|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  | | 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 1

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

**ВАРИАНТ 46**

Тема: \_\_\_\_\_\_\_ **Первичная обработка выборки из** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_ **дискретной генеральной совокупности**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Выполнил:

Студент 3-го курса

Успенский А.А.

Группа: КМБО-03-19

МОСКВА – 2022

# Задание 1

Получить выборку, сгенерировав 200 псевдослучайных чисел,

распределенных по биномиальному закону с параметрами **n** и **p**.

n=5+*V*mod16 p=0,25+0,005*V*

# Задание 2

Получить выборку, сгенерировав 200 псевдослучайных чисел,

распределенных по геометрическому закону с параметром **p**.

p=0,25+0,005*V*

# Задание 3

Получить выборку, сгенерировав 200 псевдослучайных чисел,

распределенных по закону Пуассона с параметром **λ**.

λ =0,8+0,02*V*

Следуя Указаниям для всех выборок построить:

1. статистический ряд;
2. полигон относительных частот;
3. график эмпирической функции распределения;

найти:

1. выборочное среднее;
2. выборочную дисперсию;
3. выборочное среднее квадратическое отклонение;
4. выборочную моду;
5. выборочную медиану;
6. выборочный коэффициент асимметрии;
7. выборочный коэффициент эксцесса.

Провести сравнение рассчитанных характеристик с теоретическими значениями.

*V* − номер варианта. Вычисления проводить с точностью до 0,00001.

# Краткие теоретические сведения

## Биномиальное распределение

**Биномиальное распределение** – распределение количества «успехов»  
в последовательности из n независимых случайных экспериментов, таких что  
вероятность «успеха» в каждом из них равна p.

|  |  |
| --- | --- |
| **Характеристика** | **Значение** |
| Математическое ожидание | *np* |
| Дисперсия  Среднее квадратичное отклонение | *Npq, q=1-p* |
| Мода | [(n+1)p], если (n+1)p – дробное  (n+1)p-1/2, если (n+1)p – целое |
| Медиана | Round(np) |
| Коэффициент асимметрии |  |
| Коэффициент эксцесса |  |

## Геометрическое распределение

**Геометрическое распределение** – распределение величины, равной  
количеству испытаний случайного эксперимента до наблюдения первого  
«успеха».

|  |  |
| --- | --- |
| **Характеристика** | **Значение** |
| Математическое ожидание | *, q=1-p* |
| Дисперсия | *, q=1-p* |
| Среднее квадратичное отклонение |  |
| Мода | 0 |
| Медиана | [], если - дробное  [], если - целое |
| Коэффициент асимметрии |  |
| Коэффициент эксцесса |  |

## Распределение Пуассона

Распределение Пуассона – вероятностное распределение дискретного  
типа, моделирует случайную величину, представляющую собой число  
событий, произошедших за фиксированное время, при условии, что данные  
события происходят с некоторой фиксированной средне интенсивностью и  
независимо друг от друга.

|  |  |
| --- | --- |
| **Характеристика** | **Значение** |
| Математическое ожидание |  |
| Дисперсия |  |
| Среднее квадратичное отклонение |  |
| Мода | [] |
| Медиана | [] |
| Коэффициент асимметрии |  |
| Коэффициент эксцесса |  |

Полученную выборку {x1 ,x2 ,x3 , ..., xN} упорядочить по возрастанию, определить частоты ni и относительные частоты (частости) wi , построить статистический ряд вида:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| … | ... | … | … |
|  |  |  |  |
|  |  |  | - |

- Значения распределения

– Частота значения ,

– Относительная частота (частость) значения

,

**Эмпирический ряд распределения**

**Выборочное среднее**

**Выборочная дисперсия**

Выборочный центральный момент k-ого порядка

Выборочное среднее квадратичное отклонение

Выборочная мода – это значение, которому соответствует максимальная частота.

Выборочная медиана

Выборочный коэффициент асимметрии

Выборочный коэффициент эксцесса

Ряд распределения - структурная группировка с целью выделения характерных свойств и закономерностей изучаемой совокупности.

