УДК 53:51

РАСЧЕТ ФАЗЫ ДЛЯ РЕЗОНАТОРА НА ПЕРЕХОДЕ ДЖОЗЕФСОНА

Студентка гр. 11301116 Кондратьева Н. К.
Доктор физ.-мат. наук, доцент Князев М. А.
Белорусский национальный технический университет

Переходы Джозефсона играют значительную роль при построении элементов цепи в классической и квантовой электронике. В настоящей работе рассмотрена электрическая цепь, включающая элемент на основе перехода Джозефсона и резонатор, настроенный только на собственную частоту контура. Используя правила Кирхгофа, можно записать уравнение для фазы φ резонатора при отсутствии теплового шума в виде [1]

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}+\gamma\frac{\partial\varphi}{\partial t}+\varphi+\lambda\sin(\Omega t+\varphi)=0. \qquad (1)$$

Здесь γ – коэффициент затухания, λ и Ω – соответственно, амплитуда и частота управляющего сигнала. Данное уравнение представлено в безразмерном виде. Оно является нелинейным и решение его затруднительно. Задача существенно упрощается, если аргумент синуса мал. Тогда, если разложить синус в ряд и ограничиться только первый членом, уравнение (1) примет вид

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}+\gamma\frac{\partial\varphi}{\partial t}+(1+\lambda)\varphi=-\lambda\Omega t\,. \qquad (2)$$

Уравнение (2) является линейным неоднородным обыкновенным дифференциальным уравнением и его можно решить при помощи стандартных методов [2]. Нами получено общее решение неоднородного уравнения (2). Общее решение соответствующего ему однородного уравнения является стандартным и описывает затухающие со временем гармонические колебания с частотой$\sqrt{1+\lambda}$. Что же касается частного решения неоднородного уравнения (2), то оно включает четыре слагаемых. Два из них описывают гармонические колебания с частотой $2\sqrt{1+\lambda}$. Ещё два других слагаемых имеют противоположные знаки и описывают возрастающие со временем гармонические колебания, сдвинутые друг относительно друга по фазе на $\pi/2$.

Литература

1. Meister, S. et al. Resonators coupled to voltage-biased Josephson junctions: From linear response to strongly driven nonlinear oscillations // http://xxx.lanl.gov (arXiv:cond-mat.mes-hall/1506.06908).

2. Матвеев, Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1955. – 656 с.