МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное агентство по образованию

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Факультет компьютерных технологий и управления

Кафедра систем управления и информатики

Студент: Артемов Кирилл

группа P4135

Вариант №2

Лабораторная работа №5

Синтез дискретных алгоритмов управления

Преподаватель

______________ Ю. В. Литвинов

«___» ________ 2016 г.

Санкт-Петербург, 2016 г.

1 Цель работы

Ознакомление с принципами синтезирования дискретных регуляторов в случае системы слежения.

2 Вариант задания

Таблица 1: Параметры объекта управленияя

№	g_0	g_1	A_g	w_g	f_0	f_1	A_f	w_f
2	4	0	0	0	3.26	3.95	0	0

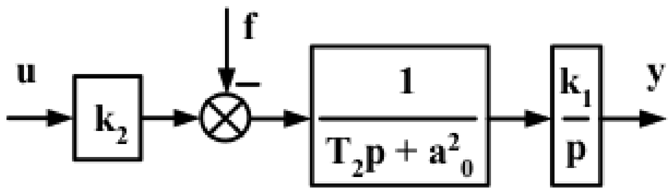

Рис. 1: Объект управления

3 Порядок выполнения работы

а) получение пмодели ВСВ

Модель «Вход-состояние-выход» непрерывного объекта управления описывается уравнениями:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) &= Ax(t) + Bu(t) + B_f f \\ y(t) &= Cx(t) \end{cases} \tag{1}$$

С учетом заданных параметров в таблице 1, передаточная функция с рисунка 1 примент вид:

$$W(p) = \frac{k_1}{T_2 p + a_0^2}\frac{k_1}{p} = \frac{0.5}{0.95p^2 + p} \tag{2}$$

Перейдем к канонической управляемой форме.

Для начала приведем передаточную функцию к виду с единичным старшим коэффициентом полинома.

$$W(p) = \frac{\frac{k_1 k_2}{T_2}}{p^2 + \frac{a_0^2}{T_2}p} = \frac{0.5263}{p^2 + 1.0526p} \tag{3}$$

Теперь приведем к канонически управляемой форме:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1.0526 \end{bmatrix} \tag{4}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.5263 \end{bmatrix} \tag{5}$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \tag{6}$$

Из рисунка 1 видно, что:

$$B_f = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix} \tag{7}$$

б) переход к дискретному описанию

Дискретная система описывается разностными уравнениями:

$$\begin{cases} \dot{x}(k+1) & = A_d x(k) + B_d u(k) + B_{fd} f(k) \\ y(k) & = C x(k) \end{cases} \tag{8}$$

Для перехода к дискретной системе воспользуемся программой в Scilab.

```
A = [0, 1; 0, 1.0526]
B = [0; 0.5263]
C = [1,0];
Cd = C;
Ad = expm(A*T);
Bd = [0; 0];
for i=1:10
    Bd = Bd + (A^(i-1) * T^i) / prod(1:i) * B;
end
Bd
Bfd = [0; 0];
for i=1:25
    Bfd = Bfd + (A^(i-1) * T^i) / prod(1:i) * Bfd;
end
Bfd
```

Рис. 2: Программа рассчета дискретных матриц

Заданный в соответствии с вариантом интервал дискретности $T = 0.5$ сек.

В результате выполнения программы получим следующие матрицы:

$$A_d = \begin{bmatrix} 1 & 0.6580447 \\ 0 & 1.6926579 \end{bmatrix} \tag{9}$$

$$B_d = \begin{bmatrix} 0.0790224 \\ 0.3463289 \end{bmatrix} \tag{10}$$

$$B_{fd} = \begin{bmatrix} -0.1501470 \\ -0.6580447 \end{bmatrix} \tag{11}$$

Матрица выходов системы не изменится:

$$C = C_d = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \tag{12}$$

в) получение для дискретного входного воздействия модели ВСВ

Входное воздействие представлено линейной функцией:

$$g(k) = g_0 = 4 \tag{13}$$

Следовательно

$$\xi_g(k) = g(k) \tag{14}$$

$$\xi_g(k+1) = g(k+1) = g(k) \tag{15}$$

Таким образом, матрицы модели входного воздействия принимают вид:

$$\Gamma_g = [1], H_g = [1] \tag{16}$$

Модель принимает вид:

$$\begin{cases} \xi_g(k+1) & = \xi_g(k) \\ g(k) & = \xi_g(k) \end{cases} \tag{17}$$

