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



**УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ**

Группа Р3110 К работе допущен Студент Данилов Павел Юрьевич Работа выполнена

Преподаватель Коробков Максим Петрович

Отчет принят **Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1**

Исследование распределения случайной величины

# 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.

# Задачи, решаемые при выполнении работы.

1) **Провести 50 измерений, устанавливая промежуток времени в 5с.** Результат каждого измерения заносить во второй столбец Табл. 1;

2) **Построим гистограмму**, выполняя следующие действия:

- **взять tmin и tmax** из Табл. 1.

- **разбить промежуток на m равных интервалов**, где m должно быть близко к √N (N – число измерений). Измеренные значения 𝑡𝑚𝑖𝑛 и 𝑡𝑚𝑎𝑥 должны попадать внутрь «крайних» интервалов; Границы выбранных интервалов занесем в первый столбец Табл. 2

- **подсчитаем число результатов измерений ∆𝑁𝑖**, из Табл. 1, **попавших в каждый из интервалов ∆𝑡**, заполнив таким образом второй столбец Табл. 2;

- **вычислим опытное значение плотности вероятности** (третий столбец Табл. 2);

- построим на миллиметровой бумаге гистограмму.

3) По данным Табл. 1 **вычислим выборочное значение среднего ⟨𝑡⟩𝑁 и выборочное среднеквадратичное отклонение 𝜎𝑁**;

4) Запишем результат «в подвал» Табл.1;

5) По формуле (5) **вычислим максимальное значение плотности распределения 𝜌𝑚𝑎𝑥**, соответствующее 𝑡 = ⟨𝑡⟩, занесём его в «подвал» Табл. 1;

6) **Найдем значения 𝑡, соответствующие серединам выбранных ранее интервалов**, занесем их в четвертый столбец Табл. 2. Для этих значений, используя параметры ⟨𝑡⟩𝑁 и 𝜎𝑁 в качестве ⟨𝑡⟩ и 𝜎, **вычислим значения плотности распределения 𝜌 (𝑡),** занесем их в пятый столбец Табл. 2. Нанесем все расчетные точки на график, на котором изображена гистограмма, и проведем через них плавную кривую;

7) Проверим, насколько точно выполняется в наших опытах соотношение между вероятностями и долями ΔNσ/N, ΔN2σ/N,ΔN3σ/N . Для этого **вычислим границы интервалов** для найденных вами значений ⟨𝑡⟩𝑁 и 𝜎𝑁, занесем их во второй и третий столбцы Табл. 3;

8) По данным Табл. 1 **подсчитаем** и занесем в Табл. 3 **количество ∆𝑁 измерений**, попадающих в каждый из этих интервалов, и отношение ΔN/N этого количества к общему числу измерений. Сравним их с соответствующими нормальному распределению значениями 𝑃 вероятности;

9) **Рассчитаем среднеквадратичное отклонени**е среднего значения;

10) **Найдем табличное значение коэффициента Стьюдента** 𝑡𝛼, 𝑁 для доверительной вероятности 𝛼 = 0,95. Запишем доверительный интервал для измеряемого в работе промежутка времени

# Объект исследования.

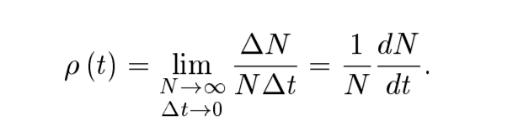
Промежуток времени в размере 5 секунд

# Метод экспериментального исследования.

Многократное измерение времени, заданного стрелочным секундомером, при помощи цифрового секундомера.

# Рабочие формулы и исходные данные.

1)Плотность вероятности p(t):



2) Плотность вероятности p(t) метод измерения 2:

Изображение выглядит как объект, часы

Автоматически созданное описание

3) Максимальная плотность вероятности:

Изображение выглядит как часы

Автоматически созданное описание

4) Коэффициент 𝑡𝛼, 𝑁 – коэффициент Стьюдента, где 𝛼 - доверительная вероятность:

5)Формула вероятности попадания точки в заданный отрезок:

Изображение выглядит как объект, часы

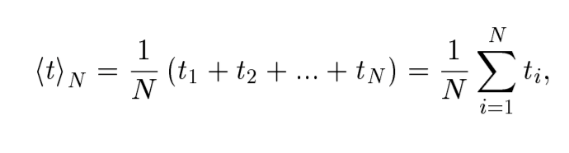
Автоматически созданное описание

6)Стандартные вероятности попадания точки в интервалы ,, для нормального распределения:

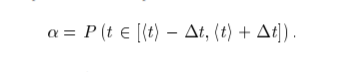
Изображение выглядит как объект

Автоматически созданное описание

7) Среднее t:



8) Доверительная вероятность



9) Среднеквадратичное отклонение среднего значения

Изображение выглядит как часы

Автоматически созданное описание

10) Выборочное среднеквадратичное отклонение

Изображение выглядит как объект, часы

Автоматически созданное описание

# Измерительные приборы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | Секундомер | *Электронный* | *5 секунд* | *0,005с* |
| *2* | Секундомер | *Механический* | *5 секунд* | *0,1с* |

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

*Таблица 1 - см.* ***приложение 1***

=4,86c

=5,26c

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

Таблица 2- см. ***приложение 1***

Примеры расчетов:

*Примечание: для расчетов, выполняемых многократно, указан пример вычисления для n=1.*

<t>n ===5,03c

t1 - <t>n =4,86 – 5,03 = -0,17c

= = 0,0303

= ==0,084с

=0,084\*0,084=0,007

/NΔt = = 1,71

= = = 4,74

t1 = ==4,89с

) = )=1,10

= 33/50 = 0,66

= 47/50 = 0,94

= 50/50 = 1

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

Таблица 3- см. ***приложение 1***

СКО:

𝜎⟨𝑡⟩ = ==0,012с

Коэффициент Стьюдента:

= =2,01(табличное значение)

Доверительный интервал случайной погрешности:

= · 𝜎⟨𝑡⟩=2,01 \* 0,012 = 0,024с

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

* График 1: Сравнение графиков гистограммы(эксп) и функции Гаусса

# Окончательные результаты.

<t>n = 5,03c – среднее время t

=0,084с – выборочное СКО

= 4,74 – максимальная плотность распределения

= 0,024с – доверительный интервал случайной погрешности

,, – стандартные интервалы

Сравнительные графики реальной и идеальной гистограмм и функции нормального распределения(см Приложение 2)

# Выводы и анализ результатов работы.

*Выводы по исследованию:*

Сравним получившуюся гистограмму с графиком функции нормального распределения(функцией Гаусса) по критериям.

Гистограмма имеет 2 максимума: соседние интервалы 4:98-5:04 и 5:04-5:10, причем один из максимумов покрывает t = <t>. Рассмотрим стандартные интервалы Их отклонение от стандартных незначительно: 0.66; 0.95; 1.00 против 0.683; 0.954; 0.997. Всё то указывает на совпадение распределения с нормальным.

Однако p<t> ощутимо больше pmax(5.46 против 4.74) и очевидно, что гистограмма ассиметрична относительно <t>(особенно выделяются крайние интервалы №1 и №7). Это говорит об отличии полученного распределения от нормального.

В результате исходя из того, что не все критерии указали на совпадение гистограммы с функцией Гаусса, можно сказать, что распределение не является нормальным. Однако часть критериев указало на совпадение распределения с нормальным, что указывает на их схожесть.