|  |  |
| --- | --- |
| Группа P3213 | К работе допущен |
| Студент Поленов Кирилл Александрович | Работа выполнена |
| Преподаватель Иванов Владимир Сергеевич | Отчет принят |

**Рабочий протокол и отчет по  
лабораторной работе № 1**

1. Цель работы.

Исследование распределения случайной величины путем многократных измерений заданного интервала времени

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- Провести многократные измерения заданного интервала времени

- Построить гистограмму распределения результатов измерений на основе полученных значений

- Вычислить среднее значение и дисперсию полученной выборки

- Сравнить гистограмму с графиком функции Гаусса с такими же значениями дисперсии и среднего значения, как и у экспериментального распределения

3. Объект исследования.

Случайная величина – результат измерения случайной величины после нажатия на кнопку «стоп» секундомера мобильного телефона

4. Метод экспериментального исследования.

Многократное прямое измерение определённого интервала времени 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* | *0-10 секунд* | *0.005 секунд* |

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

В работе используются устройство или прибор, в котором происходит периодический процесс с частотой порядка нескольких десятых долей герца (часы с секундной стрелкой, стрелочный секундомер, математический или физический маятник) и цифровой секундомер, с ценой деления не более 0,01 с. Первый прибор задает интервал времени, который многократно измеряется цифровым секундомером.

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

*Таблица 1: Результаты прямых измерений*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | ti, c | ti - ⟨t⟩N, c | (ti - ⟨t⟩N)2, c2 |
| 1 | 8.13 | 0.0972 | 0.0094 |
| 2 | 8.06 | 0.0272 | 0.0007 |
| 3 | 8.00 | -0.0328 | 0.0011 |
| 4 | 7.83 | -0.2028 | 0.0411 |
| 5 | 8.04 | 0.0072 | 0.0001 |
| 6 | 7.97 | -0.0628 | 0.0039 |
| 7 | 7.72 | -0.3128 | 0.0978 |
| 8 | 8.15 | 0.1172 | 0.0137 |
| 9 | 8.06 | 0.0272 | 0.0007 |
| 10 | 7.99 | -0.0428 | 0.0018 |
| 11 | 8.10 | 0.0672 | 0.0045 |
| 12 | 7.95 | -0.0828 | 0.0069 |
| 13 | 8.06 | 0.0272 | 0.0007 |
| 14 | 8.09 | 0.0572 | 0.0033 |
| 15 | 7.95 | -0.0828 | 0.0069 |
| 16 | 8.02 | -0.0128 | 0.0002 |
| 17 | 8.14 | 0.1072 | 0.0115 |
| 18 | 7.66 | -0.3728 | 0.1390 |
| 19 | 8.13 | 0.0972 | 0.0094 |
| 20 | 8.03 | -0.0028 | 0.0000 |
| 21 | 8.12 | 0.0872 | 0.0076 |
| 22 | 8.06 | 0.0272 | 0.0007 |
| 23 | 8.08 | 0.0472 | 0.0022 |
| 24 | 8.24 | 0.2072 | 0.0429 |
| 25 | 8.04 | 0.0072 | 0.0001 |
| 26 | 8.24 | 0.2072 | 0.0429 |
| 27 | 8.10 | 0.0672 | 0.0045 |
| 28 | 7.97 | -0.0628 | 0.0039 |
| 29 | 8.11 | 0.0772 | 0.0060 |
| 30 | 8.14 | 0.1072 | 0.0115 |
| 31 | 8.30 | 0.2672 | 0.0714 |
| 32 | 8.22 | 0.1872 | 0.0350 |
| 33 | 7.79 | -0.2428 | 0.0590 |
| 34 | 7.99 | -0.0428 | 0.0018 |
| 35 | 7.94 | -0.0928 | 0.0086 |
| 36 | 7.95 | -0.0828 | 0.0069 |
| 37 | 8.07 | 0.0372 | 0.0014 |
| 38 | 8.04 | 0.0072 | 0.0001 |
| 39 | 8.04 | 0.0072 | 0.0001 |
| 40 | 7.92 | -0.1128 | 0.0127 |
| 41 | 7.87 | -0.1628 | 0.0265 |
| 42 | 8.21 | 0.1772 | 0.0314 |
| 43 | 8.21 | 0.1772 | 0.0314 |
| 44 | 7.70 | -0.3328 | 0.1108 |
| 45 | 7.97 | -0.0628 | 0.0039 |
| 46 | 8.39 | 0.3572 | 0.1276 |
| 47 | 7.99 | -0.0428 | 0.0018 |
| 48 | 7.80 | -0.2328 | 0.0542 |
| 49 | 8.08 | 0.0472 | 0.0022 |
| 50 | 7.98 | -0.0528 | 0.0028 |
|  | ⟨t⟩N = 8.0328 сек | =-0.0000 сек | 0.1474 сек  2.7065 сек-1 |

