

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Національний технічний університет України  
«Київський Політехнічний Інститут»  
Навчально-науковий комплекс  
«Інститут прикладного системного аналізу»  
Кафедра системного проектування

Лабораторна робота № 5

з курсу **«Цифрова обробка сигналів»**

**«Исследование ошибки квантования сигналов»**

Виконав:

студент групи ДА-21

Михалько Віталій

Перевірив:

Кірюша Б.А.

Київ 2014

1. Сгенерировать дискретный сигнал, полученный дискретизацией аналогового гармонического сигнала с частотой  $3F_s/5$  и длительностью, достаточной для вычисления статистических характеристик и построения гистограмм.
2. Выполнить квантование полученного сигнала, используя округление с шагом, соответствующим представлению отсчетов двоичными числами, разрядность которых задана в таблице.
3. Вычислить погрешность квантования. Рассчитать дисперсию, а также максимальное и минимальное значения погрешности квантования и сравнить рассчитанные значения с ожидаемыми. Построить гистограмму погрешности квантования (функция hist). Построить график погрешности квантования.
4. Повторить п.п. 1-3 для сигнала с частотой  $F_s/\sqrt{8}$ . Сравнить распределение погрешности квантования с полученным в п.3. Объяснить различия.
5. Повторить п.п. 1-3 для нормального псевдослучайного (среднее A, дисперсия D заданы в таблице) сигнала, сформированного функцией normrnd. Сравнить распределение погрешности квантования с полученными в п.п. 3, 4.
6. Выполнить п.п. 1-5, используя квантование с усечением. Сравнить характеристики ошибок квантования при использовании округления и усечения.
7. Сделать выводы о характере ошибок квантования.

**Таблица 1. Варианты значений параметров сигналов.**

№ варианта	Частота дискретизации $F_s$ , Гц	Разрядность представления отсчетов сигнала, бит	Параметры случайного сигнала	
			A	D
5	6000	4	0.5	1

## Исследование квантования сигналов

### Реалізація на Matlab

*Harmonic function – round:*

```
function lab5_1()
    Fs = 6000 / sqrt(8); %* 3 / 5;    % = 3600
    T = 1 / Fs;          %    2.78e-4
    N = 2^4;             % = 16    розрядність
    n_steps = 1000000;    % кількість дискретних значень
    A = 1; % amplitude
    f_sin = @(t) (A*(sin(2*pi*Fs*0.35*t)));
    x = linspace(0, n_steps*T, n_steps);
    y_real = f_sin(x);
    %y_real(1)=0;
    %for i=1:10
    %    f_sin(
    %end
    %y_real
    quant_values = linspace(-A, A, N);

    x_cont = linspace(0, n_steps*T, 200);
    y_cont = f_sin(x_cont);
    plot (x_cont, y_cont);
```

```

hold on;
stem(x, y_real);

y_quant_index(1)=0;
for i=1:n_steps
    y_quant_index(i) = round((y_real(i)+A)/(2*A)*(N-1)) + 1;
end

y_quant(1)=0;
for i=1:n_steps
    y_quant(i) = quant_values(y_quant_index(i));
end

f_const = @(t)(1);
for i=1:N
    %color red;
    y_const = quant_values(i)*f_const(x_cont);
    plot ( x_cont, y_const, 'r');
end

stem(x, y_quant, 'g');

y_errors(1)=0;
for i=1:n_steps
    y_errors(i) = y_quant(i) - y_real(i);
end

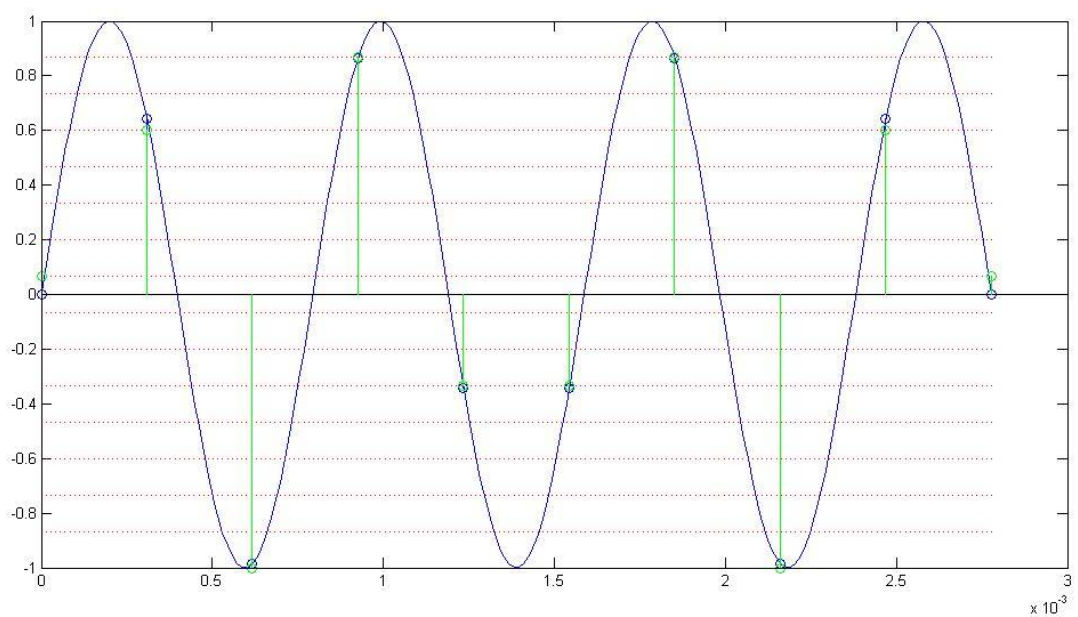
hold off;
hist(y_errors, 200);

variance = var(y_errors)

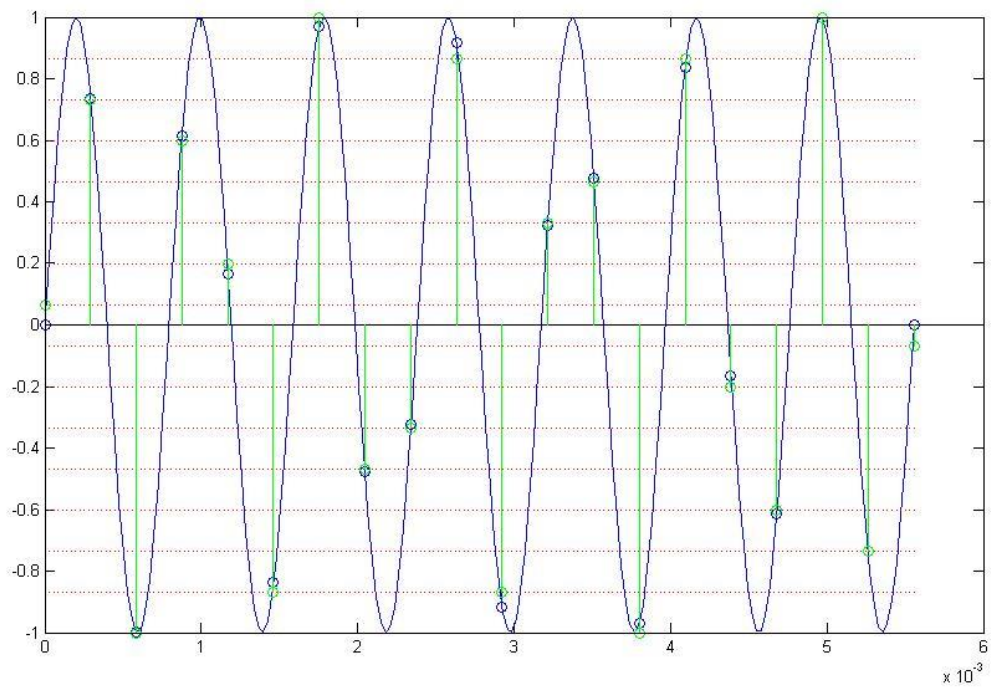
end

```

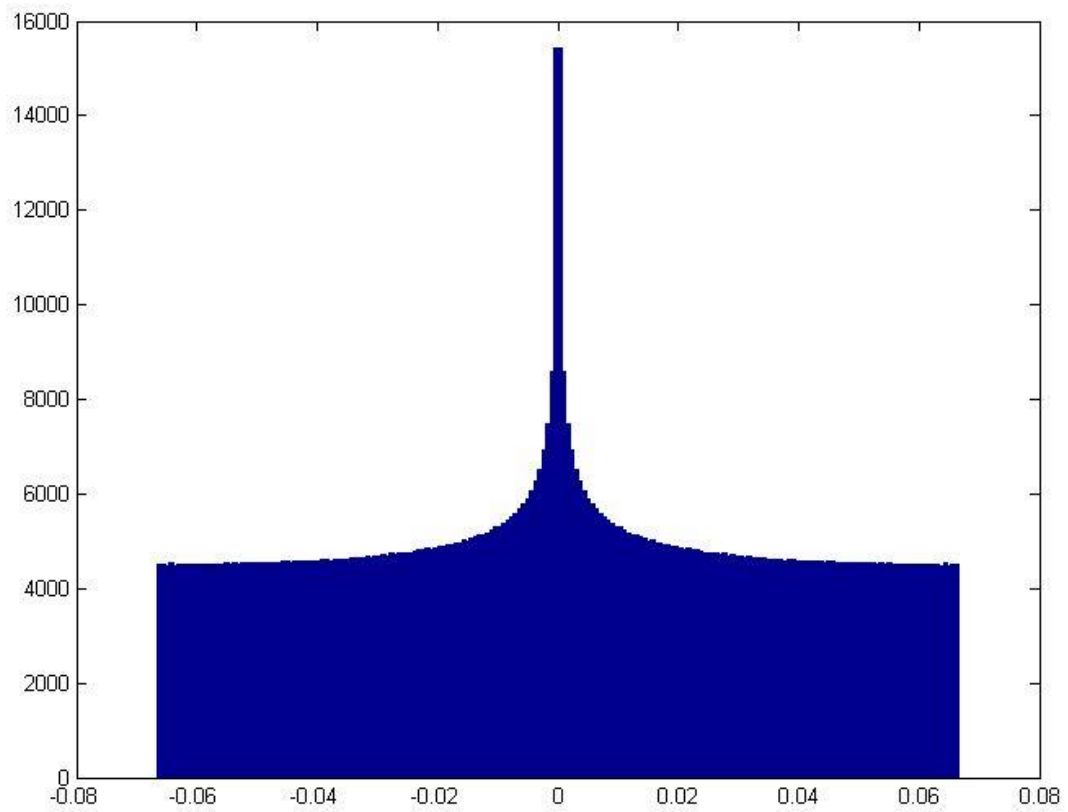
для  $n\_steps = 10$ :



для  $n\_steps = 20$ :



Розподіл для  $n\_steps = 1000000$ :



Мат. очікування = 0

Дисперсія

```
>> lab5_1  
  
variance =  
  
    0.0014  
:
```

*Harmonic function – floor:*

```
function lab5_1()  
    Fs = 6000 * 3 / 5; %* 3 / 5;    % = 3600  
    T = 1 / Fs;      %    2.78e-4  
    N = 2^4;         % = 16    розрядність  
    n_steps = 1000000; % кількість дискретних значень  
    A = 1; % amplitude  
    f_sin = @(t) (A*(sin(2*pi*Fs*0.35*t)));  
    x = linspace(0, n_steps*T, n_steps);  
    y_real = f_sin(x);  
    %y_real(1)=0;  
    %for i=1:10  
    %    f_sin(  
    %end  
    %y_real  
    quant_values = linspace(-A, A, N);  
  
    x_cont = linspace(0, n_steps*T, 200);  
    y_cont = f_sin(x_cont);  
    plot (x_cont, y_cont);  
    hold on;  
    stem(x, y_real);  
  
    y_quant_index(1)=0;  
    for i=1:n_steps  
        y_quant_index(i) = floor((y_real(i)+A)/(2*A)*(N-1)) + 1;  
    end  
  
    y_quant(1)=0;  
    for i=1:n_steps  
        y_quant(i) = quant_values(y_quant_index(i));  
    end  
  
    f_const = @(t) (1);  
    for i=1:N  
        %color red;  
        y_const = quant_values(i)*f_const(x_cont);  
        plot ( x_cont, y_const, 'r');  
    end  
  
    stem(x, y_quant, 'g');
```

