

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Ульяновский государственный технический университет

Лабораторная работа № 1 по предмету
«Алгоритмические и аппаратные средства обработки информации»

ВЫЧИСЛЕНИЕ РЕАКЦИИ ЛИНЕЙНОЙ ДИСКРЕТНОЙ
СИСТЕМЫ

(Название лабораторной работы)

Учебная группа ИСТМД-11

	ФИО	Дата	Подпись
Студент	Шаблыгин В.В.		
Преподаватель	Сазонов С.Н.		

Ульяновск, 2022

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

изучение реакции ЛДС на входной сигнал.

Задача: Изучить метод расчета отклика линейной системы на произвольное воздействие с использованием формулы свертки.

Программа лабораторной работы

1. Ознакомиться с вышеуказанным методом.
2. Составить программу в соответствии с формулой.
3. Получить результаты и сделать выводы.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:

Среда программирования SCILAB или PYTHON.

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ:

Системой обработки сигналов (системой) называют объект, выполняющий требуемое преобразование (обработку) входного сигнала в выходной. Системой может быть, как физическое устройство, так и математическое преобразование.

Входной сигнал называют воздействием, выходной – реакцией (рис.№1).



Рис.№1. Линейная дискретная система.

Систему называют **линейной**, если она обладает свойствами:

- **аддитивности:** реакция на сумму воздействий равна сумме реакций на каждое из воздействий (принцип суперпозиции). Другими словами, сумма входных сигналов порождает адекватную сумму выходных сигналов системы. Например, когда с одним абонентом разговаривают одновременно два, по параллельным телефонным аппаратам;
- **однородности** (гомогенности, равномерности): умножению воздействия на весовой коэффициент соответствует реакция, умноженная на тот же коэффициент. Т.е. изменение амплитуды входного сигнала вызывает соответствующие изменения амплитуды выходного сигнала;

Соотношение вход/выход линейной системы описывается *линейным уравнением*.

Если система не обладает хотя бы одним из вышеперечисленных свойств, то она не может считаться линейной.

Инвариантность (нечувствительность к сдвигу во времени) - третье свойство, не является строго обязательным, но является основополагающим для большинства алгоритмов цифровой обработки сигналов. В системе, обладающей этим свойством, задержка воздействия на некоторое время приводит к задержке реакции на то же время. Такие системы называют стационарными.

Линейная система называется **дискретной**, если воздействие и реакция представляют собой дискретные сигналы $x(nT)$ и $y(nT)$.

Начальные условия дискретной системы могут быть **нулевыми** или **ненулевыми**. Признаком нулевых начальных условий является отсутствие реакции $y(nT) = 0$, при отсутствии воздействия $x(nT) = 0$.

Дискретная система называется **физически реализуемой**, если для нее выполняются следующие условия (условия физической реализуемости):

- при нулевых начальных условиях реакция не может возникнуть раньше воздействия;
- значения реакции $y(nT)$ в каждый момент времени n зависят от текущего $x(nT)$ и предшествующих значений воздействия $x[(n-m)T]$, $m > 0$, но не зависят от его последующих значений $x[(n-m)T]$, $m \geq 0$.

Характеристики ЛДС.

Во временной области основной характеристикой ЛДС является импульсная характеристика.

Импульсной характеристикой (ИХ) $h(nT)$ ЛДС называется ее реакция на цифровой единичный импульс $u_0(nT)$, при нулевых начальных условиях.

Во временной области соотношение вход/выход может описываться одним из двух разновидностей линейных уравнений:

- формулой свертки (название уравнения), если для определения реакции используется импульсная характеристика;
- разностным уравнением, если для определения реакции используются параметры ЛДС.

Любая линейная система осуществляет свёртку входного сигнала со своей импульсной характеристикой.

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[n-k] \cdot h[k]. \quad (1)$$

Формула свертки (1) непосредственно описывает алгоритм вычисления реакции по известному воздействию и импульсной характеристике ЛДС.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Вариант № 8

Исходные данные:

	Значения отсчетов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$h(n)$	2	2	3	3	3	4	4	2	1	0
$x(n)$	3	1	2	1	4	3	1	5	0	2

Где:

$h(n)$ - импульсная характеристика системы;

$x(n)$ - дискретный сигнал (воздействие).

