**Университет ИТМО**

**Физико-технический мегафакультет Физический факультет**

Группа K3121 К работе допущен Студент Абдулов И. Работа выполнена Преподаватель Курашова С.А. 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.

1. Задачи, решаемые при выполнении работы:
2. Провести многократные измерения определенного интервала времени.
3. Построить гистограмму распределения результатов измерения.
4. Вычислить среднее значение и дисперсию полученной выборки.
5. Сравнить гистограмму с графиком функции Гаусса с такими же, как и у экспериментального распределения средним значением и дисперсией.
6. Объект исследования:

Измерения заданного промежутка времени.

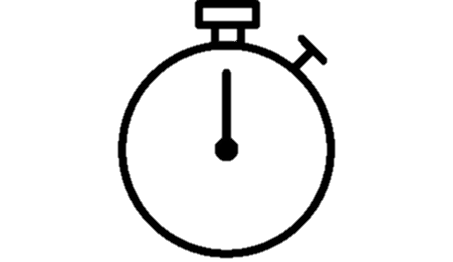
1. Метод экспериментального исследования:
2. Многократный замер 5-секундного промежутка.
3. Анализ полученных результатов.
4. Рабочие формулы и исходные данные.

* ⟨𝑡⟩*N* = (𝑡1 + 𝑡2 + ... + 𝑡*N*) = - среднее арифметическое всех результатов измерений.
* 𝜎*N*= – выборочное среднеквадратичное отклонение.
* 𝜌max = - максимальное значение плотности распределения.
* – среднеквадратичное отклонение среднего значения.
* 𝜌(𝑡) = – нормальное распределение, описываемое функцией Гаусса.
* ∆𝑡 = 𝑡𝛼,𝑁 · 𝜎⟨𝑡⟩ - доверительный интервал.
* · *100%* - относительная погрешность.

1. Измерительные приборы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | Секундомер | *Цифровой* | *5 с* | 1. *мс* |

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



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

Таблица 1. Результаты прямых измерений.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | *, с* | *, раз* | *N , с* | *N*)*2, с2* |
| 1 | 4,85 | 0 | -0,18 | 0,0308 |
| 2 | 4,86 | 0 | -0,17 | 0,0274 |
| 3 | 4,87 | 1 | -0,16 | 0,0242 |
| 4 | 4,88 | 1 | -0,15 | 0,0212 |
| 5 | 4,89 | 3 | -0,14 | 0,0184 |
| 6 | 4,9 | 3 | -0,13 | 0,0158 |
| 7 | 4,91 | 2 | -0,12 | 0,0134 |
| 8 | 4,92 | 3 | -0,11 | 0,0112 |
| 9 | 4,93 | 2 | -0,10 | 0,0091 |
| 10 | 4,94 | 2 | -0,09 | 0,0073 |
| 11 | 4,95 | 3 | -0,08 | 0,0057 |
| 12 | 4,96 | 3 | -0,07 | 0,0043 |
| 13 | 4,97 | 4 | -0,06 | 0,0031 |
| 14 | 4,98 | 5 | -0,05 | 0,0021 |
| 15 | 4,99 | 6 | -0,04 | 0,0013 |
| 16 | 5,00 | 7 | -0,03 | 0,0007 |
| 17 | 5,01 | 6 | -0,02 | 0,0002 |
| 18 | 5,02 | 6 | -0,01 | 0,0000 |
| 19 | 5,03 | 6 | 0,00 | 0,0000 |
| 20 | 5,04 | 6 | 0,01 | 0,0002 |
| 21 | 5,05 | 5 | 0,02 | 0,0006 |
| 22 | 5,06 | 4 | 0,03 | 0,0012 |
| 23 | 5,07 | 4 | 0,04 | 0,0020 |
| 24 | 5,08 | 3 | 0,05 | 0,0030 |
| 25 | 5,09 | 2 | 0,06 | 0,0041 |
| 26 | 5,10 | 2 | 0,07 | 0,0055 |
| 27 | 5,11 | 2 | 0,08 | 0,0071 |
| 28 | 5,12 | 3 | 0,09 | 0,0089 |
| 29 | 5,13 | 3 | 0,10 | 0,0109 |
| 30 | 5,14 | 2 | 0,11 | 0,0131 |
| 31 | 5,15 | 3 | 0,12 | 0,0155 |
| 32 | 5,16 | 2 | 0,13 | 0,0181 |
| 33 | 5,17 | 2 | 0,14 | 0,0209 |
| 34 | 5,18 | 2 | 0,15 | 0,0238 |
| 35 | 5,19 | 1 | 0,16 | 0,0270 |
| 36 | 5,2 | 0 | 0,17 | 0,0304 |
|  | ⟨𝑡⟩𝑁 = 5,03*с* |  | = -0,02 *с* | 𝜎𝑁 = 0,06 *с*  𝜌𝑚𝑎𝑥 = 6,65 *с -1* |

