

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК**  
до лабораторних робіт з дисципліни  
**«ЦИФРОВА ОБРОБКА СИНГАЛІВ»**  
для студентів денної та заочної форми навчання  
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Одеса 2022

**Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды и  
информатики**

**Задание  
на лабораторную работу**

**СИГНАЛЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

## Цель:

научиться осуществлять моделирование сигналов с заданными параметрами и оценивание их характеристик.

## Задание:

1. Провести моделирование сигналов  $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$ ,  $S_3(t)$ , с параметрами:

$A_1$	$A_2$	$f_1$	$f_2$
0.3	2	2	0.5

$$S_1(t) = A_1 * \sin(2\pi f_1 t);$$

$$S_2(t) = A_2 * \sin(2\pi f_2 t) + S_1(t);$$

$\xi(t)$  – нормальный белый шум

$$S_3(t) = S_2 + \xi(t);$$

2. Построить графики смоделированных сигналов. Моделирование нормального белого шума проводить при помощи функции  $randn()$ .
3. Построить гистограммы распределения значений белого шума и сигналов  $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$ ,  $S_3(t)$ .
4. Найти для всех сигналов  $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$ ,  $S_3(t)$  среднее, дисперсию, энергию, мощность.

## Ход работы

```
clc
clear
close all
tic

%-----
prom=10;    % 100, 1000
a1=0.3;
a2=2;
f1=2;
f2=0.5;
t=0:0.01:prom;
s1=a1*sin(2*pi*f1*t);
per=length(s1);
s2=(a2*sin(2*pi*f2*t))+s1;
ksi=randn(1,per);
s3=s2+ksi;
%-----
figure(1);
subplot(4,1,1); plot(t,s1); title('signal 1');
subplot(4,1,2); plot(t,s2); title('signal 2');
subplot(4,1,3); plot(t,ksi); title('belyi shum');
subplot(4,1,4); plot(t,s3); title('signal 3');
```

```

%-----
figure(2);
subplot(4,1,1); hist(s1,20); title('hist s1');
subplot(4,1,2); hist(s2); title('hist s2');
subplot(4,1,3); hist(ksi); title('hist belyi shum');
subplot(4,1,4); hist(s3,20); title('hist s3');
%-----
Sr1=0;
for i=1:prom
    Sr1=Sr1+s1(i);
end;
Sr1;
Sr1=Sr1/prom
%-----
d1=0;
for i=1:prom
    d1=d1+(s1(i)-Sr1)^2;
end;
d1=d1/prom
%-----
e1=0;
for i=1:prom
    e1=e1+s1(i)^2;
end;
e1
%-----
p1=e1/10

%-----
Sr2=0;
for i=1:prom
    Sr2=Sr2+s2(i);
end;
Sr2;
Sr2=Sr2/prom
%-----
d2=0;
for i=1:prom
    d2=d2+(s2(i)-Sr2)^2;
end;
d2=d2/prom
%-----
e2=0;
for i=1:prom
    e2=e2+s2(i)^2;
end;
e2
%-----
p2=e2/10

%-----

```

```
Sr3=0;
for i=1:prom
    Sr3=Sr3+s3(i);
end;
Sr3;
Sr3=Sr3/prom
%-----
d3=0;
for i=1:prom
    d3=d3+(s3(i)-Sr3)^2;
end;
d3=d3/prom
%-----
e3=0;
for i=1:prom
    e3=e3+s3(i)^2;
end;
e3
%-----
p3=e3/10
%-----

toc
```

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК, УПРАВЛЕНИЯ И  
АДМИНИСТРИРОВАНИЯ  
Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды и  
информатики**

**ОТЧЁТ  
о лабораторной работе**

**СИГНАЛЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

**Выполнил(а) студент(ка) группы К-41  
Иванов Пётр Сидорович**

---

**(подпись студента)**

**Проверил Перелыгин Б.В.**

<b>Оценка за подготовку к лабораторной работе</b>	<b>Оценка за выполнение лабораторной работы</b>	<b>Общая оценка</b>

**Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды и  
информатики**

**ЗАДАНИЕ**  
**на лабораторную работу**

**СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ**

**по дисциплине**  
**ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

### Цель:

научиться проводить гармонический анализ сигналов, оценивать качество спектрального анализа дискретизированного непрерывного сигнала, применять дискретное преобразование Фурье к неограниченному во времени сигналу и оценивать качество результата при разной длительности наблюдения

### Задание:

#### 1. Гармонический анализ сигналов.

Провести моделирование и построить график непрерывного сигнала  $S(t)=A * e^{-t/T} * \sin(2 * \pi * f * t)$ :

$A$	$T$ [с]	$f_c$ [с <sup>-1</sup> ]	$K$
3	3	1	2

Найти спектры сигнала  $S(t)$  (амплитудный, фазовый, действительный, мнимый, энергетический) и построить их графики.

