ГУАП

КАФЕДРА № 44

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

ассистент		Е.К. Григорьев
должность, уч. степень, звание	подпись, дата	инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ НОРМАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

по курсу: МОДЕЛИРОВАНИЕ

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ ГР. №	4143		Е.Д.Тегай
		подпись, дата	инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2023

Цель работы

Получить навыки моделирования нормально распределенных псевдослучайных чисел в программной среде MATLAB/GNU Octave, а также первичной оценки качества полученных псевдослучайных чисел.

Индивидуальный вариант

Содержимое индивидуального варианта показано на рисунке 1. Следует отметить, что для удобства восприятия номер варианта и исходные данные выделены жёлтым цветом.

Варианты задания

Таблица 1

№	*m*	*σ*	№	*m*	*σ*
1	20	1	11	10	3
2	19	3	12	9	2
3	18	2	13	8	4
4	17	1	14	7	1
5	16	4	15	6	1
6	15	1	16	5	2
7	14	2	17	4	3
8	13	4	18	3	2
9	12	3	19	2	1
10	11	1	20	1	3

Рисунок 1 – Индивидуальный вариант

Ход работы

Для начала от руки по исходным данным строятся график функции плотности распределения и график функции распределения. Соответствующие расчёты и графики приведены на рисунках 2 – 3.

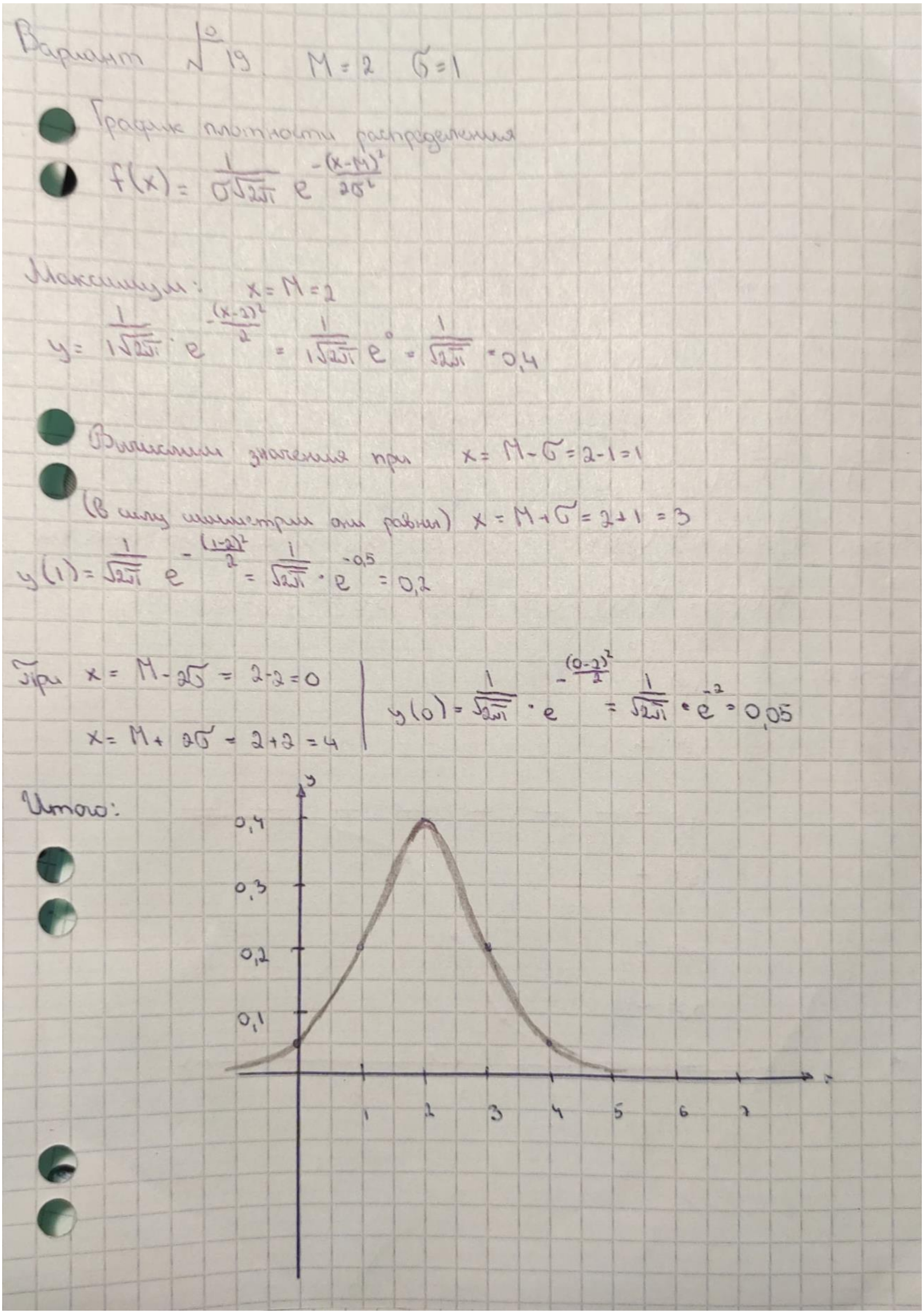

Рисунок 2 – График плотности распределения

График функции распределения

$$F(x) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{(\lambda - M)^2}{2\sigma^2}} d\lambda$$

При $x = M = 2$: $F(2) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{2} e^{-\frac{(\lambda-2)^2}{2}} d\lambda$

Функция принимает значения: $F(M) = F(2) = 0{,}5$ (по таблице Лапласа)

$x = M + \sigma = 2 + 1 = 3$, стандартизируем:

$\frac{\lambda - 2}{1} = \frac{3-2}{1} = 1$

Тогда $F(2{,}5) = \Phi(1) + 0{,}5 = 0{,}3 + 0{,}5 = 0{,}8$ и симметричная ей

$F(1{,}5) = \Phi(-1) + 0{,}5 = -\Phi(1) + 0{,}5 = -0{,}3 + 0{,}5 = 0{,}2$

Итого:

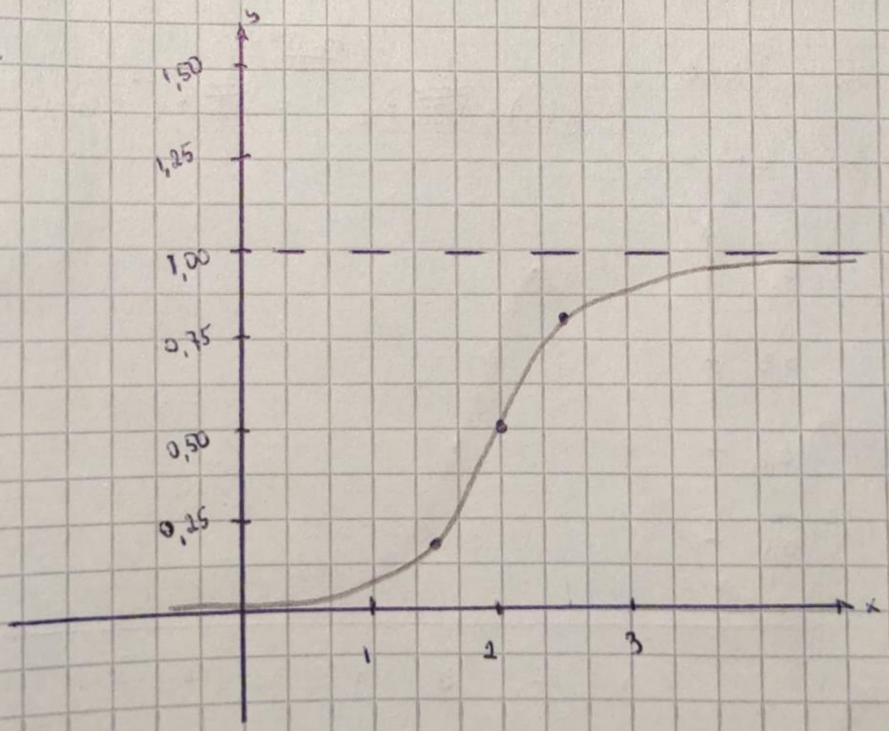

Рисунок 3 – График функции распределения

Листинг кода

```
       clear all
close all
clc

% Задаем изначальные параметры
M = 2;
Sigma = 1;
% Задаем масштаб по абсциссе
x = -5:.1:5;
% Задаем график функции нормального распределения
% и график плотности распределения
y1 = normpdf(x,M,Sigma);
y2 = normcdf(x,M,Sigma);
% Строим графики
figure;
plot(x,y1);

figure;
plot(x,y2);
```

Результаты

Соответствующие результаты продемонстрированы на рисунках 4 – 5. Следует также отметить, что графики в программе и изображённые ранее на рисунках 2 – 3 совпадают, а значит расчёты проведены верно.

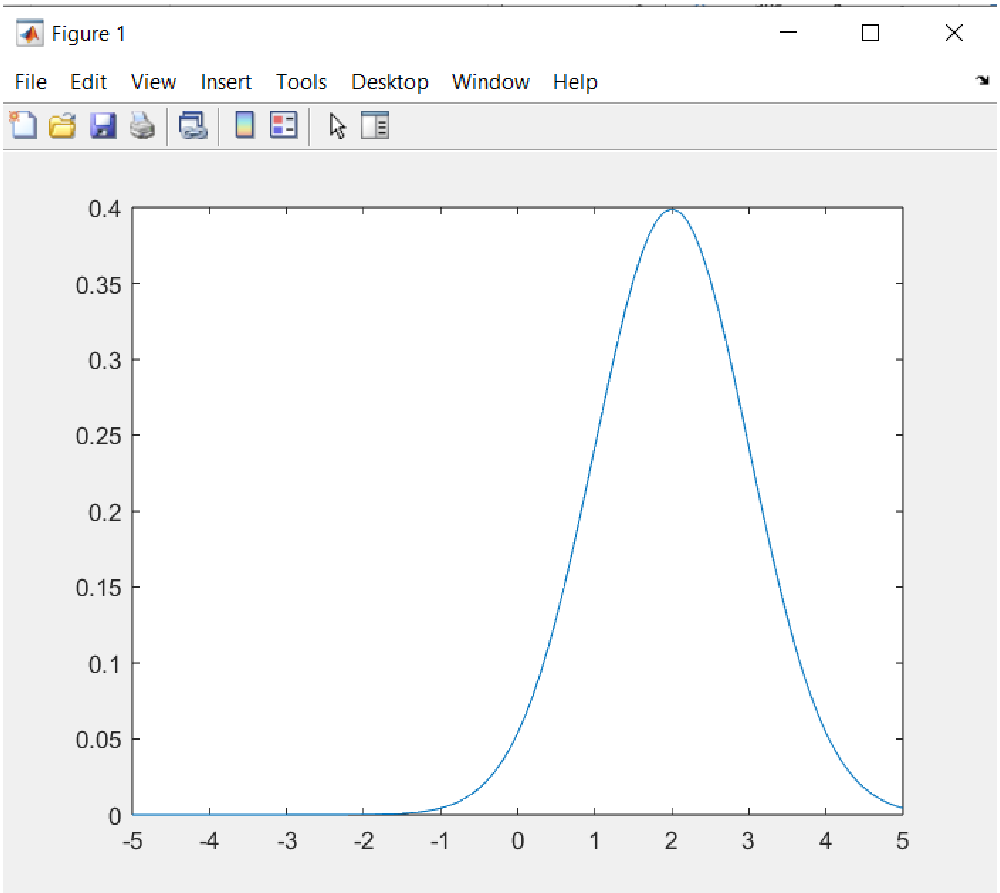

Рисунок 4 – Результат работы программы

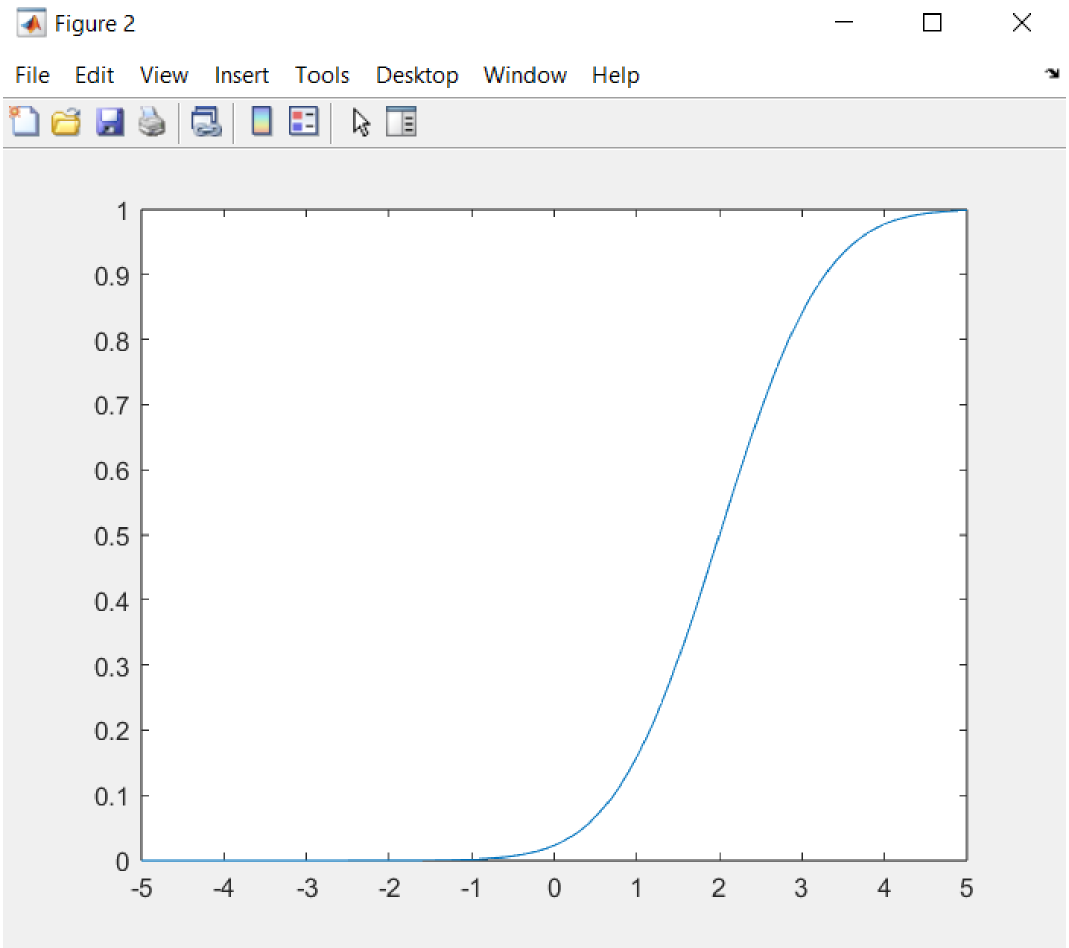

Рисунок 5 – Результат работы программы

Способ генерации, основанный на центральной предельной теореме

Далее генерируется 12 наборов псевдослучайных чисел, где каждый набор состоит из N = 1000, 5000 и 10000 чисел. Затем строятся гистограммы для каждого набора случайных чисел. Это показано на рисунках 6 – 8.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=1000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Генерация по центральной предельной теореме
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
for s=1:n
    R=rand(1,n);
```