Вычислим реакцию системы используя формулу свертки:

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[n-k] \cdot h[k].$$

Текст программы:

```
"""
Задание: Для своего варианта вычислить реакцию ЛДС в виде 20 отсчетов при
нулевых начальных условиях в
режиме калькулятора и с использованием программы. Построить графики
импульсной характеристики, воздействия и реакции.
h(n) - Импульсная характеристика
x(n) - дискретный сигнал (воздействие)
y(n) - реакция
n - количество отсчетов
"""
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd

# Исходные данные:
h_n = [2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 2, 1, 0]
x_n = [3, 1, 2, 1, 4, 3, 1, 5, 0, 2]
n = 20

y_n = [] # реакция системы (искмое)

# если длина h(n) и x(n) меньше n, до дополним нулями:
if len(h_n) < n:
    for i in range(n - len(h_n)):
        h_n.append(0)
        x_n.append(0)

# находим y(n):
for i in range(n):
    for j in range(i + 1):
        ls1 = h_n[:j + 1]
        ls2 = x_n[:j + 1]
        ls2.reverse()
        y = 0
        for h, x in zip(ls1, ls2):
            y += h * x
    y_n.append(y)

print('Реакция системы: ')
print(y_n)

# Построение графиков:
data = {'импульсная характеристика h(n)': h_n}
df = pd.DataFrame(data)
df.plot(kind='bar', color='g')
plt.grid()
plt.show()

data = {'дискретный сигнал x(n)': x_n}
df = pd.DataFrame(data)
df.plot(kind='bar', color='b')
plt.grid()
plt.show()

data = {'реакция y(n)': y_n}
df = pd.DataFrame(data)
```

```
df.plot(kind='bar', color='r')  
plt.grid()  
plt.show()
```

Результаты выполнения:

Реакция системы:

[6, 8, 15, 18, 28, 38, 45, 54, 51, 56, 54, 46, 40, 31, 19, 13, 4, 2, 0, 0]

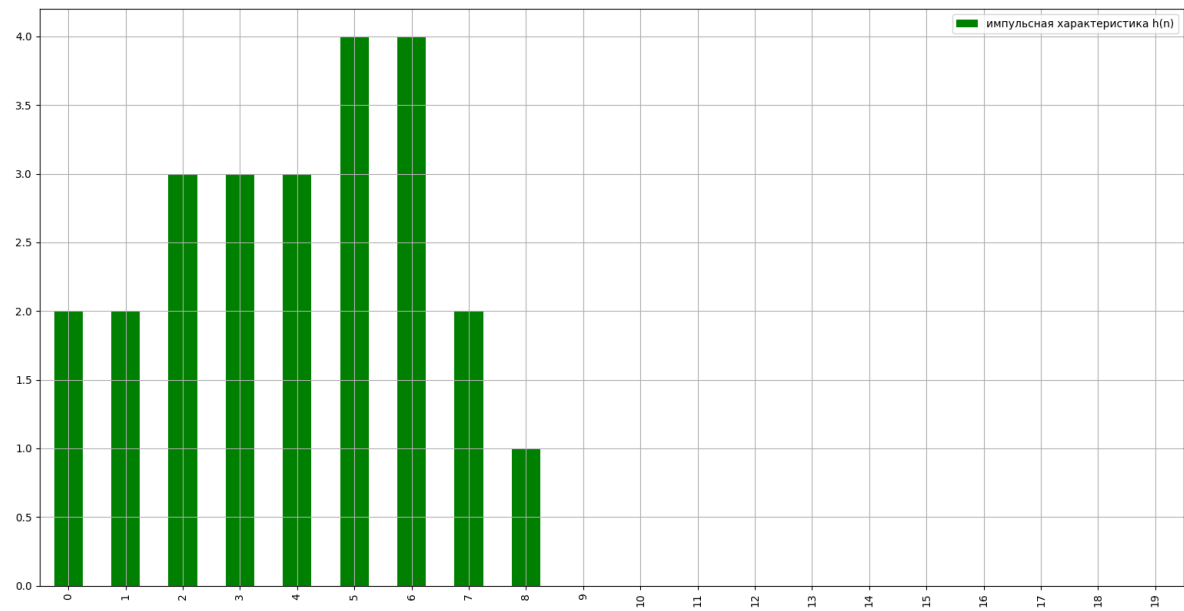


Рис.№1. Импульсная характеристика системы.