Математическое ожидание – понятие среднего значения случайной величины в теории вероятностей.

Дисперсия – отклонение величины от ее математического ожидания.

Среднеквадратическое отклонение – показатель рассеивания значений случайной величины относительно ее математического ожидания.

Мода – значение во множестве наблюдений, которое встречается наиболее часто.

Медиана – возможное значение признака, которое делит вариационный ряд выборки на две равные части.

Коэффициент асимметрии используется для проверки распределения на симметричность, а также для грубой предварительной проверки на нормальность.

Если плотность распределения симметрична, то выборочный коэффициент асимметрии равен нулю, если левый хвост распределения тяжелее – больше нуля, легче – меньше.

Коэффициент эксцесса используется для проверки на нормальность.

Нормальное распределение имеет нулевой эксцесс. Если хвосты распределения «легче», а пик острее, чем у нормального распределения, то коэффициент эксцесса положительный; если хвосты распределения

«тяжелее», пик «приплюснутый», чем у нормального распределения, то отрицательный.

# Средства языка программирования

Для расчёта статистических исследований я использую язык Python. В программе расчёта используются следующие библиотеки:

**NumPy** — это библиотека языка Python, добавляющая поддержку  
больших многомерных массивов и матриц, вместе с большой библиотекой  
высокоуровневых (и очень быстрых) математических функций для операций  
с этими массивами.

**Pandas –** это библиотека для обработки и анализа данных Работа pandas с данными строится поверх библиотеки NumPy, являющейся инструментом более низкого уровня. Предоставляет специальные структуры данных и операции для манипулирования числовыми [таблицами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B0_(%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) и временны́ми рядами.

**Matplotlib –** это библиотека для визуализации данных. Построение графиков диаграмм и гистограмм.

**Scipy.stats –** этот модуль содержит большое количество вероятностных распределений, а также растущую библиотеку статистических функций.

Стоит описать некоторые команды для генерации и визуализации данных:

**sps.binom(n, p).rvs(size)** - генерирует случайные числа размера,  
каждое случайное число получается из числа успехов в n попытках,  
где вероятность успеха для каждой попытки равна p. Возвращаемое  
значение: массив длины, каждый элемент является количеством.

**sps.geom(p).rvs(size)** – генерация случайной выборки геометрического распределения.

**sps.poisson(l).rvs(size) –** генерация случайной выборки распределения Пуассона.

**pd.DataFrame –** визуализация данных в виде таблицы. Используется для визуализации статистического ряда.

# Результаты расчётов

## Задача 1

n = 19, p = 0,48

Выборка из 200 элементов:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 |
| 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 |

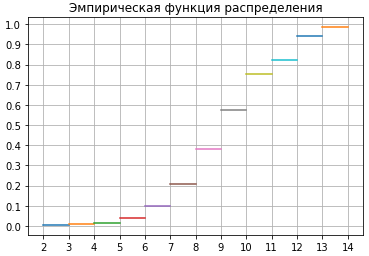
Статистический ряд:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 2 | 1 | 0,005 | 0,005 |
| 3 | 1 | 0,005 | 0,010 |
| 4 | 1 | 0,005 | 0,015 |
| 5 | 5 | 0,025 | 0,040 |
| 6 | 12 | 0,060 | 0,100 |
| 7 | 22 | 0,110 | 0,210 |
| 8 | 34 | 0,170 | 0,380 |
| 9 | 39 | 0,195 | 0,575 |
| 10 | 36 | 0,180 | 0,755 |
| 11 | 14 | 0,070 | 0,825 |
| 12 | 23 | 0,115 | 0,940 |
| 13 | 9 | 0,045 | 0,985 |
| 14 | 3 | 0,015 | 1,000 |

**Полигон относительных частот**:



**График эмпирической функции распределения**:



1. Выборочное среднее 9.16
2. Выборочная дисперсия 4.6644
3. Выборочное среднее квадратическое отклонение 2.15972
4. Выборочная мода 9.0
5. Выборочная медиана 9
6. Выборочный коэффициент асимметрии -0.13232
7. Выборочный коэффициент эксцесса 0.05406

