

## Лабораторная работа 2. “Дискретные системы”

Свойства дискретных систем. Линейные стационарные (ЛС) системы. Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами. Комплексная частотная характеристика ЛС-системы.

**Задание 1.** Проверить является ли система описываемая Matlab-функцией DS\_N.p<sup>1</sup>:

- 1) системой без запоминания?
- 2) аддитивной?
- 3) однородной?
- 4) линейной?
- 5) стационарной?

В отчете представьте графики входных сигналов и откликов системы, подтверждающие наличие или отсутствие у системы указанных свойств.

**Задание 2.** Напишите Matlab-функцию, реализующую дискретную систему, согласно вашему варианту. Постройте реакцию дискретной системы на следующие сигналы<sup>2</sup>:

- дельта-импульс  $x(n) = \delta(n - n_0)$ ;
- единичную ступеньку  $x(n) = u(n - n_0)$ ;
- низкочастотный синусоидальный сигнал  $x(n) = \cos(2\pi \cdot 0.01 \cdot n)$ ;
- высокочастотный синусоидальный сигнал  $x(n) = \cos(2\pi \cdot 0.48 \cdot n)$ ;

<b>Вариант №1</b>	$y(n) = (2/[2x(n) + 1])x(n)$
<b>Вариант №2</b>	$y(n) = \text{sign}(x(n)) \frac{\log(1+\mu x(n) )}{\log(1+\mu)}$ где $-1 \leq x(n) \leq 1$ , $\mu=255$
<b>Вариант №3</b>	$y(n) = \text{sign}(x(n))x(n)$
<b>Вариант №4</b>	$y(n) = x(n) + x(n - 10)$
<b>Вариант №5</b>	$y(n) = \left(x(n) + \frac{1}{2}\right) \left(x(n - 1) - \frac{1}{2}\right)$
<b>Вариант №6</b>	$y(n) = x(n) - 0.8y(n - 1)$
<b>Вариант №7</b>	$y(n) = x(n - 2) - 0.6y(n - 1)$

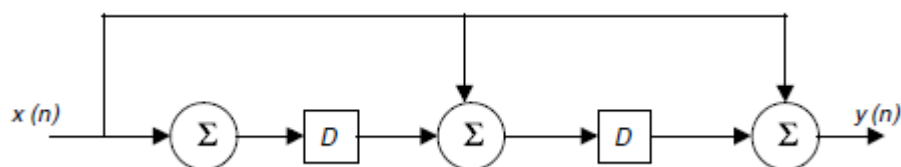
<sup>1</sup> (где N – номер варианта, определяется по формуле:  $N = ((n_0 - 1) \bmod 11) + 1$ ), где  $n_0$  – номер студента в списке группы.

<sup>2</sup>  $n_0$  – номер студента в списке группы

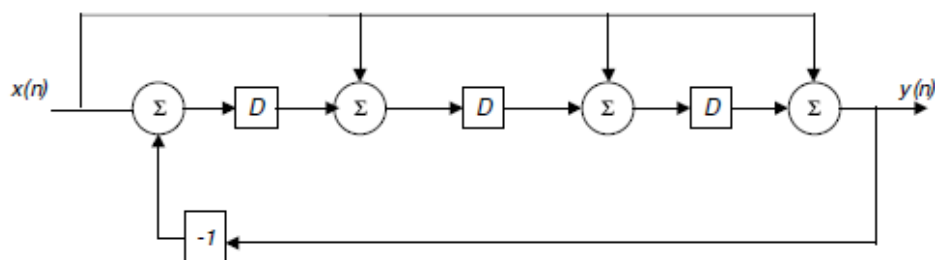
<b>Вариант №8</b>	$y(n) = 0.6x(n - 5) - 0.4y(n - 2)$
<b>Вариант №9</b>	$y(n) = \frac{0.5x(n)+0.5x(n-1)}{x(n-2)+0.1x(n)}$
<b>Вариант №10</b>	$y(n) = x(n) + \frac{1}{2}(y(n - 1) + y(n - 2))$
<b>Вариант №11</b>	$y(n) = y(n - 1) - \frac{1}{2}(x(n) + x(n - 1))$

**Задание 3.** Записать разностное уравнение и реализовать в Matlab дискретную систему по её блок-схеме. Построить импульсную характеристику системы.

