|  |  |
| --- | --- |
| Группа P3216 | К работе допущен |
| Студент Билошицкий Михаил Владимирович | Работа выполнена |
| Преподаватель Горбенко А.П. | Отчет принят |

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

Исследование распределения случайной величины

1. Цель работы.

Исследование распределения случайной величины на примере многократных измерений определенного 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.

Распределение случайной величины при многократных измерениях времени на механических и электронных секундомерах.

4. Метод экспериментального исследования.

Проведение многократных измерений одинаковых временных промежутков на механических и электронных секундомерах.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

Функция Гаусса для закона нормального распределения:

𝜌 (𝑡) =

Выборочное математическое ожидание:

…

Выборочное среднеквадратичное отклонение:

Среднеквадратичное отклонение среднего значения:

Доверительный интервал для измеряемого промежутка времени, используя коэффициент Стьюдента:

Максимальная плотность нормального распределения:

6. Измерительные приборы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| 1 | Механический секундомер | механический | 0.0-10.0с | 0.1с |
| 2 | Электронный секундомер | электронный | 0.00-10.00с | 0.01с |

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

**Таблица 1:** Результаты прямых измерений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | ti, с | ti - N, с | , c2 |
| 1 | 9,91 | -0,09 | 0,0081 |
| 2 | 10,27 | 0,27 | 0,0729 |
| 3 | 9,88 | -0,12 | 0,0144 |
| 4 | 9,85 | -0,15 | 0,0225 |
| 5 | 9,79 | -0,21 | 0,0441 |
| 6 | 9,99 | -0,01 | 0,0001 |
| 7 | 9,76 | -0,24 | 0,0576 |
| 8 | 9,95 | -0,05 | 0,0025 |
| 9 | 10,05 | 0,05 | 0,0025 |
| 10 | 10,01 | 0,01 | 0,0001 |
| 11 | 9,86 | -0,14 | 0,0196 |
| 12 | 9,92 | -0,08 | 0,0064 |
| 13 | 9,81 | -0,19 | 0,0361 |
| 14 | 10,01 | 0,01 | 0,0001 |
| 15 | 10,21 | 0,21 | 0,0441 |
| 16 | 9,75 | -0,25 | 0,0625 |
| 17 | 9,65 | -0,35 | 0,1225 |
| 18 | 9,64 | -0,36 | 0,1296 |
| 19 | 9,78 | -0,22 | 0,0484 |
| 20 | 10,35 | 0,35 | 0,1225 |
| 21 | 9,81 | -0,19 | 0,0361 |
| 22 | 9,79 | -0,21 | 0,0441 |
| 23 | 9,86 | -0,14 | 0,0196 |
| 24 | 9,73 | -0,27 | 0,0729 |
| 25 | 9,71 | -0,29 | 0,0841 |
| 26 | 9,74 | -0,26 | 0,0676 |
| 27 | 9,83 | -0,17 | 0,0289 |
| 28 | 9,62 | -0,38 | 0,1444 |
| 29 | 9,9 | -0,1 | 0,01 |
| 30 | 9,72 | -0,28 | 0,0784 |
| 31 | 9,84 | -0,16 | 0,0256 |
| 32 | 9,79 | -0,21 | 0,0441 |
| 33 | 9,67 | -0,33 | 0,1089 |
| 34 | 9,8 | -0,2 | 0,04 |
| 35 | 9,98 | -0,02 | 0,0004 |
| 36 | 9,77 | -0,23 | 0,0529 |
| 37 | 9,93 | -0,07 | 0,0049 |
| 38 | 10,07 | 0,07 | 0,0049 |
| 39 | 9,73 | -0,27 | 0,0729 |
| 40 | 10,08 | 0,08 | 0,0064 |
| 41 | 9,59 | -0,41 | 0,1681 |
| 42 | 9,87 | -0,13 | 0,0169 |
| 43 | 9,69 | -0,31 | 0,0961 |
| 44 | 9,86 | -0,14 | 0,0196 |
| 45 | 9,89 | -0,11 | 0,0121 |
| 46 | 9,76 | -0,24 | 0,0576 |
| 47 | 10,09 | 0,09 | 0,0081 |
| 48 | 9,75 | -0,25 | 0,0625 |
| 49 | 9,96 | -0,04 | 0,0016 |
| 50 | 9,99 | -0,01 | 0,000100 |
|  | = 9,87с |  | 0,16с |

Вычислим среднее математическое ожидание :

с

Вычислим выборочное среднеквадратичное отклонение для 50 измерений:

Вычислим максимальное значение плотности распределения:

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

Исходя из таблицы 1:

tmin = 9,59с

tmax = 10,35с

t = = с

**Таблица 2:** Данные для построения гистограммы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Границы интервалов, c | ∆𝑁 | , | t, c | 𝜌, c-1 |
| 9,59 | 6 | 1,09 | 9,645 | 0,97 |
| 9,70 |
| 9,70 | 17 | 3,09 | 9,755 | 1,97 |
| 9,81 |
| 9,81 | 12 | 2,18 | 9,865 | 2,49 |
| 9,92 |
| 9,92 | 8 | 1,45 | 9,975 | 1,97 |
| 10,03 |
| 10,03 | 4 | 0,72 | 10,085 | 0,97 |
| 10,14 |
| 10,14 | 1 | 0,18 | 10,195 | 0,30 |
| 10,25 |
| 10,25 | 2 | 0,36 | 10,305 | 0,057 |
| 10,36 |

Найдем значения t, соответствующие серединам выбранных интервалов:

Пример для первого интервала:

t = 9,59c + = 9,645c

Найдем значения плотности вероятности по функции Гаусса:

Пример для первого значения:

𝜌 (𝑡) = 0,97с-1 – где – вычисленное ранее выборочное среднеквадратичное отклонение, а - вычисленное ранее среднее математическое ожидание.

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

**Таблица 3:** Стандартные доверительные интервалы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, с | | ΔN |  | P |
| от | до |
| ± | 9,71 | 10,03 | 36 | 0,72 | 0,68 |
| ± 2 | 9,55 | 10,19 | 47 | 0,94 | 0,95 |
| ± 3 | 9,39 | 10,35 | 50 | 1 | 0,998 |

Найдем значения через интеграл функции распределения.

Пример для первого значения:

-+

Рассчитаем среднеквадратичное отклонение среднего значения:

Значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности = 0,95 при 50 измерениях равно 2,0096.

Найдем доверительный интервал для данного промежутка времени:

= 2,0096 0,023с 0,046с

Найдем доверительную вероятность :

-∆t+

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

10,35

12

2

1

4

8

17

6

12. Окончательные результаты.

= 9,87с

0,16с

= 0,68

0,046с

0,23

13. Выводы и анализ результатов работы.

В результате анализа полученных измерений была создана диаграмма, отображающая распределение результатов. Сравнение данной диаграммы с графиком функции нормального распределения случайной величины позволяет сделать вывод о правильности проведенных измерений и обработки данных. Это свидетельствует о том, что все процессы были выполнены без ошибок и соблюдены все необходимые процедуры.