

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ

Группа **3210**

Работа выполнена: 10 сентября 2025 г.

Студент **Фонарева Виктория**

Отчет сдан: 10 сентября 2025 г.

Преподаватель **Хвастунов Н.Н**

Отчет принят: _____ 20__ г.

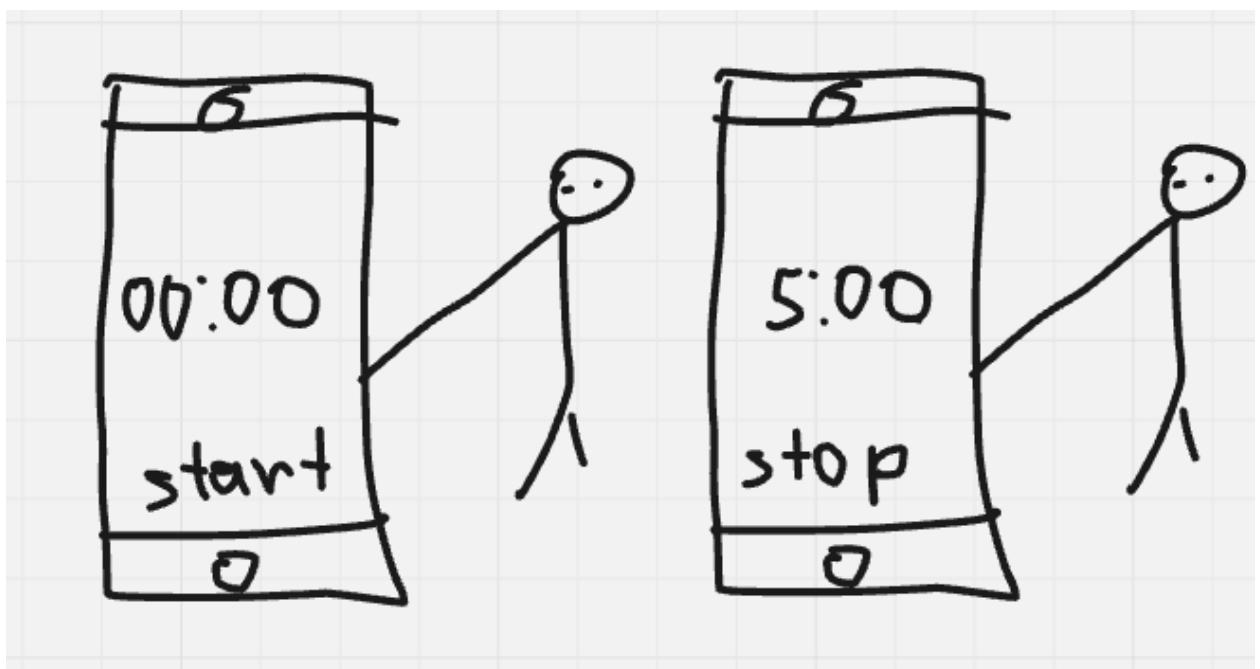
Отчет по лабораторной работе № 1
Исследование распределения случайной величины

Цель работы

- Провести многократные измерения определенного интервала времени.
- Построить гистограмму распределения результатов измерения.
- Вычислить среднее значение и дисперсию полученной выборки.
- Сравнить гистограмму с графиком функции Гаусса с такими же как и у экспериментального распределения средним значением и дисперсией.

Схема установки

Экспериментатор наблюдает за секундомером и в нужные моменты времени запускает и останавливает таймер. В данном случае он останавливает таймер при достижении 5 секунд. Погрешность измерения возникает из-за человеческой реакции.



Исходные данные

Заданный интервал времени t : 5

Общее число измерений N : 50

Цена деления цифрового секундомера: 0,01 с

Результаты прямых измерений и их обработки

№	$t_i, \text{с}$	$t_i - \langle t \rangle_N, \text{с}$	$(t_i - \langle t \rangle_N)^2, \text{с}^2$
1	5.33	0.325	0.105625
2	5.13	0.125	0.015625
3	5.01	0.005	0.000025
4	5.15	0.145	0.021025

