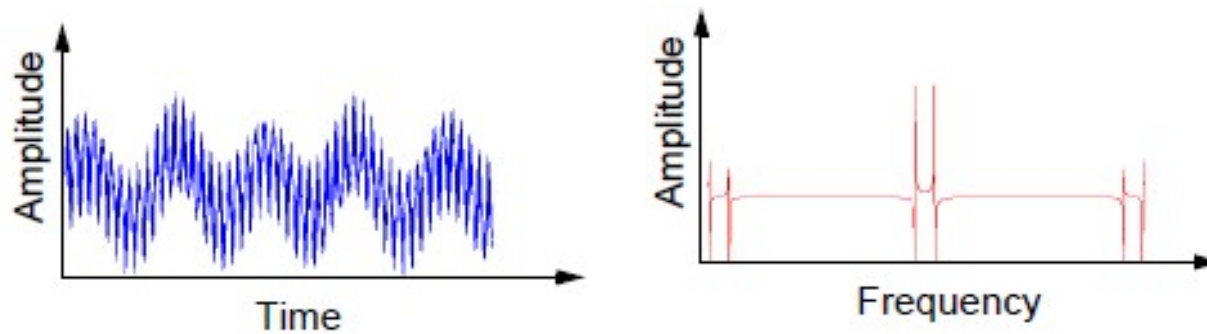
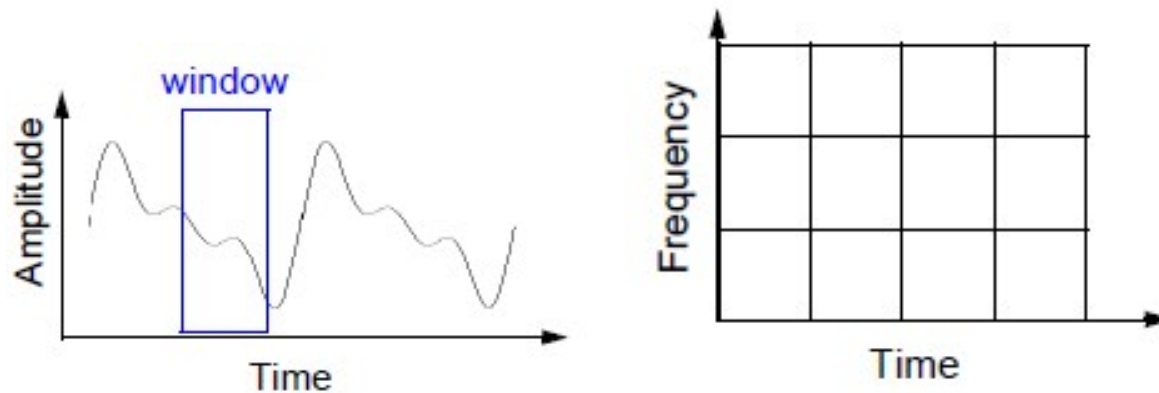


### ვეივლეტ (wavelet) გარდაქმნა

ფურიე გარდაქმნა აჩვენებს სიგნალის სპექტრს (სიხშირეებს), მაგრამ არა იმას თუ დროის რა მონაკვეთში დაიკვირვება ეს სიხშირე.



