**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА**

**ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП’ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ**

**ЗВІТ**

**по**

**Лабораторній роботі №1**

Виконав:

студент групи ІПС-31

факультету комп’ютерних наук

та кібернетики

Заболотний В’ячеслав Сергійович

Київ 2023

**Завдання**

1. Вивчити означення дискретного перетворення Фур’є і його властивості
2. Написати програму, яка б за допомогою дискретного перетворення Фур’є визначала суттєві вклади частотза спостереженнями і вивести його графік. Спостереження записані у файлі що додається.
3. Зробити аналіз функції модуля перетворення Фур’є дискретної послідовності і вивесті його графік. Вивести знайдені значення
4. Оформити в друкованій формі звіт про виконання роботи, в якому викласти результати проведених обчислень.
5. **Дані**

1 7.1401 12.6749 17.0586 19.8581 20.7952 19.7744 16.8912 12.4239 6.8056 0.582 -5.6419 -11.261 -15.7297 -18.6148 -19.6382 -18.7041 -15.9083 -11.5288 -5.9988 0.136 6.2707 11.8002 16.1789 18.9736 19.9063 18.8811 15.9939 11.5228 5.9009 -0.326 -6.553 -12.175 -16.6463 -19.5337 -20.5592 -19.627 -16.8328 -12.4548 -6.9259 -0.792 5.342 10.8711 15.2496 18.0443 18.9772 17.9526 15.0662 10.5961 4.9754 -1.25 -7.4752 -13.0953 -17.5644 -20.4494 -21.4722 -20.5371 -17.7398 -13.3583 -7.8258 -1.688 4.4501 9.9836 14.3666 17.1662 18.1043 17.0849 14.2041 9.7398 4.1252 -2.094 -8.3127 -13.926 -18.3881 -21.2659 -22.2813 -21.3384 -18.5331 -14.1434 -8.6025 -2.456 3.691 9.2336 13.6261 16.4353 17.3833 16.374 13.5035 9.0498 3.4461 -2.762 -8.9694 -14.5711 -19.0214 -21.8872 -22.8903 -21.9349 -19.1168 -14.7141 -9.1599 -3 3.1607 8.7173 13.124 15.9477 16.9102 15.916 13.0606 8.6223 3.0342 -3.158 -9.3493 -14.9346 -19.3683 -22.2172 -23.2033 -22.2305 -19.3949 -14.9744 -9.4022 -3.224 2.9553 8.5306 12.9563 15.7992 16.7813 15.8067 12.9713 8.5532 2.9855 -3.186 -9.3564 -14.9206 -19.3329 -22.1601 -23.1243 -22.1294 -19.2714 -14.8284 -9.2333 -3.032 3.1706 8.7695 13.219 16.0859 17.0923 16.1422 13.3316 8.9385 3.396 -2.75 -8.8946 -14.4329 -18.819 -21.6198 -22.5573 -21.5355 -18.6504 -14.1799 -8.5572 -2.328 3.9027 9.53 14.008 16.9038 17.9393 17.0185 14.2375 9.8742 4.3618 -1.754 -7.8681 -13.3756 -17.7307 -20.5003 -21.4063 -20.3528 -17.4357 -12.933 -7.2779 -1.016 5.2476 10.908 15.4195 18.3489 19.4183 18.5316 15.7849 11.4562 5.9787 -0.102 -6.1808 -11.6527 -15.972 -18.7056 -19.5753 -18.4853 -15.5314 -10.9917 -5.2993 1 7.3013 12.9997 17.5494 20.5173 21.6252 20.7776 18.07 13.7807 8.3428 2.302 -3.7367 -9.1682 -13.4469 -16.1396 -16.9683 -15.8369 -12.8415 -8.26 -2.5256 3.816 10.1599 15.901 20.4937 23.5048 24.6563 23.8523 21.1887 16.9436 11.5501 5.554 -0.43976 -5.8262 -10.0595 -12.7065 -13.4893 -12.3118 -9.27 -4.642 1.1393 7.528 13.9192 19.7079 24.3484 27.4075 28.6073 27.8518 25.237 21.0409 15.6966 9.75 3.806 -1.5305 -5.7136 -8.3102 -9.0423 -7.8139 -4.721 -0.041481 5.7914 12.232 18.6753 24.5164 29.2094 32.3214 33.5742 32.8721 30.3109 26.1686 20.8784 14.986 9.0965 3.8148 -0.31331 -2.8547 -3.5313 -2.2472 0.90173 5.6374 11.5267 18.024 24.5242 30.4224 35.1729 38.3425 39.6533 39.0092 36.5063 32.4226 27.1913 21.358 15.5278 10.3057 6.2374 3.756 3.1398 4.4843 7.694 12.4907 18.4413 25 31.5619 37.5221 42.3348 45.5669 46.9402 46.3592 43.9194 39.8991 34.7314 28.962 23.1959 18.0382 14.0345 11.618 11.0667 12.4767 15.7519 20.6144 26.631 33.256 39.8845 45.9114 50.7911 54.0904 55.5313 55.0179 52.6461 48.694 43.5947 37.894 32.1968 27.1082 23.1739 20.8271 20.3457 21.8258 25.1714 30.1044 36.1919 42.888 49.5878 55.6863 60.6378 64.0091 65.5223 65.0814 62.7824 58.9033 53.8772 48.25 42.6266 37.6119 33.7518 31.4794 31.0727 32.6277 36.0484 41.0569 47.22 53.992 60.7679 66.9428 71.9708 75.419 77.0092 76.6457 74.4243 70.623 65.675 60.126 54.5811 49.6452 45.8641 43.6709 43.3438 44.9784 48.4791 53.5678 59.8113 66.664 73.5208 79.7768 84.8863 88.4161 90.0882 89.8068 87.6677 83.949 79.0839 73.618 68.1564 63.3041 59.6068 57.4976 57.2548 58.9739 62.5594 67.7331 74.0619 81 87.9425 94.2845 99.4802 103.0965 104.8552 104.6608 102.6088 98.9775 94.2 88.822 83.4485 78.6846 75.0759 73.0556 72.9018 74.7103 78.3853 83.6488 90.0676 97.096 104.1291 110.5618 115.8485 119.556 121.4063 121.3035 119.3435 115.8044 111.1193 105.834 100.5534 95.8826 92.3673 90.4407 90.3807 92.2834 96.0528 101.4108 107.9245 115.048 122.1764 128.7047 134.0872 137.8907 139.8372 139.831 137.9678 134.5257 129.9378 124.75 119.5672 114.9943 111.5772 109.749 109.7877 111.7893 115.6578 121.1153 127.7286 134.952 142.1805 148.8092 154.2922 158.1966 160.2443 160.3393 158.5777 155.2374 150.7516 145.666 140.5857 136.1156 132.8015 131.0765 131.2188 133.324 137.2965 142.8582 149.5759 156.904 164.2374 170.9712 176.5597 180.5697 182.7232 182.9244 181.2691 178.0354 173.6565 168.678 163.705 159.3425 156.1362 154.5192 154.7698 156.9835 161.0648 166.7355 173.5625 181

