|  |  |
| --- | --- |
| Группа P3212 | К работе допущен |
| Студент Балин Артем Алексеевич | Работа выполнена |
| Преподаватель Егоров Михаил Юрьевич | Отчет принят |

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

**Исследование распределения случайной**

**величины**

1. Цель 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.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

Исследование закона распределения случайной величины.

3. Объект исследования.

Распределение случайной величины.

4. Метод экспериментального исследования.

Замер времени при помощи

5. Рабочие формулы и исходные данные.

Функция Гаусса:

Изображение выглядит как Шрифт, линия, диаграмма, белый

Автоматически созданное описание

Выборочное среднее:

Изображение выглядит как Шрифт, белый, текст, диаграмма

Автоматически созданное описание

Выборочное среднеквадратичное отклонение:

Изображение выглядит как Шрифт, линия, диаграмма, белый

Автоматически созданное описание

Максимальное значение плотности распределения:

Изображение выглядит как Шрифт, текст, белый, символ

Автоматически созданное описание

Среднеквадратичное отклонение среднего значения:

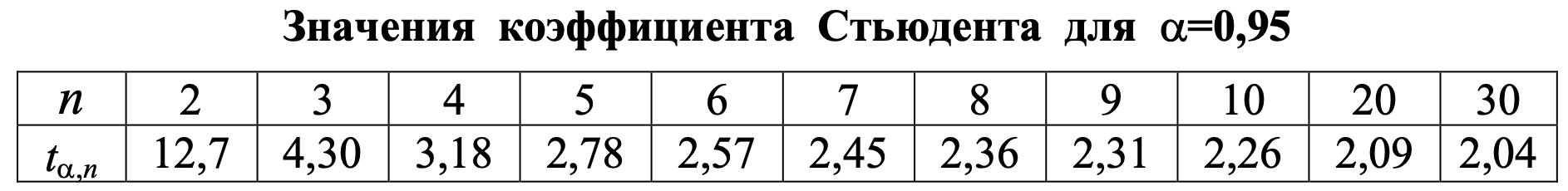
Изображение выглядит как Шрифт, текст, белый, линия

Автоматически созданное описание

Доверительный интервал для измеряемого в работе промежутка времени:

Изображение выглядит как Шрифт, белый, текст, символ

Автоматически созданное описание



6. Измерительные приборы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | *Секундомер стрелочный* | *механический* | *0-60 с* | *0,1 с* |
| *2* | *Цифровой секундомер* | *электронный* | *0-599,99 с* | *0,01 с* |

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

**Таблица 1:** Результаты прямых измерений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | 𝑡𝑖, *с* | 𝑡𝑖 − ⟨𝑡⟩𝑁 , *с* | (𝑡𝑖 −⟨𝑡⟩𝑁)2, *с2* |
| 1 | 9,71 | -0,25 | 0,0625 |
| 2 | 9,71 | -0,25 | 0,0625 |
| 3 | 9,78 | -0,18 | 0,0324 |
| 4 | 9,81 | -0,15 | 0,0225 |
| 5 | 9,81 | -0,15 | 0,0225 |
| 6 | 9,81 | -0,15 | 0,0225 |
| 7 | 9,84 | -0,12 | 0,0144 |
| 8 | 9,84 | -0,12 | 0,0144 |
| 9 | 9,84 | -0,12 | 0,0144 |
| 10 | 9,84 | -0,12 | 0,0144 |
| 11 | 9,85 | -0,11 | 0,0121 |
| 12 | 9,87 | -0,09 | 0,0081 |
| 13 | 9,87 | -0,09 | 0,0081 |
| 14 | 9,88 | -0,08 | 0,0064 |
| 15 | 9,90 | -0,06 | 0,0036 |
| 16 | 9,90 | -0,06 | 0,0036 |
| 17 | 9,90 | -0,06 | 0,0036 |
| 18 | 9,90 | -0,06 | 0,0036 |
| 19 | 9,91 | -0,05 | 0,0025 |
| 20 | 9,91 | -0,05 | 0,0025 |
| 21 | 9,93 | -0,03 | 0,0009 |
| 22 | 9,94 | -0,02 | 0,0004 |
| 23 | 9,96 | 0,00 | 0,0000 |
| 24 | 9,96 | 0,00 | 0,0000 |
| 25 | 9,96 | 0,00 | 0,0000 |
| 26 | 9,97 | 0,01 | 0,0001 |
| 27 | 9,97 | 0,01 | 0,0001 |
| 28 | 9,97 | 0,01 | 0,0001 |
| 29 | 9,97 | 0,01 | 0,0001 |
| 30 | 9,97 | 0,01 | 0,0001 |
| 31 | 9,97 | 0,01 | 0,0001 |
| 32 | 9,97 | 0,01 | 0,0001 |
| 33 | 10,00 | 0,04 | 0,0016 |
| 34 | 10,00 | 0,04 | 0,0016 |
| 35 | 10,00 | 0,04 | 0,0016 |
| 36 | 10,00 | 0,04 | 0,0016 |
| 37 | 10,00 | 0,04 | 0,0016 |
| 38 | 10,03 | 0,07 | 0,0049 |
| 39 | 10,03 | 0,07 | 0,0049 |
| 40 | 10,06 | 0,10 | 0,0100 |
| 41 | 10,06 | 0,10 | 0,0100 |
| 42 | 10,07 | 0,11 | 0,0121 |
| 43 | 10,09 | 0,13 | 0,0169 |
| 44 | 10,09 | 0,13 | 0,0169 |
| 45 | 10,09 | 0,13 | 0,0169 |
| 46 | 10,15 | 0,19 | 0,0361 |
| 47 | 10,19 | 0,23 | 0,0529 |
| 48 | 10,22 | 0,26 | 0,0676 |
| 49 | 10,22 | 0,26 | 0,0676 |
| 50 | 10,22 | 0,26 | 0,0676 |
|  | ⟨𝑡⟩𝑁 = 9,96 c | = -2,37 c | 𝜎𝑁 = 0,12 с  𝜌𝑚𝑎𝑥= 3,27 *с-1* |

