

**Нечеткий регулятор автопилота подвижного объекта**

Аль-Машхадани М.А.

Белорусский национальный технический университет

Обеспечение заданного качества работы автопилота подвижного объекта в переходном режиме достигается введением в прямую и обратную цепь дифференцирующих звеньев, что позволяет формировать сигнал управления  $u(t)$  с прогнозом. Если амплитуда сигнала ошибки  $\varepsilon(t)$  увеличивается, производная  $\dot{\varepsilon}(t)$  положительна и сигнал  $u(t)$  в этом случае увеличивается. При уменьшении  $\varepsilon(t)$  производная  $\dot{\varepsilon}(t)$  отрицательна и сигнал управления  $u(t)$  уменьшается более интенсивно, чем при пропорциональном управлении. Закон управления в данном случае имеет вид

$$u(t) = K_1 \varepsilon(t) + K_2 \dot{\varepsilon}(t). \quad (1)$$

Наличие в сигнале управления второй производной  $\ddot{\varepsilon}(t)$  может еще больше улучшить качество управления в переходном режиме.

В реальных условиях реализовать такой регулятор практически невозможно из-за не реализуемости в чистом виде дифференцирующего звена.

Получить приближенное решение задачи синтеза регулятора типа (1) позволяет применение так называемых нечетких регуляторов. При этом первую производную от ошибки обычно вычисляют как первую разность по приближенной формуле:

$$\dot{\varepsilon}(t) = [\varepsilon(k) - \varepsilon(k-1)] / h, \quad (2)$$

где  $\varepsilon(k)$  - ошибка квантования сигнала  $\varepsilon(t)$  по уровню.

Математическое моделирование нечеткого регулятора удобно производить с помощью пакета Matlab-Simulink. При этом имеется возможность использовать функции принадлежности не только треугольного вида, но и другого, в зависимости от поставленной задачи. В частности, при обработке случайных сигналов удобно использовать гауссову аппроксимацию функции принадлежности.

Результаты исследований показывают, что применение в системах управления нечетких регуляторов, основанных на использовании теории нечетких множеств, позволяет успешно решать задачи обеспечения требуемых динамических свойств системы, так как в этих регуляторах происходит автоматическая подстройка коэффициентов усиления параметров, используемых для управления системой.