

ОБ АБСОЛЮТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ДИХОТОМИЧНОСТИ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ГИСТЕРЕЗИСНЫМИ ФУНКЦИЯМИ

В. А. Тешев, М. М. Шумафов

Адыгейский государственный университет, г. Майкоп

Получен частотный критерий абсолютной устойчивости и дихотомичности для систем автоматического управления в случае гистерезисной нелинейности с любым направлением обхода петли гистерезиса.

Рассматривается система

$$\dot{x} = Px + q\varphi[\sigma, \varphi_0]_t, \quad \sigma = r^*x, \quad (1)$$

где P – постоянная гурвицева $(n \times n)$ -матрица; q, r – постоянные n -векторы; $\varphi[\sigma, \varphi_0]_t$ – непрерывная гистерезисная функция [1], у которой петли могут обходиться в любом направлении.

Система (1) была рассмотрена ранее в [1], [2].

В настоящей заметке получен новый частотный критерий, аналогичный частотному условию, полученному в [2].

Сформулируем результат.

Теорема. Пусть в системе (1) гистерезисная функция $\varphi[\sigma, \varphi_0]_t$ ограничена и удовлетворяет соотношению

$$0 \leq \sigma(t) \cdot \varphi[\sigma, \varphi_0]_t \leq \mu_0 \sigma(t)^2 \quad (0 < \mu_0 \leq \infty),$$

а передаточная функция $\chi(\lambda)$ не вырождена.

Предположим, что

1) существуют числа $\delta > 0, \varepsilon > 0, \tau > 0$ и θ такие, что справедливо частотное условие

$$\frac{\tau}{\mu_0} + \operatorname{Re}(\tau + \theta i\omega)\chi(i\omega) \geq (\delta + \varepsilon\omega^2) |\chi(i\omega)|^2 \quad (\forall \omega \geq 0);$$

2) существует непрерывная функция $F(\sigma)$, для которой выполнено неравенство

$$|\varphi[\sigma, \varphi_0]_t - F(\sigma)| \leq \nu|\sigma(t)|;$$

3) числа $\delta, \varepsilon, \theta$ и ν удовлетворяют неравенству $4\delta\varepsilon > (\theta\nu)^2$.

Тогда система (1) абсолютно устойчива.

Аналогично формулируется и теорема о дихотомичности системы (1) при некоторых предположениях относительно функции $\varphi[\sigma, \varphi_0]_t$.

В качестве примера на основе доказанных выше теорем можно провести исследование гармонического осциллятора с гистерезисной нелинейностью.

Литература

1. Якубович В.А. Абсолютная устойчивость систем с гистерезисными нелинейностями // Автоматика и телемеханика, 1965, т.24, №5.
2. Леонов Г.А., Тешев В.А. Частотный критерий устойчивости дифференциальных уравнений с гистерезисными функциями // Дифф.уравнения, 1987, т.23, №4.

On absolute stability and dichotomy of system differential equations with hysteresis functions

V. A. Teshev, M. M. Shumafov

The frequency criterion of absolute stability and dichotomy for system automatic control in case hysteresis nonlinearly is obtained.