Министерство образования и науки Российской Федерации

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

—

Институт компьютерных наук и технологий

**Кафедра «Программная инженерия»**

**Отчет**

**Лабораторная работа №3**

по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»

Выполнил

Студент группы

3530904/00103 Солодовников С.Ф.

Преподаватель Тутыгин В.С.

Санкт-Петербург

2022 г

**Вариант 7**

**Фильтр скользящего среднего**

# Цель

Требуется исследовать зависимость погрешности сигнала на выходе фильтра и коэффициент подавления шума от величины СКО шума на входе и от вида сигнала(синусоидальный), найти оптимальное значение полосы пропускания фильтра скользящего среднего. Сравнить эффективность фильтра скользящего среднего и оптимального фильтра Колмогорова-Винера.

# Программа работы

1. Определить зависимости погрешность синусоидального сигнала (5 периодов) на выходе фильтра от полосы пропускания фильтра скользящего среднего при нескольких (от 0.1 до 0.5) значениях СКО шума ξ на входе.
2. Для каждого значения СКО шума ξ найти оптимальное значение полосы пропускания фильтра , при котором погрешность сигнала на выходе фильтра минимальна =δ().
3. Построить график зависимости =f(ξ).
4. Определить зависимости погрешность синусоидального сигнала(5 периодов) на выходе оптимального фильтра Колмогорова-Винера при нескольких (от 0.1 до 0.5) значениях СКО шума ξ на входе.
5. Построить график зависимости δ =f(ξ) для оптимального фильтра Колмогорова-Винера.
6. Построить графики зависимости =f(ξ) для всех фильтров.

# Определить зависимости погрешность синусоидального сигнала (5 периодов) на выходе фильтра от полосы пропускания фильтра скользящего среднего при нескольких (от 0.1 до 0.5) значениях СКО шума ξ на входе.

|  |  |
| --- | --- |
| ξ | Ско на выходе |
| 0.1 | 3.66 |
| 0.3 | 11.27 |
| 0.5 | 18.3 |

## Для ξ = 0.1

Chart, histogram

Description automatically generated

|  |  |
| --- | --- |
| Ширина окна | Погрешность, % |
| 15 | 1.25 |
| 17 | 1.22 |
| 19 | 1.23 |

## Для ξ = 0.3

Chart, histogram

Description automatically generated

|  |  |
| --- | --- |
| Ширина окна | Погрешность, % |
| 29 | 2.96 |
| 31 | 2.93 |
| 33 | 2.94 |

## Для ξ = 0.5

Chart, line chart

Description automatically generated

|  |  |
| --- | --- |
| Ширина окна | Погрешность, % |
| 37 | 4.56 |
| 39 | 4.55 |
| 41 | 4.56 |

# Построить график зависимости =f(ξ).

|  |  |
| --- | --- |
| ξ |  |
| *0.1* | *1.22* |
| *0.3* | *2.93* |
| *0.5* | *4.55* |

Chart, line chart

Description automatically generated

# Определить зависимости погрешность синусоидального сигнала(5 периодов) на выходе оптимального фильтра Колмогорова-Винера при нескольких (от 0.1 до 0.5) значениях СКО шума ξ на входе

|  |  |
| --- | --- |
| ξ |  |
| *0.1* | *0.14* |
| *0.3* | *0.5724* |
| *0.5* | *1.1698* |

# Построить график зависимости δ =f(ξ) для оптимального фильтра Колмогорова-Винера.

Chart, line chart

Description automatically generated

# Построить графики зависимости =f(ξ) для всех фильтров.

# Вывод

Требуется исследовать зависимость погрешности сигнала на выходе фильтра и коэффициент подавления шума от величины СКО шума на входе и от вида сигнала(синусоидальный), найти оптимальное значение полосы пропускания фильтра скользящего среднего. Сравнить эффективность фильтра скользящего среднего и оптимального фильтра Колмогорова-Винера.

