ГУАП

КАФЕДРА № 43

ОТЧЁТ   
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| к.т.н., доцент |  |  |  | В. В. Мышко |
| должность, уч. Степень, звание |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ОТЧЁТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1 | | | | | |
| СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН | | | | | |
| по дисциплине: ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ | | | | | |
|  | | | | | |
| РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ | | | | | |
| СТУДЕНТ ГР. | 4931 |  |  |  | А.А. Кинько |
|  |  |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

Санкт-Петербург 2023

**Текст задания.**

Согласно варианту №4931-12:

На основе массива экспериментальных данных (таблица №1):

* найти оценку математического ожидания случайной величины;
* проверить качество оценивания по заданной доверительной вероятности;
* проверить качество оценивания по заданной максимальной вероятной погрешности.

Порядок выполнения задания:

1. Найти оценку математического ожидания по массиву экспериментальных данных.
2. Построить 95-ти процентный доверительный интервал для исследуемой случайной величины.
3. Выполнить отсеивание аномальных наблюдений, не попавших в 95-ти процентный доверительный интервал.
4. Найти уточнённую оценку математического ожидания после отсеивания аномальных наблюдений.
5. Проверить качество оценивания математического ожидания:
   1. по заданной доверительной вероятности (таблица №2) построить доверительный интервал для математического ожидания;
   2. по заданной максимальной вероятной погрешности (таблица №2) найти доверительную вероятность попадания математического ожидания в интервал, определяемой указанной погрешностью.

*Таблица №1. Массив экспериментальных данных варианта №4931-12*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Массив экспериментальных данных | | | | | | | | | | | |
| 1,3 | 2,8 | 5,6 | 7,2 | 9,8 | 11,7 | 11,1 | 19,5 | 8,2 | 6,0 | 3,1 | 1,2 |

*Таблица №2. Числовые параметры для качественного оценивания варианта №4931-12*

|  |  |
| --- | --- |
| Доверительная вероятность,  β | Максимальная вероятная погрешность, εβ |
| 0,81 | 0,3 |

**Расчетные формулы**

1. Оценка математического ожидания:

где – количество элементов массива; – -ый элемент массива.

2. Оценка дисперсии:

3. Оценка среднего квадратического отклонения:

4. Двухсигмовый интервал:

5. Доверительная вероятность:

где – значение функции Лапласа; – заданная максимальная вероятная погрешность

6. Линейная интерполяция методом Лагранжа:

где – значение функции для заданного ; – известные значения функции для и соответственно.

7. Максимальная вероятная погрешность:

где – значение функции Стьюдента для заданной доверительной вероятности .

**Результаты работы.**

В ходе выполнения данной лабораторной работы была написана программа на языке Python 3.10, решающая задачу в общем виде. На вход программе подаются файлы с расчетными таблицами (Приложение №4), а также таблица массивов для каждого варианта. Так, для варианта №4931-12 были получены следующие результаты:

Загружаем данные для варианта № 12 ...

Полученный массив данных: [1.3, 2.8, 5.6, 7.2, 9.8, 11.7, 11.1, 19.5, 8.2, 6.0, 3.1, 1.2]

Заданная доверительная вероятность: 0.81

Максимальная вероятная погрешность: 0.3

---------- Получаем оценки характеристик ----------

Оценка математического ожидания: 7.291666666666667

Оценка дисперсии: 27.762651515151507

Оценка среднего квадратического отклонения: 5.2690275682664165

Полученный двухсигмовый интервал: [-3.246388469866166, 17.8297218031995]

Вышедшие за интервал элементы: [19.5]

---------- Получаем скорректированные оценки характеристик ----------

Откорректированный массив данных: [1.3, 2.8, 5.6, 7.2, 9.8, 11.7, 11.1, 8.2, 6.0, 3.1, 1.2]

Откорректированная оценка математического ожидания: 6.181818181818182

Откорректированная оценка дисперсии: 14.279636363636362

Откорректированая оценка среднего квадратического отклонения: 3.7788406110388357

---------- Качество оценивания математического ожидания по заданной максимальной вероятной погрешности----------