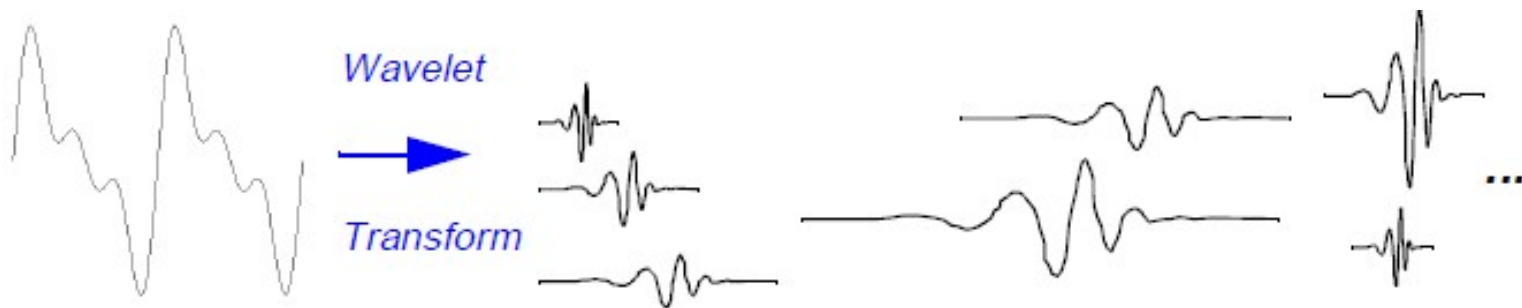
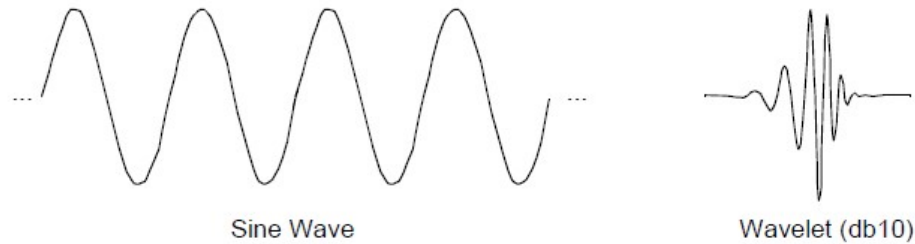
Gabor-ის გარდაქმნა: ფურიე ინტეგრალი მოკლე დროითი ინტერვალებისთვის: ფანჯრის ფუნქცია;



### ვეივლეტები

გაბორის იდეის განზოგადოება: ფანჯრის სიგრძე არაა ფიქსირებული და ვიყენებთ უწყვეტ გარდაქმნას.

ვეივლეტი: ტალღური ფუნქციის ტიპის საბაზისო ფუნქციების კრებული.



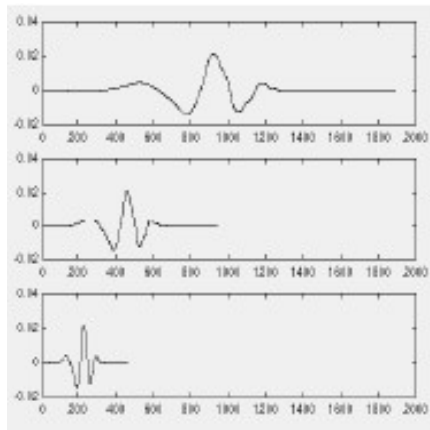
### უწყვეტი ვეივლეტ გარდაქმნა (WT)

scale ვეივლეტის მასშტაბი  
 position ვეივლეტის პოზიცია

$$C(scale, pos) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\Psi(scale, pos, t)dt$$

$$[W_\psi f](a, b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{\infty} \overline{\psi\left(\frac{x-b}{a}\right)} f(x)dx$$

მასშტაბი:



$$f(t) = \psi(t) \quad ; \quad a = 1$$

$$f(t) = \psi(2t) \quad ; \quad a = \frac{1}{2}$$

$$f(t) = \psi(4t) \quad ; \quad a = \frac{1}{4}$$

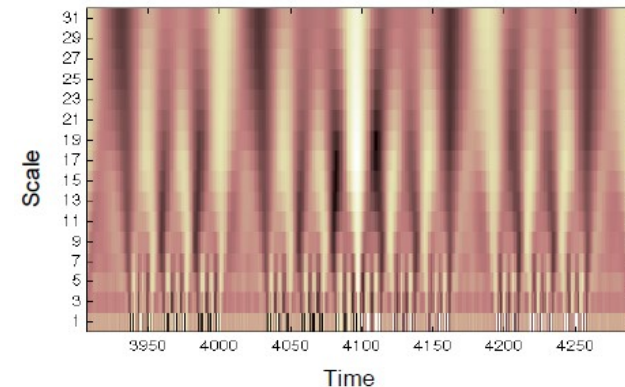
პოზიცია:



Wavelet function  $\psi(t)$

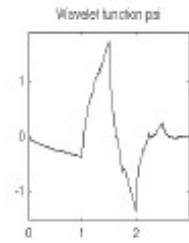


Shifted wavelet function  $\psi(t-k)$

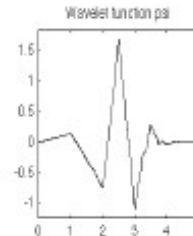


### Wavelet მაგალითი

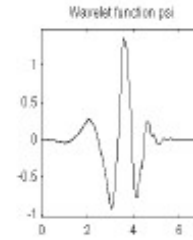
Daubechies wavelets (dbN)



