

УДК 53.087

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДЕТЕКЦИИ ОСЦИЛЛЯЦИЙ ЗАРЯЖЕННЫХ
МИКРОЧАСТИЦ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ В ПОВЕРХНОСТНЫХ
РАДИОЧАСТОТНЫХ ЛОВУШКАХ**

Плюснина А.А. (Университет ИТМО), **Глухарёв Д.А.** (Университет ИТМО), **Рудый С.С.**
(Университет ИТМО)

Научный руководитель – д. ф.-м. н., профессор, Рождественский Ю.В.
(Университет ИТМО)

Введение. Радиочастотные ловушки широко применяются во многих исследованиях заряженных частиц. Например, в масс-спектрометрии они позволяют разделить и проанализировать различные молекулы и атомы по их массе и заряду. Набор наблюдаемых частот колебаний или спектр трансляционных колебаний является основной характеристикой динамики частиц в радиочастотных ловушках. В наиболее распространенном способе детекции осцилляций локализованные в ловушке частицы освещаются не сфокусированным лазерным излучением, после чего рассеянный на частицах свет улавливается камерами. При этом требуются большие частота кадров камеры и объем памяти. Для устранения этой проблемы в настоящей работе предлагается метод “оптической сигнатуры”, позволяющий анализировать динамику микрочастиц и состоящий только из базового лабораторного оборудования.

Основная часть. В поверхностных радиочастотных ловушках заряженные частицы колеблются вблизи точки устойчивого равновесия [1]. В таком случае, при фокусировке лазерного излучения в данную точку можно будет наблюдать рассеяние лазерного излучения. Движение частиц в неоднородном световом пучке приводит к зависящему от времени отклику рассеяния. Интенсивность рассеянного света максимальна тогда, когда частицы проходят через перетяжку гауссового лазерного пучка, и минимальна – когда частица находится на периферии сфокусированного пучка. Таким образом, можно исследовать процесс динамики частиц и вычислить частотный состав осцилляций, используя преобразования Фурье “оптической сигнатуры”, то есть временной зависимости интенсивности рассеянного или пропущенного света. Для реализации метода оптической сигнатуры используется ионная ловушка с тонкопленочными ИТО-электродами на прозрачной стеклянной подложке, осажденными методом магнетронного распыления [2]. В экспериментальной установке были использованы источники лазерного излучения, два одинаковых объектива с совмещенными фокусами и два фотоприемника, необходимые для регистрации рассеянного и проходящего света. Для подтверждения работоспособности установки были проведены сравнения спектров осцилляций, рассчитанных по данным цифровой камеры и двух фотодетекторов.

Выводы. В работе представлен метод детектирования колебаний захваченной частицы в поверхностной радиочастотной ловушке, основанный на том, что колебания частиц в строго неоднородном световом поле, в данном случае в перетяжке гауссова лазерного пучка, приводят к сильно выраженному рассеянию света. Оптический отклик, полученный в каналах пропускания и рассеяния при помощи двухканальной экспериментальной установки с поверхностной ловушкой, связан с динамикой частиц. Таким образом, информация о спектрах колебаний частиц в свою очередь может быть однозначно определена по полученной оптической сигнатуре Фурье-преобразования. Также спектры колебаний оптических сигнатур соответствует спектрам осцилляций, полученным из данных камеры, что говорит о надежности разработанного метода.

Список источников.

1. Shcherbinin D. , Rybin V. , Rudyi S., et al. Charged Hybrid Microstructures in Transparent Thin-Film ITO Traps: Localization and Optical Control // Surfaces. – 2023. – V.6. – P.133-144.
2. Amosova, L., Isaev, M. Deposition of transparent indium tin oxide electrodes by magnetron sputtering of a metallic target on a 355 cold substrate // Technical Physics – 2014. – V.59. – P. 1545–1549.