

Д.А. Гринюк, доц., канд. техн. наук;
Т.А. Дайнеко, ассист.; Н.М. Олиферович, ст. преп.;
И.Г. Сухорукова, ст. преп.; С.А. Силаков, студ.;
Л.Ю. Понамарев, студ. (БГТУ, г. Минск)

ПОДАВЛЕНИЕ ПОМЕХ В КОНТУРЕ С ПИДОКТОРЕГУЛЯТОРОМ

В литературе очень часто указывается, что для обеспечения надежной работы исполнительного механизма лучше использовать для настройки ПИДокторегулятора интегральный критерий интегрированной абсолютной ошибкой (*IAE*). Однако данное решение не в полной мере решает проблему наличия в измерительном канале высокого уровня шумов. Есть многолетний опыт подавления шумов с помощью установки перед устройством сравнения в регуляторе фильтра низкой частоты ФНЧ. Такие фильтры были еще предусмотрены в регуляторах, которые строились до использования цифровых. Использование таких фильтров предусматривается и в современных цифровых регуляторах. Оптимальное использование такого решения затрудняется тем, что это увеличивает количество параметров настройки. Постоянная времени фильтра влияет на динамику канала регулирования, и фактически ее ухудшает. С точки зрения целей управления существуют какие-то оптимальные настройки ПИДокторегулятора и фильтра, при которых можно наблюдать наилучший результат функционирования. Лучше производить совместный поиск параметров контура регулирования. Идет постоянная дискуссия как это производить по критериям, и по вариантам настройки [1]. Чем больше постоянная времени, тем меньше уровень шумов на входе исполнительного механизма, но хуже динамика.

Помимо установки фильтров есть еще один вариант снижения уровня шумом. В некоторых случаях может помочь установка управляемого ограничителя. В самом простейшем случае уровень ограничения можно формировать за счет некоторого фиксированного значения с использованием фильтра низкой частоты. Подобное решение было успешно использовано в схеме синхронного детектирования [2]. Достоинством ограничителя является то, что при правильной настройке он не увеличивает фазовый сдвиг сигнала и тем самым не влияет на динамику сигнала.

Управляемый ограничитель может быть установлен или после датчика, или перед исполнительным механизмом (рис.1).

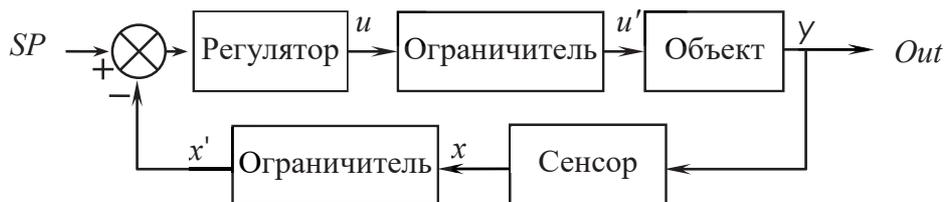


Рисунок 1 – Общая структура регулирования обратной связью. *SP* – сигнал задания; *x* – выход; *u* – выход с регулятора на исполнительный механизм

Эффективность использования во многом определяется динамикой сигналов. Если значение времени дифференцирования велико и коэффициент усиления больше 1, то лучше устанавливать ограничитель после измерительного преобразователя. Если динамика объекта сравнима или меньше датчика, то эффективность будет лучше при установке после регулятора. Кроме этого, вследствие наличия цифроаналогового преобразователя после регулятора, на вход исполнительного механизма могут попадать помехи типа шпоры, и ограничитель может эффективно с этим бороться.

Возможно несколько вариантов построения управляемых ограничителей (рис. 2). Варианты *A* и *B* меньше всего способствуют ухудшению динамики прохождения информации.