Значение x для функции Лапласа: 0.26330494972453716

Значение функции Лапласа лежит в диапазоне между 0.1026 и 0.1064

Используем линейную интерполяцию и получаем значение функции Лапласа: 0.10385588089532412

Получаем доверительный интервал, соответствующий максимальной погрешности eB = 0.3 : [5.881818181818182, 6.4818181818181815]

Так, математическое ожидание случайной величины, из которой извлечена исследуемая выборка, находится в интервале [5.881818181818182, 6.4818181818181815] с вероятностью не менее чем 0.20771176179064824

---------- Качество оценивания математического ожидания по заданной доверительной вероятности----------

Доверительная вероятность равна: 0.81

Значение функции Стьюдента для заданной вероятности: 1.31

Максимальная вероятная погрешность: 1.4925659407889842

Доверительный интервал, соответствующий максимальной вероятной погрешности: [4.689252241029197, 7.674384122607166]

Так, математическое ожидание случайной величины, из которой извлечена исследуемая выборка,находится с доверительной вероятностью не менее, чем 0.81 в интервале [4.689252241029197, 7.674384122607166]

**Выводы.**

В ходе выполнения данной лабораторной работы были получены навыки статистического оценивания числовых характеристик законов распределения случайных величин, а именно – расчет оценок математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения; построение 95-процентного доверительного интервала и отсеивание аномальных наблюдений.

**Приложение А. Листинг программы.**

Листинг программы доступен по ссылке: <https://github.com/ArtemKinko/SUAI-labs-spring-2023/tree/main/EDP/LABS/LAB-1-Statistic>

Файл lab1-statistic.py

import math  
  
def upload\_matrix(matrix\_file\_name, prob\_file\_name, var\_file\_name):  
 with open(matrix\_file\_name) as matrix\_file:  
 with open(var\_file\_name) as var\_file:  
 with open(prob\_file\_name) as prob\_file:  
 task\_num = int(var\_file.readline())  
 print("Загружаем данные для варианта №", task\_num, "...")  
 var\_matrix = ""  
 prob\_matrix = ""  
 for \_ in range(task\_num):  
 var\_matrix = matrix\_file.readline()  
 prob\_matrix = prob\_file.readline()  
 var\_matrix = var\_matrix.rsplit()  
 prob\_matrix = prob\_matrix.rsplit()  
 return [float(x.replace(',', '.')) for x in var\_matrix], float(prob\_matrix[0].replace(',', '.')), \  
 float(prob\_matrix[1].replace(',', '.'))  
  
  
def get\_expectation\_estimate(x\_matrix):  
 return sum(x\_matrix) / len(x\_matrix)  
  
  
def get\_expectation\_dispersion(x\_matrix):  
 exp\_estimate = get\_expectation\_estimate(x\_matrix)  
 summary = 0  
 for x in x\_matrix:  
 summary += (x - exp\_estimate) \*\* 2  
 return summary / (len(x\_matrix) - 1)  
  
  
def get\_expectation\_deviation(x\_matrix):  
 return math.sqrt(get\_expectation\_dispersion(x\_matrix))  
  
  
def get\_sigma\_interval(x\_matrix):  
 exp\_estimate = get\_expectation\_estimate(x\_matrix)  
 exp\_deviation = get\_expectation\_deviation(x\_matrix)  
 return [exp\_estimate - 2 \* exp\_deviation, exp\_estimate + 2 \* exp\_deviation]  
  
  
def correct\_matrix(x\_matrix):  
 interval = get\_sigma\_interval(x\_matrix)  
 return [x for x in x\_matrix if interval[0] <= x <= interval[1]]  
  
  
def find\_f\_from\_table(table\_file\_name, x):  
 with open(table\_file\_name) as f\_table\_file:  
 print("Значение x для функции Лапласа:", x)  
 prev\_line = [-1, -1]  
 next\_line = [-1, -1]  
 while x >= next\_line[0]:  
 prev\_line = next\_line  
 next\_line = [float(x.replace(',', '.')) for x in f\_table\_file.readline().rsplit()]  
 if prev\_line[0] == x:  
 print("Значение функции Лапласа найдено в таблице, оно равно:", prev\_line[1])  
 return prev\_line[1]  
 else:  
 print("Значение функции Лапласа лежит в диапазоне между", prev\_line[1], "и", next\_line[1])  
 f\_function\_num = ((x - next\_line[0]) / (prev\_line[0] - next\_line[0])) \* prev\_line[1] +\  
 ((x - prev\_line[0]) / (next\_line[0] - prev\_line[0])) \* next\_line[1]  
 print("Используем линейную интерполяцию и получаем значение функции Лапласа:", f\_function\_num)  
 return f\_function\_num  
  
