**Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет**

**информационных технологий, механики и оптики ** **УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ**

Группа Р3123 К работе допущен Студент Сафонова Арина Олеговна Работа выполнена Преподаватель Афанасьева Т.В. Отчет принят

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1

**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.

1. **Задачи, решаемые при выполнении работы.**
2. Провести 50 измерений, устанавливая промежуток времени в 5с. Результат каждого измерения заносить во второй столбец Табл. 1;
3. 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 – 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.

1. По данным Табл. 1 вычислим выборочное значение среднего ⟨𝑡⟩𝑁 и выборочное среднеквадратичное отклонение 𝜎𝑁;
2. Запишем результат «в подвал» Табл.1;
3. По формуле (5) вычислите максимальное значение плотности распределения 𝜌𝑚𝑎𝑥, соответствующее 𝑡 = ⟨𝑡⟩, занесите его в «подвал» Табл. 1;
4. 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;
5. Проверим, насколько точно выполняется в наших опытах соотношение между вероятностями и долями . Для этого вычислим границы интервалов для найденных вами значений ⟨𝑡⟩𝑁 и 𝜎𝑁, занесем их во второй и третий столбцы Табл. 3;
6. По данным Табл. 1 подсчитаем и занесем в Табл. 3 количество ∆𝑁 измерений, попадающих в каждый из этих интервалов, и отношение этого количества к общему числу измерений. Сравним их с соответствующими нормальному распределению значениями 𝑃 вероятности;
7. Рассчитаем среднеквадратичное отклонение среднего значения;
8. Найдем табличное значение коэффициента Стьюдента 𝑡𝛼,𝑁 для доверительной вероятности 𝛼 = 0,95. Запишем доверительный интервал для измеряемого в работе промежутка времени.
9. **Объект исследования.**

Промежуток времени длительностью в 5 секунд

1. **Метод экспериментального исследования.**

Стрелочным секундомером задается интервал времени, который многократно измеряется цифровым секундомером

1. **Рабочие формулы и исходные данные.**

|  |  |
| --- | --- |
|  | <𝑡>𝑁 - выборочное среднее значение |
|  | 𝜌(𝑡) - плотность вероятности или закон распределения исследуемой величины |
|  | 𝜎𝑁 - выборочное среднеквадратичное отклонение |
|  | 𝜌𝑚𝑎𝑥 – максимальная высота гистограммы |
|  | P - вероятность попадания результата каждого измерения в интервал [𝑡1; 𝑡2] |
|  | 𝜎 - среднеквадратичное отклонение среднего значения |
|  | 𝑡𝛼,𝑁 – коэффициент Стьюдента, 𝛼 - доверительная вероятность |

1. **Измерительные приборы.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | Секундомер | Механический | 5 секунд | +/- 0,1 с |
| *2* | Секундомер | Электронный | 5 секунд | +/- (9.6\*10-6\*Tx+0.01) |

