

*И. А. Костяев, В. В. Попов**

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ
АКТИВИРОВАННЫХ КОМПОЗИТНЫХ
СЛОИСТЫХ НАНОЧАСТИЦ СТРУКТУРЫ
«СФЕРИЧЕСКИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ
КОР–ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА»**

Плазмоника имеет большое значение в современной науке, так как она открывает новые возможности для создания сверхминиатюрных оптических устройств и улучшения фотонных технологий. Актуальность этой области подтверждается последними исследованиями,

* Работа выполнена под руководством преподавателя цикла боевой подготовки Ф. Н. Третьякова, Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ (учебный и испытательный).

направленными на увеличение эффективности и снижение потерь в плазменных устройствах. Тенденции в области плазменных нанолазеров указывают на стремление к интеграции с кремниевой фотоникой, что может привести к созданию нового поколения интегрированных оптических схем. Инновации в этой области продолжают расширять границы возможного, обещая революционные изменения в информационных технологиях, биомедицине и энергетике.

В данной работе рассмотрена модель спазера с металлическим ядром и диэлектрической оболочкой при невырожденном электронном газе оболочки. Для указанных случаев рассчитаны частоты спазирования и пороги генерации. Описывается использование частиц с внедренными в них молекулами красителя в принципиально близкой спазеру системе в качестве активного ядра.

Слоистый композит с металлической оболочкой и кором из активной среды представляет собой генератор плазменных колебаний в оболочке. В данной же работе в качестве спазера рассматривается инвертированная система, когда сердцевина нанокompозита представляет собой металлический или полупроводниковый шар, а оболочка – диэлектрический слой с активируемыми двухуровневыми молекулами.

Методика нахождения ω_{sp} для определения пороговой инверсии для генерации заключалась в решении следующего уравнения графическим способом:

$$\text{Im} \frac{\varepsilon(\omega_{sp}) \left(1 - \frac{C^\pm}{R_1^3}\right) / \left(1 + \frac{2C^\pm}{R_1^3}\right) - \varepsilon_{1m}}{-i + \frac{\omega_{sp}^2 - \omega_0^2}{2\omega_{sp}\Gamma}} = 0; \quad \text{Im} F(\omega_{sp}) = 0. \quad (1)$$

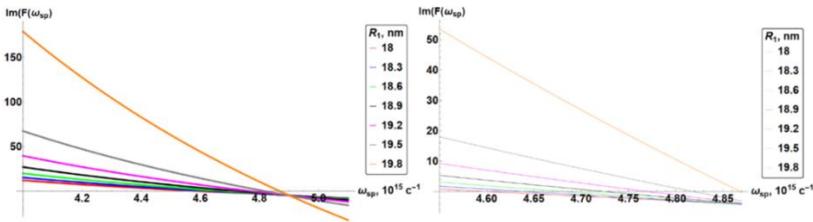


Рис. 1. Определение частоты спазирования ω_{sp}

Полученные частоты спазирования ω_{sp} вносятся в уравнение (1) и получаем искомые значения пороговой инверсии генерации спазера. Далее частоты спазирования ω_{sp} вносятся в уравнение (2) и рассчитываются искомые значения пороговой инверсии генерации спазера (табл. 1).

$$D_{thresh} = \frac{\omega_{sp}}{\omega_0} \left(1 + \left(\frac{\omega_{sp}^2 - \omega_0^2}{2\omega_{sp}\Gamma} \right)^2 \right) \operatorname{Re} \left[\frac{\varepsilon(\omega_{sp}) \left(1 - \frac{C^\pm}{R_1^3} \right) / \left(1 + \frac{2C^\pm}{R_1^3} \right) - \varepsilon_{1m}}{-i + \frac{\omega_{sp}^2 - \omega_0^2}{2\omega_{sp}\Gamma}} \right]. \quad (2)$$

1. Частоты спазирования ω_{sp} и соответствующие им значения пороговой инверсии генерации D_{th}