Начальные условия:

$$\xi_g(0) = g0 = 4 \tag{18}$$

г) моделирование входного воздействия

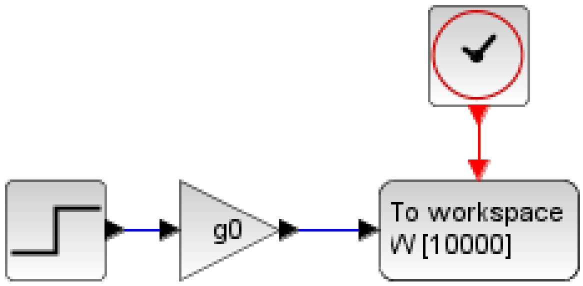

Рис. 3: Схема моделирования входного воздействия

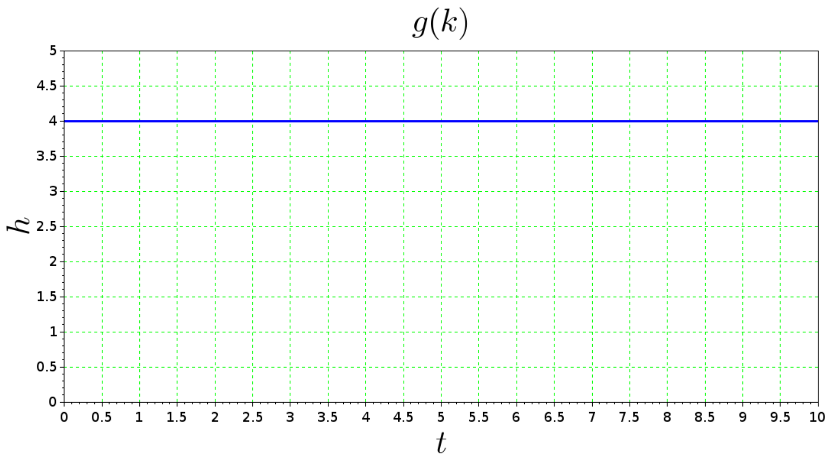

Рис. 4: Результаты моделирования входного воздействия

д) вывод по полученной модели входного воздействия

Входное воздействие представлено пропорциональным звеном. Генерируемый сигнал соответствует модели.

е) синтез следящего алгоритма

Проверим систему на полную управляемость:

$$det(U_d) = det \begin{bmatrix} 0.0790224 & 0.3069223 \\ 0.3463289 & 0.5862164 \end{bmatrix} = -0.0599719 \tag{19}$$

Так как матрица управляемости не вырождена, то система полностью управляема.

Проверим систему на полную наблюдаемость:

$$det(Q_d) = det \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0.6580447 \end{bmatrix} = 0.6580447 \tag{20}$$

Так как матрица наблюдаемости не вырождена, то система является полностью наблюдаемой.

Что построить оптимальную по быстродействию систему, необходимо назначить корни характеристического полинома следующим образом:

$$z_i^* = 0 \tag{21}$$

Далее, из желаемых корней составим эталонную модель, для чего составим следующие матрицы:

$$\Gamma = \begin{bmatrix} z_1^* & 1 & 0 \\ 0 & z_2^* & 1 \\ 0 & 0 & z_3^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{22}$$

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{23}$$

Введем уравнения движения расширенного объекта, присоединив уравнение регулятора:

$$\begin{cases} v(k+1) = v(k) + g(k) - x_1(k) \\ x(k+1) = A_d x(k) + B_d u(k) \end{cases} \tag{24}$$

Представим расширенный вектор состояния:

$$\bar{x} = \begin{bmatrix} v \\ x \end{bmatrix} \tag{25}$$

Рассчитаем матрицы:

$$\bar{A}_d = \begin{bmatrix} 1 & -C_d \\ 0 & A_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0.6580447 \\ 0 & 0 & 1.6926579 \end{bmatrix} \tag{26}$$

$$\bar{B}_d = \begin{bmatrix} 0 \\ B_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.0790224 \\ 0.3463289 \end{bmatrix} \tag{27}$$

Расширенная система примет вид:

$$\begin{cases} \bar{x}(k+1) = \bar{A}_d \bar{x}(k) + \bar{B}_d u(k) + B_g g(k) \\ u(k) = k_g g - \bar{k}_d \bar{x}(k) \end{cases} \tag{28}$$

$$\bar{x}(k+1) = (\bar{A}_d - \bar{B}_d\bar{k}_d)\bar{x}(k) + (k_g\bar{B}_d + B_g)g(k) \tag{29}$$

Теперь вычислим МЛСОС из системы с матричным уравнением типа Сильвестра.

$$\begin{cases} M\Gamma - \bar{A}_d M = \bar{B}_d H \\ K_d = -HM^{-1} \end{cases} \tag{30}$$

Расчет матрицы K_d произведем в среде моделирования *Scilab*:

$$M = sylv(-A_d, \Gamma, B_d * H,' d'); \tag{31}$$

$$Kd = H * M^{-1}; \tag{32}$$

$$K_d = \begin{bmatrix} k_1 & k_2 & k_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.7748 & 14.2355 & -6.1355 \end{bmatrix} \tag{33}$$