|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  | | Министерство образования и науки РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | | |  Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  **«МИРЭА – Российский технологический университет»** | |
|  | |
|  | |
|  |  |

ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ

КАФЕДРА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Лабораторная работа 5

по курсу «Теория вероятностей и ****математическая статистика, часть 2****»

Тема: Проверка статистических гипотез о равенстве математических ожиданий и дисперсий наблюдаемых нормально распределенных случайных величин

Выполнил:

Студент 3-го курса

Жолковский Д.А.

Группа: КМБО-01-16

МОСКВА 2019

**Лабораторная работа по Математической статистике № 5**

**«Проверка статистических гипотез о равенстве математических ожиданий и дисперсий наблюдаемых нормально распределенных случайных величин»**

**Задания**

Из файла DLW-5 в соответствии с номером варианта взять двумерный массив , столбцами которого являются выборки одинакового объёма *N* трёх наблюдаемых нормально распределенных случайных величин.

1. Проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий наблюдаемых случайных величин при уровне значимости 0,06 разными способами ‒ непосредственным расчетом по формулам из Указания и с помощью функций Python.
2. Проверить гипотезу о равенстве дисперсий наблюдаемых случайных величин при уровне значимости 0,06 разными способами ‒ непосредственным расчетом по формулам из Указания и с помощью функций Python.

Вычисления проводить с точностью до 0,00001.

**Краткие теоретические сведения**

Распределение «хи-квадрат» , – степень свободы.

частный случай гамма распределения

|  |  |
| --- | --- |
| Плотность |  |
| Математическое ожидание |  |
| Дисперсия |  |
| Характеристическая функция |  |

При получается плотность квадрата случайной величины, имеющей стандартное нормальное распределение, т.е.

Распределение Стьюдента с степенями свободы ()

|  |  |
| --- | --- |
| Плотность |  |
| Математическое ожидание |  |
| Дисперсия |  |

Распределение Коши получается из распределения Стьюдента при :

У распределения Коши не существует математического ожидания и дисперсии.

Если η независимы, то

Распределение Стьюдента близко к стандартному нормальному распределению при больших .

Распределение Фишера-Снедекора

|  |  |
| --- | --- |
| Плотность |  |
| Математическое ожидание |  |
| Дисперсия |  |

Если и – независимы, то .

При проверке гипотез о равенстве математических ожиданий и дисперсий используются следующие формулы расчета характеристик выборок {*x*1 , *x*2 , *x*3 , ..., *xN*} и {y1 , *y*2 , *y*3 , ..., *yM*}:

Выборочное среднее:

Выборочная несмещённая дисперсия:

**Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий наблюдаемых случайных величин.**

1. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух случайных величин по выборкам {*x*1 , *x*2 , *x*3 , ..., *xN*} и {y1 , *y*2 , *y*3 , ..., *yM*} с использованием распределения Стьюдента с числом степеней свободы .

Расчет значения критерия :

Если гипотеза о равенстве математических ожиданий нормально распределенных случайных величин *X* и *Y* верна, то имеет распределение распределение Стьюдента с числом степеней свободы .

В данной лабораторной работе и рассматривается распределение .

1. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий трёх случайных величин по выборкам, являющимся столбцами массива с использованием однофакторного дисперсионного анализа.

Расчёт общего среднего значения и групповых средних:

Расчёт общей суммы квадратов отклонений .

Расчёт общей суммы квадратов отклонений .

Расчёт общей суммы квадратов отклонений .

Расчёт значения критерия : , где ,

Если гипотеза о равенстве математических ожиданий *m* нормально распределенных случайных величин верна, то имеет распределение Фишера-Снедекора с числом степеней свободы

**Проверка гипотезы о равенстве дисперсий наблюдаемых случайных величин.**

Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух случайных величин по выборкам 1 {*x*1 , *x*2 , *x*3 , ..., *xN*} и {y1 , *y*2 , *y*3 , ..., *yM*} с использованием распределения Фишера-Снедекора.