```
    m=n/2;
    D=n/12;
    sigma=sqrt(D);
    N=sum(R);
    Y(s)=2+(1/sigma)*(N-m);
end
figure;
histogram(Y);
end
```

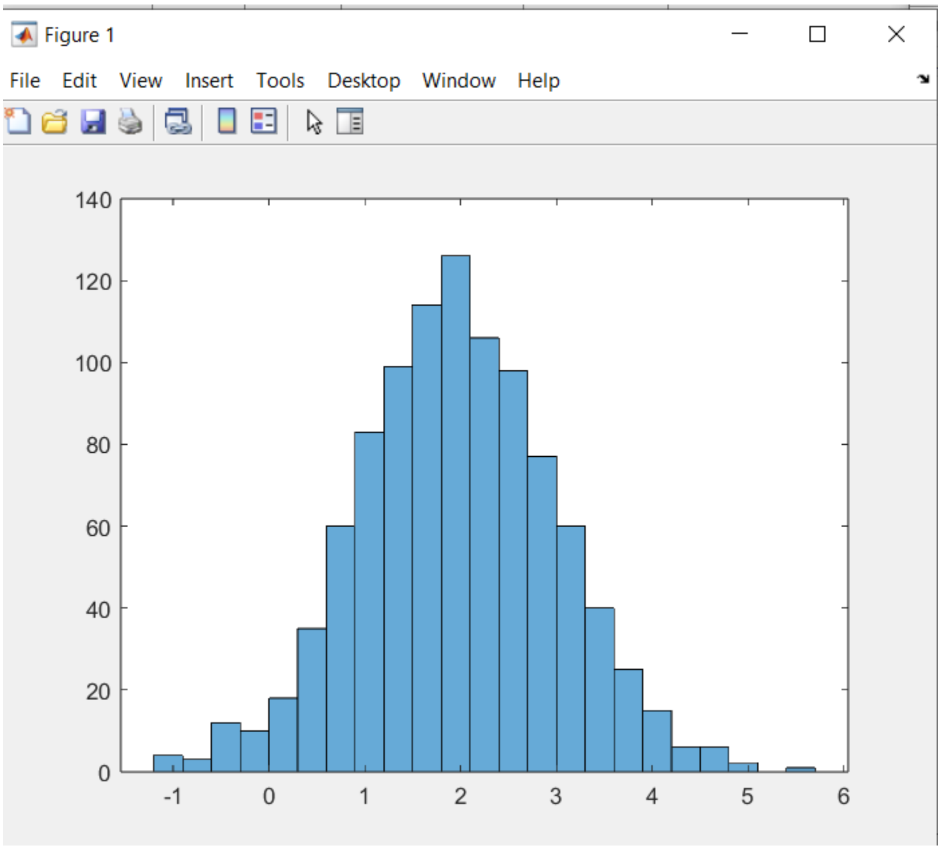

Рисунок 6 – Гистограмма для N = 1000

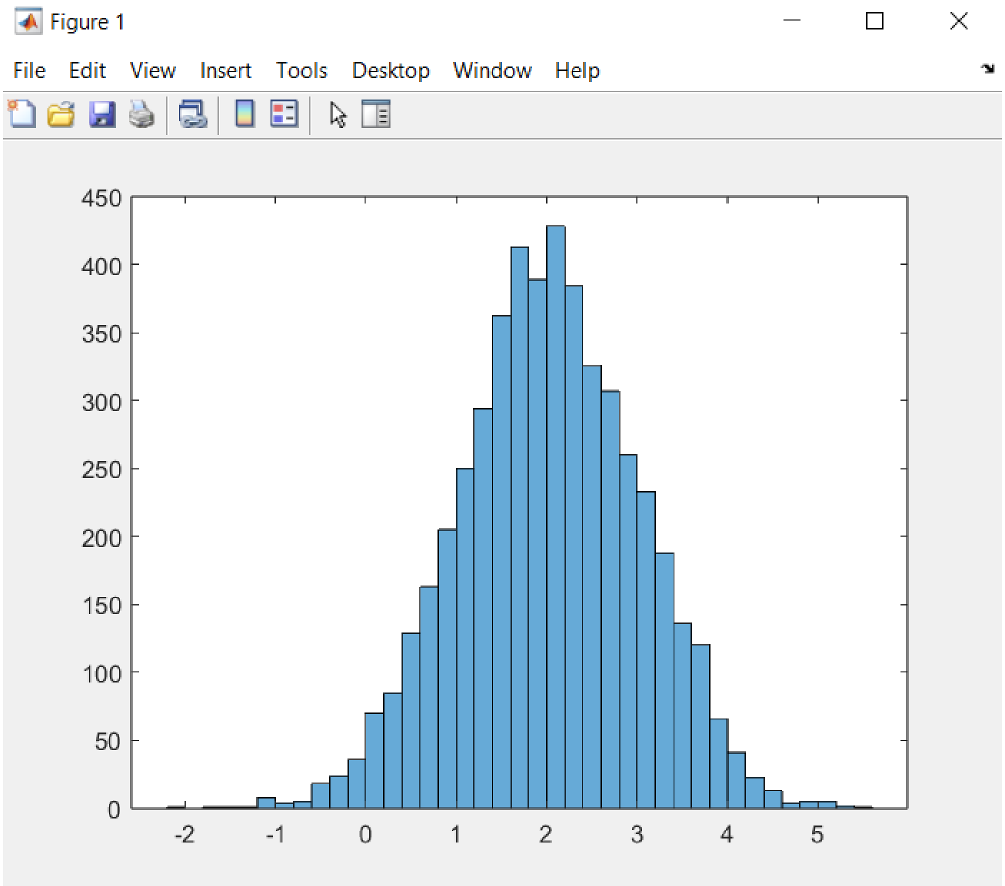

Рисунок 7 – Гистограмма для N = 5000

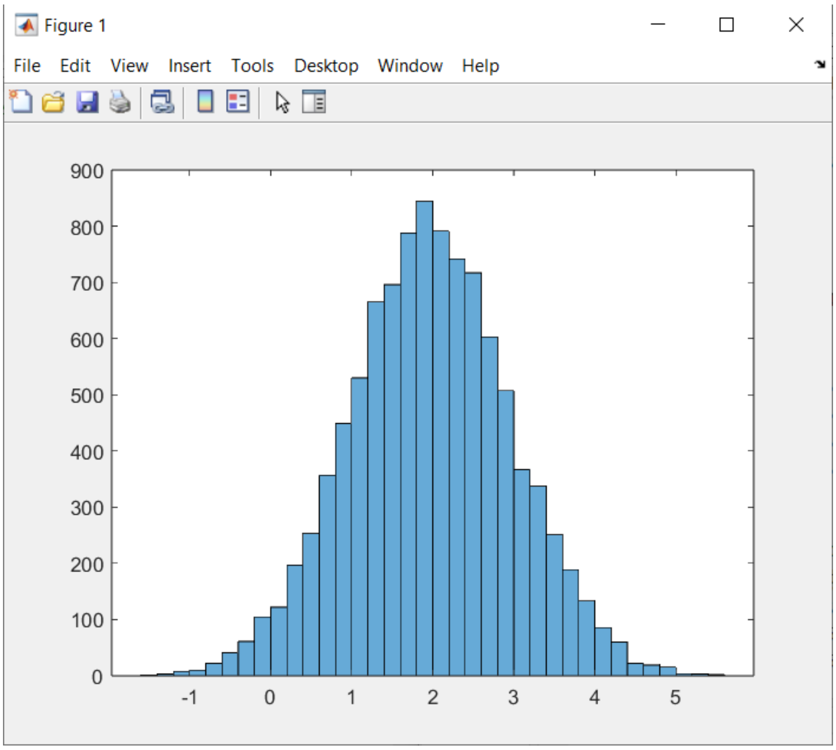

Рисунок 8 – Гистограмма для N = 10000

Далее строятся эмпирические функции. Это показано на рисунках 8 – 10.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=10000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Генерация по центральной предельной теореме
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
for s=1:n
    R=rand(1,n);
    m=n/2;
    D=n/12;
    sigma=sqrt(D);
    N=sum(R);
    Y(s)=2+(1/sigma)*(N-m);
end
figure;
ecdf(Y);
end
```

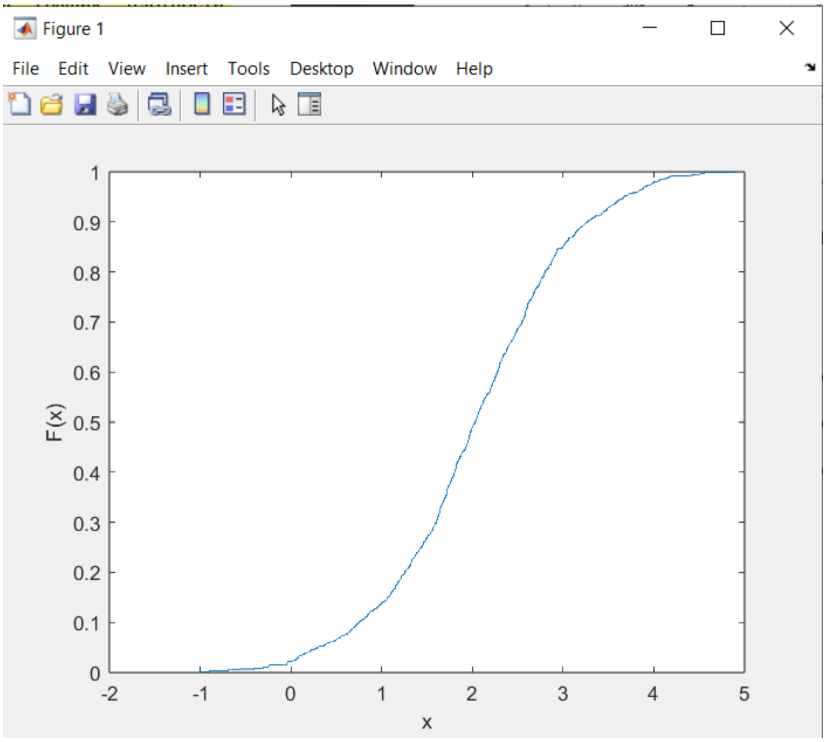

Рисунок 8 – Эмпирическая функция для N = 1000

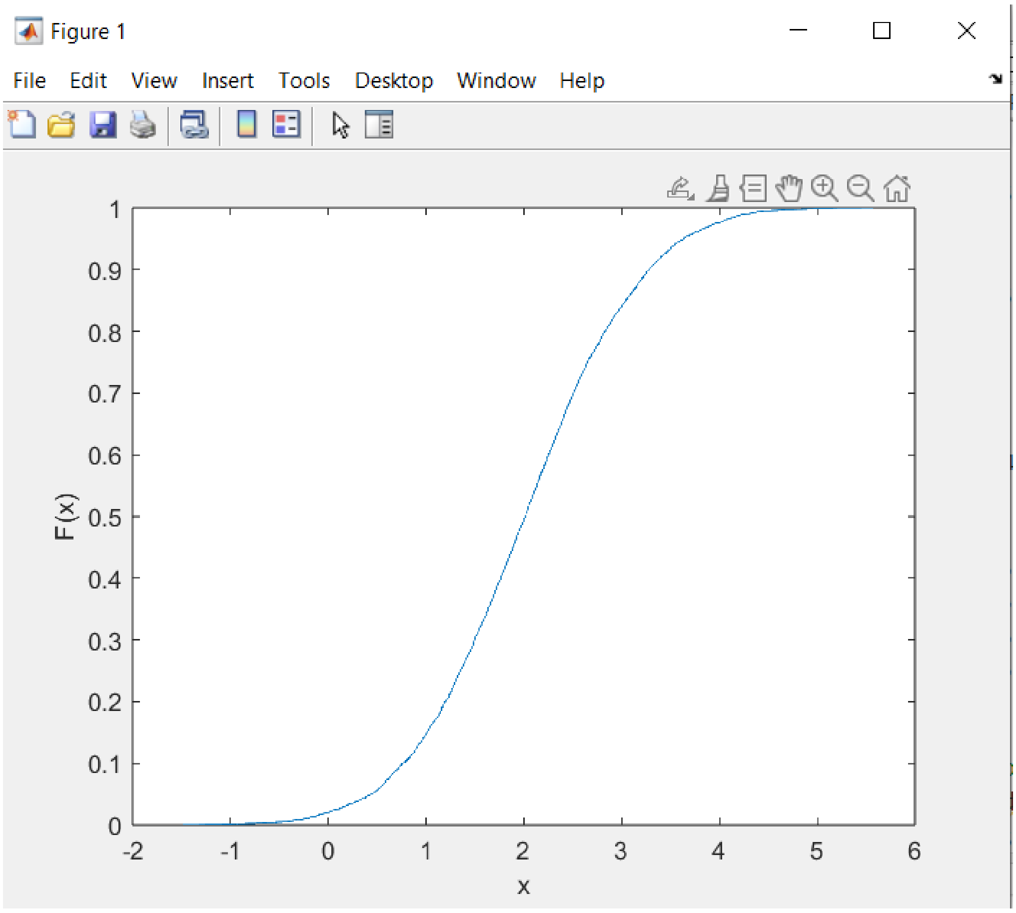

Рисунок 9 – Эмпирическая функция для N = 5000

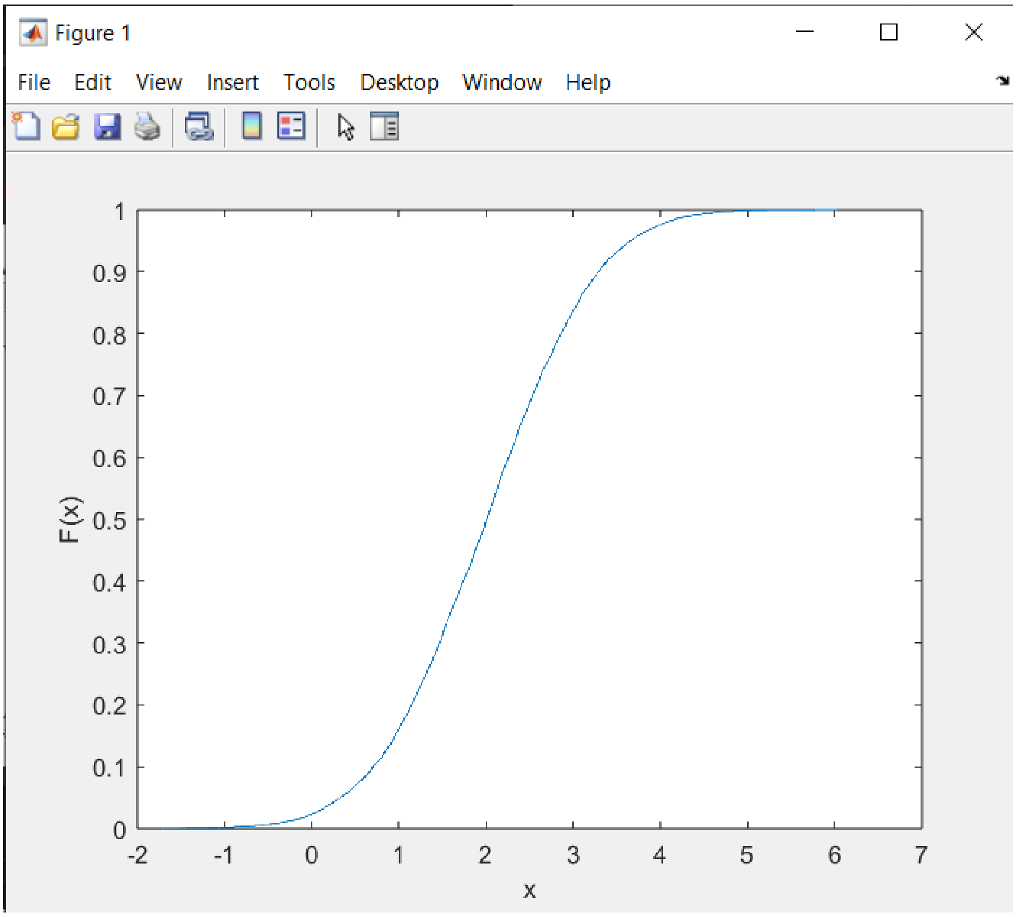

Рисунок 10 – Эмпирическая функция для N = 10000

После этого проводится графический тест «Распределение на плоскости». Соответствующие графики показаны на рисунках 11 – 13.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=10000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Генерация по центральной предельной теореме
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
x=zeros(1,0.5*n);
y=zeros(1,0.5*n);
for s=1:n
    R=rand(1,n);
    m=n/2;
    D=n/12;
    sigma=sqrt(D);
    N=sum(R);
```

```
    Y(s)=2+(1/sigma)*(N-m);
end
for s=1:(0.5*n)
    x(s)=Y(2*s-1);
    y(s)=Y(2*s);
end
figure;
scatter(x,y);

