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

ИНСТИТУТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

КАФЕДРА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Лабораторная работа 3

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

**ВАРИАНТ 6**

Тема: \_\_\_\_\_\_\_ **Проверка статистических гипотез о математических ожиданиях и дисперсиях выборок из нормальных распределений**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Выполнил:

Студент 3-го курса

Едренников Д.А.

Группа: КМБО-01-20

МОСКВА – 2023

# Задание

Задание 1.

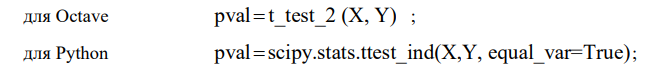
Проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий с использованием распределения Стьюдента при уровне значимости α = 0.05 для всех трёх пар наблюдаемых нормально распределенных случайных величин, выборки которых находятся в столбцах двумерного массива .

Задание 2.

Проверить с использованием однофакторного дисперсионного анализа гипотезу о равенстве математических ожиданий при уровне значимости 0.05 трёх наблюдаемых нормально распределенных случайных величин, выборки которых находятся в столбцах двумерного массива .

Задание 3.

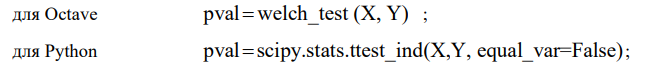
Проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий при уровне значимости α = 0.05 для всех трёх пар наблюдаемых нормально распределенных случайных величин, выборки которых находятся в столбцах двумерного массива U, с помощью функций, в которых реализован t-критерий Стьюдента:



X, Y ‒ произвольная пара столбцов массива U.

Задание 4.

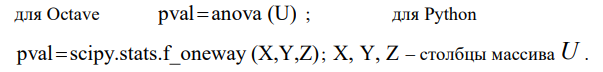
Проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий при уровне значимости α = 0.05 для всех трёх пар наблюдаемых нормально распределенных случайных величин, выборки которых находятся в столбцах двумерного массива U, с помощью функций, в которых реализован t- критерий Уэлча:



X, Y ‒ произвольная пара столбцов массива U.

Задание 5.

Проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий при уровне значимости α = 0.05 для трёх наблюдаемых нормально распределенных случайных величин, выборки которых находятся в столбцах двумерного массива U, с помощью функций, в которых реализован однофакторный дисперсионный анализ:

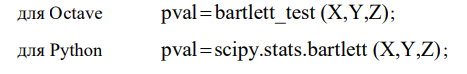


Задание 6.

Проверить гипотезу о равенстве дисперсий при уровне значимости α=0.05 для всех трёх пар наблюдаемых нормально распределенных случайных величин, выборки которых находятся в столбцах двумерного массива U, с использованием распределения Фишера-Снедекора.

Задание 7.

Проверить гипотезу о равенстве дисперсий при уровне значимости α=0.05 для наблюдаемых нормально распределенных случайных величин, выборки которых находятся в столбцах двумерного массива U, с помощью функций, в которых реализован критерий Бартлетта:



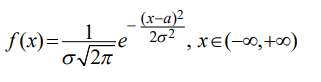
X, Y, Z ‒ столбцы массива U.

В качестве данных двумерного массива U = следует взять первые три столбца из соответствующей номеру варианта таблицы файла МС\_D\_Norm. Таким образом, в данной лабораторной работе N = 20.

Результаты вычислений приводить в отчете с точностью до 0,00001.

