МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования   
**«Национальный исследовательский   
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

**(ННГУ)**

**Институт информационных технологий, математики и механики**

Профиль подготовки: «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

**Отчет по лабораторной работе**

**Выполнил:** студент группы 3821М1ФИвм

Шикри Илья Хассанович\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись

**Преподаватель:**

Доцент кафедры ПРИН ИИТММ

Голышева Наталья Михайловна \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись

Нижний Новгород  
2022

**Описание**

Язык программирования: Python. Среда разработки: Jupyter Notebook.

Программа представляет из себя проект Jupyter Notebook (\*.ipynb файл), и небольшую библиотеку, располагающуюся в том же каталоге, содержащую пару классов и разработанную с целью несколько упростить процесс построения текстового меню или же консольного меню для этой работы.

Интерфейс Jupyter Notebook – локальная html страница, отображаемая браузером. Проект располагается на этой странице как последовательность блоков с кодом.

Первый блок кода этой программы содержит реализацию чтения и записи на диск входных переменных, а также текстовое меню, предоставляющее пользователю ряд путей для ввода данных. Перед этим блоком существует еще один, но он скорее содержит описание или же заголовок на языке разметки markdown.

Последующий блок кода содержит генерацию случайных чисел, заполнение массива *y* и реализацию статистических функций распределения, дисперсии, мат ожидания, а также их ошибок.

Следующие три блока кода озаглавлены как "Построение гистограммы". Они содержат необходимые функции для построения гистограммы, а также текстовое меню, содержащее 4 различных способа определения разрядов гистограммы.

Нижерасположенный блок содержит функционал построения гистограммы и определения меры "похожести".

Далее, исходя из заголовка, идут два блока, относящиеся к третьей части работы.И, наконец, последние два блока - 4 часть работы.

**Диалоговый режим**

Поскольку данная программа является проектом Jupyter Notebook, для её запуска следует выполнить код определенной ячейки ( сначала первой ). Выполнение кода осуществляется выделением блока (нажатием на него) и кликом на кнопку "run" в верхней панели инструментов. Выходные данные, при выполнении блока кода, появляются ниже и хранятся там до тех пор, пока этот же блок не будет выполнен по новой.

Взаимодействие с самой программой осуществляется с помощью простого текстового меню, представляющего из себя строку – заголовок, пронумированные строки вариантов выбора и, наконец, поле для ввода номера ( целого числа ).

**Запись данных в файл**

Записи подвергаются параметры λ, x0, n. Текстовое меню в первом блоке программы содержит возможность ввести значения этих параметров, сохранить их или же загрузить из хранилища. В качестве хранилища используется файл *data.csv*, который, при желании, можно прочесть и без программы. При попытке загрузить данные из хранилища будет отображена следующая таблица:

|  |
| --- |
|  |
| Таблица 1 – Содержимое хранилища |

Точно такая же таблица встретит пользователя при сохранении данных – в ней будет отображено новое состояние хранилища.

**Примеры таблиц и графиков**

|  |
| --- |
| **D:\Шарага\Магистратура\course1\queuing_theory\прога 1\asd.jpg** |
| Рисунок 2 –Гистограмма |
| | **Количество заявок** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Число интервалов, на которых наблюдалось это число заявок** | 28 | 96 | 186 | 247 | 240 | 196 | 146 | 72 | 33 | 11 | 6 | 2 | 2 | |
| Таблица 2 |

Р**уководство пользователя**

**Часть 1.**

Работа с программой начинается с исполнения кода первого блока. Перед пользователем появляется текстовое диалоговое меню с возможностью выбрать способ ввода параметров λ, x0, n:

1. загрузить из файла
2. ввести самостоятельно

При этом также существует опция выхода из меню, однако, при её использовании, выполнение дальнейших блоков не представляется возможным, поскольку основные переменные программы не инициализированы.

Результатом выполнения последующего ( второго ) блока кода является вывод расчета функций распределения, дисперсии, математического ожидания, а также их ошибок. Поскольку этот же блок содержит и генерацию случайных *x* и массива *y*, то каждый перезапуск этой ячейки будет приводить к разным результатам.

**Часть 2.**

Нижеследующие блоки кода озаглавлены как "Построение гистограммы". Первый из этих трех лишь определяет необходимые функции и объявляет переменные. Соответственно, при неизменных параметрах λ, x0, n, его стоит запустить лишь один раз. Вторая ячейка из этой троицы содержит логику определения границ разрядов гистограммы и диалоговое меню, позволяющее выбрать один из 4 способов:

1. Все разряды одинаковой длины. Их количество определяется формулой Стерджесса.
2. Разряды выбираются таким образом, чтобы в них состояло примерно одинаковое. число значений.
3. Сначала разряды выбираются по формуле Стерджесса, затем наиболее крупные делятся, а менее крупные объединяются.
4. Ввод вручную.

