**Усиление сигнала комбинационного рассеяния лекарства, загруженного в наночастицы мезопористый кремний/золото**

***Васильева М.И.1, Назаровская Д.А.1, Цурикова У.А. 1***

*Студент 3 года обучения*

*1Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,   
физический факультет, Москва, Россия*

На протяжении последних десятилетий метод спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР, Рамановская спектроскопия) активно внедряется в области биомедицины для изучения и диагностики микроорганизмов, клеток и их метаболитов, малых молекул и лекарственных препаратов и проч. С помощью КР можно легко различать вещества по их индивидуальному «отпечатку», т.е. частота рассеяния света зависит от частот колебаний молекул в исследуемом образце [1].

Однако несмотря на точность КР как метода, само по себе Рамановское рассеяние слабое, а интенсивности оптического сигнала зачастую недостаточно для однозначной его интерпретации. Тем не менее, за счет явления ГКР (гигантского комбинационного рассеяния) КР обретает высокую чувствительность. Усиление КР сигнала происходит как следствие адсорбции молекул на наношероховатую поверхность благородных металлов (золото, серебро, медь и т.д.), где возникает возбуждение локализованных плазмонов (явление локализованного поверхностного плазмонного резонанса (ЛППР)) [3].

Наночастицы на основе пористого кремния (пКНЧ) широко распространены в наномедицине в том числе за счет своей уникальной особенности растворяться до нетоксичной кремниевой кислоты в среде живого организма [2]. Поэтому пКНЧ исследуются как эффективные наноконтейнеры для доставки лекарств. Биодеградация загруженных доксорубицином пКНЧ и кинетики релиза лекарства внутри раковых клеток методом КР были впервые успешно продемонстрирована в [4].Тем не менее, ожидается, что модификация поверхности пКНЧ наночастицами Au (AuНЧ) позволит добиться усиления сигнала КР загруженного лекарства за счет явления ЛППР.

В ходе работы разработана методика изготовления нового композитного материала Au-пКНЧ. Изучены физико-химические характеристики полученных Au-пКНЧ с помощью методов динамического рассеяния света (ДРС), инфракрасной (ИК) спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Отработана методика загрузки лекарств (сунитиниб) в поры Au-пКНЧ. Исследована ГКР-активность Au-пКНЧ (рисунок 1).



Рисунок 1. Сравнение спектров ГКР Au-пКНЧ (сверху) и КР пКНЧ (снизу), загруженным Сунитинибом.

Полученные результаты подчеркивают перспективу применений композитных наноструктур на основе наночастиц пористого кремния и золота для контроля выхода лекарства из наноконтейнеров методом ГКР.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 24-15-00137 и гранта Фонда развития теоретической физики и математики «БАЗИС» 23-2-2-18-1. Выражаю благодарность моему научному руководителю Осминкиной Л.А. и старшему научному сотруднику Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова Самсоновой Ж.В.

**Литература:**

1. Новикова В.А., Варжель С.В. Рассеяние света и его применение в волоконной оптике. Университет ИТМО. 2019. С.13–18, 28-30.
2. [Ji-Ho Park](https://www.nature.com/articles/nmat2398#auth-Ji_Ho-Park-Aff1-Aff2), et al. Biodegradable luminescent porous silicon nanoparticles for in vivo applications // [Nature Materials](https://www.nature.com/nmat). 2009. V. 8. P. 331-336.
3. [Kartashova](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Kartashova+AD&cauthor_id=34775760) A.D., et al. Surface-Enhanced Raman Scattering-Active Gold-Decorated Silicon Nanowire Substrates for Label-Free Detection of Bilirubin // ACS Biomater Sci Eng. 2022. V. 8(10). P. 4175-4184.
4. [Maximchik](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Maximchik+PV&cauthor_id=33405660) P.V., et al. Biodegradable Porous Silicon Nanocontainers as an Effective Drug Carrier for Regulation of the Tumor Cell Death Pathways // ACS Biomater Sci Eng. 2019. V. 5(11). P. 6063-6071.