## Задача 2

P = 0,48

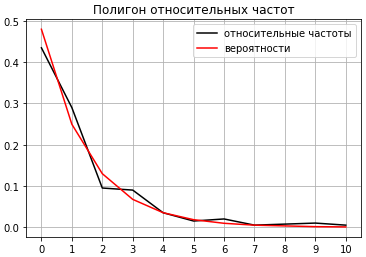
Выборка из 200 элементов:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 9 | 9 | 10 |

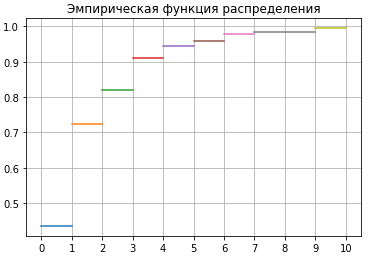
**Статистический ряд**:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 0 | 87 | 0,435 | 0,435 |
| 1 | 58 | 0,290 | 0,725 |
| 2 | 19 | 0,095 | 0,820 |
| 3 | 18 | 0,090 | 0,910 |
| 4 | 7 | 0,035 | 0,945 |
| 5 | 3 | 0,015 | 0,960 |
| 6 | 4 | 0,020 | 0,980 |
| 7 | 1 | 0,005 | 0,985 |
| 9 | 2 | 0,010 | 0,995 |
| 10 | 1 | 0,005 | 1,000 |

**Полигон относительных частот**:



**График эмпирической функции распределения**:



1. Выборочное среднее 1.26
2. Выборочная дисперсия 3.1024
3. Выборочное среднее квадратическое отклонение 1.76136
4. Выборочная мода 0.0
5. Выборочная медиана 1
6. Выборочный коэффициент асимметрии 2.23125
7. Выборочный коэффициент эксцесса 6.08549

## Задача 3

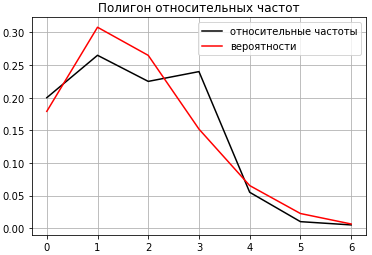
Выборка из 200 элементов:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 |

**Статистический ряд**:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 0 | 40 | 0,200 | 0,200 |
| 1 | 53 | 0,265 | 0,465 |
| 2 | 45 | 0,225 | 0,690 |
| 3 | 48 | 0,240 | 0,930 |
| 4 | 11 | 0,055 | 0,985 |
| 5 | 2 | 0,010 | 0,995 |
| 6 | 1 | 0,005 | 1,000 |

**Полигон относительных частот**:



**График эмпирической функции распределения**:



1. Выборочное среднее 1.735
2. Выборочная дисперсия 1.62477
3. Выборочное среднее квадратическое отклонение 1.27467
4. Выборочная мода 1.0
5. Выборочная медиана 2
6. Выборочный коэффициент асимметрии 0.34538
7. Выборочный коэффициент эксцесса -0.44547

# Анализ результатов

**Биномиальное распределение**

1. Таблица сравнения относительных частот и теоретических вероятностей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *J* |  |  |  |
| 2 | 0,005 | 0,00058 | 0,00441 |
| 3 | 0,005 | 0,00306 | 0,00194 |
| 4 | 0,005 | 0,0113 | 0,0063 |
| 5 | 0,025 | 0,31315 | 0,00632 |
| 6 | 0,060 | 0,06745 | 0,00745 |
| 7 | 0,110 | 0,11563 | 0,00563 |
| 8 | 0,170 | 0,16010 | 0,0099 |
| 9 | 0,195 | 0,18062 | 0,01438 |
| 10 | 0,180 | 0,16673 | 0,01327 |
| 11 | 0,070 | 0,12592 | 0,05592 |
| 12 | 0,115 | 0,07749 | 0,03751 |
| 13 | 0,045 | 0,03852 | 0,00648 |
| 14 | 0,015 | 0,01524 | 0,00024 |
|  | 1,0 | 0,99396 | 0,16975 |

