|  |  |
| --- | --- |
| Группа P3212 | К работе допущен |
| Студент Марьин Григорий Алексеевич | Работа выполнена |
| Преподаватель Агабабаев Валентин Александрович | Отчет принят |

**Рабочий протокол и отчет по  
лабораторной работе №1.01**

Исследование распределения случайной величины

**1. Цель работы.**

Исследовать распределения случайной величины на примере многократных измерений определённого интервала времени.

**2. Задачи, решаемые при выполнении работы.**

1. Провести многократные измерения определенного интервала времени.
2. Построить гистограмму распределения результатов измерения.
3. Вычислить среднее значение и дисперсию полученной выборки.
4. Сравнить гистограмму с графиком функции Гаусса с такими же как и у экспериментального распределения средним значением и дисперсией.

**3. Объект исследования.**

Случайная величина – результат измерения промежутка времени от нажатия на кнопку перезагрузки web страницы в браузере, до момента ее обновления

**4. Метод экспериментального исследования.**

Многократное прямое измерение времени обновления web страницы и проверка закономерностей распределения значений этой случайной величины.

**5. Рабочие формулы и исходные данные.**

* – среднее арифметическое всех результатов измерений.
* – выборочное среднеквадратичное отклонение.
* – максимальное значение плотности распределения.
* – среднеквадратичное отклонение среднего значения.
* – нормальное распределение, описываемое функцией Гаусса.
* – доверительный интервал.

**6. Измерительные приборы.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| 1 | Секундомер | Цифровой | 0 – 5 с | 0.005 с |

7. Схема установки (*перечень схем, которые составляют Приложение 1*).

Ноутбук с открытым браузером Microsoft Edge, в котором открыта страница Gmail, и цифровой секундомер, с ценой деления не более 0,01 с. Первый прибор запускается кнопкой обновления страницы и загружается до момента появления новой кнопки обновления страницы, интервал времени загрузки которого многократно измеряется цифровым секундомером.

8. Результаты прямых измерений и их обработки (*таблицы, примеры расчетов*).

*Таблица 1. Результаты прямых измерений.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | *, с* | *, с* | *, с2* |
| 1 | 2,39 | -0,28 | 0,07706176 |
| 2 | 2,38 | -0,29 | 0,08271376 |
| 3 | 2,76 | 0,09 | 0,00853776 |
| 4 | 2,11 | -0,56 | 0,31091776 |
| 5 | 1,86 | -0,81 | 0,65221776 |
| 6 | 2,18 | -0,49 | 0,23775376 |
| 7 | 1,99 | -0,68 | 0,45914176 |
| 8 | 2,69 | 0,02 | 0,00050176 |
| 9 | 3,36 | 0,69 | 0,47941776 |
| 10 | 2,11 | -0,56 | 0,31091776 |
| 11 | 3,12 | 0,45 | 0,20466576 |
| 12 | 2,03 | -0,64 | 0,40653376 |
| 13 | 3,04 | 0,37 | 0,13868176 |
| 14 | 2,03 | -0,64 | 0,40653376 |
| 15 | 1,79 | -0,88 | 0,77018176 |
| 16 | 2,96 | 0,29 | 0,08549776 |
| 17 | 2,49 | -0,18 | 0,03154176 |
| 18 | 3,09 | 0,42 | 0,17842176 |
| 19 | 2,71 | 0,04 | 0,00179776 |
| 20 | 2,38 | -0,29 | 0,08271376 |
| 21 | 3,09 | 0,42 | 0,17842176 |
| 22 | 2,73 | 0,06 | 0,00389376 |
| 23 | 2,59 | -0,08 | 0,00602176 |
| 24 | 2,28 | -0,39 | 0,15023376 |
| 25 | 2,23 | -0,44 | 0,19149376 |
| 26 | 2,67 | 0,00 | 5,76E-06 |
| 27 | 2,54 | -0,13 | 0,01628176 |
| 28 | 2,79 | 0,12 | 0,01498176 |
| 29 | 3,16 | 0,49 | 0,24245776 |
| 30 | 3,01 | 0,34 | 0,11723776 |
| 31 | 3,11 | 0,44 | 0,19571776 |
| 32 | 3,32 | 0,65 | 0,42562576 |
| 33 | 3,29 | 0,62 | 0,38738176 |
| 34 | 2,82 | 0,15 | 0,02322576 |
| 35 | 2,51 | -0,16 | 0,02483776 |
| 36 | 2,52 | -0,15 | 0,02178576 |
| 37 | 2,67 | 0,00 | 5,76E-06 |
| 38 | 2,84 | 0,17 | 0,02972176 |
| 39 | 2,55 | -0,12 | 0,01382976 |
| 40 | 3,11 | 0,44 | 0,19571776 |
| 41 | 3,16 | 0,49 | 0,24245776 |
| 42 | 2,31 | -0,36 | 0,12787776 |
| 43 | 2,22 | -0,45 | 0,20034576 |
| 44 | 2,50 | -0,17 | 0,02808976 |
| 45 | 2,77 | 0,10 | 0,01048576 |
| 46 | 3,33 | 0,66 | 0,43877376 |
| 47 | 2,80 | 0,13 | 0,01752976 |
| 48 | 3,32 | 0,65 | 0,42562576 |
| 49 | 2,55 | -0,12 | 0,01382976 |
| 50 | 3,12 | 0,45 | 0,20466576 |
|  | 2,668 с | 1,021 | 𝜎𝑁 = 0,426*с*  𝜌𝑚𝑎𝑥 = 0,937*с -1* |

