МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ   
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”



**СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ І СИНТЕЗ ПЕРІОДИЧНОГО СИГНАЛУ**

Звіт до лабораторної роботи №1 з курсу “Теорія інформації та кодування”

Варіант 31

Виконав:  
ст. гр. ІР-21

Касараба Володимир  
  
Прийняв:  
Стахів Р. І.

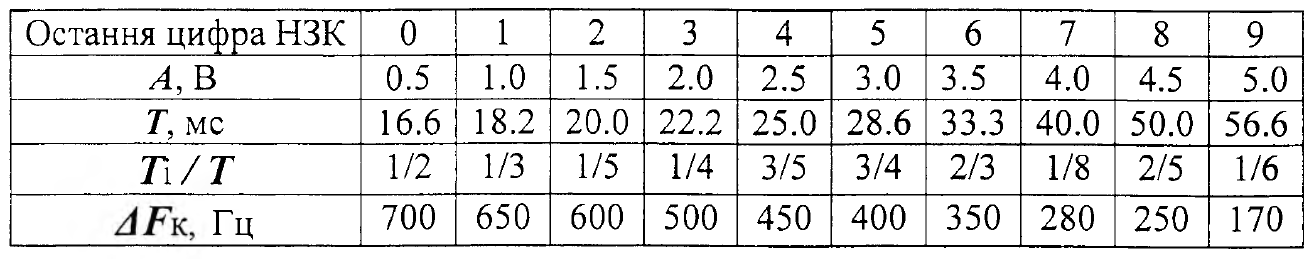
Львів – 2021

**Мета роботи**: вивчення методів спектрального аналізу і синтезу періодичних сигналів з використанням тригонометричних рядів Фур’є.

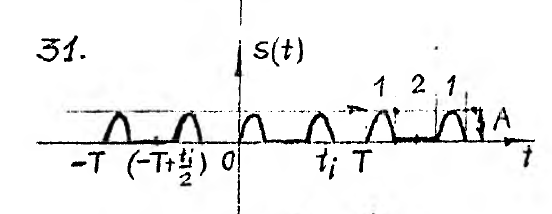
**Завдання**

**1. Визначення спектру періодичного сигналу**

Знайти аналітичний вираз для частотного спектру амплітуд та частотного спектру фаз заданого періодичного сигналу (табл. 1 та 2). Отримані спектри показати графічно у вигляді спектральних ліній, висоти яких пропорційні до модулів амплітуд та початкових фаз гармонік. Визначити похибку спектрального представлення середньої потужності сигналу, якщо спектр обмежено шириною частотної смуги пропускання каналу зв’язку.

****

|  |  |
| --- | --- |
| Остання цифра НЗК | 1 |
| А, В | 1.0 |
| Т, мс | 18.2 |
| Ті / T | 1/3 |
|  | 650 |



**Спектр обчислюємо за перетворенням Фур’є**

**Сигнал – ні парна, ні непарна функція.**

**Знаходити відповідні визначені інтеграли будемо за допомогою програми на мові програмування Python:**

import math as m  
  
T = 0.0182  
ti = 0.006067  
U = 1  
w = 345.05  
  
  
def calculate\_integral(bottom, top, func, n=100):  
 integral = 0  
 h = (bottom - top) / n  
 t = top  
  
 for i in range(n):  
 integral += func(t + (h / 2))  
 t += h  
  
 integral = integral \* h  
 return -integral  
  
a0 = (2/T) \* calculate\_integral(0, ti/4, lambda t: abs(U\*m.sin((4/ti)\*m.pi\*t))) + (2/T) \*calculate\_integral(3\*ti/4, ti, lambda t: abs(U\*m.sin((4/ti)\*m.pi\*t)))  
print('a0 = ', round(a0, 2))  
  
for k in range(1, 21):  
 ak = (2/T) \* calculate\_integral(0, ti/4, lambda t: abs(U\*m.sin((4/ti)\*m.pi\*t))\*m.cos(k\*w\*t)) + (2/T) \* calculate\_integral(3\*ti/4, ti, lambda t: abs(U\*m.sin((4/ti)\*m.pi\*t))\*m.cos(k\*w\*t))  
 bk = (2/T) \* calculate\_integral(0, ti/4, lambda t: abs(U\*m.sin((4/ti)\*m.pi\*t))\*m.sin(k\*w\*t)) + (2/T) \* calculate\_integral(3\*ti/4, ti, lambda t: abs(U\*m.sin((4/ti)\*m.pi\*t))\*m.sin(k\*w\*t))  
 ck = m.sqrt(ak\*\*2 + bk\*\*2)  
 f = m.atan(bk/ak)

print(f'\ta{k} = {round(ak, 3)}', f'\tb{k} = {round(bk, 3)}', f'\tc{k} = {round(ck, 3)}', f'\tf{k} = {round(f, 3)}',)

