



Введение

В последние годы большое внимание уделяется формированию наноструктур из благородных металлов. В основном это связано с возможностью их использования в качестве плазмонных платформ и наносенсоров [1]. В частности серебряные наночастицы с плазмонным резонансом (ПР) представляют фундаментальный и практический интерес для широкого спектра применений в наноптике, фотонике и сенсорике. Новая группа эффектов выявлена для случая организации наноструктур в периодические массивы. Такие структуры из наночастиц серебра могут быть применены в эффекте гигантского комбинационного рассеяния света (ГКР), где спектры комбинационного рассеяния света (КРС) могут быть увеличены на несколько порядков.

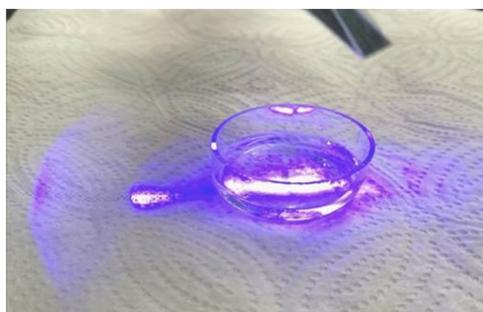
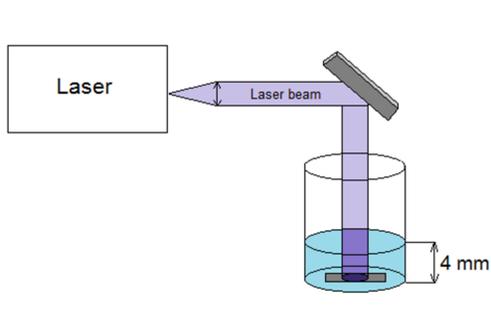
Цели исследования

Целью данного исследования является получение периодических и равномерных структур из наночастиц серебра на поверхности подложки, изучение оптических свойств полученных наноструктур, а также демонстрация усиления сигнала КРС для различных аналитов, таких как Рибофлавин (Витамин В2) и других аналитов, имеющих значение для биомедицины.

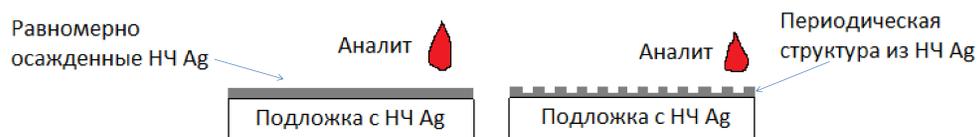
Материалы и методы

В качестве подхода для получения таких периодических массивов была выбрана методика лазерно-индуцированного осаждения, которая позволяет синтезировать наночастицы металлов заданного состава непосредственно на поверхности подложки любого типа. Локализация зоны синтеза определяется областью лазерного воздействия и может контролироваться за счет пространственного распределения интенсивности лазерного пучка.

В качестве прекурсора для получения наночастиц серебра был выбран комплекс $C_7H_5AgO_2$, в качестве источника лазерного излучения – вторая гармоника Nd-YAG лазера, длина волны 266 нм, мощность 40 мВт. В качестве подложки используется покровное стекло микроскопа. Результатом лазерно-индуцированного осаждения являются наночастицы серебра, размер которых может быть изменен в диапазоне 50 – 200 нм за счет вариации параметров лазерного воздействия (интенсивность, длительность облучения). Кроме того была продемонстрирована возможность получения дифракционных решеток из периодических массивов наночастиц серебра, полученных в интерференции лазерных пучков. Период полученной решетки составляет 1,5 мкм.

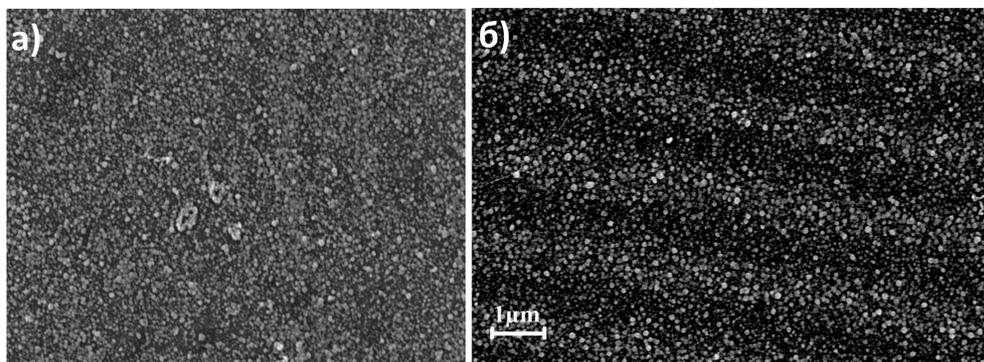


Для демонстрации усиления сигнала КРС было выбрано два типа подложек: с равномерно распределёнными наночастицами серебра, а также с периодическим распределением наночастиц Ag. На подложки с различной структурой был нанесен анализируемый аналит Витамин В2 (Рибофлавин) с концентрацией 3,9 мг/л. Объем капнутого аналита составляет 10 мкл.



