где I_C, I_L, I_B – токи коллектора, индуктивности и базы, U_{BE}, U_{CE} – напряжения база-эмиттер, коллектор-эмиттер, R_E, R_L – соответствующие сопротивления, L – индуктивность, C_1, C_2 – емкости конденсаторов.

На основе численного метода Рунге-Кутта четвертого порядка построены фазовые портреты парциальных звеньев исследуемого генератора.

Схожесть динамического хаоса со случайными процессами, непредсказуемость поведения траекторий таких детерминированных нелинейных динамических систем на больших временных интервалах позволяют использовать подобные системы для передачи полезных информационных данных, встроенных в сигналы, генерируемые хаотическими системами, в том числе и осциллятором Колпитца.

Литература

1 Дмитриев, А. С. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи / А. С Дмитриев, А. И. Панас. – М. : Изд-во Физико-математической литературы, 2002. – 252 с.

М. Д. Гребёнкин, С. П. Жогаль
(*ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель*)

КОЛЕБАНИЯ В СИСТЕМЕ ДУФФИНГА ПРИ ВНЕШНЕМ ГАРМОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ С УЧЁТОМ ДИССИПАЦИИ

Рассмотрены колебательные процессы в нелинейном осцилляторе Дуффинга с учетом действия сил диссипации и внешнего периодического воздействия. Данная система описывается дифференциальным уравнением вида [1]:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\lambda\frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x + \varepsilon x^3 = P\cos\omega t. \qquad (1)$$

При $\varepsilon > 0$ и $\varepsilon << 1$ система (1) будет квазилинейной и тогда в первом приближении её решение можно искать в виде:

$$x(t) = a\cos\omega t. \qquad (2)$$

Без учёта трения в системе для периодического решения (2) получаем соотношение, связывающее частоту и амплитуду

$$(\omega_0^2 - \omega^2)a + \frac{3}{4}\varepsilon a^3 = P.$$

При наличии трения ($\lambda > 0$) решение ищем в виде:

$$x(t) = a\cos(\omega t - \varphi).$$

В этом случае, воспользовавшись методикой, изложенной в [1, 2], для построения амплитудных кривых, являющихся аналогами амплитудно-частотных характеристик в линейных системах, получаем соотношение, связывающее частоту и амплитуду вынужденных колебаний:

$$\omega^2 = \left(\omega_0^2 + \frac{3}{4}\varepsilon a^2 - 2\lambda^2\right) \pm \sqrt{\frac{P^2}{a^2} - 4\lambda^2\left(\omega_0^2 + \frac{3}{4}\varepsilon a^2 - \lambda^2\right)}.$$

Литература

1 Алдошин, Г. Т. Теория линейных и нелинейных колебаний / Г. Т. Алдошин. – СПб. : Изд-во «Лань», 2013. – 320 с.

2 Алдошин, Г. Т. Аналитическая динамика и теория колебаний / Г. Т. Алдошин. – СПб. : Изд-во «Лань», 2018. – 256 с.

Г. Г. Каравацкий
(*ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно*)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГЛЮКОЗНО-ИНСУЛИНОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Глюкозно-инсулиновое взаимодействие в организме человека представляет собой сложный биологический процесс, напрямую