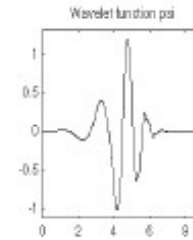
db2



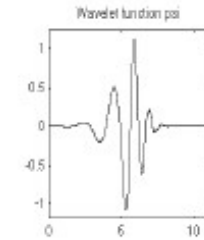
db3



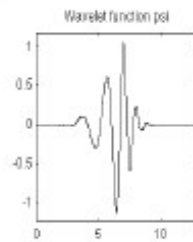
db4



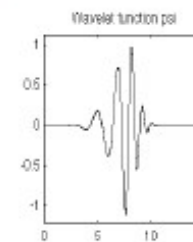
db5



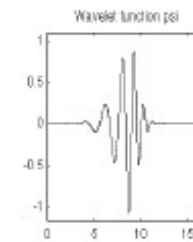
db6



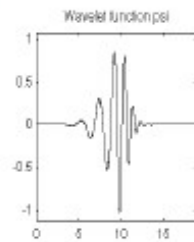
db7



db8

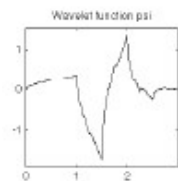


db9



db10

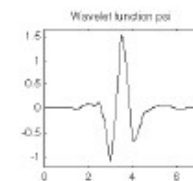
Symlets



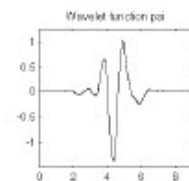
sym2



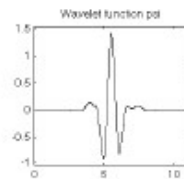
sym3



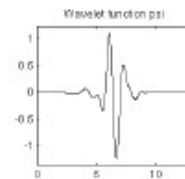
sym4



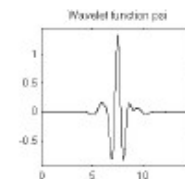
sym5



sym6



sym7

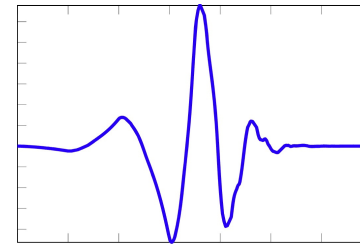


sym8

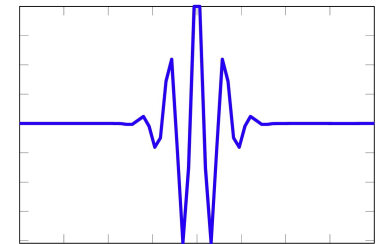
ვეივლეტის ტიპები:

ჰარმონიული/ოსცილაციური, იმპულსური, ორთოგონალური, სიმეტრიული,

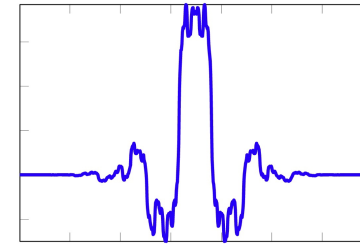
<b>Haar:</b>	მარტივი.
<b>Daubechies (dbN):</b>	ყველაზე პოპულარული
<b>Symlet (symN)</b>	Daubechies-ის სიმეტრიული ვერსია
<b>Coiflet (coifN)</b>	გლუვი რეკონსტრუქციისთვის.
<b>Biorthogonal (biorN)</b>	JPEG2000.
<b>Morlet</b>	დრო-სიხშირული ანალიზისათვის
<b>Mexican Hat</b>	პიკებისა ძიებისთვის.
<b>Meyer</b>	თეორიული ანალიზისთვის.