# Краткие теоретические сведения

Нормальное распределение:



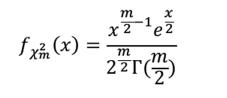
Функция распределения

F (x) =

Математическое ожидание: α

Дисперсия:

Распределение :



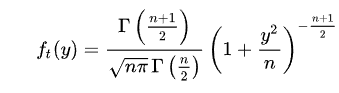
Функция распределение:

F_{\chi^2(n)}(x) = \frac{\gamma\left({n \over 2}, {x \over 2}\right)}{\Gamma\left({n \over 2}\right)}

Математическое ожидание:

Дисперсия:

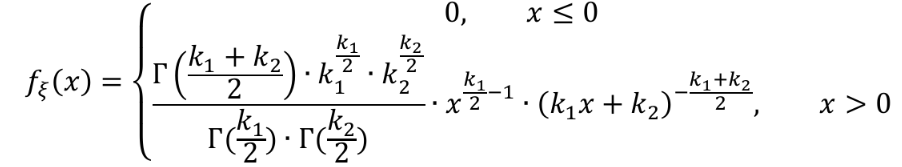
Распределение Стьюдента:



Математическое ожидание: , если n>1

Дисперсия: , если n>2

Распределение Фишера-Снедекора:



Математическое ожидание: , если k23

Дисперсия: , если k25

Формулы связывающие распределения

Распределение Стьюдента сходится к стандартному нормальному при n. Пусть дана последовательность случайных величин , где . Тогда по распределению при n.

Квадрат случайной величины, имеющей распределение Стьюдента, имеет распределение Фишера. Пусть t. Тогда .

Если независимые нормальные случайные величины, то есть: , i = 1, … , n . то случайная величина Y = имеет распределение .

Если (n1) и (n2), то случайная величина F = имеет распределение Фишера со степенями свободы (n1, n2).

Если F() то случайные величины сходятся по распределению к () при

Общая схема проверки гипотезы о равенстве математических ожиданий с использованием распределения Стьюдента

Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух случайных величин с использованием распределения Стьюдента с числом степеней свободы N+M-2 проводится следующим образом:

(N-1) = N(), (M-1) = M()

=

В данной лабораторной работе M = N.

Если || ≤ (2N-2) (вычисляется с помощью функции scipy.stats.f.ppf(x,m,n)) о гипотеза о равенстве математических ожиданий не противоречит экспериментальным данным (верна) при уровне значимости α.

Если || > (2N-2) , то гипотеза о равенстве математических ожиданий противоречит экспериментальным данным (неверна) при уровне значимости α.

Общую схему проверки гипотезы о равенстве математических ожиданий с использованием однофакторного дисперсионного анализа

Расчет общего среднего значения и групповых средни:

= , j = 1, …, m.

Расчет общей суммы квадратов отклонений =

Расчет факторной суммы квадратов отклонений = N .

Расчет остаточной суммы квадратов отклонений

.

Расчет значения критерия: , где

, = .

Если гипотеза о равенстве математических ожиданий m нормально распределенных случайных величин верна, то имеет распределение Фишера-Снедекора с числом степеней свободы (), k1 = m-1, k2 = m(N-1).

Вычисленное значение нужно сравнить c критическим значением при уровне значимости α = 0,05 и сделать вывод о справедливости гипотезы. Критическое значение () можно найти с помощью функции языка программирования ( =scipy.stats.f.ppf(x,m,n ); x = 1 –α = 0,95; m = n = ).

Если ≤ то гипотеза о равенстве математических ожиданий трёх случайных величин не противоречит экспериментальным данным (верна) при уровне значимости α.

Если > , то гипотеза о равенстве математических ожиданий трёх случайных величин противоречит экспериментальным данным (неверна) при уровне значимости α.

Общую схему проверки гипотезы о равенстве дисперсий двух наблюдаемых нормально распределенных случайных величин с использованием распределения Фишера-Снедекора

Для проверки гипотезы о равенстве дисперсий двух нормально распределенных случайных величин рассчитывается значение критерия по формуле:

, где = max(), ).

= N/(N-1)(), = M/(M-1) ()

В данной лабораторной работе M = N.

Для каждой пары случайных величин, выборки которых находятся в столбцах массива U , нужно сравнить вычисленное соответствующее значение c критическим значением и сделать вывод о справедливости гипотезы.

Критическое значение можно найти с помощью функции scipy.stats.f.ppf(x,m,n).