Изменить амплитуду спектра (умножить на  $K$ ).

Выполнить обратное преобразование Фурье полученного спектра сигнала. Построить график восстановленного сигнала.

Сравнить исходный и восстановленный сигнал.

#### 2. Дискретизация сигналов.

Подобрав время наблюдения и период дискретизации сделать выборки непрерывного сигнала  $S(t)$  в дискретные моменты времени:

Время наблюдения, с	Число отсчетов, $N1$	Число отсчетов, $N2$
5	25	250
30	150	1500
80	400	4000

Найти указанные в п.1 спектры при разном числе отсчетов  $N1$  и  $N2$ . Провести анализ полученных результатов.

#### 3. Дискретное преобразование Фурье неограниченного во времени сигнала.

Гармоническое колебание  $S(t)=A * \sin(2\pi f t)$  (50 Гц) представлено отсчетами с частотой 500 Гц. Найти и построить амплитудный спектр данного сигнала при разном времени наблюдения (16 мс, 32 мс, 64 мс, 128 мс).



## Ход работы

```
clc
clear
close all
tic
%-----
tnab=20; % 1.....100      по п.2: сек  5    30    80
fc=1;
Tc=1/fc;
tdiskr=Tc/20 % 1.....100    делитель  по п.2:  5    50
Notsch=tnab/tdiskr
A=2;
K=3;
t=0:tdiskr:tnab;
s=A*exp(-t/(4*Tc)).*sin(2*pi*fc*t);
figure(1); plot(t,s); title('signal'); grid on;
%-----
F=fft(s);
F1=fftshift(F);
F2=abs(F);
F3=angle(F);
F4=real(F);
F5=imag(F);
F6=F.*conj(F)/(length(F));
figure(2);
subplot(3,3,1); plot(F, '-k'); grid on; title('FSpektr');
subplot(3,3,2); plot(1:length(F),F, '-r'); grid on;
title('FSpektr');
subplot(3,3,3); plot(F1, '-g'); grid on; title('FSpektr');
subplot(3,3,4); plot(1:length(F1),F1, '-r'); grid on;
title('FSpektr');
subplot(3,3,5); plot(fftshift(F2), '-g'); grid on;
title('AmplSpektr');
subplot(3,3,6); plot(fftshift(F3), '-b'); grid on;
title('FazovSpektr');
subplot(3,3,7); plot(fftshift(F4), '-k'); grid on;
title('DeystvSpektr');
subplot(3,3,8); plot(fftshift(F5), '-g'); grid on;
title('MnimySpektr');
subplot(3,3,9); plot(fftshift(F6), '-b'); grid on;
title('EnergSpektr');
%-----
FF=F*K;
S=ifft(FF);
```

```

figure(3); plot(t,S); title('ObrabotSignal');
%-----
tnab1=0.032;    % по п.3: мс  16    32    64    128
fc1=50;
Tc1=1/fc1
tdiskr1=Tc1/10
Notsch1=tnab1/tdiskr1
A1=1;
t1=0:tdiskr1:tnab1;
s1=A1*sin(2*pi*fc1*t1);
F10=fft(s1);
F20=abs(F10);
figure(4);
subplot(2,1,1); plot(t1,s1); title('signal'); grid on;
subplot(2,1,2); plot(fftshift(F20),'-b');
title('AmplitSpektr'); grid on;

toc

```

### По п.1

**Время наблюдения = 20 сек.      Делитель = 20**

### По п.2

- |                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| <b>а) Время наблюдения = 5 сек.</b>  | <b>Делитель = 5</b>  |
| <b>б) Время наблюдения = 5 сек.</b>  | <b>Делитель = 50</b> |
| <b>в) Время наблюдения = 30 сек.</b> | <b>Делитель = 5</b>  |
| <b>г) Время наблюдения = 30 сек.</b> | <b>Делитель = 50</b> |
| <b>д) Время наблюдения = 80 сек.</b> | <b>Делитель = 5</b>  |
| <b>е) Время наблюдения = 80 сек.</b> | <b>Делитель = 50</b> |

### По п.3

**16 мс, 32 мс, 64 мс, 128 мс**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК, УПРАВЛЕНИЯ И  
АДМИНИСТРИРОВАНИЯ  
Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды и  
информатики**

**ОТЧЁТ  
о лабораторной работе**

**СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ**

**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

**Выполнил(а) студент(ка) группы К-41  
Иванов Пётр Сидорович**

---

**(подпись студента)**

**Проверил Перелыгин Б.В.**

<b>Оценка за подготовку к лабораторной работе</b>	<b>Оценка за выполнение лабораторной работы</b>	<b>Общая оценка</b>

**Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды  
и информатики**

**ЗАДАНИЕ  
на лабораторную работу**

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ**

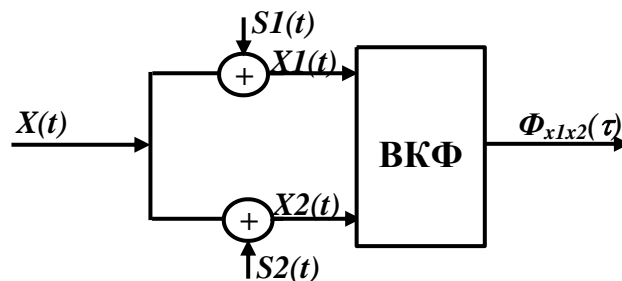
**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

### Цель:

научиться применять корреляционный анализ при цифровой обработке сигналов

### Задание:

1. Выполнить моделирование периодического сигнала и вычислить его автокорреляционную функцию (АКФ) и автоспектральную плотность мощности (АСПМ). Построить графики.
2. Вычислить АКФ сигнала  $X(t)$ , взаимную корреляционную функцию (ВКФ) и автоспектральную плотность двух сигналов, полученных в соответствии с приведенным рисунком и таблицей:



где:  $X(t)$  – смоделированный входной сигнал;  
 $S1(t), S2(t)$  – некоррелированные помехи, сформированные с использованием функции *random()*;  
 $X1(t), X2(t)$  – результирующие сигналы;  
 $\Phi_{x1x2}(\tau)$  – ВКФ;

$X(t)$	$S1(t)$		$S2(t)$	
	тип	парам.	тип	парам.
$A\cos(2\pi ft + \varphi)e^{t/T}$	<i>norm</i>	0	<i>exp</i>	0.3

Построить графики сигналов и функций.

3. Сделать выводы.

### Ход работы

```
close all;  
clear;  
clc;  
tic
```

```

%-----
x=0:0.01:10;
S=sin(x);
figure(1); plot(S);
%-----
len=length(S);
for i1=len:2*len
    a(i1-len+1)=0;
    S(i1+1)=0;
end;
for k1=1:len-1
    for i2=1:len
        akf(i2)=S(i2)*S(i2+k1);
        a(k1)=a(k1)+akf(i2);
    end;
    a(k1)=a(k1)/len;
end;
asd=fft(a);
asdf=abs(fftshift(asd));
figure(2);
subplot(2,1,1); plot(a);
subplot(2,1,2); plot(asdf);
%-----
f=1/5;
T=1/f;
fi=0.1;
for i3=1:len
    X(i3)=2*cos(2*pi*f*x(i3)+fi)*exp(x(i3)/T);
end;
%-----
FXX=xcorr(X,X);
figure(3);
subplot(2,1,1); plot(X);
subplot(2,1,2); plot(FXX);
%-----
S1=random('norm',0,0.3,1,len);
S2=random('exp',0.08,1,len);
X1=S1+X;
X2=S2+X;
figure(4);
subplot(2,2,1); plot(S1);
subplot(2,2,2); plot(S2);
subplot(2,2,3); plot(X1);
subplot(2,2,4); plot(X2);
%-----
FX1X2=xcorr(X1,X2);

```

```
ASD=fft (FX1X2) ;  
ASDF=abs (fftshift (ASD) ) ;  
figure (5) ;  
subplot (2,1,1) ; plot (FX1X2) ;  
subplot (2,1,2) ; plot (ASDF) ;  
  
toc
```

Периодический сигнал:

АКФ и автоспектральная плотность мощности:

Формируемый сигнал и его АКФ:

Шумы и зашумленный сигнал:

ВКФ и ее автоспектральная плотность мощности:

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК, УПРАВЛЕНИЯ И  
АДМИНИСТРИРОВАНИЯ  
Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды  
и информатики**

**ОТЧЁТ  
о лабораторной работе**

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ**

**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

**Выполнил(а) студент(ка) группы К-41  
Иванов Пётр Сидорович**

---

**(подпись студента)**

**Проверил Перельгин Б.В.**

<b>Оценка за подготовку к лабораторной работе</b>	<b>Оценка за выполнение лабораторной работы</b>	<b>Общая оценка</b>

**Одесса – 2022**



**Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды  
и информатики**

**ЗАДАНИЕ  
на лабораторную работу**

**ЦИФРОВАЯ ЛИНЕЙНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СИГНАЛОВ**

**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

## ЧАСТЬ 1. РАСЧЁТ И АНАЛИЗ ФУНКЦИИ ОКНА

### Цель:

научиться проводить расчет и анализ функции окна

### Задание:

#### 1. Функции окна

Согласно таблице сформировать и вывести на экран функцию окна для  $N$  отсчетов. Получить спектральную характеристику. Оценить частотные характеристики.

Прямоугольное окно
$N=27$

Вывести на экран окно Блекмана, Хемминга, треугольное. Получить их спектральные характеристики.