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

* ⟨𝑡⟩*N =* = 5,03 *с*
* 𝜎*N*= = 0,06 *с*
* 𝜌max = = 6,65 *с -1*
* = 0,01 *с*
* ∆𝑡 = 1,98· 0,01 = 0,02 *с*

Таблица 2. Данные для построения гистограммы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Границы интервалов, с | *∆N* | , *с-1* | 𝑡*, c* | 𝜌, *c-1* |
| 4,86 | 13 | 1,99 | 4,90 | 0,64 |
| 4,92 |
| 4,93 | 25 | 3,82 | 4,97 | 3,87 |
| 4,99 |
| 5,00 | 40 | 6,12 | 5,03 | 6,64 |
| 5,06 |
| 5,07 | 19 | 2,91 | 5,10 | 3,47 |
| 5,13 |
| 5,14 | 12 | 1,83 | 5,16 | 0,60 |
| 5,20 |

𝜌(5,03) == 6,64 *с -1*

𝜌(5,10) == 3,47 *с -1*

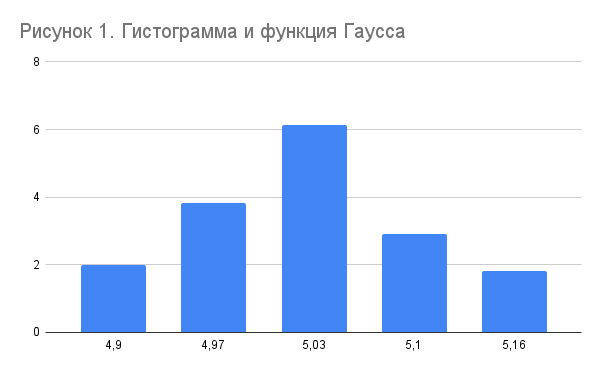
Таблица 3. Стандартные доверительные интервалы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, *с* | | *∆N* |  | *P* |
| от | до |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 𝜎 | 4,97 | 5,09 | 64 | 0,59 | 0,683 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 2𝜎 | 4,91 | 5,15 | 94 | 0,86 | 0,954 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 3𝜎 | 4,85 | 5,21 | 109 | 1,00 | 0,997 |

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

* Абсолютная погрешность: ∆𝑡 = 𝑡𝛼,𝑁 · 𝜎⟨𝑡⟩ =2,00 · 0,01 = 0,02 *с*
* Относительная погрешность: · *100% =* · *100%*

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



1. Окончательные результаты.

* Среднеквадратичное отклонение среднего значения 𝜎⟨𝑡⟩ = 0,01с
* Табличное значение коэффициента Стьюдента 𝑡𝛼,𝑁 для доверительной вероятности

𝛼 = 0,95: 𝑡𝛼,𝑁 = 2,00

* Доверительный интервал ∆𝑡 = 0,02 c
* Среднее арифметическое всех результатов измерений ⟨𝑡⟩𝑁 = 5,03 c
* Выборочное среднеквадратичное отклонение: 𝜎𝑁 = 0,06 *с*
* Максимальное значение плотности распределения 𝜌𝑚𝑎𝑥 = 6,65 *с -1*
* *t* = (5,03 ± 0,02) *c*
* Относительная погрешность = 0,4 %

1. Выводы и анализ результатов работы.

Таким образом, мы исследовали распределение случайной величины на примере многократных замеров временного отрезка в 5 секунд. Расчеты для результатов косвенных измерений были проведены в программе Microsoft Excel. Результаты прямых измерений, данные для построения гистограммы, стандартные доверительные интервалы были занесены в соответствующие таблицы. После заполнения таблиц построили гистограмму и функцию Гаусса. Функция Гаусса делает из ступенчатой гистограммы плавную кривую.

1. Дополнительные задания.

1. Выполнение дополнительных заданий.

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

***Примечание:***

* + *Пункты 1-6,8-13 Протокола-отчета* ***обязательны*** *для заполнения.*
  + *Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.*
  + *При ручном построении графиков рекомендуется использовать миллиметровую бумагу.*
  + *Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.*