9. Расчет результатов косвенных измерений (*таблицы, примеры расчетов*).

* ⟨𝑡⟩N = =2,668 с - среднее арифметическое значение
* = = 0,426с – среднеквадратическое отклонение
* 𝜌max = = = 0,937*с-1*
* – Среднеквадратичное отклонение среднего
* - коэффициент Стьюдента, =0.95
* – доверительный интервал
* для построения гистограммы используем 7 интервалов *с*

*Таблица 2. Данные для построения гистограммы.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Границы интервалов, с | *∆N* | , *с-1* | 𝑡*, c* | 𝜌, *c-1* |
| 1,790 | 3 | 0,267 | 1,902 | 0,186 |
| 2,014 |  |  |  |  |
| 2,014 | 7 | 0,625 | 2,126 | 0,417 |
| 2,238 |  |  |  |  |
| 2,238 | 5 | 0,446 | 2,350 | 0,710 |
| 2,462 |  |  |  |  |
| 2,462 | 10 | 0,893 | 2,574 | 0,915 |
| 2,686 |  |  |  |  |
| 2,686 | 9 | 0,804 | 2,798 | 0,894 |
| 2,910 |  |  |  |  |
| 2,910 | 9 | 0,804 | 3,022 | 0,663 |
| 3,134 |  |  |  |  |
| 3,134 | 6 | 0,536 | 3,246 | 0,372 |
| 3,358 |  |  |  |  |

Опытное значение плотности вероятности (четвертый интервал):

Нормальное распределение, описываемое функцией Гаусса= 0,8957 *с-1*

*Таблица 3. Стандартные доверительные интервалы*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, *с* | | *∆N* |  | *P* |
| от | до |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 𝜎 | 2,242 | 3,093 | 29 | 0,58 | 0,683 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 2𝜎 | 1,816 | 3,518 | 49 | 0,98 | 0,954 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 3𝜎 | 1,391 | 3,944 | 50 | 1 | 0,997 |

10. Расчет погрешностей измерений (*для прямых и косвенных измерений*).

Погрешность с учетом погрешности прибора:

Относительная погрешность измерения: 4,7%

11. Графики (*перечень графиков, которые составляют Приложение 2*).

График 1 – Гистограмма и функция Гаусса

12. Окончательные результаты.

* Среднеквадратичное отклонение среднего значения = 0,441с
* Табличное значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности

* Доверительный интервал *c*
* Среднее арифметическое всех результатов измерений = 2,668 *c*
* Выборочное среднеквадратичное отклонение: = 0,062*с*
* Максимальное значение плотности распределения 𝜌𝑚𝑎𝑥 = 0,937*с-1*

13. Выводы и анализ результатов работы.

Эксперимент по многократному измерению временного интервала (n=50) позволил эмпирически изучить закон распределения случайной величины. После статистической обработки данных и построения гистограммы было выполнено её сравнение с графиком функции нормального распределения. Наблюдаемое примерное совпадение формы гистограммы с гауссовой кривой свидетельствует о том, что исследуемая случайная величина подчиняется нормальному закону. Выполненная работа дала практическое понимание ключевых концепций теории распределения случайных величин.

14. Дополнительные задания.

15. Выполнение дополнительных заданий.

16. Замечания преподавателя (*исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт*).