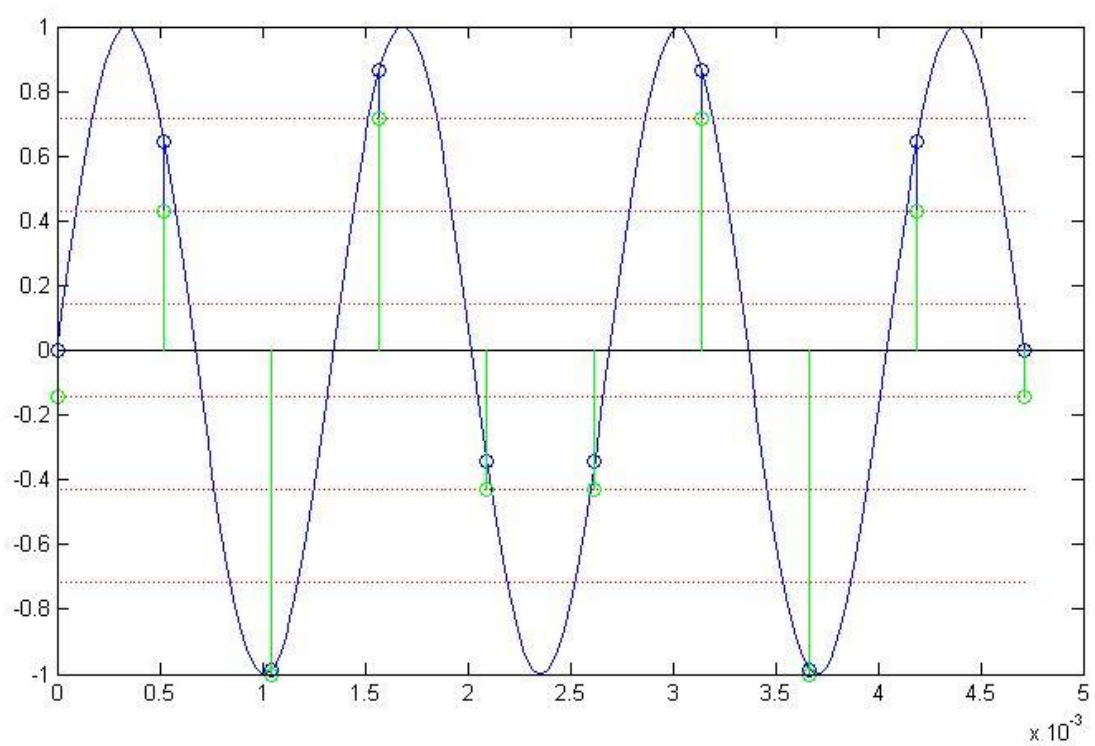
```

y_errors(1)=0;
for i=1:n_steps
    y_errors(i) = -(y_quant(i) - y_real(i));
end

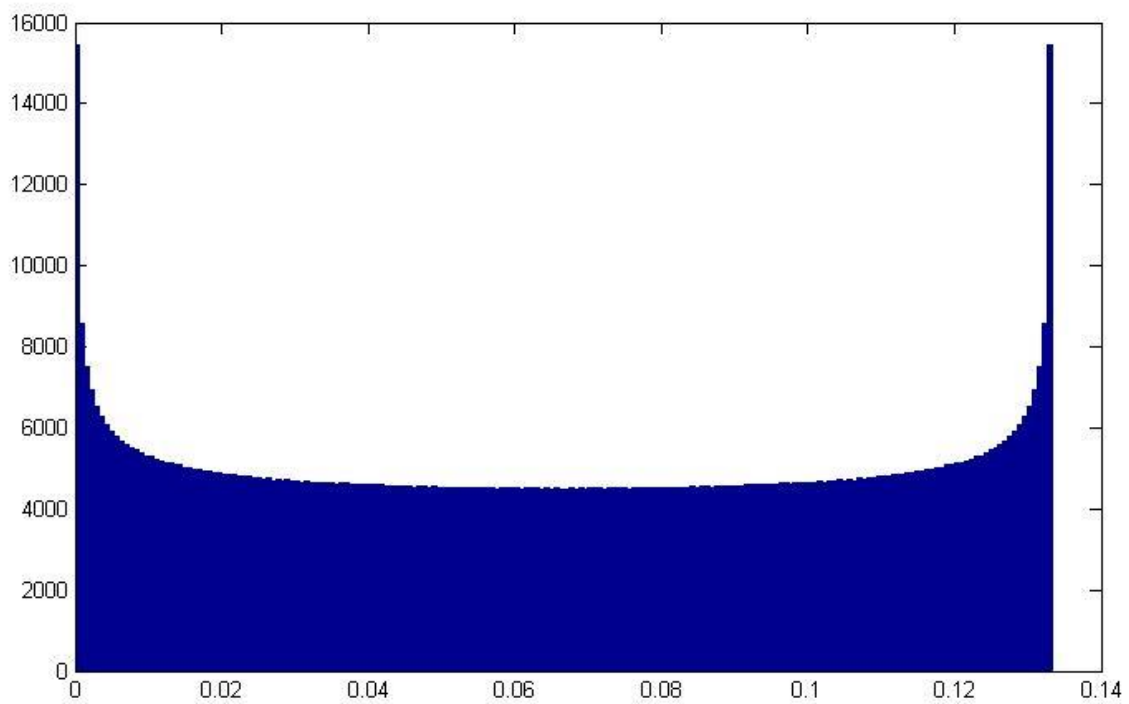
hold off;
hist(y_errors, 200);
%
variance = var(y_errors)
end

```

для  $n\_steps = 10$ :



Розподіл для n\_steps = 1000000:



Мат. очікування  $\sim 0.7$

Дисперсія:

```
>> lab5_2  
  
variance =  
  
: 0.0017
```

Для гармонического сигнала с частотой  $3 \cdot F_s / 5 = 3600$  Гц закон распределения погрешности как при квантовании с округлением так и при квантовании с усечением не является равномерным. Это вызвано тем что последовательность отсчетов имеет периодический характер вследствие того, что частота сигнала есть рациональная дробь частоты дискретизации, причем числитель и знаменатель – небольшие целые числа.