Расчёт значения критерия :

, где ,

Если гипотеза о равенстве дисперсий двух нормально распределенных случайных величин верна, то , имеет распределение Фишера-Снедекора с числом степеней свободы , где

В данной лабораторной работе и рассматривается распределение Фишера-Снедекора с числом степеней свободы (,).

**Средства языка программирования Python, которые использованы в программе расчета**

• max(arr) – выбор максимального значения в массиве arr;

• min(arr) – выбор минимального значения в массиве arr;

• sum(x) и x.sum() возвращают сумму элементов массива x.

• len(x) и x.size возвращают уоличество элементов в массиве x.

• scipy.stats.f\_oneway(X,Y,Z) - проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий трёх случайных величин

• scipy.stats.ttest\_ind(X,Y) - проверка гипотезы о равенстве математических • ожиданий пары случайных величин;

• scipy.stats.ttest\_ind(X,Y,equal\_var=False) - проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий пары случайных величин;

• scipy.stats.bartlett (X,Y,Z) -проверка гипотезы о равенстве дисперсий трёх случайных величин X, Y, Z;

• scipy.stats.barlett(X,Y) - проверка гипотез о равенстве дисперсий пары случайных величин;

• scipy.stats.t.ppf(x,2N-2) – определение критического значения , x=1-

• scipy.stats.f.ppf(1-,) – нахождение критического значения

Извлечение данных из PDF-файла было реализовано с помощью библиотеки pdfminer. А построение таблиц было реализовано средствами библиотеки docx.

**Результаты расчетов с комментариями**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.23711 | 0.85209 | -0.64836 |
| 0.89850 | 2.69360 | -1.31322 |
| -0.62379 | -3.10639 | -1.79283 |
| -1.99397 | 3.14631 | -0.47805 |
| 2.31921 | -3.63701 | -2.49926 |
| -1.13083 | 1.08540 | -0.82844 |
| -4.48306 | -2.62187 | -3.46558 |
| -1.88237 | -0.95353 | 1.21530 |
| 1.23293 | 2.31578 | 3.29139 |
| 0.69600 | -0.28418 | -2.80116 |
| -5.98482 | -1.49992 | 3.94803 |
| -1.84592 | -0.01161 | -0.36222 |
| -2.20889 | -3.69538 | 4.76533 |
| -1.89087 | 0.07593 | 2.09255 |
| -2.12074 | 1.07141 | 0.28011 |
| -1.73964 | -3.80871 | 2.80244 |
| -0.17203 | -1.47559 | 1.43270 |
| 1.58969 | 2.34929 | 0.56925 |
| 4.38888 | -0.26896 | -2.25504 |
| -2.68677 | 0.74149 | -0.00000 |

Задание 1) гипотеза о равенстве математических ожиданий

Пункт 1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Столбцы |  |  |  |  |  |  |  |
| (1,2) | -0.82007 | -0.35159 | 6.16238 | 4.75239 | 5.77881 | 4.87239 | -0.64195 |
| (1,3) | -0.82007 | 0.19765 | 6.16238 | 5.14433 | 5.77881 | 5.37396 | -1.36286 |
| (2,3) | -0.35159 | 0.19765 | 4.75239 | 5.14433 | 4.87239 | 5.37396 | -0.76735 |

Пункт 2)

314.85725

10.37920

304.47805

5.18960

7.61195

3

57

Пункт 3) pval=anova(U)= 0.38469

Пункт 4)

|  |  |
| --- | --- |
| Столбцы | pval [t\_test\_2] |
| (1,2) | 0.52476 |
| (1,3) | 0.18095 |
| (2,3) | 0.44762 |

Пункт 5)

|  |  |
| --- | --- |
| Столбцы | pval [welch\_test] |
| (1,2) | 0.52479 |
| (1,3) | 0.18096 |
| (2,3) | 0.44763 |

Задание 2) гипотеза о равенстве дисперсий

Пункт 1)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Столбцы |  |  |  |  |  |
| (1,2) | 5.77881 | 4.87239 | 19 | 19 | 1.18603 |
| (1,3) | 5.77881 | 5.37396 | 19 | 19 | 1.07534 |
| (2,3) | 5.37396 | 4.87239 | 19 | 19 | 1.10294 |