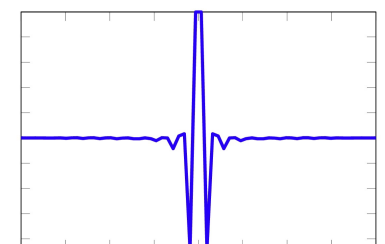
(a) db Wavelet



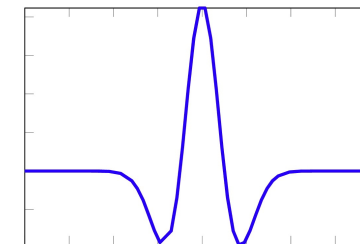
(b) Morlet Wavelet



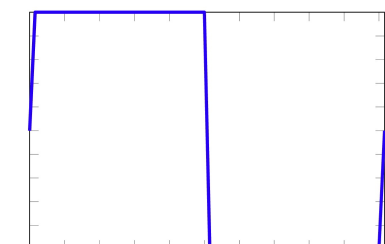
(c) Biorthogonal Wavelet



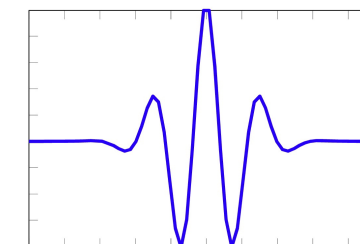
(d) Spline Wavelet



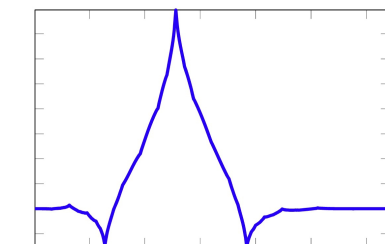
(e) Mexican Hat Wavelet



(f) Haar Wavelet



(g) Gaussian Wavelet



(h) Coiflet Wavelet

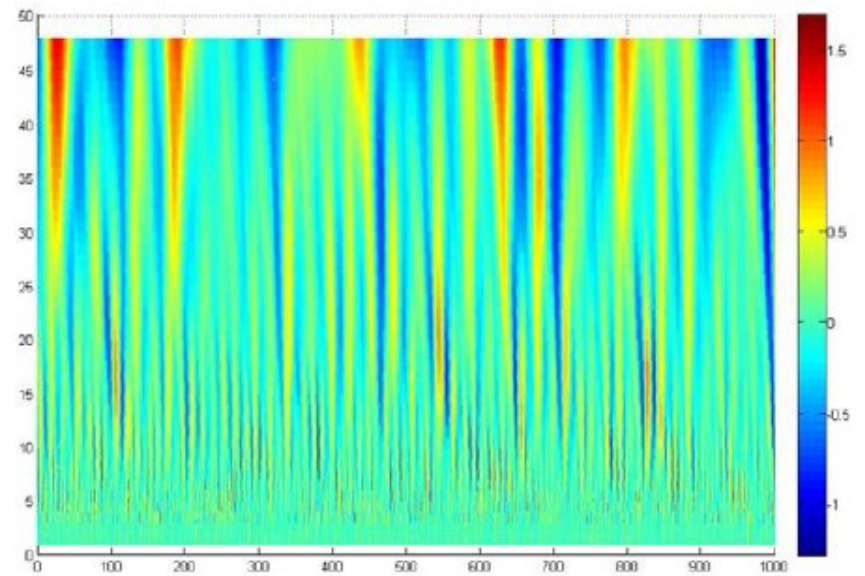
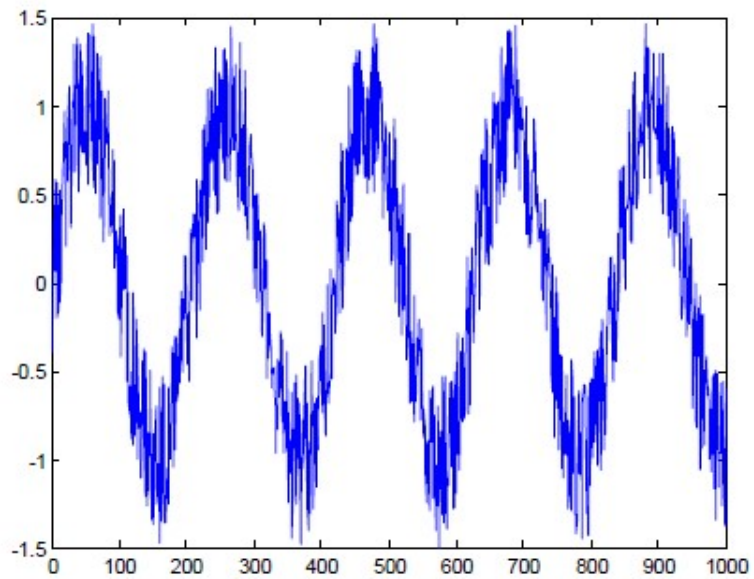
კეივლეტი	როდის გამოიყენება	ძლიერი მხარე
Morlet	პერიოდულობები, QPO, ოსცილაციები	საუკეთესო დრო-სინშირული ლოკალიზაცია