Используя полученные данные, были произведены следующие вычисления:

* Выборочное среднее ⟨𝑡⟩𝑁 как среднеарифметическое всех результатов измерений:

⟨𝑡⟩𝑁 = c.

* Выборочное среднеквадратичное отклонение

где N=50 – полное количество измерений, – результат измерения времени в i-ом опыте:

* Максимум плотности распределения нормальной величины:

c-1

Для того, чтобы построить гистограмму, которая наглядно показывает результаты проделанной работы, были произведены дополнительные расчёты. Для осуществления данных расчётов была создана таблица №2. Первый столбец таблицы был составлен следующим образом: из таблицы №1 были выбраны наибольшее и наименьшее значение ti (они образуют концы промежутка). Промежуток [tmin; tmax] был разбит на 7 равных интервалов , где - шаг распределения.

с

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

**Таблица 2:** Данные для построения гистограммы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Границы интервалов, c* | ∆𝑁 | *,* | *t, c* | 𝜌, *c-1* |
| 9,71 | 3 | 0,86 | 9,75 | 0,69 |
| 9,78 |
| 9,78 | 8 | 2,29 | 9,82 | 1,61 |
| 9,85 |  |  |  |  |
| 9,85 | 9 | 2,57 | 9,89 | 2,71 |
| 9,92 |  |  |  |  |
| 9,92 | 13 | 3,71 | 9,96 | 3,26 |
| 9,99 |  |  |  |  |
| 10,00 | 10 | 2,86 | 10,04 | 2,64 |
| 10,08 |  |  |  |  |
| 10,08 | 4 | 1,14 | 10,12 | 1,38 |
| 10,16 |  |  |  |  |
| 10,16 | 3 | 0,86 | 10,20 | 0,51 |
| 10,23 |  |  |  |  |

Используя полученные данные, были произведены следующие вычисления:

* Опытное значение плотности вероятности (Третий столбец таблицы №2):

1/c, где N = 50 – полное количество измерений, Δt – шаг распределения, ΔN - количество результатов, попавших в интервал [t; t + ∆t].

* Значения t, соответствующие серединам выбранных ранее интервалов
* Опытное значение плотности вероятности

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

**Таблица 3:** Стандартные доверительные интервалы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, с | | ΔN |  | P |
| от | до |
| ± | 9,84 | 10,08 | 36 | 0,72 | 0,68 |
| ± 2 | 9,72 | 10,20 | 47 | 0,94 | 0,95 |
| ± 3 | 9,59 | 10,33 | 50 | 1,00 | 1,00 |

Для P:

P

* Рассчитаем среднеквадратичное отклонение среднего значения:

0,017 с

* Нашли табличное значение коэффициента Стьюдента tα,N для доверительной вероятности α = 0,95. Записали доверительный интервал для измеряемого в работе промежутка времени: ∆t = tα,N ·σ⟨t⟩, ∆t = 0,035 с
* Найдем доверительную вероятность

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

* График функции распределения случайной величины
* Ступенчатая диаграмма значений на определённых интервалах времени

11. Окончательные результаты.

12. Выводы и анализ результатов работы.

13. Дополнительные задания.

14. Выполнение дополнительных заданий.

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