МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ
КАФЕДРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Лабораторна робота №1.2
з дисципліни «Інтелектуальні вбудовані системи» на
тему «Дослідження автокореляційної і взаємно-кореляйційної функцій випадкових сигналів »

Виконав:
студент гр. ІП-83
Васильєв Г.З.

Перевірив:
Регіда П.Г.

Київ 2021

Основні теоретичні відомості

Значення автокореляційної функції фізично представляє зв'язок між значенням однієї і тієї ж величини, тобто для конкретних моментів t_k, τ_s, значення $R_{xx}(t,\tau)$ оцінюється друге змішаним центральним моментом 2-х перетинів випадкових процесів $x(t_k), x(t_k+\tau_s)$

$$R_{xx}(t,\tau_s) = \lim_{N\to\infty} \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} \overbrace{(x_i(t_k) - M_x(t_k))}^{\overset{0}{x}(t_k)} \cdot \overbrace{(x_i(t_k+\tau_s) - M_x(t_k+\tau_s))}^{\overset{0}{x}(t_k+\tau_s)}$$

для кожного конкретного інтервалу потрібно проходити по всім t_k (перетинах).

Центральні значення можна замінити:

$$\overset{0}{x}(t_k),\ \overset{0}{x}(t_k,\tau_s), \text{ тобто їх } M_x = 0$$

$$\left[\begin{array}{l} R_{xx}(t,\tau) = \lim\limits_{N\to\infty} \dfrac{1}{N-1} \sum\limits_{i=1}^{N} \overset{0}{x}_i(t) \cdot \overset{0}{x}_i(t+\tau) \\ R_{xx}(t,\tau) = \lim\limits_{N\to\infty} \dfrac{1}{N-1} \sum\limits_{i=1}^{N} \overset{0}{x}_i(t) \cdot \overset{0}{x}_i(t+\tau) \end{array}\right]$$

Обчислення кореляційної функції $R_{xx}(t,\tau)$ є відносно складним, оскільки необхідно попереднє обчислення математичного очікування M_x для виконання кількісної оцінки, іноді виповнюється ковариационной функцією:

$$C_{xx}(t,\tau) = \lim_{N\to\infty} \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} x_i(t) \cdot x_i(t+\tau)$$

У завданнях управління частіше використовується нормована кореляційна функція:

$$S_{xx}(t,\tau) = \frac{R_{xx}(t,\tau)}{D_x(t)} < 1$$

Дослідження нестандартних випадкових сигналів вимагає значних обсягів пам'яті, тому в більшості наукових досліджень приймається гіпотеза про стаціонарності випадкового сигналу на інтервалі ($t_0 \ldots t_1$).

<u>Кореляційна функція для стаціонарного сигналу:</u>

$$R_x(\tau_s) = \lim_{N\to 0} \cdot \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^{N} \underbrace{(x_i(t_k) - M_x)}_{X(t_k)} \cdot \underbrace{(x_i(t_k+\tau_s) - M_x)}_{x(t_s)} =$$

$$= \lim_{n\to 0} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot (x_i(t_k) - M_x) \cdot (x_i(t_k+\tau_s) - M_x)$$

$x(t)$ в межах однієї реалізації показує наскільки швидко змінюється сигнал.

<u>Коваріаційна функція для стаціонарного сигналу:</u>

$$C_{xx}(\tau) = \lim_{N\to 0} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{k=1}^{n} Lx(t_k) \cdot x(t_k+\tau)$$

показує ступінь зв'язності між значеннями одного і того ж сигналу.

Таким чином для стаціонарних і ергодичні процесів обчислення параметрів сигналів реалізуються шляхом усереднення за часом у межах однієї реалізації.

Статистичне вимірювання зв'язків між двома стаціонарними випадковими процесами

Дуже важливим виявляється не тільки обчислення автокореляційної функції $R_{xx}(\tau)$, але і обчислення взаємної кореляційної функції $R_{xy}(\tau)$ для двох випадкових процесів $x(y)$, $y(t)$, для якої не можна на основі зовнішнього спостереження сказати, чи є залежність між ними. Для розрахунку взаємної кореляційної функції:

$$R_{xy}(\tau) = \lim_{n \to 0} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} \underbrace{(x_i(t_k) - M_x)}_{X(t_k)} \cdot \underbrace{(y(t_k + \tau) - M_y)}_{y(t_k - \tau)} =$$

τ - випробувальний інтервал, на конкретному значенні якого досліджується взаємний вплив.