Mexican Hat (Ricker)	პიკების, ფლერების, პულსების ძიება	კარგად პოულობს ლოკალურ ამობურცვებს
Haar	ნანტომები, დისკონტინუობები	ყველაზე მარტივი, მკვეთრი საზღვრებისთვის
Daubechies (dbN)	სიგნალის დეკომპოზიცია, დენოიზინგი	კომპაქტური მხარდაჭერა
Coiflet	გლუვი რეკონსტრუქცია	უკეთესი მომენტური თვისებები
Biorthogonal	სურათების შეკუმშვა, რეკონსტრუქცია	სიმეტრიული ფილტრები
Gaussian	პიკური სტრუქტურები	კარგი ლოკალური დეტალებისთვის
Spline	გლუვი მონაცემები	რბილი ინტერპოლაცია

```
load noissin;

figure(1);
plot(noissin);

c = cwt(noissin,1:48,'db4');

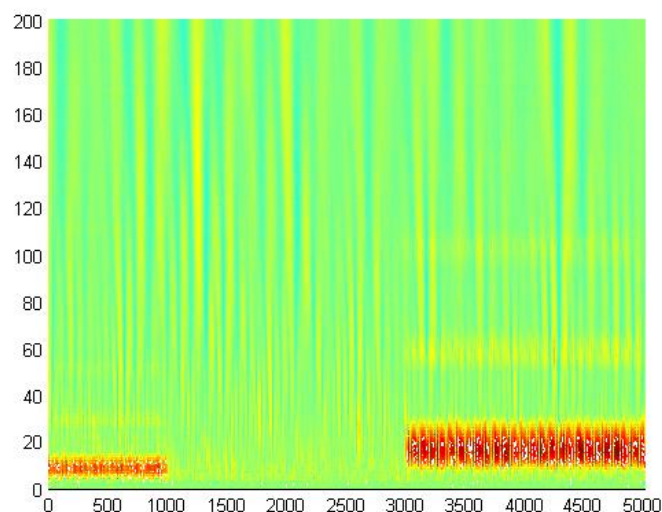
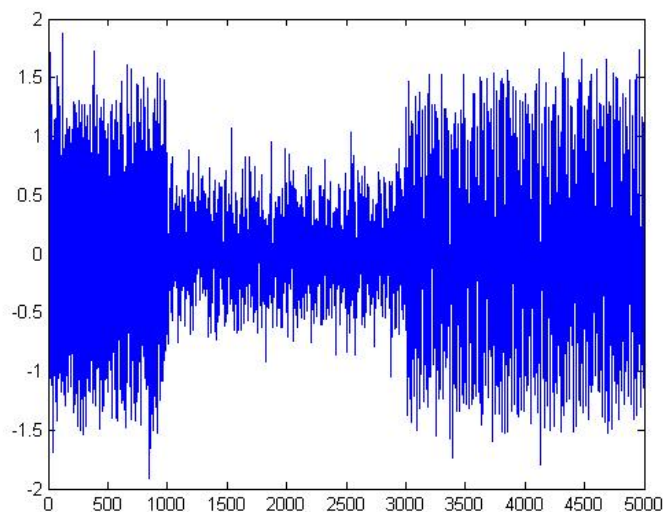
figure(2);
mesh(c);
view(0,90);
```