Пункт 2)

pval = bartlett\_test (X, Y, Z )= 0.93452

Пункт 3)

|  |  |
| --- | --- |
| Столбцы | pval [var\_test] |
| (1,2) | 0.71375 |
| (1,3) | 0.87584 |
| (2,3) | 0.83309 |

**Анализ результатов и выводы:**

Задание 1

Пункт 1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| столбцы |  |  | вывод |
| (1; 2) | 0.64195 | 1.93863 | верно |
| (1; 3) | 1.36286 | 1.93863 | верно |
| (2; 3) | 0.76735 | 1.93863 | верно |

Гипотеза о равенстве математических ожиданий не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.

Пункт 2)

= 2.95696

= 0.68177

Гипотеза о равенстве математических ожиданий трёх случайных величин, выборки которых находятся в столбцах массива , не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости = 0,06.

Пункт 3)

pval = anova(U)= 0.38469 > = 0.06

Гипотеза о равенстве математических ожиданий трёх случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости = 0,06.

Пункт 4)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| столбцы | pval [t\_test\_2] |  | вывод |
| (1,2) | 0.52476 | 0.06 | верно |
| (1,3) | 0.18095 | 0.06 | верно |
| (2,3) | 0.44762 | 0.06 | верно |

Гипотеза о равенстве математических ожиданий соответствующих пар случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости = 0,06.

Пункт 5)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| столбцы | pval [welch\_test] |  | вывод |
| (1,2) | 0.52479 | 0.06 | верно |
| (1,3) | 0.18096 | 0.06 | верно |
| (2,3) | 0.44763 | 0.06 | верно |

Гипотеза о равенстве математических ожиданий соответствующих пар случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости = 0,06.

Задание 2

Пункт 1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| столбцы | F\_NM | F(,,) | вывод |
| (1; 2) | 1.18603 | 2.43072 | верно |
| (1; 3) | 1.07534 | 2.43072 | верно |
| (2; 3) | 1.10294 | 2.43072 | верно |

Гипотеза о равенстве дисперсий соответствующих пар случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости = 0,06.

Пункт 2)

pval = bartlett\_test (X, Y, Z) = 0.93452 > 0.06 =

Гипотеза о равенстве дисперсий трёх случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости = 0,06.

Пункт 3)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| строка | pval[bartlett\_test] |  | вывод |
| (1; 2) | 0.71375 | 0.06 | верно |
| (1; 3) | 0.87584 | 0.06 | верно |
| (2; 3) | 0.83309 | 0.06 | верно |

Гипотеза о равенстве дисперсий соответствующих пар случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости = 0,06.

**Список использованной литературы**

1. Лобузов А.А. Математическая статистика [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторных работ / под ред. Ю. И. Худака. Москва: Московский технологический университет (МИРЭА), 2017. 36 с.
2. Чернова Н. И. Математическая статистика: Учеб. пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2007. 148 с

**Приложение (Листинг программы)**

import io

from pdfminer.converter import TextConverter

from pdfminer.pdfinterp import PDFPageInterpreter

from pdfminer.pdfinterp import PDFResourceManager

from pdfminer.pdfpage import PDFPage

import numpy as np

import scipy.stats as stats

from docx import Document

def extract\_text\_from\_pdf(pdf\_path):

resource\_manager = PDFResourceManager()

fake\_file\_handle = io.StringIO()

converter = TextConverter(resource\_manager, fake\_file\_handle)

page\_interpreter = PDFPageInterpreter(resource\_manager, converter)

with open(pdf\_path, 'rb') as fh:

for page in PDFPage.get\_pages(fh,

caching=True,

check\_extractable=True):

page\_interpreter.process\_page(page)

text = fake\_file\_handle.getvalue()

