

©БГТУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ АЛГОРИТМОВ ПИД-РЕГУЛИРОВАНИЯ

Т. В. ПУЦКО, Д. А. ГРИНЮК

A comparative analysis of the nonlinear PID controller. Through numerical studies show a decrease in MATLAB integral effect of saturation on the regulatory process and improve safety on the stability of control loops in comparison with linear regulator. Quality control esti-moose on integral quadratic deviation in magnitude of the overshoot, the time of the transition process

Ключевые слова: ПИД-регулятор, моделирование, интегральный критерий

Одним из наиболее распространенных регуляторов на практике является ПИ-регулятор (пропорционально-интегральный регулятор). Его широко применение связана с многими достоинствами. Несмотря на все достоинства у ПИ-регулятора есть и недостатки, один из которых которые интегральное насыщение. Интегральное насыщение – это наиболее типовое проявление режима ограничения, которое возникает в процессе выхода системы на режим в регуляторах с ненулевой постоянной интегрирования.

Интегральное насыщение приводит к затягиванию переходного процесса. Существуют различные пути улучшения регуляторов и уменьшения интегрального насыщения, один из которых – использование нелинейного преобразования ошибки интегрирования.

В качестве нелинейной функции были выбраны:

$$F(e) = \text{sign}(e) \ln(|e| + 1), \quad (1)$$

$$F(e) = \text{sign}(e) \sqrt{|e|}, \quad (2)$$

$$F(e) = \text{sign}(e) \cdot (\sqrt{|e| + 0,0025} - 0,05), \quad (3)$$

Для выше указанных нелинейностей, а также классического ПИ –регулятора, ищались настройки исходя из минимизации следующего интегрального критерия

$$J = \int_0^{\infty} t^2 |e| dt \rightarrow \min, \quad (4)$$

В качестве общего объекта была выбрана передаточная функция со следующими параметрами:

$$W(p) = \frac{1}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)} \exp(-\tau p), \quad (5)$$

причем $T_1 \gg T_2$, $T_2 \approx \tau$.

Поиск настроек осуществлялся в программном пакете MATLAB путем численным моделирования, анализом переходного процесса на фиксированном диапазоне и с последующей корректировкой КР и ТИ.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. При использовании нелинейности вида (1) переходной процесс системы является наиболее качественным исходя из критерия (4). Время регулирования по сравнению с ПИ-регулятором сократилось на 15%, так же удалось уменьшить эффект «Интегральное насыщение», но при этом перерегулировании увеличилось не значительно.

2. При использовании нелинейности вида (2) переходной процесс системы оказался некачественным. Этот вариант уступает по всем параметрам другим. Отрицательный результат в первую очередь связан с тем, что производная нелинейности (2) при $e=0$ стремится к бесконечности и это при наличии шума затягивает переходной процесс, поэтому была еще выбрана нелинейность вида(3).

3. При использовании нелинейности вида (3) удалось избавиться от "Интегрального насыщения" и перерегулирования и сократить время регулирования на 40%.