

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ПОБУДОВА ОБВІДНОЇ ФРАГМЕНТУ МОВНОГО СИГНАЛУ

Мета роботи: Здобуття навичок побудови обвідної фрагменту мовного сигналу.

Тривалість виконання роботи: 4 академічних години (2 заняття по 2 години).

Робоче завдання:

1. Зчитайте свій варіант фрагменту мовного сигналу та профільуйте його смуговим фільтром Кайзера із параметрами: **fcuts = [310 360 720 770]; mags = [0 1 0]; devs = [0.001 0.001 0.001]; Fs = 22050 Гц**. Побудуйте та порівняйте між собою графіки сигналу та результату його фільтрації. Зробіть висновки за результатами порівняння.
2. Обчисліть та побудуйте графіки обвідних двох сигналів: мовного сигналу та результату його фільтрації, використовуючи перетворення Гільберта. Спосіб обчислення перетворення Гільберта оберіть самостійно, користуючись інформацією із Додатків до даної роботи.
3. Обчисліть та побудуйте графіки обвідних двох сигналів: мовного сигналу та результату його фільтрації, використовуючи систему «лінійний детектор-ковзний усереднювач». Спосіб та параметри обчислень оберіть самостійно, користуючись інформацією із Додатків до даної роботи.
4. Побудуйте детектор голосової активності із порогом $P=0.1$ від максимуму обвідної. Зробіть висновок щодо правильності підходу до вибору значення порогу P та запропонуйте своє правило вибору порогу P .
5. Оформіть звіт за результатами лабораторної роботи **(припустимо мати один звіт на бригаду)**.

Контрольні запитання:

1. Які висновки можна зробити із порівняння форми мовного сигналу та результату його фільтрації?
2. Який спосіб обчислення перетворення Гільберта ви обрали та чому?
3. Який спосіб ковзного усереднення ви обрали та чому?
4. Які висновки можна зробити із порівняння форми обвідних мовного сигналу та результату його фільтрації, обчислених за допомогою перетворення Гільберта та за допомогою системи «лінійний детектор-ковзний усереднювач»?
5. Що ви можете сказати стосовно правила вибору порогу $P=0.1$ в детекторі голосової активності?

Додаток 1

Фільтрація мовного сигналу смуговим фільтром Кайзера

Формуємо октавний смуговий фільтр Кайзера із центральною частотою 500 Гц:

```
fcuts = [310 360 720 770]; mags = [0 1 0];  
devs = [0.001 0.001 0.001];  
Fs = 11025;  
[p,Wn,alfa,ftype] = kaiserord(fcuts,mags,devs,Fs);  
a1 = fir1(p,Wn,ftype,kaiser(p+1,alfa,'noscale'));
```

Прочитуємо мовний сигнал й фільтруємо його:

```
[x,Fs] = wavread('speech');  
y = filter(a1,1,x);
```

Кафедра акустики та акустoeлектроніки. Дисципліна «Методи обробки акустичних сигналів»
Прослуховуємо мовний сигнал та результат його фільтрації:

```
soundsc(x,Fs)  
soundsc(y,Fs)
```

Додаток 2

Обчислення обвідної за Гільбертом за допомогою функції `hilbert`

Функція `hilbert` реалізує обчислення шляхом використання перетворення Фур'є:

```
z = hilbert(y);  
za = abs(z);
```

Фільтрований сигнал та його обвідна показані на рис. 1а та 1б, відповідно.

```
figure; plot(t,x);  
figure; plot(t,y);  
figure; plot(t,za);
```