#### 2. Определить критерии окон.

### Ход работы

```
clear;
close all;
clc;
tic

%-----
N=27;
for k=1:N
    w(k)=1;
end;
for i=257:512
    f(i-256)=i;
end;
figure(1);
subplot(4,2,1); plot(w); title('pryamoug'); grid on;

wf=fft(w,512);
awf=abs(fftshift(wf));
for i=1:256
    awf1(i)=awf(i+256);
end;
subplot(4,2,2); semilogy(f,awf1); grid on;
```

```

%-----
for k=1:N
    w(k)=0.42-0.5*cos(2*pi*(k-1)/(N-1))+0.08*cos(4*pi*(k-1)/(N-1));
end;
subplot(4,2,3); plot(w); title('blackman'); grid on;

wf=fft(w,512);
awf=abs(fftshift(wf));
for i=1:256
    awf1(i)=awf(i+256);
end;
subplot(4,2,4); semilogy(f, awf1); grid on;

%-----
for k=1:N
    w(k)=0.54-0.46*cos(2*pi*(k-1)/(N-1));
end;
subplot(4,2,5); plot(w); title('hamming'); grid on;

wf=fft(w,512);
awf=abs(fftshift(wf));
for i=1:256
    awf1(i)=awf(i+256);
end;
subplot(4,2,6); semilogy(f, awf1); grid on;

%-----
for k=1:2:N
    if ((k>=1) & (k<=(N+1)/2)) w(k)=2*k/(N+1);
    elseif ((k>(N+1)/2) & (k<=N)) w(k)=2*(N-k+1)/N;
    end;
end;
for k=0:2:N
    if ((k>=1) & (k<=N/2)) w(k)=(2*k-1)/N;
    elseif ((k>(N/2+1)) & (k<=N)) w(k)=2*(N-k+1)/N;
    end;
end;
subplot(4,2,7); plot(w); title('triang'); grid on;

wf=fft(w,512);
awf=abs(fftshift(wf));
for i=1:256
    awf1(i)=awf(i+256);

```

```
end;  
subplot(4,2,8); semilogy(f, awf1); grid on;  
  
toc
```

Определим критерии:

– прямоугольного окна:

$$\alpha = \frac{\text{амплитуда наибольшего лепестка}}{\text{амплитуда основного лепестка}}$$

*максимальная погрешность дискретизации:*

$$b = \frac{\text{амплитуда ДПФ окна при } f = \frac{\Delta f}{2}}{\text{амплитуда ДПФ окна при } f = 0}$$

*ширина основного лепестка:*

$$c = \frac{\text{амплитуда при } f_0 = 0}{\text{амплитуда при } f_2} = 3 \text{ дБ}$$

– окна Блекмана

$$\alpha =$$
$$\beta =$$
$$c =$$

– окна Хемминга

$$\alpha =$$
$$\beta =$$
$$c =$$

– треугольного окна

$$\alpha =$$
$$\beta =$$
$$c =$$

## ЧАСТЬ 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ

### Цель:

научиться проводить расчет коэффициентов цифровых нерекурсивных фильтров и моделирование цифровых фильтров.

### Задание:

1. Рассчитать коэффициенты цифрового фильтра согласно таблице

Тип фильтра	Функция окна	Порядок фильтра	Частота выборки Гц ( $f_a$ )	Полоса частот Гц ( $f_g$ )
ПЧ	Хемминга	11	260	20-40

2. Используя стандартные функции СКМ, сформировать оконную функцию, рассчитать сглаживающие коэффициенты.
3. Построить амплитудно-частотные характеристики.
4. Сформировать соответствующий входной сигнал, с помощью которого можно проверить работу фильтра.
5. Промоделировать работу фильтра, привести графики.

