**Синтез и оптические свойства плазмонных наноструктур ядро/оболочка с хемосорбированными красителями**

***Кравчинский Д.М.1,2, Карцева М.Е.2***

*Студент, 4 курс бакалавриата*

*1Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, факультет естественных наук, Москва, Россия*

*2Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина, лаборатория поверхностных явлений в полимерных системах, Москва, Россия*

*E-mail:* [*d.kravchinskiytron@gmail.com*](mailto:d.kravchinskiytron@gmail.com)

В настоящее время исследования плазмонных композитных наночастиц (КНЧ) на основе серебра или золота со структурой ядро-оболочка являются весьма актуальными. Варьирование геометрических параметров таких КНЧ позволяет тонко настраивать положение их поверхностного плазмонного резонанса. Это делает их привлекательными для решения практических задач фотоники, оптоэлектроники и даже медицины, например, в тераностике опухолей.

Традиционный способ формирования кремнеземной оболочки на основе тетраэтоксисилана усложняется необходимостью дополнительной модификации частиц-ядер. На наш взгляд, более перспективно использование функционализованного прекурсора γ-меркаптопропилтриметоксисилана (МПТМС), способного хемосорбироваться на ядрах и позволяющего получить пористую структуру кремнезема благодаря наличию органического «хвоста». Дальнейшая функционализация КНЧ путем встраивания в поры органокремнеземной (о-SiO2) оболочки либо химической прививки молекул красителя расширяет границы их применения.

Цели данной работы заключались в следующем: 1) установить закономерности формирования оболочки из МПТМС на поверхности золотых наночастиц-ядер при варьировании параметров синтеза, 2) исследовать особенности хемосорбции малеимидных производных красителей на КНЧ, 3) получить информацию о спектральных свойствах КНЧ с привитыми красителями.

На первом этапе работы был синтезирован золь сферических частиц золота диаметром 24.0 ± 1.0 нм путем многостадийного доращивания цитратным методом.

Далее были проведены исследования по синтезу о-SiO2-оболочек на поверхности золотых ядер с варьированием температуры и состава реакционной среды. Установлено, что формированию однородной органокремнеземной оболочки и практически полному подавлению образования «побочных» (безъядерных) частиц о-SiO2 способствует увеличение температуры синтеза до 40°С.

На следующей стадии были исследованы особенности химической иммобилизации на КНЧ малеимидных производных красителей за счет реакции тиол-малеимид. На примере бордипиррометенового красителя (БРМ) была установлена оптимальная рабочая концентрация раствора для всех использованных флуорофоров (БРМ, IRDye 800CW, Sulfo-Cyanine3).

В ходе экспериментов было оценено влияние предварительной обработки КНЧ дитиотреитолом с целью восстановления присутствующих в оболочке дисульфидных связей.

Исследованы спектральные характеристики функционализованных флуорофорами КНЧ. По спектрам поглощения надосадочных жидкостей, содержащих не захваченную частицами при хемосорбции часть молекул красителей, была определена степень прививки к КНЧ каждого из них.

Для образцов КНЧ с БРМ и IRDye 800CW наблюдалось тушение эмиссии, что можно объяснить агрегированием молекул красителя. В то же время для КНЧ с привитым Sulfo-Cyanine3 наблюдалось двукратное усиление эмиссии. Такой эффект может быть вызван взаимодействием плазмона наночастиц золота и молекулами флуорофора при высокой степени перекрывания их спектральных полос.