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 №3

Построение дискретных генераторов задающих воздействий

Преподаватель

_______________ Ю. В. Литвинов

«___» _________ 2016 г.

Санкт-Петербург, 2016 г.

1 Цель работы

Ознакомление с принципами построения дискретных моделей внешних воздействий – сигналов задания и возмущения.

2 Порядок выполнения работы

а) в соответствии с вариантом задания (таблица 1) построить математическую модель командного генератора сигнала сканирования

$$g(k) = Asin(\omega kT);$$

б) построить схемы моделирования дискретного генератора;

в) осуществить моделирование работы дискретного генераторов. На экран выводить g(k);

г) Для уравнения (1) построить модель ВСВ дискретного ОУ и проделать пункты б)-в). Интервал дискретности выбрать равным 0,25. с

Таблица 1: Параметры командного генератора сигналов

№	T, c	A	ω
2	0.2	-1.42	0.02

Возмущающее воздействие:

$$2sin(2kT) + 3cos(5kT) \tag{1}$$

3 Ход работы

а) построение математической модели командного генератора

Дискретная модель внешнего воздействия описывается в пространстве состояний системой разностных уравнений:

$$\begin{cases} \xi(k+1) & = \Gamma\xi(k) \\ g(k) & = H\xi(k) \end{cases}$$

где $\xi(k)$ – n-мерный векторк состояния дискретного командного генератора, Γ – $n \times n$ матрица динамических свойств дискретного генератора, H – $1 \times n$ матрица выхода модели.

Найдем первую и вторую разности для $g(k)$:

$$g(k+1) = Asin(\omega(k+1)T) = Asin(\omega kT)cos(\omega T) + Acos(\omega kT)sin(\omega T); \tag{2}$$

Учитывая $Asin(\omega kT) = g(k)$, получим:

$$g(k+1) = Asin(\omega(k+1)T) = g(k)cos(\omega T) + Acos(\omega kT)sin(\omega T); \tag{3}$$
$$g(k+2) = g(k+1)cos(\omega T) + sin(\omega T)[Acos(\omega kT)cos(\omega T) + Asin(\omega kT)sin(\omega T)]. \tag{4}$$

Выразим из (6):

$$Acos(\omega kT) = \frac{g(k+1) - g(k)cos(\omega T)}{sin(\omega T)} \tag{5}$$

Подставим (8) в (7) и, упростив, получим:

$$g(k+2) = 2g(k+1)cos(\omega T) - g(k). \tag{6}$$

Пимем в качестве вектора состояния следующие уравнения:

$$\xi_1(k) = g(k); \tag{7}$$
$$\xi_2(k) = \xi_1(k+1) + g(k+1); \tag{8}$$
$$\xi_3(k) = \xi_2(k+1) + g(k+2). \tag{9}$$

Составив из полученных уравнений систему, получим модель в пространстве состояний:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \xi_1(k+1) \\ \xi_2(k+1) \end{bmatrix} & = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 2cos(\omega T) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1(k) \\ \xi_2(k) \end{bmatrix} \\ g(k) & = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1(k) \\ \xi_2(k) \end{bmatrix} \end{cases} \tag{10}$$

с начальными условиями:

$$\xi_1(0) = Asin(0) = 0; \tag{11}$$
$$\xi_2(0) = Asin(0)cos(\omega T) + Acos(0)sin(\omega T) = Asin(\omega T). \tag{12}$$

Учитывая параметры командного генератора из таблицы 1, получим:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \xi_1(k+1) \\ \xi_2(k+1) \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 1.9999 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1(k) \\ \xi_2(k) \end{bmatrix} \\ g(k) &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1(k) \\ \xi_2(k) \end{bmatrix} \end{cases} \tag{13}$$