5	5.15	0.145	0.021025
6	4.96	-0.045	0.002025
7	5.19	0.185	0.034225
8	5.26	0.255	0.065025
9	4.93	-0.075	0.005625
10	4.93	-0.075	0.005625
11	5.47	0.465	0.216225
12	5.23	0.225	0.050625
13	4.86	-0.145	0.021025
14	5.16	0.155	0.024025
15	4.86	-0.145	0.021025
16	4.86	-0.145	0.021025
17	5.07	0.065	0.004225
18	4.83	-0.175	0.030625
19	4.98	-0.025	0.000625
20	4.83	-0.175	0.030625
21	4.70	-0.305	0.093025
22	5.09	0.085	0.007225
23	4.73	-0.275	0.075625
24	4.86	-0.145	0.021025
25	5.44	0.435	0.189225
26	4.93	-0.075	0.005625
27	5.02	0.015	0.000225
28	4.97	-0.035	0.001225
29	4.84	-0.165	0.027225
30	5.03	0.025	0.000625
31	4.95	-0.055	0.003025
32	5.11	0.105	0.011025
33	4.82	-0.185	0.034225
34	4.91	-0.095	0.009025
35	4.82	-0.185	0.034225
36	5.36	0.355	0.126025
37	5.00	-0.005	0.000025
38	4.68	-0.325	0.105625
39	5.25	0.245	0.060025
40	4.93	-0.075	0.005625
41	5.06	0.055	0.003025
42	4.81	-0.195	0.038025
43	4.80	-0.205	0.042025
44	5.06	0.055	0.003025
45	5.22	0.215	0.046225
46	5.05	0.045	0.002025
47	4.97	-0.035	0.001225
48	4.91	-0.095	0.009025
49	4.96	-0.045	0.002025
50	4.78	-0.225	0.050625
	$\langle t \rangle_N = 5.005 \text{ c}$	$\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N) = 0 \text{ c}$	$\sigma_N = 0.21 \text{ c}$ $p_{\max} = 1.9018 \text{ c}^1$

Расчет результатов косвенных измерений

Косвенные измерения в данной работе не проводились.

Расчет погрешностей

Вычисляем среднее арифметическое значений

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = 5.005$$

Вычисляем оценку среднего квадратичного отклонения (СКО) результата измерения

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}} = 0.0297$$

Вычислим случайную погрешность

$$\Delta_{\bar{x}} = t_{\alpha,n} S_{\bar{x}} = 0.07798$$

Где $t_{\alpha,n} = 2.01$ (коэффицент Стьюдента для $n=50$, $\alpha=0.95$)

Вычислим абсолютную погрешность

$$\Delta_x = \sqrt{\Delta_{\bar{x}}^2 + \left(\frac{2}{3}\Delta_{\text{их}}\right)^2} = 0.06$$

Где $\Delta_{\text{их}} = 0.005$ (половина цены деления)

Вычислим относительную погрешность

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta_x}{\bar{x}} 100\% = 1.19\%$$