  
def get\_x\_for\_f\_function(exp\_epsilon, len\_matrix, exp\_deviation):  
 return exp\_epsilon \* math.sqrt(len\_matrix) / exp\_deviation  
  
  
def get\_probability\_for\_estimate(f\_function\_number):  
 return 2 \* f\_function\_number  
  
  
def get\_estimate\_interval(cor\_estimate, max\_deviation):  
 return [cor\_estimate - max\_deviation, cor\_estimate + max\_deviation]  
  
  
def find\_l\_from\_table(table\_file\_name, x):  
 with open(table\_file\_name) as l\_table\_file:  
 line = [-1, -1]  
 while line[0] != x:  
 line = [float(param.replace(',', '.')) for param in l\_table\_file.readline().rsplit()]  
 return line[1]  
  
  
def get\_epsilon\_from\_l\_function(deviation, len\_matrix, l\_function):  
 return deviation / math.sqrt(len\_matrix) \* l\_function  
  
  
def solve\_task():  
 matrix, beta, epsilon = upload\_matrix("data.txt", "probability.txt", "task.txt")  
 print("Полученный массив данных:", matrix)  
 print("Заданная доверительная вероятность:", beta)  
 print("Максимальная вероятная погрешность:", epsilon)  
 print('\n\n---------- Получаем оценки характеристик ----------')  
 print("Оценка математического ожидания:", get\_expectation\_estimate(matrix))  
 print("Оценка дисперсии:", get\_expectation\_dispersion(matrix))  
 print("Оценка среднего квадратического отклонения:", get\_expectation\_deviation(matrix))  
 print("Полученный двухсигмовый интервал:", get\_sigma\_interval(matrix))  
 corrected\_matrix = correct\_matrix(matrix)  
 print("Вышедшие за интервал элементы:", list(set(matrix).symmetric\_difference(set(corrected\_matrix))))  
 print('\n\n---------- Получаем скорректированные оценки характеристик ----------')  
 print("Откорректированный массив данных:", corrected\_matrix)  
  
 corrected\_estimate = get\_expectation\_estimate(corrected\_matrix)  
 corrected\_dispersion = get\_expectation\_dispersion(corrected\_matrix)  
 corrected\_deviation = get\_expectation\_deviation(corrected\_matrix)  
  
 print("Откорректированная оценка математического ожидания:", corrected\_estimate)  
 print("Откорректированная оценка дисперсии:", corrected\_dispersion)  
 print("Откорректированая оценка среднего квадратического отклонения:", corrected\_deviation)  
 print('\n\n---------- Качество оценивания математического ожидания по заданной максимальной вероятной погрешности'  
 '----------')  
 f\_fun\_num = find\_f\_from\_table('f\_function.txt', get\_x\_for\_f\_function(epsilon, len(corrected\_matrix),  
 corrected\_deviation))  
 estimate\_interval = get\_estimate\_interval(corrected\_estimate, epsilon)  
 print("Получаем доверительный интервал, соответствующий максимальной погрешности eB =", epsilon, ":",  
 estimate\_interval)  
 print("Так, математическое ожидание случайной величины, из которой извлечена исследуемая выборка,"  
 " находится в интервале", estimate\_interval, "с вероятностью не менее чем",  
 get\_probability\_for\_estimate(f\_fun\_num))  
  
 print('\n\n---------- Качество оценивания математического ожидания по заданной доверительной вероятности'  
 '----------')  
 print('Доверительная вероятность равна:', beta)  
 l\_function\_num = find\_l\_from\_table('l\_function.txt', beta)  
 print('Значение функции Стьюдента для заданной вероятности:', l\_function\_num)  
 epsilon = get\_epsilon\_from\_l\_function(corrected\_deviation, len(corrected\_matrix), l\_function\_num)  
 print('Максимальная вероятная погрешность:', epsilon)  
 interval = get\_estimate\_interval(corrected\_estimate, epsilon)  
 print('Доверительный интервал, соответствующий максимальной вероятной погрешности:',  
 interval)  
 print('Так, математическое ожидание случайной величины, из которой извлечена исследуемая выборка,'  
 'находится с доверительной вероятностью не менее, чем', beta, ' в интервале', interval)  
  
  
solve\_task()