### Ход работы

```
clear;
close all;
clc;
tic

%-----
fa=260;
fg1=20;
k=11;
a10=2*(fg1/fa);
a1(1:k)=sin((1:k)*2*pi*fg1/fa)./(pi*(1:k));
fg2=40;
a20=2*(fg2/fa);
a2(1:k)=sin((1:k)*2*fg2/fa*pi)./(pi*(1:k));
a=a2-a1;
a0=a20-a10;
w=0:2*pi:2*pi*99;
N=length(w);
G=0;
for i=1:k
    G1=a(i)*cos(i*w/fa);
    G=G+G1;
```

```

end;
G=a0+2*G;
d=30;
W=hamming(N+d);
Gx=G.*W(d+1:N+d)';
figure(1); plot(w,G,'k',w,Gx,'r'); grid on;
legend('Filtr','Okno'); xlabel('w'); ylabel('G(w)');
title('Amplitudno-chastotnye charakteristiki');
%-----
f1=10;
f2=30;
f3=50;
t=0:1/200:1;
k=length(t);
s1=sin(2*pi*f1*t);
s2=sin(2*pi*f2*t);
s3=sin(2*pi*f3*t);
s=s1+s2+s3;
figure(2);
subplot(4,1,1); plot(s1); xlabel('t'); ylabel('S1');
subplot(4,1,2); plot(s2); xlabel('t'); ylabel('S2');
subplot(4,1,3); plot(s3); xlabel('t'); ylabel('S3');
subplot(4,1,4); plot(s); xlabel('t'); ylabel('S(t)');
title('Signal');
%-----
Gs=abs(fftshift(fft(s)));
Vs=Gs(k/2:1:k-1);
figure(3); plot(Vs); xlabel('w'); ylabel('G(w)');
title('Amplitudno-chastotny spektr signala');
%-----
ps=Vs.*G;
figure(4); plot(ps); xlabel('w'); ylabel('G(w)');
title('Amplitudno-chastotny spektr signala posle
filtracii');
figure(5); plot(w,ifft(ps)); xlabel('t');
ylabel('S(t)');
title('Otfiltrovany signal');

toc

```

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК, УПРАВЛЕНИЯ И  
АДМИНИСТРИРОВАНИЯ  
Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды  
и информатики**

**ОТЧЁТ  
о лабораторной работе**

**ЦИФРОВАЯ ЛИНЕЙНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СИГНАЛОВ**

**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

**Выполнил(а) студент(ка) группы К-41  
Иванов Пётр Сидорович**

\_\_\_\_\_  
**(подпись студента)**

**Проверил Перельгин Б.В.**

<b>Оценка за подготовку к лабораторной работе</b>	<b>Оценка за выполнение лабораторной работы</b>	<b>Общая оценка</b>

**Одесса – 2022**

**Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды  
и информатики**

**ЗАДАНИЕ  
на лабораторную работу**

**ДИСКРЕТНОЕ КОСИНУСНОЕ И ВЕЙВЛЕТНОЕ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ**

**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**



## ЧАСТЬ 1. ДИСКРЕТНОЕ КОСИНУСНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

### Цель:

научиться осуществлять обработку данных с применением дискретного косинусного преобразования.

### Задание:

1. Выполнить дискретное косинусное преобразование изображения и визуализировать его коэффициенты.
2. Провести низкочастотную и высокочастотную фильтрацию изображения и визуализировать результаты фильтрации.
3. Выполнить восстановление изображения после фильтрации и визуализировать результаты.
4. Провести сокращение коэффициентов ДКП с применением пороговой обработки, визуализировать результаты.

### Ход работы

```
clc
clear
close all
tic

I=imread('Elen.gif');%загрузка картинки в рабочую
область Matlab
% I=imread('Barbara.bmp');%загрузка картинки в рабочую
область Matlab
I = im2double(I);
T = dctmtx(8);%матрица значений ДКП для вычисления
ДКПреобразования
%Разбиение изображения на не перекрывающиеся блоки 8x8,
%для последующего вычисления 2-Д ДКП последовательно
блок за блоком
B = blkproc(I(:, :, 1), [8 8], 'P1*x*P2', T, T');%Коэффициенты
ДКП
S=size(B)
%Визуализация коэффициентов ДКП раскрашенных
псевдоцветами
figure, imshow(log(abs(B+0.00001)), []),
colormap(jet(64)), colorbar
```

```

%маски для сокращения коэффициентов ДКП
mask = [1  1  1  1  1  1  1  1
        1  1  1  1  0  0  0  0
        1  1  1  0  0  0  0  0
        1  1  0  0  0  0  0  0
        1  0  0  0  0  0  0  0
        1  0  0  0  0  0  0  0
        1  0  0  0  0  0  0  0
        1  0  0  0  0  0  0  0];

%маски для выделения ВЧ-составляющих коэффициентов ДКП
mask1 = [0  0  1  1  1  1  1  1
         0  1  1  1  0  0  0  0
         1  1  1  0  0  0  0  0
         1  1  0  0  0  0  0  0
         1  0  0  0  0  0  0  0
         1  0  0  0  0  0  0  0
         1  0  0  0  0  0  0  0
         1  0  0  0  0  0  0  0];

%Умножение на маску
B2 = blkproc(B,[8 8],'P1.*x',mask);
BV = blkproc(B,[8 8],'P1.*x',mask1);
%Визуализация коэффициентов ДКП раскрашенных
псевдоцветами
figure, imshow(log(abs(B2+0.00001)),[]),
colormap(jet(64)), colorbar
%Разбиение изображения коэффициентов ДКП на не
перекрывающиеся блоки 8x8,
% для последующего вычисления 2-Д обратного ДКП
% последовательно блок за блоком
I2 = blkproc(B2,[8 8],'P1*x*P2',T',T);
figure,imshow(I),title('original'), %Исходное
изображение
figure, imshow(I2),title('DCT'),%Результат прямого и
%обратного ДКП изображения
IV = blkproc(BV,[8 8],'P1*x*P2',T',T);
figure, imshow(IV,[]),title('DCT HQ'),%Результат
прямого и
%обратного ДКП изображения
%Сокращение коэффициентов ДКП с использованием пороговой
обработки
D=B*250; D(abs(D)<20)=0;
%2-Д обратного ДКП
ID2 = blkproc(D/250,[8 8],'P1*x*P2',T',T);
figure, imshow(ID2), title('DCT porog'),

