

## 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  $\gamma$  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  $\delta$  ограничен предельным значением  $\delta_u$ . Выражение для угла  $\delta$  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  $m_\gamma$  и  $\theta_\gamma$ . Предварительно статистически линеаризована нелинейность  $\varphi(u)$ . Интегрируя уравнения для моментов, получены все математические ожидания и ковариации, необходимые для вычисления  $m_u$  и  $\theta_u$ , 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.