Mid=mean(Y);
Dis=var(Y);
SKO=std(Y);
end
```

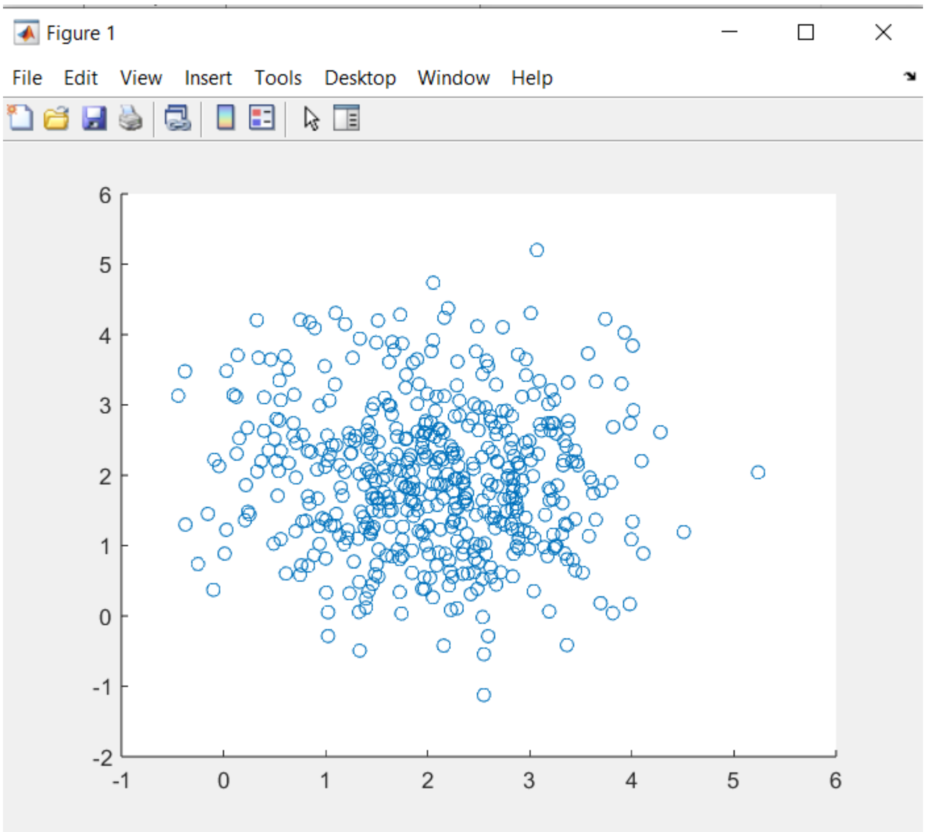

Рисунок 11 – Распределение на плоскости для N = 1000

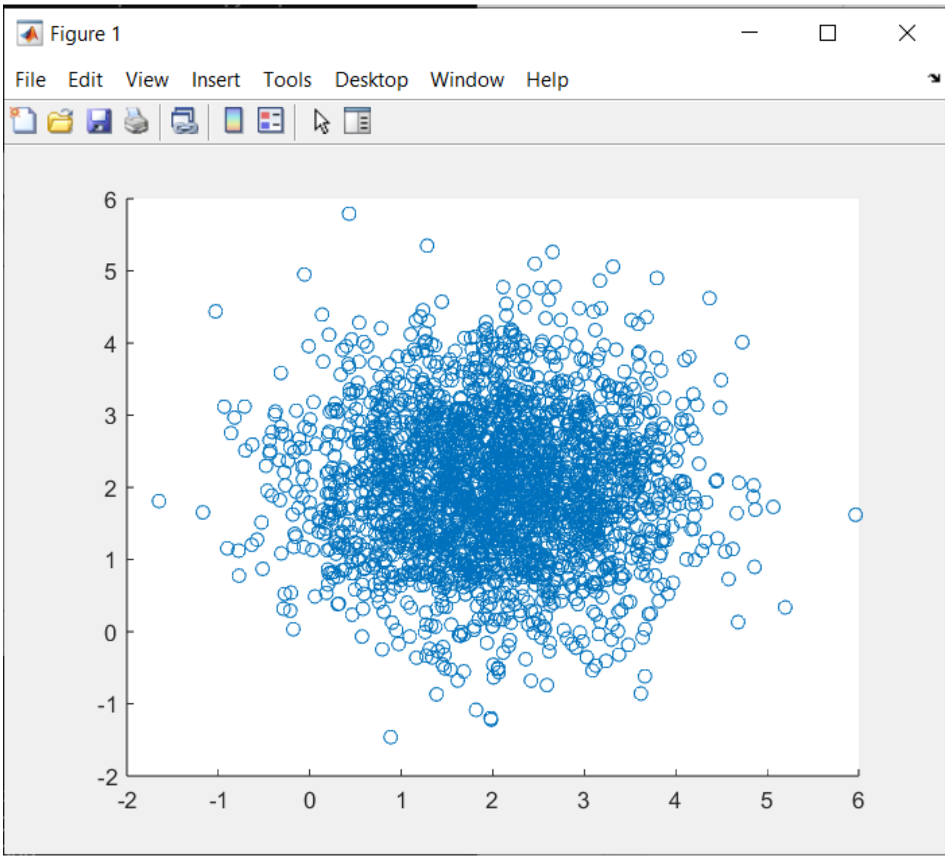

Рисунок 12 – Распределение на плоскости для N = 5000

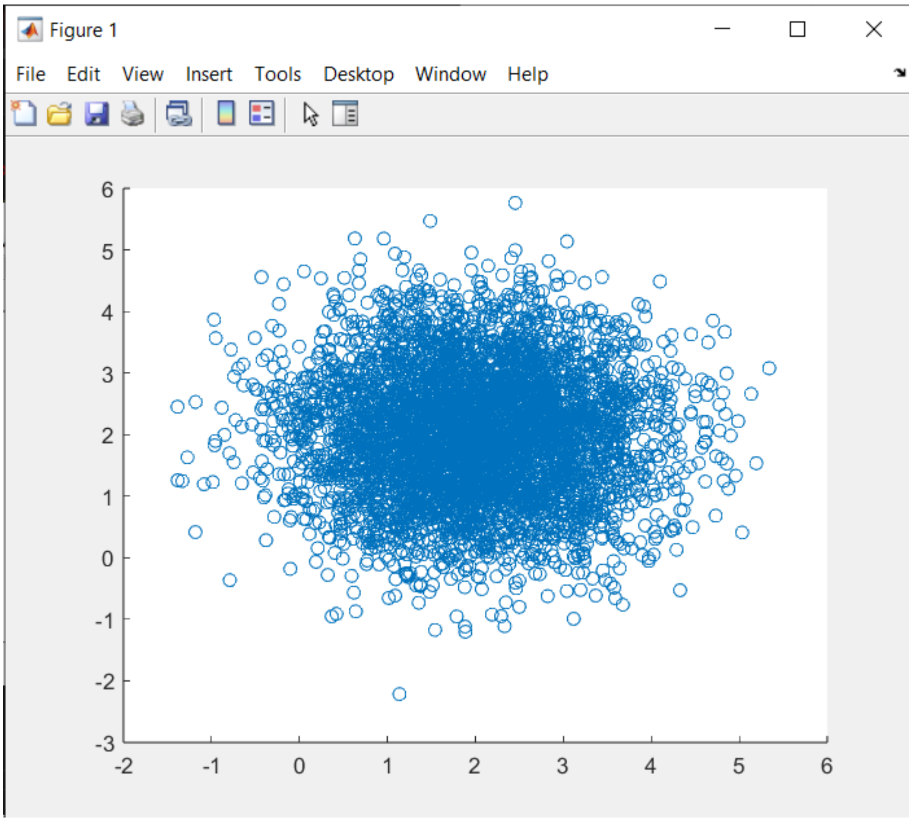

Рисунок 13 – Распределение на плоскости для N = 10000

Затем строятся графики «Квантиль-квантиль». Это показано на рисунках 14 – 16.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=10000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Генерация по центральной предельной теореме
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
x=zeros(1,0.5*n);
y=zeros(1,0.5*n);
for s=1:n
    R=rand(1,n);
    m=n/2;
    D=n/12;
    sigma=sqrt(D);
    N=sum(R);
    Y(s)=2+(1/sigma)*(N-m);
end
for s=1:(0.5*n)
    x(s)=Y(2*s-1);
    y(s)=Y(2*s);
end
figure;
qqplot(Y);

Mid=mean(Y);
Dis=var(Y);
SKO=std(Y);
end
```

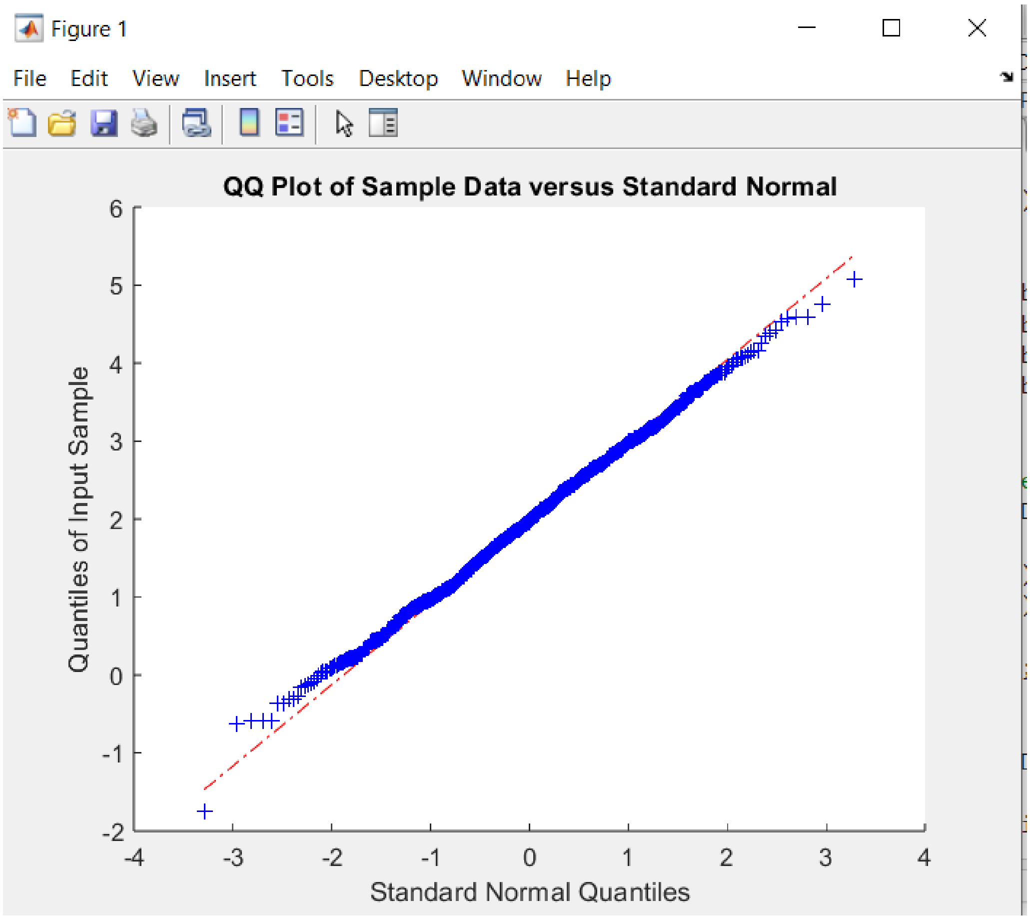

Рисунок 14 – «Квантиль-квантиль» для N = 1000

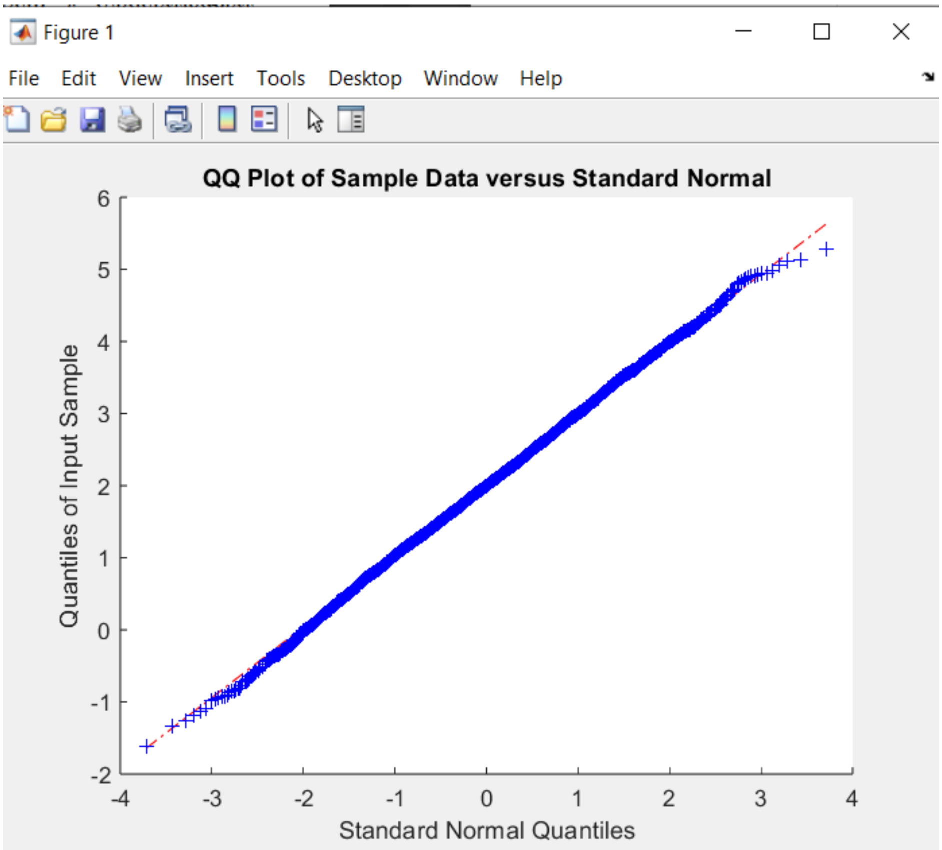

Рисунок 15 – «Квантиль-квантиль» для N = 5000

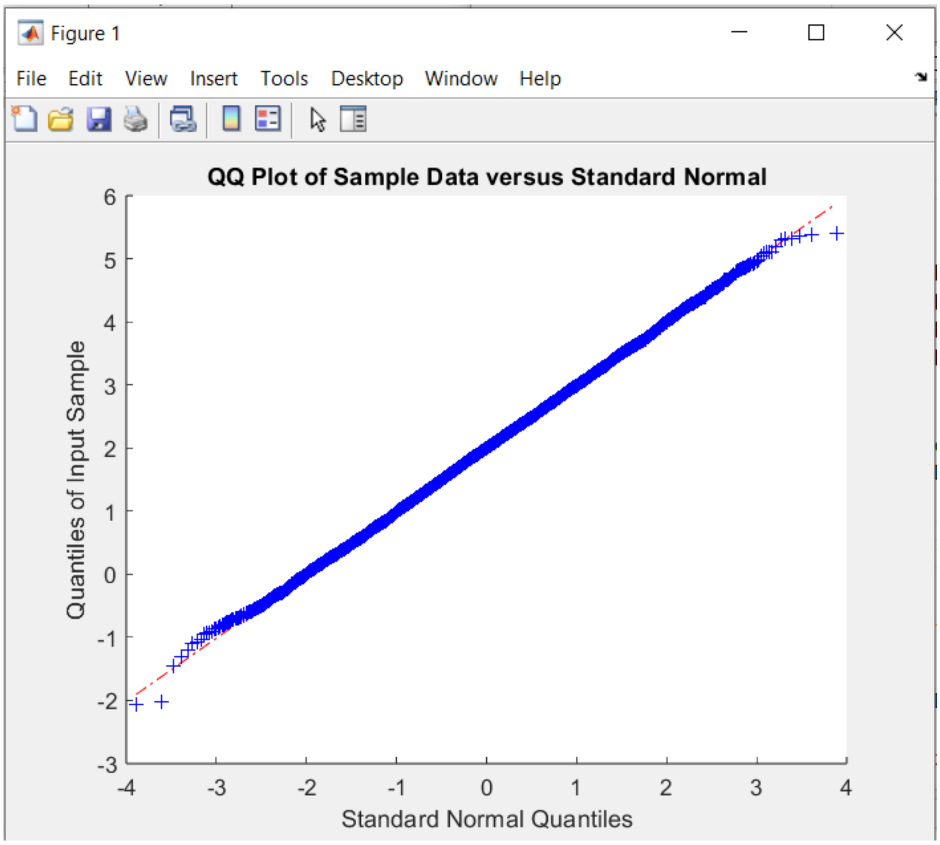

Рисунок 16 – «Квантиль-квантиль» для N = 10000

Все те же действия производятся и по отношению к полярному методу Марсальи, преобразованию Бокса-Мюллера и встроенной функции генерации стандартно нормально распределённых псевдослучайных чисел.

Метод Марсальи

Затем строятся гистограммы для каждого набора случайных чисел. Это показано на рисунках 17 – 19.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=1000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
z0s=zeros(1,0.5*n);
```

