

Группа М3201

К работе допущен \_\_\_\_\_

Студент Хрусталеv Н Д

Работа выполнена \_\_\_\_\_

Преподаватель Филина Н В

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 определённого 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	0,05 с
2	часы	аналоговый	1-60 с	0,5 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	-0,22	0,048
2	4,85	-0,14	0,020
3	5,1	0,11	0,012
4	5,06	0,07	0,005
5	5,01	0,02	0,000
6	4,76	-0,23	0,053
7	5,11	0,12	0,014
8	5,03	0,04	0,002
9	4,72	-0,27	0,073
10	5,24	0,25	0,062
11	4,9	-0,09	0,008
12	5	0,01	0,000
13	5,04	0,05	0,002
14	4,99	0,00	0,000
15	5,05	0,06	0,004
16	4,86	-0,13	0,017
17	5,19	0,20	0,040
18	4,94	-0,05	0,002
19	5	0,01	0,000
20	4,99	0,00	0,000
21	4,89	-0,10	0,010
22	4,88	-0,11	0,012
23	5	0,01	0,000
24	4,99	0,00	0,000
25	5,04	0,05	0,002

26	5,03	0,04	0,002
27	5,11	0,12	0,014
28	4,85	-0,14	0,020
29	4,98	-0,01	0,000
30	4,97	-0,02	0,000
31	5,02	0,03	0,001
32	5,05	0,06	0,004
33	4,91	-0,08	0,006
34	5,21	0,22	0,048
35	4,87	-0,12	0,014
36	4,95	-0,04	0,002
37	5,11	0,12	0,014
38	4,94	-0,05	0,002
39	4,88	-0,11	0,012
40	5,1	0,11	0,012
41	5,04	0,05	0,002
42	5,17	0,18	0,032
43	4,89	-0,10	0,010
44	5,04	0,05	0,002
45	4,89	-0,10	0,010
46	5,03	0,04	0,002
47	5,09	0,10	0,010
48	4,91	-0,08	0,006
49	4,9	-0,09	0,008
50	5	0,01	0,000
	$\langle t \rangle_N = 4,99 \text{ c}$	$\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N) = -0,15 \text{ c}$	$\sigma_N = 0,112 \text{ c}$ $\rho_{max} = 3,562 \text{ c}^{-1}$

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

Границы интервалов *, с	$\Delta N$	$\frac{\Delta N}{N \Delta t}, \text{ c}^{-1}$	$t, \text{ c}$	$\rho, \text{ c}^{-1}$
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				

\* - включая левую границу и не включая правую

	Интервал, с		$\Delta N$	$\frac{\Delta N}{N}$	$P$
	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).

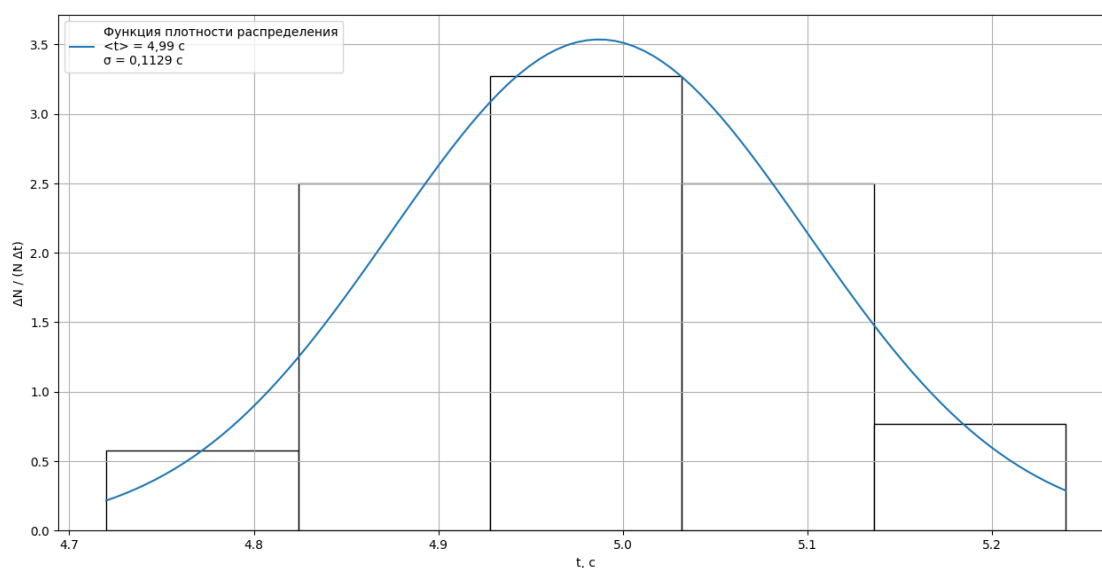
$$\sigma_{(t)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}{N(N-1)}} = \sqrt{\frac{0,619}{50 \cdot 49}} = 0,016 \text{ с}$$

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

$$\Delta t = \sqrt{\Delta \tilde{t}^2 + \left(\frac{2}{3} 0,05\right)^2} = 0,04 \text{ с}$$

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta t}{t_{\langle N \rangle}} 100\% = \frac{0,04}{4,99} 100\% \approx 0,8\%$$

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



# 12. Окончательные результаты.

$$t = 4,987 \pm 0,032 \text{ с}$$

$$\varepsilon = 7\%$$

$$\alpha = 0,95$$

$$\sigma_N = 0,112 \text{ с}$$

$$\rho_{max} = 3,562 \text{ с}^{-1}$$

# 13. Выводы и анализ результатов работы.

В целом, итоговое значение времени получилось довольно близким к желаемому и с довольно высокой точностью. 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.