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | ti, с | ti − ⟨t⟩N, с | (ti − ⟨t⟩N)2, с2 |
| 1 | 4.75 | -0.2648 | 0.07011904 |
| 2 | 4.95 | -0.0648 | 0.00419904 |
| 3 | 4.95 | -0.0648 | 0.00419904 |
| 4 | 5.13 | 0.1152 | 0.01327104 |
| 5 | 5.11 | 0.0952 | 0.00906304 |
| 6 | 4.96 | -0.0548 | 0.00300304 |
| 7 | 4.91 | -0.1048 | 0.01098304 |
| 8 | 5.04 | 0.0252 | 0.00063504 |
| 9 | 5.08 | -0.0652 | 0.00425104 |
| 10 | 5.26 | 0.2452 | 0.06012304 |
| 11 | 4.98 | -0.0348 | 0.00121104 |
| 12 | 5.03 | 0.0152 | 0.00023104 |
| 13 | 4.95 | -0.0648 | 0.00419904 |
| 14 | 5.26 | 0.2452 | 0.06012304 |
| 15 | 4.78 | -0.2348 | 0.05513104 |
| 16 | 5.07 | 0.0552 | 0.00304704 |
| 17 | 5.08 | 0.0652 | 0.00425104 |
| 18 | 5.13 | 0.1152 | 0.01327104 |
| 19 | 4.89 | -0.1248 | 0.01557504 |
| 20 | 5.04 | 0.0252 | 0.00063504 |
| 21 | 5 | -0.0148 | 0.00021904 |
| 22 | 4.97 | -0.0448 | 0.00200704 |
| 23 | 5.2 | 0.1852 | 0.03429904 |
| 24 | 5.06 | 0.0452 | 0.00204304 |
| 25 | 5.1 | 0.0852 | 0.00725904 |
| 26 | 4.6 | -0.4148 | 0.17205904 |
| 27 | 4.92 | -0.0948 | 0.00898704 |
| 28 | 5.14 | 0.1252 | 0.01567504 |
| 29 | 5.06 | 0.0452 | 0.00204304 |
| 30 | 5.13 | 0.1152 | 0.01327104 |
| 31 | 5 | -0.0148 | 0.00021904 |
| 32 | 5.05 | 0.0352 | 0.00123904 |
| 33 | 5.14 | 0.1252 | 0.01567504 |
| 34 | 5.15 | 0.1352 | 0.01827904 |
| 35 | 5.05 | 0.0352 | 0.00123904 |
| 36 | 4.83 | -0.1848 | 0.03415104 |
| 37 | 5.03 | 0.0152 | 0.00023104 |
| 38 | 5.01 | -0.0048 | 2.304Е-05 |
| 39 | 4.78 | -0.2348 | 0.05513104 |
| 40 | 4.99 | -0.0248 | 0.00061504 |
| 41 | 5.01 | -0.0048 | 2.304Е-05 |
| 42 | 4.75 | -0.2648 | 0.07011904 |
| 43 | 5.03 | 0.0152 | 0.00023104 |
| 44 | 5.1 | 0.0852 | 0.00725904 |
| 45 | 4.98 | -0.0348 | 0.00121104 |
| 46 | 5.11 | 0.0952 | 0.00906304 |
| 47 | 5.26 | 0.2452 | 0.06012304 |
| 48 | 4.77 | -0.2448 | 0.05992704 |
| 49 | 5.05 | 0.0352 | 0.00123904 |
| 50 | 5.12 | 0.1052 | 0.01106704 |
|  | ⟨𝑡⟩𝑁 = 5.0148 | = -8Е-15 | 𝜎N = 0.1387 c  𝜌𝑚𝑎𝑥 = 2.8766 c-1 |

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Границы интервалов. с | ΔN | . c-1 | t. c | 𝜌. c-1 |
| 4.6 | 1 | 0.242 | 4.64125 | 0.07646930120948715 |
| 4.6825 |
| 4.6826 | 2 | 0.485 | 4.72385 | 0.31854288451883994 |
| 4.765 |
| 4.766 | 4 | 0.97 | 4.80725 | 0.9387447254047528 |
| 4.8475 |
| 4.8476 | 3 | 0.727 | 4.88885 | 1.9045324925672127 |
| 4.93 |
| 4.94 | 12 | 2.909 | 4.98125 | 2.7936872578627994 |
| 5.0125 |
| 5.0126 | 13 | 3.152 | 5.05385 | 2.764838063437701 |
| 5.095 |
| 5.096 | 11 | 2.667 | 5.13725 | 1.948067007027298 |
| 5.1775 |
| 5.1776 | 4 | 0.97 | 5.21885 | 0.974567329692358 |
| 5.26 |

Δt = 0.0825

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, с | | ΔN |  | P |
|  | от | до |  |  |  |
| ⟨𝑡⟩N ± 𝜎N | 4.8761 | 5.1535 | 39 | 0.78 | 0.683 |
| ⟨𝑡⟩N ± 2𝜎N | 4.7374 | 5.2922 | 49 | 0.98 | 0.954 |
| ⟨𝑡⟩N ± 3𝜎N | 4.5987 | 5.4309 | 50 | 1 | 0.997 |

1. **Графики (*перечень графиков. которые составляют Приложение 2*).**
2. **Выводы и анализ результатов работы.**

Так как в данном эксперименте большую роль играл человеческий фактор и неконтролируемые факторы (ручное нажатие кнопки секундомера), то гистограмма и кривая имеют отличия с нормальным распределением Гаусса. Также на результат повлияла малая выборка: при большем количестве измерений обработанные данные были бы точнее. Однако, можно заметить, что они имеют схожую динамику.

1. Дополнительные задания.
2. Выполнение дополнительных заданий.
3. Замечания преподавателя (исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт.