**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.

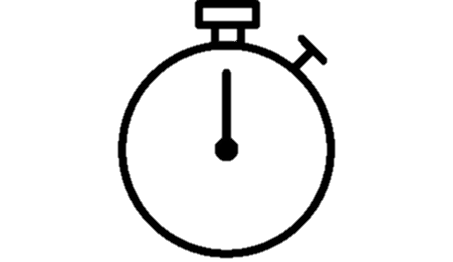
1. Метод экспериментального исследования:
2. Многократный замер 10-секундного промежутка.
3. Анализ полученных результатов.
4. Рабочие формулы и исходные данные.

* ⟨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* | *10 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* | *N , с* | *N*)*2, с2* |
| 1 | 10,13 | -0,03 | 0,0011 |
| 2 | 10,24 | 0,08 | 0,0058 |
| 3 | 10,10 | -0,06 | 0,0040 |
| 4 | 10,28 | 0,12 | 0,0135 |
| 5 | 10,05 | -0,11 | 0,0129 |
| 6 | 10,34 | 0,18 | 0,0311 |
| 7 | 10,38 | 0,22 | 0,0468 |
| 8 | 10,48 | 0,32 | 0,1001 |
| 9 | 10,29 | 0,13 | 0,0160 |
| 10 | 10,08 | -0,08 | 0,0070 |
| 11 | 10,42 | 0,26 | 0,0657 |
| 12 | 10,27 | 0,11 | 0,0113 |
| 13 | 9,46 | -0,70 | 0,4951 |
| 14 | 9,97 | -0,19 | 0,0375 |
| 15 | 10,23 | 0,07 | 0,0044 |
| 16 | 10,33 | 0,17 | 0,0277 |
| 17 | 10,23 | 0,07 | 0,0044 |
| 18 | 10,10 | -0,06 | 0,0040 |
| 19 | 10,26 | 0,10 | 0,0093 |
| 20 | 9,88 | -0,28 | 0,0804 |
| 21 | 10,33 | 0,17 | 0,0277 |
| 22 | 10,35 | 0,19 | 0,0347 |
| 23 | 10,34 | 0,18 | 0,0311 |
| 24 | 10,07 | -0,09 | 0,0088 |
| 25 | 10,15 | -0,01 | 0,0002 |
| 26 | 10,08 | -0,08 | 0,0070 |
| 27 | 10,34 | 0,18 | 0,0311 |
| 28 | 10,15 | -0,01 | 0,0002 |
| 29 | 10,04 | -0,12 | 0,0153 |
| 30 | 10,25 | 0,09 | 0,0075 |
| 31 | 10,05 | -0,11 | 0,0129 |
| 32 | 10,40 | 0,24 | 0,0559 |
| 33 | 10,34 | 0,18 | 0,0311 |
| 34 | 10,08 | -0,08 | 0,0070 |
| 35 | 10,39 | 0,23 | 0,0513 |
| 36 | 9,95 | -0,21 | 0,0456 |
| 37 | 10,36 | 0,20 | 0,0386 |
| 38 | 10,12 | -0,04 | 0,0019 |
| 39 | 10,10 | -0,06 | 0,0040 |
| 40 | 10,04 | -0,12 | 0,0153 |
| 41 | 10,01 | -0,15 | 0,0236 |
| 42 | 9,98 | -0,18 | 0,0337 |
| 43 | 10,09 | -0,07 | 0,0054 |
| 44 | 10,21 | 0,05 | 0,0022 |
| 45 | 9,89 | -0,27 | 0,0749 |
| 46 | 9,83 | -0,33 | 0,1113 |
| 47 | 10,10 | -0,06 | 0,0040 |
| 48 | 9,96 | -0,20 | 0,0415 |
| 49 | 10,33 | 0,17 | 0,0277 |
| 50 | 10,33 | 0,17 | 0,0277 |
|  | ⟨𝑡⟩𝑁 = 10,16*с* | = 0 *с* | 𝜎𝑁 = 0,19 *с*  𝜌𝑚𝑎𝑥 = 2,1 *с -1* |

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

* ⟨𝑡⟩*N =* = 10,16 *с*
* 𝜎*N*= = 0,19 *с*
* 𝜌max = = 2,1 *с -1*
* = 0,03 *с*
* ∆𝑡 = 2,1· 0,03 = 0,06 *с*

Таблица 2. Данные для построения гистограммы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Границы интервалов, с | *∆N* | , *с-1* | 𝑡*, c* | 𝜌, *c-1* |
| 9,45 | 1 | 0,13 | 9,46 | 0,002 |
| 9,6 |
| 9,6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9,75 |
| 9,75 | 3 | 0,40 | 9,87 | 0,64 |
| 9,9 |
| 9,9 | 9 | 1,20 | 10,01 | 1,51 |
| 10,05 |
| 10,05 | 13 | 1,73 | 10,10 | 1,99 |
| 10,2 |
| 10,2 | 18 | 2,40 | 10,29 | 1,68 |
| 10,35 |
| 10,35 | 6 | 0,80 | 10,40 | 0,97 |
| 10,5 |

𝜌(3) == 0,64 *с -1*

𝜌(4) == 1,51 *с -1*

Таблица 3. Стандартные доверительные интервалы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, *с* | | *∆N* |  | *P* |
| от | до |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 𝜎*N* | 9,97 | 10,35 | 37 | 0,74 | 0,683 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 2𝜎*N* | 9,78 | 10,54 | 49 | 0,98 | 0,954 |
| ⟨𝑡⟩𝑁 ± 3𝜎*N* | 9,60 | 10,73 | 49 | 0,98 | 0,997 |

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

* Абсолютная погрешность: ∆𝑡 = 𝑡𝛼,𝑁 · 𝜎⟨𝑡⟩ =2,1 · 0,03 = 0,063 *с* 06 *с*
* Относительная погрешность: · *100% =* · *100%*

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

* Среднеквадратичное отклонение среднего значения 𝜎⟨𝑡⟩ = 0,03с
* Табличное значение коэффициента Стьюдента 𝑡𝛼,𝑁 для доверительной вероятности

𝛼 = 0,95: 𝑡𝛼,𝑁 = 2,1

* Доверительный интервал ∆𝑡 = 0,06 c
* Среднее арифметическое всех результатов измерений ⟨𝑡⟩𝑁 = 10,16 c
* Выборочное среднеквадратичное отклонение: 𝜎𝑁 = 0,19 *с*
* Максимальное значение плотности распределения 𝜌𝑚𝑎𝑥 = 2,1 *с -1*
* *t* = (10,16 ± 0,06) *c*
* Относительная погрешность = 0,6 %

1. Выводы и анализ результатов работы.

Таким образом, мы исследовали распределение случайной величины на примере многократных измерений временного отрезка в 10 секунд. Расчеты для результатов косвенных измерений мы осуществляли по средствам программы Microsoft Excel. Занесли результаты прямых измерений, данные для построения гистограммы, стандартные доверительные интервалы в соответствующие таблицы. После заполнения таблиц построили гистограмму и нанесли на нее график функции Гаусса. График функции Гаусса отражает в себе тенденцию гистограммы, но делает это плавнее. Полученные нами значения вероятности имеют незначительные отличия от вероятности нормального распределения.

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.*