Первый и третий способы не требуют от пользователя ввода дополнительных параметров. Второй способ запрашивает количество разрядов, а третий будет ожидать ввод с клавиатуры до тех пор, пока последняя граница не превысит максимальное значение из массива *y*. При необходимости изменить способ определения разрядов гистограммы стоит перезапустить эту (вторую) ячейку, что вызовет вышеописанное диалоговое меню повторно. Исполнение кода последней ячейки выводит ниже гистограмму, с нанесенными поверх плотностями частот и кривой функции распределения, а также результат вычисления меры похожести.

**Часть 3.**

Последующие два блока озаглавлены как "Часть 3". Первая ячейка содержит инициализацию переменных числа степеней свободы *r* и уровня значимости *α*, а также определение функции расчета меры расхождения *R0* и проверки гипотез. При неизменных параметрах, код этого блока стоит выполнить один раз. Запуск последнего блока из этой пары встретит пользователя диалоговым окном об изменении *α* и последующим полем ввода в случае этой необходимости. Вывод этого блока содержит результаты вычислений, формулировку и заключение о принятии или отвержении гипотезы. При неизменных параметрах, код этого блока стоит выполнить один раз.

**Часть 4.**

Завершающая нижеследующая пара блоков имеет заголовок "Часть 4". Запуск первого встретит пользователя выводом значений параметров λ, n и указанием по выбору параметра t0,для ввода которого будет предоставлено соответствующее поле. После ввода значения переменной, пользователю будут выведены *t0, m, λ \* t0* и таблица по количеству заявок и числу интервалов. Перезапуск этой ячейки повторит вышеописанный сценарий и, в случае изменения t0, даст иной результат. Запуск последней ячейки, поскольку для проверки гипотез используется алгоритм из части 3, также выведет пользователю диалоговое меню.

Р**езультаты**

**Часть 1**

При :

|  |
| --- |
| 0.09009100495458053 |
| C:\Users\A E S T H E T I C\Python\Projects\queuing_theory_lab1\screens\25-2-1-w-1.jpg |
| Рисунок 3 **–** Результаты для первого способа построения гистограммы |
| 35.67243297413315 |
| C:\Users\A E S T H E T I C\Python\Projects\queuing_theory_lab1\screens\25-2-1-w-2.jpg |
| Рисунок 4 **–** Результаты для второго способа построения гистограммы |
| 0.3953397524151068 |
| C:\Users\A E S T H E T I C\Python\Projects\queuing_theory_lab1\screens\25-2-1-w-3.jpg |
| Рисунок 5 **–** Результаты для третьего способа построения гистограммы |

При :

|  |
| --- |
| 0.08386642675591234 |
| C:\Users\Maksim\Python\queuing_theory_lab1\screens\100-2-1-w-0.jpg |
| Рисунок 6 **–** Результаты для первого способа построения гистограммы |
| 0.6012137784835757 |
| C:\Users\Maksim\Python\queuing_theory_lab1\screens\100-2-1-w-1.jpg |
| Рисунок 7 **–** Результаты для второго способа построения гистограммы |
| 0.2857660913203113 |
| C:\Users\Maksim\Python\queuing_theory_lab1\screens\100-2-1-w-2.jpg |
| Рисунок 8 **–** Результаты для третьего способа построения гистограммы |

При :

|  |
| --- |
| 0.00239699632938366 |
| C:\Users\Maksim\Python\queuing_theory_lab1\screens\3000-2-1-w-0.jpg |
| Рисунок 9 **–** Результаты для первого способа построения гистограммы |
| 0.03164143557150833 |
| C:\Users\Maksim\Python\queuing_theory_lab1\screens\3000-2-1-w-1.jpg |
| Рисунок 10 **–** Результаты для второго способа построения гистограммы |
| 0.01427956742114407 |
| C:\Users\Maksim\Python\queuing_theory_lab1\screens\3000-2-1-w-2.jpg |
| Рисунок 11 **–** Результаты для третьего способа построения гистограммы |

**Часть 3**

|  |  |
| --- | --- |
|  | a) |
|  | б) |
|  | в) |
|  | г) |
| Рисунок 12 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Входные параметры | Ошибки | Вывод программы о проверке гипотезы |
|  |  | (рис.12 a) |
|  | (рис.12 б) |
|  |  | (рис.12 в) |
|  | (рис.12 г) |

Таблица 3 – Результаты выполнения третьей части программы.