$$\xi_1(0) = 0; \tag{14}$$

$$\xi_2(0) = -0.0056800 \tag{15}$$

б) схема моделирования полученного генератора

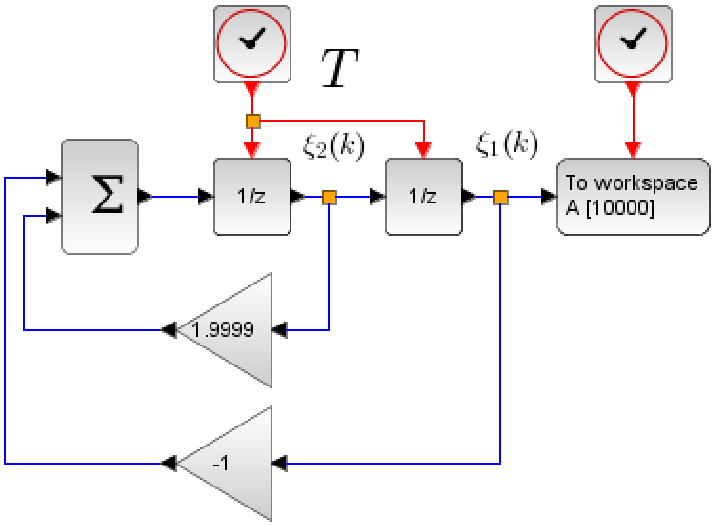
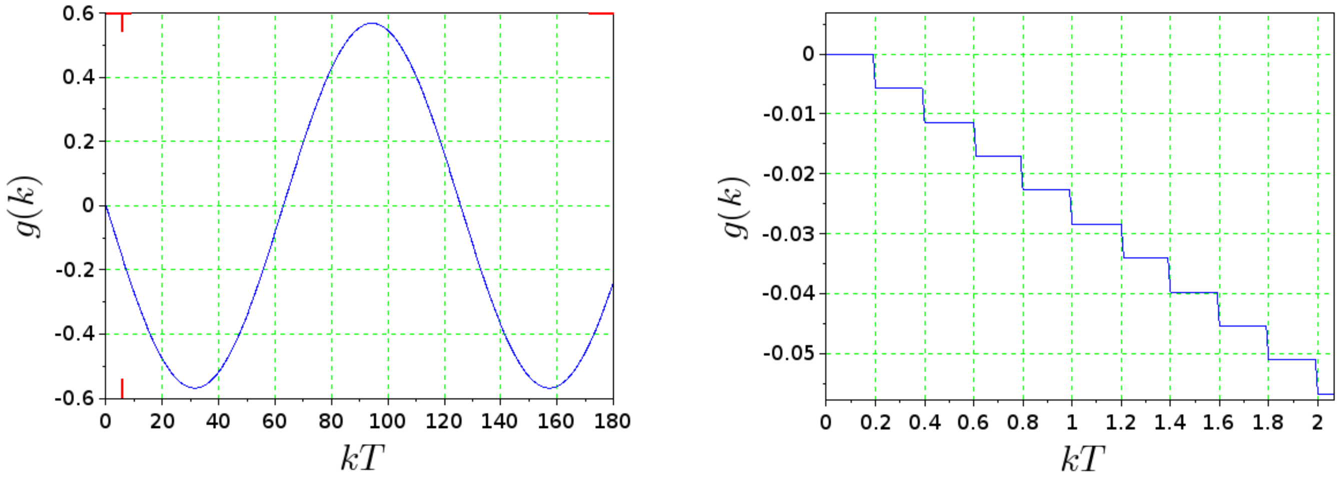


Рис. 1: Схема моделирования дискретного генератора

в) моделирование дискретного генератора



а) б)

Рис. 2: Результаты моделирования в течение : а) 180 сек.; б) 2 сек.

г) построение модели ВСВ дискретного объекта управления

В соответствии с вариантом, объект управления описывается выражением:

$$y(k) = 2sin(2kT) + 3sin(5kt) \tag{16}$$

где $T = 0.25.$ – интервал дискретности равный.

Для упрощения задачи расчета представим ОУ в виде суммы двух составляющих:

$$y(k) = y_1(k) + y_2(k) = 2sin(2kT) + 3cos(5kT) \tag{17}$$

где

$$y_1(k) = 2sin(2kT) \tag{18}$$

$$y_2(k) = 3cos(5kT) \tag{19}$$

Построим модель ВСВ для (18). Найдем первую и вторую разности для $y_1(k)$:

$$y_1(k+1) = 2sin(2(k+1)T) = 2sin(2kT)cos(2T) + 2cos(2kT)sin(2T) \tag{20}$$

Учитывая $2sin(2kT) = y_1(k)$, получим:

$$y_1(k+1) = y_1(k)cos(2T) + 2cos(2kT)sin(2T) \tag{21}$$

Выразим из (20):

$$2cos(2kT) = \frac{y_1(k+1) - y_1(k)cos(2T)}{sin(2T)} \tag{22}$$

Подставим (22) в (21) и, упростив, получим:

$$y_1(k+2) = 2y_1(k+1)cos(2T) - y_1(k). \tag{23}$$

Пимем в качестве вектора состояния следующие уравнения:

$$\xi_{11}(k) = y_1(k); \tag{24}$$

$$\xi_{12}(k) = \xi_{11}(k+1) + y_1(k+1); \tag{25}$$

$$\xi_{13}(k) = \xi_{12}(k+1) + y_1(k+2). \tag{26}$$

Составив из полученных уравнений систему, получим модель в пространстве состояний:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \xi_{11}(k+1) \\ \xi_{12}(k+1) \end{bmatrix} & = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 2cos(2T) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{11}(k) \\ \xi_{12}(k) \end{bmatrix} \\ y_1(k) & = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{11}(k) \\ \xi_{12}(k) \end{bmatrix} \end{cases} \tag{27}$$

с начальными условиями:

$$\xi_{11}(0) = 2sin(0) = 0; \tag{28}$$

$$\xi_{12}(0) = 2sin(0)cos(2T) + 2cos(0)sin(2T) = 2sin(2T). \tag{29}$$

Для заданного $T = 0.25.$, имеем:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \xi_{11}(k+1) \\ \xi_{12}(k+1) \end{bmatrix} & = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 1.7551 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{11}(k) \\ \xi_{12}(k) \end{bmatrix} \\ y_1(k) & = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{11}(k) \\ \xi_{12}(k) \end{bmatrix} \end{cases} \tag{30}$$

$$\xi_{11}(0) = 0; \tag{31}$$

$$\xi_{12}(0) = 0.9589 \tag{32}$$

Проделывая тоже для y_2, получим следующую модель ВСВ:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \xi_{21}(k+1) \\ \xi_{22}(k+1) \end{bmatrix} & = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 2cos(5T) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{21}(k) \\ \xi_{22}(k) \end{bmatrix} \\ y_2(k) & = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{21}(k) \\ \xi_{22}(k) \end{bmatrix} \end{cases} \tag{33}$$

с начальными условиями:

$$\xi_{21}(0) = 3cos(0) = 3; \tag{34}$$

$$\xi_{22}(0) = 3cos(0)cos(5T) - 3sin(0)sin(5T) = 3cos(5T) \tag{35}$$

При подстановке интервала дискретности, получим:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \xi_{21}(k+1) \\ \xi_{22}(k+1) \end{bmatrix} & = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0.6307 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{21}(k) \\ \xi_{22}(k) \end{bmatrix} \\ y_2(k) & = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_{21}(k) \\ \xi_{22}(k) \end{bmatrix} \end{cases} \tag{36}$$