Если ≤ о гипотеза о равенстве математических ожиданий не противоречит экспериментальным данным (верна) при уровне значимости α.

Если > , то гипотеза о равенстве математических ожиданий противоречит экспериментальным данным (неверна) при уровне значимости α.

В программе расчёта был использован язык python. Использовались следующие функции:

scipy.stats.t.ppf(a, b)- функция вычисляет критическим значением , где a – 1 минус уровень значимости делить на 2, b – количество степеней свободы.

scipy.stats.f.ppf(a , k1, k2) – функция вычисляет критическое значение для распределения Фишера-Снедекора, где a – 1 минус уровень значимости, k1 – число степеней свободы первого распределения, k2 - число степеней свободы второго распределения .

scipy.stats.ttest\_ind(x1, x2, equal\_var=True) – функция, вычисляющая t-критерий Стьюдента. x1 – первая выборка, x2-вторая выборка.

scipy.stats.ttest\_ind(x1, x2, equal\_var=False) – функция, вычисляющая t-критерий Уэлча. x1 – первая выборка, x2-вторая выборка.

scipy.stats.f\_oneway(x1, x2, x3) - функция, выполняющая однофакторный дисперсионный анализ для 3 выборок. x1, x2, x3 – анализируемые выборки.

scipy.stats.bartlett (x1, x2, x3) - функция, вычисляющая критерий Бартлетта. x1, x2, x3 – анализируемые выборки.

.

# Результаты расчетов

Для всех заданий вариант равен 6.

Первая выборка

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.86728 | 1.13188 | 1.65331 | -0.24485 | 0.77905 | 2.30288 | 2.63247 | -0.68905 | 0.31365 | 3.83315 |
| 0.78376 | 0.53350 | 2.64152 | -0.41601 | 2.47467 | 0.87717 | -0.04131 | 1.26223 | 0.79233 | 1.58629 |

Вторая выборка

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0.64330 | -0.13516 | 0.29311 | -0.57104 | 0.11235 | 1.26531 | 0.46257 | 2.35009 | 1.24173 | 1.51367 |
| 2.39267 | 2.97226 | 1.18987 | 0.49294 | 1.34834 | 2.37526 | 0.53450 | 1.61054 | -1.60799 | 1.50408 |

Третья выборка

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0.56871 | 2.79170 | -0.51887 | 1.53098 | 1.39604 | -0.25179 | 2.48092 | 2.74350 | -0.57746 | 4.21158 |
| 2.04421 | 1.64747 | 3.30493 | 3.57286 | -0.24358 | 1.65645 | 0.36705 | 1.76563 | 4.39980 | 2.46199 |

Задание 1:

Проверка гипотез о равенстве математических ожиданий с использованием распределения Стьюдента.

Результаты расчетов выражений

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Столбцы |  |  |  |  |  |  |  |
| (1,2) | 1.2537 | 0.99942 | 3.00421 | 2.17165 | 1.84264 | 1.23393 | 0.64832 |
| (1,3) | 1.2537 | 1.76761 | 3.00421 | 5.32755 | 1.84264 | 3.7473 | -0.97207 |
| (2,3) | 0.99942 | 1.76761 | 2.17165 | 5.32755 | 1.23393 | 3.7473 | -1.53926 |

Результаты проверки гипотез

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Столбцы | | |  |  |
| (1,2) | 0.64832 | 2.02439 | Верна |
| (1,3) | 0.97207 | 2.02439 | Верна |
| (2,3) | 1.53926 | 2.02439 | Верна |

Задание 2:

Проверка гипотез о равенстве математических ожиданий с использованием однофакторного дисперсионного анализа.

Результаты расчетов выражений

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 102.29336 | 0.01531 | 102.27804 | 0.00766 | 1,79435 | 2 | 57 | 0.00427 |

Результаты проверки гипотез

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | α | () | Вывод |
| 0.00427 | 0.05 | 3.15884 | Верна |

Задание 3:

Проверка гипотез о равенстве математических ожиданий с использованием функции scipy.stats.ttest\_ind(X,Y, equal\_var = =True) ( X, Y – использованные выборки), в которой реализован t-критерий Стьюдента.