# close open handles

converter.close()

fake\_file\_handle.close()

if text:

return text

def var\_in\_pdf\_length(filename = 'DLW-5\_2019\_var\_1-20.pdf', v = 10):

s = extract\_text\_from\_pdf(filename)

n0 = s.find('Вариант ' + str(v))

n1 = s.find('Вариант ' + str(v+1))

if n0 == -1:

n0 = 0

if n1 == -1:

n1 = len(s)

space0 = 'Вариант '+str(v)+' '

space1 = ' '

#print(len(space0),len(space1))

w = s[n0+len(space0):n1-len(space1)]

w = w.replace(',', '.')

w = w.split(' ')

l = [[],[],[]]

for i in range(len(w)):

if i%3 == 0:

l[0].append(float(w[i]))

if (i-1)%3 == 0:

l[1].append(float(w[i]))

if (i-2)%3 == 0:

l[2].append(float(w[i]))

return l

ql = var\_in\_pdf\_length()

ql = [np.array(i) for i in ql]

for i in ql:

print(i)

print()

N = ql[0].size

m = len(ql)

print(N,m)

def mean1(x):

return sum(x)/x.size

def mean2(x):

return sum(x\*\*2)/x.size

for i in range(m):

print('mean1('+str(i+1)+') =',mean1(ql[i]),' mean2('+str(i+1)+') =',mean2(ql[i]))

print()

def S2(x):

return (mean2(x)-mean1(x)\*\*2)\*x.size/(x.size-1)

for i in range(m):

print('S2('+str(i+1)+') =',S2(ql[i]))

print()

def TNM(x,y):

o1 = mean1(x)-mean1(y)

o2 = S2(x)\*(x.size-1) + S2(y)\*(y.size-1)

o3 = x.size\*y.size\*(x.size+y.size-2)/(x.size+y.size)

return o1\*((o3/o2)\*\*0.5)

for k in range(m):

for i in range(k):

print('TNM('+str(i+1)+';'+str(k+1)+') =',TNM(ql[i],ql[k]))

def u\_all(ql):

s = 0

n = 0

for i in ql:

n += i.size

s += i.sum()

return s/n

def u\_one(x):

return x.sum()/x.size

def s\_all(ql):

s = 0

u = u\_all(ql)

for i in ql:

for k in i:

s += (u - k)\*\*2

return s

def s\_fakt(ql):

s = 0

u = u\_all(ql)

for i in ql:

s += i.size\*(u-u\_one(i))\*\*2

return s

def s\_ost(ql):

return s\_all(ql) - s\_fakt(ql)

def FNM\_1(ql):

sf2 = s\_fakt(ql)/(len(ql)-1)

so2 = s\_ost(ql)/((len(ql)-1)\*ql[0].size)

return sf2/so2

print('u\_all = ', u\_all(ql))

for i in range(len(ql)):

print('u\_'+str(i+1)+' = ',u\_one(ql[i]))

print('s\_all = ', s\_all(ql))

print('s\_fakt = ', s\_fakt(ql))

print('s\_ost = ', s\_ost(ql))

print('FNM\_1 = ',FNM\_1(ql))

def Sm1(x,y):

return max(S2(x),S2(y))

def Sm2(x,y):

return min(S2(x),S2(y))

def FNM\_2(x,y):

return Sm1(x,y)/Sm2(x,y)

def k1(x,y):

if Sm1(x,y) == S2(x):

return x.size-1

if Sm1(x,y) == S2(y):

return y.size-1

def k2(x,y):

if Sm2(x,y) == S2(x):

return x.size-1

if Sm2(x,y) == S2(y):

return y.size-1

for k in range(3):

for i in range(k):

print('Sm1('+str(i+1)+';'+str(k+1)+') = ', Sm1(ql[i],ql[k]))

print('Sm2('+str(i+1)+';'+str(k+1)+') = ', Sm2(ql[i],ql[k]))

print('FNM\_2('+str(i+1)+';'+str(k+1)+') = ', FNM\_2(ql[i],ql[k]))

print('k1('+str(i+1)+';'+str(k+1)+') = ',k1(ql[i],ql[k]),' k2('+str(i+1)+';'+str(k+1)+') = ',k2(ql[i],ql[k]))

