

Определение функции принадлежности выходных сигналов нелинейной системы

Лобатый А.А., Аль-Машхадани М.А.

Белорусский национальный технический университет

Решается задача автоматической стабилизации беспилотного летательного аппарата (БЛА) по крену. Система управления содержит гироскопические измерительные устройства, измеряющие угол крена γ и угловую скорость крена $\dot{\gamma}$. Показание гироскопических измерителей в виде суммарного напряжения u :

$$u = k_\gamma \gamma + k_{\dot{\gamma}} \dot{\gamma}.$$

подаётся на привод элеронов. Угол отклонения элеронов δ ограничен предельным значением δ_u . Выражение для угла δ отклонения элеронов имеет вид

$$\delta = \varphi(u) = \begin{cases} u, & |u| < \delta_u, \\ \delta_u, & |u| \geq \delta_u. \end{cases}$$

Для определения систематической ошибки крена (математического ожидания) и дисперсии составлены уравнения для вероятностных моментов m_γ и θ_γ . Предварительно статистически линеаризована нелинейность $\varphi(u)$. Интегрируя уравнения для моментов, получены все математические ожидания и ковариации, необходимые для вычисления m_u и θ_u , в том числе значение систематической ошибки крена $m_\gamma(t)$ и дисперсии $\theta_\gamma(t)$. Для гауссовой плотности вероятности распределения фазовых координат системы получены выражения для плотности вероятности $f(\gamma)$ и функции принадлежности $\mu(\gamma)$. Моделированием в среде Mathcad проведено исследование разработанной методики определения функции $\mu(\gamma)$.

Результаты исследований показывают, что применение статистической линеаризации нелинейностей и гауссовой аппроксимации плотности вероятности распределения фазовых координат позволяет вычислять функцию принадлежности выходных параметров данной системы. Предложенный подход, может быть применён для решения широкого класса задач формирования сигналов управления в нечётких регуляторах.