

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій

# Звіт

про виконання лабораторної роботи №1

## ДИСКРЕТНА ЗГОРТКА СИГНАЛІВ

Виконала  
студентка групи ФеС-21  
Янишин А.О

Перевірив  
Вдовиченко В. М.

Львів 2024 р.

# Лабораторна робота №1

## Дискретна згортка сигналів

### Мета роботи:

Ознайомитися з поняттям дискретних систем. Освоїти процес та алгоритм дискретної згортки сигналів.

### Завдання до роботи:

Створити програму для знаходження дискретної згортки  $\{f_m\}$  дискретних сигналів  $\{x_k\}$  і  $\{y_k\}$ .

### Теоретичні відомості

Узагальнена структурна схема дискретної системи представлена на рис. 1.

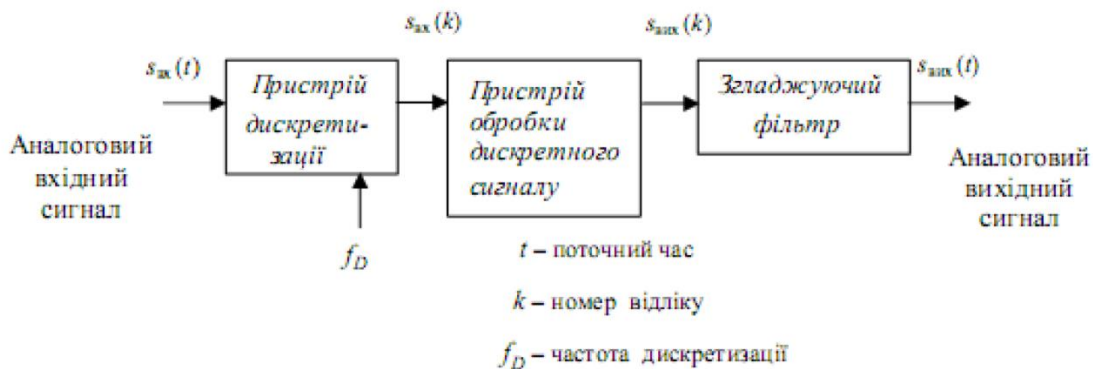


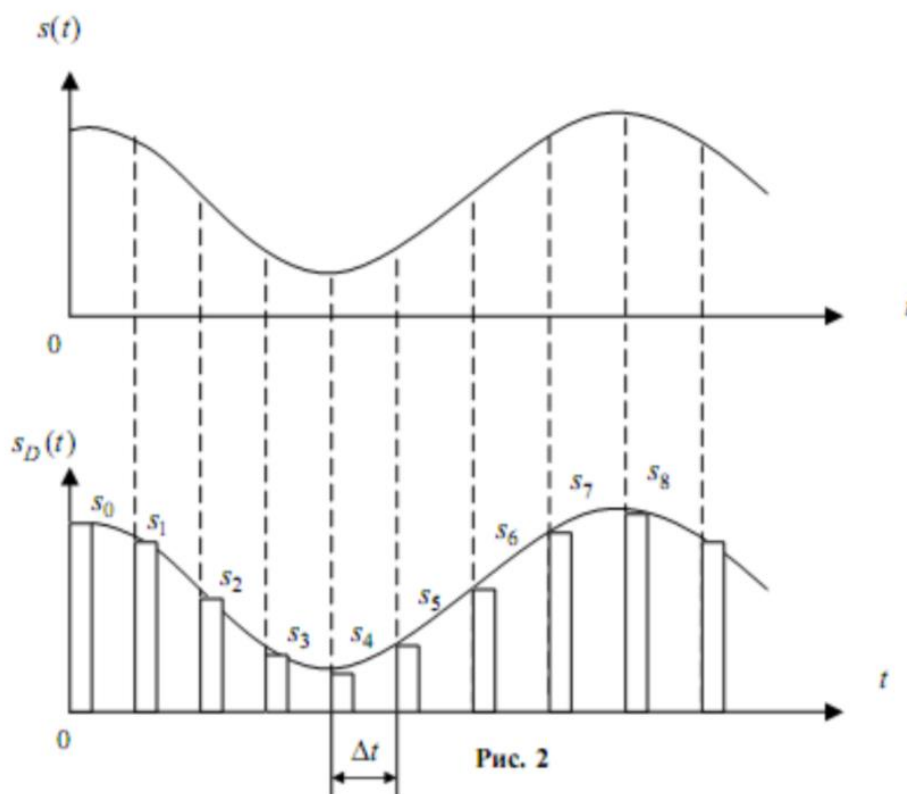
Рис. 1

Вхідний аналоговий сигнал переводиться в послідовність відліків  $s_{\text{вх}}(k)$  і надходить на пристрій обробки, звідки знімається вихідна імпульсна послідовність  $s_{\text{вих}}(k)$ , яка потім згладжується фільтром.

