

## УСИЛЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ УГЛЕРОДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК ПРИ ПОМОЩИ ЯВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА

Вагапов А. Ш.<sup>1</sup>, Киряков А. Н.<sup>1</sup>, Зацепин А. Ф.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б. Н.

Ельцина

E-mail: alexander1705q@icloud.com

## SURFACE PLASMON RESONANCE ENHANCED- LUMINESCENCE OF CARBON QUANTUM DOTS

Vagapov A. Sh.<sup>1</sup>, Kiryakov A. N.<sup>1</sup>, Zatsepin A. F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

We simulated patterns of distribution of the electric field strength of silver nanoparticles at their different orientations. The optimal angle of particle rotation was selected to achieve the maximum value of the field strength above them, which will be used during further implantation.

Углеродные квантовые точки (УКТ) вызывают значительный интерес в виду их легкой функционализации и слабого фотообесцвечивания. Однако интенсивность их флуоресценции достаточно низка, что ограничивает их дальнейшее применение. Наночастицы драгоценных металлов широко используются для усиления люминесценции благодаря уникальному эффекту локализованного поверхностного плазмонного резонанса (ЛППР) [1, 2]. Металлы могут усиливать интенсивность излучения близких флуоресцентных молекул за счет усиленного электромагнитным полем возбуждения или передачи энергии. Это может стать эффективным решением проблемы низкой интенсивности флуоресценции УКТ. На свойства ЛППР влияет форма размер и диэлектрическое окружение таких частиц, наиболее предпочтительными с практической точки зрения являются частицы с острыми гранями или краями.

Синтез несферических металлических наночастиц возможен, в результате создания сильнонеравновесной среды за счет плотного потока ионов при ионной имплантации. Выбор радиационно-стойкой среды при этом обеспечивает малую мобильность имплантируемых ионов. Таким образом, в результате ионной имплантации можно достичь несферической формы в синтезируемых частицах [3].

В работе выполнено компьютерное моделирование картины напряженности электрического поля вокруг наночастиц серебра матрице SiO<sub>2</sub> в программе COMSOL Multiphysics 5.6. Моделирование проводилось исходя из данных, полученных в работе [3]. Оптические константы взяты из работы [4]

На рисунке 1а показана картина распределения напряженности электрического поля при повороте частиц на  $30^\circ$ , а на рисунке 1б показано изменение максимальной напряженности поля над частицами серебра при их вращении.

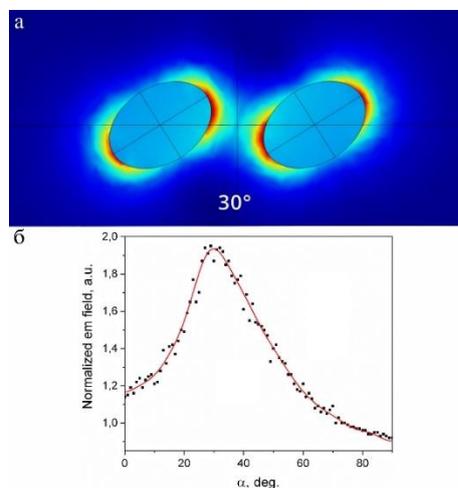


Рис. 1. (а) картина распределения напряженности электрического поля между частицами серебра, (б) зависимость максимального значения напряженности поля над частицами при их вращении

Максимальное значение напряженности электрического поля над частицами достигается при их повороте на  $25-30^\circ$  градусов. В соответствии с выводами из работы [3], можно синтезировать частицы под таким углом, что является перспективным с практической точки зрения. Следующим этапом работы является синтез наночастиц серебра и УКТ в матрице  $\text{SiO}_2$ , и исследование их взаимодействия.

Таким образом, показано, что наибольшее значение напряженности поля над частицами серебра возникает при их повороте на  $25-30^\circ$ , что будет учитываться в дальнейших исследованиях.

*RFBR (grants № 20-42-660012)*

1. Yuan K. et al. Effects of localized surface plasmon resonance of Ag nanoparticles on luminescence of carbon dots with blue, green and yellow emission //Applied Surface Science. – 2020. – Т. 502. – С. 144277.
2. Bagra B. et al. Plasmon-enhanced fluorescence of carbon nanodots in gold nanoslit cavities //Langmuir. – 2019. – Т. 35. – №. 27. – С. 8903-8909.
3. Kiryakov A. N. et al. Non-spherical plasmonic copper nanoparticles in a transparent  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  ceramic matrix: Optical spectroscopy and conceptional models //Journal of Physics and Chemistry of Solids. – 2022. – Т. 170. – С. 110966.
4. Johnson P. B. Optical constants of the noble metals / P. B. Johnson, R. W. Christy // Physical review B. – 1972. – V. 6. – №. 12. – P. 4370.