# Лабораторная работа №3

Курбатов Егов, Маслов Иван, Ткач Глеб M32381

26.04.2020

## 1 Задача

По заданным случайным величинам построить графики функций распределения. Построить выборку и по ней эмпирическую функцию распределения. Построить доверительную полосу для эмпирической функции распределения и изобразить её на графике. Убедиться, что функция распределения попадает в доверительную полосу. На основе критерия Мизеса-Смирнова и Колмогорова провести проверку гипотез.

## 2 Входный данные

- $\alpha = 0.05$
- $N_{\pi,e}$
- $U_{13,37}$

# 3 Исходный код

## 3.1 Нормальное распределение

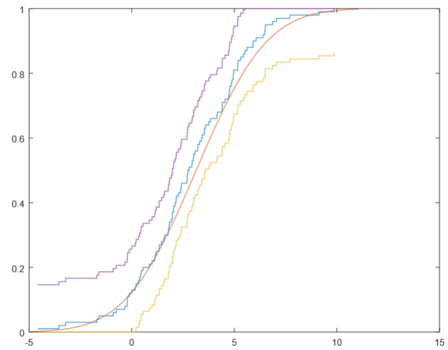
```
pkg load statistics;
clear;
clc;

function draw_plot(n, a, s, u)
  x = sort(normrnd(a, s, n, 1));
  F_n = 1 / n : 1 / n : 1;
  [L, R] = stairs(x, F_n);

  t = (a - 3 * s) : 0.5 : a + 3 * s;
  F_real = normcdf(t, a, s);
  delta = u / sqrt(n);
  plot(L, R, t, F_real, L, max(0, R - delta), L, min(1, R + delta))
endfunction

function ans = kolmogorov_test(n, m, a, s, u)
  x = sort(normrnd(a, s, n, m));
  res = 0.0;

  for i = 1:n
    F_x_i = normcdf(x(i, :), a, s);
    res = max(res, abs(F_x_i - i / n));
    res = max(res, abs(F_x_i - (i - 1) / n));
  endfor

  ans = mean((sqrt(n) * res) > u);
endfunction

function ans = smirnov_test(n, m, a, s, w)
  x = sort(normrnd(a, s, n, m));
  sum = 1 / (12 * n);

  for i = 1:n
    F_x_i = normcdf(x(i, :), a, s);
    sum = sum + (F_x_i - (2 * i - 1) / (2 * n)).^2;
  endfor

  ans = mean(sum > w);
endfunction

n = 100;
a = pi;
s = e;
u = 1.36;
w = 0.4614;
draw_plot(n, a, s, u);
m1 = 10^4;
m2 = 10^6;

printf("Kolmogorov's test: n = %d, alpha = %g\n\n",
        m1, kolmogorov_test(n, m1, a, s, u));
printf("Smirnov's test: n = %d, alpha = %g\n\n",
        m1, smirnov_test(n, m1, a, s, w));
printf("Kolmogorov's test: n = %d, alpha = %g\n\n",
        m2, kolmogorov_test(n, m2, a, s, u));
printf("Smirnov's test: n = %d, alpha = %g\n\n",
        m2, smirnov_test(n, m2, a, s, w));
```

### 3.2 Равномерное распределение

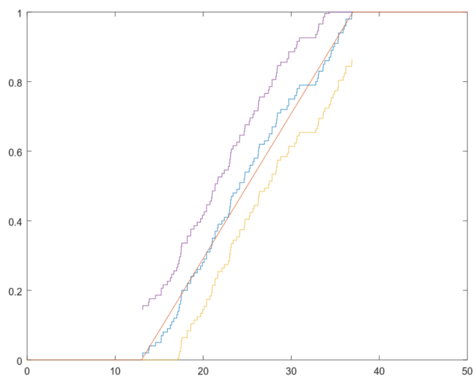
```
pkg load statistics;
clear;
clc;

function draw_plot(n, a, b, u)
  x = sort(unifrnd(a, b, n, 1));
  F_n = 1 / n : 1 / n : 1;
  [L, R] = stairs(x, F_n);

  t = 0 : 0.5 : 50;
  F_real = unifcdf(t, a, b);
  delta = u / sqrt(n);
  plot(L, R, t, F_real, L, max(0, R - delta), L, min(1, R + delta))
endfunction

function ans = kolmogorov_test(n, m, a, b, u)
  x = sort(unifrnd(a, b, n, m));
  res = 0.0;

  for i = 1:n
    F_x_i = unifcdf(x(i, :), a, b);
    res = max(res, abs(F_x_i - i / n));
    res = max(res, abs(F_x_i - (i - 1) / n));
  endfor

  ans = mean((sqrt(n) * res) > u);
endfunction

function ans = smirnov_test(n, m, a, b, w)
  x = sort(unifrnd(a, b, n, m));
  sum = 1 / (12 * n);

  for i = 1:n
    F_x_i = unifcdf(x(i, :), a, b);
    sum = sum + (F_x_i - (2 * i - 1) / (2 * n)).^2;
  endfor

  ans = mean(sum > w);
endfunction

n = 100;
a = 13;
b = 37;
u = 1.36;
w = 0.4614;
draw_plot(n, a, b, u);
m1 = 10^4;
m2 = 10^6;

printf("Kolmogorov's test: n = %d, alpha = %g\n\n",
        m1, kolmogorov_test(n, m1, a, b, u));
printf("Smirnov's test: n = %d, alpha = %g\n\n",
        m1, smirnov_test(n, m1, a, b, w));
printf("Kolmogorov's test: n = %d, alpha = %g\n\n",
        m2, kolmogorov_test(n, m2, a, b, u));
printf("Smirnov's test: n = %d, alpha = %g\n\n",
        m2, smirnov_test(n, m2, a, b, w));
```

# 4 Графики

## 4.1 Нормальное распределение




## 4.2 Равномерное распределение




# 5 Результаты

## 5.1 Нормальное распределение

- Kolmogorov's test: $n = 10000, alpha = 0.043$
- Kolmogorov's test: $n = 1000000, alpha = 0.044886$
- Smirnov's test: $n = 10000, alpha = 0.0488$
- Smirnov's test: $n = 1000000, alpha = 0.049988$

## 5.2 Равномерное распределение

- Kolmogorov's test: $n = 10000, alpha = 0.0426$
- Kolmogorov's test: $n = 1000000, alpha = 0.044859$
- Smirnov's test: $n = 10000, alpha = 0.0523$
- Smirnov's test: $n = 1000000, alpha = 0.049752$

# 6 Вывод

Эмпирическая функция распределения является качественной оценкой функции распределения. Это подтверждается результатом тестов, проведенных на основе критерия Колмогорова и Мизеса-Смирнова.