СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Лекция № 2. Часть 2

«МОДЕЛИРОВАНИЕ АЦП»

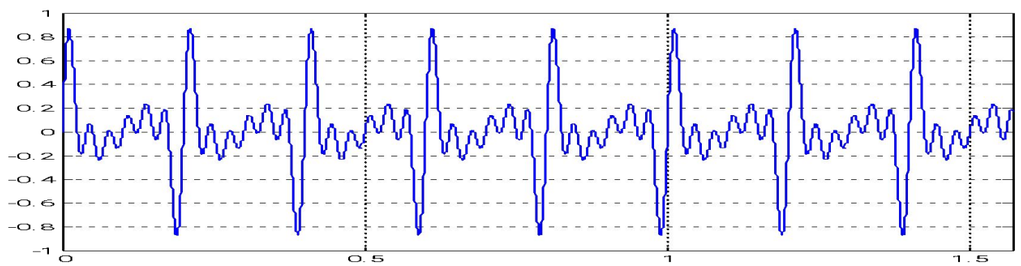
Ведущий преподаватель: канд. техн. наук, доцент кафедры ИУТС Альчаков Василий Викторович

2 Моделирование временных рядов

Структура системы сбора данных

Объект или явление → Датчик → АЦП → ЭВМ

$$x(t) = \sum_{i=1}^{m} A_i \sin(\omega_i t + \varphi_i)$$

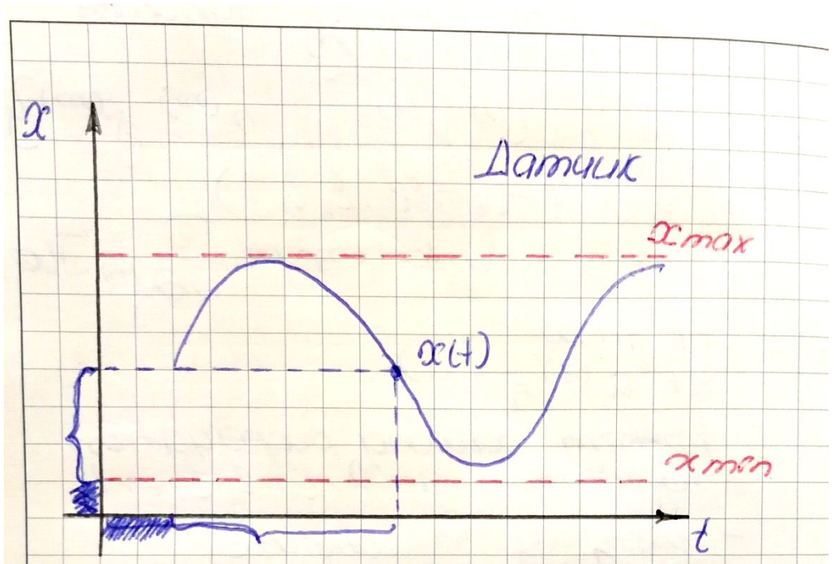


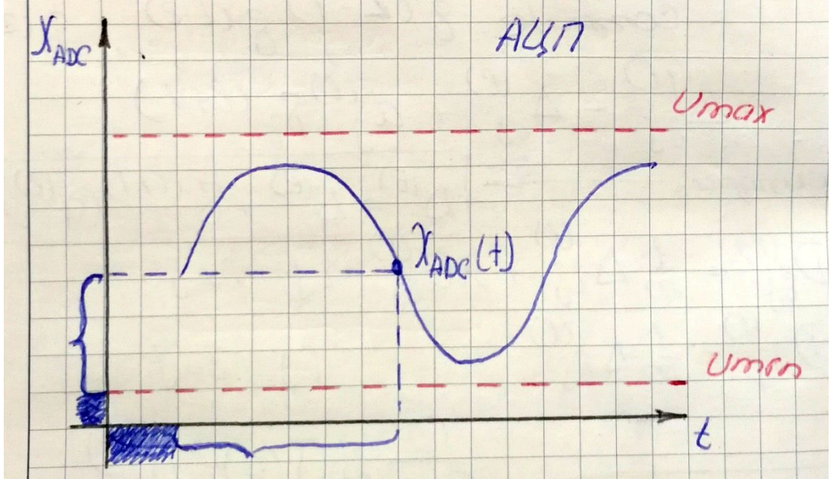
$$x(t) = \sum_{i=1}^{m} A_i \sin(\omega_i t + \varphi_i)$$