print()

print('N1')

print('3)','ANOVA(1,2,3) = ', stats.f\_oneway(ql[0],ql[1],ql[2]).pvalue)

for k in range(3):

for i in range(k):

print('4)','t\_test\_2(' + str(i+1) + ';'+ str(k+1)+') = ', stats.ttest\_ind(ql[i],ql[k]).pvalue)

for k in range(3):

for i in range(k):

print('5)','welch\_test(' + str(i+1) + ';'+ str(k+1)+') = ', stats.ttest\_ind(ql[i],ql[k], equal\_var = False).pvalue)

print()

print('N2')

print('2)','bartlett\_test(1,2,3) = ',stats.bartlett(ql[0],ql[1],ql[2]).pvalue)

for k in range(3):

for i in range(k):

print('3)','var\_test(' + str(i+1) + ';'+ str(k+1)+') = ', stats.bartlett(ql[i],ql[k]).pvalue)

head\_1\_1\_str = ['столбцы', 'x', 'y', 'x^2', 'y^2', 'S\_x^2', 'S\_y^2','T\_NM']

def out\_1\_1(ql):

out = []

for i in range(len(ql)):

for k in range(i+1,len(ql)):

l = [

'('+str(i+1)+','+str(k+1)+')',

mean1(ql[i]),

mean1(ql[k]),

mean2(ql[i]),

mean2(ql[k]),

S2(ql[i]),

S2(ql[k]),

TNM(ql[i],ql[k])

]

out.append(l)

return out

head\_1\_2\_str = ['S\_общ', 'S\_факт', 'S\_ост', 'S\_факт^2', 'S\_ост^2', 'k\_1', 'k\_2', 'F\_NM']

def out\_1\_2(ql):

sf2 = s\_fakt(ql)/(len(ql)-1)

so2 = s\_ost(ql)/((len(ql)-1)\*ql[0].size)

k1 = len(ql)

k2 = 0

for i in ql:

k2 += (i.size-1)

return [

s\_all(ql), s\_fakt(ql), s\_ost(ql), sf2, so2, k1, k2, FNM\_1(ql)

]

def out\_1\_3(ql):

return stats.f\_oneway(ql[0],ql[1],ql[2]).pvalue

head\_1\_4\_str = ['столбцы','pval[t\_test\_2]']

def out\_1\_4(ql):

l = []

for i in range(3):

for k in range(i):

l.append(['('+str(k+1)+','+str(i+1)+')',stats.ttest\_ind(ql[k],ql[i]).pvalue])

return l

head\_1\_5\_str = ['столбцы','pval[welch\_test]']

def out\_1\_5(ql):

l = []

for i in range(3):

for k in range(i):

l.append(['('+str(k+1)+','+str(i+1)+')',stats.ttest\_ind(ql[k],ql[i],equal\_var = False).pvalue])

return l

head\_2\_1\_str = ['столбцы', 'S\_1^2','S\_2^2','k\_1','k\_2','F\_NM']

def out\_2\_1(ql):

out = []

for i in range(3):

for k in range(i):

x = k

y = i

l = [

'('+str(x+1)+'; '+str(y+1)+')',

Sm1(ql[x],ql[y]),

Sm2(ql[x],ql[y]),

k1(ql[x],ql[y]),

k2(ql[x],ql[y]),

FNM\_2(ql[x],ql[y])

]

out.append(l)

return out

def out\_2\_2(ql):

return stats.bartlett(ql[0],ql[1],ql[2]).pvalue

head\_2\_3\_str = ['столбцы', 'pval[var\_test]']

def out\_2\_3(ql):

out = []

for i in range(3):

for k in range(i):

x = k

y = i

l = [

'('+str(x+1)+'; '+str(y+1)+')',

stats.bartlett(ql[x],ql[y]).pvalue

]

out.append(l)

return out

expert = {

True : 'верно',

False : 'не верно'

}

anal\_head\_1\_1\_str = ['столбцы', '|T\_NN|','t\_кр,alpha(2N-2)','вывод']

def anal\_1\_1(ql):

ao = []