```
z1s=zeros(1,0.5*n);
S=-10;
for m=1:(0.5*n)
    while S<=0 || S>=1
        r1=-1+2*rand(1,1);
        r2=-1+2*rand(1,1);
        S=power(r1,2)+power(r2,2);
    end
    z0=(r1/sqrt(S))*sqrt(-2*log(S));
    z1=(r2/sqrt(S))*sqrt(-2*log(S));
    Y(2*m-1)=z0;
    Y(2*m)=z1;
    z0s(m)=z0;
    z1s(m)=z1;
    S=-10;
end
figure;
hist(Y);
% figure;
% ecdf(Y);
% figure;
% scatter(z0s,z1s);
% figure;
% qqplot(Y);
Mid=mean(Y);
Dis=var(Y);
SKO=std(Y);
end
```

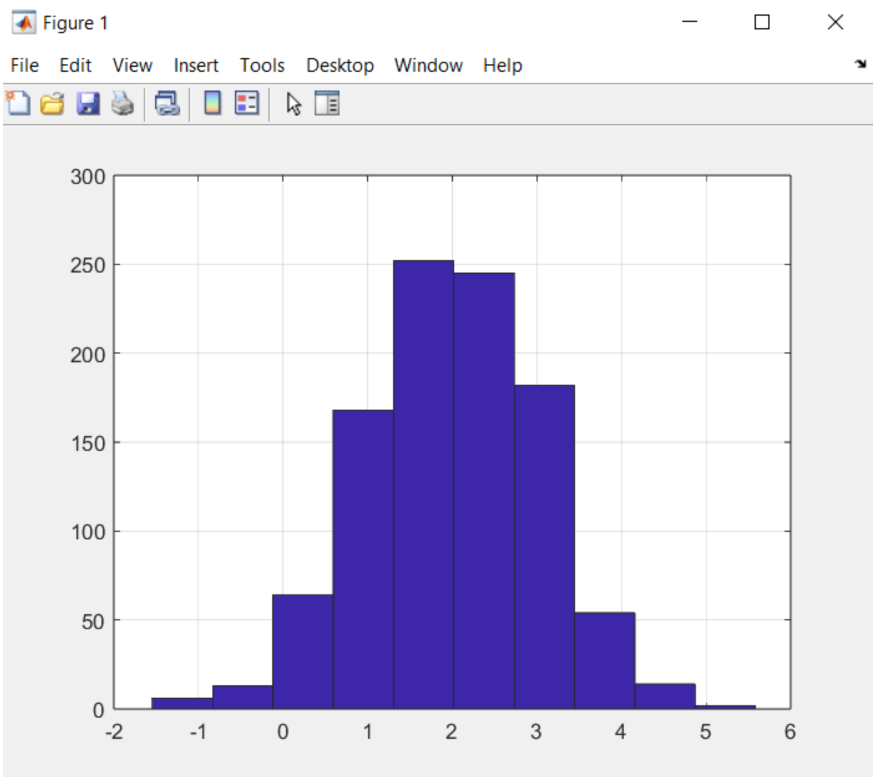

Рисунок 17 – Гистограмма для N = 1000

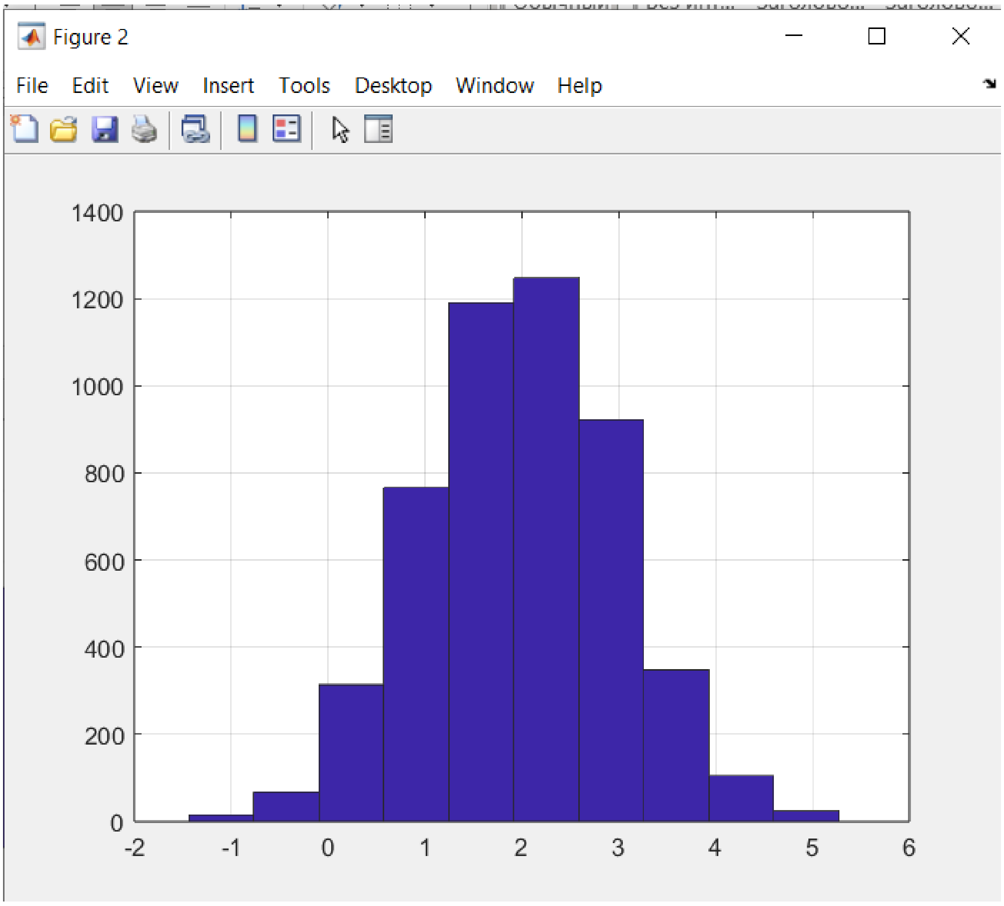

Рисунок 18 – Гистограмма для N = 5000

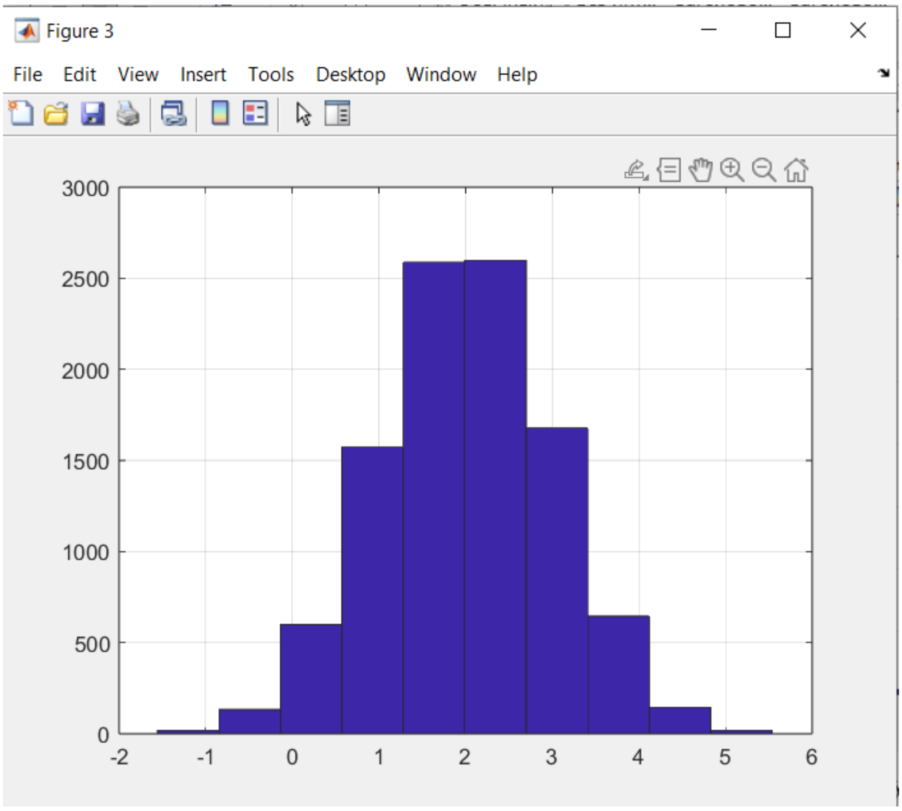

Рисунок 19 – Гистограмма для N = 10000

Далее строятся эмпирические функции. Это показано на рисунках 20 – 22 .

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=10000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
z0s=zeros(1,0.5*n);
z1s=zeros(1,0.5*n);
S=-10;
for m=1:(0.5*n)
    while S<=0 || S>=1
        r1=-1+2*rand(1,1);
        r2=-1+2*rand(1,1);
        S=power(r1,2)+power(r2,2);
    end
    z0=(r1/sqrt(S))*sqrt(-2*log(S));
    z1=(r2/sqrt(S))*sqrt(-2*log(S));
    Y(2*m-1)=z0;
    Y(2*m)=z1;
    z0s(m)=z0;
    z1s(m)=z1;
    S=-10;
end
figure;
ecdf(Y);
Mid=mean(Y);
Dis=var(Y);
SKO=std(Y);
end
```

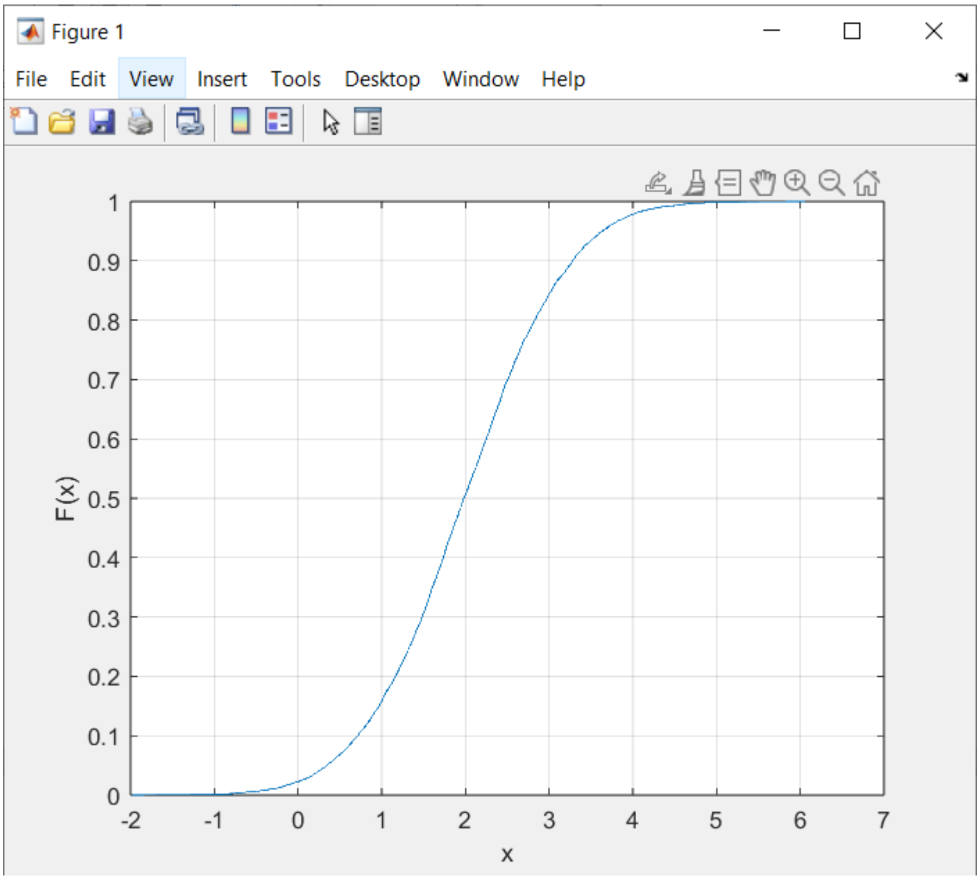

Рисунок 20 – Эмпирическая функция для N = 1000

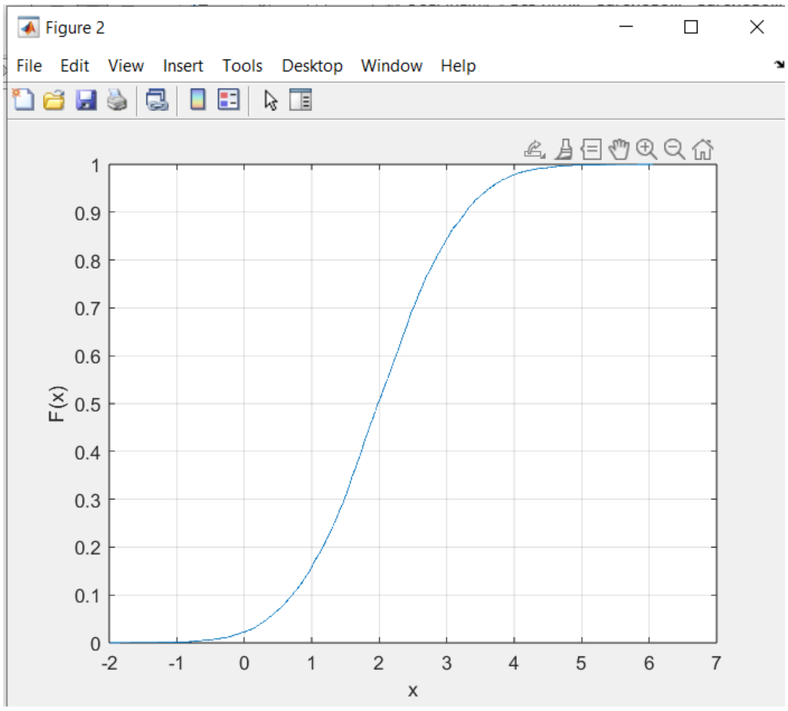

Рисунок 21 – Эмпирическая функция для N = 5000

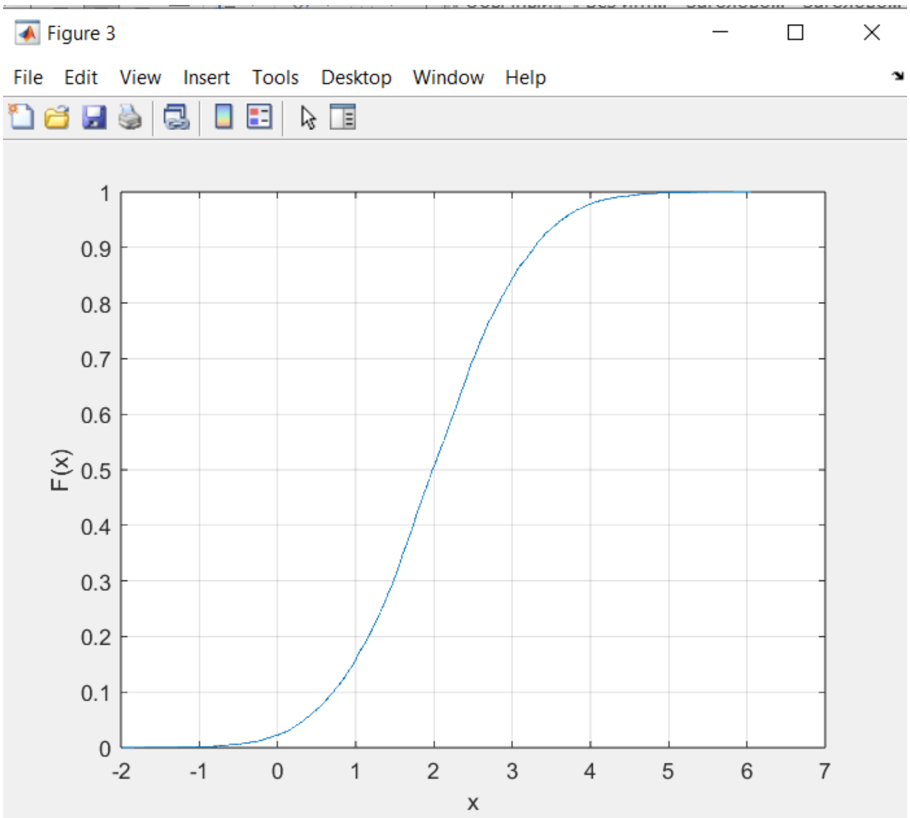

Рисунок 22 – Эмпирическая функция для N = 10000

После этого проводится графический тест «Распределение на плоскости». Соответствующие графики показаны на рисунках 23 – 25.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=1000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
z0s=zeros(1,0.5*n);
z1s=zeros(1,0.5*n);
S=-10;
for m=1:(0.5*n)
    while S<=0 || S>=1
        r1=-1+2*rand(1,1);
        r2=-1+2*rand(1,1);
        S=power(r1,2)+power(r2,2);
    end
    z0=(r1/sqrt(S))*sqrt(-2*log(S));
    z1=(r2/sqrt(S))*sqrt(-2*log(S));
    Y(2*m-1)=z0;
```

```
    Y(2*m)=z1;
    z0s(m)=z0;
    z1s(m)=z1;
    S=-10;
end
figure;
scatter(z0s,z1s);
Mid=mean(Y);
Dis=var(Y);
SKO=std(Y);
end
```

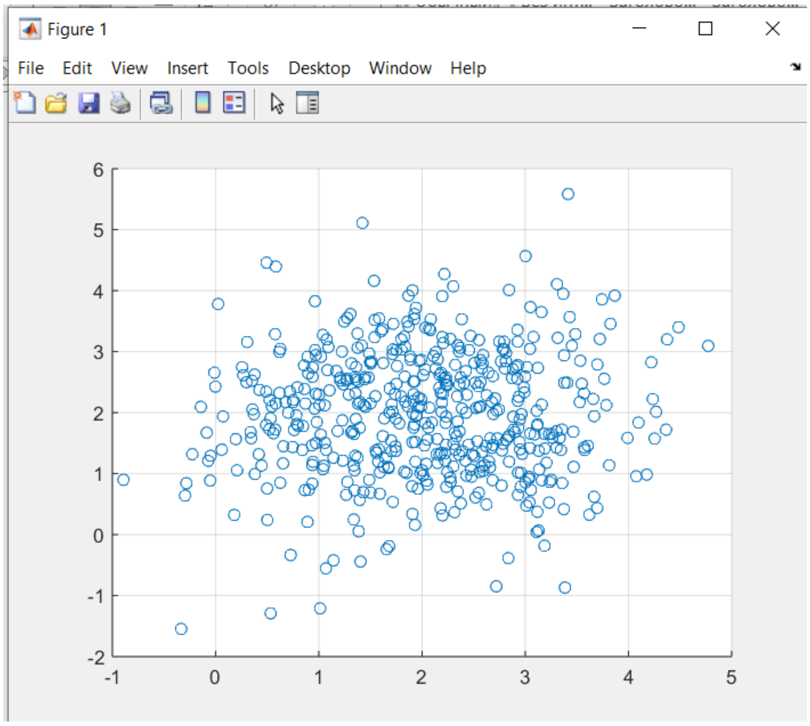

Рисунок 23 – Распределение на плоскости для N = 1000

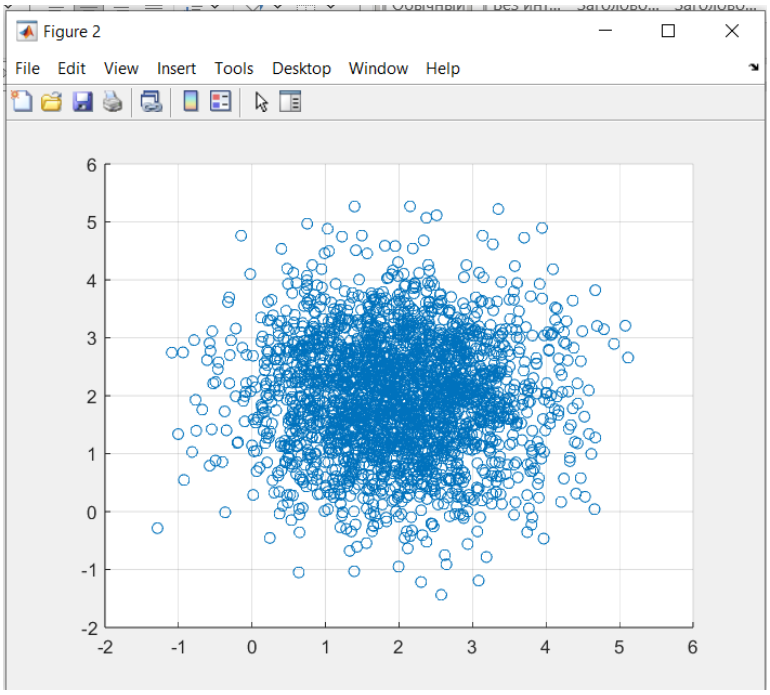

Рисунок 24 – Распределение на плоскости для N = 5000

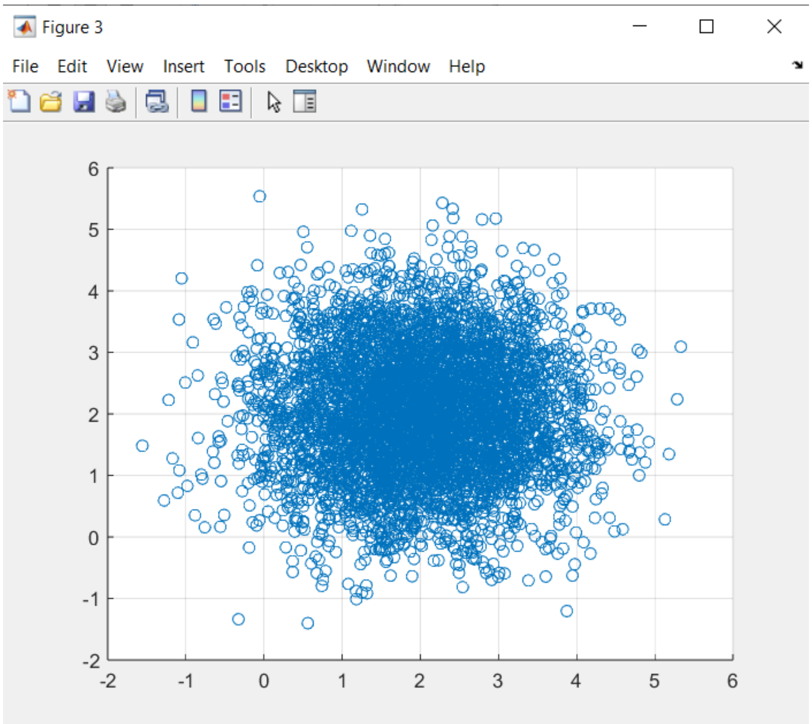

Рисунок 25 – Распределение на плоскости для N = 10000

Затем строятся графики «Квантиль-квантиль». Это показано на рисунках 26 – 28.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=1000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
z0s=zeros(1,0.5*n);
z1s=zeros(1,0.5*n);
S=-10;
for m=1:(0.5*n)
    while S<=0 || S>=1
        r1=-1+2*rand(1,1);
        r2=-1+2*rand(1,1);
        S=power(r1,2)+power(r2,2);
    end
    z0=(r1/sqrt(S))*sqrt(-2*log(S));
    z1=(r2/sqrt(S))*sqrt(-2*log(S));
    Y(2*m-1)=z0;
    Y(2*m)=z1;
    z0s(m)=z0;
```

```
    z1s(m)=z1;
    S=-10;
end
figure;
qqplot(Y);
Mid=mean(Y);
Dis=var(Y);
SKO=std(Y);
end
```

