**Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики**

**УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ**

Группа **М3215** К работе допущен Студент **Каримов Максим Дмитриевич** Работа выполнена 9.09.2024г Преподаватель **Хвастунов Н.Н.** Отчет принят

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1

**Исследование распределения случайной величины**

1. Цель работы.

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

1. 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.

1. Объект исследования.

Случайное распределение реальных значений временных интервалов при замере интервалов в 10 секунд.

1. Метод экспериментального исследования.

Многократные прямые измерения. Выбирается устанавливаемый по часам или секундомеру промежуток времени T = 10с. Многократно устанавливая этот промежуток времени, проведено N = 50 измерений. Результат каждого измерения (показания цифрового хронометра) занесены во второй столбец Табл.1.

1. Рабочие формулы и исходные данные.

(1) – функция плотности

) (2) – функция плотности вероятности от (

(3) – матожидание замера времени t от N

(4) - выборочное среднеквадратичное отклонение от t

(5) - максимальное значение плотности вероятности

(6) – среднеквадратичное отклонение среднего значения

(7) - доверительный интервал для измеряемого в работе промежутка времени.

.

1. Измерительные приборы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | Цифровой секундомер |  |  | 0,01с |
| *2* | Часы |  | Весь циферблат |  |

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

Не требуется

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

Таблица 1. Результаты прямых измерений и отличие от среднего результата.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | tᵢ, c | tᵢ - , c | , |
| 1 | 9,93 | -0,03 | 0 |
| 2 | 9,97 | 0,01 | 0 |
| 3 | 10,08 | 0,12 | 0,01 |
| 4 | 9,94 | -0,02 | 0 |
| 5 | 10,01 | 0,05 | 0 |
| 6 | 9,83 | -0,13 | 0,02 |
| 7 | 9,75 | -0,21 | 0,04 |
| 8 | 9,94 | -0,02 | 0 |
| 9 | 9,88 | -0,08 | 0,01 |
| 10 | 10 | 0,04 | 0 |
| 11 | 9,88 | -0,08 | 0,01 |
| 12 | 9,94 | -0,02 | 0 |
| 13 | 9,79 | -0,17 | 0,03 |
| 14 | 10,13 | 0,17 | 0,03 |
| 15 | 10,2 | 0,24 | 0,06 |
| 16 | 9,93 | -0,03 | 0 |
| 17 | 10,13 | 0,17 | 0,03 |
| 18 | 10 | 0,04 | 0 |
| 19 | 9,94 | -0,02 | 0 |
| 20 | 9,74 | -0,22 | 0,05 |
| 21 | 10 | 0,04 | 0 |
| 22 | 9,71 | -0,25 | 0,06 |
| 23 | 9,94 | -0,02 | 0 |
| 24 | 9,94 | -0,02 | 0 |
| 25 | 10 | 0,04 | 0 |
| 26 | 10,06 | 0,1 | 0,01 |
| 27 | 9,94 | -0,02 | 0 |
| 28 | 9,95 | -0,01 | 0 |
| 29 | 10,07 | 0,11 | 0,01 |
| 30 | 10,06 | 0,1 | 0,01 |
| 31 | 9,68 | -0,28 | 0,08 |
| 32 | 10,01 | 0,05 | 0 |
| 33 | 10 | 0,04 | 0 |
| 34 | 10,07 | 0,11 | 0,01 |
| 35 | 9,87 | -0,09 | 0,01 |
| 36 | 10,07 | 0,11 | 0,01 |
| 37 | 10 | 0,04 | 0 |
| 38 | 9,93 | -0,03 | 0 |
| 39 | 9,94 | -0,02 | 0 |
| 40 | 9,95 | -0,01 | 0 |
| 41 | 10,06 | 0,1 | 0,01 |
| 42 | 9,93 | -0,03 | 0,00 |
| 43 | 9,67 | -0,29 | 0,08 |
| 44 | 9,87 | -0,09 | 0,01 |
| 45 | 10,2 | 0,24 | 0,06 |
| 46 | 9,94 | -0,02 | 0 |
| 47 | 10,27 | 0,31 | 0,10 |
| 48 | 10,01 | 0,05 | 0 |
| 49 | 10,06 | 0,1 | 0,01 |
| 50 | 9,8 | -0,16 | 0,03 |
|  | **= 9,96с** | **0,01c** | **0,13c** |

посчитана исходя из уравнения(4), уравнения(3) и результатов измерений t. 𝑁

посчитано исходя из уравнения(5) и значения.

