

ПРОСТЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ СИНХРОНИЗАЦИИ РЕЛАКСАЦИОННЫХ АВТОКОЛЕБАНИЙ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

(синхронизации электрических процессов и единого ритма сердца, новых режимов синхронизации релаксационных систем, синхронизации нейронных ансамблей)

Мазуров М. Е.

Российский Экономический Университет им. Г.В. Плеханова

Россия, 117997, г.Москва, Стремянный пер., 36

Тел.: 8 916 190 25 15

E-mail: mazurov37@mail.ru

Для исследования синхронизации релаксационных автоколебаний неавтономных систем используются системы нелинейных дифференциальных уравнений с малым параметром перед производными вида $\epsilon \frac{dx}{dt} = f(x, y, \beta_1(t)), \frac{dy}{dt} = g(y, \beta_2(t))$.

Для гармонических систем используются системы уравнений $\frac{dx}{dt} = f(x) + \epsilon \varphi(x, \alpha(t))$.

Приложения синхронизации релаксационных автоколебаний показаны ниже.



Различные приложения синхронизации релаксационных автоколебаний показаны слева направо: в теории нелинейных колебаний; в нейронных сетях; электрических колебаний в различных частях сердца; новые режимы синхронизации на рисунке справа снизу.

В 1989 году был предложен прямой метод описания синхронизации релаксационных систем, использующий методы теории равномерных почти-периодических функций и основанный на системах неравенств Кронекера

$$-\epsilon < (n_1 T_1 - n_2 T_2) < 0, \quad \epsilon = f^{-1}(U); \quad -\epsilon < (T_0 + n_1 T_1 - n_2 T_2) < 0.$$

Аксиоматически задавались форма релаксационного колебания $u(t)$ и пороговая функция $f(t)$, описывающая рефрактерность релаксационного осциллятора.

Установлено, что каждый из типов синхронизации m/n может порождать счетное множество других решений-видов синхронизации. Доказана теорема об устойчивости новых «тонких» режимов синхронизации, использующая сходимость итерационных процедур. Разработана удобная вычислительная реализация импульсной синхронизации релаксационных автоколебаний.