**Сверхразрешающая оптическая микроскопия с помощью мискросфер**

***Сенотрусова С.А.1, Ахметова А.И.2, Яминский И.В.3***

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

*1студент, физический факультет*

*2аспирант, факультет биоинженерии и биоинформатики*

*3профессор, физический факультет*

*E-mail: senotrusova.sa18@physics.msu.ru*

Оптическая микроскопия – один из самых мощных методов визуализации объектов, при котором не разрушается образец. Однако разрешающая способность современных оптических микроскопов ограничена дифракцией световых волн на апертуре объектива. Актуальной является задача получения изображений с преодолением данного дифракционного предела, которая сегодня активно решается с помощью микросферной микроскопии.

Метод микросферной оптической микроскопии впервые был продемонстрирован в прошлом десятилетии [1], после чего получил значительную популярность из-за своей эффективности и удобства реализации. Микросфера помещается на поверхность исследуемого образца, являясь дополнительным оптическим «усилителем». Линза фокусирует падающий свет в световое пятно и передает изображение ближнего поля контактирующего с ней объекта в мнимое изображение, которое визуализируется в объективе оптического микроскопа, что позволяет достичь более высокого разрешения. Причиной данной способности является необычный характер распространения оптического излучения в частице сферической формы, а также разница показателей преломления материала линзы и окружающей среды.

Преимуществами данного метода исследования является возможность работы с образцом в видимом свете, без сложной предварительной обработки, в режиме реального времени, в жидкости и на воздухе. Это может быть существенно важно для чувствительных биологических образцов. Кроме того, последние исследования описывают совмещение микросферной оптической микроскопии с другими высокоинформативными методами исследования – флуоресцентной микроскопией [3], рамановской спектроскопией [4] и др..

В работе приведены результаты реализации метода микросферной микроскопии в режимах проходящего и отраженного света. Были проведены исследования с использованием прозрачных микролинз из таких материалов, как BaTiO3 (диаметром от 20 мкм до 100 мкм), TiO2 (диаметром от 10 до 60 мкм) и полиметилакрилата (диаметром 9 мкм). Исследования проводились и на воздухе, и в жидкой среде (использовались силиконовое и иммерсионное масла). С помощью микролинзовой оптической микроскопии были получены изображения топологий микросхем, образцов с нанесенным покрытием с полыми структурами от 1 до 20 мкм, а также биологических образцов: красных кровяных клеток, наблюдение которых проводилось в режиме реального времени, благодаря чему была получена визуализация трансформации эритроцита в эхиноцит. В результате было получено разрешение менее 150 нм и преодолен дифракционный предел.

Литература

1. Z. Wang, W. Guo, L. Li, B. Luk’yanchuk, A. Khan, Z. Liu, Z. Chen, and M. Hong, “Optical virtual imaging at 50 nm lateral resolution with a white-light nanoscope,” Nat. Commun. 2, 218 (2011).

2. H. Yang, N. Moullan, J. Auwerx, and M. A. Gijs, “Super-resolution biological microscopy using virtual imaging by a microsphere nanoscope,” Small 10(9), 1712–1718 (2014).

3. Das, G. M., Laha, R., and Dantham, V. R. Photonic nanojet-mediated SERS technique for enhancing the Raman scattering of a few molecules. Journal of Raman Spectroscopy (Vol. 47, Issue 8, pp. 895–900). Wiley. (2016).