

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра ТОР**

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №3**  
**по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»**  
**Тема: Дискретные сигналы**

Студент гр.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Санкт-Петербург

### Цели работы

- Знакомство со средой MATLAB.
- Формирование и построение графика кусочно-линейного дискретного сигнала.
- Расчет и построение графика спектра дискретного сигнала.
- Расчет и построение графика аналогового сигнала, восстановленного по дискретным отсчетам в соответствии с теоремой Котельникова.

### Теория:

-Формирование дискретного сигнала из создания вектора отсчетов  $x(k) = u(kT)$ ,

где  $T = 1/F_s$ .

-Построение графика спектра дискретного сигнала, рассчитываемый по формуле:

$$\dot{X}(\omega) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) e^{-j\omega k}$$

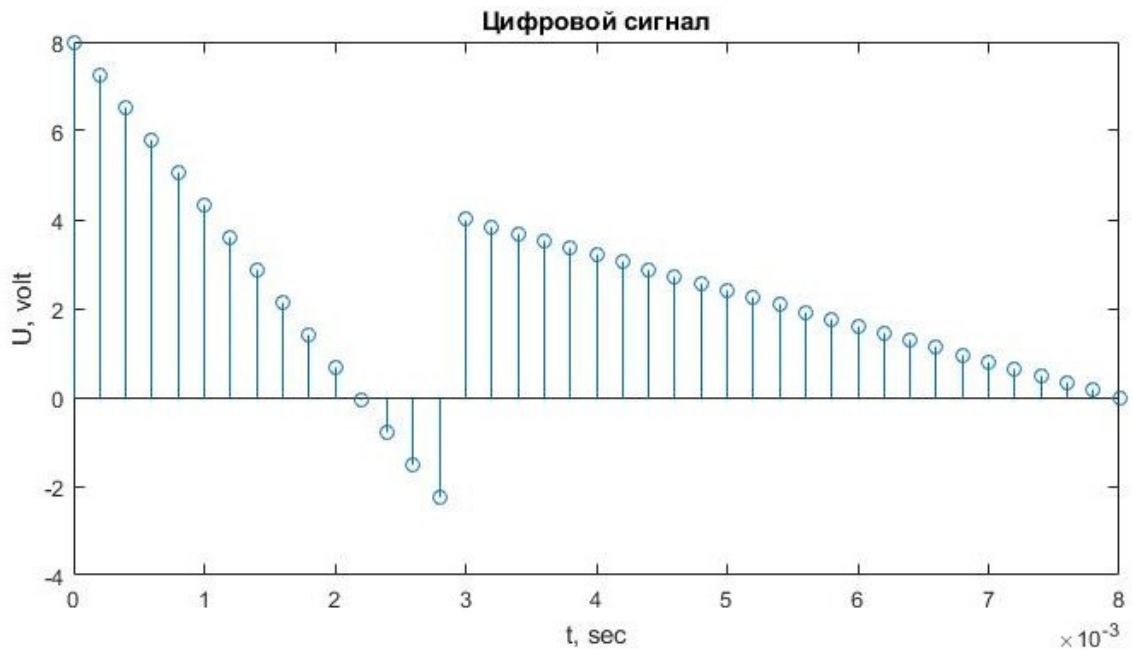
- Восстановление аналогового сигнала по теореме Котельникова

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k) \frac{\sin\left(\frac{\pi}{T}(t-kT)\right)}{\frac{\pi}{T}(t-kT)}$$

### Задание

U1,В	U2,В	U3,В	U4,В	T1,мс	T2,мс	Fs,кГц
8	-3	4	0	3	8	5

Исходный сигнал



### Код:

```
% Инициализация исходных данных
```

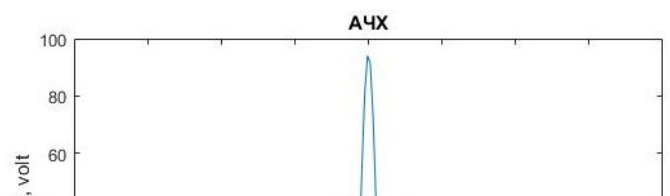
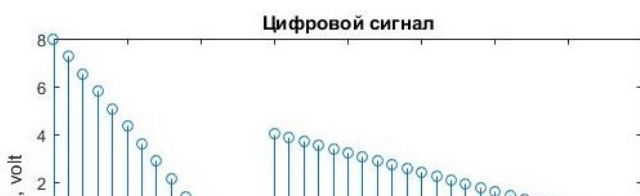
```
U1=8;
U2=-3;
U3=4;
U4=0;
T1=0.003;
T2=0.008;
Fs=5000;
T=1/Fs;
```

```
% Формирование дискретного сигнала
```

```
t=0:T:T2;
n1=1;
n2=16;
a1=(-11)/0.003;
b1=8;
a2=-800;
b2=6.4;
r(n1:n2)=a1*(t(n1:n2))+b1;
n3=41;
r(n2:n3)=a2*(t(n2:n3))+b2;
stem(t,r)
title('Цифровой сигнал');
ylabel('U, volt'); xlabel('t, sec');
```

```
% Построение графика спектра дискретного сигнала
```

```
N=length(t)-1;
k0=0:1:N;
k= k0.';
w = -pi:0.0025*pi:pi;
p = k*w;
e = exp(-j*p);
X = r*e;
A = abs(X); %АЧХ
Phi = angle(X); %ФЧХ
Phi_unwrap=unwrap(Phi); %устранение скачков фазы на 2pi в векторах фазовых значений
```

