

Д. А. Гринюк, доц., канд. техн. наук;
И. Г. Сухорукова, ст. преп.; И. О. Оробей, доц., канд. техн. наук;
Е. В. Астапчик, студ. (БГТУ, г. Минск)

УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ С НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКОЙ

Большинство объектов управления технологическими процессами являются нелинейными. При этом в теории управления наиболее детально рассмотрены задачи регулирования линейных объектов. По этой причине можно наблюдать стандартный подход к синтезу автоматических систем, который основан на определении эквивалентных динамических параметров объекта управления путем применения различных подходов линеаризации. Для большинства объектов это хорошо работает, поскольку их динамические параметры управления меняются незначительно. Но встречаются варианты объектов с несимметричной динамикой, которая оказывает существенное влияние на качество регулирования. К ним можно отнести тепловые объекты в случае разной скорости нагревания и охлаждения, можно наблюдать такой эффект и в системах стабилизации уровня с помощью центробежного насоса при больших колебаниях уровня. Такие же особенности могут происходить и при стабилизации скорости при движении в вертикальном направлении при управлении летательными аппаратами.

Настройка обычно происходит с позиции обеспечения робастности системы стабилизации. Это приводит к тому, что переходный процесс по выходному параметру в одну сторону происходит быстрее чем в другую. В принципе, при значительных возмущениях или изменении сигнала задания, возможно существенное ухудшение качества регулирования. Для исключения данного эффекта существуют различные подходы. Наиболее простым решением в задачах стабилизации является изменение настроек регулятора в зависимости от значения выходной переменной или направления ее изменения. Для большинства задач можно ограничиться наличием двух наборов настроек. При широком диапазоне изменения параметров задания потребуется использовать, например, табличное управление с различным набором настроек регулятора в зависимости от диапазона. В принципе, возможен вариант с некоторой непрерывной функцией зависимости параметров настроек регулятора от выходной переменной. Правда следует отметить, что вышеуказанные подходы приемлемы для детерминированных объектов управления с небольшой вариацией параметров.

В качестве примера возьмем аperiodический объект второго порядка с переменными постоянными времени, которые изменяются в диапазоне стабилизации: одна в пределах от 30 до 50, а вторая от 80 до 160. Постоянные времени линейно зависят от выходной переменной. Коэффициент усиления принят постоянный.

Структура управления и результат моделирования представлен на рисунке 1–2.

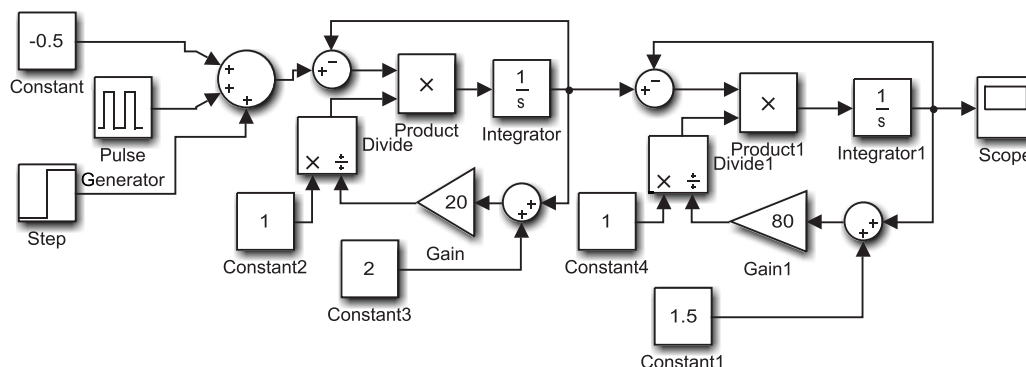


Рисунок 1 – Структура моделирования системы с переменными параметрами

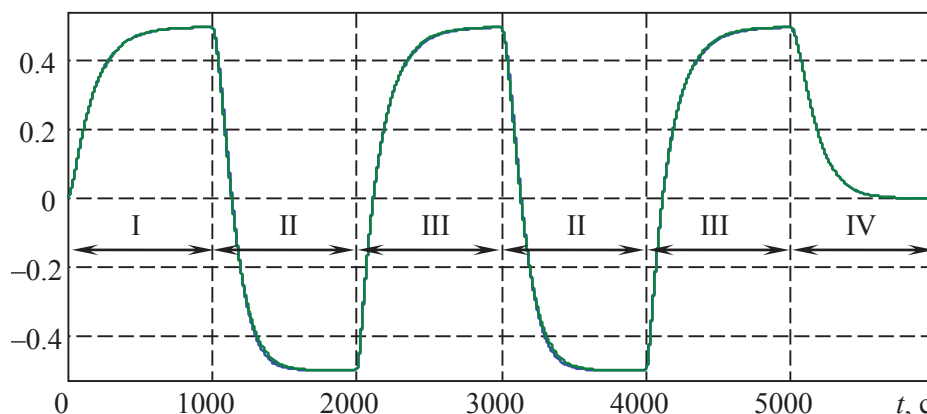


Рисунок 2 – Результат моделирования и идентификации объекта с переменными постоянными времени

По полученным временным характеристикам была проведена идентификация постоянных времени методом наименьших квадратов. Вариации параметров передаточной функции оказались достаточно существенными. Отличия наблюдаются как при изменении амплитуды сигнала на входе, так и при изменении направления воздействия. Второй фактор оказывает более существенное влияние на динамику объекта управления. При изменении сигнала на входе в направлении уве-

личения постоянных времени, значения T_1 и T_2 эквивалентных передаточных функции имеют соотношения близкие к заданным (табл. 1). При обратном направлении моделирования переходной характеристики наблюдается сближение значений T_1 и T_2 , а иногда и их полное совпадение. Подобные эффекты наблюдались и в [1]. Для второго варианта наблюдается и увеличение интегрального значения среднеквадратичного отклонения (СКО) в сравнении с первым направлением. Уменьшение значения возможно только путем повышения порядка передаточной функции аппроксимации.

Таблица 1 – Результаты идентификации

Постоянные времени	Номер участка идентификации			
	I	II	III	IV
T_1	153,5	80,69	143,6	120,2
T_2	31,02	80,69	14,98	64,40

Для повышения качества управления объектами с подобными свойствами, рационально использовать ПИД-регуляторы с коэффициентами, изменяющимися не только в зависимости от сигнала задания, например, при реализации табличного управления, но и в зависимости от градиента управляющего воздействия на объект или направления изменения управляющего воздействия. Настройку таких систем можно легко производить с помощью интегральных критериев, как это было [2–4].

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Marozava, D. Hryniuk. Experimental study of the variation dynamic's for air heat exchanger / Mokslas–Lietuvos ateitis/Science–Future of Lithuania 2017. V. 9, N^o. 3, p. 297–301
2. Сухорукова, И. Г. Применение в ПИД-законе регулирования нелинейных функций преобразования ошибки / И. Г. Сухорукова, Д. А. Гринюк, И. О. Оробей // Труды БГТУ. – Минск : БГТУ, 2013. – № 6 (162). – С. 95–98.
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), Vilnius, 2017, pp. 1–4.
4. Hryniuk D. Complex tuning of the PID controller according to integral criteria. / D. Hryniuk, [at al.] 2018 Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream), Vilnius, 2018, pp. 1–4.