**Теорія**

Дискретне перетворення Фур’є – це математичний метод виявлення гармонічних складових у дискретних сигналах. Це один з основних інструментів в області цифрової обробки сигналів.

Властивості ДПФ:

1. Симетрія
2. Лінійність. Якщо вхідна послідовність має ДПФ , а інша вхідна п-ть має ДПФ , то ДПФ суми цих послідовностей рівна
3. Зсув у часі

ДПФ визначається таким способом

Тут – комплексна одиниця, .

Задані інтервал спостереження , спостереження в дискретні моменти часу Спостереження подані вище. Потрібно визначити суттєві внески частот за спостереженнями (задача про приховану періодичність).

1. Знаходимо.
2. Для всіх визначаємо модуль перетворення Фур’є за спостереженнями
3. Визначаємо локальні максимуми модуля перетворення Фур’є .
4. Знаходимо частоти *.*

**Розв’язок:**

Спочатку будуємо графік функції

% Дані

data = load("f16.txt");

dataLength = length(data);

deltaF = 0.01;

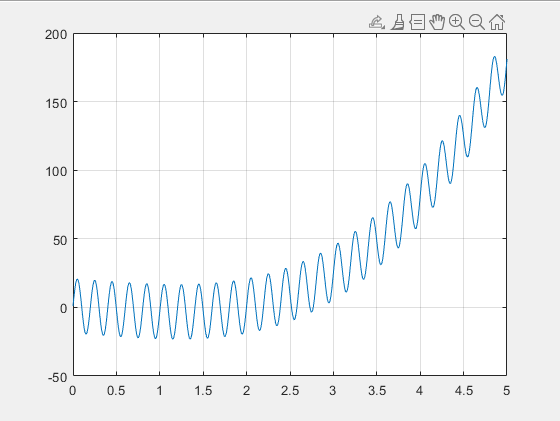
T = 5;

t = 0:deltaF:T;

