НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки

Лабораторна робота №1.1
з дисципліни
“Інтелектуальні вбудовані системи”
на тему
“ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ. АНАЛІЗ ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК”

Виконала:
студентка групи ІП-84
Романова Вікторія Андріївна
номер залікової книжки: 8418

Перевірив:
ас. кафедри ОТ
Регіда П. Г.

Київ 2021

Варіант № 18

n = 10 # Число гармонік в сигналі

w_max = 1500 # Гранична частота

N = 256 # Кількість дискретних відліків

Контрольні питання

1. Випадкові сигнали та процеси. Принципи генерації.

Найкращою моделлю сигналу є відповідна математична інтерпретація випадкового процесу. Випадковий сигнал або процес завжди представляється деякою функцією часу x(t), значення якої не можна передбачити з точністю засобів вимірювання або обчислень, які б кошти моделі ми не використовували.

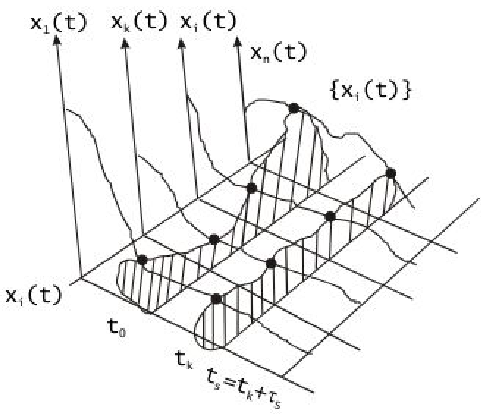
Для випадкового процесу його значення можна передбачити лише основні його характеристики: математичне сподівання $M_x(t)$, дисперсію $D_x(t)$, автокореляційну функцію $R_{xx}(t, \tau)$, $R_{xy}(t, \tau)$.

2. Методи та засоби обчислення параметрів випадкових сигналів в реальному часі.

Ці характеристики для випадкового нестаціонарного процесу теж є функціями часу, але вони детерміновані. Для оцінки цих характеристик використовуються СРЧ, які повинні обробити значну кількість інформації; для отримання їх при нестаціонарному процесі необхідно мати безліч реалізацій цього процесу. При наявності такого ансамблю реалізації можуть бути обчислені значення $M_x(t)$ та інші для кожного конкретного часу t_k .

Математичне сподівання $M_x(t)$ для конкретного часу t_k визначається першим початковим моментом, випадкової величини $x(t_k)$, яка називається перерізом випадкового процесу, її значення представлені у відповідному перерізі, усереднення проводиться по ансамблю:

$$M_x(t_k) = \lim_{N \to \infty} \cdot \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} x_i(t_k)$$



Аналогічним способом обчислюється і дисперсія $D_x(t)$, у якої конкретне t_k оцінюється 2-м центральним моментом у відповідності з $x(t_k)$.

3. Стаціонарні випадкові процеси.

Багато досліджуваних випадкових процесів та сигналів є стаціонарними, тобто вони з плином часу не згасають і не розгойдуються, тобто можна виділити x_{max} і x_{min} , що є детермінантами. Випадковий процес x(t) називається стаціонарним, якщо його основні характеристики $M_x(t)$, $D_x(t)$, $R_{xx}(t,\tau)$ не залежать від часу їх зміни.

4. Ергодичні випадкові процеси.

Якщо $R_{xx}(\tau) \to 0$, то це свідчить про те, що процес стаціонарний, має властивість ергодичності (інваріантності) або збереження енергії по відношенню до схеми обчислення його характеристик, тобто для стаціонарного сигналу можемо перейти при обчисленні характеристик від усереднення по ансамблю до усереднення за часом.

$$M_x = \lim_{N\to\infty} \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} x_i(t_k) = \lim_{n\to\infty} \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{n} x_i(t_k)$$

для $x(t_k)$ перетину (одного перетину) в межах $x_i(t)$ (однієї $i-той$ реалізації)

$$D_x = \lim_{N\to 0} \cdot \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} x_i(t_k) - M_x)^2 = \lim_{n\to\infty} \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{k=0}^{n} (x_i(t_k) - M_x)^2 \geq 0$$