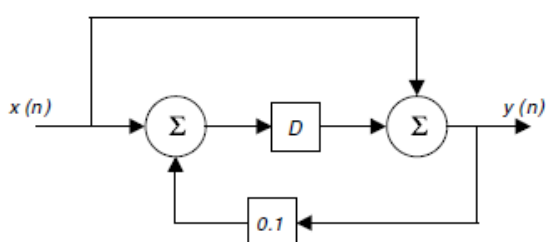
**Вариант №1**



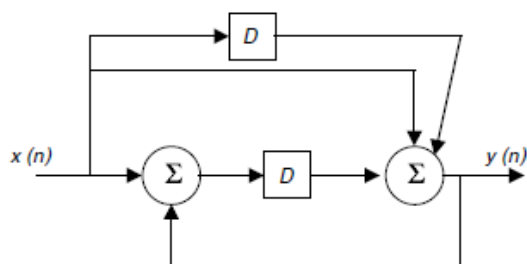
**Вариант №2**



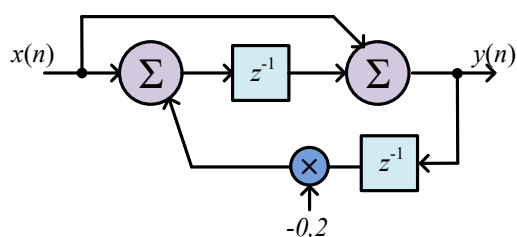
**Вариант №3**



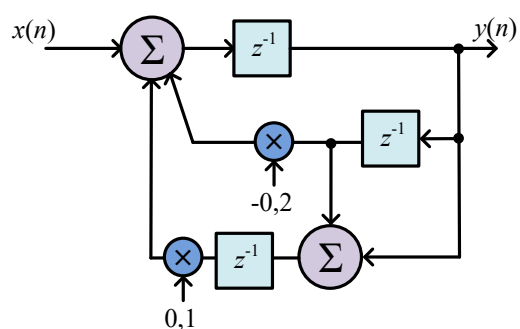
**Вариант №4**



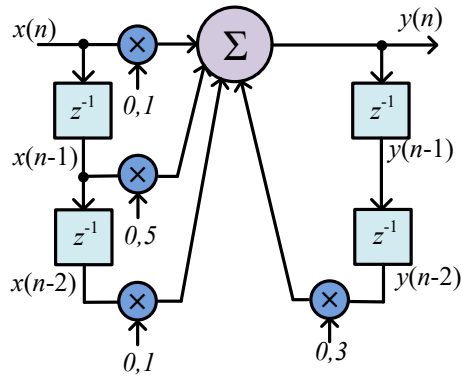
**Вариант №5**



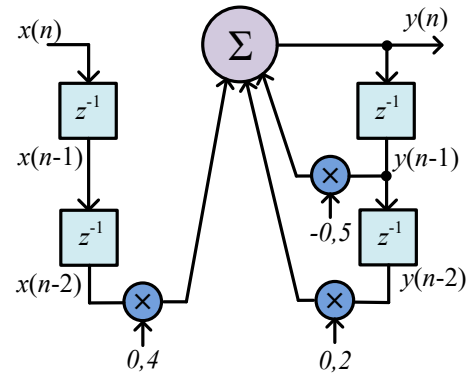
**Вариант №6**



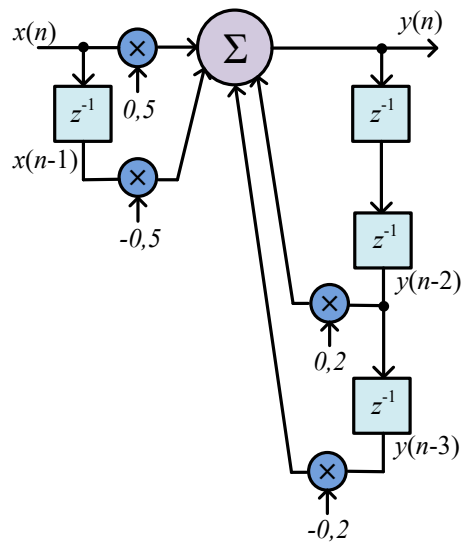
Вариант №7



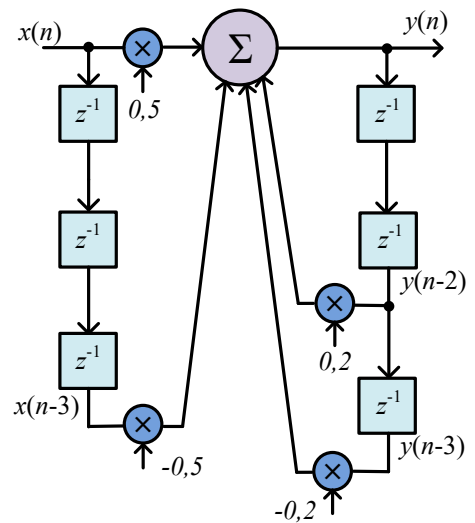
Вариант №8



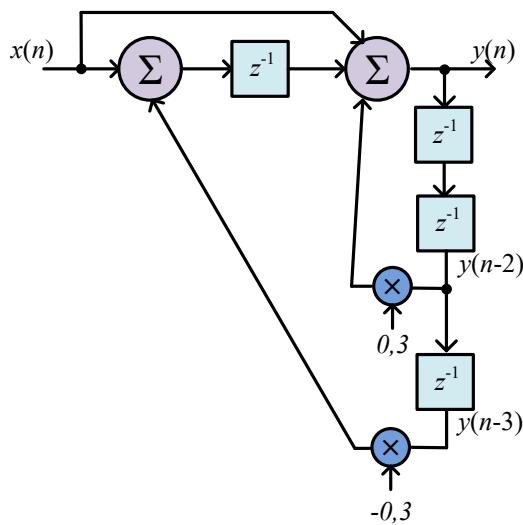
Вариант №9



Вариант №10



Вариант №11



#### Задание 4.

Дискретная ЛС-система может быть описана при помощи разностного уравнения с постоянными коэффициентами:

$$a_0 y(n) = \sum_{i=0}^M b_i x(n-i) - \sum_{i=1}^N a_i y(n-i),$$

где  $\{b_i\}$  – коэффициенты прямой связи, которые применяются к поступающему в систему сигналу;  $x(n)$  и  $\{a_i\}$  – коэффициенты обратной связи, которые применяются к выходному сигналу  $y(n)$ .

Напишите Matlab-функцию, реализующую разностное уравнение. На вход функции подаются коэффициенты  $\{b_i\}, \{a_i\}$  и входной сигнал  $x[n]$ . С помощью написанной функции постройте импульсную характеристику для фильтра из задания 3. Сравните результат с работой встроенной функцией `filter(b,a,x)`.

**Задание 5.** Построить комплексную частотную характеристику системы из задания 3. по формуле

$$H(e^{j\omega}) = \frac{\sum_{k=0}^M b_k e^{j\omega k}}{(1 + \sum_{k=1}^M a_k e^{j\omega k})}, \quad \omega \in [0 \ \pi].$$

Постройте график  $A(\omega) = |H(e^{j\omega})|$  и  $\varphi(\omega) = \arg H(e^{j\omega})$ . Функция  $A(\omega)$  – это амплитудно-частотная характеристика (АЧХ), а  $\varphi(\omega)$  – фазо-частотная характеристика (ФЧХ).