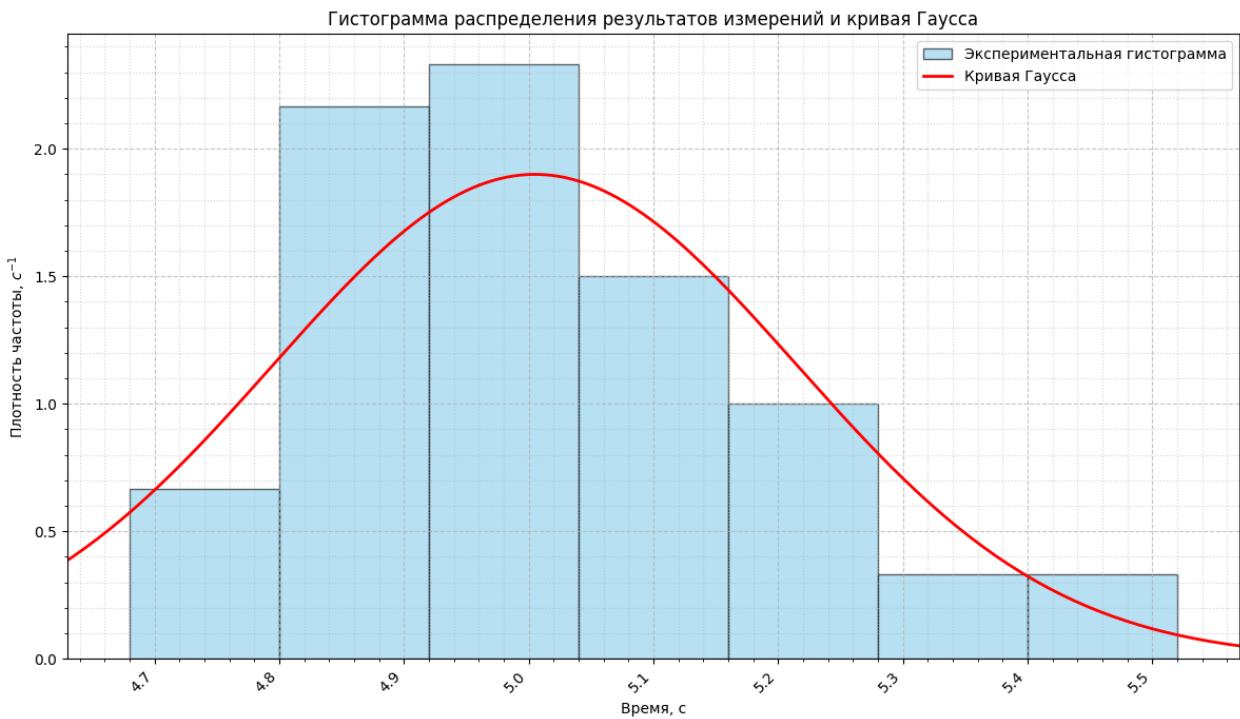
Графики

$$t_{min} = 4.68 \quad t_{max} = 5.47$$

Для разделения на 7 (\sqrt{N}) промежутков возьмем ширину интервала

$$k = 0.79/7 = 0.12$$

Данные гистограммы заполним в **таблице 2**.



Окончательные результаты

Окончательный результат измерения времени:

$$x = (5.01 \pm 0.005) \text{ с}; \quad \varepsilon_x = 1.19\%; \quad \alpha = 0.95.$$

Выводы

В результате выполнения работы было определено значение временного интервала, которое с доверительной вероятностью 0,95 составляет $(5,01 \pm 0,005)$ с. Было установлено, что распределение случайной погрешности измерений хорошо описывается нормальным (гауссовским) законом, что подтверждается близким совпадением экспериментальной гистограммы с теоретической кривой. В ходе работы были получены практические навыки статистической обработки данных, построения гистограмм и расчета погрешностей для многократных измерений.

Приложения

Таблица 1: Протокол измерений

№	$t_i, \text{с}$
1	5,33
2	5,13
3	5,01
4	5,15
5	5.15
6	4.96

7	5.19
8	5.26
9	4.93
10	4.93
11	5.47
12	5.23
13	4.86
14	5.16
15	4.86
16	4.86
17	5.07
18	4.83
19	4.98
20	4.83
21	4.7
22	5.09
23	4.73
24	4.86
25	5.44
26	4.93
27	5.02
28	4.97
29	4.84
30	5.03
31	4.95
32	5.11
33	4.82
34	4.91
35	4.82
36	5.36
37	5.0
38	4.68
39	5.25
40	4.93
41	5.06
42	4.81
43	4.8
44	5.06
45	5.22
46	5.05
47	4.97
48	4.91
49	4.96
50	4.78

Таблица 2: Данные для построения Гистограммы

Границы интервалов, с	ΔN	$\frac{\Delta N}{N \Delta t}, c^{-1}$	t, c	p, c
--------------------------	------------	---------------------------------------	--------	--------

4,68	5	0,833	4,74	0,779
4,80				
4,92	12	2,000	4,86	1,581
5,04				
5,16	14	2,333	4,98	2,121
5,28				
5,40	10	1,667	5,1	1,88
5,52				
4,68	5	0,833	5,22	1,1
4,80				
4,92	2	0,333	5,34	0,426
5,04				
5,16	2	0,333	5,46	0,109
5,28				

Таблица 3: Стандартные доверительные интервалы

	Интервал, с		ΔN	ΔN	P
	от	до		N	
$\langle t \rangle_N \pm \sigma_N$	4,82	5,19	36	0,72 (72%)	68,42%
$\langle t \rangle_N \pm 2\sigma_N$	4,63	5,38	48	0,96 (96%)	95,4%
$\langle t \rangle_N \pm 3\sigma_N$	4,45	5,56	50	1,00 (100%)	99,7%