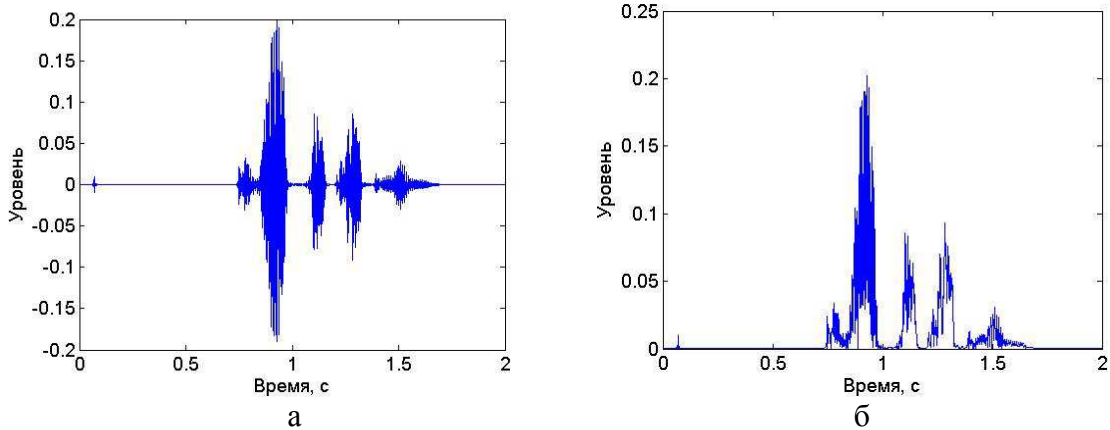


Рис.1

Обчислення обвідної за Гільбертом за допомогою фільтра дискретного перетворення Гільберта

Формуємо коефіцієнти фільтра дискретного перетворення Гільберта (ДПГ) (рис. 2):

```
ah = zeros(99,1);  
l = 0:49;  
ah(2*l+1) = 1./(2*l+1);  
ahf = [-flipud(ah);0;ah]*2/pi;
```

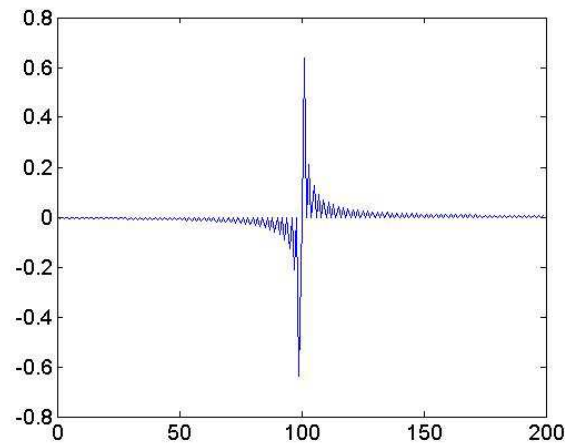


Рис. 2

Обчислюємо ДПГ:

```
y1 = filter(ahf,1,y);
```

Обчислюємо обвідну за Гільбертом та будуємо її графік (рис. 3):

```
yo = sqrt(y.^2 + y1.^2);
```

Як бачимо, графік рис. 3 дещо відрізняється від графіка на рис. 1б.

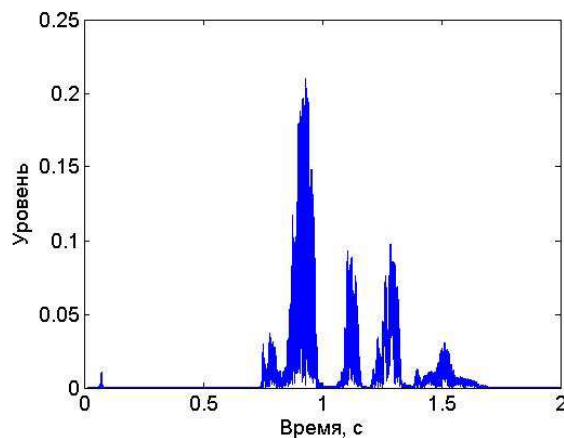
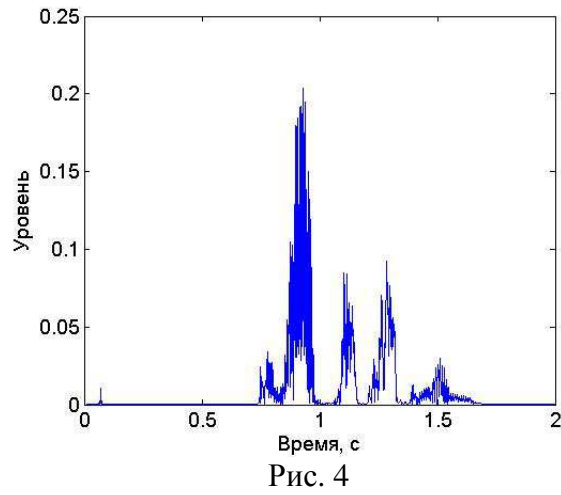


Рис. 3

Причина в тому, що, як видно із рис. 2, ми створили фільтр, ІХ котрого на 49 вибірок зсунута вправо. Такий фільтр затримує сигнал на ці 49 вибірок. Щоб компенсувати таку затримку, після фільтрації циклічно зсунемо весь результат фільтрації вліво на 49 вибірок (Рис. 4):

```
y2 = circshift(y1,-(length(ahf)-1)/2);  
yo2 = sqrt(y.^2 + y2.^2);  
figure; plot(t,yo2);
```



Порівнюючи графіки рис. 4 та рис. 2б, відмічаємо їх тотожність. Таким чином, ми обчислили обвідну за Гільбертом двома способами – шляхом використання функції **hilbert** та шляхом цифрової фільтрації.