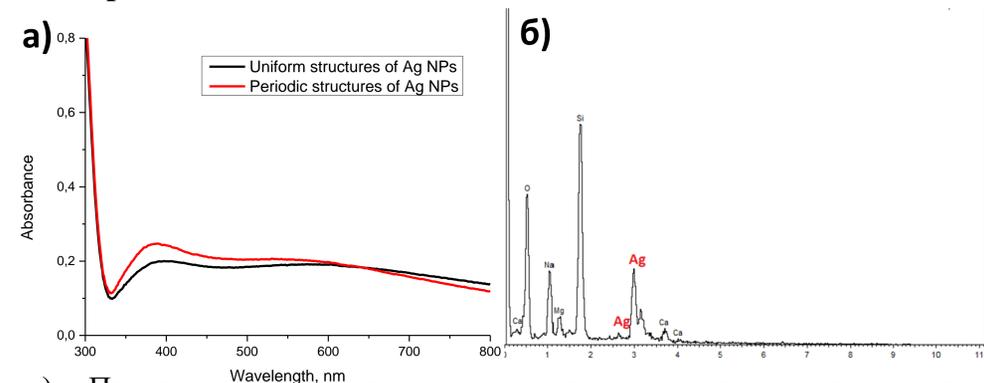
Результаты

Сканирующей электронной микроскопии (СЭМ):



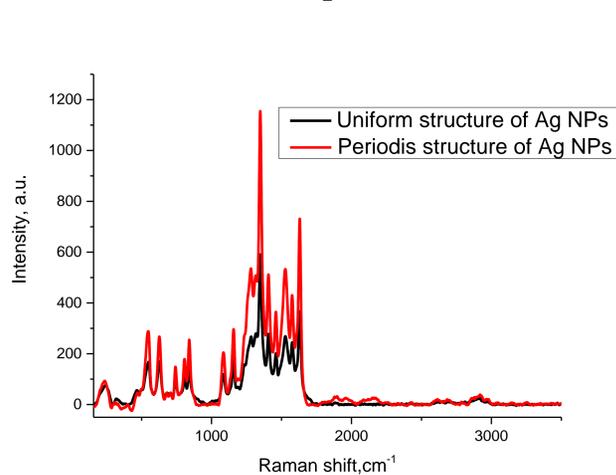
Согласно результатам СЭМ получено: а) равномерное пространственное распределение наночастиц серебра. Размеры наночастиц варьируются от 50 до 200 нм. Средний размер полученных частиц составляет 80 нм; б) периодическая структура из НЧ Ag, период решетки составляет 1,5 мкм.

Спектр поглощения и EDX- анализ:



а) Представлен спектр поглощения подложек с равномерно распределёнными НЧ Ag, а также с периодически распределёнными НЧ Ag; б) Энерго-дисперсионный анализ демонстрирует наличие четко выраженных пиков, соответствующих серебру в системе.

Комбинационное рассеяние света:



На графике продемонстрирован эффект ГКР для подложек с наночастицами серебра. Периодически распределённые НЧ Ag дают большее усиление сигнала по сравнению с подложками с равномерно распределёнными НЧ Ag.

Заключение

- На поверхности подложки были получены равномерно распределённые наночастицы Ag, а также периодические структуры из НЧ Ag;
- Установлено, что морфологией наночастиц можно управлять, изменяя продолжительность, мощность лазерного излучения, тип растворителя и концентрацию комплекса в растворителе;
- Продемонстрировано усиление сигнала КРС Витамина В2 (Рибофлавина) от подложек с периодическими массивами НЧ Ag. Усиление сигнала ГКР для периодических структур превышает усиление для равномерных структур.

Список источников

1. Lapinski, M.; Synak, A.; Gapska, A.; Bojarski, P.; Sadowski, W.; Kosci-elska, B. Opt. Mater. 2018, 83, 225–228.