$R_1, \text{нм}$	$\omega_{sp}, 10^{15} \text{с}^{-1}$	D_{th}
18,0	4,6035	7,6595
18,3	4,6415	9,1277
18,6	4,6835	11,2068
18,9	4,7254	14,4472
19,2	4,7694	20,0869
19,5	4,8188	32,3066
19,8	4,8684	80,9580

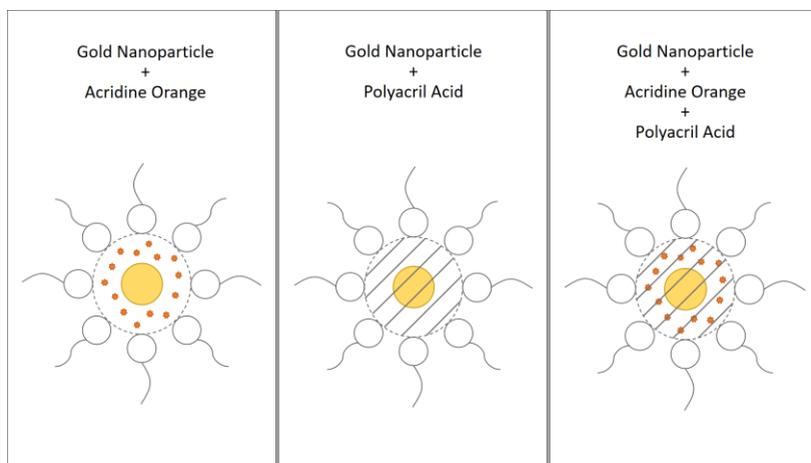


Рис. 2. Схематическое изображение планируемого варианта действующего спазера

Разработанная методика включает в себя приготовление двух растворов. Первый несет в себе сами наночастицы золота, краситель с концентрацией 10^{-3}М , а также олеиламин и акриловую кислоту. Вторым

раствор состоит из воды, пероксодисульфата калия и олеиламина. Олеиламин в обоих растворах служит агентом образования мицелл. Растворы перемешивали в течение 10 мин для достижения максимального взаимодействия между реагентами. Далее из каждого раствора брали по 30 мкл и вносили по каплям в заранее приготовленные емкости с гептаном по 15 мл каждая. Полученная смесь с гептаном перемешивалась в течение 10 мин при закрытой крышке, чтобы избежать улетучивания гептана. Затем полученные растворы сливали в одну емкость и производили барботирование N_2 10 мин. Потом итоговую смесь перемешивали при температуре $70^\circ C$ с обратным холодильником. Схема эксперимента приведена на рис. 3.

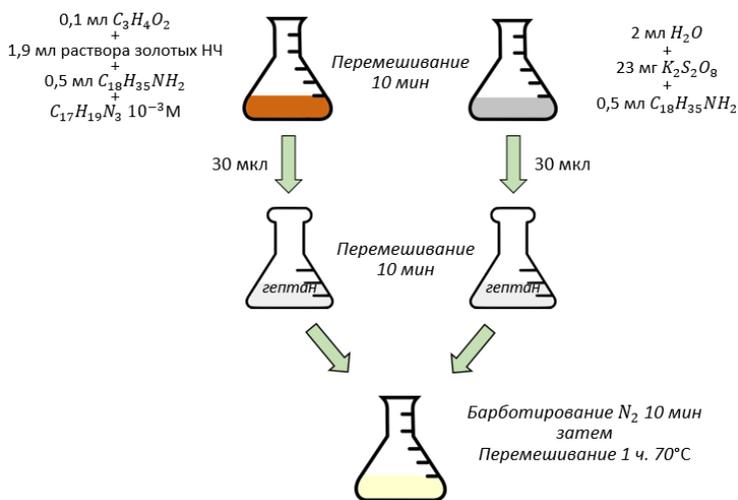


Рис. 3. Схема эксперимента по получению слоистой наноструктуры вида «ядро–оболочка»

*Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ
(учебный и испытательный)*