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

* 8.0328 сек
* 1 интервал = 0.10 сек

*Таблица 2. Данные для построения гистограммы.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Границы интервалов, с* |  |  |  |  |
| [7.66  7.76) | 3 | 1.44 | 7.710 | 0.2460 |
| [7.76  7.86) | 3 | 1.44 | 7.810 | 0.8636 |
| [7.86  7.96) | 6 | 2.87 | 7.910 | 1.9129 |
| [7.96  8.06) | 14 | 6.70 | 8.010 | 2.6743 |
| [8.06  8.16) | 17 | 8.13 | 8. 110 | 2.3596 |
| [8.16  8.26) | 5 | 2.39 | 8. 210 | 1.3140 |
| [8.26  8.40) | 2 | 0.96 | 8.330 | 0.3545 |

*Опытное значение плотности вероятности (5 интервал):*

*Нормальное распределение, описываемое функцией Гаусса (5 интервал):*

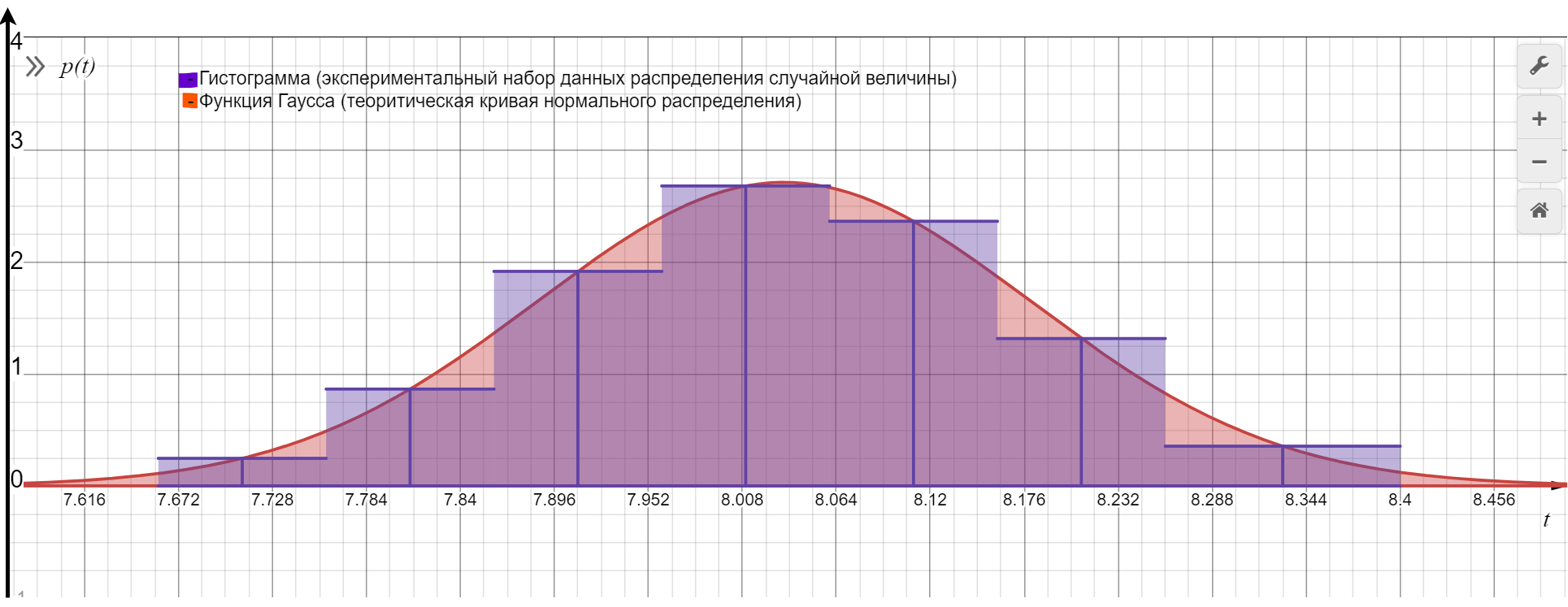
*Таблица 3. Стандартные доверительные интервалы.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, с | |  |  | P |
| от | до |
|  | 7.89 | 8.18 | 36 | 0.76 | 0.683 |
|  | 7.74 | 8.33 | 46 | 0.94 | 0.954 |
|  | 7.59 | 8.47 | 50 | 0.96 | 0.997 |

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

Абсолютная погрешность с учетом погрешности прибора:

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



12. Окончательные результаты.

* Среднеквадратичное отклонение среднего значения
* Табличное значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности:
* Доверительный интервал
* Абсолютная погрешность с учётом погрешности прибора:
* Среднее арифметическое всех результатов измерений
* Выборочное среднеквадратичное отклонение:
* Максимальное значение плотности распределения

13. Выводы и анализ результатов работы.

Общий набор данных случайной величины всегда стремится к нормальному распределению. По мере увеличения числа замеров увеличивается точность определения погрешности. Гистограмма отражает распределение данных и может иметь отклонения от идеальной формы, потому что получена на основе конечного числа измерений. Кривая Гаусса представляет теоретическую модель нормального распределения, которая предполагает бесконечное количество замеров.