**Знайдемо коефіцієнти тригонометричного ряду:**

– постійна складова.

**Коефіцієнт при косинусах:**

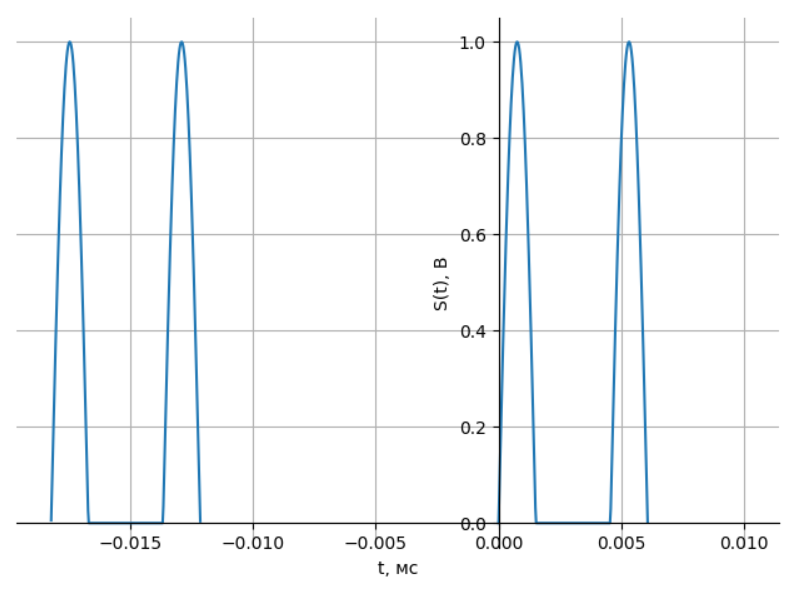
**Коефіцієнт при синусах:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **K** | **Ak** | **Bk** |  | **Ψk** |
| 1 | 0.075 | 0.129 | 0.149 | 1.047 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | -1.048 |
| 3 | 0.141 | 0 | 0.141 | -0.001 |
| 4 | 0.096 | 0.165 | 0.191 | 1.045 |
| 5 | -0.063 | 0.11 | 0.127 | -1.05 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | -0.003 |
| 7 | 0.054 | 0.093 | 0.107 | 1.044 |
| 8 | -0.068 | 0.118 | 0.136 | -1.051 |
| 9 | -0.085 | 0 | 0.085 | -0.004 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 1.042 |
| 11 | -0.03 | 0.053 | 0.061 | -1.053 |
| 12 | -0.071 | 0 | 0.071 | -0.006 |
| 13 | -0.02 | -0.034 | 0.039 | 1.041 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | -1.054 |
| 15 | -0.02 | 0 | 0.02 | -0.007 |
| 16 | -0.009 | -0.015 | 0.017 | 1.039 |
| 17 | 0.003 | -0.005 | 0.006 | -1.055 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | -0.009 |
| 19 | 0.002 | 0.004 | 0.004 | 1.038 |
| 20 | -0.005 | 0.009 | 0.01 | -1.057 |

Загальний вигляд ряду:

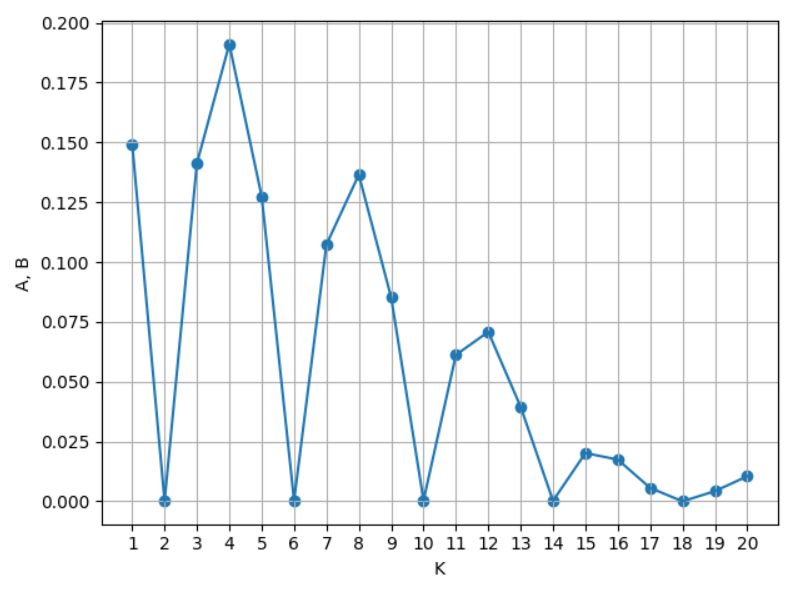
Ряд із відповідними коефіцієнтами:

**Відтворений рисунок**

****

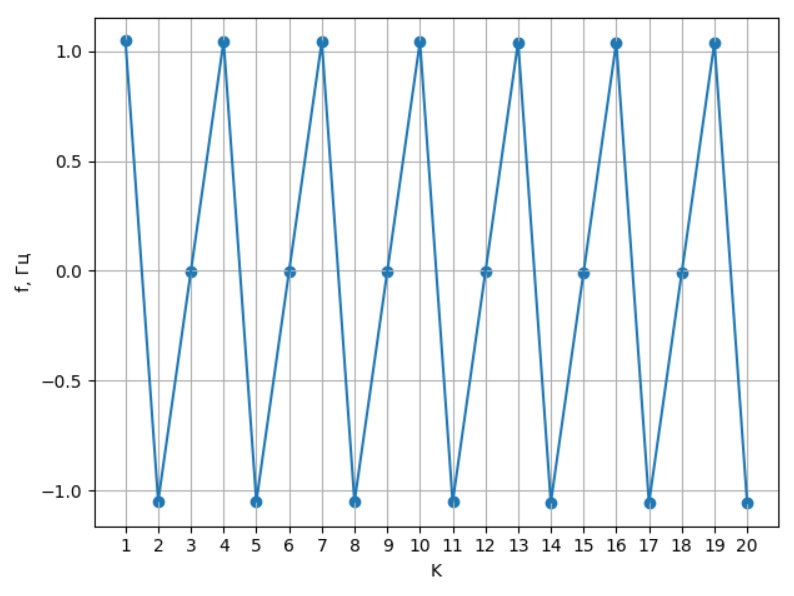
**Рис. 1**

**2. Спектр амплітуд**

****

**Рис. 2**

**3. Частотний спектр фаз**

****

**Рис. 3**

**Кількість гармонік:**

(гармонік)

**Потужність сигналу:**

**Визначаємо повну середню потужність сигналу:**

**Знаходимо абсолютну похибку представлення:**

**Відносна похибка представлення:**

**Висновок:**

На цій лабораторній роботі я вивчив методи спектрального аналізу і синтезу періодичних сигналів з використанням тригонометричних рядів Фур’є.Спочатку я знайшов аналітичний вираз для частотного спектру амплітуд та частотного спектру фаз заданого у моєму варіанті періодичного сигналу. По графіку я визначив, що мій сигнал сигнал – ні парна, ні непарна функція**.** Для обчислення інтегралів при обрахунку коефіціїнтів ряду Фур’є я використав програмий код, написаний на мові програмування Python. Всі отримані дані я заніс у таблицю. Наступним кроком я записав загальний вигляд ряду, та ряд з відповідними коефіцієнтми. Отримані спектри я показав графічно у вигляді спектральних ліній, висоти яких пропорційні до модулів амплітуд та початкових фаз гармонік. Після цього я знайшов кількість гармонік — 12 у моєму випадку — та обрахував потужність сигналу і повну середню потужність сигналу. На завершення я визначив похибку спектрального представлення середньої потужності сигналу, якщо спектр обмежено шириною частотної смуги пропускання каналу зв’язку.