

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(национальный исследовательский университет)  
Кафедра 410

---

**А.В. БРУХАНСКИЙ**

**Вейвлет анализ**

*Учебное пособие к лабораторной работе*

Москва  
МАИ  
2018

## Лабораторная работа № 5 «Вейвлет анализ»

В лабораторной работе, выполняемой в среде MATLAB, рассчитываются графики типовых вейвлетов и их спектров. Анализируются результаты разложения некоторых сигналов по базису вейвлетов Хаара, Добеши, симлетов и коифлетов. Изучаются функции пакета Wavelet Toolbox среды Matlab и визуальное средство вейвлет анализа сигналов и изображений wavemenu. Для выполнения лабораторной работы необходимо в среде MATLAB ввести тексты следующих скриптов, а затем проанализировать результаты их выполнения.

### 1. Анализ влияния масштабного коэффициента на форму спектра вейвлетов

```
1      % Вейвлеты и их спектр
2 -    clear all
3 -    dt = 0.05; a = 2;
4 -    t=-6.0001*a+dt:dt:6*a; ta=t/a;
5 -    wlp=(sin(2*pi*ta)-sin(pi*ta))./(pi*ta);
6 -    figure(1)
7 -    subplot(2,1,1)
8 -    plot(t,wlp,'linewidth',2);
9 -    xlim([-6, 6]);
10 -   grid on
11 -   legend('LP-wavelet')
12 -   xlabel('t, c')
13 -   title('Вейвлет Литтлвуда-Пэйли')
14 -   f=(1/dt)*(1:length(t)+2000)/(length(t)+2000);
15 -   Gw=abs(fft([wlp zeros(1,2000)]));
16 -   subplot(2,1,2);
17 -   plot(f(1:500),Gw(1:500),'linewidth',2)
18 -   grid on
19 -   xlabel('f, Гц')
20 -   title('Амплитудный спектр вейвлета')
21 -   % -----
22 -   dt=0.05;
23 -   t=-6*a:dt:6*a; ta = t/a;
24 -   mhat=(1-ta.^2).*exp(-ta.*ta/2);
25 -   figure(2)
26 -   subplot(2,1,1)
27 -   plot(t,mhat,'linewidth',2)
28 -   xlim([-6, 6]);
29 -   grid on
30 -   legend('MHAT-wavelet')
31 -   xlabel('t, c')
32 -   title('Вейвлет "мексиканская шляпа"')
```

```

33 – f=(1/dt)*(1:length(t)+2000)/(length(t)+2000);
34 – Gwm=abs(fft([mhat zeros(1,2000)]));
35 – subplot(2,1,2);
36 – plot(f(1:300),Gwm(1:300),'linewidth',2)
37 – grid on
38 – xlabel('f, Гц')
39 – title('Амплитудный спектр вейвлета')
40 – % -----
41 – figure(3)
42 – dt = 0.02;
43 – t=-3*a:dt:3*a; ta = t/a;
44 – n = 4;
45 – kn = (2*i)^n*factorial(n)/sqrt(pi*factorial(2*n));
46 – Paul= kn*(1-i*ta).^(-n-1);
47 – subplot(2,1,1);
48 – plot(t,real(Paul),'r',t,imag(Paul),'b','linewidth',2);
49 – xlim([-3, 3]);
50 – legend('Действит.', 'Мнимая')
51 – xlabel('t, с')
52 – title('Вейвлет Пауля')
53 – grid on
54 – f=(1/dt)*(1:length(t)+2000)/(length(t)+2000);
55 – Gwp=abs(fft([Paul zeros(1,2000)]));
56 – subplot(2,1,2);
57 – plot(f(1:300),Gwp(1:300),'linewidth',2)
58 – grid on
59 – xlabel('f, Гц')
60 – title('Амплудный спектр вейвлета')

```

## 2. Анализ вейвлетов Добеши

```

1 – % Вейвлеты Добеши dbN
2 – clear all
3 – figure(1)
4 – Type = 'db2'; % db1,db2,db3...db8
5 – It = 3; % Итерация
6 – [PHI,PSI,X] = wavefun(Type,It);
7 – subplot(4,1,1)
8 – stem(X,PHI,'r','MarkerSize',1,'linewidth',3)
9 – grid on
10 – title('Вейвлеты Добеши')
11 – legend(['Phi, ' Type ', It = ' num2str(It)])
12 – subplot(4,1,2);
13 – stem(X,PSI,'MarkerSize',1,'linewidth',3)
14 – legend(['Psi, ' Type ', It = ' num2str(It)])
15 – grid on
16 – It = 8; % Итерация
17 – [PHI,PSI,X] = wavefun(Type,It);