1. погрешность сигнала на выходе фильтра возрастает с увеличением величины шума СКО на входе
2. для фильтра скользящего среднего удалось установить оптимальную ширину окна сглаживания: 17, 31, 39 для ξ = {0.1 0.3 0.5} соответственно
3. оптимальный фильтр Колмогорова-Винера дает меньшую погрешность по сравнению с фильтром скользящего среднего для рассмотренного сигнала (синусоидальный с 5 периодами, N=1024) и СКО на входе в диапазоне (0.1; 0.5)

# Текст программы

## 

## %Фильтр медианный и скользящего среднего

%выбор одного из двух фильтров - в строках 23 и 24

clc;

A=1; %амплитуда сигнала

Q=0.5 ; %СКО шума

KP1=5;% - количество периодов первого сигнала

%KP2=15;% - количество периодов второго сигнала

N=1024;%количество точек расчета

w=77;%27;%ширина окна сглаживания

q=Q\*randn(1,N); %генерация одномерного массива шума с СКО=Q

for W=1 :2:w

H=(W+1)/2;%вычисление полуширины окна сглаживания

for k=1:N % генерация сигнала и шума

s(k) = A\*sin(2\*pi\*KP1\*k/N);

%x(k)=(2\*pi\*(((k-1-N/2))/N));%%%%%%%

%s(k)=x(k)\*exp(x(k));

% s(k)=exp(x(k)); %%%%%%%%

x(k)=s(k)+q(k); % суммирование сигнала и шума

end;

for i=1:N-W %сглаживание зашумленного сигнала

for j=1:W

z(j)=x(j+i-1);

end

%y(i-1+H)=median(z);%вычисление медианы в скользящем окне

y(i-1+H)=mean(z); %вычисление скользящего среднего

end

for i=H:N-H %H - половина ширины окна сглаживания +0.5

DZ(i)=s(i)-y(i);%уровень зашумления в сигнале после фильтра

end

DZ=DZ\*100/(max(s)-min(s));%полная погрешность в %

W

SKO\_total(W)=std(DZ)

DZ=0;

end

figure

i=1:2:w;

SKO = SKO\_total(i:2:w);

plot(i, SKO)

title('Погрешность отфильтрованного сигнала');

ylabel('Полная погрешность, %'); % подпись по оси Y

xlabel("ширина окна сглаживания")

T=table(i(:), SKO(:))

pause;

close all;

## %Фильтр Колмогорова-Винера

A=1; %амплитуда сигнала

Q=0.5; %СКО шума

N=1024;%количество точек расчета

kp1=5;%количество переиодов сигнала

clc;

q=Q\*randn(1,N);%генерация одномерного массива нормально распределенного %шума с СКО=Q

for k=1:N %цикл вычисления зашумленного сигнала

%s(k)=A\*exp(-0.0003\*(k-200)^2.0); %колоколообразный сигнал

s(k)=A\*sin(2\*pi\*kp1\*k/N);%гармонический сигнал

% s(k)=0; % сигнал прямоугольной формы

% if (k>100)&(k<300) % сигнал прямоугольной формы

% s(k)=A;

x(k)=s(k)+q(k); % суммирование сигнала и шума

end

figure

plot(x(1:N));

title('Зашумленный сигнал до фильтра');

axis tight;

Y=fft(x,N)/N; %БПФ сигнала с шумом

SS1=Y.\*conj(Y)/N; %спектр мощности

i=1:200;

figure

%plot(i,SS1(1:200));

semilogy(i,SS1(1:200)); %вывод спектра мощности сигнала с шумом

title('Частотный спектр сигнала с шумом');

Y=fft(s,N)/N; %БПФ сигнала без шума

SS1=Y.\*conj(Y)/N; %спектр мощности сигнала без шума

Y1=fft(q,N)/N; %БПФ шума

SS2=Y1.\*conj(Y1)/N; %спектр мощности шума

for i=1:N

H(i)=SS1(i)/(SS1(i)+SS2(i));%частотная характеристика оптимального фильтра

end

i=1:200;

figure

%plot(i,abs(H(1:200)));

semilogx(i,abs(H(1:200)));

%hold on

title('Частотная характеристика оптимального фильтра');

i=1:N;

XX1=fft(x,N); %частотный спектр сигнала с шумом

Z=ifft(XX1.\*H);%свертка зашумленного сигнала с частотной хар-кой фильтра

axis tight;

figure

plot(i,s(1:N)); %вывод незашумленного сигнала до фильтра сигнала

title('Незашумленный сигнал до фильтра');

axis tight;

figure

plot(i,Z(1:N)); %вывод отфильтрованного сигнала

title('Сигнал после свертки с част. хар-кой опт. фильтра');

axis tight;

i=1:N;

DZ(i)=Z(i)-s(i);

DZ1=DZ\*100/(max(s)-min(s));

SKO\_total=std(DZ1)

i=1:N;

figure

plot(i,DZ1(1:N)); %вывод погрешности отфильтрованного сигнала

title('Погрешность отфильтрованного сигнала');

ylabel('Полная погрешность, %'); % подпись по оси Y

axis tight;

pause;

close all; %закрытие всех окон графического вывода

clear;%очистка Workspace