

ГУАП

КАФЕДРА № 43

ОТЧЕТ

ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

старший преподаватель  
должность, уч. степень, звание

подпись, дата

М. Д. Поляк  
инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

ПРОВЕРКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ

по курсу: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПАКЕТЫ ПРОГРАММ

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ ГР. №

4731

подпись, дата

А. Ю. Кушаков  
инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2019

## 1. Цель работы

Проверка гипотезы о соответствии распределения экспериментальных данных нормальному закону. Изучение критерия Хи-квадрат (критерия Пирсона) и его реализаций в Matlab и Python.

## 2. Задание

### Часть №1

Интервальный статистический ряд представляет собой способ описания случайной величины, когда указывается число попаданий  $m_i$  случайной величины  $X$  в фиксированные интервалы  $I_i$ .

В соответствии с вариантом задан интервальный статистический ряд. По заданному ряду необходимо:

- построить статистическое распределение экспериментальных данных в виде гистограммы;
- произвести её выравнивание теоретической плотностью нормального распределения;
- проверить гипотезу о соответствии статистического и теоретического распределений.

Порядок выполнения задания:

- 1) Найти статистические вероятности попаданий значений случайной величины в интервалы  $I_i$ ,  $i = 1..7$  по заданному числу попаданий  $m_i$ .
- 2) Построить гистограмму распределения экспериментальных данных.
- 3) Найти теоретическую плотность нормального распределения в соответствии с методом моментов. Полученную кривую нанести на гистограмму распределения.
- 4) Проверить гипотезу о соответствии статистического и теоретического распределений (т. е. гипотезу о нормальном распределении случайной величины) методом К. Пирсона при уровне значимости:  $\alpha = 0,05$ .

### Часть №2

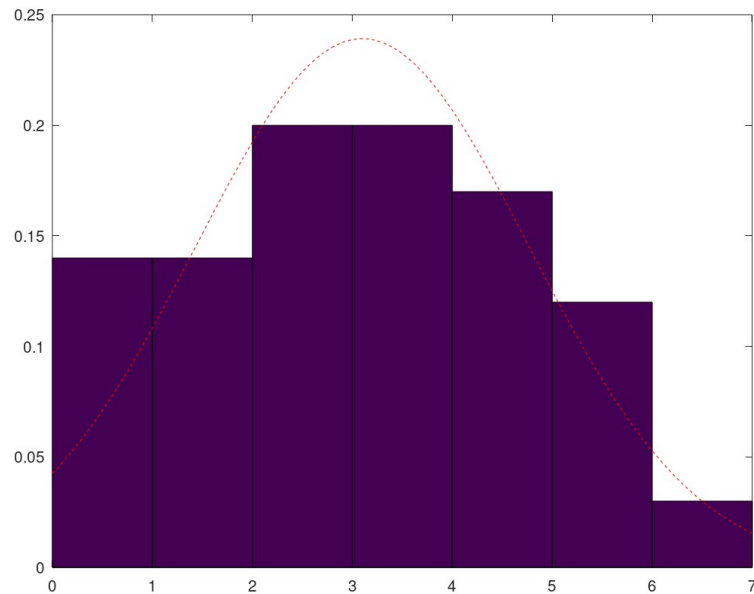
Используя функцию `chisquare` из модуля `stats` пакета `scipy` (`scipy.stats.chisquare`) осуществить проверку результатов, полученных в Matlab.