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

Таблица 2. Данные для построения гистограммы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Границы Интервалов, с | N | N/N\*T, | t, c | , |
| 9,6 | 2 | 0,4 | 9,65 | 0,18 |
| 9,7 |
| 9,7 | 4 | 0,8 | 9,75 | 0,83 |
| 9,8 |
| 9,8 | 6 | 1,2 | 9,85 | 2,14 |
| 9,9 |
| 9,9 | 16 | 3,2 | 9,95 | 3,05 |
| 10 |
| 10 | 17 | 3,4 | 10,05 | 2,41 |
| 10,1 |
| 10,1 | 4 | 0,8 | 10,15 | 1,05 |
| 10,2 |
| 10,2 | 1 | 0,2 | 10,25 | 0,25 |
| 10,3 |

1. Разделил на 7 интервалов от t(min) до t(max)
2. Посчитал сколько измерений попадает в каждый интервалов
3. Посчитал значение плотности вероятности по формуле 3 столбец
4. 4 столбец это середины интервалов
5. Посчитал значения плотности вероятности по формуле (2) в точках взятых в 4 столбце - 5 столбец

Таблица 3. Стандартные доверительные интервалы.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, с | | N | N/N | P |
| от | до |
| ⟨𝑡⟩𝑁 𝜎n | 9,83 | 10,09 | 38 | 0 | 0,68 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 2𝜎n | 9,7 | 10,22 | 47 | 0,94 | 0,95 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 3𝜎n | 9,57 | 10,35 | 50 | 1 | 1 |

В Табл.(3) построчно рассматриваются доверительные интервалы с произвольным радиусом, зависящим от 𝜎 и с центром в среднем арифметическом замеров .

1. 2 столбец это выбранные интервалы

2) кол-во результатов измерений, попадавших в эти интервалы 4 столбец

1. 4 столбец - отношения соответствующих “попаданий” к общему числу замеров.
2. 5 столбец - значения вероятностей попадания в данные интервалы. (Результаты эксперимента практически в точности воплощают теорию, описывающие значения вероятностей попадания в данные интервалы)

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

Из формулы(7): 𝜎 ⟨𝑡⟩ = 0. 02c

Зная значение коэффициента Стьюдента для данного эксперимента (8) и среднеквадратичное отклонение от среднего, можно рассчитать радиус доверительного интервала случайной погрешности:

∆𝑡 = 𝑡 𝛼,𝑁 · 𝜎 ⟨𝑡⟩ = 0. 04с

Зная значения обеих погрешностей, можно вычислить абсолютную погрешность результата измерений:

4c

Отсюда следует значение относительной погрешности:

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

Плотность вероятности попадания измерения в область значений.

12. Окончательные результаты.

= (9.96 ± 0, 04)с; ε 𝑡 = 0. 4%; α = 0,95

13.Выводы и анализ результатов работы.

В ходе данного эксперимента, было подтверждено, что теория, описывающая нормально распределение измеряемых случайных величин вполне соответствуют действительности: теоретическая вероятность попадания замера в доверительные интервалы совпала с реальным соотношением попавших замеров ко всем замерам.

На Графике Гистограммы, есть соответствие с кривой распределения Гаусса, но есть небольшая погрешность, вероятней всего причиной этому послужила методика эксперимента: имея ориентир в виде секундной стрелки, и человек, который не всегда может остановить таймер вовремя, а именно в 10 секунд, немного нажимает заранее или позднее.

14.Дополнительные задания.

15.Выполнение дополнительных заданий.

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

***Примечание:*** 1. *Пункты 1-13 Протокола-отчета*

*обязательны для заполнения.*

* 1. *Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.*
  2. *Для построения графиков используют только миллиметровую бумагу.*
  3. *Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.*

4