Результаты проверки гипотез

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Столбцы | pval | α | Вывод |
| (1,2) | 0.49645 | 0.05 | Верна |
| (1,3) | 0.24737 | 0.05 | Верна |
| (2,3) | 0.07627 | 0.05 | Верна |

Задание 4:

Проверка гипотез о равенстве математических ожиданий с использованием функции scipy.stats.ttest\_ind(X,Y, equal\_var = =False) ( X, Y – использованные выборки), в которой реализован t-критерий Уэлча.

Результаты проверки гипотез

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Столбцы | pval | α | Вывод |
| (1,2) | 0.49649 | 0.05 | Верна |
| (1,3) | 0.2477 | 0.05 | Верна |
| (2,3) | 0.077 | 0.05 | Верна |

Задание 5:

Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий с помощью функции scipy.stats.f\_oneway (X,Y,Z) (X, Y, Z – использованные выборки), в которой реализован однофакторный дисперсионный анализ.

Результаты проверки гипотез

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| pval | α | Вывод |
| 0.17205 | 0.05 | Верна |

Задание 6:

Проверка гипотезы о равенстве дисперсий с использованием распределения Фишера-Снедекора.

Результаты расчетов выражений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Столбцы |  |  |  |  |  |
| (1,2) | 1.84264 | 1.23393 | 19 | 19 | 1.49332 |
| (1,3) | 1.84264 | 3.7473 | 19 | 19 | 2.03366 |
| (2,3) | 1.23393 | 3.7473 | 19 | 19 | 3.0369 |

Результаты проверки гипотез

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Столбцы |  |  | Вывод |
| (1,2) | 1.49332 | 2.52645 | Верна |
| (1,3) | 2.03366 | 2.52645 | Верна |
| (2,3) | 3.0369 | 2.52645 | Неверна |

Задание 7:

Проверка гипотезы о равенстве дисперсий, с помощью функции scipy.stats.bartlett (X,Y,Z) (X, Y, Z – использованные выборки), в которой реализован критерий Бартлетта.

Результаты проверки гипотез

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| pval | α | Вывод |
| 0.37181 | 0.05 | Верна |

## Список литературы

1. Математическая статистика [Электронный ресурс]: метод. указания по выполнению лаб. работ / А.А. Лобузов — М.: МИРЭА, 2017.
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие для вузов. Изд. 7-е, стер.— М.: Высш. шк., 1999.— 479 с.: ил.
3. Письменный Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам: учеб. пособие для вузов. – М.: Айрис-пресс, 2020.

## Приложение

import math

import scipy.stats

f = open('answer.txt', 'r+')

"Задание 1"

x1 = [2.86728, 1.13188, 1.65331, -0.24485, 0.77905, 2.30288, 2.63247, -0.68905, 0.31365, 3.83315, 0.78376,

0.53350, 2.64152, -0.41601, 2.47467, 0.87717, -0.04131, 1.26223, 0.79233, 1.58629]

x2 = [0.64330, -0.13516, 0.29311, -0.57104, 0.11235, 1.26531, 0.46257, 2.35009, 1.24173, 1.51367, 2.39267, 2.97226,

1.18987, 0.49294, 1.34834, 2.37526, 0.53450, 1.61054, -1.60799, 1.50408]

x3 = [0.56871, 2.79170, -0.51887, 1.53098, 1.39604, -0.25179, 2.48092, 2.74350, -0.57746, 4.21158, 2.04421, 1.64747,