**Часть 4**

|  |  |
| --- | --- |
|  | a) |
|  |
|  | б) |
|  |
|  | в) |
|  |
| Рисунок 13 | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Входные параметры |  |  | Вывод программы о проверке гипотезы |
|  | 4 | 2 | (рис.13 a) |
|  | 4 | 4 | (рис.13 б) |
|  | 5 | 0.8 | (рис.13 в) |

Таблица 4 – Результаты выполнения четвертой части программы.

**Сравнение результатов**

Результаты выполнения первой части программы представлены в виде трех вариантов с параметрами:



Из результатов можно видеть, что наименьшее относительное отклонение математического ожидания и дисперсии от теоретических значений наблюдается при достаточно больших выборках.

Для каждого варианта были построены гистограммы при трех разных способах выбора разрядов. Для второго способа было выбрано такое количество разрядов, чтобы оно совпадало с числом разрядов из первого. Третий способ был реализован таким образом, что сначала был использован первый, затем был найден массив вхождений yi в каждый из разрядов равной длинны, количество которых рассчитано по формуле Стёрджеса. Назовем этот массив h. Для дальнейших действий была вычислена медиана от значений массива h. Разряды, содержащие количество yi более медианного значения, были разделены пополам, остальные же были объединены.

Рассмотрим гистограммы и меры похожести для всех трех вариантов (рис. 3-11). Можно видеть, что максимальные значения меры похожести для каждого из вариантов параметров были достигнуты только в случае второго способа выбора разрядов (рис.4, рис.4, рис.7, рис.10). Третий способ содержит примерно схожее количество разрядов с результатом расчета по формуле Стерджесса. При этом можно наблюдать наибольшее уплотнение разрядов по оси ординат при интервале [0.8,2] по оси абсцисс (рис. 11). Это связано с тем, что алгоритм третьего способа содержит постоянный делитель для разрядов, содержащих куда большее количество вхождений yi, никак не зависящий от числа попаданий yi в исходный разряд. При трех представленных вариантах параметров наиболее оптимальным показал себя способ выбора разрядов с использованием формулы Стерджесса. Наименее оптимальным оказался способ, предполагающий попадание одинакового числа yi в каждый разряд.

Рассмотрим таблицу результатов №3. Было проведено по два эксперимента на каждый из двух вариантов входных параметров. В каждом из экспериментов проверялась гипотеза H0 – «с.в. ξ распределена показательно с параметром λ». Во втором столбце приведены ошибки для каждого из экспериментов и в третьем – выводы программы о подтверждении или отвержении гипотезы. В каждой паре экспериментов можно наблюдать значительное возрастание меры расхождения R0 относительно квантиля порядка ) по мере увеличения относительной ошибки дисперсии. Несмотря на это, обе гипотезы H0 в обоих случаях были подтверждены ввиду достаточно малого уровня значимости, равного в каждом эксперименте = 0.05.

Рассмотрим таблицу результатов №4. Была проверена и подтверждена гипотеза Н0 – « с.в. η(t0) распределена по закону Пуассона с параметром λt0 » в трех экспериментах, каждый из которых имел различные значения переменных n, λ, t0 и уровень значимости 0.05.

**Вывод:** Из результатов можно видеть, что наименьшее относительное отклонение математического ожидания и дисперсии от теоретических значений наблюдается при достаточно больших выборках. Для каждого из трех вариантов параметров были построены гистограммы при трех разных способах выбора разрядов. При трех представленных вариантах параметров наиболее оптимальным показал себя способ выбора разрядов с использованием формулы Стерджесса. Наименее оптимальным оказался способ, предполагающий попадание одинакового числа yi в каждый разряд. Была проверена и подтверждена гипотеза H0 – «с.в. ξ распределена показательно с параметром λ» в четырех экспериментах при уровне значимости 0.05. В каждой паре экспериментов наблюдалось значительное возрастание меры расхождения R0 относительно квантиля порядка по мере увеличения относительной ошибки дисперсии. Была проверена и подтверждена, при уровне значимости 0.05, гипотеза Н0 – « с.в. η(t0) распределена по закону Пуассона с параметром λt0 » в трех экспериментах, каждый из которых имел различные значения переменных n, λ, t0. Также были построены таблицы количества заявок и числа интервалов, на которых наблюдалось это число заявок.