N = ql[0].size

for k in range(3):

for i in range(k):

l = [

'('+str(i+1)+'; '+str(k+1)+')',

abs(TNM(ql[i],ql[k])),

stats.t.ppf(0.97,2\*N-2),

expert[abs(TNM(ql[i],ql[k])) <= stats.t.ppf(0.97,2\*N-2)]

]

ao.append(l)

return ao

anal\_head\_1\_2\_str = ['F\_NM', 'alpha', 'z\_alpha', 'вывод']

def anal\_1\_2(ql):

m = len(ql)-1

n = len(ql)\*(ql[0].size-1)

f = FNM\_1(ql)

z = stats.f.ppf(0.94,m,n)

ao = [f, '0.06', z, expert[f <= z]]

return [ao]

anal\_head\_1\_3\_str = ['pval[anova]', 'alpha', 'вывод']

def anal\_1\_3(ql):

anova = stats.f\_oneway(ql[0],ql[1],ql[2]).pvalue

return [[anova, '0.06', expert[anova >= 0.06]]]

anal\_head\_1\_4\_str = ['столбцы','pval [t\_test\_2]', 'alpha', 'вывод']

def anal\_1\_4(ql):

o\_1\_4 = out\_1\_4(ql)

ao = []

for i in o\_1\_4:

l = [i[0],i[1],'0.06',expert[i[1] >= 0.06]]

ao.append(l)

return ao

anal\_head\_1\_5\_str = ['столбцы','pval [welch\_test]', 'alpha', 'вывод']

def anal\_1\_5(ql):

o\_1\_5 = out\_1\_5(ql)

ao = []

for i in o\_1\_5:

l = [i[0],i[1],'0.06',expert[i[1] >= 0.06]]

ao.append(l)

return ao

anal\_head\_2\_1\_str = ['столбцы', 'F\_NM','F(alpha/2,k\_1,k\_2)','вывод']

def anal\_2\_1(ql):

z = stats.f.ppf(0.97,N-1,N-1)

o\_2\_1 = out\_2\_1(ql)

ao = []

for i in o\_2\_1:

l = [i[0], i[5], z, expert[i[5] <= z]]

ao.append(l)

return ao

anal\_head\_2\_2\_str = ['pval[bartlett\_test]', 'alpha', 'вывод']

def anal\_2\_2(ql, alpha = 0.06):

pv = out\_2\_2(ql)

return [[pv, '0.06', expert[pv >= 0.06]]]

anal\_head\_2\_3\_str = ['строка','pval[bartlett\_test]', 'alpha', 'вывод']

def anal\_2\_3(ql, alpha = 0.06):

o\_2\_3 = out\_2\_3(ql)

ao = []

for i in o\_2\_3:

l = [i[0], i[1], '0.06', expert[i[1] >=0.06]]

ao.append(l)

return ao

print('N1')

print(anal\_1\_1(ql))

print(anal\_1\_2(ql))

print(anal\_1\_3(ql))

print(anal\_1\_4(ql))

print(anal\_1\_5(ql))

print('N2')

print(anal\_2\_1(ql))

print(anal\_2\_2(ql))

print(anal\_2\_3(ql))

def stick(anal):#Sick of Truth

g = True

for i in anal:

g = g and (i[len(i)-1] == 'верно')

return g

def anal\_1\_1\_str(ql):

s = {

True : 'Гипотеза о равенстве математических ожиданий не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.',

False : 'Гипотеза о равенстве математических ожиданий противоречит экспериментальным данным (не может быть принята) при уровне значимости  0,06.'

