

ОЦЕНКА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ БАЗЫ АКТИВНЫХ МШГ РЕЗОНАТОРОВ ПОСРЕДСТВОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ИХ ЧАСТОТНО-СПЕКТРАЛЬНОГО ОТКЛИКА

Молодцов М.С. (ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Малеева К.А. (ИТМО)

Введение

Оптические резонаторы с модами шепчущей галереи (МШГ) в последние годы активно используются при разработке высокочувствительных биосенсоров и миниатюрных лазеров с управляемыми спектральными свойствами. Рабочие частоты подобных структур тесно связаны с геометрией резонатора. Поэтому контроль геометрических размеров является ключевым фактором, влияющим на характеристики получаемых устройств. В связи с этим актуальной задачей является создание методов, позволяющих с высокой точностью определять размеры резонаторов.

Основная часть

В рамках работы решается задача определения диаметра сферического резонатора по его спектральному отклику при помощи методов математического моделирования и последующего анализа теоретических параметров резонатора и действительных параметров, определённых по измеренному спектру:

Предложен подход к оценке размеров резонаторов с МШГ, основанный на обработке спектральных данных. Исследование проводилось на полистирольных микросферах с квантовыми точками состава AgInS_2 (AIS) на поверхности иммобилизованных методом послойного нанесения при помощи полиэлектrolита (РАН)[1]

Для обработки экспериментальных данных создан алгоритм, позволяющий моделировать положение резонансных мод при помощи асимптотической формулы [2] и сопоставлять их с реальным положением резонансных мод, полученном разметкой измеренного спектра излучения. Путём подбора геометрического параметра, при котором расчётные и экспериментальные данные совпадают с наибольшей точностью, определяется диаметр микросферы.

Выводы

Предложен и апробирован способ определения диаметра микросферного резонатора, основанный на сравнении экспериментального спектра с результатами численного моделирования. Погрешность предложенного метода не превышает 2.5 %, что подтверждается согласованием расчётных и измеренных резонансных характеристик.

Литература

1. Tkach A.P., Miropoltsev M.A., Kundelev E.V., Sokolova A.V., Khorkina S.A., Rogach A.L., Bogdanov K.V. The Impact of the Gain Medium Properties and the Resonator Morphology on the Whispering Gallery Mode Spectrum of Polystyrene Microspheres Coated with AgInS₂/ZnS Quantum Dots // Optics & Laser Technology. 2024. Vol. 179. Art. 111359.
2. Lam C.C., Leung P.T., Young K. Explicit asymptotic formulas for the positions, widths, and strengths of resonances in Mie scattering // J. Opt. Soc. Am. B. 1992. Vol. 9, No. 9. P. 1585. <https://doi.org/10.1364/JOSAB.9.001585>.