```

```
% Отображение коэффициентов ДКП блока 8x8 усредненных по
всему изображению
P=prod(size(B))
M=[];
for k=0:S(1)-1;
    M(mod(k,8)+1, :, fix(k/8)+1) = B(mod(k,8)+1, :);
end
B_3=reshape(M, [8 8 P/64]);
BS = mean(B_3,3);
LBS=20*log10(abs(BS));
figure, surf(BS), grid on, title('DCT coefficients'),
figure, surf(LBS), grid on, title('DCT
LOGcoefficients'),

toc
```

## ЧАСТЬ 2. ДИСКРЕТНОЕ ВЕЙВЛЕТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

### Цель:

научиться осуществлять обработку данных с применением вейвлетного преобразования.

### Задание:

1. Выполнить двумерное вейвлетное преобразование изображения и визуализировать его коэффициенты.
2. Построить гистограммы распределения значений разных вейвлетных коэффициентов на разных уровнях разложения.
3. Осуществить сжатие изображения и отобразить вейвлетные коэффициенты после сжатия.
4. Провести реконструкцию изображения и визуализировать его.

### Ход работы

```
clc
close all
clear
tic

%Dискретное вейвлет преобразование изображений
I=imread('Elen.gif');%загрузка картинки в рабочую
область Matlab
I = im2double(I(:,:,1));
figure(1);imshow(I);title('original'); %Исходное
изображение
[C,S]=wavedec2(I,2,'db2');%коэффициенты ДВП 2-го уровня
figure(2); wave2gray(C,S,8);
title('coefic DWT'); %Визуализация коэффициентов ДВП,
%коэффициенты детализации увеличены в 8-раз

%Выделение коэффициентов ДВП для оценки закона
распределения с помощью
%гистограммы
ch2 = detcoef2 ('h', C, S , 2);
cv2 = detcoef2 ('v', C, S , 2);
cd2 = detcoef2 ('d', C, S , 2);
ch1 = detcoef2 ('h', C, S , 1);
cv1 = detcoef2 ('v', C, S , 1);
cd1 = detcoef2 ('d', C, S , 1);
ca2 = appcoef2 ( C, S , 'db2', 2);
figure(3);imshow(ca2,[]); title('approx coefic');
```

```

figure(4);imshow(ch2,[]); title('horiz coefic');
figure(5); %Гистограмма коэффициентов ДВП
subplot(3,3,1);hist(ca2(:),42);
subplot(3,3,2);hist(ch2(:),42); title('hist coefic');
subplot(3,3,3);hist(ch1(:),42);
subplot(3,3,4);hist(cv2(:),42);
subplot(3,3,5);hist(cd2(:),42);
subplot(3,3,7);hist(cv1(:),42);
subplot(3,3,9);hist(cd1(:),42);
% Вычисление порога ограничения для пороговой обработки
для каждого уровня
    alpha = 2;
    [thr,nh] = wdcbm2(C, S, alpha);
    ts=mean(thr(:)); %Усредненное значение порога
    N=size(S,1)-2;
    NC1=wthcoef2('t',C,S,1,ts,'h');%Выполняет ограничение
    %коэффициентов вейвлет на 1-м уровне
figure(6); wave2gray(NC1,S,8);
title('coefic DWT 1 porog'); %Визуализация
коэффициентов ДВП
%после пороговой обработки 1-го уровня
NC2=wthcoef2('t',NC1,S,2,ts,'h');%Выполняет ограничение
%коэффициентов вейвлет на 2-м уровне
figure(7); wave2gray(NC2,S,8);
title('coefic DWT 2 porog'); %Визуализация
коэффициентов ДВП
%после пороговой обработки 2-го уровня

%Вейвлет реконструкция коэффициентов ДВП после
пороговой обработки
I_rec = waverec2 (NC2, S, 'db2');
figure(8);imshow(I_rec);title('reonstruk');
SD=sparse(NC2);
nz_p=nnz(SD)/prod(size(SD))*8;%коэффициент сжатия,при
8-ми
%разрядном кодировании количество бит на отсчет

toc

```

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК, УПРАВЛЕНИЯ И  
АДМИНИСТРИРОВАНИЯ  
Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды  
и информатики**

