

**Возникновение стохастического резонанса в спазере во внешнем поле при компенсации потерь**Е. С. Андрианов<sup>1,2</sup>, Н. Е. Нефедкин<sup>1,2</sup>, А. А. Пухов<sup>1,2</sup>, А. П. Виноградов<sup>1,2</sup><sup>1</sup> Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН<sup>2</sup> Московский физико-технический институт (государственный университет)

Использование метаматериала, как правило, предполагает, что рабочий диапазон – это узкая область вблизи плазмонного резонанса частиц, из которых сделан этот метаматериал. Этот факт обуславливает высокие потери. Для компенсации потерь в искусственных плазмонных метаматериалах было предложено применение активных (усиливающих) сред [1,2]. При добавлении активной среды в метаматериал образуются спазеры [1-3]. Ранее в литературе рассматривалась упрощённая теория работы спазера, не учитывающая влияния шумов, связанных с потерями [1-4]. Однако учёт шумов крайне важен в связи с большими потерями в металле, поскольку, согласно флуктуационно-диссипативной теореме, потери неизбежно сопровождаются флуктуациями.

В работе рассматривается динамика спазера во внешнем поле с учётом шумов, связанных с потерями в металлической наночастице. Показано, что при определённых значениях амплитуды и частоты внешнего поля происходит подавление шумов. Это проявляется в том, что ширина линии спектра фазовых флуктуаций  $S(\omega) = \langle \varphi(t)\varphi(t+\tau) \rangle_\omega$  уменьшается. Такое уменьшение происходит на кривой компенсации, когда накачка компенсирует потери внешнего поля в спазере. Физическая природа сужения спектра объясняется стохастическим резонансом [5] в спазере: шумы нелинейной системы эффективно подавляются внешней силой.

Данный эффект особенно важен в связи с упомянутой нами возможностью применения спазеров в различных приложениях, в частности, в качестве активного элемента метаматериала. Так как режим компенсации, а следовательно и подавление шумов, достигается при подпороговых значениях накачки, то становится реалистичным использование спазера в качестве элемента метаматериала при экспериментально достижимых значениях накачки.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. *Sarychev A.K., Tartakovsky G.*, Phys. Rev. B. – 2007. – Vol. 75. – P. 1.
2. *Лагарьков А.Н., Сарычев А.К., Кисель В.Н., Тартаковский Г.*, УФН. – 2009. –

Т. 179. – С. 1018.

3. *Bergman D.J., Stockman M.I.*, Phys. Rev. Lett. – 2003. – Vol. 90.
4. *Виноградов А.П., Андрианов Е.С., Пухов А.А., Дорофеенко А.В., Лисянский А.А.*, УФН. – 2012. – Т. 182. – С. 1122.
5. *Анищенко В.С.*, УФН. – 1999. – Т. 169. – С. 8.