Окремим випадком дискретної системи є система цифрової обробки сигналу (ЦОС), коли послідовність вхідних відліків  $s_{\text{вх}}(k)$  оцифровується. У цьому

випадку, очевидно, пристрій обробки повинен мати аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) на вході і цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) на виході.

Перехід від аналогового безперервного сигналу  $s(t)$  до дискретного  $s_D(t)$  здійснюється шляхом дискретизації по часу (рис. 2). З рисунків бачимо, що вихідний неперервний сигнал  $s(t)$  представляється послідовністю відліків  $\{s_k\}$ , де  $s_k = s(k\Delta t)$ . Інтервал  $\Delta t$  називають кроком дискретизації, а  $f_D = \frac{1}{\Delta t}$  – частотою дискретизації. Зрозуміло, що для уникнення втрат інформації крок дискретизації повинен бути досить малим. З іншого боку, занадто часті відліки ведуть до невинновданої надмірності інформації і ускладнення апаратури. Відповідь про правильний вибір  $\Delta t$  дає теорема Найквіста-Котельникова-Шенонна.



**Теорема Найквіста-Котельникова-Шеннона:** довільний сигнал  $s(t)$ , спектр якого обмежений частотою  $F_B$ , може бути повністю відтворений по послідовності своїх відліків, взятих з інтервалом  $\Delta t \leq \frac{1}{2F_B}$ .

При цьому відновлення здійснюється за допомогою ряду:

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} S_k \frac{\sin\left[\frac{\pi}{\Delta t}(t-k\Delta t)\right]}{\frac{\pi}{\Delta t}(t-k\Delta t)}.$$

Згортку двох аналогових сигналів можна зобразити у вигляді:

$$x(t) * y(t) = f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)y(t - \tau)d\tau = \int_{-\infty}^{\infty} y(\tau)x(t - \tau)d\tau$$

За аналогією зі згорткою неперервних сигналів в теорії дискретних систем вводять дискретну згортку – сигнал, відліки якого пов'язані з відліками дискретних сигналів  $\{x_k\}$  і  $\{y_k\}$  співвідношенням:

$$f_m = \sum_{k=0}^{\infty} x_k y_{m-k}, m = 0, 1, 2...$$

## Варіант 15

Програма для знаходження дискретної згортки дискретних сигналів:

```
def discrete_convolution(x, y):
    len_x = len(x)
    len_y = len(y)
    result_len = len_x + len_y - 1
    result = [0] * result_len

    for m in range(result_len):
        sum_value = 0
        for k in range(len_x):
            if 0 <= m - k < len_y:
                sum_value += x[k] * y[len_y - 1 - (m - k)]
        result[m] = sum_value

    return result

# Сигнали
x = [6, 5, 4]
y = [8, 1, 0]

x1 = [6, 4, 0, 1, 2, 3, 6, 4, 0, 3, 8, 7]
y1 = [4, 0, 8, 2, 7, 3]

x2 = [2, 6, 4, 0, 8, 2]
```

```

y2 = [6, 4, 0, 1, 2, 8, 6, 4, 0, 8, 3, 7 ]
# Виклик функції для обчислення згортки
discrete_convolution(x, y)

print(f"Результат згортки: {discrete_convolution(x, y)}")
print(f"Результат згортки: {discrete_convolution(x1, y1)}")
print(f"Результат згортки: {discrete_convolution(x2, y2)}")

```

Вхідні дані:

15	6, 5, 4	8, 1, 0
	6, 4, 0, 1, 2, 3, 6, 4, 0, 3, 8, 7	4, 0, 8, 2, 7, 3,
	2, 6, 4, 0, 8, 2	6, 4, 0, 1, 2, 8, 6, 4, 0, 8, 3, 7

Скріншот роботи програми:

```

main x
D:\Navchanya\2_kurs\DSP\Lab1\pythonProject\.venv\Scripts\python.exe D:\Navchanya\2_kurs\DSP\Lab1\pythonProject\main.py
Результат згортки: [5, 13, 22, 11, 3]
Результат згортки: [0, 7, 60, 75, 133, 118, 151, 119, 109, 94, 78, 87, 65, 56]
Результат згортки: [20, 24, 41, 53, 92, 109, 76, 54, 37, 14, 2, 0]

Process finished with exit code 0

```