$$x(t) = \sum_{i=1}^{m} A_i \sin(2\pi f_i t + \varphi_i)$$

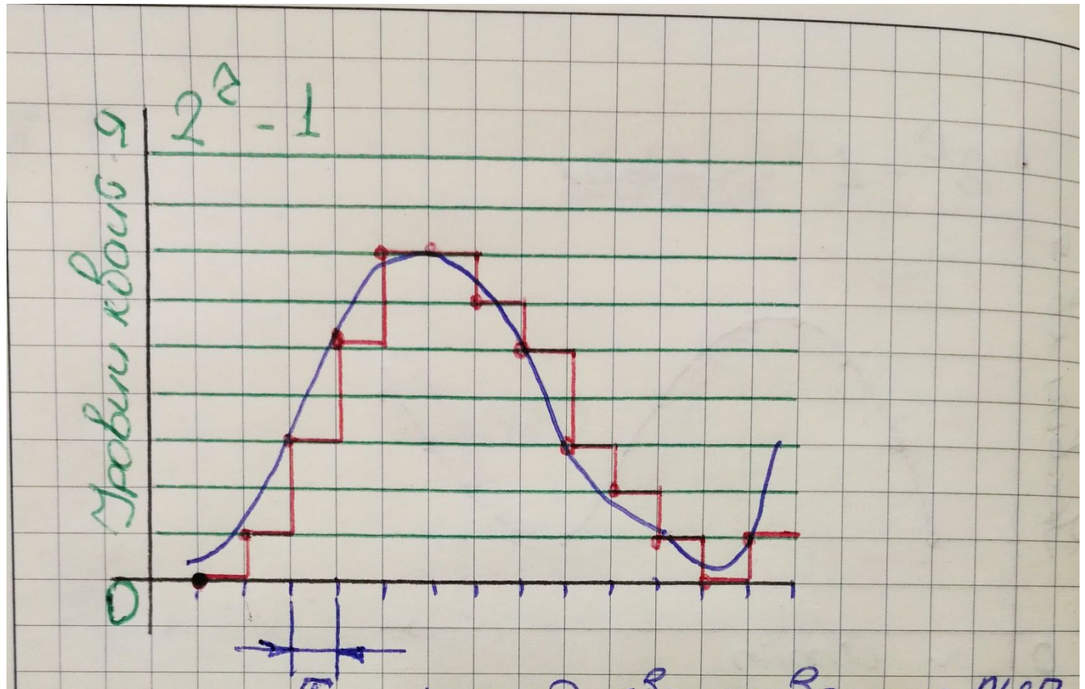
3 Моделирование временных рядов

Уравнение кодирование





$$\frac{x(t)-x_{min}}{x_{ADC}(t)-U_{min}} = \frac{x_{max}-x_{min}}{U_{max}-U_{min}}$$



T - период квантования АЦП (дискретизации)

$$\frac{\overset{-5}{x(t)-x_{min}}}{\underset{0}{x_{ADC}(t)-U_{min}}} = \frac{\overset{+5}{x_{max}}-\overset{-5}{x_{min}}}{\underset{2^z-1}{U_{max}}-\underset{0}{U_{min}}}$$

$$\frac{(x(t)-x_{min})(2^z-1)}{\underbrace{x_{max}-x_{min}}_{\Delta U[B]}} = x_{ADC}(t)$$

