, сделанных выводов и рекомендаций, можно сделать вывод, что поставленные автором цели - достигнуты. Отметим приведенный в

первой главе весьма содержательный обзор материалов, посвященный использованию метода гигантского комбинационного рассеяния света для обнаружения и детектирования следовых количеств веществ. Описаны наиболее широко применяемые современные лазерные методы создания ГКР-активных материалов. Систематизированы знания о методах формирования, функциональных свойствах и возможных моделях описания сложных физических систем - гибридных материалов, состоящих из наночастиц благородных металлов, помещенных в диэлектрическую матрицу. Рассматриваются возможные применения гибридных материалов в спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния света для решения задач биофизики, физики поверхности, аналитической химии и т.д. На основе аналитического обзора выделяются перспективные для решения поставленной задачи подходы. Данный обзор и сделанные на его основе выводы и заключения, несомненно, можно отнести к научным результатам диссертации. Материалы первой главы можно рекомендовать к внедрению в учебный процесс.

К основным результатам работы следует отнести: результаты разработки метода лазерного формирования наноструктур; результаты реализации данного метода для формирования гибридных наноструктур; выводы о составе и влиянии параметров лазерного излучения на состав и морфологию получаемых объектов; теоретические расчеты спектров поглощения полученных наноструктур на основе модели эффективной среды и формулы Максвелла-Гарнетта; результаты исследования процесса гигантского комбинационного рассеяния света на гибридных наноструктурах для случая стандартных красителей, суперэкоксикантов и биологических объектов. Эти результаты являются новыми и имеют несомненную научную и практическую значимость.

Достоверность результатов, полученных на основе предложенного подхода, обоснована грамотным проведением экспериментов на

современном аттестованном оборудовании и должной обработкой этих результатов.

Новизна развитого лазерного метода формирования наноструктур (возбуждение исходной физической системы, приводящее к ее дальнейшей трансформации, и, как результат, получение гибридной наноструктуры) представляется несомненной для этого класса задач. Этот метод имеет несомненное научное значение, как инструмент для управляемого создания наноструктур на различных поверхностях для широкого круга задач.

Научные положения: разработанный лазерный метод формирования гибридных наноструктур, экспериментальные результаты по составу нанообъектов, разработанные способы управления составом и морфологией, экспериментальное подтверждение наблюдения эффекта гигантского комбинационного рассеяния света на полученных наноструктурах и рассчитанный коэффициент усиления, - вынесены на защиту вполне обоснованно и могут составлять предмет научной дискуссии.

Замечания по работе сводятся к следующему.

1. Основные эксперименты по исследованию эффекта комбинационного рассеяния света на полученных гибридных наноструктурах получены на длине волны возбуждения 532 нм. На странице 103 указано, что «коэффициент усиления ГКР зависит от длины волны накачки и положения максимума плазмонного резонанса металлических наноструктур». Это означает, что при изменении длины волны накачки комбинационного рассеяния света происходит смещение максимума коэффициента усиления. Следовало бы провести экспериментальные исследования коэффициента усиления ГКР с другими длинами волн возбуждения.

2. Отжиг полученных гибридных С-Au-Ag наноструктур в данной диссертационной работе осуществлялся при нормальных условиях. Однако, он может быть реализован и в вакууме. Вариация этого параметра была бы весьма полезна для целей практического приложения разработанных в диссертации подходов.

3. Можно сделать замечание по использованной автором терминологии. Следовало бы использовать в тексте не только термин «гигантское комбинационное рассеяние света», но и не исключать более современное «поверхностно-усиленное комбинационное рассеяние света», которое на данный момент получило более широкое распространение, как в отечественной, так и зарубежной литературе.

Приведенные замечания носят скорее дискуссионный характер и не являются принципиальными для оценки работы.

Переходя к оценке работы, можно отметить, что работа обладает несомненным внутренним единством, которое определяется сочетанием последовательных этапов выполнения работы, а именно разработкой нового лазерного метода формирования нанообъектов определенного класса для применения в гигантской комбинационной спектроскопии, дальнейшее получение гибридных наноструктур и исследование предположенных функциональных свойств. Диссертация представляет цельную работу, написана ясно и четко. Видно, что представленные материалы основаны на глубоком и обширном авторском исследовании, подробно обсуждены, по ним делаются обоснованные и значимые выводы. Материалы и стиль изложения, использованные модели и подходы, сформулированные выводы и обобщения говорят об эрудиции и высокой квалификации автора и характеризуют его как сложившегося научного работника.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Основные положения диссертации опубликованы и известны научной общественности. Содержание диссертации полностью соответствует заявленной специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Делая общее заключение можно отметить, что работа выполнена на актуальную тему, научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации в должной степени обоснованы, их достоверность подтверждена тщательными тестовыми испытаниями, сравнительными

проработками и не вызывает сомнения. Работа имеет достаточно высокий уровень новизны. В работе содержится решение задачи разработки нового лазерного метода формирования гибридных наноматериалов, демонстрирующих эффект гигантского комбинационного рассеяния света.

Таким образом, можно сделать вывод, что диссертационная работа Поволоцкой А.В. является актуальным, законченным, обладающим новизной научным исследованием, т.е. она удовлетворяет всем требованиям, предъявляемыми ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21–лазерная физика, а ее автор Поволоцкая Анастасия Валерьевна достойна присуждения ей искомой степени.

Официальный оппонент,
профессор, д.ф.-м.н.,
заведующий кафедрой
Оптоинформационных технологий и материалов
Санкт-Петербургского национального исследовательского
университета информационных технологий механики и оптики

 Н.В. Никоноров