**ОТЧЁТ  
о лабораторной работе**

**ДИСКРЕТНОЕ КОСИНУСНОЕ И ВЕЙВЛЕТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ**

**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

**Выполнил(а) студент(ка) группы К-41  
Иванов Пётр Сидорович**

---

**(подпись студента)**

**Проверил Перельгин Б.В.**

<b>Оценка за подготовку к лабораторной работе</b>	<b>Оценка за выполнение лабораторной работы</b>	<b>Общая оценка и подпись преподавателя</b>

**Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды  
и информатики**

**ЗАДАНИЕ  
на лабораторную работу**

**ОБРАБОТКА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ**

**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

## Цель:

научиться проводить спектральный анализ речевых сигналов

## Задание:

1. Для построения стандартных единых спектров речевых сигналов составить программу оконного преобразования Фурье.
2. Средствами операционной системы осуществить запись произнесённой вами стандартной фразы подлежащей дальнейшей обработке.
3. Воспользовавшись предоставленной базой данных в виде записей стандартной фразы разными студентами мужского и женского пола построить, при помощи написанной программы оконного преобразования Фурье, обобщённые спектры мужских и женских голосов.
4. На полученных обобщённых спектрах найти спектральные компоненты, характерные для мужских и женских голосов на низких и высоких частотах и принять их в качестве признаков.
5. Построить, при помощи написанной программы оконного преобразования Фурье, спектр собственного голоса и определить для него те же признаки, что в предыдущем пункте.
6. Выполнить сравнение значений соответствующих признаков для собственного голоса и голосов базы данных и сделать выводы.

## Ход работы

```
close all;
clear;
clc;
tic

% % ОКОННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ
% % postroenie odnomernogo amplitudnogo spectra Furie
% % na osnove okonnogo BPF
% % razmer odnomeermassiv dolgen prevyshat' razmer okno
% function y=winsf(odnomermassiv,okno)
% Ntochek=length(odnomermassiv);
% Nwagov=floor(Ntochek/okno);
% for k=1:Nwagov
%     for n=(okno*(k-1)+1):(okno*k)
%         masprom(n-(okno*(k-1)))=odnomermassiv(n);
%     end;
%     preobrmasprom=fft(masprom,okno);
%
spektrprom(k,:)=preobrmasprom.*conj(preobrmasprom)/okno
; % спектр на основе оконного преобразования Фурье
```



```

% end;
% for m=1:okno
%     y(m)=sum(spektrprom(:,m));
% end;
% y=y/(max(y));
%
% Фраза:    СЛЕДУЕТ РАЗЛИЧАТЬ ОБРАБОТКУ ИЗОБРАЖЕНИЙ
% ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ И
% ОБРАБОТКУ В УСТРОЙСТВАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Fdiskr=22050;
zoom=8;
okno=4096;
razm=okno/(2*zoom);
f=Fdiskr*(0:(razm-1))/okno;

% Построение обобщённого спектра класса МУЖЧИНЫ

Mfiles=dir('C:\Users\Ded\Desktop\ЦОС-
ОГЭКУ\ЛабРабЦОС\ЛабРаб6-ОбрабГолоса-
ЦОС\Golosa\ManGolosa\*.wav');
for k=1:length(Mfiles)
    fileNameM=['C:\Users\Ded\Desktop\ЦОС-
ОГЭКУ\ЛабРабЦОС\ЛабРаб6-ОбрабГолоса-
ЦОС\Golosa\ManGolosa\' Mfiles(k).name];
    M(k,:)=winsf(audioread(fileNameM),okno);
    %figure; plot(f,M(k,1:razm)); grid on;
title(Mfiles(k).name);
end;
for n=1:okno
    MSr(n)=sum(M(:,n));
end;
MSr=MSr/(max(MSr));
figure; plot(f,MSr(1:razm)); grid; title('Obobsenny
spektr M golosov');

% Построение обобщённого спектра класса ЖЕНЩИНЫ

Vfiles=dir('C:\Users\Ded\Desktop\ЦОС-
ОГЭКУ\ЛабРабЦОС\ЛабРаб6-ОбрабГолоса-
ЦОС\Golosa\VomanGolosa\*.wav');
for k=1:length(Vfiles)
    fileNameV=['C:\Users\Ded\Desktop\ЦОС-
ОГЭКУ\ЛабРабЦОС\ЛабРаб6-ОбрабГолоса-
ЦОС\Golosa\VomanGolosa\' Vfiles(k).name];