4 Моделирование временных рядов

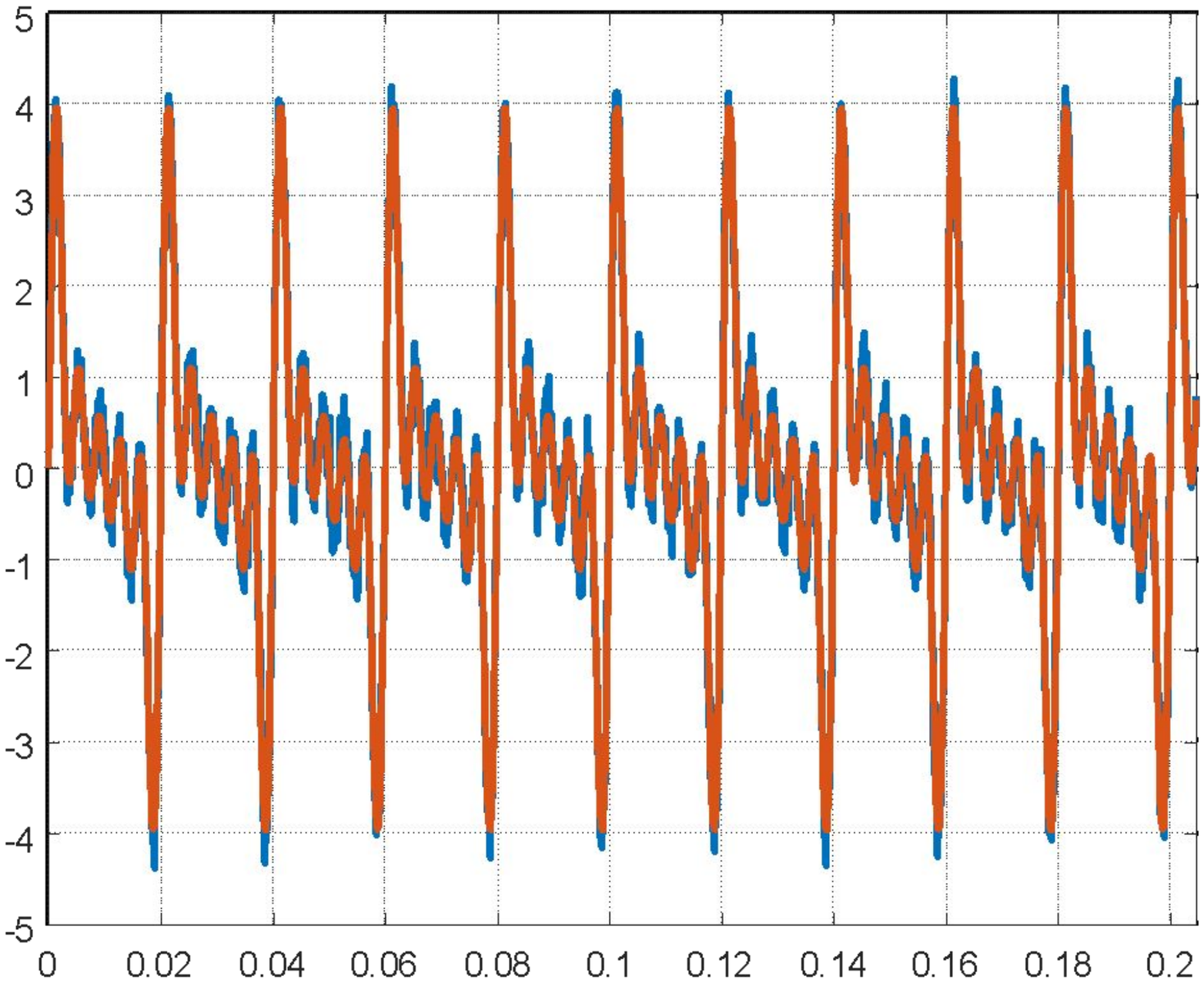
Кодирование сигнала АЦП

```
clear
close all
A = 5;
f = [50 100 150 200 250];
T = 0.0001;
N = 2048;
t = 0:T:(N-1)*T;
X = 0;
Xmin = -A;
Xmax = A;
for i=1:length(f)
    X = X + sin(2*pi*f(i)*t);
end
X = A*X/length(f);
Xn = X + randn(1, length(X), 1)/5;
figure
h1 = plot(t, Xn, t, X);
set(h1, {'LineWidth'}, {2;2})
xlim([min(t) max(t)])
grid on
```

```
% ADC Parameters
r = 12;
Umin = -5;
Umax = 5;
Xadc = (X - Xmin)*(2^r - 1)/(Xmax - Xmin);
Xadcn = (Xn - Xmin)*(2^r - 1)/(Xmax - Xmin);
figure
h2 = plot(t, Xadcn, t, Xadc);
set(h2, {'LineWidth'}, {2;2})
xlim([min(t) max(t)])
grid on
```

