

# СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ С ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ

Воробей С. Л.

Кафедра систем управления

Научный руководитель: Решетилов А.Р., профессор кафедры СУ, д-р техн. наук, профессор

**Аннотация** – В современных системах управления одной из главных задач является поддержание заданного значения  $x_0$  некоторой величины  $x$  с помощью изменения другой величины  $u$ . Значение  $x_0$  называется заданным значением, а разность  $e = (x_0 - x)$  — невязкой, рассогласованием или отклонением величины от заданной. Для этой задачи и применяется ПИД-коррекция.

**Ключевые слова:** лабораторный макет, система управления, ПИД-регулятор

Такие системы управления обычно должны удовлетворять нескольким требованиям. Устойчивость является одним из необходимых условий, обеспечивающих нормальное функционирование автоматических систем. Поэтому чрезвычайно важно выяснить те условия, которые обеспечивают принципиальную работоспособность системы, ее устойчивость.

Признаком устойчивости САУ является существование установившегося состояния. Если отклонение выходной координаты от заданного значения (т. е. ошибка управления) не стремится к постоянной величине или к нулю, а возрастает или испытывает колебания, то САУ неустойчива. Причинами неустойчивости могут быть инерционность элементов и большой коэффициент передачи разомкнутой системы, так как многократно усиленное рассогласование, возвращающееся по цепи обратной связи на вход системы, не успевает из-за запаздывания в инерционных элементах обрабатываться.

Также необходимо обеспечить заданные показатели качества процесса управления: колебательность переходного процесса, максимальное отклонение (перерегулирование) управляемой переменной от заданного значения, точность, время переходного процесса.

Когда реакция объекта соизмерима с регулирующим воздействием, тогда в этих случаях применяется ПИД-регулятор.

Выходной сигнал регулятора и определяется тремя слагаемыми:

$$u(t) = P + I + D = Ke(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

В формуле зависимости выходной величины и задания учитывается коэффициент пропорциональности (K), время дифференцирования (Td) и время интегрирования (Ti).

Пропорциональная составляющая вырабатывает выходной сигнал, противодействующий отклонению регулируемой величины от заданного значения, наблюдаемому в данный момент времени. Он тем

больше, чем больше это отклонение. Чем больше коэффициент пропорциональности между входным и выходным сигналом (коэффициент усиления), тем меньше статическая ошибка, однако при слишком большом коэффициенте усиления, при наличии задержек в системе, могут начаться автоколебания, а при дальнейшем увеличении коэффициента система может потерять устойчивость.

Увеличивая время дифференцирования увеличивается скорость воздействия на процесс. То есть это наиболее актуально, если необходимо быстрое изменение регулируемой величины, относительно задания. Но большая величина Td может привести к тому, что регулируемая величина никогда не придет к заданию.

Интегральная составляющая пропорциональна интегралу от отклонения регулируемой величины. Ее используют для устранения статической ошибки. При большем значении Ti разница между заданием и регулируемой величиной будет стремиться к нулю, но при этом увеличивается время, за которое появится в разнице нужный ноль.

В разработанном лабораторном стенде имеется объект управления, который представлен RC-элементами и две корректирующие цепочки: аналоговая и на основе микроконтроллера с программным управлением.

Объект управления имеет передаточную функцию вида:

$$F(j\omega) = \frac{3000}{(j\omega + 1)(0,1j\omega + 1)(0,01j\omega + 1)} \quad (2)$$

Коэффициент усиления объекта управления обеспечивается операционным усилителем, а круглые скобки знаменателя – тремя RC-элементами. Коррекция осуществляется так, чтобы результирующая амплитудно-частотная характеристика в окрестности частоты среза имела наклон минус один протяженностью полторы-две декады.

В аналоговой системе управления ПИД-коррекция реализована на RC-элементах.

В цифровой корректирующей цепочке используется микроконтроллер, на один вход которого подается аналоговый управляющий сигнал, а на второй – сигнал обратной связи. Операция вычитания производится программой микроконтроллера, написанной на языке С.

- [1] Кузнецов, В. П. Линейные непрерывные системы : тексты лекций по курсу «Теория автоматического управления» для студ. спец. «Автоматика и управление в технических системах» / В. П. Кузнецов. – Минск : МРТИ, 1995.
- [2] Электронный учебно-методический комплекс по дисц. «Теория автоматического управления». Ч. 1: Линейные непрерывные системы / А. Т. Доманов [и др.]. – Минск : БГУИР, 2006.