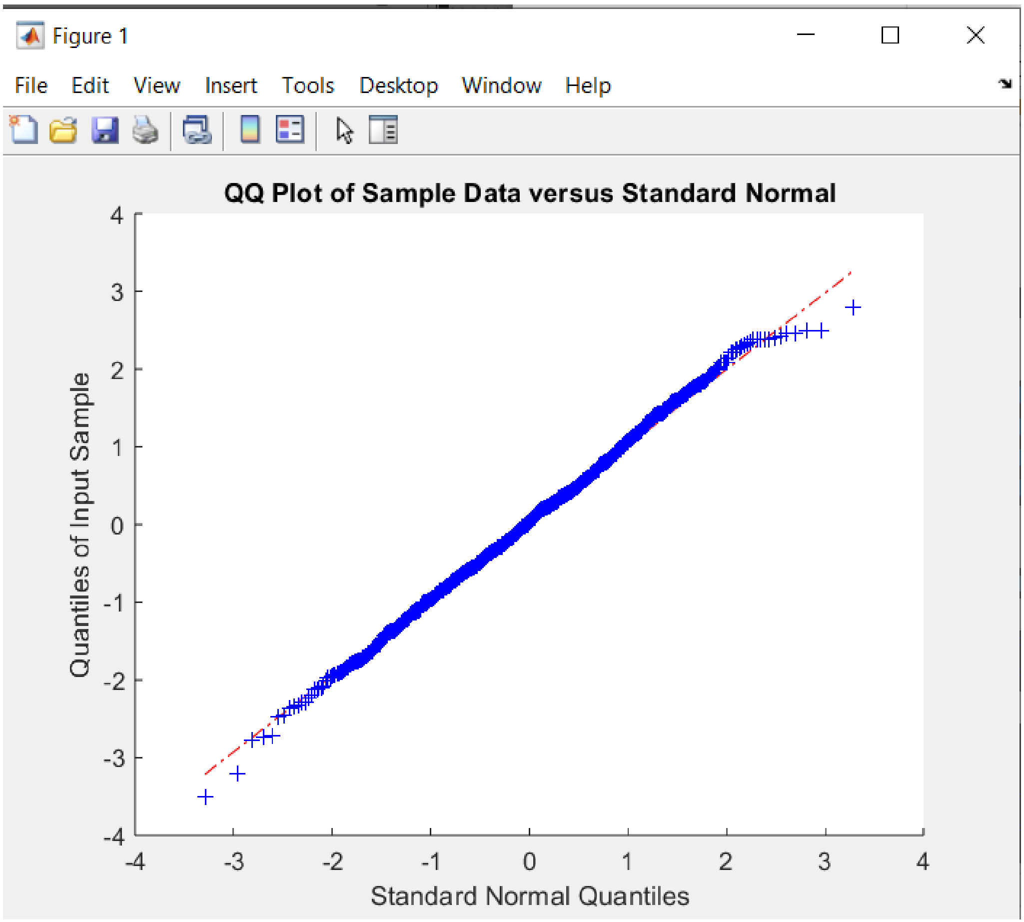

Рисунок 26 – «Квантиль-квантиль» для N = 1000

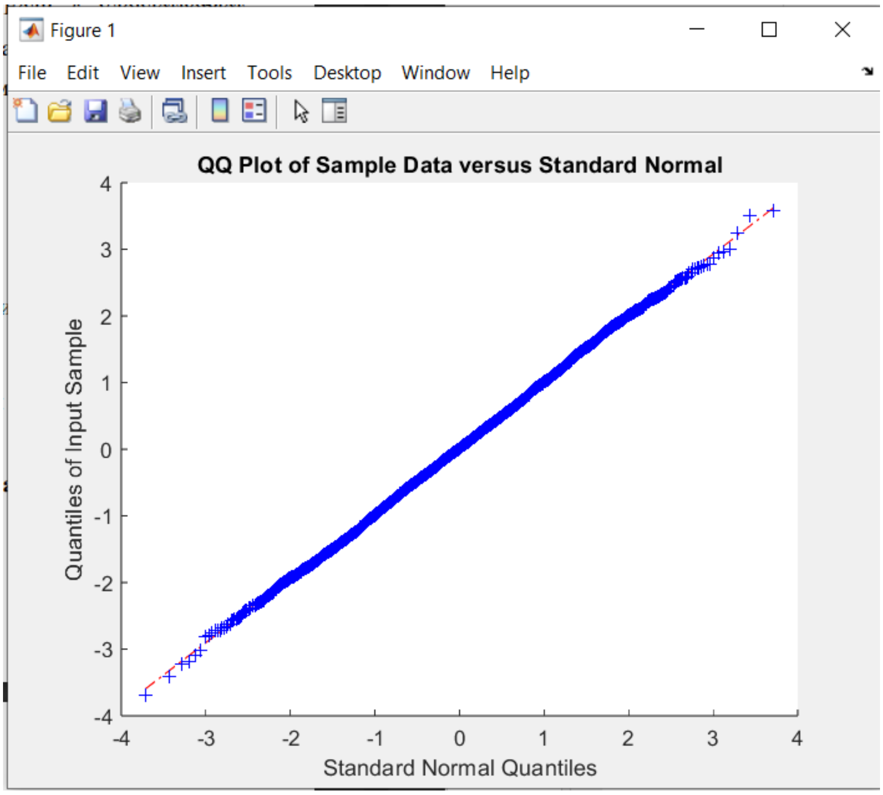

Рисунок 27 – «Квантиль-квантиль» для N = 5000

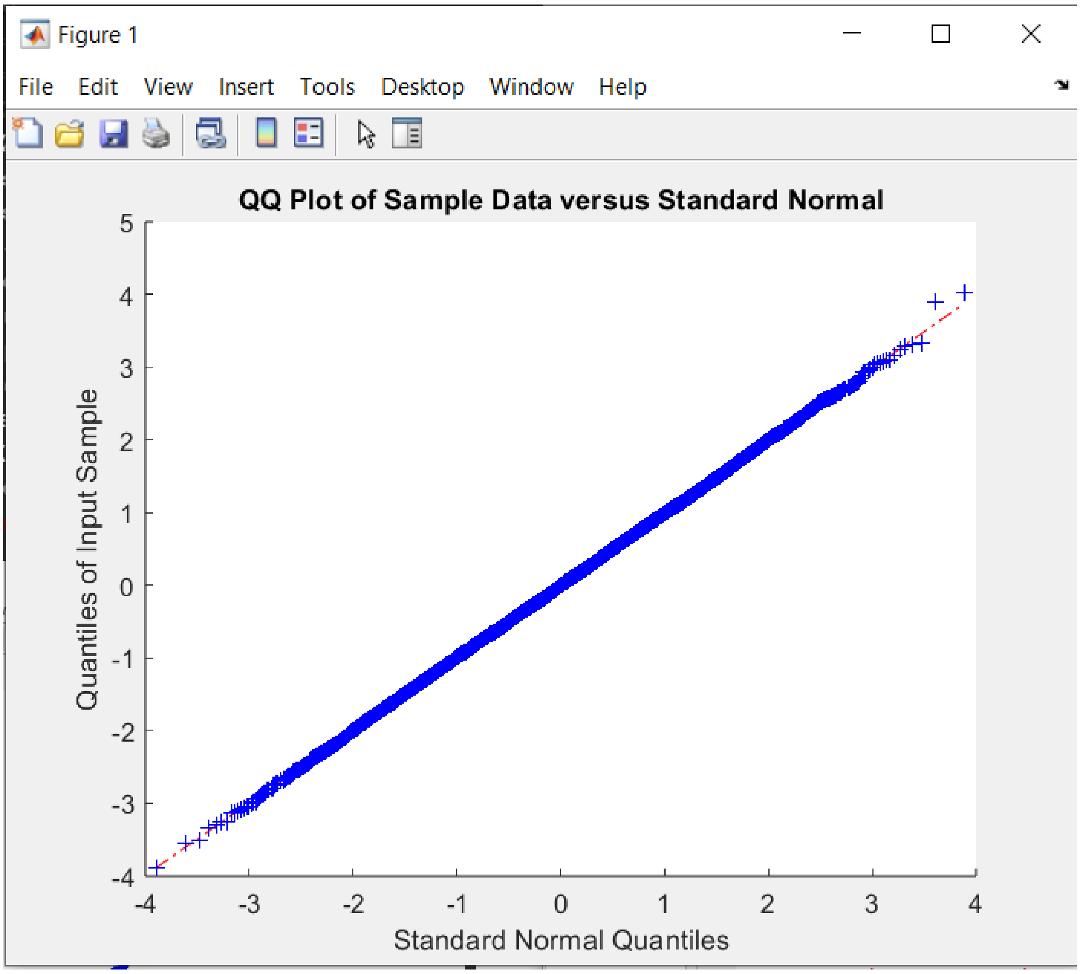

Рисунок 28 – «Квантиль-квантиль» для N = 10000

Встроенная функция генерации стандартно нормально распределённых псевдослучайных чисел

Затем строятся гистограммы для каждого набора случайных чисел. Это показано на рисунках 29 – 31.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=1000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Встроенная генерация randn()
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=randn(1,n);
x=zeros(1,0.5*n);
y=zeros(1,0.5*n);
for s=1:(0.5*n)
    x(s)=Y(2*s-1);
    y(s)=Y(2*s);
end
figure;
hist(Y);
end
```

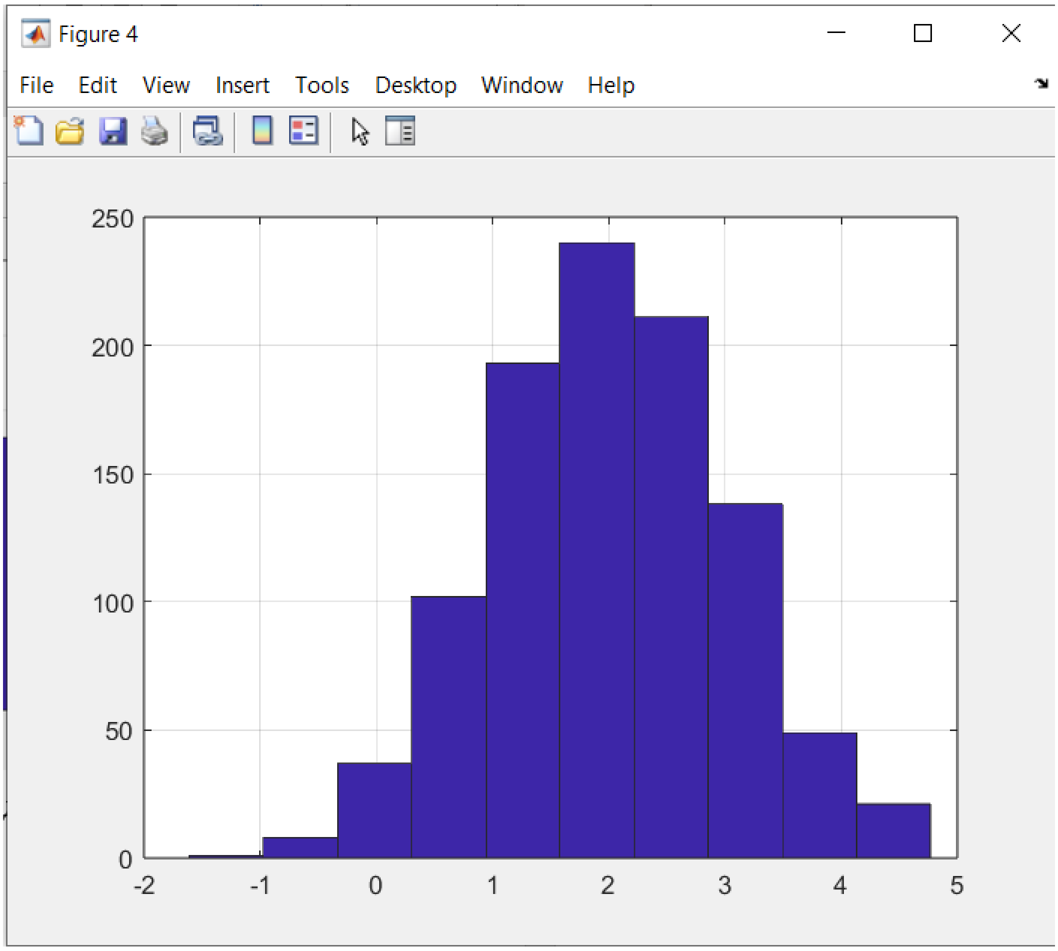

Рисунок 29 – Гистограмма для N = 1000

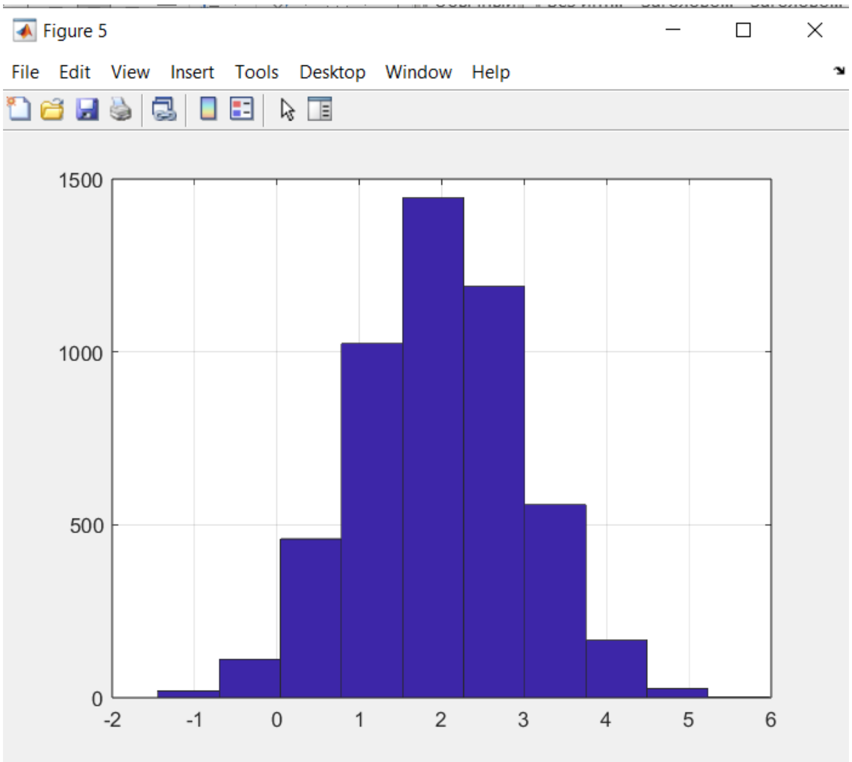

Рисунок 30 – Гистограмма для N = 5000

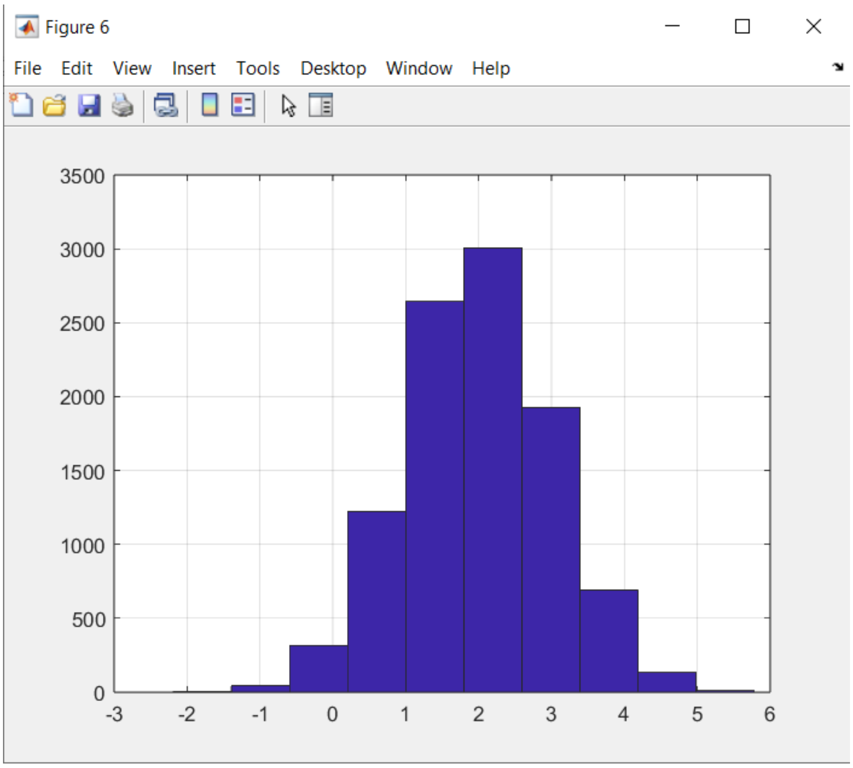

Рисунок 31 – Гистограмма для N = 10000

Далее строятся эмпирические функции. Это показано на рисунках 32 – 34 .

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=1000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Встроенная генерация randn()
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=randn(1,n);
x=zeros(1,0.5*n);
y=zeros(1,0.5*n);
for s=1:(0.5*n)
    x(s)=Y(2*s-1);
    y(s)=Y(2*s);
end
figure;
ecdf(Y);
end
```

