

## ДИСКРЕТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В МНОГОКОНТУРНОЙ СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

**Ключевые слова:** Система многоконтурная, дискретный пропорционально интегрирующий (ПИ) регулятор, параметрический синтез, регулируемый электропривод.

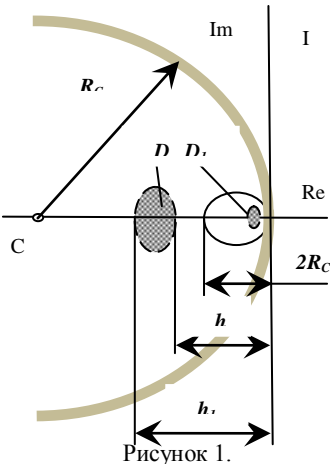
**Аннотация.** Рассмотрен расчет параметров ПИ регуляторов в многоконтурной дискретной системе с различными периодами дискретности. Метод применим для систем автоматизации с регулируемыми электроприводами. Приводится результат расчета и моделирования.

В системах автоматизации технологических процессов сигналы управления формируются вычислительными устройствами (программируемыми контроллерами и микроконтроллерами). Исполнительным устройством служит электропривод. В то же время электропривод [1] есть законченная система с возможностью подключения внешнего (технологического) контура управления.

Система в целом, и каждый из контуров управления должны удовлетворять заданным показателям качества: внутренние контуры - быстродействию, а внешние - технологическим требованиям,

что может занимать значительное время для расчета сигнала управления. Интервалы дискретности управления, таким образом, отличаются в контурах.

Результаты расчета и анализа многоконтурной непрерывной системы [2] показывают, что взаимное влияние контуров незначительно, если доминирующие корни полинома каждого внутреннего контура в 4-5 и более раз превосходить по модулю доминирующие корни внешнего



контура. Это может иметь место и в дискретной системе.

Для синтеза дискретной системы нужна единая мера качества. Области устойчивости и качества контуров целесообразно отобразить в левую полуплоскость комплексной плоскости в масштабе, соответствующем непрерывным процессам объекта управления. Это дает замена переменной [3]  $z = (T_c q + 1)$ , отображающая единичный круг с центром в начале координат на плоскости  $z$  в круг в левой полуплоскости переменной  $q$  радиусом  $R_c = T_c^{-1}$  (для внутреннего контура), проходящий через начало координат. Переменная  $q$  близка к переменной  $s$  преобразования Лапласа в малой окрестности начала координат комплексной плоскости. Для внешнего контура следует рассматривать область устойчивости радиусом  $R_{c1} = T_{c1}^{-1}$ . Время регулирования задано интервалом  $t_0 \in [0, \bar{t}_0]$ . Тогда для двух комплексных сопряженных корней  $q_{1,2} = -\alpha_0 \pm j\omega_0$  справедливы, учитывая приближенную зависимость  $3/t_0 \approx \alpha_0$ , ограничения  $\text{Re}(q_i) = \alpha_0 \in [h, h_1]$ ,  $(i=1,2)$ ,  $\omega_0/\alpha_0 \leq k_0$ .

Области устойчивости радиусами  $R_c$ ,  $R_{c1}$  и области качества  $D$ ,  $D_1$  на комплексной плоскости переменной  $q$  для двух контуров управления показаны на рисунке 1. Характеристический полином контура с ПИ регулятором и редуцированной моделью объекта первого порядка принимает вид  $N(q) = q^2 + qa_p'(1 + c_1 b_p') + c_0 b_p' a_p'$ . Здесь  $a_p'$ ,  $b_p'$  - параметры объекта, а  $c_1, c_0$  - параметры пропорциональной и интегрирующей частей регулятора. Параметры  $c_1, c_0$  рассчитываются исходя из корней характеристического полинома, принадлежащих области качества.

Моделирование системы при параметрах внутреннего контура  $a_p' \approx 100c^{-1}$ ,  $b_p' \in [0, 200]$ ,  $c_1 = 3$ ,  $c_0 = 400c^{-1}$  и параметрах внешнего контура  $a_{p1}' = 0$ ,  $b_{p1}' \in [1, 10]$ ,  $c_{11} = 8$ ,  $c_{01} = 80c^{-1}$  показывает, что динамические свойства системы незначительно отличаются от расчетных во всем диапазоне изменений параметров объекта. На рисунке 2, а - процесс расчетного внешнего контура 2 порядка, 2, б - двухконтурной системы.

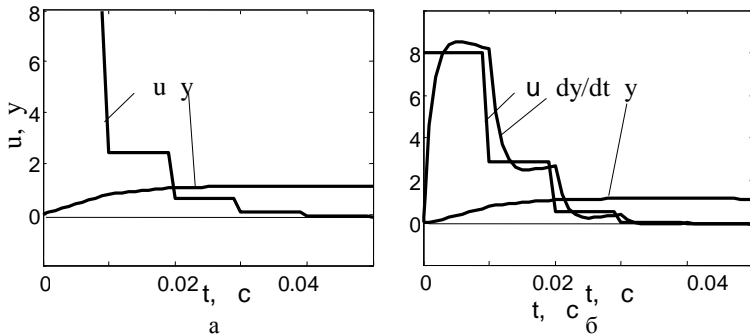


Рисунок 2

Таким образом, расчет параметров ПИ-регуляторов в многоконтурной системе должен начинаться от внешнего контура и основываться на технологических требованиях.

Следующим шагом является формулирование требований к электроприводу, в том числе по динамическим показателям и точности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фираго, Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока / Б. И. Фираго, Л.Б. Павлячик. - Мн. : Техноперспектива.2006.- 363 с.
2. Опейко, О.Ф Подчиненное управление объектом с параметрической неопределенностью / Системный анализ и прикладная информатика, №3, 2015. – с.21-24.
3. Jury, E.I. Inners and Stability of Dynamic Systems. /A Wiley-Interscience Publications, John Wiley & Sons. New York-London-Sydney-Toronto, 1974.

**Ошейчик Н.И., Матвейчук Н.М. к. ф.-м. н.**

**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь**

### **АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ ВОДЫ ДВУМЯ НАСОСАМИ С ПЕРЕКЛЮЧАЕМЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ**

**Ключевые слова:** насосная станция, насосный агрегат, регулирование, преобразователь частоты, двигатель.