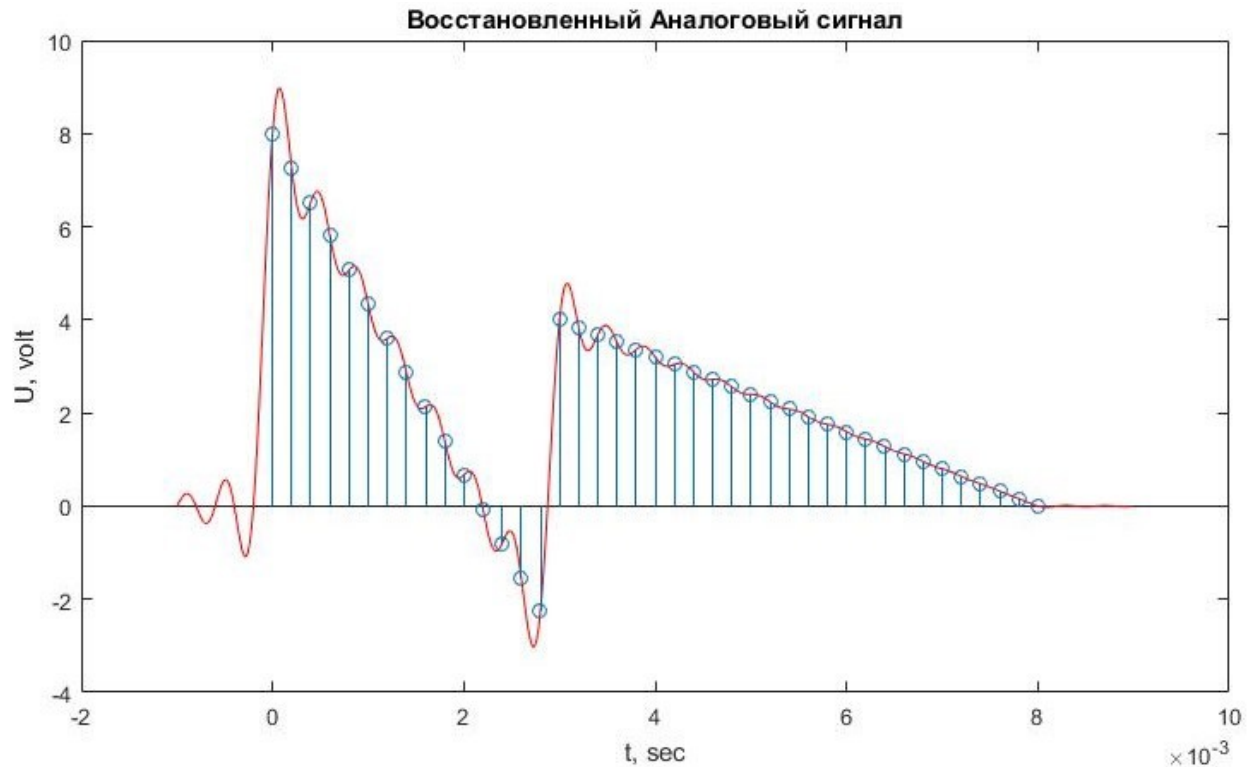


```

%Восстановление аналогового сигнала по теореме Котельникова
t0 = 0-5*T:T/10:T2+5*T;
S = zeros(1,length(t0));

for k1 = 1:N
    K1 = r(k1)*sinc((t0 - (k1-1)*T)/T);
    S = S + K1;
end

```



```

%графики
figure
plot(t0, S, 'r');
hold on;
stem(t, r);
title('Восстановленный Аналоговый сигнал');
ylabel('U, volt'); xlabel('t, sec');

stem(t,r)
title('Цифровой сигнал');
ylabel('U, volt'); xlabel('t, sec');

figure;
subplot(2, 2, 1), stem(t, r);
title('Цифровой сигнал');
ylabel('U, volt'); xlabel('t, sec');
subplot(2, 2, 2), plot(w, A);
title('АЧХ');
ylabel('A, volt'); xlabel('w, rad/sec');
subplot(2, 2, 3), plot(w, Phi);
title('ФЧХ');
ylabel('Phi, rad'); xlabel('w, rad/sec');
subplot(2, 2, 4), plot(w, Phi_unwrap);
title('Устранение скачков фазы на 2 пи в векторах фазовых значений');
ylabel('Phi, rad'); xlabel('w, rad/sec');

```

**Вывод:** В ходе лабораторной работы мы ознакомились со средой MATLAB. По заданным параметрам сформировали дискретный сигнал, построили график его спектра, а также АЧХ и ФЧХ. Восстановили аналоговый сигнал по дискретным отсчетам в соответствии с теоремой Котельникова.