|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  | | 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 2

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

**ВАРИАНТ 46**

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

\_\_\_\_\_\_\_ **непрерывной генеральной совокупности**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Выполнил:

Студент 3-го курса

Успенский А.А.

Группа: КМБО-03-19

МОСКВА – 2022

# **Задание**

**Задание 1.** Получить выборку, сгенерировав *N =* 200 псевдослучайных чисел, распределенных по нормальному закону с параметрами *a = (-1)V* *0,1V* и , где 0,005*V +* 1.

**Задание 2.** Получить выборку, сгенерировав *N* = 200 псевдослучайных чисел, распределенных по показательному закону с параметром

**Задание 3.** Получить выборку, сгенерировав 200 псевдослучайных чисел, распределенных равномерно на отрезке , где , .

**номер варианта.**

Построить:

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

Найти:

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

Составить таблицы:

1. сравнения относительных частот и теоретических вероятностей попадания в интервалы;
2. сравнения рассчитанных характеристик с теоретическими значениями.

Вычисления проводить с точностью до **0,00001**.

# **Краткие теоретические сведения**

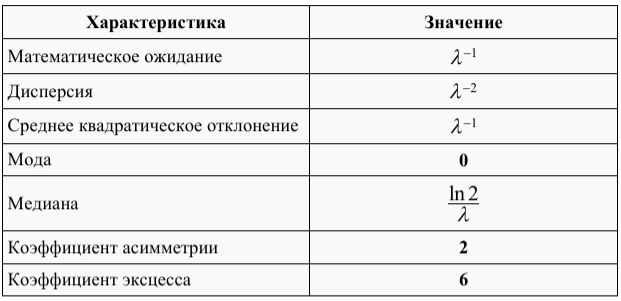
# **Нормальное распределение**



***Плотность***

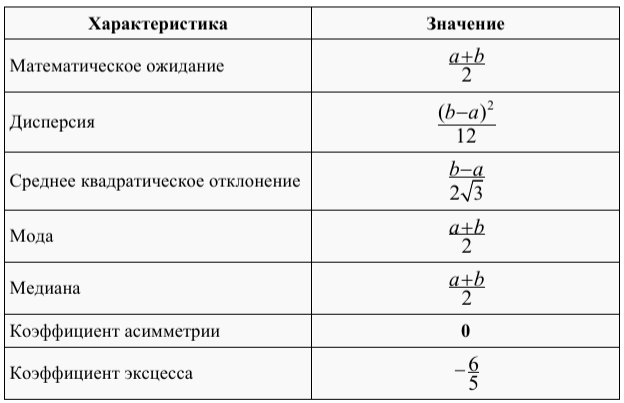
***Функция распределение***

## **Показательное распределение**



***Плотность***

***Функция распределение***

**Равномерное распределение на отрезке**

***Плотность***

***Функция распределение***

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.

**Математическое ожидание**:

**Дисперсия с поправкой Шеппарда**:

**Среднее квадратическое отклонение**:

**Мода**:

**Медиана**:

**Выборочный момент k-го порядка**:

**Коэффициент асимметрии**:

**Коэффициент эксцесса**:

# **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 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.norm(a, sd).rvs(size)** - генерация N псевдослучайных чисел, распределенных по нормальному закону с параметрами ;

**sps.expon(lm).rvs(size)**– генерация N псевдослучайных чисел, распределенных по показательному закону с параметром ;

**sps.uniform(a, b).rvs(size) –** генерация N псевдослучайных чисел, распределенных равномерно на отрезке .

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

# **Результаты расчётов**

## **Задание 1**

### Выборка из 200 элементов:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.14992 | 1.81745 | 2.30375 | 1.72707 | 1.25813 | 1.52412 | 1.65144 | 1.86560 | 2.08559 | 2.20372 |
| 2.58229 | 2.41247 | 2.61796 | 2.41218 | 2.30579 | 2.33617 | 2.35270 | 2.45254 | 2.47230 | 2.59822 |
| 3.05920 | 2.82790 | 3.10751 | 2.81761 | 2.64590 | 2.66093 | 2.78912 | 3.00543 | 3.03485 | 3.06624 |
| 3.29912 | 3.17644 | 3.37818 | 3.16833 | 3.11233 | 3.16175 | 3.16522 | 3.22526 | 3.23466 | 3.32269 |
| 3.55253 | 3.51956 | 3.65529 | 3.47194 | 3.39235 | 3.43106 | 3.45065 | 3.53417 | 3.54933 | 3.55578 |
| 3.82083 | 3.80932 | 3.85153 | 3.74361 | 3.66390 | 3.67746 | 3.71210 | 3.81051 | 3.81713 | 3.84439 |
| 3.94103 | 3.90617 | 4.00158 | 3.90013 | 3.86440 | 3.87863 | 3.89470 | 3.91108 | 3.92613 | 3.97546 |
| 4.18934 | 4.12875 | 4.20267 | 4.12250 | 4.03412 | 4.05978 | 4.12176 | 4.13500 | 4.15080 | 4.18960 |
| 4.34664 | 4.25702 | 4.36222 | 4.23455 | 4.20785 | 4.20796 | 4.23178 | 4.29767 | 4.33669 | 4.35899 |
| 4.49629 | 4.45160 | 4.51728 | 4.41159 | 4.38671 | 4.38820 | 4.39574 | 4.45890 | 4.47601 | 4.50133 |
| 4.63200 | 4.58159 | 4.65974 | 4.57625 | 4.53367 | 4.55292 | 4.56754 | 4.60287 | 4.62972 | 4.64361 |
| 4.81468 | 4.73160 | 4.81468 | 4.72365 | 4.68293 | 4.69054 | 4.70690 | 4.78855 | 4.81415 | 4.81766 |
| 4.85991 | 4.83948 | 4.87437 | 4.83242 | 4.81766 | 4.82367 | 4.82719 | 4.84292 | 4.84861 | 4.86577 |
| 5.02054 | 4.98038 | 5.03294 | 4.94144 | 4.92852 | 4.93626 | 4.94038 | 5.01356 | 5.01693 | 5.02434 |
| 5.17213 | 5.12273 | 5.19329 | 5.11995 | 5.04061 | 5.06709 | 5.10874 | 5.15446 | 5.16789 | 5.18496 |
| 5.33190 | 5.25969 | 5.38625 | 5.24495 | 5.22017 | 5.22688 | 5.22754 | 5.27318 | 5.29903 | 5.33606 |
| 5.66085 | 5.55425 | 5.67932 | 5.53144 | 5.43060 | 5.46697 | 5.50179 | 5.56433 | 5.60122 | 5.67544 |
| 5.92392 | 5.83657 | 6.02607 | 5.79476 | 5.73547 | 5.76101 | 5.78677 | 5.84417 | 5.89531 | 5.93037 |
| 6.45662 | 6.21019 | 6.66601 | 6.19188 | 6.07975 | 6.10157 | 6.14694 | 6.24075 | 6.34853 | 6.48076 |
| 7.12071 | 6.87742 | 7.16699 | 6.84370 | 6.69621 | 6.77436 | 6.82098 | 6.97632 | 7.01078 | 7.12447 |

