

## ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ГКР-ПОДЛОЖЕК НА ОСНОВЕ ТИТАНА

Лошкарев А. С.<sup>1</sup>

Научный руководитель – канд. физ. мат. наук, Понкратова Е. Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО

a.loshkarev@metalab.ifmo.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР №925084 «Определение биохимического состава крови на основе спектроскопии комбинационного рассеяния и машинного обучения».

### Введение

Рамановская спектроскопия, известная своей способностью идентифицировать молекулярные особенности различных веществ, открывает значительные возможности в биомедицине, пищевой промышленности и т. д. [1]. Сочетание рамановской спектроскопии с подложками, усиливающими ближнее поле (ГКР-подложками), позволяет обнаруживать различные аналиты вплоть до уровня отдельных молекул. Одним из распространенных методов повышения чувствительности подложки является использование развитых микро-/наноструктур, изготовление которых обычно требует трудоемкой литографии, травления и т. д. [2]. В данной работе представлен простой и недорогой метод изготовления микроструктур на основе титана различной морфологии с использованием наносекундного лазерного облучения титановой пластины. Полученные структуры в сочетании с наночастицами серебра многократно усиливают сигнал ГКР с фактором усиления, зависящим от их геометрии, по сравнению с осаждением серебра на необработанной поверхности.

### Основная часть

Для создания ГКР-подложек полированная титановая пластина была облучена наносекундными лазерными импульсами с длиной волны 1064 нм. Варьирование параметров обработки, таких как мощность импульса, длительность, скорость сканирования и перекрытие, позволило получить структуры с различной морфологией — от гладких ЛИППС-подобных до структур с высокой шероховатостью поверхности. Затем на поверхность лазерно-индуцированных структур был нанесен слой серебра толщиной 10 нм методом термического испарения. Это привело к образованию плотноупакованных серебряных островков на поверхности со средним диаметром от 7 до 19 нм.

Для оценки характеристик полученных подложек на их поверхность был нанесен слой красителя метиленового синего в концентрации  $10^{-6}$  М, и был измерен ГКР-сигнал. Сравнение полученных спектров показало, что исходная титановая пластина не имеет четких спектральных характеристик и соответствует неусиленному сигналу комбинационного рассеяния. Наибольшее усиление сигнала наблюдается для образца, соответствующего ЛИППС-подобным до структурам, демонстрируя усиление на порядок по сравнению с сигналом от титановой пластины, покрытой серебром.

### Выводы

В данном исследовании мы используем наносекундное лазерное облучение титановой пластины для создания микроструктур с различной морфологией. Последующее термическое осаждение островков серебра на изготовленные структуры усиливает сигнал ГКР более чем на порядок величины по сравнению с осаждением на необработанной поверхности. Простота и высокая степень контроля предлагаемой технологии указывают на ее потенциал для практического применения.

### **Литература**

1. Yavuz E. et al. Advancements in reusable SERS substrates for trace analysis applications //Talanta. – 2024. – Т. 279. – С. 126640.
2. Zhou X. et al. Three-dimensional SERS substrates: Architectures, hot spot engineering, and biosensing applications //Biosensors. – 2025. – Т. 15. – №. 9. – С. 555.