1. Таблица сравнения рассчитанных характеристик с теоретическими значениями

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название показателя | Экспериментальное значение | Теоретическое значение | Абсолютное отклонение | Относительное отклонение |
| Выборочное среднее | 9,16 | 9,12 | 0,04 | 0,00439 |
| Выборочная дисперсия | 4,6644 | 4,7424 | 0,078 | 0,01645 |
| Выборочное среднеквадратичное отклонение | 2,15972 | 2,1777 | 0,01798 | 0,00826 |
| Выборочная мода | 9 | 9,6 | 0,6 | 0,0625 |
| Выборочная медиана | 9 | 9 | 0 | 0 |
| Выборочный коэффициент асимметрии | -0,13232 | 0,01837 | 0,15069 | 8,20305 |
| Выборочный коэффициент эксцесса | 0,05406 | -0,10493 | 0,15899 | -1,5152 |

**Геометрическое распределение**

1. Таблица сравнения относительных частот и теоретических вероятностей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *J* |  |  |  |
| 0 | 0,435 | 0,48 | 0,045 |
| 1 | 0,290 | 0,2496 | 0,0404 |
| 2 | 0,095 | 0,12979 | 0,03479 |
| 3 | 0,090 | 0,06749 | 0,02251 |
| 4 | 0,035 | 0,0351 | 0,0001 |
| 5 | 0,015 | 0,01825 | 0,00325 |
| 6 | 0,020 | 0,00949 | 0,01051 |
| 7 | 0,005 | 0,00493 | 0,00007 |
| 9 | 0,010 | 0,00133 | 0,00867 |
| 10 | 0,005 | 0,00069 | 0,00341 |
|  | 1,0 | 0,99668 | 0,16961 |

1. Таблица сравнения рассчитанных характеристик с теоретическими значениями

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название показателя | Экспериментальное значение | Теоретическое значение | Абсолютное отклонение | Относительное отклонение |
| Выборочное среднее | 1,26 | 1,08333 | 0,17667 | 0,16308 |
| Выборочная дисперсия | 3,1024 | 2,25694 | 0,84546 | 0,37461 |
| Выборочное среднеквадратичное отклонение | 1,76136 | 1,50231 | 0,25905 | 0,17243 |
| Выборочная мода | 0 | 0 | 0 | - |
| Выборочная медиана | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Выборочный коэффициент асимметрии | 2,23125 | 2,10786 | 0,12339 | 0,05854 |
| Выборочный коэффициент эксцесса | 6,08549 | 6,44308 | 0,35759 | 0,0555 |

**Распределение Пуассона**

1. Таблица сравнения относительных частот и теоретических вероятностей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *J* |  |  |  |
| 0 | 0,200 | 0,17907 | 0,02093 |
| 1 | 0,265 | 0,30799 | 0,04299 |
| 2 | 0,225 | 0,26487 | 0,03987 |
| 3 | 0,240 | 0,15186 | 0,08814 |
| 4 | 0,055 | 0,0653 | 0,0103 |
| 5 | 0,010 | 0,02246 | 0,01246 |
| 6 | 0,005 | 0,00644 | 0,00144 |
|  | 1,0 | 0,998 | 0,21613 |

1. Таблица сравнения рассчитанных характеристик с теоретическими значениями

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название показателя | Экспериментальное значение | Теоретическое значение | Абсолютное отклонение | Относительное отклонение |
| Выборочное среднее | 1,735 | 1,72 | 0,015 | 0,00872 |
| Выборочная дисперсия | 1,62477 | 1,72 | 0,09523 | 0,05537 |
| Выборочное среднеквадратичное отклонение | 1,27467 | 1,31149 | 0,03682 | 0,02807 |
| Выборочная мода | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Выборочная медиана | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Выборочный коэффициент асимметрии | 0,34538 | 0,76249 | 0,41711 | 0,54704 |
| Выборочный коэффициент эксцесса | -0,44547 | 0,5814 | 1,02687 | 1,7662 |

# 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. –  
   М.:Юрайт, 2020.
3. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Математическая статистика. – М.: URSS, 2020.