```

```

    V(k,:) = winsf(audioread(fileNameV), okno);
    %figure; plot(f, V(k, 1:razm)); grid on;
title(Vfiles(k).name);
end;
for n=1:okno
    VSr(n) = sum(V(:, n));
end;
VSr = VSr / (max(VSr));
figure; plot(f, VSr(1:razm)); grid; title('Obobsenny
spektr V golosov');

% ОПИСАНИЕ КЛАССОВ ОБЪЕКТОВ НА ЯЗЫКЕ ПРИЗНАКОВ

% Описание класса МУЖЧИНЫ на языке СПЕКТРАЛЬНЫХ
признаков

for k=1:length(Mfiles)
    kk=0;
    prM1(k)=0;
    for kkk=1:razm
        if f(kkk) >= 100 & f(kkk) <= 170
            kk=kk+1;
            prM1(k) = prM1(k) + M(k, kkk);
        end;
    end;
    prM1(k) = prM1(k) / kk; % 1
признак класса МУЖЧИНЫ

    kk=0;
    prM2(k)=0;
    for kkk=1:razm
        if f(kkk) >= 700 & f(kkk) <= 1000
            kk=kk+1;
            prM2(k) = prM2(k) + M(k, kkk);
        end;
    end;
    prM2(k) = prM2(k) / kk; % 2
признак класса МУЖЧИНЫ
end;

% figure; plot(prM1); grid; title('Raspredelenie 1
priznaka M golosov');
figure; hist(prM1); title('GICTOGR 1 PRIZNAKA M');
[NM1, XM1] = hist(prM1);
NM1 = NM1 / max(NM1);

```

```

% figure; plot(prM2); grid; title('Распределение 2
priznaka M golosov');
figure; hist(prM2); title('GICTOGR 2 PRIZNAKA M');
[NM2, XM2]=hist(prM2);
NM2=NM2/max(NM2);

% Описание класса ЖЕНЩИНЫ на языке СПЕКТРАЛЬНЫХ
признаков

for k=1:length(Vfiles)
    kk=0;
    prV1(k)=0;
    for kkk=1:razm
        if f(kkk)>=100&f(kkk)<=170
            kk=kk+1;
            prV1(k)=prV1(k)+V(k, kkk);
        end;
    end;
    prV1(k)=prV1(k)/kk; % 1
признак класса ЖЕНЩИНЫ

    kk=0;
    prV2(k)=0;
    for kkk=1:razm
        if f(kkk)>=700&f(kkk)<=1000
            kk=kk+1;
            prV2(k)=prV2(k)+V(k, kkk);
        end;
    end;
    prV2(k)=prV2(k)/kk; % 2
признак класса ЖЕНЩИНЫ
end;

% figure; plot(prV1); grid; title('Распределение 1
priznaka V golosov');
figure; hist(prV1); title('GICTOGR 1 PRIZNAKA V');
[NV1, XV1]=hist(prV1);
NV1=NV1/max(NV1);

% figure; plot(prV2); grid; title('Распределение 2
priznaka V golosov');
figure; hist(prV2); title('GICTOGR 2 PRIZNAKA V');
[NV2, XV2]=hist(prV2);
NV2=NV2/max(NV2);

```

```

% Совместные распределения спектральных признаков.
% Определение решающего порога

figure; plot(XM1,NM1,'k',XV1,NV1,'g'); grid on;
title('SOVMESTNOJE RASPREDELENIJE 1 PRIZNAKA');

figure; plot(XM2,NM2,'b',XV2,NV2,'m'); grid on;
title('SOVMESTNOJE RASPREDELENIJE 2 PRIZNAKA');

% ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРИЗНАКА ДЛЯ СОБСТВЕННОГО ГОЛОСА

sp=winsf(audioread('C:\Users\Ded\Desktop\ЦОС-
ОГЭКУ\ЛабРабЦОС\ЛабРаб6-ОбрабГолоса-
ЦОС\Golosa\ManGolosa\Вакum.wav'),окно);
kk=0;
fpr=0;
for k=1:razm
    if f(k)>=100&f(k)<=170
        kk=kk+1;
        fpr=fpr+sp(k);
    end;
end;
fpr=fpr/kk

% ПОСТРОЕНИЕ РЕШАЮЩЕГО ПРАВИЛА И РАСПОЗНАВАНИЕ

if fpr>0.05
    raspoznan='мужчина'
else
    raspoznan='женщина'
end;

toc

```

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК, УПРАВЛЕНИЯ И  
АДМИНИСТРИРОВАНИЯ  
Кафедра автоматизированных систем мониторинга окружающей среды  
и информатики**

**ОТЧЁТ  
о лабораторной работе**

**ОБРАБОТКА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ**

**по дисциплине  
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

**Выполнил(а) студент(ка) группы К-41  
Иванов Пётр Сидорович**

---

**(подпись студента)**

**Проверил Перельгин Б.В.**

<b>Оценка за подготовку к лабораторной работе</b>	<b>Оценка за выполнение лабораторной работы</b>	<b>Общая оценка и подпись преподавателя</b>

**Одесса – 2022**