

## АЛГОРИТМ НАСТРОЙКИ ПИД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО КАНАЛУ ЗАДАНИЯ И ВОЗМУЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ

Гринюк Д.А., Олиферович Н.М., Сухорукова И.Г., Липай В.Д.  
Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск, Беларусь

Качественная настройка промышленных регуляторов способствует повышению стабильности технологических параметров и уменьшает энергозатраты на единицу продукции. Это обусловлено уменьшением переходных процессов и критических отклонений.

Практика обучения специалистов теории управления, а также большинство учебной литературы используют наблюдение за переходным процессом вследствие изменения сигнала задания для проверки качества регулирования. В тоже время большинство систем стабилизации технологических параметров предназначены для подавления возмущений в процессе функционирования.

Для настройки пропорционально-интегрального (ПИ) и пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регуляторов использовались несколько интегральных критериев [1], при этом, при настройке по каналу задания ( $SP=1; f=0$ ) интегральные критерии имели вид:

$$J = \int_0^{\infty} (-Y_{OUT}) dt \rightarrow \min; J = \int_0^{\infty} t^2 |1 - Y_{OUT}| dt \rightarrow \min,$$

при настройке по каналу возмущения ( $SP=0; f=1$ ):

$$J = \int_0^{\infty} Y_{OUT} dt \rightarrow \min; J = \int_0^{\infty} t^2 |Y_{OUT}| dt \rightarrow \min,$$

Произведено сравнение настроек, полученных при рассогласовании состояния системы по каналу возмущения  $f$  и отклонения  $SP$ . Анализ приводилось путем имитационного моделирования в пакете MatLab. Система представляла собой многоемкостный объект с запаздыванием  $\tau$  (рис.1). Во время исследований постоянные времени оставались неизменными, время запаздывания менялась от нулевого значения до доминирования.

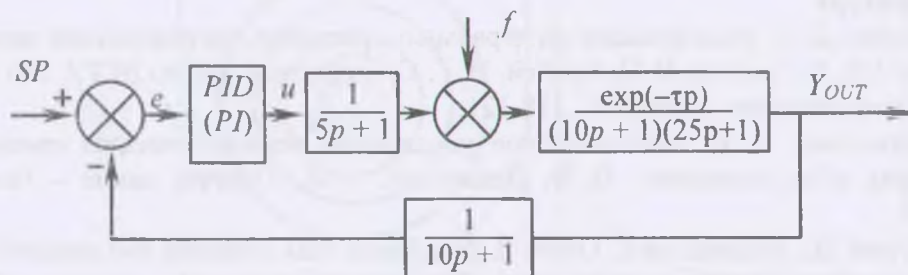


Рисунок 1 – Система имитационного моделирования

Для каждого варианта параметров объекта и критериев отдельно находились настройки ПИД- и ПИ-регуляторов.

В результате оптимизации получились существенные расхождения в параметрах коэффициентов настроек регуляторов при настройке по каналам возмущения и задания. Введение дополнительных настроек по каналу задания, при оптимальных настройках по каналу возмущения, позволяет улучшить переходной процесс и практически достигнуть уровня качества аналогичного оптимизации по каналу задания (рис. 2.) [2].

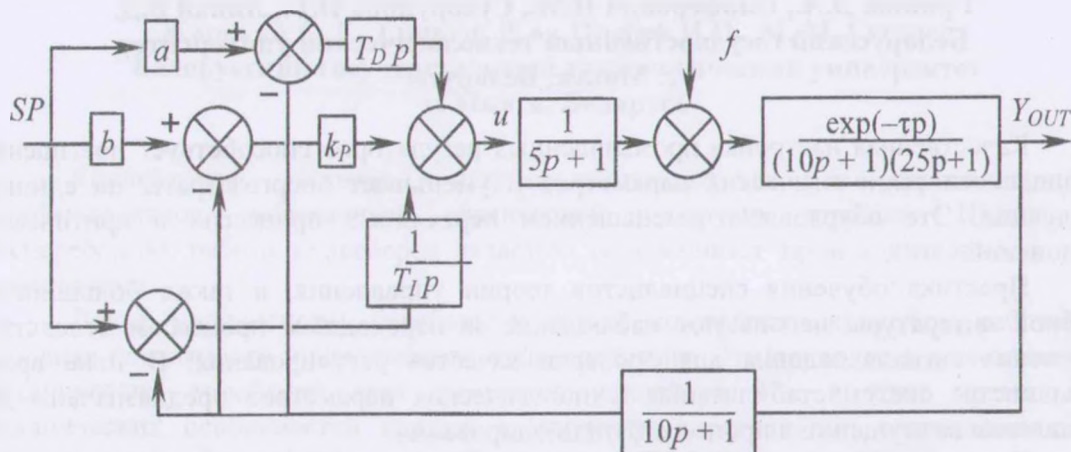


Рисунок 2 – Система обеспечения качественного регулирования по возмущению и отклонению

Результаты исследований позволяют предложить следующую методику настройки регулятора: произвести минимизацию интегрального критерия  $J$  путем поиска параметров  $k_p$ ,  $T_I$  и  $T_D$  (или  $k_p$  и  $T_I$  для ПИ), и далее минимизацию интегрального критерия по каналу задания находя коэффициенты  $a$  и  $b$ .

Перед настройкой контуров стабилизации с использованием классической структуры ПИД- или ПИ-регуляторов следует определиться заранее по какому каналу в процессе работы нацелено использования данного регулятора.

Структура на рис. 2, или ее альтернативные варианты позволяют формировать разные типы регуляторов. Например, в случае наличия высокого уровня шумов на измерительном канале можно отказаться от использования дифференцирующей составляющей, а по каналу задания ее использовать.

Разработанная методика работоспособна для нелинейного регулятора [3] с использованием логарифмического закона преобразования ошибок  $e$ .

### Литература

1. Гринюк, Д. А. Модификация интегральных критериев для повышения запаса по устойчивости / Д. А. Гринюк, И. О. Оробей, И. Г. Сухорукова // Труды БГТУ. №6. Физ.-мат. науки и информатике. – 2012. – С. 118-121.
2. Денисенко, В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 610 с.
3. Hryniuk D., Suhorukova I., Orobei I. Non-linear PID controller and methods of its setting. // 2017 Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream 2016), Vilnius, Lithuania, 27 April 2017, pp.1–4.