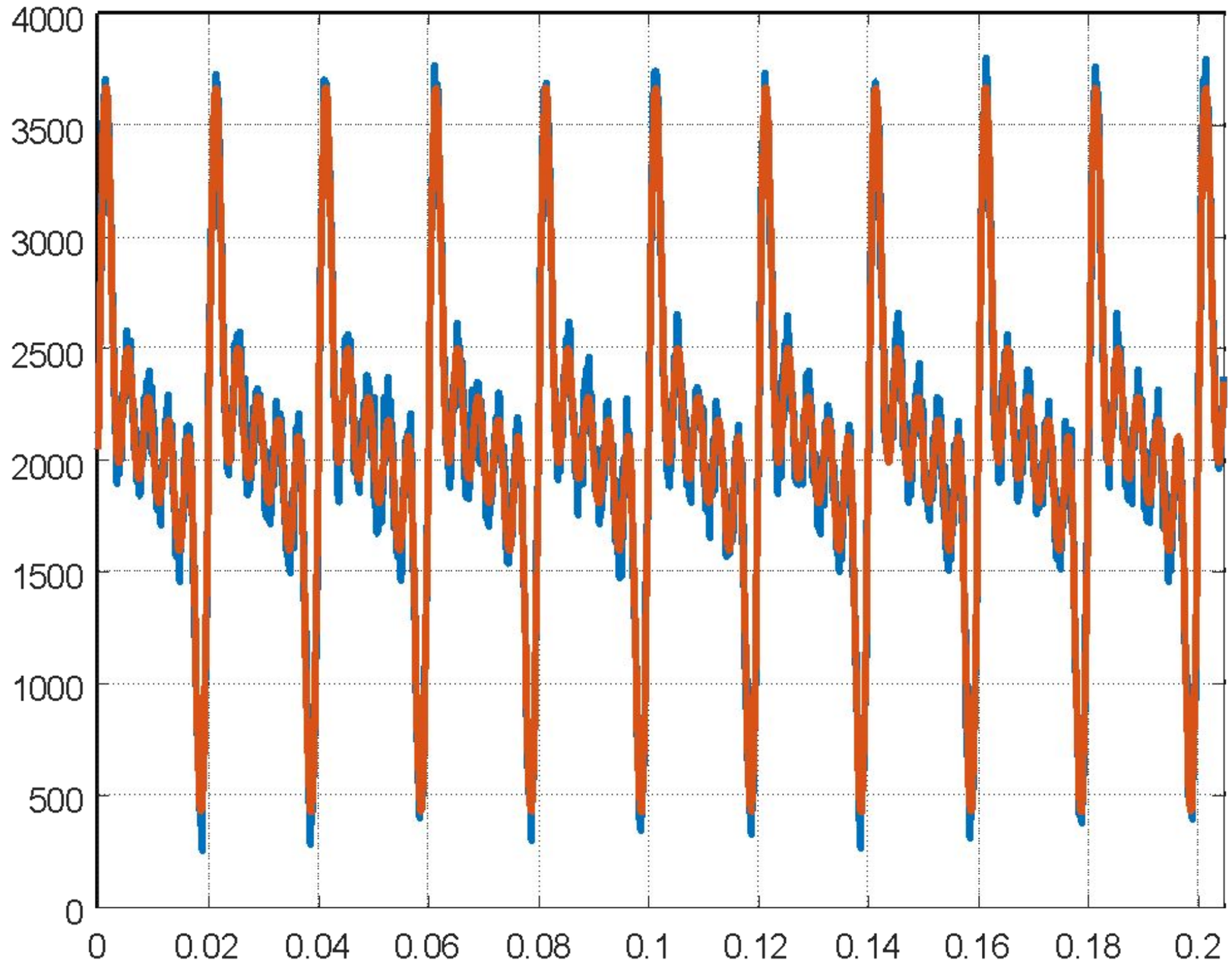
5 Моделирование временных рядов

Кодирование сигнала АЦП



Моделирование временных рядов

Кодирование сигнала АЦП



7 Моделирование временных рядов

Учет влияния периода дискретизации АЦП

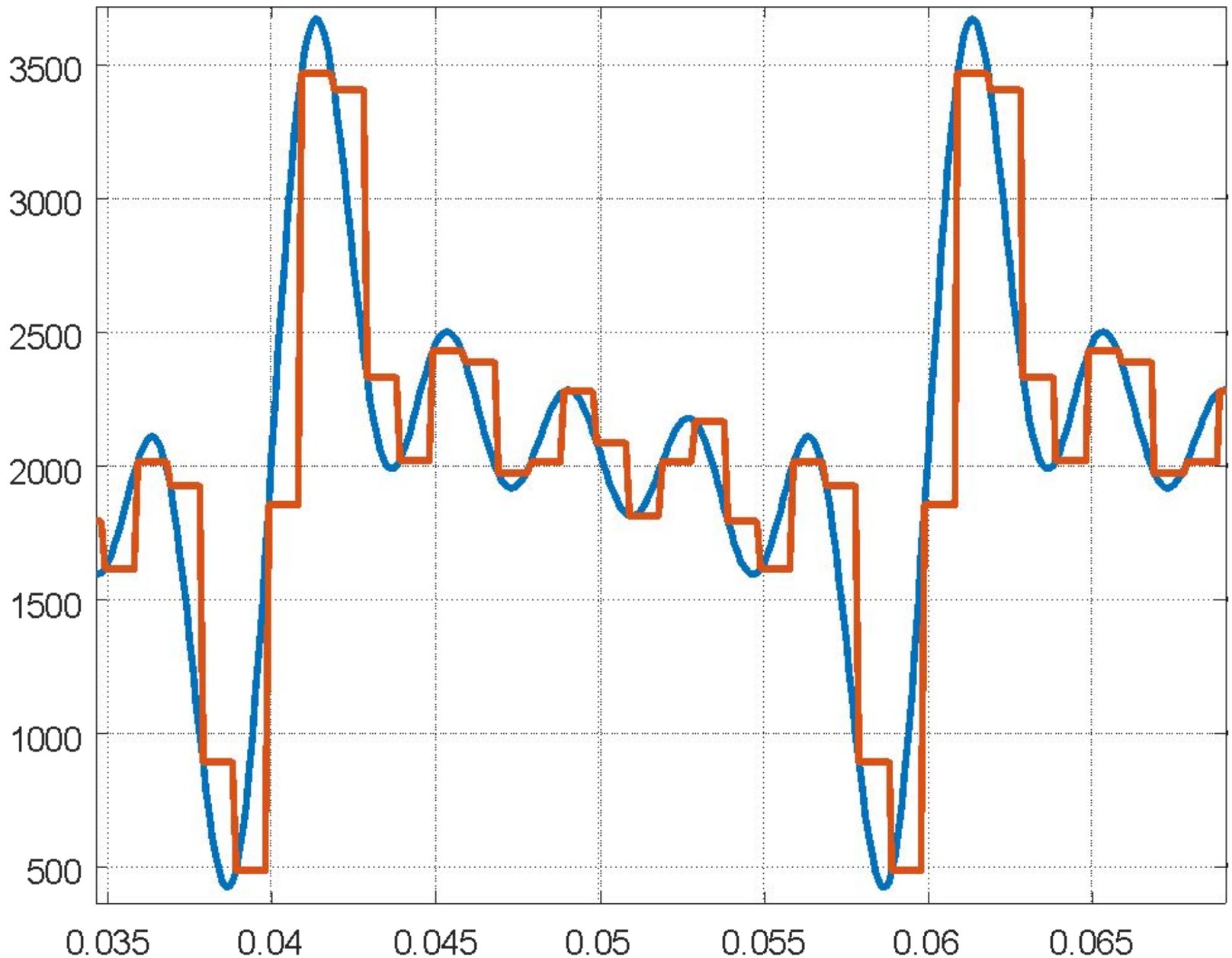
```
Tadc = T * 10;
k = Tadc / T;
XadcT = zeros(length(X),1);
XadcnT = zeros(length(X),1);

XadcTprev = 0;
XadcnTprev = 0;

for i=1:length(X)
    if (rem(i,k) == 0)
        XadcT(i) = (X(i) - Xmin)*(2^r - 1)/(Xmax - Xmin);
        XadcTprev = XadcT(i);
        XadcnT(i) = (Xn(i) - Xmin)*(2^r - 1)/(Xmax - Xmin);
        XadcnTprev = XadcnT(i);
    else
        XadcT(i) = XadcTprev;
        XadcnT(i) = XadcnTprev;
    end
end
```

```
figure
h3 = plot(t, Xadc, t, XadcT);
set(h3, {'LineWidth'}, {2;2})
xlim([min(t) max(t)])
grid on
```

