

СТАЦИОНАРНЫЙ ОБМЕН ЭНЕРГИЕЙ МЕЖДУ СЛАБО СВЯЗАННЫМИ ОСЦИЛЛЯТОРАМИ ВАН-ДЕР-ПОЛЯ

Ковалева М.А., Маневич Л.И.

ИХФ РАН, Россия, 119991, Москва, ул.Косыгина, 4,+7(495)9397235,
margo.kovaleva@gmail.com

В настоящей работе рассмотрен режим стационарного обмена энергии между двумя одинаковыми слабо связанными осцилляторами Ван-дер-Поля с упругой нелинейностью. Связь осуществляется через линейный диссипативный осциллятор с якорной пружиной, расстройка между собственными частотами осцилляторов Ван-дер-Поля и парциальной частотой линейного осциллятора мала:

$$\begin{aligned}\frac{d^2u_1}{dt^2} + u_1 + 8\alpha\epsilon u_1^3 + 2\beta\epsilon(u_1 - u_3) + 2\epsilon(4bu_1^2 - \gamma)\frac{du_1}{dt} &= 0 \\ \frac{d^2u_2}{dt^2} + u_2 + 8\alpha\epsilon u_2^3 + 2\beta\epsilon(u_2 - u_3) + 2\epsilon(4bu_2^2 - \gamma)\frac{du_2}{dt} &= 0 \\ \frac{d^2u_3}{dt^2} + (1 - 2\epsilon\Delta)u_3 + 2\beta\epsilon(2u_3 - u_2 - u_1) + 2\epsilon\eta\frac{du_3}{dt} &= 0,\end{aligned}\tag{1}$$

Малый параметр ϵ ($\epsilon \ll 1$) характеризует слабую связь, нелинейность, а также диссипацию в системе. Далее мы полагаем $\alpha = b = 1$, $\beta = 1.2$, $\Delta = 1$. Система имеет две нормальные моды, соответствующие синфазному и противофазному движению осцилляторов. Далее мы будем считать, что начальные данные соответствуют предельному циклу линеаризованного осциллятора Ван-дер-Поля.

В определенном диапазоне параметров (например, $\gamma = 1.4$ and $0.1 < \eta < 0.2$) при существенно асимметричных начальных условиях (вся энергия сконцентрирована на одном осцилляторе Ван-дер-Поля) система демонстрирует режим стационарного почти полного обмена энергией. Поведение системы аналогично поведению вблизи аттрактора для довольно обширной области начальных параметров. Рассмотренные решения близки к Предельным Фазовым Траекториям (LPT)[1], являющимся альтернативой нормальным модам. Следует отметить, что хотя поведение и аналогично предельному циклу, поскольку режим обмена энергией притягивает фазовые траектории с начальными условиями как ниже, так и выше предельного цикла, но принципиально отличается от предельного цикла, соответствующего нормальной моде, так как в режиме нормальной моды энергия каждого осциллятора остается неизменной. Вне указанного диапазона реализуются нормальные моды.

Литература

1. *Manevitch L.I., Smirnov V.V.* Resonant energy exchange in nonlinear oscillatory chains and Limiting Phase Trajectories: from small to large systems// *Phys. Rev. E* **82**, 2010. Стр. 036602-1 - 036602-9