Завдання на лабораторну робоу 1.2

Для згенерованого випадкового сигналу з Лабораторної роботи N 1 відповідно до заданого варіантом (Додаток 1) розрахувати його автокореляційної функцію. Згенерувати копію даного сигналу і розрахувати взаімнокорреляціонную функцію для 2-х сигналів. Розробити відповідну програму і вивести отримані значення і графіки відповідних параметрів.

Варіант 5

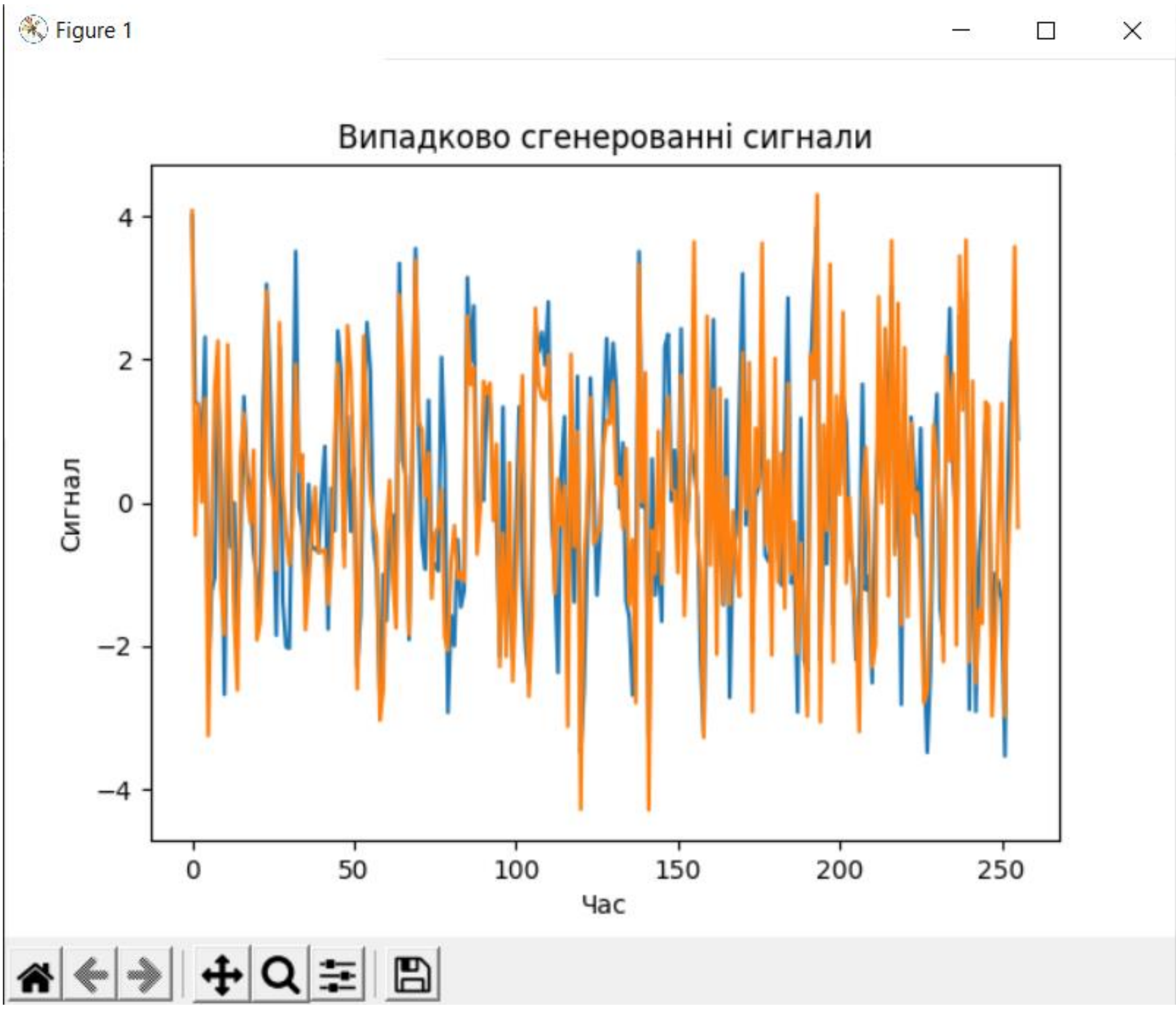
Номер залікової книжки **- 8505**
Варіант в таблиці — **5**

Число гармонік в сигналі n = 14
Гранична частота ω гр = 2000
Кількість дискретних відліків N = 256