# Приложение

1. **import** scipy.stats **as** sps
2. **import** numpy **as** np
3. **import** pandas **as** pd
4. **import** matplotlib.pyplot **as** plt
5. **import pylab**
6. **import** statistics
7. **import** cmath
8. **from** matplotlib **import** ticker
9. **from** math **import** factorial
10. **from math import exp**
11. **from** math **import** log
13. **def** Binomial(n,p,size):
14. distr = sps.binom(n, p).rvs(size)
15. **distr.sort()**
16. **print** (
17. '**\n**Параметр n = ', n,
18. '**\n**Параметр p = ', p,)
19. **print** ('Биномиальное распределение:**\n**',distr)
20. **return (distr)**
22. **def** Geomerty(p,size):
23. distr = sps.geom(p).rvs(size)
24. **for** i **in** range(size):
25. **distr[i]=distr[i]-1**
26. distr.sort()
27. **print** (
28. '**\n**Параметр p = ', p,)
29. **print** ('Геометрическое распределение:**\n**',distr)
30. **return (distr)**
32. **def** Poisson(l,size):
33. distr = sps.poisson(l).rvs(size)
34. distr.sort()
35. **print (**
36. '**\n**Параметр l = ', l,)
37. **print** ('Распределение Пуассона:**\n**',distr)
38. **return** (distr)