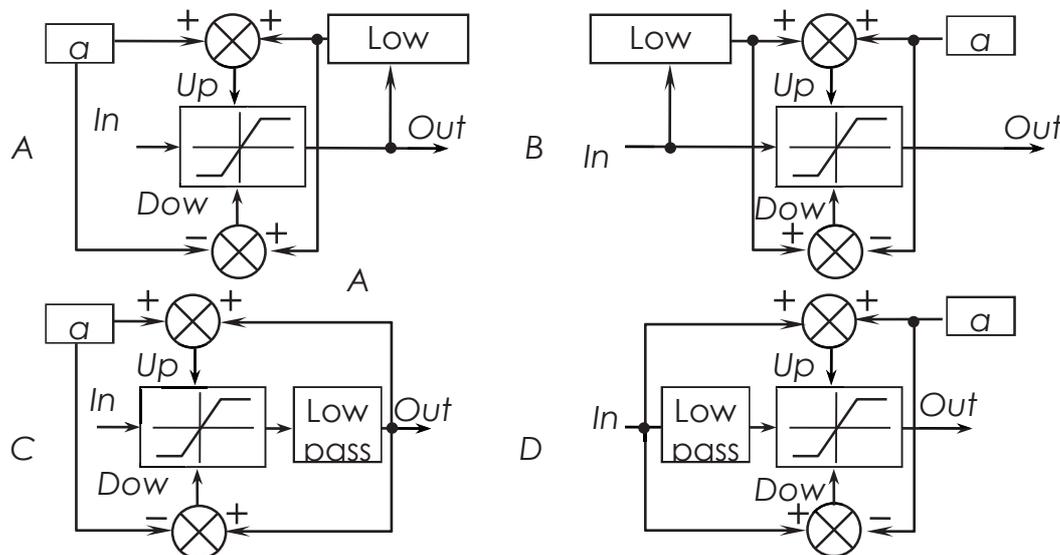


Рисунок 2 – Варианты построения управляемых ограничителей. *a* – запас по смещению; *Up* и *Down* – верхнее и нижнее ограничение; *Low pass* – ФНЧ

Варианты *C* и *D* могут способствовать кумулятивной эффективности управляемого ограничителя, одно применимо при сигналах с малой динамикой.

Применение варианта *A* при передаточной функции объекта и датчика соответственно:

$$W = \frac{\exp(s)}{(13s+1)(37s+1)}; W_s = \frac{1}{8s+1}.$$

Дисперсия шумов после измерительного преобразователя 0,001. Настройки ПИД-регулятора были: коэффициент усиления 1.9583; время интегрирования 26.08; время дифференцирования 19.29. Лучшие результаты ограничитель показывал при значении 0.0003 и постоянной времени фильтра первого порядка $T = 0.01$. В итоге дисперсия после регулятора $393 \cdot 10^{-3}$ снизилась до $0.3342 \cdot 10^{-3}$. Еще большее снижение произошло, когда величину a меняли в зависимости от скорости сигнала. Скорость определяли с помощью фильтра высокой частоты с постоянной времени 0.0010. Дисперсия снизилась до значения $0.3060 \cdot 10^{-3}$. Фильтр низкой частоты может быть заменен сглаживанием методом наименьших квадратов [3].

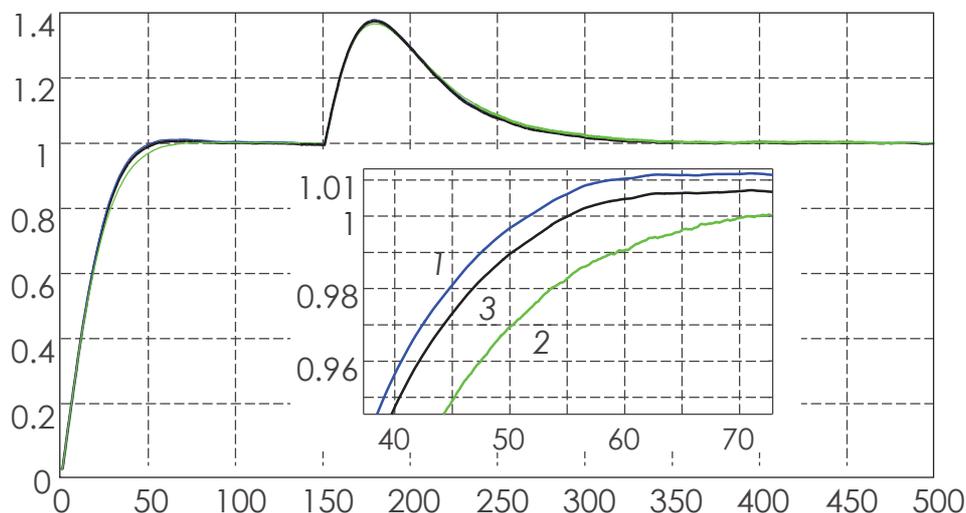


Рисунок 3 – Результаты моделирования. 1 – без ограничителя; 2 – с ограничителем; 3 – с ограничителем и динамическим изменением a

ЛИТЕРАТУРА

1. Micic A.D., Matausek M.R., Optimization of PID controller with higher-order noise filter, J. Process Control (2013) <http://dx.doi.org/10.1016/j.jprocont.2013.10.009/>
2. Гринюк Д.А., Жарский С.Е., Оробей И.О., Струневская Т.Н. Оптимизация параметров фильтра с управляемым ограничителем для слабых сигналов // Наука и техника. 2003; (5). С. 32-34.
3. Гринюк, Д. А. Использование алгоритмов аппроксимации для сглаживания трендов измерительных преобразователей / Д. А. Гринюк, И. Г. Сухорукова, Н. М. Олиферович // Труды БГТУ. Сер. 3. - Минск : БГТУ, 2017. - № 2 (200). - С. 82-87.