

Д.С. Карпович, С.А. Овцов, А.Н. Шумский, Н.Н. Намозов

СИНТЕЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ШУМАМИ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ

Важную роль в функционировании современных систем управления играют каналы обратных связей, посредством которых сигнал с датчиков поступает на вход регулирующих блоков. Однако, как в процессе работы датчика, так и в процессе передачи информации к полезной составляющей сигнала добавляется шумовая составляющая, которая привносит погрешность в расчет управляющего воздействия на объект. Факт наличия зашумленного сигнала в информационных цепях особенно актуален для функционирования систем управления, в которых возмущающее воздействие на объект является динамическими, а инерционность объекта управления незначительны [1].

В современных системах управления для борьбы с шумами используются как аппаратные, так и программные фильтры, позволяющие снизить шумовую составляющую передаваемого сигнала. Однако использование таких фильтров при синтезе систем управления требуют дополнительной настройки фильтров, что усложняет алгоритм синтеза функционирующей системы управления. Использование законов регулирования, обеспечивающих одновременно с формированием управляющего воздействия на объект фильтрацию входного сигнала (или сигнала ошибки), для классической локальной системы управления в перспективе позволит повысить точность регулирования без существенного усложнения алгоритмов управления.

В настоящее время для управления процессами чаще всего используются непрерывные ПИ- или ПИД-законы управления. Использование этих законов позволяет добиться требуемого качества управления с использованием всего трех составляющих: пропорциональной (П), интегральной (И) и дифференциальной (Д). При этом существует большое количество методов расчета соответствующих составляющих [2].

Кроме рассмотренного выше ПИД-закона регулирования, в настоящее время все чаще начинают использоваться нечеткие (fuzzy) законы регулирования. Они являются более сложными с точки зрения настройки. Однако в случае присутствия существенной стохастики либо в сигналах, либо в модели объекта управления, использование нечетких регуляторов позволяет обеспечить более высокое качество управления по сравнению с классическими законами управления.

В связи с тем, что нечеткий регулятор представляет собой регулятор с изменяющимися коэффициентами усиления, т. е. по сути является нелинейной системой с переключающейся структурой, то использование нечеткого ПИ или ПИД-подобного регулятора позволит снизить влияние шума в цепи обратной связи на качество переходного процесса системы управления.

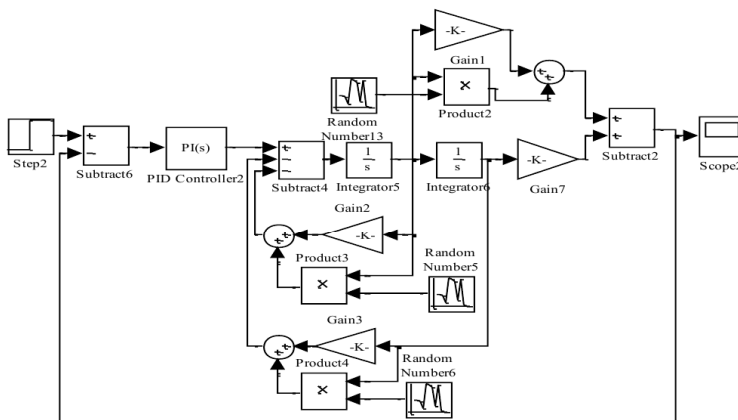


Рис. 1. Структура системы управления с классическим ПИ-регулятором

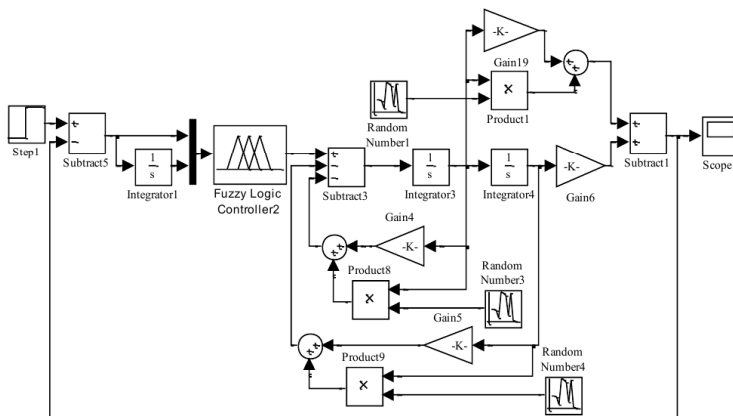


Рис. 2. Структура системы управления с ПИ-подобным регулятором, имеющим переменные коэффициенты, вычисляемые на основе нечеткой логики