41. **def** Xi(distr, size):
42. xi = []
43. **for** i **in** range(size):
44. **if** distr[i]!=distr[i-1]:
45. **xi.append(distr[i])**
46. **return**(xi)
48. **def** Freq(distr, xi, size):
49. ni=[]
50. **for j in range(len(xi)):**
51. help = 0
52. **for** i **in** range(size):
53. **if** distr[i]==xi[j]:
54. help += 1
55. **ni.append(help)**
56. **return**(ni)
58. **def** Rel\_freq(distr, ni, size):
59. wi = []
60. **for i in range(len(ni)):**
61. wi.append(ni[i]/size)
62. **return**(wi)
64. **def** koef\_srfq(wi, k):
65. **S=0**
66. **for** i **in** range (k+1):
67. S = S + wi[i]
68. **return**(S)
70. **def Sum\_rfq(wi, k):**
71. sk = []
72. **for** i **in** range (len(wi)):
73. sk.append(koef\_srfq(wi,i))
74. **return**(sk)
76. **def** Mean(xi ,wi):
77. X = 0
78. **for** i **in** range (len(xi)):
79. help = xi[i]\*wi[i]
80. **X += help**
81. **return** (X)
83. **def** Moment(xi,wi):
84. M = []
85. **for i in range (len(xi)):**
86. help = 0
87. **for** j **in** range (len(xi)):
88. help += pow(xi[j],i+1)\*wi[j]
89. M.append(help)
90. **return (M)**
92. **def** Disp(M):
93. D = M[1]- pow(M[0], 2)
94. **return** (D)
96. **def** RMS(D):
97. SD = pow(D, 1/2)
98. **return** (SD)
100. **def Mode(xi,wi):**
101. max\_w = max(wi)
102. flag = 0
103. mode = 0
104. **for** k **in** range(len(xi)):
105. **if (wi[k] == max\_w):**
106. **if** flag > 0 **and** wi[k] == wi[k-1]:
107. **print**("Выборочная мода не существует!")
108. **break**
109. mode += xi[k]
110. **flag += 1**
111. mode = mode/flag
112. **return**(round(mode, 5))
114. **def** Median(xi,sk):
115. **for k in range(len(xi)):**
116. **if** k == 0:
117. **if** sk[k] > 0.5:
118. md = round(xi[k], 5)
119. **return** (md)
120. **if sk[k] == 0.5:**
121. md = (round(xi[k]+xi[k+1])/2, 5)
122. **return** (md)
123. **if** (sk[k] > 0.5) **and** (sk[k-1] < 0.5):
124. md = round(xi[k], 5)
125. **return (md)**
126. **if** sk[k] == 0.5:
127. md= (round(xi[k]+xi[k+1])/2, 5)
128. **return** (md)
130. **def Asym\_coef(M, sd):**
131. asym = (M[2]-3\*M[1]\*M[0]+2\*pow(M[0], 3))/(pow(sd, 3))
132. **return** (asym)
134. **def** Exe\_coef(M, sd):
135. **help = M[3]-4\*M[2]\*M[0]+6\*M[1]\*pow(M[0], 2)-3\*pow(M[0], 4)**
136. exe = help/(pow(sd, 4))-3
137. **return**(exe)
138. v = 46
139. n = 5 + v%16
140. **p = 0.25 + 0.005\*v**
141. l = round(0.8 + v \* 0.02, 5)
142. size=200
143. xi = []
144. ni = []
145. **wi = []**
146. sk = []
147. *#xi - значение*
148. *#ni - кол-во значения*
149. *#sum(ni) = size*
150. ***#wi = ni/size***
151. *#sk = sum(wj)*
153. distr1 = Binomial(n,p,size)
154. xi = Xi(distr1, size)
155. **ni = Freq(distr1, xi, size)**
156. wi= Rel\_freq(distr1, ni, size)
157. sk = Sum\_rfq(wi, size)
159. *#Distr2 = Geomerty(p,size)*
160. ***#Distr3 = Poisson(l,size)***
162. Table = pd.DataFrame({'Xi':xi, 'Ni':ni, 'Wi':wi, 'Si':sk})
163. Table
165. ***# полигон относительных частот***
166. fig, fir = plt.subplots()
167. fir.xaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(1))
168. fir.yaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.02))
169. pi = [i **for** i **in** range(len(xi))]
171. **for** k **in** range(len(xi)):
172. pi[k] = (factorial(n)/(factorial(xi[k])\*factorial(n-
173. xi[k])))\*p\*\*xi[k]\*(1-p)\*\*(n-xi[k])
174. fir.plot(xi, wi, 'black',label='относительные частоты')
175. **fir.plot(xi, pi, 'red',label='вероятности')**
176. plt.title("Полигон относительных частот")
177. plt.grid(True)