Обчислення обвідної за допомогою системи «квадратичний детектор-ковзний усереднювач»

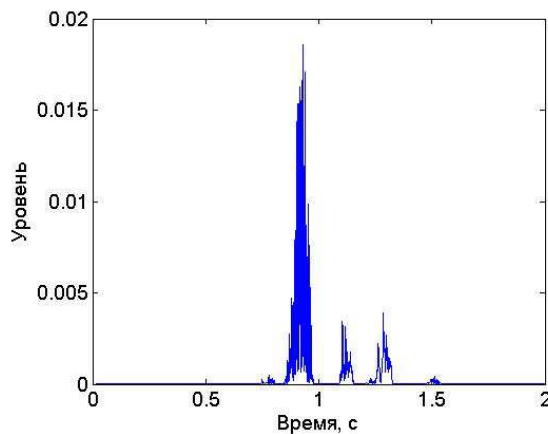
Якщо застосовується квадратичний детектор, тоді:

```
[x,Fs] = wavread('speech');  
y2 = y.^2;
```

До вихідного сигналу детектора застосовуємо *нерекурсивний фільтр, що виконує ковзне усереднення* $n=50$ вибірок сигналу (**напишіть рівняння такого фільтра! Обґрунтуйте значення $n=50$ або обґрунтуйте та застосуйте інше значення!**):

```
n = 50;  
amean = ones(n+1,1)/(n+1);  
y2mean = filter(amean,1,y2);
```

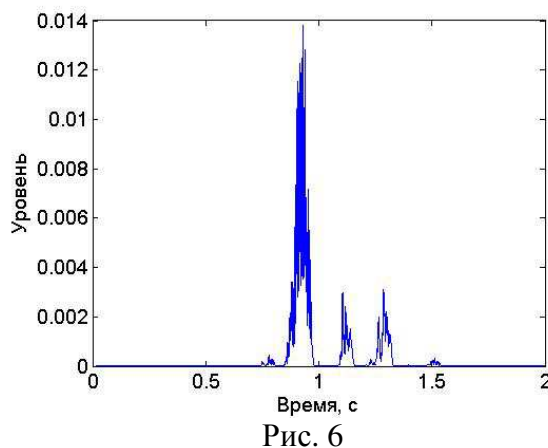
Результат показано на рис. 5.



Як альтернативу, можемо використати *рекурсивний усереднюючий фільтр* (результат показано на рис. 6):

$$y_n = (1 - \text{beta}) y_{n-1} + \text{beta} \cdot x_n$$

```
n = 50;  
beta = 1/n;  
z2mean = filter(beta,[1 -(1-beta)],y2);
```



Детектор голосової активності

Детектор голосової активності (ДГА) являє собою послідовне з'єднання обчислювача обвідної та схеми порівняння із заданим порогом (рис. 7). Якщо обвідна дорівнює порогу Π або перевищує його, на виході ДГА з'являється 1 (одиниця), в протилежному разі на виході ДГА з'являється 0 (нуль):

$$y(i) = \begin{cases} 1, & O(i) \geq \Pi; \\ 0, & O(i) < \Pi, \end{cases}$$

де $O(i)$ - i -та вибірка обвідної сигналу $x(i)$; $y(i)$ - сигнал на виході ДГА.

Таким чином, на виході ДГА формується сигнал, значення якого є нулями або одиницями.

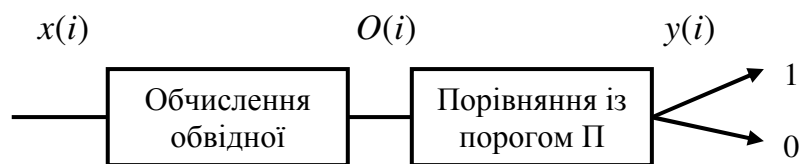


Рис. 7. Блок-схема детектора голосової активності