}

g = True

N = len(ql[0])

for i in range (3):

for k in range(i):

g = g and(abs(TNM(ql[k],ql[i])) <= stats.t.ppf(0.97,2\*(N-1)))

return [s[g]]

def anal\_1\_2\_str(ql):

m = len(ql)-1

n = len(ql)\*(ql[0].size-1)

z = stats.f.ppf(0.94,m,n)

f = FNM\_1(ql)

s1 = 'z\_alpha = ' + str('%.5f'% z)

s2 = 'F\_NM = ' + str('%.5f'% f)

s3 = {

True : 'Гипотеза о равенстве математических ожиданий трёх случайных величин, выборки которых находятся в столбцах массива U={u\_i,j|1<= i <= N,1 <= j <= 3}, не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.',

False : 'Гипотеза о равенстве математических ожиданий трёх случайных величин, выборки которых находятся в столбцах массива U={u\_i,j|1<= i <= N,1 <= j <= 3}, противоречит экспериментальным данным (не может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.'

}

return [s1,s2,s3[f<=z]]

def anal\_1\_3\_str(ql):

ao = anal\_1\_3(ql)

s1 = 'pval = anova(U)= ' + str('%.5f'% ao[0][0])

if ao[0][0] > 0.06:

s1 = s1 + ' > '

if ao[0][0] == 0.06:

s1 = s1 + ' = '

if ao[0][0] < 0.06:

s1 = s1 + ' < '

s1 = s1 + 'alpha = 0.06'

s2 = {

True : 'Гипотеза о равенстве математических ожиданий трёх случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.',

False : 'Гипотеза о равенстве математических ожиданий трёх случайных величин противоречит экспериментальным данным (не может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.'

}

return [s1, s2[ao[0][0] > 0.06]]

def anal\_1\_4\_str(ql):

s = {

True : 'Гипотеза о равенстве математических ожиданий соответствующих пар случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.',

False: 'Гипотеза о равенстве математических ожиданий соответствующих пар случайных величин противоречит экспериментальным данным (не может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.'

}

g = True

for i in out\_1\_4(ql):

g = g and (i[1] >= 0.06)

return [s[g]]

def anal\_1\_5\_str(ql):

s = {

True : 'Гипотеза о равенстве математических ожиданий соответствующих пар случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.',

False: 'Гипотеза о равенстве математических ожиданий соответствующих пар случайных величин противоречит экспериментальным данным (не может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.'

}

g = True

for i in out\_1\_5(ql):

g = g and (i[1] >= 0.06)

return [s[g]]

def anal\_2\_1\_str(ql):

s = {

True : 'Гипотеза о равенстве дисперсий соответствующих пар случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.',

False : 'Гипотеза о равенстве дисперсий соответствующих пар случайных величин противоречит экспериментальным данным (не может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.'

}

g = True

for i in anal\_2\_1(ql):

g = g and (i[3] == 'верно')

return [s[g]]

def anal\_2\_2\_str(ql):

ao = anal\_2\_2(ql)

s1 = 'pval = bartlett\_test (X, Y, Z) = ' + str('%.5f'% ao[0][0])

if ao[0][0] > 0.06:

s1 = s1 + ' > '

if ao[0][0] == 0.06:

s1 = s1 + ' = '

if ao[0][0] < 0.06:

s1 = s1 + ' < '

s1 = s1 + '0.06'

s2 = {

True : 'Гипотеза о равенстве дисперсий трёх случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.',

False : 'Гипотеза о равенстве дисперсий трёх случайных величин противоречит экспериментальным данным (не может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.'

}

return [s1,s2[ao[0][2]=='верно']]

def anal\_2\_3\_str(ql):

s = {

True : 'Гипотеза о равенстве дисперсий соответствующих пар случайных величин не противоречит экспериментальным данным (может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.',

False : 'Гипотеза о равенстве дисперсий соответствующих пар случайных величин противоречит экспериментальным данным (не может быть принята) при уровне значимости alpha = 0,06.'