Лістинг lab1.2.py :

```python
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import functions
number = 14
w = 2000
N = 256

def signGen(number,w,N):
    signals = np.zeros(N)
    W = w / number

    for harmonic in range(number):
        amplitude = np.random.rand()
        phase = np.random.rand()

        for time in range(N):
            signals[time] += (amplitude * np.sin(W * time + phase))
        W += W
    return signals

signal1  = signGen(number,w,N)
signal2 = signGen(number,w,N)

print('Мат. очікування:', np.average(signal1))
print('Дисперсія:', np.var(signal1))

def output():
    plt.plot(signal1)
    plt.plot(signal2)
    plt.title('Випадково сгенерованні сигнали')
    plt.xlabel('Час')
    plt.ylabel('Сигнал')
    plt.figure()

    plt.plot(functions.autocorrFunc(signal1))
    plt.title('Автокорреляція')
    plt.xlabel('Час')
    plt.ylabel('Корреляція')
    plt.figure()

    plt.plot(functions.corrFunc(signal1, signal2))
    plt.title('Взаїмна корреляція')
    plt.xlabel('Час')
    plt.ylabel('Корреляція')
    plt.show()
    return

output()
```

Результат роботи програми



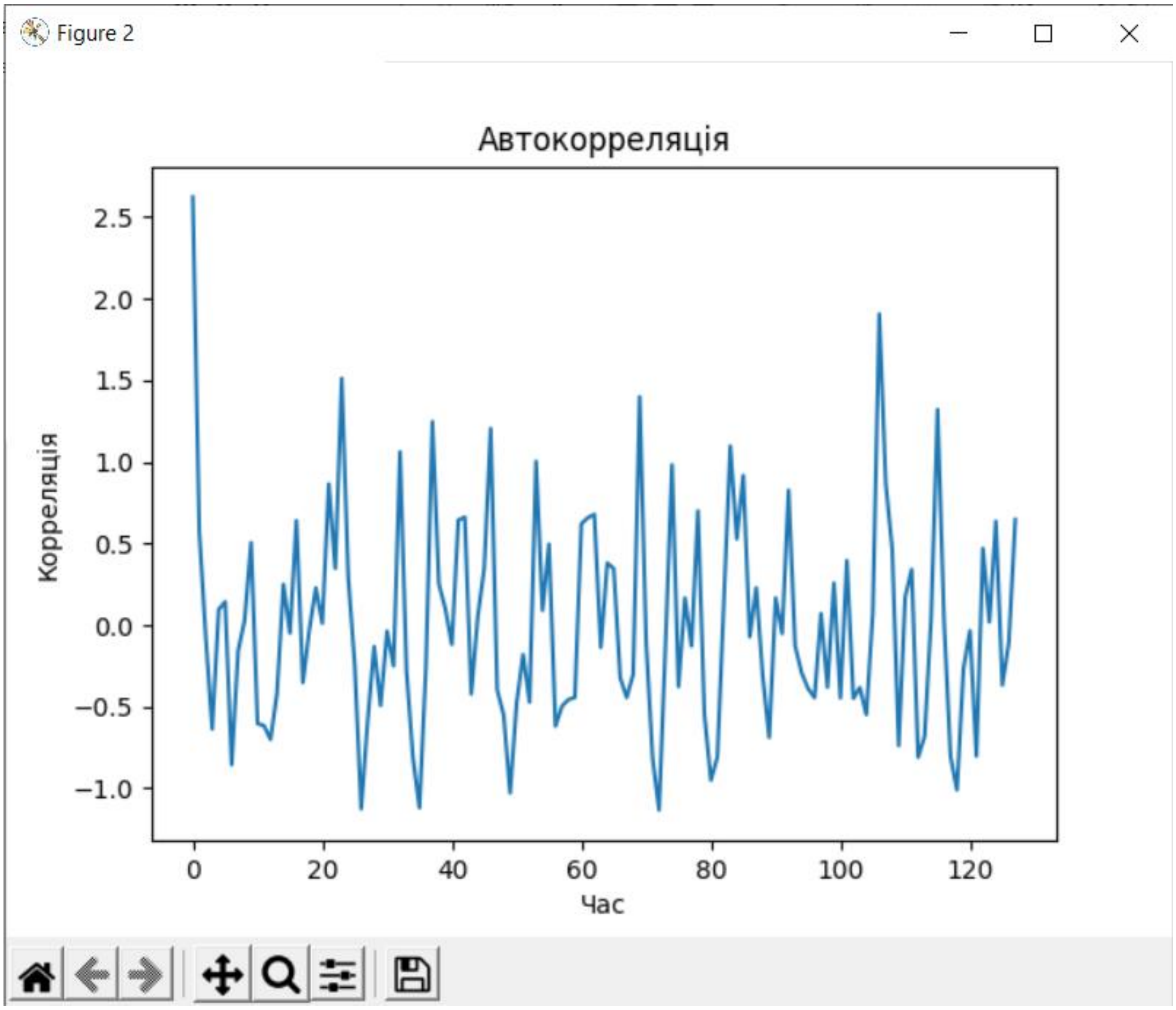
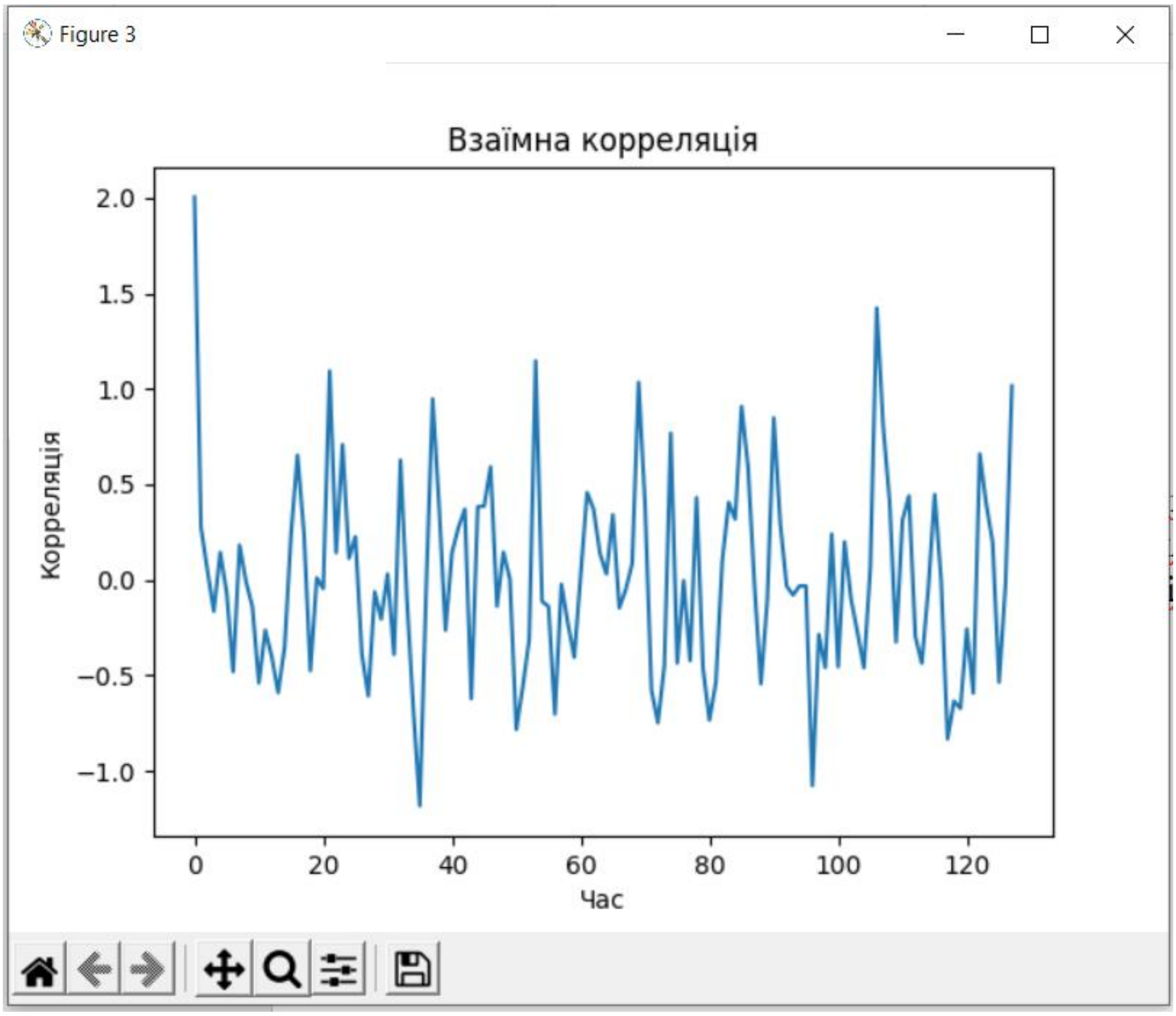


Figure 2
Автокорреляція
Корреляція
Час
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
−0.5
−1.0
0
20
40
60
80
100
120




```
PS C:\Users\georg\Desktop\lab1.2> python lab1.2.py
Мат. очікування: 0.014987750560224212
Дисперсія: 2.7738595853830397
```

Висновки

У ході виконання лабораторної роботи я ознайомився з методами обчислення колеряційних функцій. Було реалізовано програму на мові Python, результатом якої стало обчислення автокореляції сигналу та взаємної кореляції сигналів , також виведення їх графіків відповідно.