

Группа _____

К работе допущен _____

Студент _____

Работа выполнена _____

Преподаватель _____

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1

1. Цель работы.

Исследование распределения случайной величины на примере многократных измерений определённого интервала времени.

2. Задачи, решаемые при выполнении 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

3. Объект исследования.

Измерение заданного промежутка времени

4. Метод экспериментального исследования.

- отмеряем 50 интервалов времени длительностью 5 секунд
- анализируем результаты
- строим гистограмму

5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$\rho(t) = \lim_{\substack{N \rightarrow \infty \\ \Delta t \rightarrow 0}} \frac{\Delta N}{N \Delta t} = \frac{1}{N} \frac{dN}{dt}, \quad \rho(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t - \langle t \rangle)^2}{2\sigma^2}\right), \quad \langle t \rangle_N = \frac{1}{N} (t_1 + t_2 + \dots + t_N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$$

$$\sigma_N = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}, \quad \rho_{\max} = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}}, \quad \sigma_{\langle t \rangle} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}, \quad \Delta t = t_{\alpha, N} \cdot \sigma_{\langle t \rangle},$$

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

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	секундомер	цифровой	4-6 с	0,02 с

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

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

№	t_i, c	$t_i - \langle t \rangle_N, c$	$(t_i - \langle t \rangle_N)^2, c^2$
1	4,77	-0,217	0,047089
2	4,85	-0,137	0,018769
3	5,1	0,113	0,012769
4	5,06	0,073	0,005329
5	5,01	0,023	0,000529
6	4,76	-0,227	0,051529
7	5,11	0,123	0,015129
8	5,03	0,043	0,001849
9	4,72	-0,267	0,071289
10	5,24	0,253	0,064009
11	4,9	-0,087	0,007569
12	5	0,013	0,000169
13	5,04	0,053	0,002809
14	4,99	0,003	9E-06
15	5,05	0,063	0,003969
16	4,86	-0,127	0,016129
17	5,19	0,203	0,041209
18	4,94	-0,047	0,002209
19	5	0,013	0,000169
20	4,99	0,003	9E-06
21	4,89	-0,097	0,009409
22	4,88	-0,107	0,011449
23	5	0,013	0,000169
24	4,99	0,003	9E-06
25	5,04	0,053	0,002809
26	5,03	0,043	0,001849

27	5,11	0,123	0,015129
28	4,85	-0,137	0,018769
29	4,98	-0,007	4,9E-05
30	4,97	-0,017	0,000289
31	5,02	0,033	0,001089
32	5,05	0,063	0,003969
33	4,91	-0,077	0,005929
34	5,21	0,223	0,049729
35	4,87	-0,117	0,013689
36	4,95	-0,037	0,001369
37	5,11	0,123	0,015129
38	4,94	-0,047	0,002209
39	4,88	-0,107	0,011449
40	5,1	0,113	0,012769
41	5,04	0,053	0,002809
42	5,17	0,183	0,033489
43	4,89	-0,097	0,009409
44	5,04	0,053	0,002809
45	4,89	-0,097	0,009409
46	5,03	0,043	0,001849
47	5,09	0,103	0,010609
48	4,91	-0,077	0,005929
49	4,9	-0,087	0,007569
50	5	0,013	0,000169
	$\langle t \rangle_N = 4,987 \text{ c}$	$\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N) = 0 \text{ c}$	$\sigma_N = 0,1128 \text{ c}$ $\rho_{max} = 3,535 \text{ c}^{-1}$

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

Границы интервалов, с	ΔN	$\frac{\Delta N}{N \Delta t}, \text{ c}^{-1}$	$t, \text{ c}$	$\rho, \text{ c}^{-1}$
4,72	3	0,58	4,772	0,575
4,824				
4,824	13	2,50	4,875	2,160
4,928				
4,928	17	3,27	4,980	3,529
5,032				
5,032	13	2,50	5,084	2,4438
5,136				
5,136	4	0,77	5,188	0,723
5,24				

	Интервал, с		ΔN	$\frac{\Delta N}{N}$	P
	от	до			
$\langle t \rangle_N \pm \sigma_N$	4,874	5,099	34	0,68	0,683
$\langle t \rangle_N \pm 2\sigma_N$	4,761	5,212	47	0,94	0,954
$\langle t \rangle_N \pm 3\sigma_N$	4,648	5,325	50	1,00	0,997

