

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение  
высшего образования  
Национальный исследовательский университет ИТМО  
Факультет Систем Управления и Робототехники

Лабораторная работа №5  
по курсу «Прикладная теория информации»

«Синтез динамических наблюдающих устройств на базе концепции подобия»

Выполнили: Московский К.А.  
Алексеева Ю.В.

Группа: R34362

Проверил: Краснов А.Ю.

Санкт-Петербург  
2021 г.

# 1 Цель работы

1. Получить векторно-матричное описание наблюдаемой ЛДДС по заданной передаточной функции.
2. Получить матрицы ДНУ, составив матрицу подобия и решив уравнение Сильвестра.
3. Осуществить моделирование синтезированного ДНУ.
4. Проанализировать работу синтезированного ДНУ и показать, что оно работает корректно.

# 2 Условие

$$\Phi(d) = \frac{d^5 + d^4 + d^3 + 1}{d^8 + d^7 + d^2 + d + 1}$$

$$x(0)^T = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0]$$

# 3 Ход работы

## 3.1 Получение векторно-матричного описания наблюдаемой ЛДДС по заданной передаточной функции.

Матрицы векторно-матричного описания:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$C = [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1], H = [0]$$

С целью решения поставленной задачи выберем в качестве модели ДНУ регистр сдвига восьмого порядка, матрица  $\Gamma$  векторно-матричного описания которого будет иметь вид:

$$\Gamma = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Выберем в качестве матрицы подобия  $T$  единичную матрицу  $T = I$  размерности  $8 \times 8$ . Тогда решение уравнения Сильвестра  $\Gamma T + T A = L C$  относительно матрицы  $L$  и последующее вычисление матрицы  $G$  дает следующий результат:

$$L = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad G = T B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Построим структурную реализацию синтезированного ДНУ:

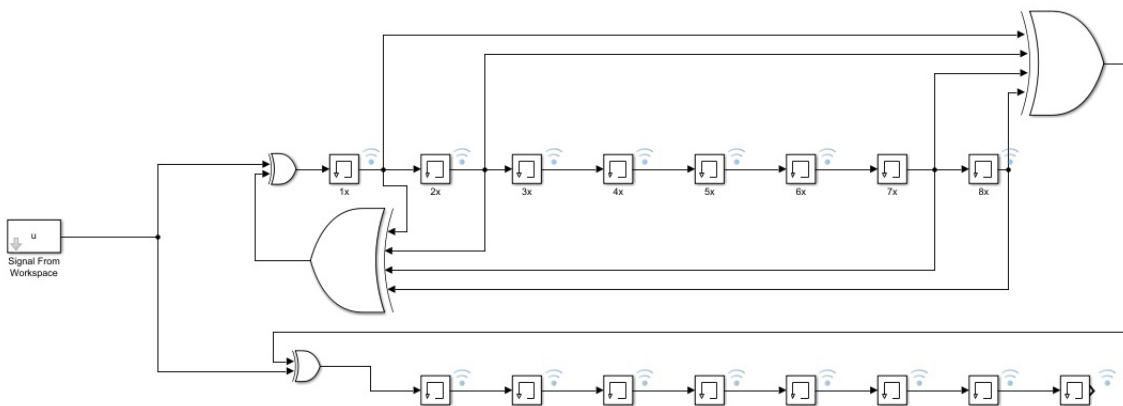


Рис. 1: Структурная реализация синтезированного ДНУ

Таблица 1: Функционирование ДНУ

$xi/zi$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$x8$	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
$x7$	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1
$x6$	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
$x5$	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
$x4$	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
$x3$	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
$x2$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
$x1$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
$z8$	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
$z7$	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1
$z6$	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
$z5$	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1
$z4$	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1
$z3$	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0
$z2$	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0
$z1$	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1

Выбранная нами матрица имеет индекс нильпотентности  $v = 8$ , поэтому вектор состояния ДНУ  $z(k)$  при  $k \geq 8$  будет совпадать с вектором состояния исходной ЛДДС.

## 4 Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы было получено векторно-матричное описание наблюдаемой ЛДДС по заданной передаточной функции и решено уравнение Сильвестра для получения матрицы ДНУ. Так же мы синтезировали полученное динамическое наблюдающее устройство и построили его структурную схему в среде Matlab. Работа синтезированного ДНУ корректна, что видно из таблицы его функционирования.