Файл data.txt:

1,1 2,8 6,6 11,1 23,8 19,7 16,1 11,5 9,2 6,0 3,4 1,3  
0,8 1,9 4,6 7,8 10,3 15,5 11,2 9,7 7,8 5,4 2,0 1,2  
1,5 3,8 7,3 10,5 19,9 22,1 19,2 17,7 9,4 6,3 3,6 1,0  
0,3 0,7 1,3 2,8 5,1 7,6 4,9 4,7 3,2 1,8 0,5 0,2  
0,1 0,4 0,6 0,9 1,8 3,1 2,9 2,0 1,2 0,7 0,3 0,2  
0,7 1,7 2,1 3,9 5,4 6,9 6,7 12,0 4,2 2,6 1,6 0,5  
0,5 1,8 3,3 12,5 6,9 7,1 6,2 5,7 4,4 3,4 1,6 0,1  
0,3 0,8 1,3 2,5 3,9 4,1 6,2 4,7 3,4 2,3 1,1 0,2  
1,1 2,5 3,6 11,1 6,8 6,7 6,1 6,5 5,2 4,0 2,4 1,0  
0,1 0,2 0,6 1,1 9,9 3,7 5,1 1,5 1,2 0,6 0,4 0,3  
0,2 0,2 0,6 1,3 3,8 4,7 3,1 2,5 1,2 0,7 0,4 0,3  
1,3 2,8 5,6 7,2 9,8 11,7 11,1 19,5 8,2 6,0 3,1 1,2  
0,9 1,7 2,6 4,1 6,8 9,7 7,1 6,5 19,2 2,9 1,4 1,2  
1,3 2,8 4,3 6,5 9,9 12,1 9,2 7,7 6,4 4,6 18,6 1,0  
0,5 1,2 2,0 3,5 5,7 7,1 7,2 5,7 4,4 2,3 1,6 1,0  
1,4 2,6 3,3 5,5 6,9 8,1 9,2 7,7 6,2 3,4 2,3 1,2  
1,1 13,8 4,5 5,5 7,9 8,1 7,2 5,7 5,4 4,3 2,6 0,9  
0,2 11,3 0,5 0,8 1,9 3,4 3,2 2,7 1,6 0,6 10,2 0,1  
1,0 1,8 3,3 5,5 6,8 7,3 6,2 5,7 5,4 3,3 1,6 0,9  
0,4 0,9 2,3 10,5 4,9 5,1 4,2 3,6 3,4 2,1 0,7 0,3  
0,5 1,2 2,1 3,5 13,9 7,1 6,3 5,7 3,4 2,3 0,7 0,4  
1,2 1,8 3,3 4,4 6,8 12,1 7,2 4,7 4,3 3,5 1,6 1,0  
0,2 0,4 7,3 1,9 2,9 3,3 3,2 2,8 2,4 0,9 0,6 0,1  
0,6 1,1 2,0 9,4 4,5 6,1 6,2 4,7 2,3 1,5 1,0 0,5  
1,3 1,8 3,2 4,5 6,7 8,1 7,8 5,9 4,3 3,4 1,7 1,0  
0,1 0,4 0,9 1,7 3,2 5,1 4,1 2,9 1,8 1,1 0,7 0,3  
0,3 10,6 0,7 1,1 2,9 4,8 3,2 2,7 1,7 0,8 10,2 0,1  
0,4 1,3 2,3 3,8 6,9 7,8 7,1 5,9 4,3 2,1 1,3 0,8  
0,9 11,7 3,5 5,6 6,7 7,3 7,1 5,4 4,4 3,2 1,9 0,7  
0,3 0,8 2,6 10,3 5,1 5,7 4,3 3,7 3,1 2,8 1,0 0,5  
1,1 2,8 6,6 16,1 11,5 9,2 0,8 1,9 4,6 11,2 9,7 7,8  