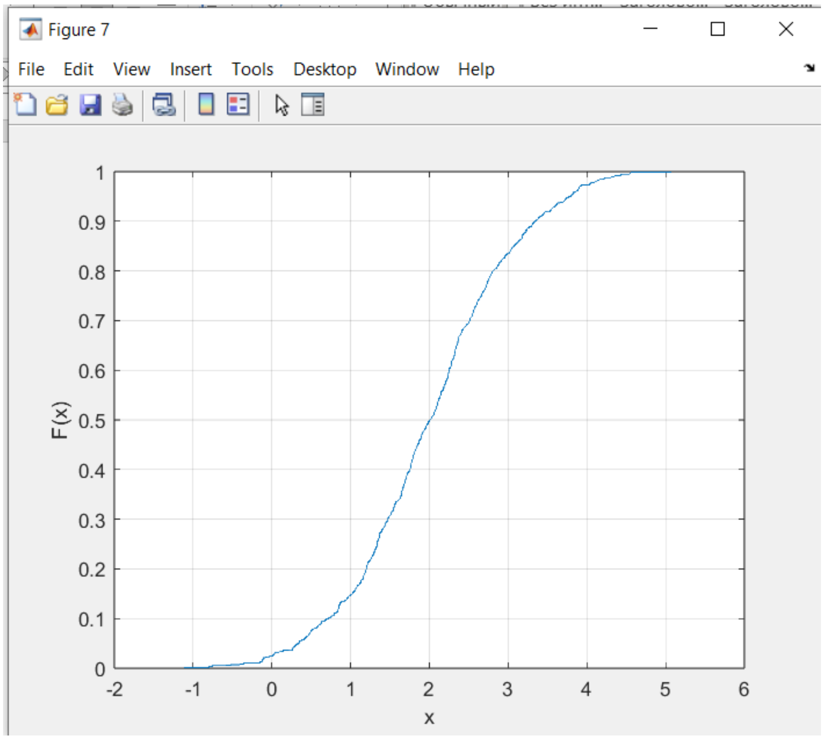

Рисунок 32 – Эмпирическая функция для N = 1000

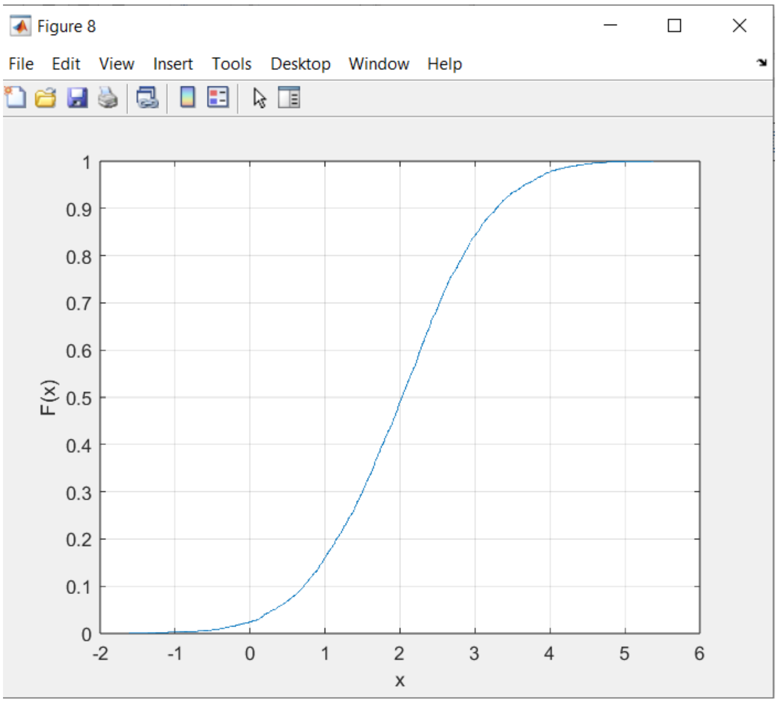

Рисунок 33 – Эмпирическая функция для N = 5000

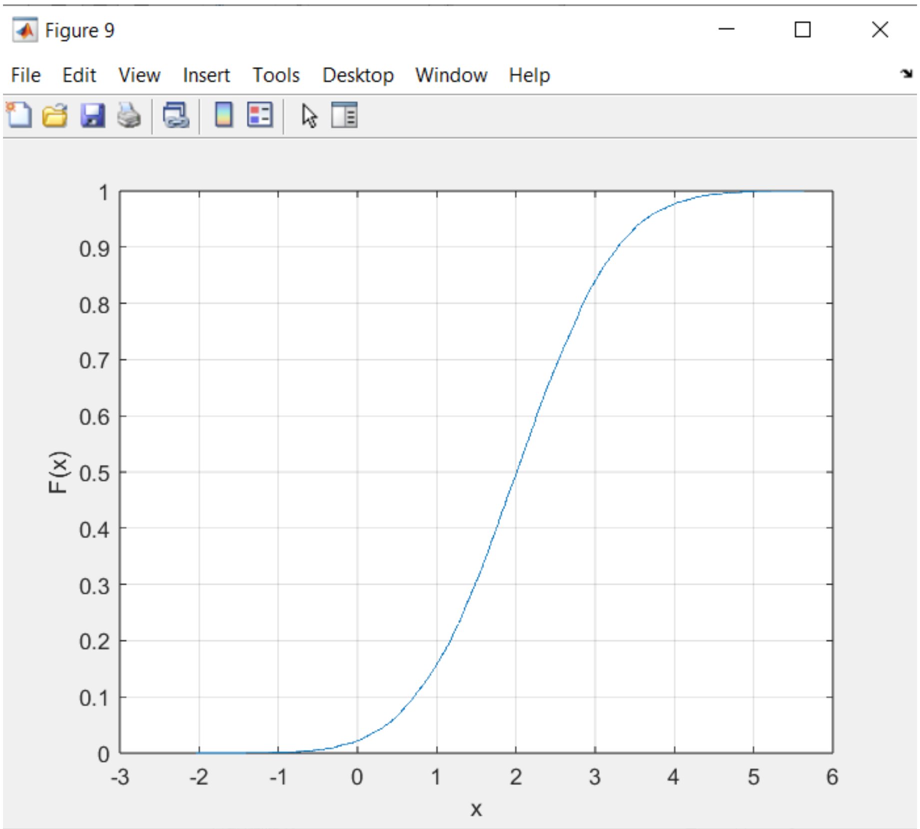

Рисунок 34 – Эмпирическая функция для N = 10000

После этого проводится графический тест «Распределение на плоскости». Соответствующие графики показаны на рисунках 35 – 37.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=1000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Встроенная генерация randn()
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=randn(1,n);
x=zeros(1,0.5*n);
y=zeros(1,0.5*n);
for s=1:(0.5*n)
    x(s)=Y(2*s-1);
    y(s)=Y(2*s);
end
figure;
scatter(x,y);
% figure;
% qqplot(Y);
```

```
% Mid=mean(Y);
% Dis=var(Y);
% SKO=std(Y);
end
```

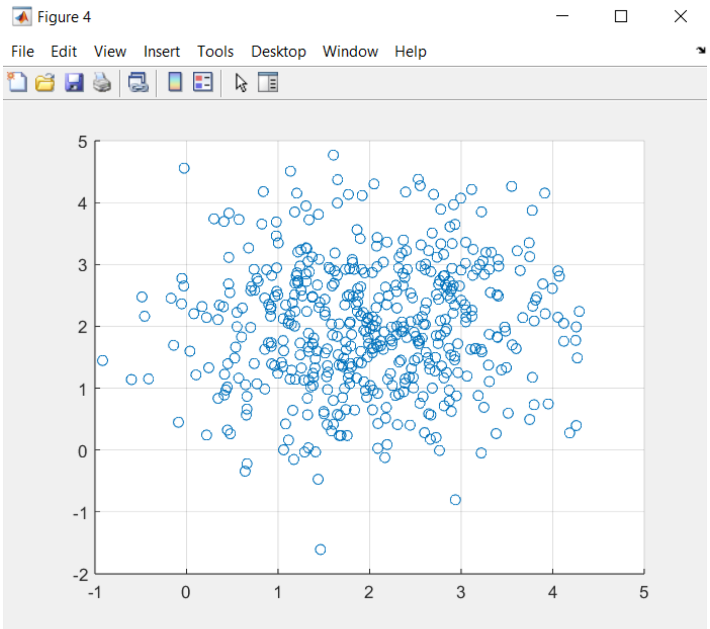

Рисунок 35 – Распределение на плоскости для N = 1000

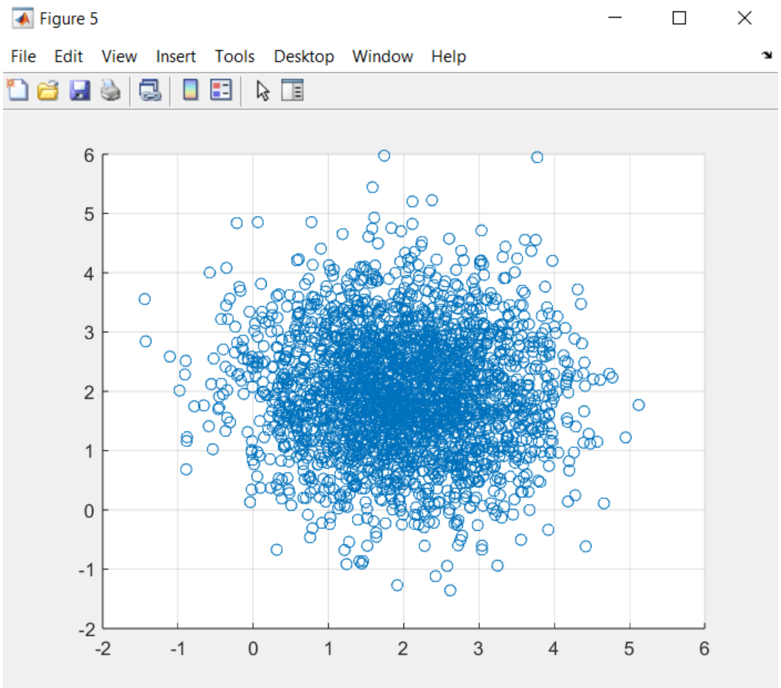

Рисунок 36 – Распределение на плоскости для N = 5000

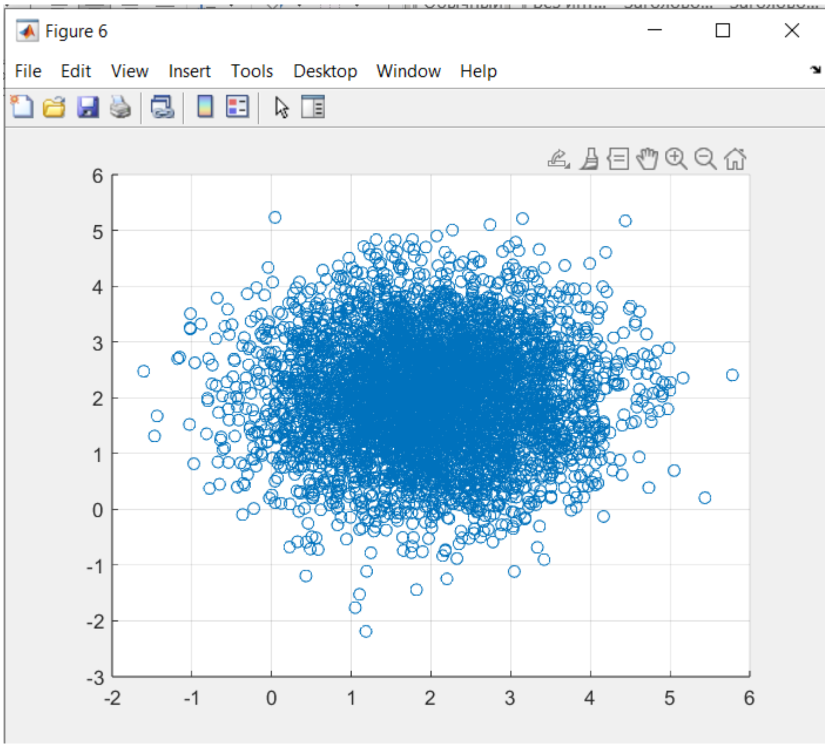

Рисунок 37 – Распределение на плоскости для N = 10000

Затем строятся графики «Квантиль-квантиль». Это показано на рисунках 38 – 40.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=10000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Встроенная генерация randn()
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=randn(1,n);
x=zeros(1,0.5*n);
y=zeros(1,0.5*n);
for s=1:(0.5*n)
    x(s)=Y(2*s-1);
    y(s)=Y(2*s);
end
figure;
qqplot(Y);
Mid=mean(Y);
Dis=var(Y);
SKO=std(Y);
end
```

