

УДК 535.372

**ПОЛИМЕРНЫЕ МИКРОЛАЗЕРЫ, ДОПИРОВАННЫЕ КВАНТОВЫМИ ТОЧКАМИ  
AgInS<sub>2</sub> И ПЛАЗМОННЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ**

**Соловьева Е.О. (ИТМО), Курасова К. (ИТМО)**

**Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент**

**Старовойтов А.А.**

**(ИТМО)**

**Введение.** Микролазеры с модами шепчущей галереи (МШГ) привлекают пристальное внимание в области фотоники и биомедицины [1, 2]. Большой интерес, в частности, представляет возможность реализации безметочного сенсинга на их основе [3]. Такие биосенсоры характеризуются повышенной чувствительностью к мельчайшим изменениям показателя преломления окружающей среды, поскольку это приводит к регистрируемому резонансному сдвигу. Плазмонные наночастицы, в свою очередь, могут быть использованы для усиления эмиссии и снижения порога генерации в различных активных средах. При внедрении в сферические микрорезонаторы они могут как увеличивать, так и уменьшать интенсивность излучения, а также влиять на добротность. В рамках данной работы проведено исследование их влияния на характеристики сферических микролазеров.

**Основная часть.** Микролазеры с МШГ были получены методом импрегнирования, в ходе которого полистирольные микросферы пропитывались водным раствором квантовых точек (КТ) AgInS<sub>2</sub> (AIS) и наночастиц серебра или золота. Оба типа металлических наночастиц были получены методом лазерной абляции. После вымачивания микросфер в растворе КТ AIS они были трижды центрифугированы и промыты деионизованной водой. Затем 5 мкл водного раствора микросфер были нанесены на стеклянную подложку и высушены при комнатной температуре. Спектры эмиссии полученных образцов, демонстрирующие генерацию, были измерены с помощью рамановского спектрометра inVia Renishaw с разрешением 0,05 нм.

На полученных спектрах эмиссии образцов отчетливо видны узкие периодические резонансные пики, соответствующие модам шепчущей галереи в полимерных микросферах. Для возбуждения эмиссии КТ AIS был использован лазер с длиной волны 488 нм, мощностью 0,5 мВт и диаметром луча 2 мкм. Наблюдается также снижение интенсивности эмиссии в случае образцов, допированных не только красителем, но и плазмонными наночастицами. В частности, внедрение наночастиц золота в микролазеры приводит к снижению интенсивности МШГ на 47%, а легирование наночастицами серебра снижает интенсивность МШГ на 80%.

Значения добротности микролазеров были рассчитаны как отношение длины волны резонанса к ширине полосы на полувысоте [4]. Среднее значение добротности микролазера, допированного только КТ AIS, составило 2773. При внедрении в микролазер наночастиц серебра наблюдается значительное снижение добротности до среднего значения 2260. В то же время, при внедрении наночастиц золота в микросферу наблюдается незначительное увеличение добротности со средним значением 2982.

**Выводы.** Были исследованы оптические свойства полистирольных микросфер, допированных квантовыми точками AgInS<sub>2</sub> и плазмонными наночастицами методом импрегнирования. На спектрах эмиссии микролазеров наблюдались узкие резонансные пики, характерные для МШГ. Наличие наночастиц серебра и золота снижает интенсивность излучения и в случае золота увеличивает добротность микролазера.

**Список использованных источников:**

1. Review of biosensing with whispering-gallery mode lasers / Toropov N., Cabello G., Serrano M. P. [et al.] // Light: Science & Applications. – 2021. – №. 10(1).
2. Chicken albumen-based whispering gallery mode microlasers / Mai H. H., Nguyen T. T.,

Giang K. M. [et al.] // *Soft Matter*. – 2020. – №. 16(39). – p. 9069–9073.

3. Biosensing with free space whispering gallery mode microlasers / Capocefalo A., Gentilini S., Barolo L. [et al.] // *Photonics Research*. – 2023. – №. 11. – p. 732–741.

4. Advanced Organic and Polymer Whispering-Gallery-Mode Microresonators for Enhanced Nonlinear Optical Light / Venkatakrisnarao D., Mamonov E. A., Murzina T. V., Chandrasekar R. // *Advanced Optical Materials*. – 2018. – №. 6(18). – p. 1800343.