Вариант:

№		Интервальный статистический ряд						
15	$I_i$	0; 1	1; 2	2; 3	3; 4	4; 5	5; 6	6; 7
	$m_i$	14	14	20	20	17	12	3

### 3. Результат выполнения работы

#### 1 часть:



*Рисунок 1. Гистограмма и график теоретической плотности исследуемой случайной величины*

Вывод программы:
Гипотеза о соответствии выбранного закона распределения принимается. $8.2905 < 9.4877$

#### 2 часть:

Вывод программы:
Гипотеза о соответствии выбранного закона распределения принимается. $8.290493850088456 < 9.487729036781154$

### 4. Исходный код программ

#### 1 часть:

```
clear all;  
pkg load statistics;
```

```
Intervals = [0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7];  
Counts    = [ 14, 14, 20, 20, 17, 12, 3];  
alpha     = 0.05;
```

```

num      = numel(Counts);
noc      = sum(Counts); # Number of checks
ddof     = num - 3;
u_krit   = chi2inv(1-alpha, ddof);

Probs    = Counts/noc;

Interval_center = zeros(1, 7);
for i=1:7
    Interval_center(i) = (Intervals(i) + Intervals(i+1)) / 2;
end

mean = sum(Probs .* Interval_center);
stddiv = sqrt(sum(Probs .* Interval_center.^2) - mean^2);

bar(Interval_center, Probs, 1);
hold on;
x = min(Intervals):0.1:max(Intervals);
y = normpdf(x, mean, stddiv);
plot(x, y, 'r--');
hold off

Probs_teoretical = zeros(1, 7);
for i=1:7
    val1 = Intervals(i);
    val2 = Intervals(i+1);
    Probs_teoretical(i) = normcdf(val2, mean, stddiv) - normcdf(val1, mean, stddiv);
end

tmp = (Probs - Probs_teoretical).^2;
tmp = noc .* tmp;
tmp = tmp ./ Probs_teoretical;
u = sum(tmp);

if u < u_krit
    disp("Гипотеза о соответствии выбранного закона распределения принимается.")
;
    str = strcat(num2str(u), " < ");
    str = strcat(str, num2str(u_krit));
    disp(str);
else
    disp("Гипотеза о соответствии выбранного закона распределения не принимается.")
    str = strcat(num2str(u), " >= ");
    str = strcat(str, num2str(u_krit));
    disp(str);
end

```

## 2 часть:

```
import numpy as np
import scipy.stats as stat

Intervals = np.array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7])
Intervals_woEnd = Intervals[0:7:1]
Counts     = np.array([14, 14, 20, 20, 17, 12, 3])
alpha      = 0.05
num        = Counts.size
noc        = np.sum(Counts)
ddof       = num - 3
u_krit     = stat.chi2.ppf(1-alpha, ddof)

Probs      = Counts/noc

Interval_center = np.zeros(7)
for i in range(0, 7):
    Interval_center[i] = (Intervals[i] + Intervals[i+1]) / 2

mean = np.sum(np.multiply(Probs, Interval_center))
stddiv = np.sqrt(np.sum(np.multiply(Probs, np.power(Interval_center, 2)))) - mean*mean)

Probs_theoretical = np.zeros(7)
func = stat.norm

for i in range(0, 7):
    Probs_theoretical[i] = func.cdf(Intervals[i+1], mean, stddiv) - func.cdf(Intervals[i], mean, stddiv)

Count_expected = np.zeros(7)
for i in range (0, 7):
    Count_expected[i] = noc * Probs_theoretical[i]

[u, pval] = stat.chisquare(Counts, f_exp=Count_expected, ddof=2)

if(u < u_krit):
    print("Гипотеза о соответствии выбранного закона распределения принимается.")
")
    print(str(u) + " < " + str(u_krit))
else:
```

```
print("Гипотеза о соответствии выбранного закона распределения не принимает  
ся.")  
print(str(u) + " >= " + str(u_krit))
```

## 5. Выводы

Из результатов работы программ можно сказать, что гипотеза о том, что исследуемая случайная величина распределена по нормальному закону с математическим ожиданием 3.1 и стандартном квадратичном отклонении 1.667 принимается.

Проверена гипотеза о соответствии распределения экспериментальных данных нормальному закону. Изучен критерий Хи-квадрат (критерия Пирсона) и его реализаций в Matlab и Python.