с начальными условиями:S

$$\xi_{21}(0) = 3; \tag{37}$$

$$\xi_{22}(0) = 0.9459 \tag{38}$$

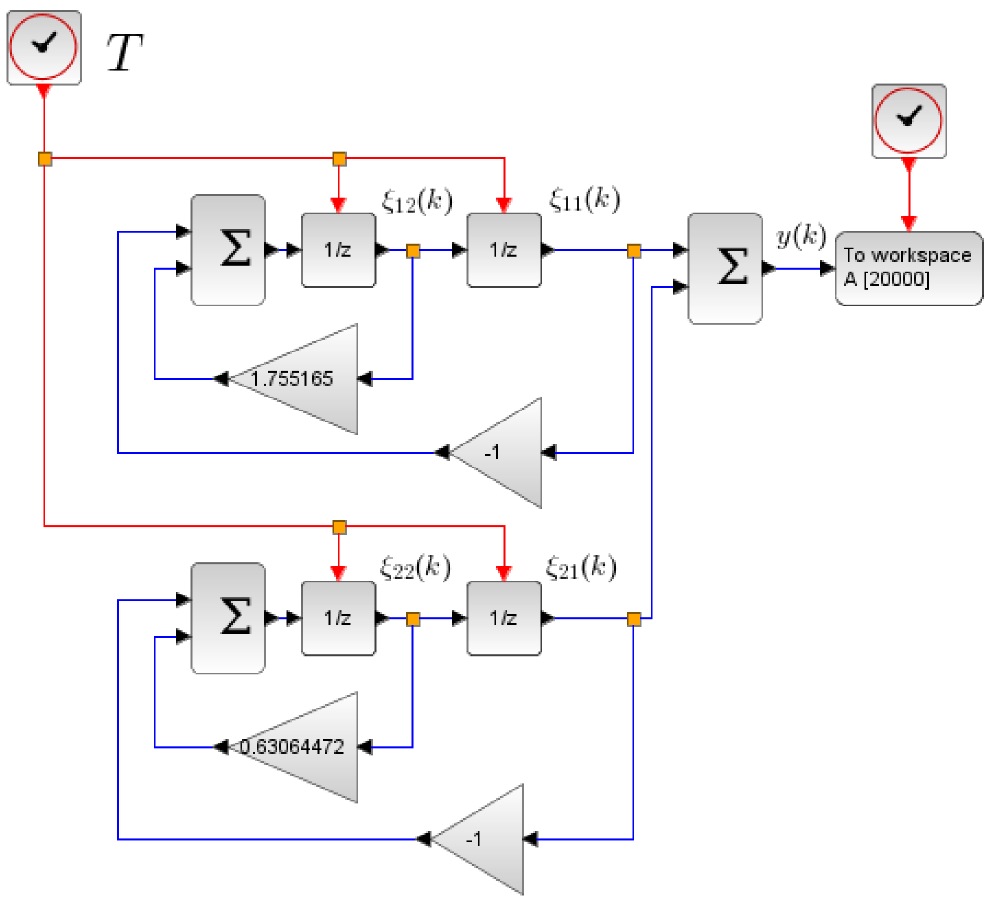


Рис. 3: Схема моделирования дискретного объекта

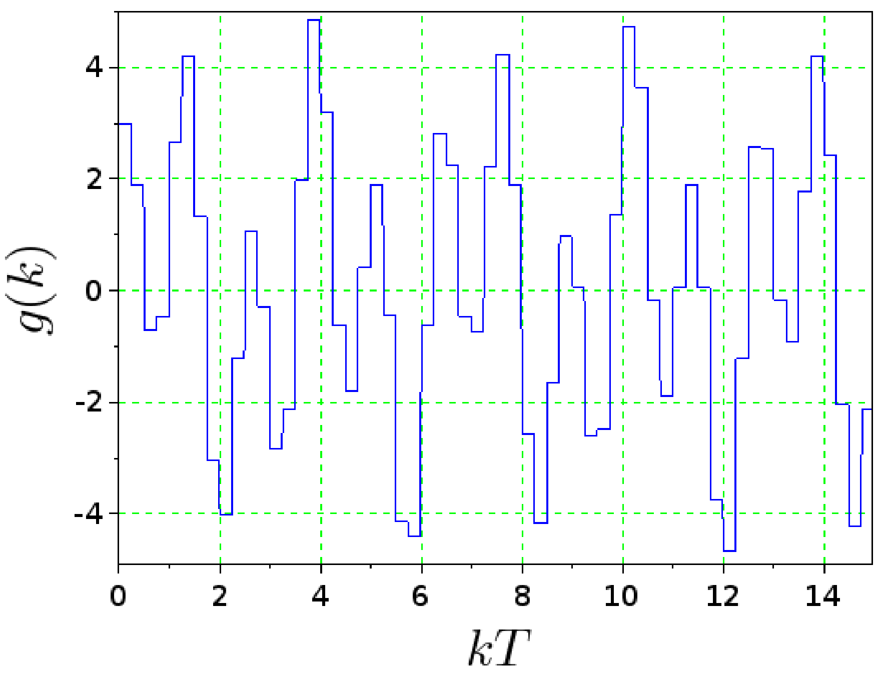


Рис. 4: Результаты моделирования дискретного объекта

Вывод

В ходе работы было произведено ознакомление с принципами построения дискретных моделей внешних воздействий. Методики построения аналогичны непрерывным системам (методу последовательного дифференцирования, дискретный аналог – метод последовательного взятия разностей).