10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

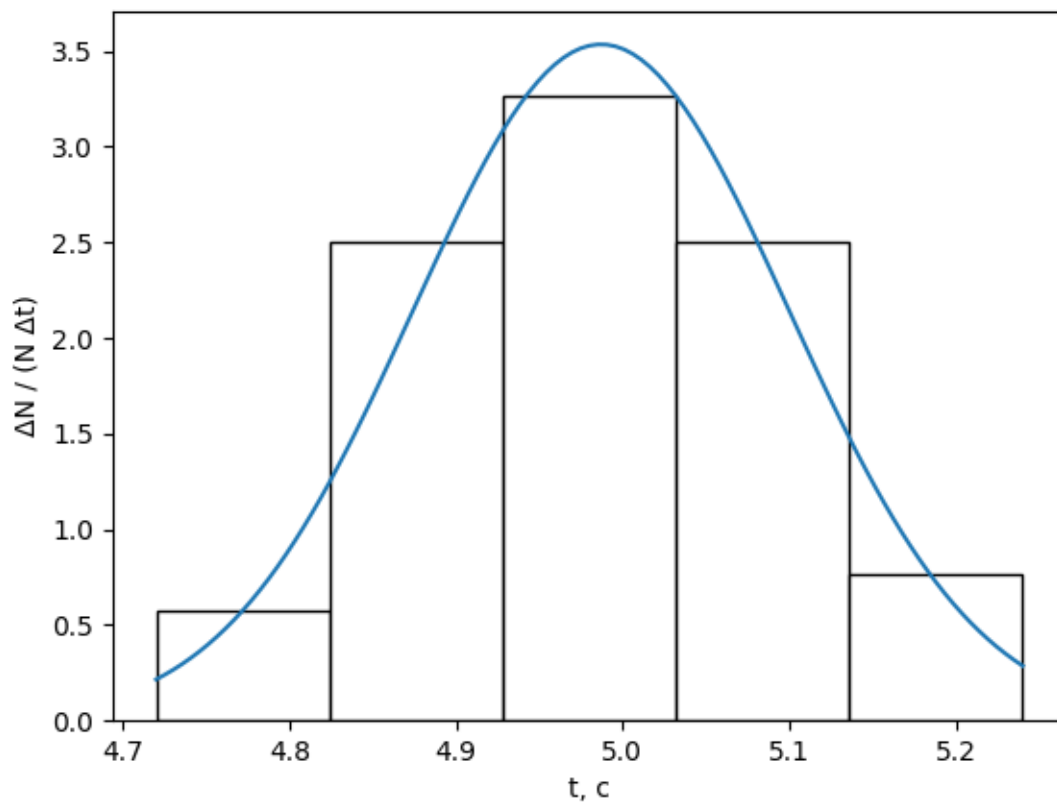
$$\sigma_{(t)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}{N(N-1)}} = \sqrt{\frac{0,62385}{50 \cdot 49}} = 0,016 \text{ с}$$

$$\Delta \tilde{t} = t_{\alpha, N} \sigma_{(t)} = 2,01 \cdot 0,016 = 0,032 \text{ с}$$

$$\Delta t = \sqrt{\Delta \tilde{t}^2 + \left(\frac{2}{3} 0,02\right)^2} = 0,035 \text{ с}$$

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta t}{t_{\langle N \rangle}} 100\% = \frac{0,035}{4,987} 100\% = 0,7\%$$

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



12. Окончательные результаты.

$$t = 4,987 \pm 0,032 \text{ с}$$

$$\varepsilon = 0,7\%$$

$$\alpha = 0,95$$

$$\sigma_N = 0,1128 \text{ с}$$

$$\rho_{max} = 3,535 \text{ с}^{-1}$$

13. Выводы и анализ результатов работы.

В целом, итоговое значение времени получилось довольно близким к желаемому и с довольно высокой точностью. При складывании разностей каждого значения Таблицы 1 и среднего значения мы получили 0 с, что показывает, что данные распределены нормально. Гистограмма, судя по построенному графику, близка к реальному случайному распределению. В целом, все задачи работы выполнены.

14. Дополнительные задания.

15. Выполнение дополнительных заданий.

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

Примечание:

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