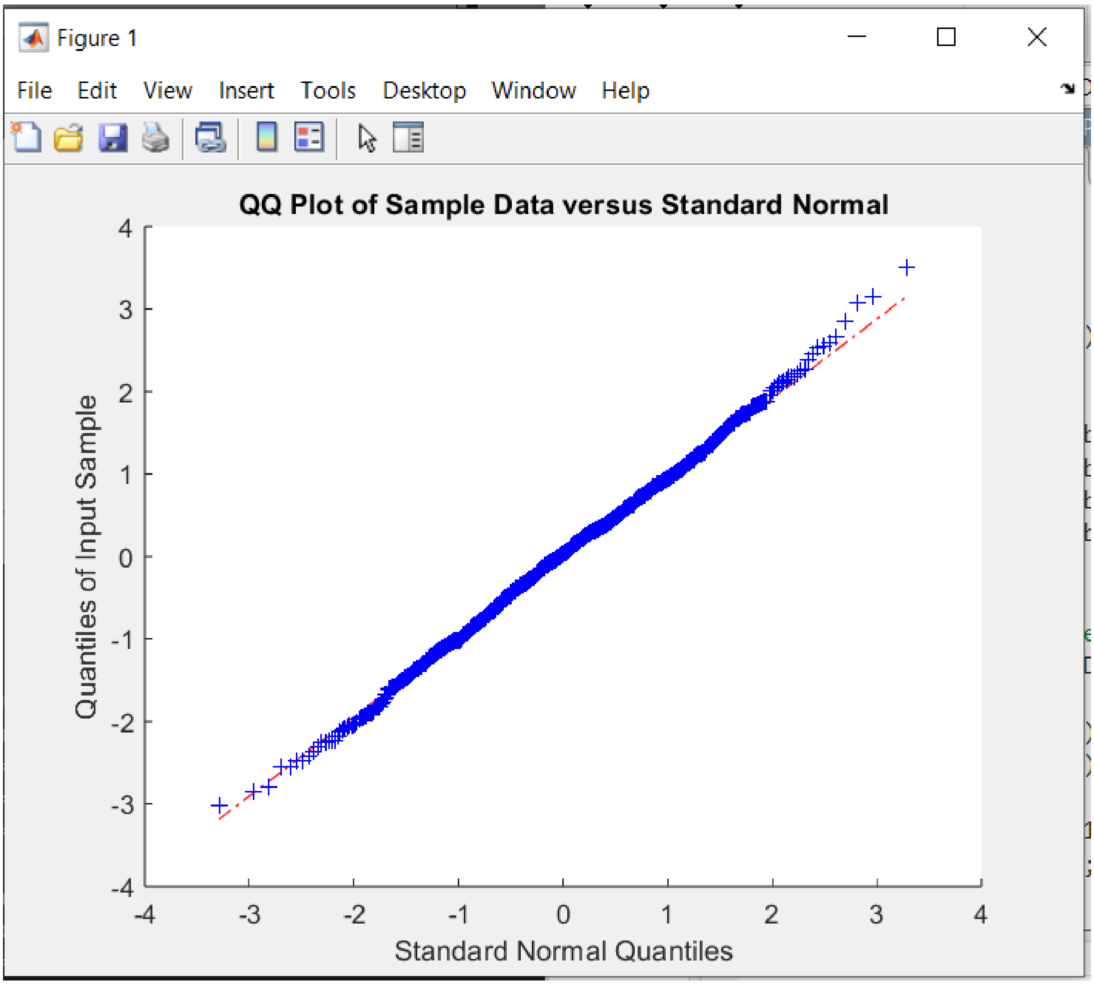

Рисунок 38 – «Квантиль-квантиль» для N = 1000

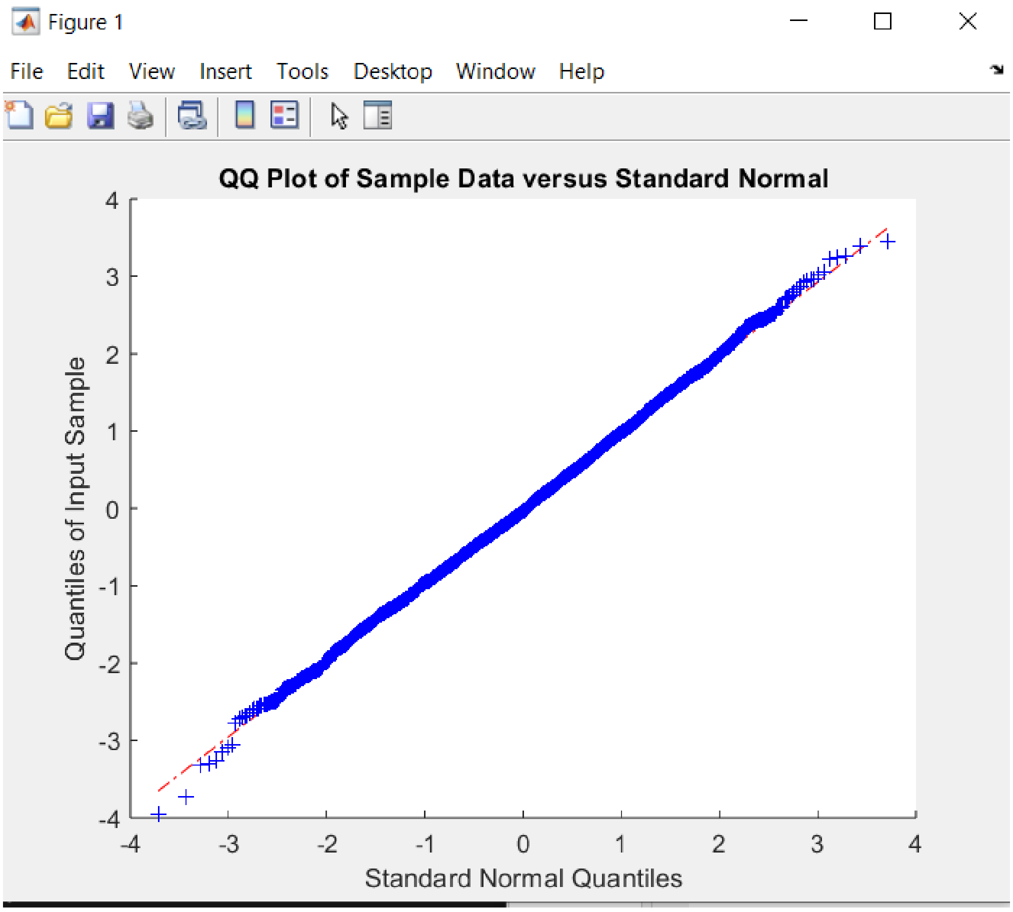

Рисунок 39 – «Квантиль-квантиль» для N = 5000

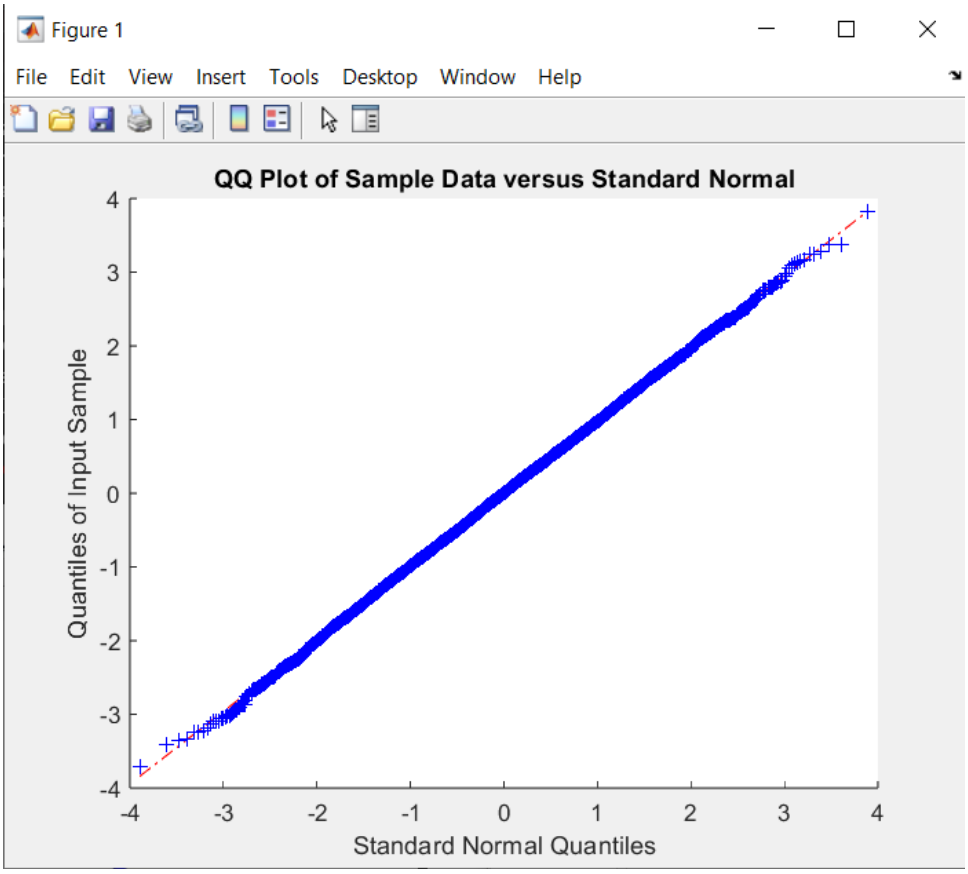

Рисунок 40 – «Квантиль-квантиль» для N = 10000

Преобразование Бокса-Мюллера

Затем строятся гистограммы для каждого набора случайных чисел. Это показано на рисунках 41 – 43.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=1000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Генерация по преобразованию Бокса-Мюллера
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
x=zeros(1,0.5*n);
y=zeros(1,0.5*n);
for s=1:(0.5*n)
    r1=rand(1,1);
    r2=rand(1,1);
    z0=cos(2*pi*r1)*sqrt(-2*log(r2));
    z1=sin(2*pi*r1)*sqrt(-2*log(r2));
    Y(2*s-1)=z0;
    Y(2*s)=z1;
    x(s)=z0;
    y(s)=z1;
end
figure;
hist(Y);
end
```

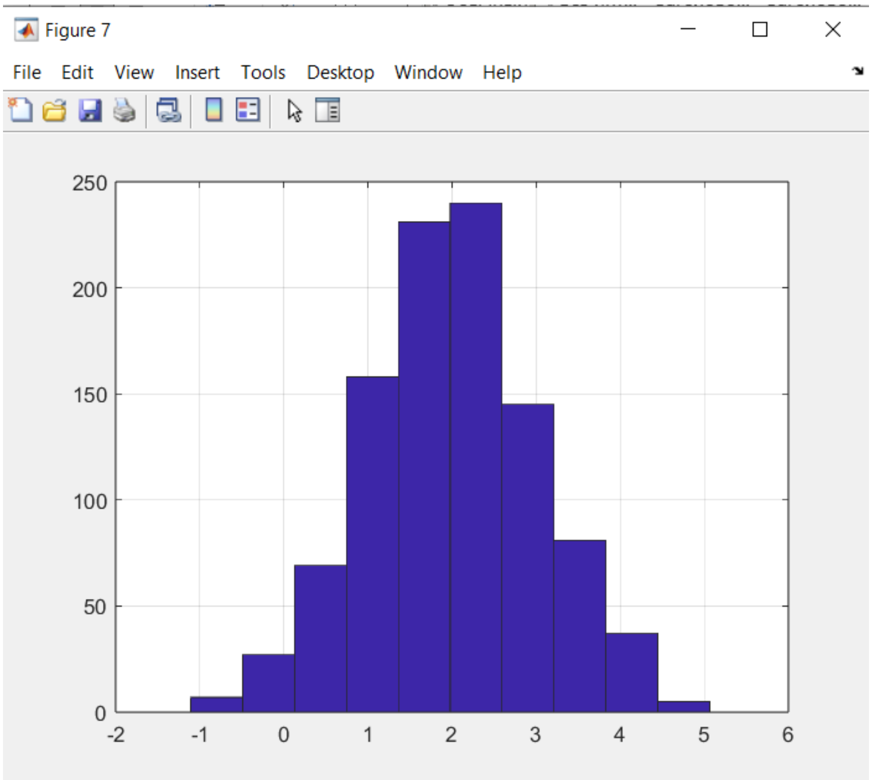

Рисунок 41 – Гистограмма для N = 1000

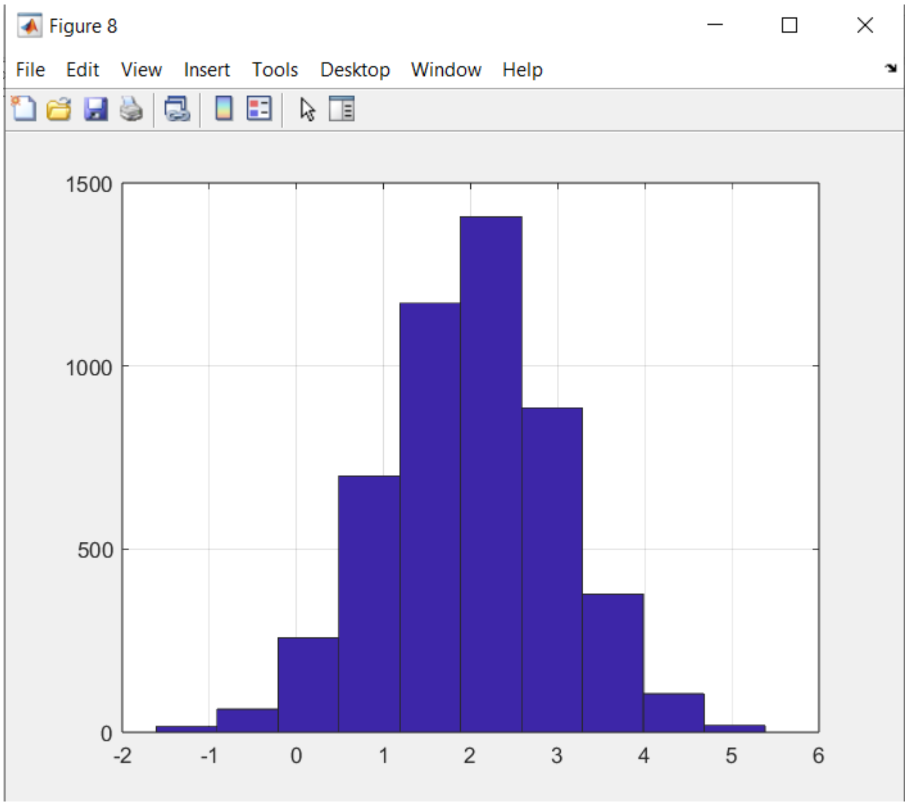

Рисунок 42 – Гистограмма для N = 5000

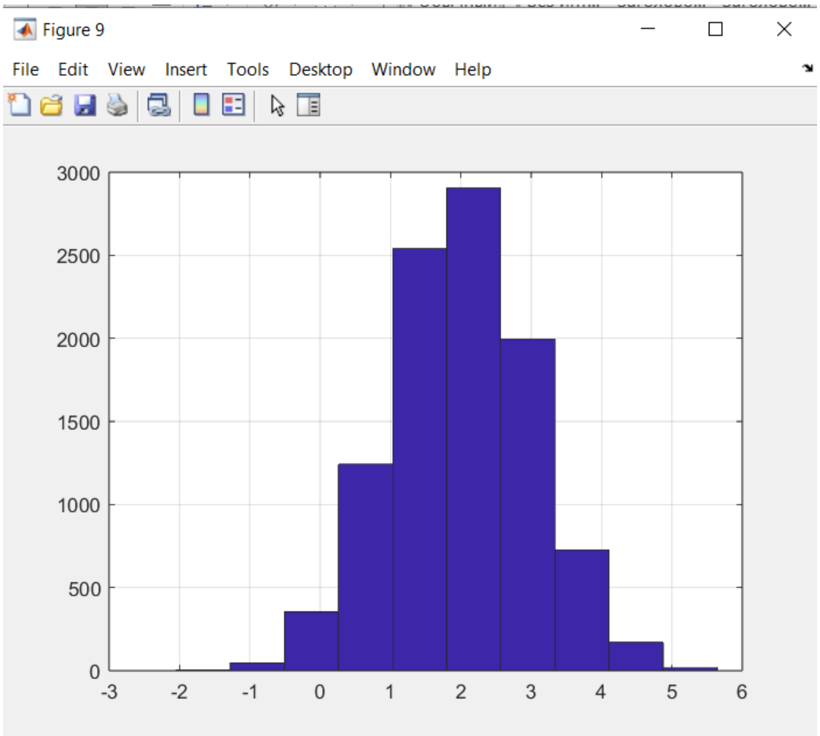

Рисунок 43 – Гистограмма для N = 10000

Далее строятся эмпирические функции. Это показано на рисунках 44 – 46.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=1000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Генерация по преобразованию Бокса-Мюллера
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
x=zeros(1,0.5*n);
y=zeros(1,0.5*n);
for s=1:(0.5*n)
    r1=rand(1,1);
    r2=rand(1,1);
    z0=cos(2*pi*r1)*sqrt(-2*log(r2));
    z1=sin(2*pi*r1)*sqrt(-2*log(r2));
    Y(2*s-1)=z0;
    Y(2*s)=z1;
    x(s)=z0;
    y(s)=z1;
end
figure;
ecdf(Y);
end
```

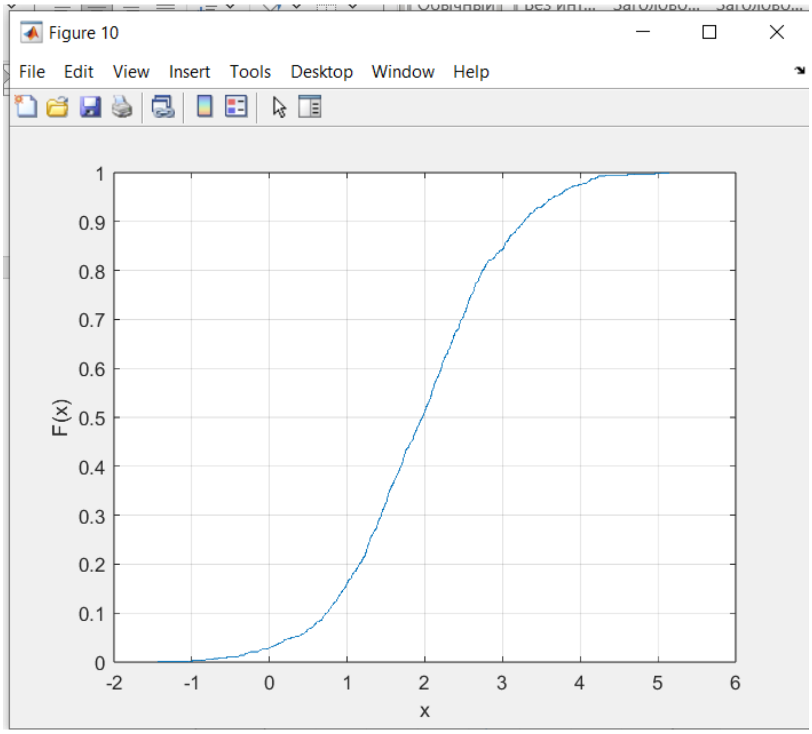

Рисунок 44 – Эмпирическая функция для N = 1000

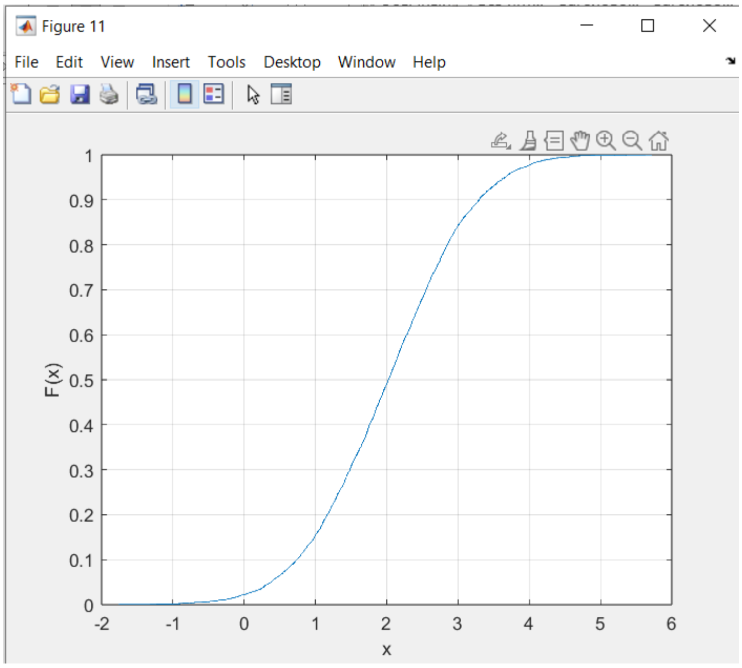

Рисунок 45 – Эмпирическая функция для N = 5000

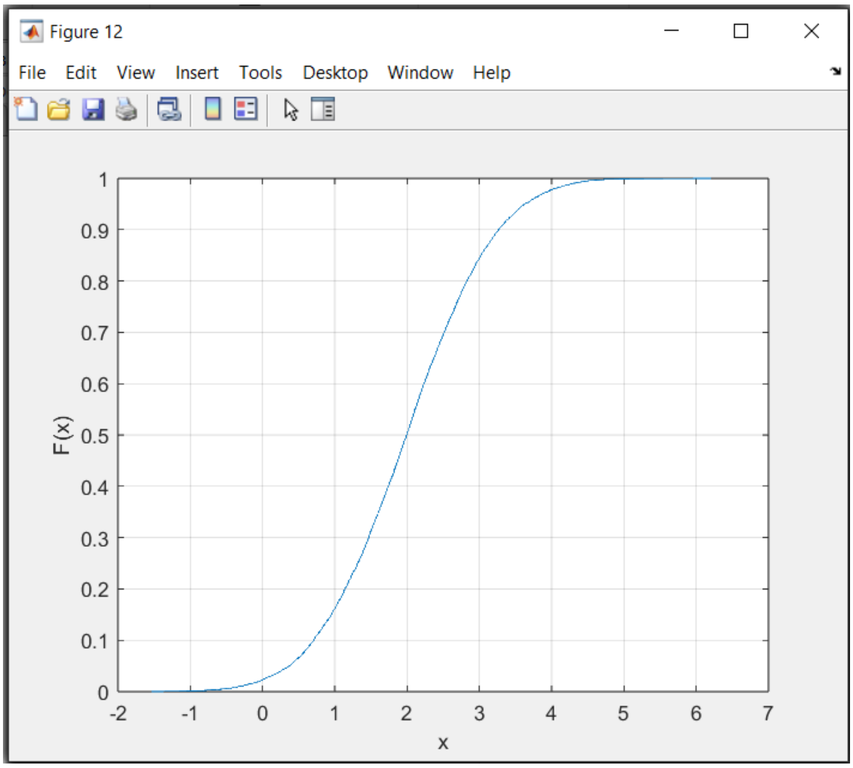

Рисунок 46 – Эмпирическая функция для N = 10000

После этого проводится графический тест «Распределение на плоскости». Соответствующие графики показаны на рисунках 47 – 49.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=10000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Генерация по преобразованию Бокса-Мюллера
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
x=zeros(1,0.5*n);
y=zeros(1,0.5*n);
for s=1:(0.5*n)
    r1=rand(1,1);
    r2=rand(1,1);
    z0=cos(2*pi*r1)*sqrt(-2*log(r2));
    z1=sin(2*pi*r1)*sqrt(-2*log(r2));
    Y(2*s-1)=z0;
    Y(2*s)=z1;
    x(s)=z0;
    y(s)=z1;
end
figure;
```