```

```

18 - subplot(4,1,3)
19 - stem(X,PHI,'r','MarkerSize',1,'linewidth',2)
20 - grid on
21 - legend(['Phi','Type','It=num2str(It)'])
22 - subplot(4,1,4);
23 - stem(X,PSI,'MarkerSize',1,'linewidth',2)
24 - legend(['Psi','Type','It=num2str(It)'])
25 - grid on

```

### 3. Вейвлет анализ сигналов из отрезков двух синусоид

```

1 % Вейвлет анализ сигнала из отрезков двух синусоид
2 clear
3 lb = -5; ub = 5; n = 1000;
4 [psi,x] = mexihat(lb,ub,n);
5 figure(1);
6 plot(x,psi);
7 grid on
8 title('Вейвлет "мексиканская шляпа"')
9 x=-4:0.01:4;
10 y=heaviside(-x).*sin(pi*4*x)+heaviside(x).*sin(pi*6*x);
11 h2 = figure(2);
12 cw1 = cwt(y,1:32,'mexh','scal');
13 h4=get(h2,'Children');
14 set(get(h4(2,1),'Title'),'String',...
15 'Скейлограмма последовательного объединения синусоид')
16 set(get(h4(3,1),'Title'),'String','Анализируемый сигнал')
17 y1=0.5*sin(pi*4*x)+0.5*sin(pi*6*x);
18 h3 = figure(3);
19 cw2 = cwt(y1,1:32,'mexh','scal');
20 h4=get(h3,'Children');
21 set(get(h4(2,1),'Title'),'String',...
22 'Скейлограмма суммы двух синусоид')
23 set(get(h4(3,1),'Title'),'String','Анализируемый сигнал')
24 figure(4)
25 plot(abs(fft(y)))
26 title('Спектр последовательного объединения синусоид')
27 figure(5)
28 plot(abs(fft(y1)))
29 title('Спектр суммы двух синусоид')

```

### 4. Вейвлет анализ сложных сигналов

```

1 % Вейвлет-анализ сигналов на базе вейвлетов sum2, Хаара, Добеши
2 clear all
3 % Фрактал фон Коха
4 load vonkoch
5 vonkoch=vonkoch(1:510);
6 %

