

# Поиски высокодобротных собственных колебаний в наночастицах различных форм и сделанных из различных материалов

**В.В. Климов**

*Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН, Ленинский проспект 53,  
Москва, 119991 Россия*

*Электронная почта: [klimovvv@lebedev.ru](mailto:klimovvv@lebedev.ru)*

## **Абстракт**

Локализация света в наноразмерных областях чрезвычайно важна для современных применений в нанофотонике, включая лазеры, сенсоры, генерацию более высоких гармоник, рамановское рассеяние, компьютерные межсоединения и фотовольтаику. Для многих оптических устройств становится критически важным локализовать электромагнитные поля в субволновых объемах. Физика и описание высококачественных собственных мод в открытых нанорезонаторах очень сложны и априори трудно сказать, какой резонатор имеет наибольшую добротность.

Я начну с обсуждения обычных собственных мод в плазмонных и диэлектрических наночастицах с граничным условием излучения Зоммерфельда на бесконечности. Такие собственные моды имеют комплексные частоты и неограниченно возрастают на бесконечности. Аналитические и численные результаты получены для наночастиц в форме сферы, сфероида, цилиндра и более сложных форм. Наши результаты показывают, что для наночастиц одного и того же объема сферические наночастицы, как правило, имеют самый высокий  $Q$ -фактор. Здесь также будут обсуждаться необычные собственные моды в наночастицах из метаматериалов с отрицательным показателем преломления.

Во второй части моего выступления я расскажу о недавно открытых идеальных неизлучающих модах в диэлектрических наночастицах. Для описания полей таких мод на бесконечности мы используем только такие функции, которые являются несингулярными внутри наночастиц. Доказано,

что такие моды существуют и имеют действительные собственные частоты (в отличие от комплексных частот обычных мод) и неограниченные излучательные добротности. При умной настройке пучков возбуждения идеальные моды проявляются как глубокие минимумы в спектрах рассеянного излучения (вплоть до полного исчезновения, «невидимость»), но в то же время они имеют усиленные поля внутри частицы. Такие режимы не имеют аналогов и могут быть полезны для реализации низкопороговых нанолазеров и других сильных нелинейных эффектов в наночастицах.

#### Литература:

1. Klimov V., Manifestation of extremely high- $Q$  pseudo-modes in scattering of a Bessel light beam by a sphere, *Opt. Lett.* **45**, 4300-4303 (2020)
2. Klimov V., Perfect nonradiating modes in dielectric nanoparticles, arXiv:2108.04038 [physics.optics] ; <https://arxiv.org/abs/2108.04038>
3. Климов В.В., О существовании "суперрезонансных" состояний в субволновых диэлектрических резонаторах и их связи со связанными состояниями в континууме, *УФН* **189** 1131–1133 (2019)
4. Klimov V.V., Spontaneous emission of an excited atom placed near a "left-handed" sphere, *Optics Commun.*, **211**,183 (2002)
5. Климов В. В., Управление излучением элементарных квантовых систем с помощью метаматериалов и нанометачастиц, *УФН*, **191** 1044–1076 (2021)