в межах перетину $x(t_k)$ для однієї $x_i(t)$ реалізації

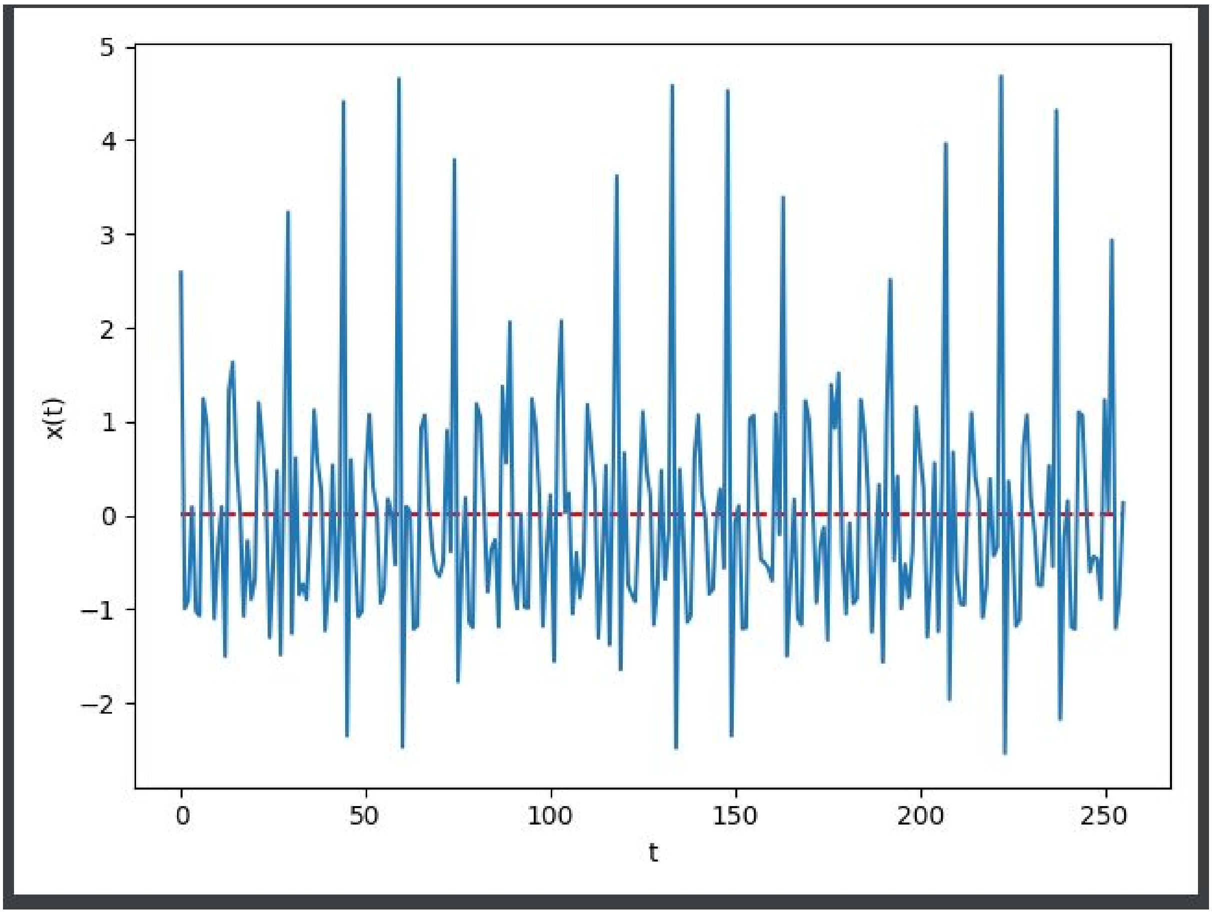
Лістинг коду

```
import math
import random
# import time

import matplotlib.pyplot as plt
```

```python
n = 10        # Число гармонік в сигналі
w_max = 1500  # Гранична частота
N = 256       # Кількість дискретних відліків

w0 = w_max / N


def generate(harmonics):
    x = [0] * N
    for h in range(harmonics):
        w = w0 * (h + 1)
        a = random.random()
        phi = random.random()
        for t in range(N):
            x[t] += a * math.sin(w * t + phi)
    return x


xt = generate(n)

# o = range(1, 1000, 10)
# times = []

# for i in o:
#     start = time.time()
#     generate(i)
#     times.append(time.time() - start)

M = [sum(xt)/N] * N

d = 0
```

```
for j in range(N):
    d += ((xt[j] - M[0]) ** 2)
D = d/(N - 1)

print(M[0], D)
plt.xlabel("t")
plt.ylabel("x(t)")
plt.plot(range(N), M, 'r--', range(N), xt)
# plt.ylabel("O(n)")
# plt.plot(o, times)
plt.show()
```