178. plt.legend(loc='best')
180. ***# график функции эмпирического распределения***
181. fig, sec = plt.subplots()
182. sec.xaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(1))
183. sec.yaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.1))
184. **for** k **in** range(len(xi) - 1):
185. **sec.plot([xi[k], xi[k+1]], [sk[k], sk[k]])**
186. plt.title("Эмпирическая функция распределения")
187. plt.grid(True)
188. plt.show()
190. ***#Выборочное среднее (теор/эксп)***
191. X\_teor = n\*p
192. X = Mean(xi,wi)
193. **print** (X\_teor, '**\n**', X,'**\n**')
195. ***#Выборочный момент***
196. M = Moment(xi,wi)
198. *#Выборочная дисперсия (теор/эксп)*
199. D\_teor = n\*p\*(1-p)
200. **D = Disp(M)**
201. **print** (D\_teor, '**\n**', D,'**\n**')
203. *#Выборочное среднеквадратическое откл.(теор/эксп)*
204. SD\_teor = pow(D\_teor, 1/2)
205. **SD = RMS(D)**
206. **print** (SD\_teor, '**\n**', SD,'**\n**')
208. *#Выборочная мода (теор/эксп)*
209. mode\_teor = (n+1)\*p
210. **if int(mode\_teor) == float(mode\_teor):**
211. mode\_teor = round(mode\_teor - 0.5, 5)
212. mode = Mode(xi,wi)
213. **print** (mode\_teor, '**\n**', mode,'**\n**')
215. ***#Выборочная медиана (теор/эксп)***
216. median\_teor = round(n\*p)
217. median = Median(xi,sk)
218. **print** (median\_teor, '**\n**', median,'**\n**')
220. ***#Выборочный коэф.асимметрии (теор/эксп)***
221. asym\_teor = ((1-p)-p)/(SD\_teor)
222. asym = Asym\_coef(M, SD)
223. **print** (asym\_teor, '**\n**', asym,'**\n**')
225. ***#Выборочный коэф. эксцесса (теор/эксп)***
226. exe\_teor = (1-6\*p\*(1-p))/(D\_teor)
227. exe = Exe\_coef(M, SD)
228. **print** (exe\_teor, '**\n**', exe,'**\n**')
230. **xi2 = []**
231. ni2 = []
232. wi2 = []
233. sk2 = []
234. *#xi - значение*
235. ***#ni - кол-во значения***
236. *#sum(ni) = size*
237. *#wi = ni/size*
238. *#sk = sum(wj)*
240. **distr2 = Geomerty(p,size)**
241. xi2 = Xi(distr2, size)
242. ni2 = Freq(distr2, xi2, size)
243. wi2= Rel\_freq(distr2, ni2, size)
244. sk2 = Sum\_rfq(wi2, size)
246. *#Distr2 = Geomerty(p,size)*
247. *#Distr3 = Poisson(l,size)*
249. Table2 = pd.DataFrame({'Xi':xi2, 'Ni':ni2, 'Wi':wi2, 'Si':sk2})
250. **Table2**
252. fig, fir = plt.subplots()
253. fir.xaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(1))
254. fir.yaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.1))
255. **pi2 = [i for i in range(len(xi2))]**
256. **for** k **in** range(len(xi2)):
257. pi2[k] = ((1-p)\*\*(xi2[k]))\*p
258. fir.plot(xi2, wi2, 'black',label='относительные частоты')
259. fir.plot(xi2, pi2, 'red',label='вероятности')
260. **plt.title("Полигон относительных частот")**
261. plt.grid(True)
262. plt.legend(loc='best')
264. fig, sec = plt.subplots()
265. **sec.xaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(1))**
266. sec.yaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.1))
267. **for** k **in** range(len(xi2) - 1):
268. sec.plot([xi2[k], xi2[k+1]], [sk2[k], sk2[k]])
269. plt.title("Эмпирическая функция распределения")
270. **plt.grid(True)**
271. plt.show()
273. *#Выборочное среднее (теор/эксп)*
274. X\_teor2 = (1-p)/p
275. **X2 = Mean(xi2,wi2)**
276. **print** (X\_teor2, '**\n**', X2,'**\n**')
278. *#Выборочный момент*
279. M2 = Moment(xi2,wi2)
281. *#Выборочная дисперсия (теор/эксп)*
282. D\_teor2 = (1-p)/pow(p,2)
283. D2 = Disp(M2)
284. **print** (D\_teor2, '**\n**', D2,'**\n**')
286. *#Выборочное среднеквадратическое откл.(теор/эксп)*