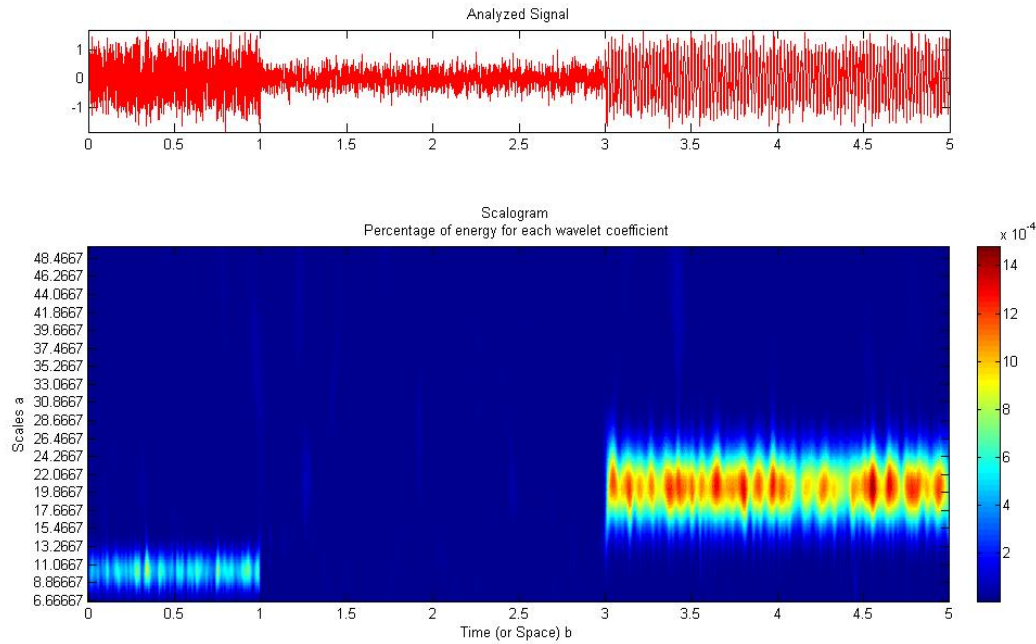
**Matlab:** wscalogram

```
Fs = 1000;  
fc = centfrq('cmor1-1');  
% a = fc/(freq*dt)  
  
freqrange = [20 150];  
scalerange = fc./(freqrange*(1/Fs));  
t = linspace(0,5,5e3);  
x = cos(2*pi*100*t) .* (t<1)+cos(2*pi*50*t) .* (3<t)+0.3*randn(size(t));
```

```
C=cwt(x',1:200,'db4');  
mesh(C);  
view(0,90);
```



```
scales = scalerange(end):0.2:scalerange(1);
Coeffs = cwt(x,scales,'cmor1-1');
SCImg = wscalogram('image',Coeffs,'scales',scales,'ydata',x,'xdata',t);
```



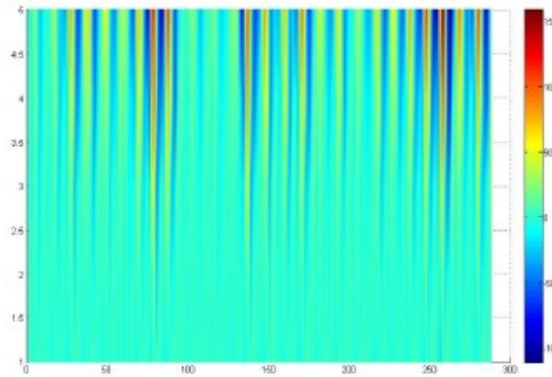
```
load sunspot.dat
year=sunspot(:,1);
wolf=sunspot(:,2);
```

```
SCALES=50;
```

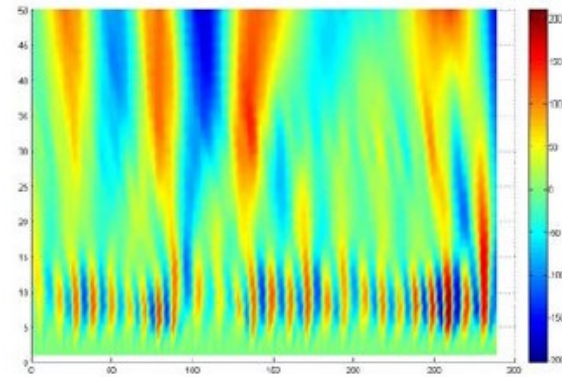
```
c = cwt(wolf,1:SCALES,'db4');
```

```
surf(c);
view(0,90);
shading interp;
```