На рисунках 1 и 2 представлены структурные схемы систем управления с классическим ПИ-регулятором и ПИ-подобным нечетким регулятором коэффициенты которого динамически изменяются. Наличие шумов реализуется блоками «RandomNumber».

Результаты моделирования работы представленных на рисунках 1 и 2 систем управления приведены на рисунке 3.

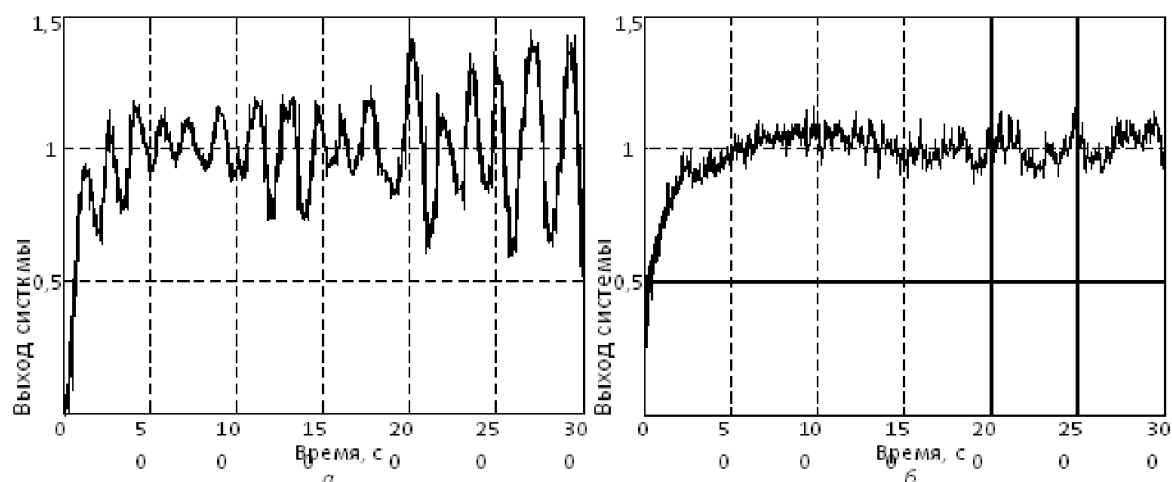


Рис. 3. График переходного процесса системы с ПИ-регулятором (а) и ПИ-подобным нечетким регулятором (б)

Как видно из графиков переходного процесса, представленного на рисунке 3, система управления с нечетким ПИ-подобным регулятором позволяет существенно снизить вариацию выходного сигнала в установившемся режиме, а также уменьшить колебательность переходного процесса системы. Сравнительный анализ рисунков 3а и 3б позволяет сделать вывод о том, что применение стандартных ПИ-подобных нечетких регуляторов, реализуемых с помощью стандартных библиотек программируемых логических контроллеров, позволит снизить разброс изменения выходного сигнала в 2–4 раза по сравнению с классическим ПИ-регулятором, сохраняя, если не уменьшая, время переходного процесса а также существенно подавить колебательность синтезируемого контура управления.

Литература

Shumski, A. The control law of an unmanned aerial vehicle during a flight along a route // 2018 Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences, eStream 2018 Vilnius, Lithuania

Карпович, Д.С. Система управления беспилотным летательным аппаратом с применением теории нечетких множеств // Труды БГТУ. № 6 (188). 2016. С. 110–117.