### Сортированная выборка

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.25813 | 1.52412 | 1.65144 | 1.72707 | 1.81745 | 1.86560 | 2.08559 | 2.14992 | 2.20372 | 2.30375 |
| 2.30579 | 2.33617 | 2.35270 | 2.41218 | 2.41247 | 2.45254 | 2.47230 | 2.58229 | 2.59822 | 2.61796 |
| 2.64590 | 2.66093 | 2.78912 | 2.81761 | 2.82790 | 3.00543 | 3.03485 | 3.05920 | 3.06624 | 3.10751 |
| 3.11233 | 3.16175 | 3.16522 | 3.16833 | 3.17644 | 3.22526 | 3.23466 | 3.29912 | 3.32269 | 3.37818 |
| 3.39235 | 3.43106 | 3.45065 | 3.47194 | 3.51956 | 3.53417 | 3.54933 | 3.55253 | 3.55578 | 3.65529 |
| 3.66390 | 3.67746 | 3.71210 | 3.74361 | 3.80932 | 3.81051 | 3.81713 | 3.82083 | 3.84439 | 3.85153 |
| 3.86440 | 3.87863 | 3.89470 | 3.90013 | 3.90617 | 3.91108 | 3.92613 | 3.94103 | 3.97546 | 4.00158 |
| 4.03412 | 4.05978 | 4.12176 | 4.12250 | 4.12875 | 4.13500 | 4.15080 | 4.18934 | 4.18960 | 4.20267 |
| 4.20785 | 4.20796 | 4.23178 | 4.23455 | 4.25702 | 4.29767 | 4.33669 | 4.34664 | 4.35899 | 4.36222 |
| 4.38671 | 4.38820 | 4.39574 | 4.41159 | 4.45160 | 4.45890 | 4.47601 | 4.49629 | 4.50133 | 4.51728 |
| 4.53367 | 4.55292 | 4.56754 | 4.57625 | 4.58159 | 4.60287 | 4.62972 | 4.63200 | 4.64361 | 4.65974 |
| 4.68293 | 4.69054 | 4.70690 | 4.72365 | 4.73160 | 4.78855 | 4.81415 | 4.81468 | 4.81766 | 4.81468 |
| 4.81766 | 4.82367 | 4.82719 | 4.83242 | 4.83948 | 4.84292 | 4.84861 | 4.85991 | 4.86577 | 4.87437 |
| 4.92852 | 4.93626 | 4.94038 | 4.94144 | 4.98038 | 5.01356 | 5.01693 | 5.02054 | 5.02434 | 5.03294 |
| 5.04061 | 5.06709 | 5.10874 | 5.11995 | 5.12273 | 5.15446 | 5.16789 | 5.17213 | 5.18496 | 5.19329 |
| 5.22017 | 5.22688 | 5.22754 | 5.24495 | 5.25969 | 5.27318 | 5.29903 | 5.33190 | 5.33606 | 5.38625 |
| 5.43060 | 5.46697 | 5.50179 | 5.53144 | 5.55425 | 5.56433 | 5.60122 | 5.66085 | 5.67544 | 5.67932 |
| 5.73547 | 5.76101 | 5.78677 | 5.79476 | 5.83657 | 5.84417 | 5.89531 | 5.92392 | 5.93037 | 6.02607 |
| 6.07975 | 6.10157 | 6.14694 | 6.19188 | 6.21019 | 6.24075 | 6.34853 | 6.45662 | 6.48076 | 6.66601 |
| 6.69621 | 6.77436 | 6.82098 | 6.84370 | 6.87742 | 6.97632 | 7.01078 | 7.12071 | 7.12447 | 7.16699 |

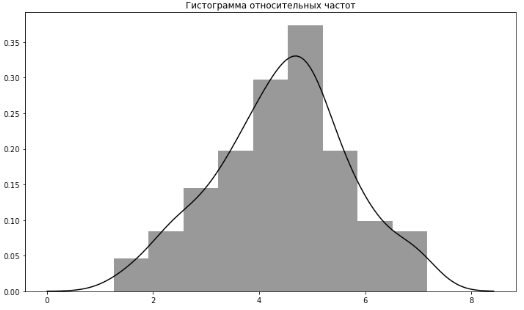
### Группированная выборка

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Интервалы |  |  |
| [1.25813, 1.99674] | 6 | 0.030 |
| (1.99674, 2.73534] | 16 | 0.080 |
| (2. 73534, 3.47395] | 22 | 0.110 |
| (3. 47395, 4.21256] | 38 | 0.190 |
| (4.21256, 4.95116] | 52 | 0.260 |
| (4.95116, 5.68977] | 36 | 0.180 |
| (5.68977, 6.42838] | 17 | 0.085 |
| (6. 42838, 7.16699] | 13 | 0.065 |

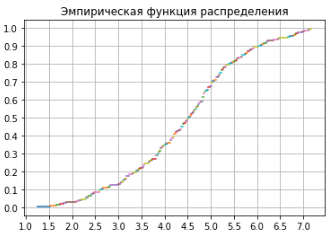
### Ассоциированный статистический ряд

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 1.62744 | 6 | 0.030 |
| 2.36604 | 16 | 0.080 |
| 3.10465 | 22 | 0.110 |
| 3.84326 | 38 | 0.190 |
| 4.58186 | 52 | 0.260 |
| 5.32047 | 36 | 0.180 |
| 6.05908 | 17 | 0.085 |
| 6.797684 | 13 | 0.065 |

### Гистограмма относительных частот



### Эмпирическая функция распределения



### Результаты расчетов требуемых характеристик

* Выборочное среднее: 4.43738;
* Выборочная дисперсия с поправкой Шеппарда: 1.55533;
* Выборочное среднее квадратическое отклонение: 1.24713;
* Выборочная мода: 4.58186;
* Выборочная медиана: 4.52548;
* Выборочный коэффициент асимметрии: -0.12039;
* Выборочный коэффициент эксцесса: -0.23359.

## **Задание 2**

### Выборка из 200 элемнтов:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0.01752 | 0.00704 | 0.01303 | 0.01059 | 0.00559 | 0.01063 | 0.01083 | 0.01257 | 0.01364 | 0.01420 |
| 0.03497 | 0.02122 | 0.03231 | 0.02201 | 0.01803 | 0.02919 | 0.03115 | 0.03194 | 0.03304 | 0.03448 |
| 0.04727 | 0.03639 | 0.04417 | 0.03809 | 0.03575 | 0.03858 | 0.04046 | 0.04081 | 0.04557 | 0.04633 |
| 0.08149 | 0.05260 | 0.06754 | 0.05356 | 0.05009 | 0.05495 | 0.05799 | 0.06326 | 0.07168 | 0.07602 |
| 0.09136 | 0.08271 | 0.08805 | 0.08370 | 0.08173 | 0.08398 | 0.08477 | 0.08539 | 0.08962 | 0.08974 |
| 0.10496 | 0.09418 | 0.10316 | 0.09510 | 0.09369 | 0.09562 | 0.09876 | 0.09921 | 0.10374 | 0.10473 |
| 0.11780 | 0.10704 | 0.11495 | 0.10726 | 0.10620 | 0.10819 | 0.10890 | 0.11158 | 0.11568 | 0.11710 |
| 0.14464 | 0.12504 | 0.13679 | 0.12573 | 0.12399 | 0.12621 | 0.13131 | 0.13447 | 0.13785 | 0.14291 |
| 0.18071 | 0.14737 | 0.16080 | 0.15440 | 0.14661 | 0.15556 | 0.15633 | 0.15635 | 0.16566 | 0.17130 |
| 0.20943 | 0.19325 | 0.20063 | 0.19459 | 0.18651 | 0.19671 | 0.19733 | 0.19929 | 0.20167 | 0.20532 |
| 0.23351 | 0.21656 | 0.22678 | 0.21691 | 0.21506 | 0.22101 | 0.22441 | 0.22469 | 0.22942 | 0.23280 |
| 0.25834 | 0.23868 | 0.25393 | 0.24006 | 0.23539 | 0.24017 | 0.24105 | 0.25234 | 0.25426 | 0.25748 |
| 0.27995 | 0.26369 | 0.27532 | 0.26425 | 0.25926 | 0.26507 | 0.26611 | 0.27471 | 0.27687 | 0.27758 |
| 0.32421 | 0.29701 | 0.31428 | 0.30047 | 0.29179 | 0.30356 | 0.30855 | 0.31055 | 0.31494 | 0.32175 |
| 0.37507 | 0.32995 | 0.35111 | 0.33650 | 0.32627 | 0.33770 | 0.34368 | 0.34502 | 0.35575 | 0.36037 |
| 0.46670 | 0.40296 | 0.45068 | 0.40928 | 0.37911 | 0.41981 | 0.42701 | 0.43861 | 0.45337 | 0.46248 |
| 0.56485 | 0.50214 | 0.53058 | 0.50242 | 0.47880 | 0.50406 | 0.51166 | 0.52171 | 0.53488 | 0.54301 |
| 0.68927 | 0.57582 | 0.65713 | 0.58550 | 0.56870 | 0.61315 | 0.63986 | 0.64498 | 0.66547 | 0.67621 |
| 0.83776 | 0.70648 | 0.77002 | 0.71616 | 0.70320 | 0.73461 | 0.76326 | 0.76655 | 0.77462 | 0.80939 |
| 1.47998 | 0.85892 | 1.16189 | 0.86071 | 0.84364 | 0.87241 | 0.90109 | 0.94003 | 1.36705 | 1.40168 |

### Сортированная выборка:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0.00559 | 0.00704 | 0.01059 | 0.01063 | 0.01083 | 0.01257 | 0.01303 | 0.01364 | 0.01420 | 0.01752 |
| 0.01803 | 0.02122 | 0.02201 | 0.02919 | 0.03115 | 0.03194 | 0.03231 | 0.03304 | 0.03448 | 0.03497 |
| 0.03575 | 0.03639 | 0.03809 | 0.03858 | 0.04046 | 0.04081 | 0.04417 | 0.04557 | 0.04633 | 0.04727 |
| 0.05009 | 0.05260 | 0.05356 | 0.05495 | 0.05799 | 0.06326 | 0.06754 | 0.07168 | 0.07602 | 0.08149 |
| 0.08173 | 0.08271 | 0.08370 | 0.08398 | 0.08477 | 0.08539 | 0.08805 | 0.08962 | 0.08974 | 0.09136 |
| 0.09369 | 0.09418 | 0.09510 | 0.09562 | 0.09876 | 0.09921 | 0.10316 | 0.10374 | 0.10473 | 0.10496 |
| 0.10620 | 0.10704 | 0.10726 | 0.10819 | 0.10890 | 0.11158 | 0.11495 | 0.11568 | 0.11710 | 0.11780 |
| 0.12399 | 0.12504 | 0.12573 | 0.12621 | 0.13131 | 0.13447 | 0.13679 | 0.13785 | 0.14291 | 0.14464 |
| 0.14661 | 0.14737 | 0.15440 | 0.15556 | 0.15633 | 0.15635 | 0.16080 | 0.16566 | 0.17130 | 0.18071 |
| 0.18651 | 0.19325 | 0.19459 | 0.19671 | 0.19733 | 0.19929 | 0.20063 | 0.20167 | 0.20532 | 0.20943 |
| 0.21506 | 0.21656 | 0.21691 | 0.22101 | 0.22441 | 0.22469 | 0.22678 | 0.22942 | 0.23280 | 0.23351 |
| 0.23539 | 0.23868 | 0.24006 | 0.24017 | 0.24105 | 0.25234 | 0.25393 | 0.25426 | 0.25748 | 0.25834 |
| 0.25926 | 0.26369 | 0.26425 | 0.26507 | 0.26611 | 0.27471 | 0.27532 | 0.27687 | 0.27758 | 0.27995 |
| 0.29179 | 0.29701 | 0.30047 | 0.30356 | 0.30855 | 0.31055 | 0.31428 | 0.31494 | 0.32175 | 0.32421 |
| 0.32627 | 0.32995 | 0.33650 | 0.33770 | 0.34368 | 0.34502 | 0.35111 | 0.35575 | 0.36037 | 0.37507 |
| 0.37911 | 0.40296 | 0.40928 | 0.41981 | 0.42701 | 0.43861 | 0.45068 | 0.45337 | 0.46248 | 0.46670 |
| 0.47880 | 0.50214 | 0.50242 | 0.50406 | 0.51166 | 0.52171 | 0.53058 | 0.53488 | 0.54301 | 0.56485 |
| 0.56870 | 0.57582 | 0.58550 | 0.61315 | 0.63986 | 0.64498 | 0.65713 | 0.66547 | 0.67621 | 0.68927 |
| 0.70320 | 0.70648 | 0.71616 | 0.73461 | 0.76326 | 0.76655 | 0.77002 | 0.77462 | 0.80939 | 0.83776 |
| 0.84364 | 0.85892 | 0.86071 | 0.87241 | 0.90109 | 0.94003 | 1.16189 | 1.36705 | 1.40168 | 1.47998 |

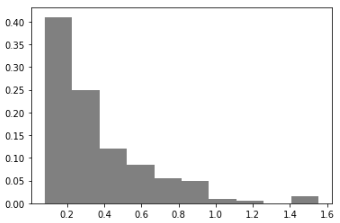
### Группированная выборка

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Интервалы |  |  |
| [0.00559, 0.18989] | 91 | 0.455 |
| (0.18989, 0.37419] | 58 | 0.290 |
| (0.37419, 0.55849] | 20 | 0.100 |
| (0.55849, 0.74279] | 15 | 0.075 |
| (0.74279, 0.92709] | 11 | 0.055 |
| (0.92709, 1.11139] | 1 | 0.005 |
| (1.11139, 1.29568] | 1 | 0.005 |
| (1.29568, 1.47998] | 3 | 0.015 |

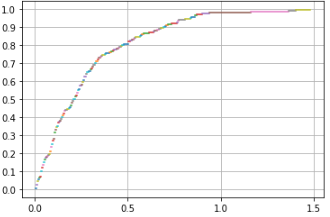
### Ассоциированный статистический ряд

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 0.09774 | 91 | 0.455 |
| 0.28204 | 58 | 0.290 |
| 0.46634 | 20 | 0.100 |
| 0.65064 | 15 | 0.075 |
| 0.83494 | 11 | 0.055 |
| 1.01924 | 1 | 0.005 |
| 1.20354 | 1 | 0.005 |
| 1.38783 | 3 | 0.015 |

### Гистограмма относительных частот



### Эмпирическая функция распределения



### Результаты расчетов требуемых характеристик

* Выборочное среднее: 0.28689;
* Выборочная дисперсия с поправкой Шеппарда: 0.07546;
* Выборочное среднее квадратическое отклонение: 0.27470;
* Выборочная мода: 0.09774
* Выборочная медиана: 0.21224
* Выборочный коэффициент асимметрии: 1.70761;
* Выборочный коэффициент эксцесса: 3.42792.

## **Задание 3**

### Выборка из 200 элементов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.10255 | 0.96087 | 1.12508 | 0.92203 | 0.95797 | 0.96293 | 0.96747 | 0.97825 | 1.01538 | 1.03989 |
| 1.49995 | 1.17400 | 1.51284 | 1.13940 | 1.15717 | 1.20037 | 1.27560 | 1.35057 | 1.46125 | 1.49311 |
| 1.80873 | 1.62559 | 1.81192 | 1.55442 | 1.57155 | 1.63206 | 1.64895 | 1.74796 | 1.75393 | 1.76746 |
| 2.08999 | 1.86954 | 2.11960 | 1.83147 | 1.86778 | 1.87068 | 1.88207 | 1.90528 | 1.92699 | 1.95271 |
| 2.34468 | 2.22746 | 2.35336 | 2.12494 | 2.15699 | 2.24550 | 2.25345 | 2.28229 | 2.32040 | 2.32738 |
| 2.83398 | 2.56734 | 2.85527 | 2.49579 | 2.53571 | 2.57359 | 2.72241 | 2.73666 | 2.75356 | 2.81423 |
| 3.10758 | 2.96810 | 3.11770 | 2.87184 | 2.88844 | 2.97703 | 3.04607 | 3.06817 | 3.06819 | 3.07947 |
| 3.36382 | 3.16223 | 3.38608 | 3.14415 | 3.16140 | 3.26795 | 3.29837 | 3.30791 | 3.35635 | 3.35793 |
| 3.63821 | 3.47399 | 3.64972 | 3.39185 | 3.42436 | 3.47872 | 3.49631 | 3.53548 | 3.56696 | 3.61924 |
| 3.89014 | 3.69870 | 3.90404 | 3.66798 | 3.68065 | 3.74500 | 3.82730 | 3.84277 | 3.86819 | 3.87830 |
| 4.15752 | 4.00423 | 4.17684 | 3.92053 | 3.95246 | 4.01898 | 4.02591 | 4.04527 | 4.04823 | 4.05324 |
| 4.47414 | 4.23591 | 4.48527 | 4.19394 | 4.22332 | 4.25102 | 4.39307 | 4.39631 | 4.42584 | 4.43972 |
| 4.89896 | 4.59609 | 4.90190 | 4.54036 | 4.56470 | 4.62118 | 4.62704 | 4.67591 | 4.70494 | 4.86652 |
| 5.06795 | 4.96207 | 5.12419 | 4.90434 | 4.93063 | 4.98602 | 4.99435 | 4.99644 | 5.01942 | 5.06771 |
| 5.42752 | 5.14579 | 5.48281 | 5.13080 | 5.13653 | 5.18069 | 5.20928 | 5.28708 | 5.30818 | 5.35323 |
| 5.71922 | 5.57951 | 5.76422 | 5.53252 | 5.54690 | 5.58780 | 5.61134 | 5.62275 | 5.63167 | 5.65022 |
| 6.01513 | 5.85750 | 6.03627 | 5.78881 | 5.83999 | 5.87861 | 5.91046 | 5.91867 | 5.94082 | 5.96450 |
| 6.27752 | 6.03909 | 6.29129 | 6.03756 | 6.03891 | 6.05607 | 6.05668 | 6.14657 | 6.25194 | 6.27366 |
| 6.63033 | 6.31586 | 6.63687 | 6.30510 | 6.30906 | 6.46848 | 6.48496 | 6.52667 | 6.56120 | 6.57341 |
| 6.90512 | 6.69780 | 6.91446 | 6.65035 | 6.65137 | 6.72406 | 6.73537 | 6.87337 | 6.90309 | 6.90428 |

### Сортированная выборка:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0.92203 | 0.95797 | 0.96087 | 0.96293 | 0.96747 | 0.97825 | 1.01538 | 1.03989 | 1.10255 | 1.12508 |
| 1.13940 | 1.15717 | 1.17400 | 1.20037 | 1.27560 | 1.35057 | 1.46125 | 1.49311 | 1.49995 | 1.51284 |
| 1.55442 | 1.57155 | 1.62559 | 1.63206 | 1.64895 | 1.74796 | 1.75393 | 1.76746 | 1.80873 | 1.81192 |
| 1.83147 | 1.86778 | 1.86954 | 1.87068 | 1.88207 | 1.90528 | 1.92699 | 1.95271 | 2.08999 | 2.11960 |
| 2.12494 | 2.15699 | 2.22746 | 2.24550 | 2.25345 | 2.28229 | 2.32040 | 2.32738 | 2.34468 | 2.35336 |
| 2.49579 | 2.53571 | 2.56734 | 2.57359 | 2.72241 | 2.73666 | 2.75356 | 2.81423 | 2.83398 | 2.85527 |
| 2.87184 | 2.88844 | 2.96810 | 2.97703 | 3.04607 | 3.06817 | 3.06819 | 3.07947 | 3.10758 | 3.11770 |
| 3.14415 | 3.16140 | 3.16223 | 3.26795 | 3.29837 | 3.30791 | 3.35635 | 3.35793 | 3.36382 | 3.38608 |
| 3.39185 | 3.42436 | 3.47399 | 3.47872 | 3.49631 | 3.53548 | 3.56696 | 3.61924 | 3.63821 | 3.64972 |
| 3.66798 | 3.68065 | 3.69870 | 3.74500 | 3.82730 | 3.84277 | 3.86819 | 3.87830 | 3.89014 | 3.90404 |
| 3.92053 | 3.95246 | 4.00423 | 4.01898 | 4.02591 | 4.04527 | 4.04823 | 4.05324 | 4.15752 | 4.17684 |
| 4.19394 | 4.22332 | 4.23591 | 4.25102 | 4.39307 | 4.39631 | 4.42584 | 4.43972 | 4.47414 | 4.48527 |
| 4.54036 | 4.56470 | 4.59609 | 4.62118 | 4.62704 | 4.67591 | 4.70494 | 4.86652 | 4.89896 | 4.90190 |
| 4.90434 | 4.93063 | 4.96207 | 4.98602 | 4.99435 | 4.99644 | 5.01942 | 5.06771 | 5.06795 | 5.12419 |
| 5.13080 | 5.13653 | 5.14579 | 5.18069 | 5.20928 | 5.28708 | 5.30818 | 5.35323 | 5.42752 | 5.48281 |
| 5.53252 | 5.54690 | 5.57951 | 5.58780 | 5.61134 | 5.62275 | 5.63167 | 5.65022 | 5.71922 | 5.76422 |
| 5.78881 | 5.83999 | 5.85750 | 5.87861 | 5.91046 | 5.91867 | 5.94082 | 5.96450 | 6.01513 | 6.03627 |
| 6.03756 | 6.03891 | 6.03909 | 6.05607 | 6.05668 | 6.14657 | 6.25194 | 6.27366 | 6.27752 | 6.29129 |
| 6.30510 | 6.30906 | 6.31586 | 6.46848 | 6.48496 | 6.52667 | 6.56120 | 6.57341 | 6.63033 | 6.63687 |
| 6.65035 | 6.65137 | 6.69780 | 6.72406 | 6.73537 | 6.87337 | 6.90309 | 6.90428 | 6.90512 | 6.91446 |

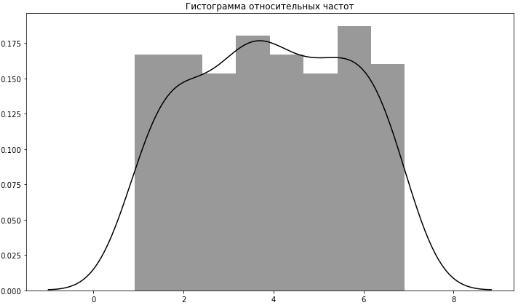
### Группированная выборка

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Интервалы |  |  |
| (0.92202, 1.67108] | 25 | 0.125 |
| (1.67108, 2.42013] | 25 | 0.125 |
| (2.42013, 3.16919] | 23 | 0.115 |
| (3.16919, 3.91824] | 27 | 0.135 |
| (3.98967, 4.66729] | 25 | 0.125 |
| (4.66729, 5.41635] | 23 | 0.115 |
| (5.41635, 6.16540] | 28 | 0.140 |
| (6.16540, 6.91446] | 24 | 0.120 |

### Ассоциированный статистический ряд

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 1.29655 | 25 | 0.125 |
| 2.04561 | 25 | 0.125 |
| 2.79466 | 23 | 0.115 |
| 3.54372 | 27 | 0.135 |
| 4.29277 | 25 | 0.125 |
| 5.04182 | 23 | 0.115 |
| 5.79088 | 28 | 0.140 |
| 6.53993 | 24 | 0.120 |

### Гистограмма относительных частот



### Эмпирическая функция распределения

### Результаты расчетов требуемых характеристик

* Выборочное среднее: 3.94304;
* Выборочная дисперсия с поправкой Шеппарда: 3.02291;
* Выборочное среднее квадратическое отклонение: 1.73865;
* Выборочная мода: 5.79088;
* Выборочная медиана: 3.91824;
* Выборочный коэффициент асимметрии: -0.03819;
* Выборочный коэффициент эксцесса: -1.14953. **Анализ результатов**

### **Нормальное распределение**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название показателя | Экспериментальное значение | Теоретическое значение | Абсолютное отклонение | Относительное отклонение |
| Выборочное среднее | 4.43738 | 4.6 | 0.16262 | 0.03535 |
| Выборочная дисперсия с поправкой Шеппарда | 1.55533 | 1.5129 | 0.01713 | 0.02805 |
| Выборочное среднее квадратичное | 1.24713 | 1.23 | 0.03739 | 0.01393 |
| Выборочная мода | 4.58186 | 4.6 | 0.02805 | 0.00609 |
| Выборочная медиана | 4.52548 | 4.6 | 0.07452 | 0.01620 |
| Выборочный коэффициент асимметрии | -0.12039 | 0 | -0.12039 | - |
| Выборочный коэффициент эксцесса | -0.23359 | 0 | -0.23359 | - |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Интервалы |  |  |  |
| [1.25813, 1.99674] | 0.030 | 0.00677 | 0.00823 |
| (1.99674, 2.73534] | 0.080 | 0.01396 | 0.03896 |
| (2. 73534, 3.47395] | 0.110 | 0.04681 | 0.04318 |
| (3. 47395, 4.21256] | 0.190 | 0.15007 | 0.01993 |
| (4.21256, 4.95116] | 0.260 | 0.15088 | 0.04912 |
| (4.95116, 5.68977] | 0.180 | 0.18551 | 0.05949 |
| (5.68977, 6.42838] | 0.085 | 0.14145 | 0.00355 |
| (6. 42838, 7.16699] | 0.065 | 0.04761 | 0.02239 |
|  |  |  |  |

### **Показательное распределение**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название показателя | Экспериментальное значение | Теоретическое значение | Абсолютное отклонение | Относительное отклонение |
| Выборочное среднее | 0.28689 | 0.28902 | 0.00213 | 0.00737 |
| Выборочная дисперсия с поправкой Шеппарда | 0.07546 | 0.08354 | 0.00808 | 0.09672 |
| Выборочное среднее квадратичное | 0.27470 | 0.28902 | 0.01432 | 0.04955 |
| Выборочная мода | 0.09774 | 0 | 0.09774 | - |
| Выборочная медиана | 0.21224 | 0.20033 | 0.01191 | 0.05945 |
| Выборочный коэффициент асимметрии | 1.70761 | 2 | 0.29239 | 0.14619 |
| Выборочный коэффициент эксцесса | 3.42792 | 6 | 2.57208 | 0.42868 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Интервалы |  |  |  |
| [0.00559, 0.18989] | 0.455 | 0.43126 | 0.02374 |
| (0.18989, 0.37419] | 0.290 | 0.25471 | 0.03029 |
| (0.37419, 0.55849] | 0.100 | 0.10176 | 0.00824 |
| (0.55849, 0.74279] | 0.075 | 0.01585 | 0.01585 |
| (0.74279, 0.92709] | 0.055 | 0.02118 | 0.02882 |
| (0.92709, 1.11139] | 0.005 | 0.01763 | 0.00237 |
| (1.11139, 1.29568] | 0.005 | 0.00108 | 0.00608 |
| (1.29568, 1.47998] | 0.015 | 0.00086 | 0.00086 |
|  |  |  |  |

### **Равномерное распределение на отрезке**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название показателя | Экспериментальное значение | Теоретическое значение | Абсолютное отклонение | Относительное отклонение |
| Выборочное среднее | 3.94304 | 3.92 | 0.02303 | 0.00588 |
| Выборочная дисперсия с поправкой Шеппарда | 3.02291 | 3 | 0.02290 | 0.00763 |
| Выборочное среднее квадратичное | 1.73865 | 1.73205 | 0.00659 | 0.00380 |
| Выборочная мода | 5.79088 | 3.92 | 1,87088 | 0.477265 |
| Выборочная медиана | 3.91824 | 3.92 | 0.00176 | 0.00044 |
| Выборочный коэффициент асимметрии | -0.03819 | 0 | 0.03819 | - |
| Выборочный коэффициент эксцесса | -1.14953 | -1.2 | 0.05047 | -0.04206 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Интервалы |  |  |  |
| (0.92202, 1.67108] | 0.125 | 0.12762 | 0.03162 |
| (1.67108, 2.42013] | 0.125 | 0.12762 | 0.00338 |
| (2.42013, 3.16919] | 0.115 | 0.12762 | 0.02662 |
| (3.16919, 3.91824] | 0.135 | 0.12762 | 0.03338 |
| (3.98967, 4.66729] | 0.125 | 0.12762 | 0.01838 |
| (4.66729, 5.41635] | 0.115 | 0.12762 | 0.02338 |
| (5.41635, 6.16540] | 0.140 | 0.12762 | 0.01338 |
| (6.16540, 6.91446] | 0.120 | 0.12762 | 0.04662 |
|  |  |  |  |

# **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. **import** seaborn **as** sns
9. **from** matplotlib **import** ticker
10. **from math import factorial**
11. **from** math **import** exp
12. **from** math **import** log
14. **def** Normrnd(a,sd,size):
15. **distr = sps.norm.rvs(loc=a, scale=sd, size=200)**
16. distr.sort()
17. **print** (
18. '**\n**Параметр a = ', a,
19. '**\n**Параметр sd = ', sd,)
20. **print ('Нормальное распределение:\n',distr)**
21. **return** (distr)
23. **def** Exprnd(lm,size):
24. distr = sps.expon.rvs(scale=1/lm, size=size)
25. **distr.sort()**
26. **print** (
27. '**\n**Параметр lambda = ', lm,)
28. **print** ('Показательное распределение:**\n**',distr)
29. **return** (distr)
31. **def** Uniformrnd(a,b,size):
32. distr = sps.uniform.rvs(loc=a,scale=6,size=size)
33. distr.sort()
34. **print** (
35. **'\nПараметр a = ', a,**
36. '**\n**Параметр b = ', b,)
37. **print** ('Равномерное распределение:**\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(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** intervals(xi, size):
77. m = 1+round(log(size,2))
78. d = xi[-1] - xi[0]
79. a = [xi[0]]
80. **for i in range (1,(m+1)):**
81. a.append(d/m+a[i-1])
82. **return** a
84. **def** Freq\_inter(distr, inter, size):
85. **ni=[]**
86. **for** j **in** range(1,len(inter)):
87. count = 0
88. h=0
89. **for** i **in** range(size):
90. **if j-1 == 0:**
91. **if** distr[i]>=inter[j-1] **and** distr[i]<=inter[j]:
92. count +=1
93. **elif** j == len(inter)-1:
94. **if** distr[i]>inter[j-1] **and** distr[i]<=inter[j]:
95. **count += 1**
96. **if** distr[i]>inter[j]:
97. count += 1
98. **else**:
99. **if** distr[i]>inter[j-1] **and** distr[i]<=inter[j]:
100. **count += 1**
101. ni.append(count)
102. **return**(ni)
104. **def** X\_X(inter):
105. **x\_x = []**
106. **for** i **in** range(len(inter)-1):
107. x\_x.append((inter[i]+inter[i+1])/2)
108. **return**(x\_x)

111. **def** Mean(xi ,wi):
112. X = 0
113. **for** i **in** range (len(xi)):
114. help = xi[i]\*wi[i]
115. **X += help**
116. **return** (X)
118. **def** DispSh (inter,m,xi,wi,mean):
119. h = (inter[-1]-inter[0])/m
120. **s=xi**
121. **for** i **in** range (len(xi)):
122. s[i]=((xi[i]-mean)\*\*2)\*wi[i]-(h\*\*2)/12
124. **return** (sum(s))
126. **def** Mode(xi,wi):
127. max\_w = max(wi)
128. h = (inter[-1]-inter[0])/m
129. **for** k **in** range(len(wi\_inter)-1):
130. **mode = xi[k]**
131. flag += 1
132. **return**(round(mode, 5))
134. **def** Median(xi,sk):
135. **for k in range(len(xi)):**
136. **if** k == 0:
137. **if** sk[k] > 0.5:
138. md = round(xi[k], 5)
139. **return** (md)
140. **if sk[k] == 0.5:**
141. md = (round(xi[k]+xi[k+1])/2, 5)
142. **return** (md)
143. **if** (sk[k] > 0.5) **and** (sk[k-1] < 0.5):
144. md = round(xi[k], 5)
145. **return (md)**
146. **if** sk[k] == 0.5:
147. md= (round(xi[k]+xi[k+1])/2, 5)
148. **return** (md)
150. **def Moment(xi,wi):**
151. M = []
152. **for** i **in** range (len(xi)):
153. help = 0
154. **for** j **in** range (len(xi)):
155. **help += (xi[j]\*\*i)\*wi[j]**
156. M.append(help)
157. **return** (M)
159. **def** Asym\_coef(M, sd):
160. **asym = (M[2]-3\*M[1]\*M[0]+2\*pow(M[0], 3))/(pow(sd, 3))**
161. **return** (asym)
163. **def** Exe\_coef(M, sd):
164. help = M[3]-4\*M[2]\*M[0]+6\*M[1]\*pow(M[0], 2)-3\*pow(M[0], 4)
165. **exe = help/(pow(sd, 4))-3**
166. **return**(exe)
168. v = 46
169. a\_norm = round((-1)\*\*v\*0.1\*v,2)
170. **sigma = 0.005\*v+1**
171. size=200
172. xi = []
173. ni = []
174. wi = []
175. **sk = []**
176. *#xi - значение*
177. *#ni - кол-во значения*
178. *#sum(ni) = size*
179. *#wi = ni/size*
180. ***#sk = sum(wj)***
182. distr1 = Normrnd(a\_norm,sigma,size)
183. xi = Xi(distr1, size)
184. ni = Freq(distr1, xi, size)
185. **wi= Rel\_freq(ni, size)**
186. sk = Sum\_rfq(wi, size)
188. *#Distr2 = Geomerty(p,size)*
189. *#Distr3 = Poisson(l,size)*
191. inter = intervals(xi,size)
192. inter
194. *#inter = [[a[0],a[1]], ... , [a[n-1],a[n]]]*
196. interval\_all = [[inter[0], inter[1]],
197. [inter[1], inter[2]],
198. [inter[2], inter[3]],
199. [inter[3], inter[4]],
200. **[inter[4], inter[5]],**
201. [inter[5], inter[6]],
202. [inter[6], inter[7]],
203. [inter[7], inter[8]],
204. [inter[8], inter[9]],]
205. **print (interval\_all)**
207. ni\_inter = Freq\_inter(distr1, inter, size)
208. **print** (ni\_inter)
209. **print** (sum(ni\_inter))
211. wi\_inter = Rel\_freq(ni\_inter,size)
212. **print** (wi\_inter)
213. **print** (sum(wi\_inter))
215. **x\_x = X\_X(inter)**
217. Table = pd.DataFrame({'center\_Intervals':x\_x, 'Ni':ni\_inter, 'Wi':wi\_inter})
218. Table
220. ***# график функции эмпирического распределения***
221. plt.figure(figsize=(12, 8))
222. fig, sec = plt.subplots()
223. sec.xaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.5))
224. sec.yaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.1))
225. **for k in range(len(xi) - 1):**
226. sec.plot([xi[k], xi[k+1]], [sk[k], sk[k]])
227. plt.title("Эмпирическая функция распределения")
228. plt.grid(True)
229. plt.show()
231. m = 1+round(log(size,2))
232. plt.figure(figsize=(12, 7))
233. sns.distplot(distr1, bins = m)
234. plt.title('Гистограмма относительных частот')
236. data = pd.DataFrame({'distr1': distr1})
238. *# Выборочное среднее (теор/эксп)*
239. X\_teor = a\_norm
240. **X = Mean(x\_x,wi\_inter)**
241. **print** (X\_teor, '**\n**', distr1.mean(), '**\n**')
243. *#Выборочный момент*
244. M = Moment(x\_x,wi\_inter)
246. *# Выборочная дисперсия с поправкой Шепарда (теор/эксп)*
247. D\_teor = sigma\*\*2
248. D = DispSh(inter,m,x\_x,wi\_inter,X)
249. **print** (D\_teor,'**\n**', distr1.var(), '**\n**')
251. *#Выборочное среднеквадратическое откл.(теор/эксп)*
252. SD\_teor = sigma
253. **print** (SD\_teor, '**\n**', distr1.std(),'**\n**')
255. ***#Выборочная мода (теор/эксп)***
256. mode\_teor = a\_norm
257. **print** (mode\_teor, '**\n**','**\n**')
259. *#Выборочная медиана (теор/эксп)*
260. **median\_teor = a\_norm**
261. **print** (median\_teor, '**\n**', data.describe(percentiles= [.50]).iloc[4,0],'**\n**')
263. *#Выборочный коэф.асимметрии (теор/эксп)*
264. asym\_teor = 0
265. **print (asym\_teor, '\n', data.skew()[0],'\n')**
267. *#Выборочный коэф. эксцесса (теор/эксп)*
268. exe\_teor = 0
269. exe = Exe\_coef(M, distr1.std())
270. **print (exe\_teor, '\n', data.kurtosis()[0],'\n')**
272. lm = 3 + (-1)\*\*v \* 0.01\*v
273. xi2 = []
274. ni2 = []
275. **wi2 = []**
276. sk2 = []
277. *#xi - значение*
278. *#ni - кол-во значения*
279. *#sum(ni) = size*
280. ***#wi = ni/size***
281. *#sk = sum(wj)*
283. distr2 = Exprnd(lm,size)
284. xi2 = Xi(distr2, size)
285. **ni2 = Freq(distr2, xi2, size)**
286. wi2 = Rel\_freq(ni2, size)
287. sk2 = Sum\_rfq(wi2, size)
289. inter2 = intervals(xi2,size)
290. **inter2**
292. *#inter = [[a[0],a[1]], ... , [a[n-1],a[n]]]*
294. ni\_inter2 = Freq\_inter(distr2, inter2, size)
295. **print (ni\_inter2)**
296. **print** (sum(ni\_inter2))
298. wi\_inter2 = Rel\_freq(ni\_inter2,size)
299. **print** (wi\_inter2)
300. **print (sum(wi\_inter2))**
302. *# график функции эмпирического распределения*
303. plt.figure(figsize=(12, 8))
304. fig, sec = plt.subplots()
305. **sec.xaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.5))**
306. sec.yaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.1))
307. **for** k **in** range(len(xi2) - 1):
308. sec.plot([xi2[k], xi2[k+1]], [sk2[k], sk2[k]])
309. plt.title("Эмпирическая функция распределения")
310. **plt.grid(True)**
311. plt.show()
313. m = 1+round(log(size,2))
314. plt.figure(figsize=(12, 7))
315. **sns.distplot(distr2, bins = m)**
316. plt.title('Гистограмма относительных частот')
318. data2 = pd.DataFrame({'distr2': distr2})
320. ***# Выборочное среднее (теор/эксп)***
321. X\_teor2 = lm\*\*(-1)
322. X2 = Mean(x\_x2,wi\_inter2)
323. **print** (X\_teor2, '**\n**', distr2.mean(), '**\n**')
325. ***#Выборочный момент***
326. M2 = Moment(x\_x2,wi\_inter2)
328. *# Выборочная дисперсия с поправкой Шепарда (теор/эксп)*
329. D\_teor2 = lm\*\*(-2)
330. **D2 = DispSh(inter2,m,x\_x2,wi\_inter2,X2)**
331. **print** (D\_teor2,'**\n**', distr2.var(), '**\n**')
333. *#Выборочное среднеквадратическое откл.(теор/эксп)*
334. SD\_teor2 = lm\*\*(-1)
335. **print (SD\_teor2, '\n', distr2.std(),'\n')**
337. *#Выборочная мода (теор/эксп)*
338. mode\_teor2 = 0
339. **print** (mode\_teor2, '**\n**','**\n**')
341. *#Выборочная медиана (теор/эксп)*
342. median\_teor2 = log(2)/lm
343. **print** (median\_teor2, '**\n**', data2.describe(percentiles= [.50]).iloc[4,0],'**\n**')
345. ***#Выборочный коэф.асимметрии (теор/эксп)***
346. asym\_teor2 = 2
347. **print** (asym\_teor2, '**\n**', data2.skew()[0],'**\n**')
349. *#Выборочный коэф. эксцесса (теор/эксп)*
350. **exe\_teor2 = 6**
351. exe2 = Exe\_coef(M2, distr2.std())
352. **print** (exe\_teor2, '**\n**', data2.kurtosis()[0],'**\n**')
354. a\_unif = (-1)\*\*v \*0.02\*v
355. **b\_unif = a\_unif + 6**
356. xi3 = []
357. ni3 = []
358. wi3 = []
359. sk3 = []
360. ***#xi - значение***
361. *#ni - кол-во значения*
362. *#sum(ni) = size*
363. *#wi = ni/size*
364. *#sk = sum(wj)*
366. distr3 = Uniformrnd(a\_unif,b\_unif,size)
367. xi3 = Xi(distr3, size)
368. ni3 = Freq(distr3, xi3, size)
369. wi3 = Rel\_freq(ni3, size)
370. **sk3 = Sum\_rfq(wi3, size)**

373. *# график функции эмпирического распределения*
374. plt.figure(figsize=(12, 8))
375. **fig, sec = plt.subplots()**
376. sec.xaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.5))
377. sec.yaxis.set\_major\_locator(ticker.MultipleLocator(0.1))
378. **for** k **in** range(len(xi3) - 1):
379. sec.plot([xi3[k], xi3[k+1]], [sk3[k], sk3[k]])
380. **plt.title("Эмпирическая функция распределения")**
381. plt.grid(True)
382. plt.show()
384. m = 1+round(log(size,2))
385. **plt.figure(figsize=(12, 7))**
386. sns.distplot(distr3, bins = m)
387. plt.title('Гистограмма относительных частот')
389. data3 = pd.DataFrame({'distr3': distr3})
391. *# Выборочное среднее (теор/эксп)*
392. X\_teor3 = (a\_unif+b\_unif)/2
393. X3 = Mean(x\_x3,wi\_inter3)
394. **print** (X\_teor3, '**\n**', distr3.mean(), '**\n**')
396. *#Выборочный момент*
397. M3 = Moment(x\_x3,wi\_inter3)
399. *# Выборочная дисперсия с поправкой Шепарда (теор/эксп)*
400. **D\_teor3 = (b\_unif - a\_unif)\*\*2/12**
401. D3 = DispSh(inter3,m,x\_x3,wi\_inter3,X3)
402. **print** (D\_teor3,'**\n**', distr3.var(), '**\n**')
404. *#Выборочное среднеквадратическое откл.(теор/эксп)*
405. **SD\_teor3 = (b\_unif - a\_unif)/(2\*3\*\*(1/2))**
406. **print** (SD\_teor3, '**\n**', distr3.std(),'**\n**')
408. *#Выборочная мода (теор/эксп)*
409. mode\_teor3 = (a\_unif + b\_unif)/2
410. **print (mode\_teor3, '\n','\n')**
412. *#Выборочная медиана (теор/эксп)*
413. median\_teor3 = (a\_unif + b\_unif)/2
414. **print** (median\_teor3, '**\n**', data3.describe(percentiles= [.50]).iloc[4,0],'**\n**')
416. *#Выборочный коэф.асимметрии (теор/эксп)*
417. asym\_teor3 = 0
418. **print** (asym\_teor3, '**\n**', data3.skew()[0],'**\n**')
420. ***#Выборочный коэф. эксцесса (теор/эксп)***
421. exe\_teor3 = -6/5
422. exe3 = Exe\_coef(M3, distr3.std())
423. **print** (exe\_teor3, '**\n**', data3.kurtosis()[0],'**\n**')