jaScreenshot

Моделирование временных рядов

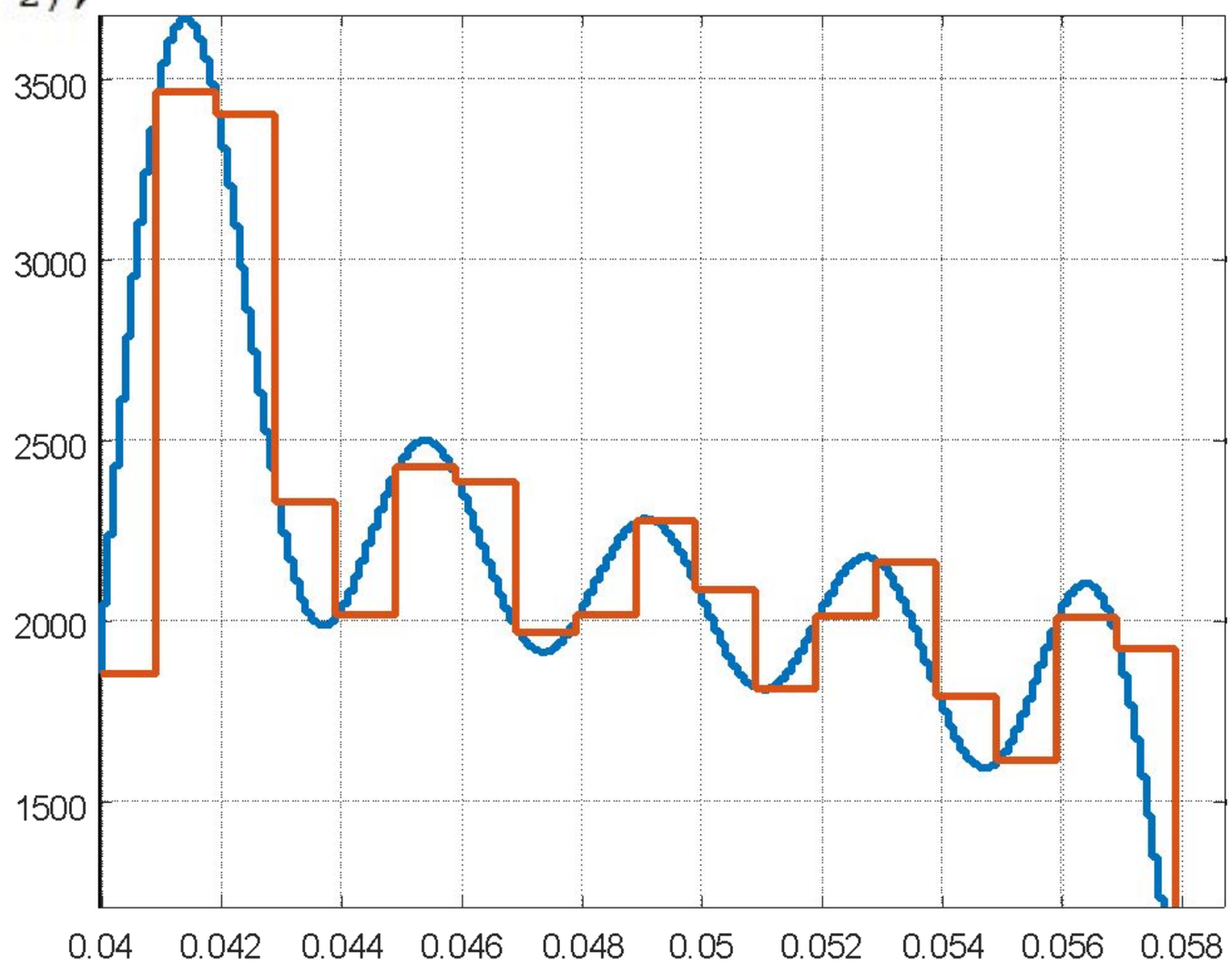
Учет влияния периода дискретизации АЦП



Моделирование временных рядов

Учет влияния периода дискретизации АЦП

```
figure
h4 = stairs(t, Xadc, 'LineWidth', 2);
hold on
stairs(t, XadcT, 'LineWidth', 2);
xlim([min(t) max(t)])
grid on
```



10 Моделирование временных рядов

Уточнение модели АЦП

```
XadcTR = zeros(length(X),1);
XadcnTR = zeros(length(X),1);

XadcTprevR = 0;
XadcnTprevR = 0;

for i=1:length(X)
    if (rem(i,k) == 0)
        XadcTR(i) = round((X(i) - Xmin)*(2^r - 1)/(Xmax - Xmin));
        XadcTprevR = XadcTR(i);
        XadcnTR(i) = round((Xn(i) - Xmin)*(2^r - 1)/(Xmax - Xmin));
        XadcnTprevR = XadcnTR(i);
    else
        XadcTR(i) = XadcTprevR;
        XadcnTR(i) = XadcnTprevR;
    end
end
```

Моделирование временных рядов

Уточнение модели АЦП

Xadc | XadcTR

2048x1 double

	1	2
1	2.0475e+03	
2	2.2400e+03	
3	2.4297e+03	
4	2.6137e+03	
5	2.7894e+03	
6	2.9543e+03	
7	3.1060e+03	
8	3.2426e+03	
9	3.3621e+03	
10	3.4633e+03	
11	3.5450e+03	
12	3.6064e+03	
13	3.6472e+03	
14	3.6675e+03	
15	3.6676e+03	