```

```

7   % Речевой сигнал mtlb
8   % load mtlb
9   % vonkoch=mtlb(1001:1512)';
10  len=length(vonkoch);
11  % Вычисление дискретного вейвлет-преобразования (ДВП)
12  % Тип вейвлета - Type, уровней декомпозиции - N
13  % c - коэффициенты детализации, l - кол-во коэф. на всех уровнях
14  %Type = 'sym2'; % симлет sym2
15  %Type = 'haar'; % вейвлет Хаара
16  %Type = 'db4'; % вейвлет Добеши db4
17  Type = 'coif4'; % койфлет coif4
18  N = 8;
19  [c,l]=wavedec(vonkoch,N,Type);
20  cfd=zeros(N,len);
21  for k=1:N
22      d=detcoef(c,l,k);
23      d=d(ones(1,2^k),:);
24      cfd(k,:)=wkeep(d(:)',len);
25  end
26  cfd=cfd(:);
27  I=find(abs(cfd) <sqrt(eps));
28  cfd(I)=zeros(size(I));
29  cfd=reshape(cfd,N,len);
30  subplot(311); plot(vonkoch);
31  title(['Фрактал фон Коха. Вейвлет - ',Type]);
32  set(gca,'xlim',[0 510]);
33  % График ДВП
34  subplot(312);
35  % Нормировка графика к интервалу 0-255 отдельно по строкам
36  image(flipud(wcodemat(cfd,255,'row')));
37  colormap(pink(255));
38  set(gca,'yticklabel',[]);
39  title('Дискретное преобразование, абсолютные значения коэффициентов');
40  ylabel('Level');
41  % Вычисление непрерывного вейвлет-преобразования (НВП)
42  subplot(313);
43  ccfs=cwt(vonkoch,1:32,Type,'plot');
44  title('Непрерывное преобразование, абсолютные значения коэффициентов');
45  set(gca,'yticklabel',[]);
46  ylabel('Scale');

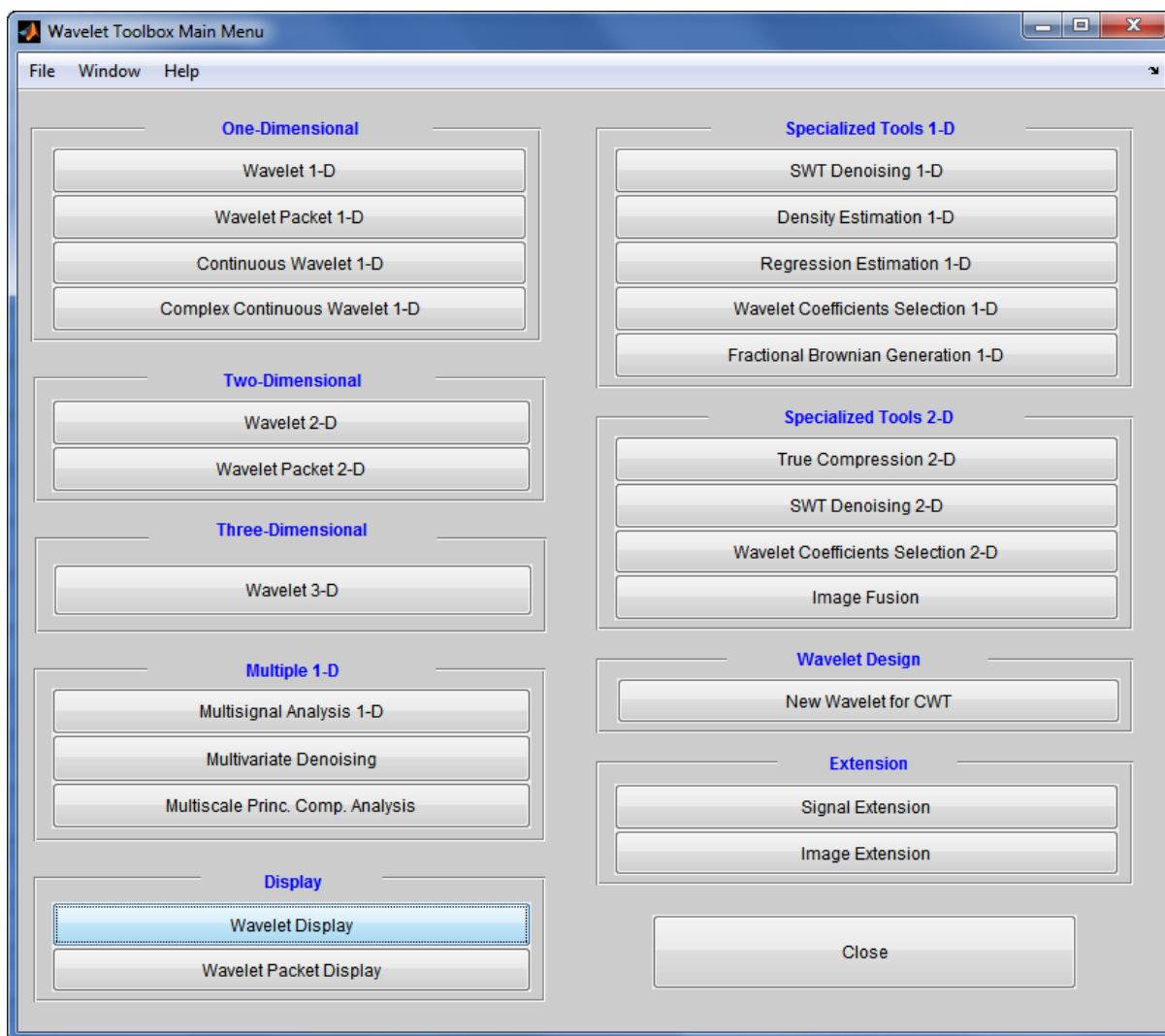
```

## 5. Некоторые функции пакета Wavelet Toolbox среды Matlab

**waveinfo** – информация о Вейвлетах:

- **waveinfo** – общая информация о всех вейвлетах пакета Wavelet Toolbox
- **waveinfo('wname')** – информация о конкретном семействе вейвлетов

**waveletAnalyzer**, (в старых версиях MATLAB - **wavemenu**) – графическое средство Wavelet Toolbox демонстрации вейвлетов, вейвлет-анализа, фильтрации и сжатия сигналов и изображений.



Отчет о проделанной работе должен содержать построенные графики и выводы по каждому пункту.

## Литература

1. Солонина А.И. и др. Основы цифровой обработки сигналов. 2-е изд. - ВНУ-СПб, 2005. -768 с.
2. Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразования: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 104 с.