3.30493, 3.57286, -0.24358, 1.65645, 0.36705, 1.76563, 4.39980, 2.46199]

x1s = 1 / 20 \* sum(x1)

x2s = 1 / 20 \* sum(x2)

x3s = 1 / 20 \* sum(x3)

x12 = [x \*\* 2 for x in x1]

x22 = [x \*\* 2 for x in x2]

x32 = [x \*\* 2 for x in x3]

x1s2 = 1 / 20 \* sum(x12)

x2s2 = 1 / 20 \* sum(x22)

x3s2 = 1 / 20 \* sum(x32)

S2x1 = (20 / 19) \* (x1s2 - x1s)

S2x2 = (20 / 19) \* (x2s2 - x2s)

S2x3 = (20 / 19) \* (x3s2 - x3s)

T1 = ((x1s - x2s) / math.sqrt(19 \* (S2x1 + S2x2))) \* math.sqrt((20 \* 20 \* 38) / 40)

T2 = ((x1s - x3s) / math.sqrt(19 \* (S2x1 + S2x3))) \* math.sqrt((20 \* 20 \* 38) / 40)

T3 = ((x2s - x3s) / math.sqrt(19 \* (S2x2 + S2x3))) \* math.sqrt((20 \* 20 \* 38) / 40)

tcrit = scipy.stats.t.ppf(0.975, 38)

t11 = [x1s, x2s, x1s2, x2s2, S2x1, S2x2, T1]

t12 = [x1s, x3s, x1s2, x3s2, S2x1, S2x3, T2]

t13 = [x2s, x3s, x2s2, x3s2, S2x2, S2x3, T3]

t21 = []

t22 = []

t23 = []

if abs(T1) > tcrit:

t21 = [abs(T1), tcrit, 0]

else:

t21 = [abs(T1), tcrit, 1]

if abs(T2) > tcrit:

t22 = [abs(T2), tcrit, 0]

else:

t22 = [abs(T2), tcrit, 1]

if abs(T3) > tcrit:

t23 = [abs(T3), tcrit, 0]

else:

t23 = [abs(T3), tcrit, 1]

f.write(str("Задание 1"))

f.write('\n')

f.write(str("Таблица 1"))

f.write('\n')

f.write(str("(1,2)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t11]))

f.write('\n')

f.write(str("(1,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t12]))

f.write('\n')

f.write(str("(2,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t13]))

f.write('\n')

f.write(str("Таблица 2"))

f.write('\n')

f.write(str("(1,2)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t21]))

f.write('\n')

f.write(str("(1,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t22]))

f.write('\n')

f.write(str("(2,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t23]))

f.write('\n')

"Задание 2"

xg = (1 / 3) \* (x1s + x2s + x3s)

Sg = 0

for i in range(len(x1)):

Sg += (x1[i] - xg) \*\* 2

Sg += (x2[i] - xg) \*\* 2

Sg += (x3[i] - xg) \*\* 2

Sf = 1 / 20 \* ((x1s - xg) \*\* 2 + (x2s - xg) \*\* 2 + (x3s - xg) \*\* 2)

Sl = Sg - Sf

Sf2 = Sf / 2

Sl2 = Sl / 57

k1 = 2

k2 = 57

F = Sf2 / Sl2

Fcrit = scipy.stats.f.ppf(0.95, k1, k2)

t1 = [Sg, Sf, Sl, Sf2, Sl2, k1, k2, F]

t2 = []

if F > Fcrit:

t2 = [F, 0.05, Fcrit, 0]

else:

t2 = [F, 0.05, Fcrit, 1]

f.write(str("Задание 2"))

f.write('\n')

f.write(str("Таблица 1"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t1]))

f.write('\n')

f.write(str("Таблица 2"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t2]))

f.write('\n')