```
scatter(x,y);
end
```

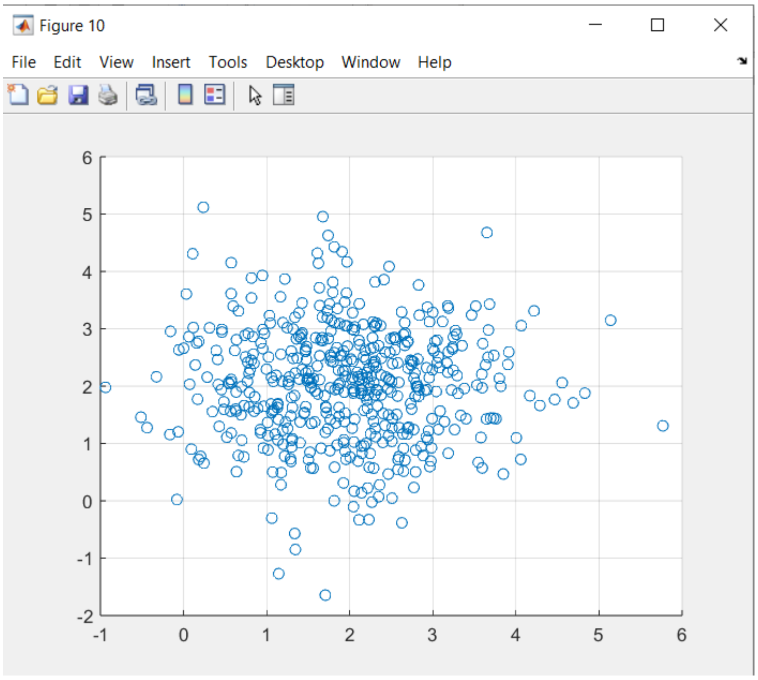

Рисунок 47 – Распределение на плоскости для N = 1000

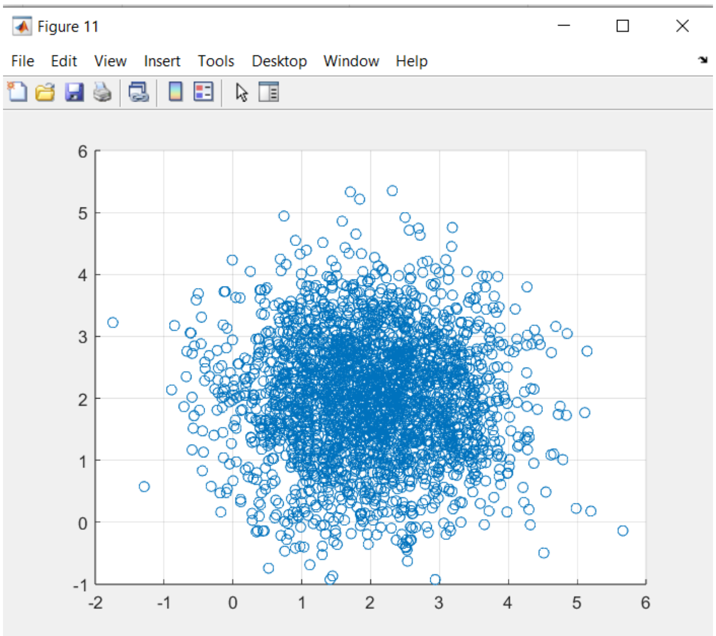

Рисунок 48 – Распределение на плоскости для N = 5000

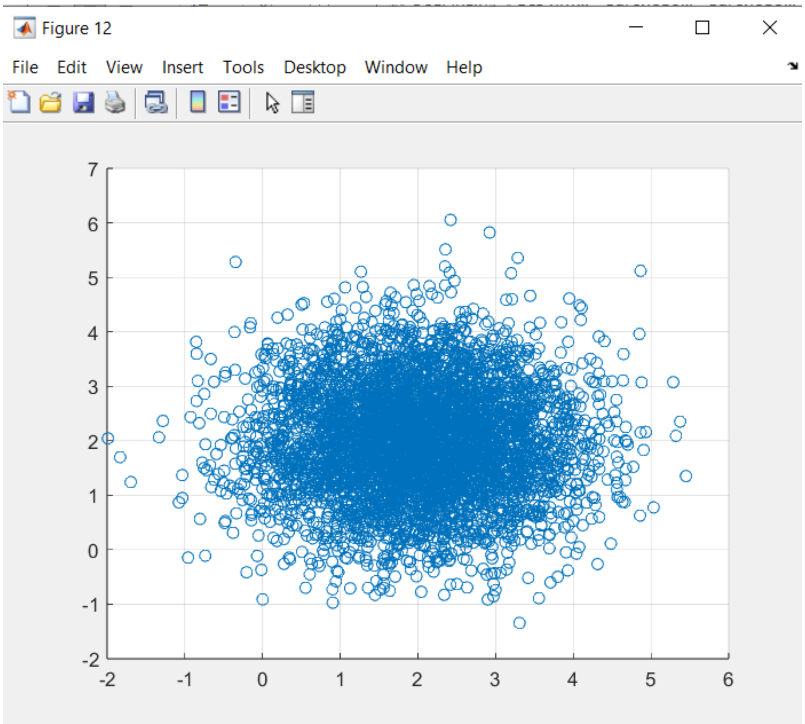

Рисунок 49 – Распределение на плоскости для N = 10000

Затем строятся графики «Квантиль-квантиль». Это показано на рисунках 50 – 52.

Листинг кода

```
clear all
close all
clc

table=zeros(4,3);

N=10000;
 [table(1,1),table(1,2),table(1,3)]=fun1(N);
 [table(2,1),table(2,2),table(2,3)]=fun2(N);
 [table(3,1),table(3,2),table(3,3)]=fun3(N);
 [table(4,1),table(4,2),table(4,3)]=fun4(N);
table

%Генерация по преобразованию Бокса-Мюллера
function [Mid, Dis, SKO]=fun1(n)
Y=zeros(1,n);
x=zeros(1,0.5*n);
y=zeros(1,0.5*n);
for s=1:(0.5*n)
    r1=rand(1,1);
    r2=rand(1,1);
    z0=cos(2*pi*r1)*sqrt(-2*log(r2));
    z1=sin(2*pi*r1)*sqrt(-2*log(r2));
    Y(2*s-1)=z0;
    Y(2*s)=z1;
    x(s)=z0;
    y(s)=z1;
end
figure;
qqplot(Y);
```

```
Mid=mean(Y);
Dis=var(Y);
SKO=std(Y);
end
```

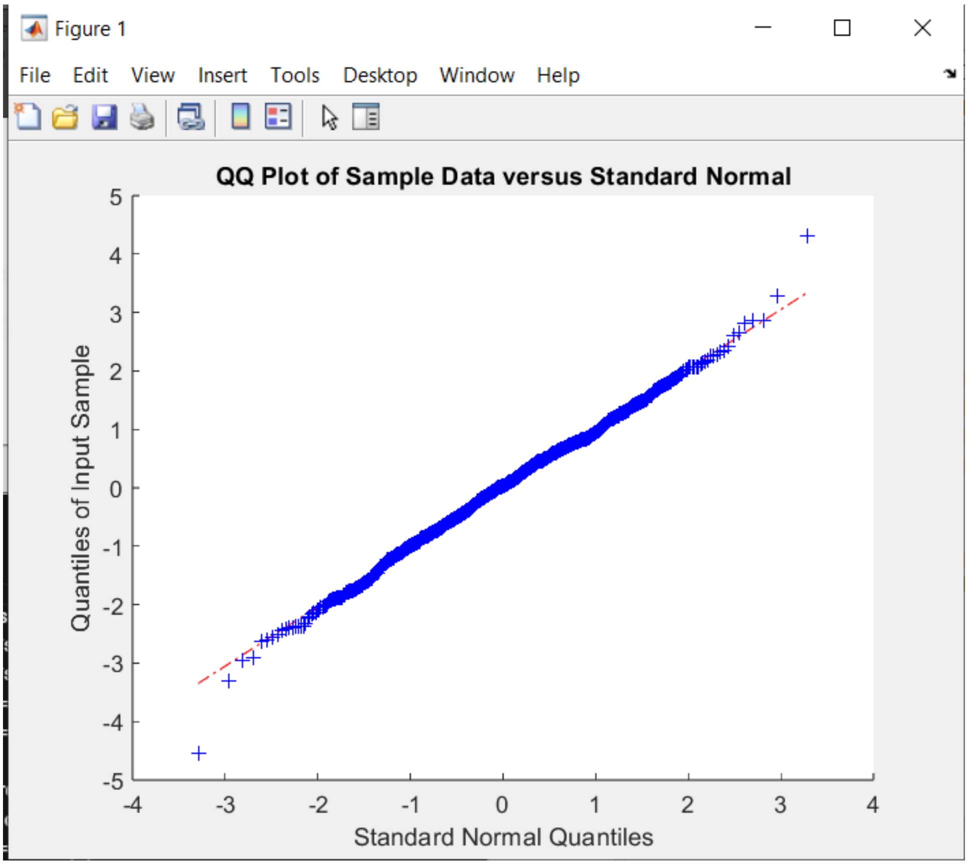

Рисунок 50 – «Квантиль-квантиль» для N = 1000

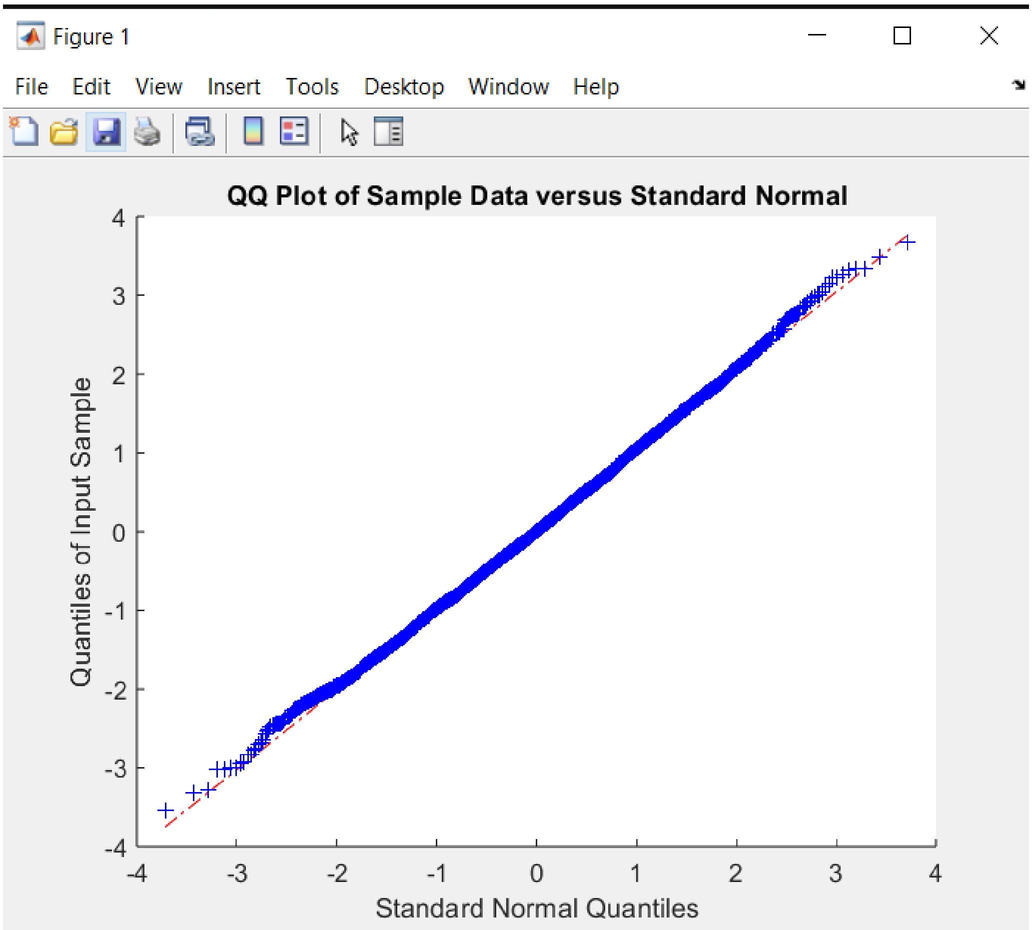

Рисунок 51 – «Квантиль-квантиль» для N = 5000

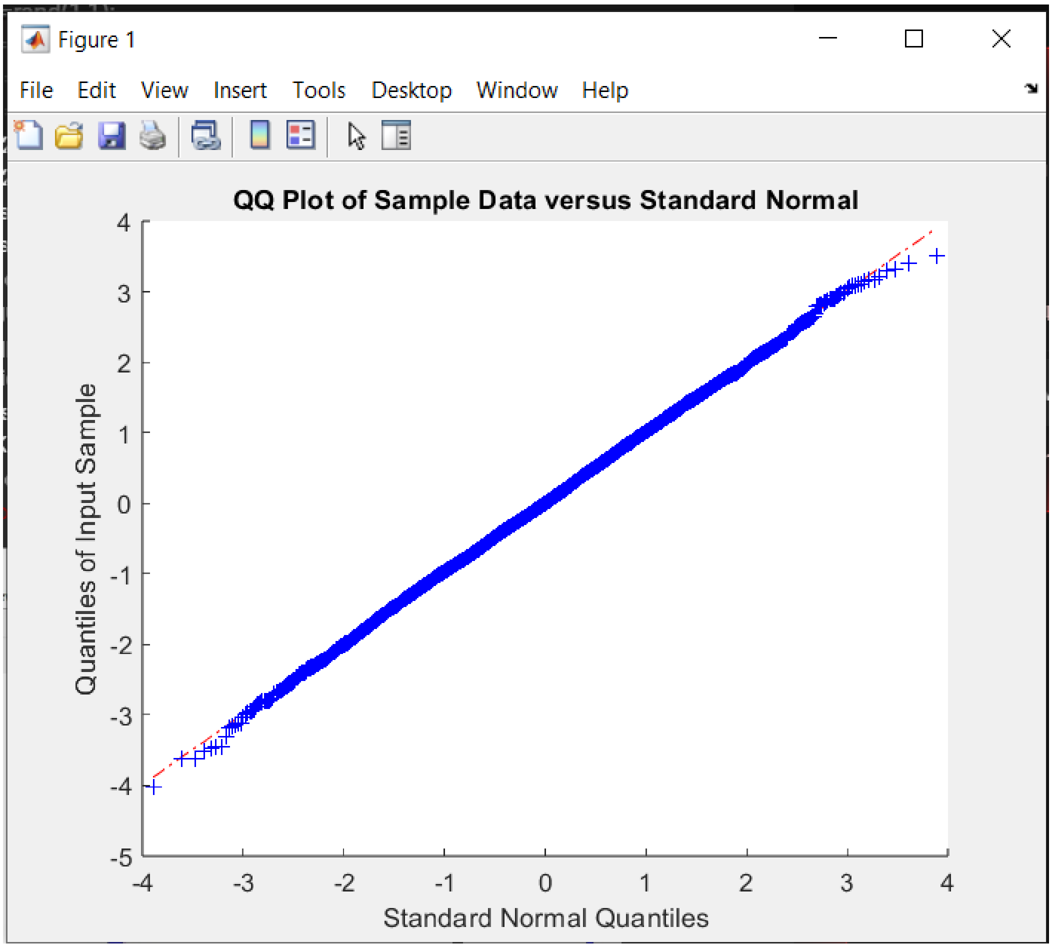

Рисунок 52 – «Квантиль-квантиль» для N = 10000

Оценки

Соответствующие оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения представлены на рисунках 53 – 55.

1.9977	0.9889	0.9945
-0.0066	1.0374	1.0185
-0.0399	1.0182	1.0091
0.0281	0.9932	0.9966

Рисунок 53 – Оценки для N = 1000

2.0049	1.0059	1.0029
-0.0022	0.9901	0.9950
-0.0031	0.9963	0.9982
-0.0193	1.0260	1.0129

Рисунок 54 – Оценки для N = 5000

2.0077	1.0282	1.0140
0.0017	1.0031	1.0016
0.0111	1.0108	1.0054
-0.0108	0.9805	0.9902

Рисунок 55 – Оценки для N = 10000

Выводы

В данной лабораторной работе были получены навыки моделирования нормально распределенных псевдослучайных чисел в программной среде MATLAB/GNU Octave, а также первичной оценки качества полученных псевдослучайных чисел.