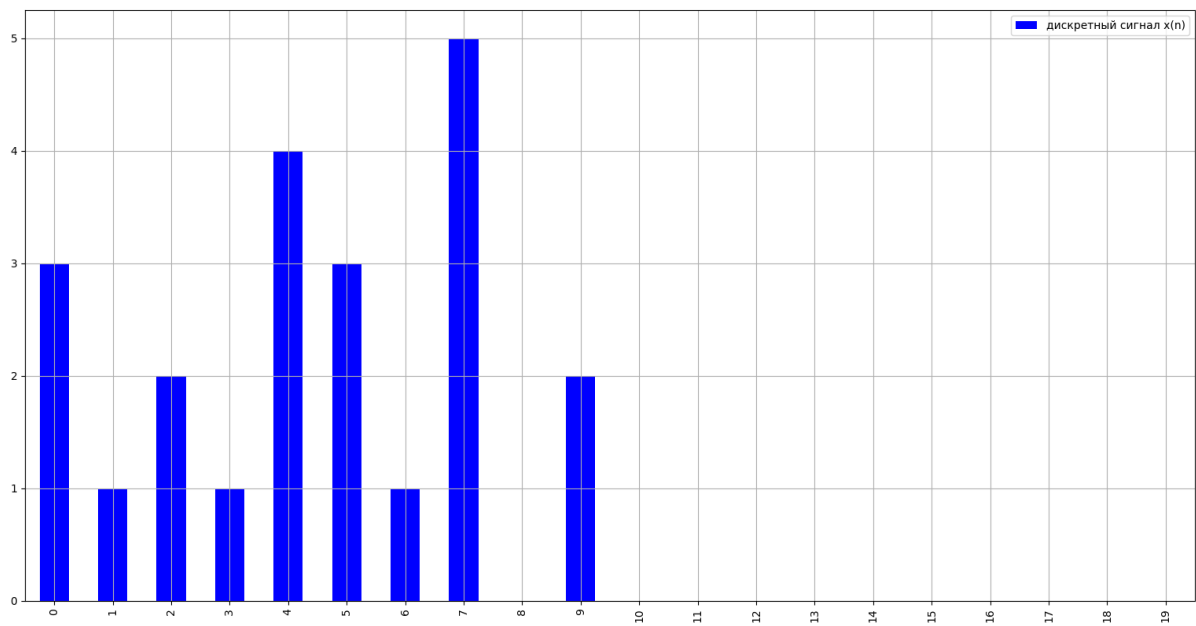


Рис.№2. Входной сигнал.

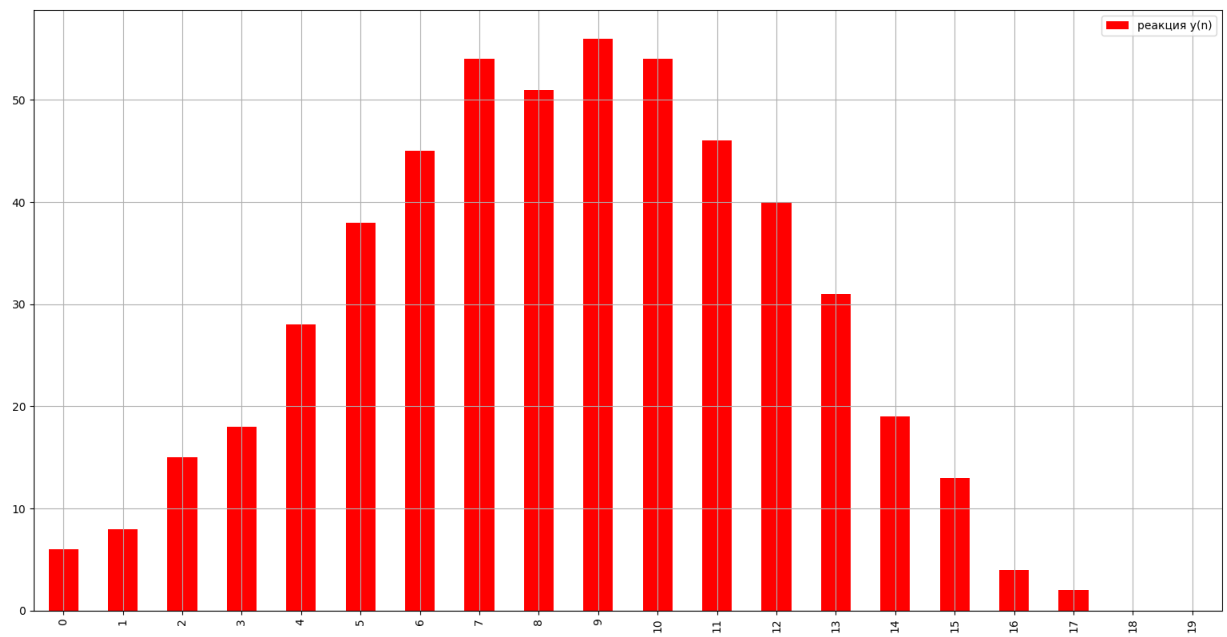


Рис.№3. Реакция системы.

ВЫВОД: в результате выполнения данной лабораторной работы была рассчитана реакция линейной дискретной системы на произвольное воздействие с использованием формулы свертки.