

УДК 53.06

## DOUBLE-WELL ЛОВУШКА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК

Васильева О.О. (Университет ИТМО), Васильев М.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Рождественский Ю.В.

(Университет ИТМО)

**Введение.** Квантовые точки нашли большой круг применений из-за наличия поверхностного и квантово-размерного эффектов, что проявляется в способности поглощать и излучать электромагнитное излучение в широком спектральном диапазоне в зависимости от размеров (массы) и формы точки. Так, благодаря перестраиваемым электронным свойствам, квантовые точки применяются в электронике и оптоэлектронике, фотовольтаике, для хранения информации и визуализации, в биомедицине, а также рассматриваются как кубиты для реализации квантового компьютера [1 – 5]. Представленные области применения квантовых точек продолжают активно развиваться, требуя развития новых универсальных методов исследования физико-химических, а в перспективе и оптических свойств квантовых точек. Одним из таких перспективных методов изучения свойств одиночных квантовых точек и их агрегатов, полученных методом коллоидного синтеза, является оптомеханическая левитация наночастиц в электродинамической ловушке, позволяющая реализовывать повторные недеструктивные измерения размеров и отношения заряда к массе одиночной частицы [6 – 7], а также проводить измерения оптических характеристик. Таким образом, левитация наночастиц в электродинамической ловушке одновременно обладает преимуществами микро- и спектроскопии, и позволяет осуществлять контроль над физическими характеристиками наночастицы.

**Основная часть.** В настоящей работе внимание уделено относительно новому направлению развития электродинамических ловушек: системам локализации заряженных частиц с несколькими областями локализации. В работе рассматриваются селективные свойства предложенной ранее double-well электродинамической ловушки с двумя областями локализации заряженных частиц – ловушки Пауля с асимметричной схемой питания [8].

Поскольку оптические свойства квантовой точки напрямую зависят от массы, то для решения задачи контроля над оптическими характеристиками точки необходимо уметь измерять и, при необходимости, контролировать массу точки с высокой степенью точности. Для целей определения и контроля массы, а следовательно, и оптических характеристик точки была исследована динамика наночастиц в double-well ловушке. Особенность данной ловушки заключается в ряде селективных свойств, что позволяет производить селекцию заряженных частиц по соотношению заряда к массе двумя способами. Во-первых, при фиксированных параметрах питания ловушки для частиц с различным соотношением заряда к массе формируется одна область локализации в центре ловушки или две центрально симметричные области локализации частиц. Так, возможно одновременно улавливать частицы с двумя значениями соотношения заряда к массе: частицы с меньшим соотношением заряда к массе будут локализовываться в двух центрально симметричных областях локализации, а частицы с большим соотношением в то же время будут локализовываться в центре ловушки. Во-вторых, для частицы с заданным соотношением заряда к массе координата частицы в ловушке определяется значением постоянной составляющей напряжения на электродах. Таким образом, варьируя напряжение, возможно управлять положением левитирующих частиц, пространственно разделяя частицы с близкими значениями соотношения заряда к массе. В этом и заключаются селективные свойства double-well ловушки.

**Выводы.** В настоящем исследовании был предложен метод определения соотношения заряда к массе локализованной в double-well ловушке квантовой точки по координате точки. В сравнении с существующими методами определения соотношения заряда к массе частицы

в ловушке с помощью оценки секулярной частоты при сверхвысоком времени стабилизации частицы в ловушке, предлагаемый метод оценки массы может стать более простым и быстро реализуемым аналогом данного метода.

#### **Список использованных источников:**

1. Cristian T Matea, Teodora Mocan, Flaviu Tabaran, Teodora Pop, Ofelia Mosteanu, Cosmin Puia, Cornel Iancu, and Lucian Mocan. Quantum dots in imaging, drug delivery and sensor applications. *International journal of nanomedicine*, 12:5421, 2017.
2. Shu Y. et al. Quantum dots for display applications // *Angewandte Chemie*. – 2020. – Т. 132. – №. 50. – С. 22496-22507.
3. Alaghmandfard A. et al. Recent advances in the modification of carbon-based quantum dots for biomedical applications // *Materials Science and Engineering: C*. – 2021. – Т. 120. – С. 111756.
4. Hongliang Wang, Dan Song, Yue Zhou, Jiayuan Liu, Anna Zhu, and Feng Long. Fluorescence enhancement of cdse/zns quantum dots induced by mercury ions and its applications to the on-site sensitive detection of mercury ions. *Microchimica Acta*, 188(6):1–9, 2021.
5. Rasal A. S. et al. Carbon quantum dots for energy applications: a review // *ACS Applied Nano Materials*. – 2021. – Т. 4. – №. 7. – С. 6515-6541.
6. Rybin V., Rudyi S., Rozhdestvensky Y. Nano- and microparticle nonlinear damping identification in quadrupole trap // *International Journal of Non-Linear Mechanics*. – 2022. – С. 104227.
7. David M Bell, Collin R Howder, Ryan C Johnson, and Scott L Anderson. Single cdse/zns nanocrystals in an ion trap: charge and mass determination and photophysics evolution with changing mass, charge, and temperature. *ACS nano*, 8(3):2387–2398, 2014.
8. Kokorina O., Rybin V., Rudyi S.S. Double-well trap for charged microparticles // *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, Vol. 2103, No. 1, pp. 012222