

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кулакович Ольги Сергеевны  
**«Металлические и гибридные металл-органические плазмонные  
наноструктуры, их свойства и применение»**,  
представленной на соискание степени доктора химических наук  
по специальности 02.00.11 – коллоидная химия

Анализ материалов, представленных в автореферате, показывает, что на современном этапе развития коллоидной химии тема докторской диссертации Кулакович Ольги Сергеевны отличается высокой актуальностью, которая обоснована все возрастающей потребностью в разработке и внедрении в практику высокочувствительных плазмонных сенсоров, аналитических техник, основанных на гигантском комбинационном рассеянии (ГКР) света и усиленной фотолюминесценции, и светоизлучающих наноматериалов, эффективность работы которых может контролироваться входящими в их состав плазмонными наноструктурами.

Кулакович О.С. объективно установила причины, препятствующие уверенному применению материалов и методов, связанных с наноплазмоникой, в клинической практике, материаловедении и оптоэлектронных технологиях, среди которых можно, в частности, выделить недостаточное понимание фундаментальных аспектов и факторов, влияющих на плазмонное усиление комбинационного рассеяния света и фотолюминесценции и отсутствие стандартизации в процедурах сравнения эффективности различных плазмонных наноструктур. Для заполнения существующих пробелов подобного рода в отношении материалов коллоидной химии, обладающих плазмонными свойствами, Кулакович О.С. выбрала объекты исследования оригинальных составов, в которые входили серебро и золото как наиболее перспективные с точки зрения плазмонных свойств металлы, полупроводниковые микро/нанокристаллы и органические структуры. Соискатель степени установила коллоидно-химические закономерности формирования, оптические и физико-химические свойства этих материалов и оценила возможность их применения для повышения чувствительности спектроскопии комбинационного рассеяния света и флуоресцентной спектроскопии, а также создания светоизлучающих элементов. В совокупности это способствовало достижению результатов, отличающихся несомненными научной новизной и практической значимостью, включая

1) разработку новой методики формирования наностержней золота и гибридных наноструктур, обладающих выраженными плазмонными свойствами, которые позволяют усиливать сигналы комбинационного рассеяния света и фотолюминесценции, основанной на применении восстановителя из аскорбиновой кислоты в сочетании с гидрохиноном для синтеза наностержней золота с высокими морфологическим выходом, монодисперсностью, выходом реакции восстановления, а также на формировании посредством контролируемой самосборки покрытий коллоидного серебра на поверхности гидрофобных полимеров и стекла за счет осаждения полиэлектролитов и наночастиц серебра;

2) установлении возможности понижения неспецифических ГКР-сигналов в области  $1000-1600\text{ см}^{-1}$  и люминесценции при анализе состава красочных слоев произведений живописи в случае применения гидрозолей золота, полученных цитратным восстановлением, и органозолой золота, полученных борогидридным восстановлением в присутствии тетраоктиламмоний бромида, для формирования структур «металл-полупроводниковые микрокристаллы», что повысило надежность идентификации микрокристаллических пигментов; установлении расширения спектрального диапазона молекулярных красителей, идентифицируемых спектроскопией резонансного ГКР при помощи биметаллических наночастиц золото-серебро, за счет наличия нескольких полос плазмонного резонанса, охватывающих весь видимый диапазон оптического спектра;

3) установлении повышения фотостабильности нанокристаллов InP/ZnSe/ZnSeS/ZnSn при их включении в состав металл-органических гибридных наноструктур на основе полиэлектролитов и коллоидных частиц золота за счет сокращения времени жизни возбужденного состояния и реализации эффекта частично поляризованной фотолюминесценции в результате ориентации комплексов нанокристаллов с наностержнями золота в матрице поливинилового спирта;

4) демонстрации возможности применения металл-органических гибридных наноструктур для детектирования пестицидов и окислителей на основании установленных зависимостей положения полос в ГКР-спектрах молекул класса бензимидазола от их ориентации относительно наночастиц серебра, а также интенсивности полос в ГКР-спектре красителя от расстояния между его молекулами и наночастицами серебра в присутствии окислителя; при этом установленные зависимости интенсивности фотолюминесценции меченых антител от морфологии наноструктурированных пленок серебра и химического состава полиэлектролитов позволили разработать функциональные покрытия иммунологических планшетов, обеспечивающих повышение эффективности флуоресцентного анализа на простат-специфический антиген по сравнению с существующими аналогами;

5) установлении роли полиэлектролитного слоя в управлении излучательными свойствами молекулярных и нанокристаллических люминофоров в составе гибридных структур, которая заключается не только в предотвращении тушения люминесценции, но и в возможности управления оптическими свойствами наночастиц металла и соотношением вероятностей излучательных/безызлучательных переходов люминофора за счет изменения локального показателя преломления в сочетании с влиянием диэлектрического компонента на излучательные свойства люминофоров посредством зарядовых и химических взаимодействий.

Достоверность положений, выдвинутых на защиту и отраженных в автореферате докторской диссертации Кулакович О.С., убедительно подтверждается списком из 76 публикаций, в который в том числе входят 32 статьи в рецензируемых международных научных изданиях, соответствующих п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий. Апробация результатов выполнения диссертационных исследований была проведена в рамках многочисленных докладов на международных научно-технических конференциях.

Кулакович Ольга Сергеевна представляет к защите логически завершенный и самостоятельно выполненный научный труд, в котором концептуально развито актуальное научное направление в области коллоидной химии, состоящее в разработке коллоидно-химических основ создания и функционирования гибридных коллоидных структур, содержащих наночастицы серебра и золота, активных в усилении сигналов комбинационного рассеяния света и фотолюминесценции молекулярных ансамблей и микро/нанокристаллов, для расширения возможностей методов молекулярной спектроскопии при выполнении анализа в биомедицине, при контроле качества питьевой воды и проведении экспертизы произведений живописи, а также повышения эффективности светоизлучающих наноструктур в оптоэлектронике.

Считаю, что диссертационное исследование полностью соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а его автор заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.11 – коллоидная химия.

Выражаю согласие на размещение отзыва в сети Интернет.

Заведующий научно-исследовательской лабораторией

«Прикладная плазмоника»

Белорусского государственного университета

информатики и радиоэлектроники,

докт. техн. наук, доцент



А.В. Бондаренко

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ

Ведущий специалист по кадрам НИЧ

(подпись)

(Ф.И.О.)

"27" 04 2026 г.