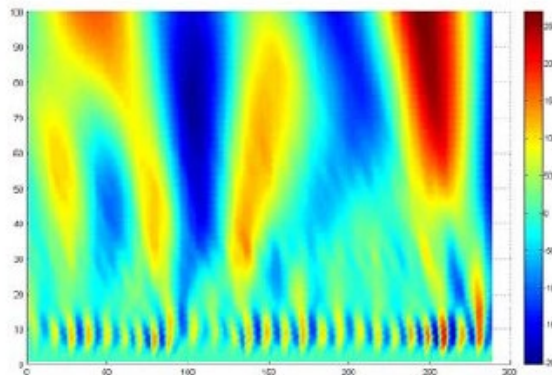
10



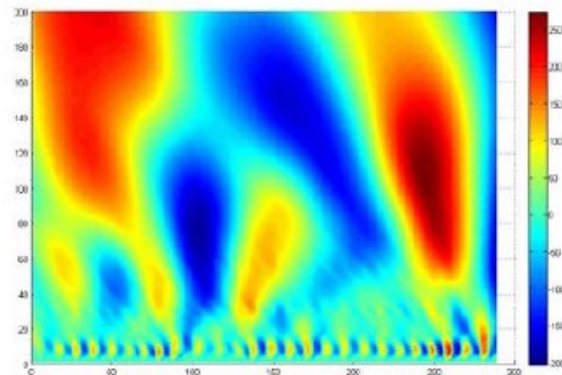
50



100



200



### Chirp სიგნალი

```
fs = 200;
t = 0:1/fs:10;

x = chirp(t,5,10,40);

plot(t,x)

figure
cwt(x,'amor',fs)
```

როგორ იზრდება სიხშირე დროში.

### მზის 11-წლიანი ციკლის მოდელი

```
t = 0:0.1:100; % years

x = sin(2*pi*t/11) + 0.4*sin(2*pi*t/2);
x = x + 0.3*randn(size(t));
cwt(x,'amor',10)
```

მზის აქტივობის ცვლილების 11-წლიანი და 2-წლიანი პერიოდების მოდელი;

### ამოცანა 12.1

ჩაატარეთ სიგნალის ჰარმონიული ანალიზი:

$$x(t) = \sin(2\pi 5t) \quad t_0-t_1;$$

$$x(t) = \sin(2\pi 20t) \quad t_1-t_2;$$

$$t_0 = 0$$

$$t_1 = 5;$$

$$t_2 = 10;$$

$$N_t = 1024;$$

1. ჩაატარეთ ფურიე ანალიზი (FFT)
2. ჩაატარეთ ვეივლეტ ანალიზი (Morlet CWT)
3. შეადარეთ შედეგები

### ამოცანა 12.2

QPO - კვაზი პერიოდული ოსცილაციები.

სიგნალი

$$x(t) = \sin(2\pi f(t)t)$$

$$f(t) = 5 + 0.2t$$

დავალება:

იპოვეთ დროში ცვალებადი სიხშირე.

### ამოცანა 12.3

ბლაზარის სინათლის მრუდი:

$$F(t) = 1 + 0.2\sin(2\pi t/50) + 0.05 \text{ noise}$$

დავალება:

Morlet scalogram-ით:

- იპოვეთ QPO;
- განსაზღვრეთ პერიოდი;
- შეაფასეთ მისი დროითი სტაბილურობა.

### ამოცანა 12.4

ამოფრქვევა (ფრეერი) ხმაურიან მონაცემებში:

$$x(t) = \exp[-(t-5)^2/0.1] + \eta(t)$$

სადაც  $\eta(t)$  გაუსური ხმაურია.

დავალება:

1. ჩაატარეთ Morlet CWT;
2. იპოვეთ ამოფრქვევის მდებარეობა;
3. განსაზღვრეთ ამოფრქვევის ხანგრძლივობა;
4. შეაფასეთ ხმაურის გავლენა.

## ამოცანა 12.5

აარჩიეთ მატლაბის სტანდარტული მონაცემთა ბაზებიდან 2 სიგნალი და ჩაატარეთ ცვალებადობის სრული ფურიე და ვეივლეტ ანალიზები:

noissin	ხმაურიანი პერიოდულობა;
sumsin	რამდენიმე სიხშირე;
cuspsmax	სინგულარობა;
leleccum	რეალისტური დროითი სერია;
wnoise('doppler')	არასტაციონარული სიგნალი.

```
wnoise('blocks',10)
wnoise('bumps',10)
wnoise('doppler',10)
wnoise('heavisine',10)
```

კომპლექსური მონაცემები:

```
EEGData
ecg
laughter
freqbrk
tsunami
earthquake
```