Xadc | XadcTR

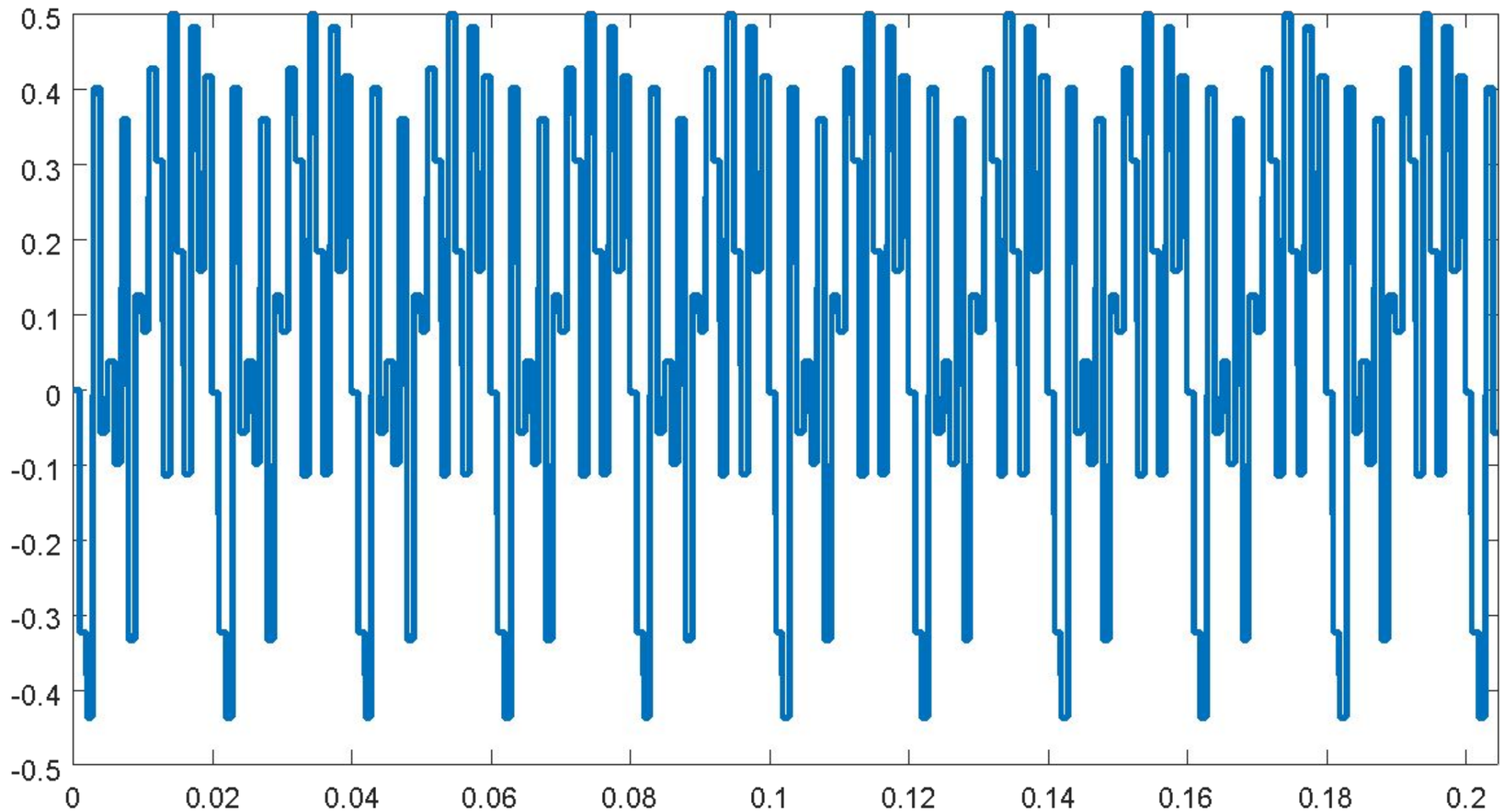
2048x1 double

	1	2
1	0	
2	0	
3	0	
4	0	
5	0	
6	0	
7	0	
8	0	
9	0	
10	3463	
11	3463	
12	3463	
13	3463	
14	3463	
15	3463	

12 Моделирование временных рядов

Уточнение модели АЦП

```
(2^r - 1)/(Umax - Umin)
figure
plot(t, XadcTR - XadcT, 'LineWidth', 2)
xlim([min(t) max(t)])
```

Command Window

```
ans =

  409.5000
```