% Графік спостережень

figure

plot(t,data), grid



Знаходимо

Будуємо графік перетворення Фур’є для показу екстремумів.

deltaF = 1/T;

dataLength = length(t);

plot(abs(fourierFunc)),grid

f = 0:deltaF:round(dataLength/2) \* deltaF;

Зображення, що містить текст, знімок екрана, ряд, Графік

Автоматично згенерований опис

Графік модуля перетворення Фур’є на першій половині вибірки де нижньою віссю будуть де

figure

plot(f,abs(fourierFunc(1:round(dataLength/2)+1)))

Зображення, що містить текст, Прямокутник, знімок екрана, ряд

Автоматично згенерований опис

Зображення, що містить знімок екрана, текст, дизайн

Автоматично згенерований опис

Локальний максимум при *f = 5*

Знаходимо за допомогою МНК.

Зображення, що містить текст, знімок екрана, Шрифт

Автоматично згенерований опис

Зображення, що містить текст, Графік, ряд, схема

Автоматично згенерований опис

Зображення, що містить текст, знімок екрана, Шрифт

Автоматично згенерований опис

Також deviation = 8.9492e-10 – дуже маленька похибка, тому можемо зробити висновок, що якість апроксимації є високим.  
  
**Код програми (MatLab):**

clear

% Дані

data = load("f7.txt");

dataLength = length(data);

deltaF = 0.01;

T = 5;

t = 0:deltaF:T;

% Графік спостережень

figure

plot(t,data), grid

% Дискретне перетворення Фур'є

fourierFunc = zeros(1,dataLength);

for m = 1:dataLength

for j = 1:dataLength

fourierFunc(m) = fourierFunc(m) + 1/dataLength\*data(j)\*exp(1)^(-1i\*2\*pi/dataLength\*m\*j);

end

end

figure

% delta f і графік перетворення Фур'є для показу екстремумів

deltaF = 1/T;

dataLength = length(t);

plot(abs(fourierFunc)),grid

f = 0:deltaF:round(dataLength/2) \* deltaF;

figure

plot(f,abs(fourierFunc(1:round(dataLength/2)+1)))

% Локальні максимуми і частоти

fourierFunc=abs(fourierFunc);

iterator = 0;

extr = zeros(2,1);

for j = 3:round(dataLength/2)-1

if(fourierFunc(j) > fourierFunc(j+1) && fourierFunc(j) > fourierFunc(j-1) && abs(fourierFunc(j)-fourierFunc(j+1)) > 1)

iterator = iterator + 1;

extr(iterator) = j\*deltaF

end

end

% Будуємо та розв'язуємо систему рівнянь, щоб знайти коефіцієнти при частотах

fSin = sin(2\*pi\*extr(1)\*t);

% Розв’язуємо за допомогою матричного методу

A = [sum(t.^6), sum(t.^5), sum(t.^4), sum(fSin.\*t.^3), sum(t.^3);

sum(t.^5), sum(t.^4), sum(t.^3), sum(fSin.\*t.^2), sum(t.^2);

sum(t.^4), sum(t.^3), sum(t.^2), sum(fSin.\*t), sum(t);

sum(fSin.\*t.^3), sum(fSin.\*t.^2), sum(fSin.\*t), sum(fSin.\*fSin), sum(dataLength\*fSin);

sum(t.^3), sum(t.^2), sum(t), sum(dataLength\*fSin), dataLength];

c = [sum(data.\*t.^3), sum(data.\*t.^2), sum(data.\*t), sum(data.\*fSin), sum(data)];

a = inv(A)\*c'

temp = a'

% Отримана апроксимуюча функція

aproxF = a(1).\*t.^3 + a(2).\*t.^2 + a(3).\*t + a(4).\*fSin +a(5);

% Графік апроксимуючої функції

figure

plot(t, aproxF), grid

% Середньоквадратична похибка

deviation = immse(data,aproxF)