

УДК 681.5

АЛГЕБРАИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПО ОДНОМУ ПАРАМЕТРУ

Грушун А.И., Грушун Т.А.

Рассматривается метод построения областей устойчивости по амплитудно-частотным характеристикам систем автоматического управления на основе анализа положительных вещественных корней алгебраических уравнений.

Предлагаемый метод построения областей устойчивости позволяет в конечном множестве точек пространства параметра системы автоматического управления (САУ) гарантированно установить поведение амплитудно-частотной характеристики, что полностью определяет решение поставленной задачи. Определение этих точек не требует перебора значений параметра САУ (многократного построения частотных характеристик), а следовательно, и выбора шага изменения и максимального значения частоты, который не имеет общего удовлетворительного решения.

Рассматривается случай линейной зависимости от одного варьируемого параметра α числителя и знаменателя передаточной функции замкнутой САУ. Тогда передаточная функция имеет вид

$$\Phi(s, \alpha) = \frac{a_1(s) + \alpha a_2(s)}{b_1(s) + \alpha b_2(s)},$$

где $a_1(s)$, $a_2(s)$, $b_1(s)$, $b_2(s)$ – полиномы с вещественными коэффициентами.

Необходимо отделить граничные значения параметра α , при переходе через которые может нарушиться условие устойчивости САУ. Для этого необходимо определить множество частот Ω , соответствующих точкам разрыва амплитудно-частотной характеристики $A(\omega, \alpha)$ (рисунок 1) и соответствующее множество H граничных значений параметра α .

Искомые множества определяются в результате решения уравнения

$$A(\omega, \alpha) = \infty,$$

эквивалентного системе уравнений

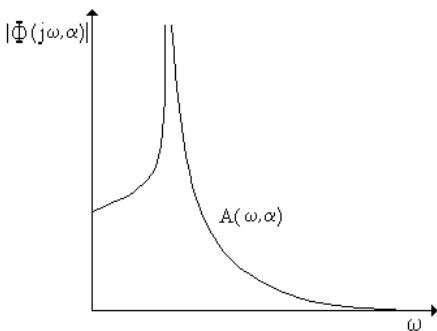


Рисунок 1 – Амплитудно-частотная характеристика САУ

$$\begin{aligned} & \begin{cases} \operatorname{Re} b_1(j\omega) + \alpha \operatorname{Re} b_2(j\omega) = 0; \\ \operatorname{Im} b_1(j\omega) + \alpha \operatorname{Im} b_2(j\omega) = 0; \end{cases} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow & \begin{cases} \operatorname{Re} b_1(j\omega) * \operatorname{Im} b_2(j\omega) - \operatorname{Im} b_1(j\omega) * \operatorname{Re} b_2(j\omega) = 0; \\ \alpha = - \operatorname{Re} b_1(j\omega) / \operatorname{Re} b_2(j\omega). \end{cases} \quad (1) \end{aligned}$$

Множество частот $\omega \in \Omega$ образуют вещественные неотрицательные корни первого уравнения системы (1). Подставив полученные частоты во второе уравнение системы (1), определяем множество H граничных значений параметра α , при переходе через которые может нарушиться условие устойчивости САУ. Множество H разбивает ось параметра $\alpha \in R$ на множество интервалов устойчивости и неустойчивости САУ. Окончательно можно определить множество интервалов устойчивости САУ, произведя одно единственное испытание для произвольной точки из каждого интервала с помощью любого известного критерия устойчивости.

Предлагаемый метод можно рассматривать как альтернативу классическому методу Д-разбиения.

Библиография

1 Пряшников Ф.Д. Машинно-ориентированные методы исследования автоматических систем с функционально-сложными характеристиками: Дис...д-р техн. наук: 05.13.01 – Защищена 15.05.93; Утв. 23.08.93. — Л., 1993. — 426 с.: ил. — Библиогр.: с. 265–271.

Поступила в редакцию 20.12.1999 г.