Плотников Юрий Валерьевич, аспирант
Научный руководитель Ишматов З. Ш., доц., канд. техн. наук

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВЫМИ ОБЪЕКТАМИ

При разработке цифровых систем управления достаточно часто синтезируются неработоспособные алгоритмы управления, что обычно связано с недостатками выбранного метода синтеза. Многие из известных методов не гарантируют получения работоспособных регуляторов, обеспечивающих требуемые качество и точность регулирования. В данной работе рассматриваются возможности метода полиномиальных уравнений для управления неустойчивыми и неминимальнофазовыми объектами.

Рассмотрим цифровую систему с непрерывным объектом

$$W_o(p)=\frac{1}{T_o p+1},$$

где T_o – постоянная времени объекта, для неустойчивого объекта $T_o<0$. Структурная схема замкнутой системы приведена на рис.1.

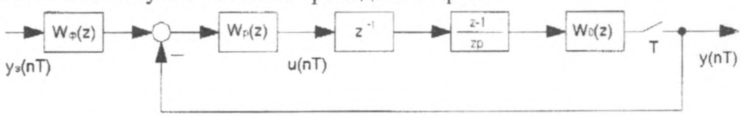

Рис. 1. Структурная схема контура регулирования

Дискретная передаточная функция (ДПФ) объекта регулирования:

$$W_o(z)=\frac{k_0(1-d)}{z(z-d)},$$

где d=exp $(-T/T_0)$; T=0,01с – период дискретности.

Традиционный синтез регулятора производится по выражению:

$$W_p=\frac{1}{W_o}\frac{G}{1-G}$$

и приводит к компенсационному регулятору с ДПФ:

$$W_p(z)=\frac{1-a_0}{k_0(1-d)}\cdot\frac{z(z-d)}{z^2-za_0-(1-a_0)}, \qquad (1)$$

где a_0=exp$(-T/T_\mu)$; T_μ=0,02с – постоянная времени желаемого процесса в замкнутой системе с ДПФ:

$$G(z)=\frac{1-a_0}{z(z-a_0)}. \qquad (2)$$

Если объект управления содержит неустойчивые нули или полюсы, то, как известно [1], компенсация этих неустойчивых нулей и полюсов регулятором (1) приводит к негрубости системы автоматического регулирования. Поэтому необходимо синтезировать регулятор, не компенсирующий неустойчивый полюс объекта. В этом случае целесообразно воспользоваться методом полиномиальных уравнений (1), (2), поскольку в отличие от других методов синтеза он дает наибольшую свободу в конструировании регулятора. Синтез некомпенсационного регулятора осуществляется по полиномиальному уравнению вида

$$M(z)+(z-1)(z-d)N(z)=A(z),$$

где: $M(z)$ и $N(z)$ – искомые полиномы регулятора; $A(z)=z(z^2-a_1z+a_0)$ - желаемый характеристический полином; $a_0=\exp(-2T/T_\mu)$, $a_1=\exp(-T/T_\mu)$ - коэффициенты полинома при биномиальном распределении корней.

Полученный регулятор имеет вид:

$$W_P(z)=\frac{1}{k_0}\cdot\frac{z}{z-1}\cdot\frac{[(a_0-d)+(1+d)(1+d-a_1)]z-(1+d-a_1)d}{z+1+d-a_1}, \qquad (3)$$

а ДПФ фильтра на входе системы:

$$W_\phi(z)=\frac{(1-a_1+a_0)z}{[(a_0-d)+(1+d)(1+d-a_1)]z-(1+d-a_1)d_1}.$$

ДПФ замкнутой системы с фильтром имеет вид:

$$G(z)=\frac{1-a_1+a_0}{z^2-a_1z+a_0}. \qquad (4)$$

Переходные процессы для рассматриваемых регуляторов приведены на рис.2. Слева - процессы при устойчивом объекте с T_0=0,1с, справа - для неустойчивого объекта с T_0=-0,1с.

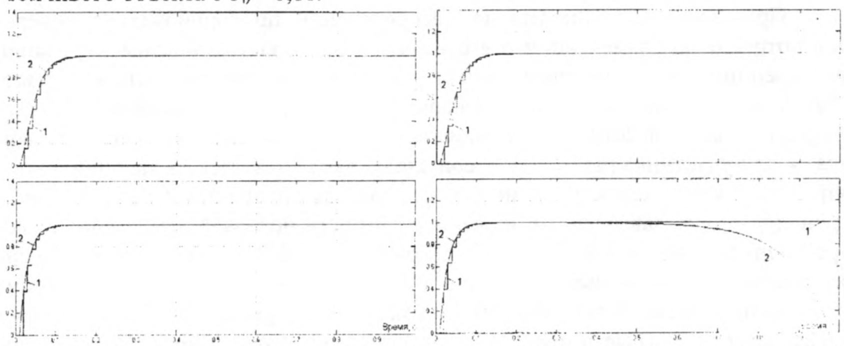

Рис. 2. Переходные процессы: вверху - некомпенсационный регулятор (3), синтезированный по методу полиномиальных уравнений, внизу – компенсационный регулятор (1)

(1 – моделирование по ДПФ замкнутой системы (2) или (4), 2 – моделирование структуры, приведенной на рис.1)

Таким образом, метод полиномиальных уравнений предоставляет широкие возможности для синтеза систем с неустойчивыми и неминимальнофазовыми объектами.