

**Изучение оптических свойств наночастиц серебра, функционализированных полистиролом и метиленовым синим**

**Научный руководитель – Лунёв Игорь Вячеславович**

**Обухова Арина Алексеевна**

*Студент (бакалавр)*

Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: obuhovaar@yandex.ru*

Явление поверхностного плазмонного резонанса (ППР) делает наночастицы серебра (Ag НЧ) перспективными для создания функциональных материалов для биомедицины [1]. Функционализация полистиролом (ПС) и метиленовым синим (МС) стабилизирует в растворе и модифицирует их оптические характеристики, расширяя возможности применения [2]. Изучение оптических свойств Ag НЧ, функционализированных ПС и МС, является актуальной задачей для разработки эффективных гибридных наноматериалов с заданными характеристиками.

Коллоидный раствор Ag НЧ получали методом фемтосекундной лазерной абляции в жидкости (1030 нм, 100 кГц, 270 фс, 17 мкДж). Размерное распределение и дзета-потенциал плазмонных наночастиц определяли методами динамического светорассеяния и сканирующей электронной микроскопии. Функционализировали растворами ПС (10 г/л) и МС (50 мг/л) с нагревом по 30 минут, затем центрифугировали (20500 rpm, 3 раза по 40 минут) с заменой супернатанта деионизованной водой. Оптические свойства полученных групп (Ag НЧ, Ag НЧ–МС, Ag НЧ–МС–ПС) исследовали спектрофотометрически.

Спектрофотометрический анализ показал характерный пик ППР Ag НЧ при 420 нм для чистых наночастиц и Ag НЧ–ПС–МС, что соответствует их модальному размеру ~55 нм. Свободный МС демонстрировал основной пик мономера при 666 нм и слабый пик димера при 620 нм. В спектре Ag НЧ–ПС–МС пик при 666 нм сохраняется (от адсорбированного мономерного МС), а новый интенсивный пик при 604 нм возникает за счет  $\pi$ - $\pi$ -стэкингового взаимодействия ароматических колец ПС с МС на поверхности наночастиц, приводящего к гипсохромному сдвигу и частичному расщеплению полосы димеризации ( $\Delta\lambda \approx 62$  нм). Это указывает на образование стабилизированных Н-агрегатов или смешанных димеров ПС–МС, усиливающих коллоидную устойчивость и модулирующих оптические свойства. Подобные ароматические взаимодействия между стирольными кольцами полимера и МС описаны для поли(4-стиролсульфоната натрия) [3], что согласуется с наблюдаемым в нашем эксперименте сдвигом пика на 604 нм при функционализации Ag НЧ ПС и МС.

**Источники и литература**

- 1) Abou El-Nour K. M. M., et al. Synthesis and applications of silver nanoparticles // Arabian journal of chemistry. 2010. Vol. 3. No. 3. P. 135-140.
- 2) Belevkov E., et al. Improved antimicrobial properties of methylene blue attached to silver nanoparticles // Photodiagnosis and photodynamic therapy. 2020. Vol. 32. Article number 102012.
- 3) Moreno-Villoslada I. et al. Binding of methylene blue to polyelectrolytes containing sulfonate groups // Macromolecular Chemistry and Physics. – 2009. – Т. 210. – №. 13-14. – С. 1167-1175.