"Задание 3"

alpha = 0.05

t1, pval1 = scipy.stats.ttest\_ind(x1, x2, equal\_var=True)

t1, pval2 = scipy.stats.ttest\_ind(x1, x3, equal\_var=True)

t1, pval3 = scipy.stats.ttest\_ind(x2, x3, equal\_var=True)

if pval1 < alpha:

t1 = [pval1, alpha, 0]

else:

t1 = [pval1, alpha, 1]

if pval2 < alpha:

t2 = [pval2, alpha, 0]

else:

t2 = [pval2, alpha, 1]

if pval3 < alpha:

t3 = [pval3, alpha, 0]

else:

t3 = [pval3, alpha, 1]

f.write(str("Задание 3"))

f.write('\n')

f.write(str("Таблица 1"))

f.write('\n')

f.write(str("(1,2)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t1]))

f.write('\n')

f.write(str("(1,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t2]))

f.write('\n')

f.write(str("(2,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t3]))

f.write('\n')

"Задание 4"

alpha = 0.05

t1, pval1 = scipy.stats.ttest\_ind(x1, x2, equal\_var=False)

t1, pval2 = scipy.stats.ttest\_ind(x1, x3, equal\_var=False)

t1, pval3 = scipy.stats.ttest\_ind(x2, x3, equal\_var=False)

if pval1 < alpha:

t1 = [pval1, alpha, 0]

else:

t1 = [pval1, alpha, 1]

if pval2 < alpha:

t2 = [pval2, alpha, 0]

else:

t2 = [pval2, alpha, 1]

if pval3 < alpha:

t3 = [pval3, alpha, 0]

else:

t3 = [pval3, alpha, 1]

f.write(str("Задание 4"))

f.write('\n')

f.write(str("Таблица 1"))

f.write('\n')

f.write(str("(1,2)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t1]))

f.write('\n')

f.write(str("(1,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t2]))

f.write('\n')

f.write(str("(2,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t3]))

f.write('\n')

"Задание 5"

alpha = 0.05

t1, pval = scipy.stats.f\_oneway(x1, x2, x3)

if pval < alpha:

t1 = [pval, alpha, 0]

else:

t1 = [pval, alpha, 1]

f.write(str("Задание 5"))

f.write('\n')

f.write(str("Таблица 1"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t1]))

f.write('\n')

"Задание 6"

Smax1 = max(S2x1, S2x2)

Smin1 = min(S2x1, S2x2)

Smax2 = max(S2x1, S2x3)

Smin2 = min(S2x1, S2x3)

Smax3 = max(S2x2, S2x3)

Smin3 = min(S2x2, S2x3)

k1 = k2 = 19

F1 = Smax1 / Smin1

F2 = Smax2 / Smin2

F3 = Smax3 / Smin3

zcrit = scipy.stats.f.ppf(0.975, k1, k2)

t11 =[S2x1, S2x2, k1, k2, F1]

t12 =[S2x1, S2x3, k1, k2, F2]

t13 =[S2x2, S2x3, k1, k2, F3]

if F1 > zcrit:

t21 = [F1, zcrit, 0]

else:

t21 = [F1, zcrit, 1]

if F2 > zcrit:

t22 = [F2, zcrit, 0]

else:

t22 = [F2, zcrit, 1]

if F3 > zcrit:

t23 = [F3, zcrit, 0]

else:

t23 = [F3, zcrit, 1]

f.write(str("Задание 6"))

f.write('\n')

f.write(str("Таблица 1"))

f.write('\n')

f.write(str("(1,2)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t11]))

f.write('\n')

f.write(str("(1,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t12]))

f.write('\n')

f.write(str("(2,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t13]))

f.write('\n')

f.write(str("Таблица 2"))

f.write('\n')

f.write(str("(1,2)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t21]))

f.write('\n')

f.write(str("(1,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t22]))

f.write('\n')

f.write(str("(2,3)"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t23]))

f.write('\n')

"Задание 7"

alpha = 0.05

t1, pval = scipy.stats.bartlett (x1, x2, x3)

if pval < alpha:

t1 = [pval, alpha, 0]

else:

t1 = [pval, alpha, 1]

f.write(str("Задание 7"))

f.write('\n')

f.write(str("Таблица 1"))

f.write('\n')

f.write(str([round(elem, 5) for elem in t1]))

f.write('\n')