Результати виконання

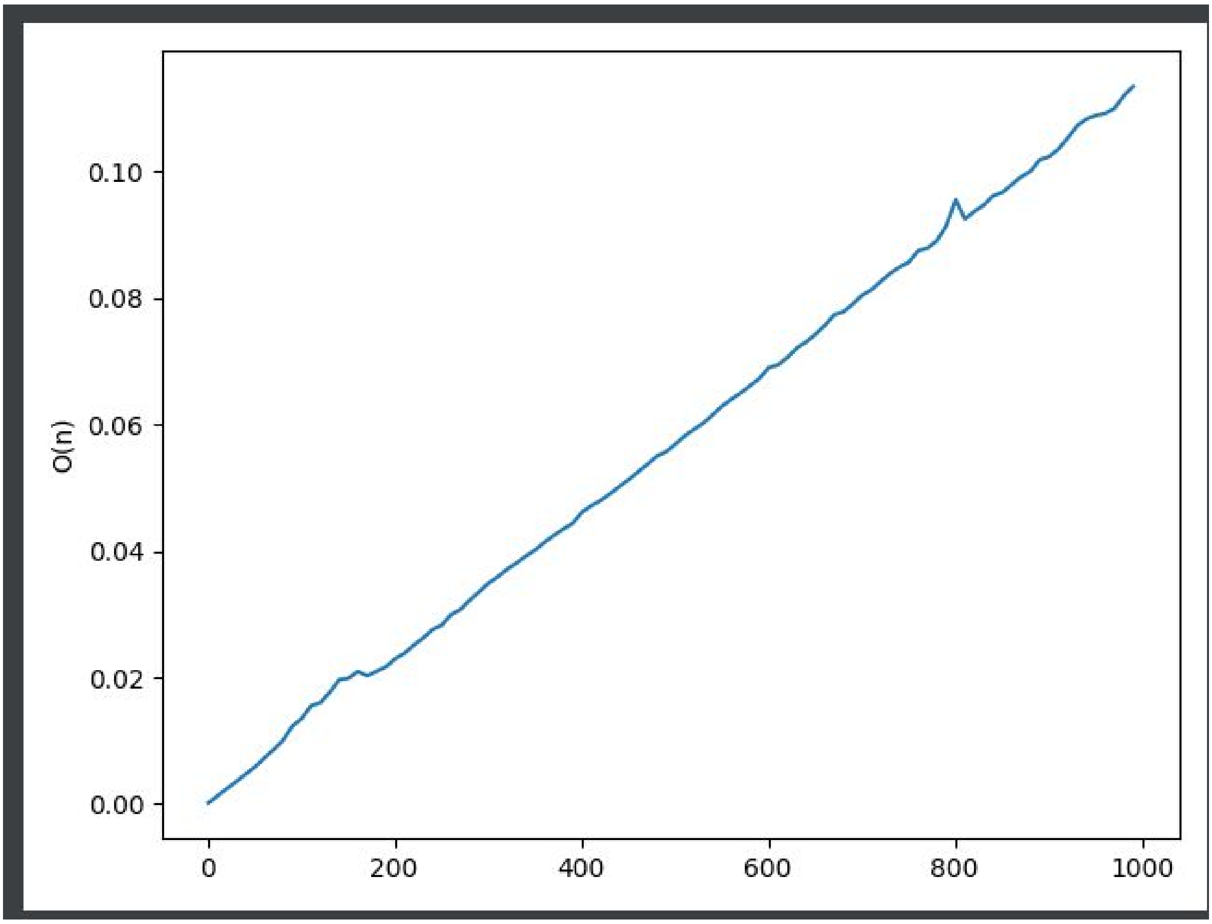


Мат. очікування та дисперсія:

```
print(M[0], D)
```

```
main
/home/vickeyr/PycharmProjects/lab11/venv/bin/python /home/vickeyr/PycharmProjects/lab11/main.py
-0.0011362597451420903 1.950922373019024
```

Обчислювальна складність для різної кількості гармонік в сигналі:



Висновок

Було проведено ознайомлення з принципами генерації випадкових сигналів, вивчення та дослідження їх основних параметрів з використанням засобів моделювання і сучасних програмних оболонок.