

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 Р4135

Вариант №2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Синтез дискретного устройства оценки полной  
размерности

Преподаватель

\_\_\_\_\_ Ю. В. Литвинов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Санкт-Петербург, 2016 г.

# 1 Цель работы

Ознакомление с принципами построения дискретных устройств оценки полной размерности.

# 2 Вариант задания

Таблица 1: Параметры ОУ

№	ОУ	$k_1$	$a_0^1$	$T_1$	$\xi$	$k_2$	$a_0^2$	$T_2$	T
2	1	1	0	0	0	0.5	1	0.95	0.5

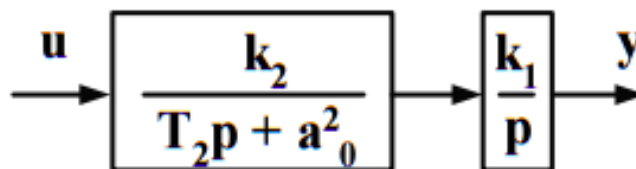


Рис. 1: Объект управления

# 3 Порядок выполнения работы

а) Синтез устройства оценки полной дискретной системы стабилизации

В лабораторной работе №4 была разработана система стабилизации вид:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} x_1(k+1) \\ x_2(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0.2859793 \\ 0 & 1.3010219 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.0179897 \\ 0.1505109 \end{bmatrix} K_d \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} \\ y(k) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} \end{cases} \quad (1)$$

где матрица линейных стационарных обратных связей (МЛСОС):

$$K_d = \begin{bmatrix} 5.7748572 & 6.4571995 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Заданный интервал дискретности:

$$T = 0.5. \quad (3)$$

Требуется синтезировать для (1) устройство оценки полной размерности (наблюдатель) вида:

$$\begin{cases} \hat{x}(k+1) = A_d \hat{x}(k) + L(y_u(k) - C_u \hat{x}(k)) + B_d u(k) \\ u(k) = K_d \hat{x}(k) \end{cases} \quad (4)$$

где  $\hat{x}(k)$  – вектор состояния устройства оценки полной размерности,  $L$  –  $(l \times n)$  – матрица входа устройства оценки полной размерности,  $K_d$  – матрица линейных стационарных связей.

Разность между векторами состояния объекта управления и наблюдателя составляет вектор невязки:

$$\tilde{x}(k) = x(k) - \hat{x}(k) \quad (5)$$

$$\tilde{x}(k) = A_d \tilde{x}(k) - LC_u \tilde{x}(k) = F_z \tilde{x}(k) \quad (6)$$

где  $F_z = A_d - LC_u$  – матрица замкнутой системы.

Задача синтеза состоит в выборе такой матрицы входов  $L$ , чтобы собственные числа матрицы  $F_z$  были по модулю меньше 1.

$$zF_z \leq 1 \quad (7)$$

Целью является сведение к нулю вектора невязки:

$$\tilde{x}(k) \mapsto 0 \quad (8)$$

## Синтез наблюдателя

1. Для ОУ определитель матрица наблюдаемости равен:

$$Q_d = \det \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0.2859793 \end{bmatrix} = 0.2859793 \neq 0 \quad (9)$$

Из чего заключаем, что система полностью наблюдаема и построение наблюдателя полной размерности возможно.

Сформируем эталонную модель:

$$\Gamma_z = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$H_z = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

2. Решим матричное уравнения типа Сильвестра относительно  $M_z$ :

$$M_z \Gamma_z - A_d^T M_z = -C_u^T H_z \quad (12)$$

$$M_z = \begin{bmatrix} \text{!!!!!!!!!!!!!!} \end{bmatrix} \quad (13)$$

3. Найдем матрицу входов:

$$L = (H_z M_z^{-1})^T = \begin{bmatrix} \text{!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!} \end{bmatrix} \quad (14)$$

4. Выполним проверочный расчет:

$$F_z = A_d - LC_u = \begin{bmatrix} \text{!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!} \end{bmatrix} \quad (15)$$

Найдем характеристический полином для полученной матрицы:

$$D(z) = \det(zI - F_z) = z^2 \quad (16)$$

$$D^*(z) = \det(zI - H_z) = z^2 \quad (17)$$

Корни полученного ХП должны совпадать с корнями ХП эталонной системы.

Найдем корни и сравним:

$$z_1 = z_2 = z_1^* = z_2^* = 0 \quad (18)$$

Так как корни действительно совпадают, то наблюдатель синтезирован верно.

б) моделирование системы стабилизации с наблюдателем

в) анализ результатов

Из рисунка ?? видно, что с течением времени ошибка оценивания  $\tilde{x}(k)$  стремится к нулю. Следовательно, наблюдатель полной размерности построен верно.