287. SD\_teor2 = pow((1-p), 1/2)/p
288. SD2 = RMS(D2)
289. **print** (SD\_teor2, '**\n**', SD2,'**\n**')
291. *#Выборочная мода (теор/эксп)*
292. mode\_teor2 = 0
293. mode2 = Mode(xi2,wi2)
294. **print** (mode\_teor2, '**\n**', mode2,'**\n**')
296. *#Выборочная медиана (теор/эксп)*
297. median\_teor2 = log(2) / log(1-p)
298. **if** int(median\_teor2) == float(median\_teor2):
299. mode\_teor2 = round(-median\_teor2 - 0.5, 5)
300. **else:**
301. mode\_teor2 = int(-median\_teor2)
302. median2 = Median(xi2,sk2)
303. **print** (median\_teor2, '**\n**', median2,'**\n**')
305. ***#Выборочный коэф.асимметрии (теор/эксп)***
306. asym\_teor2 = (2 - p) / pow(1-p, 0.5)
307. asym2 = Asym\_coef(M2, SD2)
308. **print** (asym\_teor2, '**\n**', asym2,'**\n**')
310. ***#Выборочный коэф. эксцесса (теор/эксп)***
311. exe\_teor2 = (6 + (pow(p, 2) / (1-p)))
312. exe2 = Exe\_coef(M2, SD2)
313. **print** (exe\_teor2, '**\n**', exe2,'**\n**')
315. **xi3 = []**
316. ni3 = []
317. wi3 = []
318. sk3 = []
319. *#xi - значение*
320. ***#ni - кол-во значения***
321. *#sum(ni) = size*
322. *#wi = ni/size*
323. *#sk = sum(wj)*
325. **distr3 = Poisson(l,size)**
326. xi3 = Xi(distr3, size)
327. ni3 = Freq(distr3, xi3, size)
328. wi3= Rel\_freq(distr3, ni3, size)
329. sk3 = Sum\_rfq(wi3, size)
331. *#Distr2 = Geomerty(p,size)*
332. *#Distr3 = Poisson(l,size)*
334. Table3 = pd.DataFrame({'Xi':xi3, 'Ni':ni3, 'Wi':wi3, 'Si':sk3})
335. **Table3**
337. fig, fir = plt.subplots()
338. fir.xaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(1))
339. fir.yaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.05))
340. **pi3 = [i for i in range(len(xi3))]**
341. **for** k **in** range(len(xi3)):
342. pi3[k] = l\*\*(xi3[k])/factorial(k)\*exp((-1)\*l)
343. fir.plot(xi3, wi3, 'black',label='относительные частоты')
344. fir.plot(xi3, pi3, 'red',label='вероятности')
345. **plt.title("Полигон относительных частот")**
346. plt.grid(True)
347. plt.legend(loc='best')
349. fig, sec = plt.subplots()
350. **sec.xaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(1))**
351. sec.yaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.1))
352. **for** k **in** range(len(xi3) - 1):
353. sec.plot([xi3[k], xi3[k+1]], [sk3[k], sk3[k]])
354. plt.title("Эмпирическая функция распределения")
355. **plt.grid(True)**
356. plt.show()
358. *#Выборочное среднее (теор/эксп)*
359. X\_teor3 = l
360. **X3 = Mean(xi3,wi3)**
361. **print** (X\_teor3, '**\n**', X3,'**\n**')
363. *#Выборочный момент*
364. M3 = Moment(xi3,wi3)
366. *#Выборочная дисперсия (теор/эксп)*
367. D\_teor3 = l
368. D3 = Disp(M3)
369. **print** (D\_teor3, '**\n**', D3,'**\n**')
371. *#Выборочное среднеквадратическое откл.(теор/эксп)*
372. SD\_teor3 = pow(l, 1/2)
373. SD3 = RMS(D3)
374. **print** (SD\_teor3, '**\n**', SD3,'**\n**')
376. *#Выборочная мода (теор/эксп)*
377. mode\_teor3 = int(l)
378. mode3 = Mode(xi3,wi3)
379. **print** (mode\_teor3, '**\n**', mode3,'**\n**')
381. *#Выборочная медиана (теор/эксп)*
382. median\_teor3 = int(l+1/3-0.02/l)
383. median3 = Median(xi3,sk3)
384. **print** (median\_teor3, '**\n**', median3,'**\n**')
386. *#Выборочный коэф.асимметрии (теор/эксп)*
387. asym\_teor3 = pow(l, -1/2)
388. asym3 = Asym\_coef(M3, SD3)
389. **print** (asym\_teor3, '**\n**', asym3,'**\n**')
391. *#Выборочный коэф. эксцесса (теор/эксп)*
392. exe\_teor3 = 1/l
393. exe3 = Exe\_coef(M3, SD3)
394. **print** (exe\_teor3, '**\n**', exe3,'**\n**')