}

g = True

for i in anal\_2\_3(ql):

g = g and (i[3]=='верно')

return [s[g]]

print(anal\_1\_1\_str(ql))

print(anal\_1\_2\_str(ql))

print(anal\_1\_3\_str(ql))

print(anal\_1\_4\_str(ql))

print(anal\_1\_5\_str(ql))

print(anal\_2\_1\_str(ql))

print(anal\_2\_2\_str(ql))

print(anal\_2\_3\_str(ql))

print()

def out\_1\_2\_str(ql):

o = out\_1\_2(ql)

l = []

for i in range(len(o)):

s = head\_1\_2\_str[i] + ' = '

if type(o[i]) != int:

s = s + str('%.5f'% o[i])

else:

s = s + str(o[i])

l.append(s)

return l

for i in out\_1\_2\_str(ql):

print(i)

def strm(a):

n = len(a)

b = a[0]

m = len(b)

for i in range(n):

for k in range(m):

if type(a[i][k]) == int:

a[i][k] = str(a[i][k])

elif type(a[i][k]) != str:

a[i][k] = str('%.5f'% a[i][k])

def tabler(document, out, head = None):

tl = []

if head != None:

tl.append(head)

for i in out:

tl.append(i)

strm(tl)

table = document.add\_table(rows = len(tl),cols = len(tl[0]))

for i in range(len(tl)):

hdr\_cells = table.rows[i].cells

for k in range(len(tl[0])):

if type(tl[i][k]) == str:

hdr\_cells[k].text = tl[i][k]

else:

pass #LaTeX

def stringer(document, strs):

for i in strs:

document.add\_paragraph(i)

def docker(ql, filename):

document = Document()

document.add\_paragraph('Результаты расчетов')

document.add\_paragraph('Данный двумерный массив:')

qh = [[ql[i][k] for i in range(len(ql))] for k in range(len(ql[0]))]

tabler(document,qh)

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Задание 1: гипотеза о равенстве математических ожиданий')

document.add\_paragraph('Пункт 1)')

tabler(document, out\_1\_1(ql), head\_1\_1\_str)

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 2)')

#tabler(document, [out\_1\_2(ql)], head\_1\_2\_str)

stringer(document, out\_1\_2\_str(ql))

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 3)')

document.add\_paragraph('pval = anova(U) = ' + str('%.5f'% out\_1\_3(ql)))

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 4)')

tabler(document, out\_1\_4(ql), head\_1\_4\_str)

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 5)')

tabler(document, out\_1\_5(ql), head\_1\_5\_str)

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Задание 2: гипотеза о равенстве дисперсий')

document.add\_paragraph('Пункт 1)')

tabler(document, out\_2\_1(ql), head\_2\_1\_str)

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 2)')

document.add\_paragraph('pval = bartlett\_test (X, Y, Z ) =' + str('%.5f'% out\_2\_2(ql)))

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 3)')

tabler(document, out\_2\_3(ql), head\_2\_3\_str)

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Анализ результатов и выводы:')

document.add\_paragraph('Задание 1')

document.add\_paragraph('Пункт 1)')

tabler(document,anal\_1\_1(ql),anal\_head\_1\_1\_str)

stringer(document,anal\_1\_1\_str(ql))

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 2)')

tabler(document,anal\_1\_2(ql),anal\_head\_1\_2\_str)####

stringer(document,anal\_1\_2\_str(ql))

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 3)')

tabler(document,anal\_1\_3(ql),anal\_head\_1\_3\_str)####

stringer(document,anal\_1\_3\_str(ql))

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 4)')

tabler(document,anal\_1\_4(ql),anal\_head\_1\_4\_str)

stringer(document,anal\_1\_4\_str(ql))

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 5)')

tabler(document,anal\_1\_5(ql),anal\_head\_1\_5\_str)

stringer(document,anal\_1\_5\_str(ql))

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Задание 2')

document.add\_paragraph('Пункт 1)')

tabler(document,anal\_2\_1(ql),anal\_head\_2\_1\_str)

stringer(document,anal\_2\_1\_str(ql))

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 2)')

tabler(document,anal\_2\_2(ql),anal\_head\_2\_2\_str)####

stringer(document,anal\_2\_2\_str(ql))

document.add\_paragraph('')

document.add\_paragraph('Пункт 3)')

tabler(document,anal\_2\_3(ql),anal\_head\_2\_3\_str)

stringer(document,anal\_2\_3\_str(ql))

document.add\_paragraph('')

document.save(filename + '.docx')

print('Done!')

docker(ql, 'result')