1,5 3,8 7,3 19,2 17,7 9,4 0,3 0,7 1,3 4,9 4,7 3,2  
0,1 0,4 0,6 2,9 2,0 1,2 0,7 1,7 2,1 7,1 6,5 19,2  
1,3 2,8 4,3 9,2 7,7 6,4 0,5 1,2 2,0 7,2 5,7 4,4  
1,4 2,6 3,3 9,2 7,7 6,2 1,1 13,8 4,5 7,2 5,7 5,4  
0,2 11,3 0,5 3,2 2,7 1,6 1,0 1,8 3,3 6,2 5,7 5,4  
0,4 0,9 2,3 4,2 3,6 3,4 0,5 1,2 2,1 6,3 5,7 3,4  
1,2 1,8 3,3 7,2 4,7 4,3 0,2 0,4 7,3 3,2 2,8 2,4  
0,6 1,1 2,0 6,2 4,7 2,3 1,3 1,8 3,2 7,8 5,9 4,3  
0,1 0,4 0,9 4,1 2,9 1,8 0,3 10,6 0,7 3,2 2,7 1,7  
0,4 1,3 2,3 7,1 5,9 4,3 0,9 11,7 3,5 7,1 5,4 4,4  
0,3 0,8 2,6 4,3 3,7 3,1 6,7 12,0 4,2 0,5 1,8 3,3  
6,2 5,7 4,4 0,3 0,8 1,3 6,2 4,7 3,4 1,1 2,5 3,6  
6,1 6,5 5,2 0,1 0,2 0,6 5,1 1,5 1,2 0,2 0,2 0,6  
3,1 2,5 1,2 1,3 2,8 5,6 11,1 19,5 8,2 0,9 1,7 2,6  
11,1 23,8 19,7 6,0 3,4 1,3 7,8 10,3 15,5 5,4 2,0 1,2  
10,5 19,9 22,1 6,3 3,6 1,0 2,8 5,1 7,6 1,8 0,5 0,2  
0,9 1,8 3,1 0,7 0,3 0,2 3,9 5,4 6,9 2,9 1,4 1,2  
6,5 9,9 12,1 4,6 18,6 1,0 3,5 5,7 7,1 2,3 1,6 1,0  
5,5 6,9 8,1 3,4 2,3 1,2 5,5 7,9 8,1 4,3 2,6 0,9  
0,8 1,9 3,4 0,6 10,2 0,1 5,5 6,8 7,3 3,3 1,6 0,9  
10,5 4,9 5,1 2,1 0,7 0,3 3,5 13,9 7,1 2,3 0,7 0,4  
4,4 6,8 12,1 3,5 1,6 1,0 1,9 2,9 3,3 0,9 0,6 0,1  
9,4 4,5 6,1 1,5 1,0 0,5 4,5 6,7 8,1 3,4 1,7 1,0  
1,7 3,2 5,1 1,1 0,7 0,3 1,1 2,9 4,8 0,8 10,2 0,1  
3,8 6,9 7,8 2,1 1,3 0,8 5,6 6,7 7,3 3,2 1,9 0,7  
10,3 5,1 5,7 2,8 1,0 0,5 2,6 1,6 0,5 12,5 6,9 7,1  
3,4 1,6 0,1 2,5 3,9 4,1 2,3 1,1 0,2 11,1 6,8 6,7  
4,0 2,4 1,0 1,1 9,9 3,7 0,6 0,4 0,3 1,3 3,8 4,7  
0,7 0,4 0,3 7,2 9,8 11,7 6,0 3,1 1,2 4,1 6,8 9,7  
6,8 7,3 6,2 5,7 5,4 4,9 5,1 4,2 3,6 3,4 13,9 7,1  
6,3 5,7 3,4 6,8 12,1 7,2 4,7 4,3 2,9 3,3 3,2 2,8  
2,4 4,5 6,1 6,2 4,7 2,3 6,7 8,1 7,8 5,9 4,3 3,2

Файл f\_function.txt:

0 0  
0,01 0,004  
0,02 0,008  
0,03 0,012  
0,04 0,016  
0,05 0,0199  
0,06 0,0239  
0,07 0,0279  
0,08 0,0319  
0,09 0,0359  
0,1 0,0398  
0,11 0,0438  
0,12 0,0478  
0,13 0,0517  
0,14 0,0557  
0,15 0,0596  
0,16 0,0636  
0,17 0,0675  
0,18 0,0714  
0,19 0,0753  
0,2 0,0793  
0,21 0,0832  
0,22 0,0871  
0,23 0,091  
0,24 0,0948  
0,25 0,0987  
0,26 0,1026  
0,27 0,1064  
0,28 0,1103  
0,29 0,1141  
0,3 0,1179  
0,31 0,1217  
0,32 0,1255  
0,33 0,1293  
0,34 0,1331  
0,35 0,1368  
0,36 0,1406  
0,37 0,1443  
0,38 0,148  
0,39 0,1517  
0,4 0,1554  
0,41 0,1591  
0,42 0,1628  
0,43 0,1664  
0,44 0,177  
0,45 0,1736  
0,46 0,1772  
0,47 0,1808  
0,48 0,1844  
0,49 0,1879  
0,5 0,1915  
0,51 0,195  
0,52 0,1985  
0,53 0,2019  
0,54 0,2054  
0,55 0,2088  
0,56 0,2123  
0,57 0,2157  
0,58 0,219  
0,59 0,2224  
0,6 0,2257  
0,61 0,2291  
0,62 0,2324  
0,63 0,2357  
0,64 0,2389  
0,65 0,2422  
0,66 0,2454  
0,67 0,2486  
0,68 0,2517  
0,69 0,2549  
0,7 0,258  
0,71 0,2611  
0,72 0,2642  
0,73 0,2673  
0,74 0,2703  
0,75 0,2734  
0,76 0,2764  
0,77 0,2794  
0,78 0,2823  
0,79 0,2852  
0,8 0,2881  
0,81 0,291  
0,82 0,2939  
0,83 0,2967  
0,84 0,2995  
0,85 0,3023  
0,86 0,3051  
0,87 0,3078  
0,88 0,3106  
0,89 0,3133  
0,9 0,3159  
0,91 0,3186  
0,92 0,3212  
0,93 0,3238  
0,94 0,3264  
0,95 0,3289  
0,96 0,3315  
0,97 0,334  
0,98 0,3365  
0,99 0,3389  
1 0,3413  
1,01 0,3438  
1,02 0,3461  
1,03 0,3485  
1,04 0,3508  
1,05 0,3531  
1,06 0,3554  
1,07 0,3577  
1,08 0,3599  
1,09 0,3621  
1,1 0,3643  
1,11 0,3665  
1,12 0,3686  
1,13 0,3708  
1,14 0,3729  
1,15 0,3749  
1,16 0,377  
1,17 0,379  
1,18 0,381  
1,19 0,383  
1,2 0,3849  
1,21 0,3869  
1,22 0,3883  
1,23 0,3907  
1,24 0,3925  
1,25 0,3944  
1,26 0,3962  
1,27 0,398  
1,28 0,3997  
1,29 0,4015  
1,3 0,4032  
1,31 0,4049  
1,32 0,4066  
1,33 0,4082  
1,34 0,4099  
1,35 0,4115  
1,36 0,4131  
1,37 0,4147  
1,38 0,4162  
1,39 0,4177  
1,4 0,4192  
1,41 0,4207  
1,42 0,4222  
1,43 0,4236  
1,44 0,4251  
1,45 0,4265  
1,46 0,4279  
1,47 0,4292  
1,48 0,4306  
1,49 0,4319  
1,5 0,4332  
1,51 0,4345  
1,52 0,4357  
1,53 0,437  
1,54 0,4382  
1,55 0,4394  
1,56 0,4406  
1,57 0,4418  
1,58 0,4429  
1,59 0,4441  
1,6 0,4452  
1,61 0,4463  
1,62 0,4474  
1,63 0,4484  
1,64 0,4495  
1,65 0,4505  
1,66 0,4515  
1,67 0,4525  
1,68 0,4535  
1,69 0,4545  
1,7 0,4554  
1,71 0,4564  
1,72 0,4573  
1,73 0,4582  
1,74 0,4591  
1,75 0,4599  
1,76 0,4608  
1,77 0,4616  
1,78 0,4625  
1,79 0,4633  
1,8 0,4641  
1,81 0,4649  
1,82 0,4656  
1,83 0,4664  
1,84 0,4671  
1,85 0,4678  
1,86 0,4686  
1,87 0,4693  
1,88 0,4699  
1,89 0,4706  
1,9 0,4713  
1,91 0,4719  
1,92 0,4726  
1,93 0,4732  
1,94 0,4738  
1,95 0,4744  
1,96 0,475  
1,97 0,4756  
1,98 0,4761  
1,99 0,4767  
2 0,4772  
2,02 0,4783  
2,04 0,4793  
2,06 0,4803  
2,08 0,4812  
2,1 0,4821  
2,12 0,483  
2,14 0,4838  
2,16 0,4846  
2,18 0,4854  
2,2 0,4861  
2,22 0,4868  
2,24 0,4875  
2,26 0,4881  
2,28 0,4887  
2,3 0,4893  
2,32 0,4898  
2,34 0,4904  
2,36 0,4909  
2,38 0,4913  
2,4 0,4918  
2,42 0,4922  
2,44 0,4927  
2,46 0,4931  
2,48 0,4934  
2,5 0,4938  
2,52 0,4941  
2,54 0,4945  
2,56 0,4948  
2,58 0,4951  
2,6 0,4953  
2,62 0,4956  
2,64 0,4959  
2,66 0,4961  
2,68 0,4963  
2,7 0,4965  
2,72 0,4967  
2,74 0,4969  
2,76 0,4971  
2,78 0,4973  
2,8 0,4974  
2,82 0,4976  
2,84 0,4977  
2,86 0,4979  
2,88 0,498  
2,9 0,4981  
2,92 0,4982  
2,94 0,4984  
2,96 0,4985  
2,98 0,4986  
3 0,49865  
3,2 0,49931  
3,4 0,49966  
3,6 0,499841  
3,8 0,499928  
4 0,499968  
4,5 0,499997  
5 0,499997

Файл l\_function.txt:

0,8 1,282  
0,81 1,31  
0,82 1,34  
0,83 1,371  
0,84 1,404  
0,85 1,439  
0,86 1,475  
0,87 1,513  
0,88 1,554  
0,89 1,597  
0,9 1,643  
0,91 1,694  
0,92 1,75  
0,93 1,81  
0,94 1,88  
0,95 1,96  
0,96 2,053  
0,97 2,169  
0,98 2,325  
0,99 2,576  
0,995 2,82  
0,999 3,29

Файл probability.txt:

0,85 0,17  
0,87 0,26  
0,92 0,38  
0,95 0,14  
0,91 0,23  
0,88 0,33  
0,89 0,28  
0,93 0,12  
0,96 0,27  
0,8 0,4  
0,97 0,37  
0,81 0,3  
0,94 0,1  
0,82 0,31  
0,94 0,35  
0,93 0,16  
0,98 0,33  
0,83 0,27  
0,81 0,13  
0,95 0,19  
0,84 0,31  
0,85 0,18  
0,92 0,36  
0,89 0,15  
0,99 0,14  
0,88 0,39  
0,91 0,19  
0,97 0,37  
0,94 0,11  
0,87 0,3  
0,85 0,17  
0,87 0,26  
0,92 0,38  
0,95 0,14  
0,91 0,23  
0,88 0,33  
0,89 0,28  
0,93 0,12  
0,96 0,27  
0,8 0,4  
0,97 0,37  
0,81 0,3  
0,94 0,1  
0,82 0,31  
0,94 0,35  
0,93 0,16  
0,98 0,33  
0,83 0,27  
0,81 0,13  
0,95 0,19  
0,84 0,31  
0,85 0,18  
0,92 0,36  
0,89 0,15  
0,99 0,14  
0,88 0,39  
0,91 0,19  
0,97 0,37  
0,94 0,11  
0,87 0,3  
0,85 0,17  
0,87 0,26  
0,92 0,38

Файл task.txt:

12