

# СОЗДАНИЕ МЕТОДОМ ШАБЛОННОГО СИНТЕЗА МАССИВОВ 1D МАГНИТНО-ОПТИЧЕСКИХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛА КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

Жидко Т.В., Довыденко Е.М.

Институт химии новых материалов

**Abstract:** ion-track membranes based on polyethylene terephthalate with a thickness of 12  $\mu\text{m}$  and a pore diameter of 100 to 400 nm were used as templates for the design of arrays of 1D magneto-optical nanostructures. Two types of magnetic-optical nanostructures are obtained. The first type is layered nanowires with alternating nickel and silver. The second type is gold-plated nickel nanotubes. The structure and morphology of the nanostructures were studied by SEM and X-ray diffraction analysis. The possibility of using arrays to amplify the Raman signal is demonstrated by the example of the analyte methylene blue with a concentration of up to  $10^{-6}$  M, the average amplification factor was  $10^4$ . This makes arrays of 1D magneto-optical nanostructures promising for use of detecting low concentrations of substances (viruses, dangerous poisons, organic compounds) in Raman spectroscopy.

Прогресс в области нанотехнологий позволяет изготавливать упорядоченные металлические наноструктуры (НС) с требуемой морфологией, структурой и магнитными свойствами для применения в области катализа, детектирования, биосепарации, адресной доставки лекарств и т.д. Среди НС различной морфологии выделяют такие структуры как наночастицы (НЧ), нанопроволоки (НП) и нанотрубки (НТ). Одним из наиболее надежных методов, позволяющим контролируемо получать металлические одномерные НС с заданной морфологией, параметрами и свойствами, является метод электроосаждения в поры шаблонов, таких как ионно-трековые мембраны (ТМ) либо анодный оксид алюминия (АОА).

В работе предлагается новая методика получения одномерных многокомпонентных НТ и НП путем электрохимического осаждения в поры ТМ. Методика синтеза позволит управлять составом таких НС, их геометрией, а соответственно физическими свойствами получаемых массивов. Это становится возможным путем варьирования параметров синтеза (составом электролита, потенциалом, временем осаждения и т.д.) и параметров шаблона (размеров пор, пористости). Целью работы являлось создание методом шаблонного синтеза массивов 1D НС с использованием плазмонных металлов. Кроме того, были предложены методы использования массивов таких структур для усиления сигнала в спектроскопии, основанной на плазмонном резонансе.

Выбор плазмонно-активного металла, такого как Au, Ag или Cu, для формирования массивов НС для создания плазмонно-активных подложек ограничивается основными критериями: доступной ценой, степенью усиления сигнала и сроком службы. Быстрое окисление меди на воздухе отрицательно сказывается на оптических свойствах наноструктур; поэтому более перспективными являются массивы НТ/НП серебра. С другой стороны, можно производить Ni-НТ/ НП и создавать функциональные покрытия таких магнитных НТ/ НП благородными металлами (в частности, золотом), что позволяет защитить структуры от деградации, снизить токсикологический эффект и цену синтеза, а также придать новые оптические и магнитные свойства.

ТМ на основе полиэтилентерефталата толщиной 12 мкм и диаметром пор от 100 до 400 нм использовались в качестве шаблонов для изготовления массивов магнитно-оптических 1D НС. Первый тип – это слоистые нанопроволоки с чередованием никеля и серебра. Второй тип – покрытые золотом никелевые нанотрубки. Структура и морфология массивов таких НС изучены методами сканирующей спектроскопии и рентгеноструктурного анализа.

Возможность использования массивов для усиления сигнала комбинационного рассеяния света продемонстрирована на примере аналита метиленовый синий с концентрацией до  $10^{-6}$  М, средний коэффициент усиления составил  $10^4$ . Это делает разработанные массивы перспективными для использования при детектировании малых концентраций веществ в спектроскопии комбинационного рассеяния света.