

Группа \_\_\_\_\_ М3215 \_\_\_\_\_

К работе допущен \_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_ Гаджиев С. И. \_\_\_\_\_

Работа выполнена \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_ Тимофеева Э. О. \_\_\_\_\_

Отчет принят \_\_\_\_\_

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1.01

“Исследование распределения случайной величины”

### 1. Цель работы.

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

### 2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- 1) Провести гистограмму распределения результатов измерения.
- 2) Построить гистограмму распределения результатов измерения.
- 3) Вычислить среднее значение и дисперсию полученной выборки.
- 4) Сравнить гистограмму с графиком функции Гаусса с таким же, как и у экспериментального распределения средним значением и дисперсией.

### 3. Объект исследования.

Временной промежуток протяжённостью в 5 секунд.

### 4. Метод экспериментального исследования.

Было проведено сравнение 100 замеров на секундомере в течение 5 секунд.

### 5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$\rho(t) = \lim_{\substack{N \rightarrow \infty \\ \Delta t \rightarrow 0}} \frac{\Delta N}{N \Delta t} = \frac{1}{N} \frac{dN}{dt}.$$

$$\rho(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left( -\frac{(t - \langle t \rangle)^2}{2\sigma^2} \right).$$

$$\langle t \rangle_N = \frac{1}{N} (t_1 + t_2 + \dots + t_N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$$

$$\sigma_N = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}.$$

$$\rho_{\max} = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}}.$$

$$P(t_1 < t < t_2) = \int_{t_1}^{t_2} \rho(t) dt \approx \frac{N_{12}}{N}$$

$$t \in [\langle t \rangle - \sigma, \langle t \rangle + \sigma], \quad P_\sigma \cong 0,683$$

$$t \in [\langle t \rangle - 2\sigma, \langle t \rangle + 2\sigma], \quad P_{2\sigma} \cong 0,954$$

$$t \in [\langle t \rangle - 3\sigma, \langle t \rangle + 3\sigma], \quad P_{3\sigma} \cong 0,997$$

$$\sigma_{\langle t \rangle} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}$$

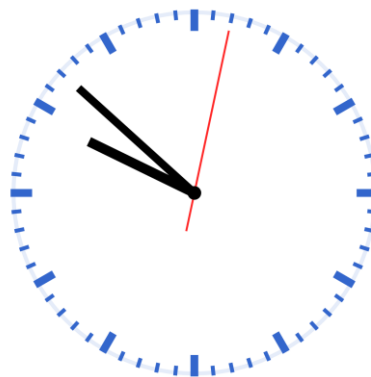
$$\Delta t = t_{\alpha, N} \cdot \sigma_{\langle t \rangle}$$

$$\alpha = P(t \in [\langle t \rangle - \Delta t, \langle t \rangle + \Delta t])$$

## 6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Секундомер	Цифровой	от 0 до 5 сек.	0,01

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



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

№ измерения	$t_i$ , с	$t_i - \langle t \rangle$ , с	$(t_i - \langle t \rangle)^2$ , с <sup>2</sup>
1	5,35	0,394	0,155
2	4,59	-0,366	0,134
3	4,45	-0,506	0,256
4	4,46	-0,496	0,246
5	4,57	-0,386	0,149

6	4,32	-0,636	0,404
7	4,97	0,014	0,000
8	5,26	0,304	0,092
9	4,53	-0,426	0,181
10	4,3	-0,656	0,430
11	4,45	-0,506	0,256
12	4,32	-0,636	0,404
13	4,6	-0,356	0,127
14	4,75	-0,206	0,042
15	4,99	0,034	0,001
16	4,89	-0,066	0,004
17	4,71	-0,246	0,061
18	4,95	-0,006	0,000
19	4,46	-0,496	0,246
20	4,49	-0,466	0,217
21	4,91	-0,046	0,002
22	5,26	0,304	0,092
23	4,47	-0,486	0,236
24	5,14	0,184	0,034
25	4,84	-0,116	0,013
26	5,02	0,064	0,004
27	4,72	-0,236	0,056
28	4,53	-0,426	0,181
29	4,5	-0,456	0,208
30	4,66	-0,296	0,088
31	4,27	-0,686	0,471
32	4,62	-0,336	0,113
33	4,93	-0,026	0,001
34	5,12	0,164	0,027
35	4,74	-0,216	0,047
36	5,26	0,304	0,092
37	4,61	-0,346	0,120
38	5,12	0,164	0,027
39	4,77	-0,186	0,035
40	4,92	-0,036	0,001
41	5,03	0,074	0,005
42	5,24	0,284	0,081
43	4,84	-0,116	0,013
44	4,93	-0,026	0,001
45	5,17	0,214	0,046
46	4,86	-0,096	0,009
47	4,63	-0,326	0,106
48	5,01	0,054	0,003
49	4,74	-0,216	0,047
50	5,13	0,174	0,030
51	4,68	-0,276	0,076
52	5,24	0,284	0,081
53	5,22	0,264	0,070
54	4,82	-0,136	0,018
55	5,06	0,104	0,011
56	4,89	-0,066	0,004

57	4,84	-0,116	0,013
58	5,67	0,714	0,510
59	5,17	0,214	0,046
60	5,26	0,304	0,092
61	4,72	-0,236	0,056
62	5,29	0,334	0,112
63	4,96	0,004	0,000
64	4,92	-0,036	0,001
65	4,2	-0,756	0,572
66	5,52	0,564	0,318
67	5,1	0,144	0,021
68	5,07	0,114	0,013
69	5,11	0,154	0,024
70	5,06	0,104	0,011
71	5,27	0,314	0,099
72	4,85	-0,106	0,011
73	5,25	0,294	0,086
74	5,19	0,234	0,055
75	4,9	-0,056	0,003
76	5,13	0,174	0,030
77	5,01	0,054	0,003
78	5,08	0,124	0,015
79	5,32	0,364	0,132
80	5,24	0,284	0,081
81	5,09	0,134	0,018
82	5,33	0,374	0,140
83	5,67	0,714	0,510
84	5,52	0,564	0,318
85	5,13	0,174	0,030
86	5,48	0,524	0,275
87	5,27	0,314	0,099
88	5,36	0,404	0,163
89	4,87	-0,086	0,007
90	5,43	0,474	0,225
91	5,23	0,274	0,075
92	5,18	0,224	0,050
93	4,97	0,014	0,000
94	5,05	0,094	0,009
95	5,3	0,344	0,118
96	4,83	-0,126	0,016
97	5,11	0,154	0,024
98	5,4	0,444	0,197
99	5,11	0,154	0,024
100	4,83	-0,126	0,016
	$\langle t \rangle_N$	$\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N) = \dots c$	$\sigma_N = \dots c$
	4,956	0,000	0,325
			$\rho_{max} = \dots c^{-I}$
			1,227

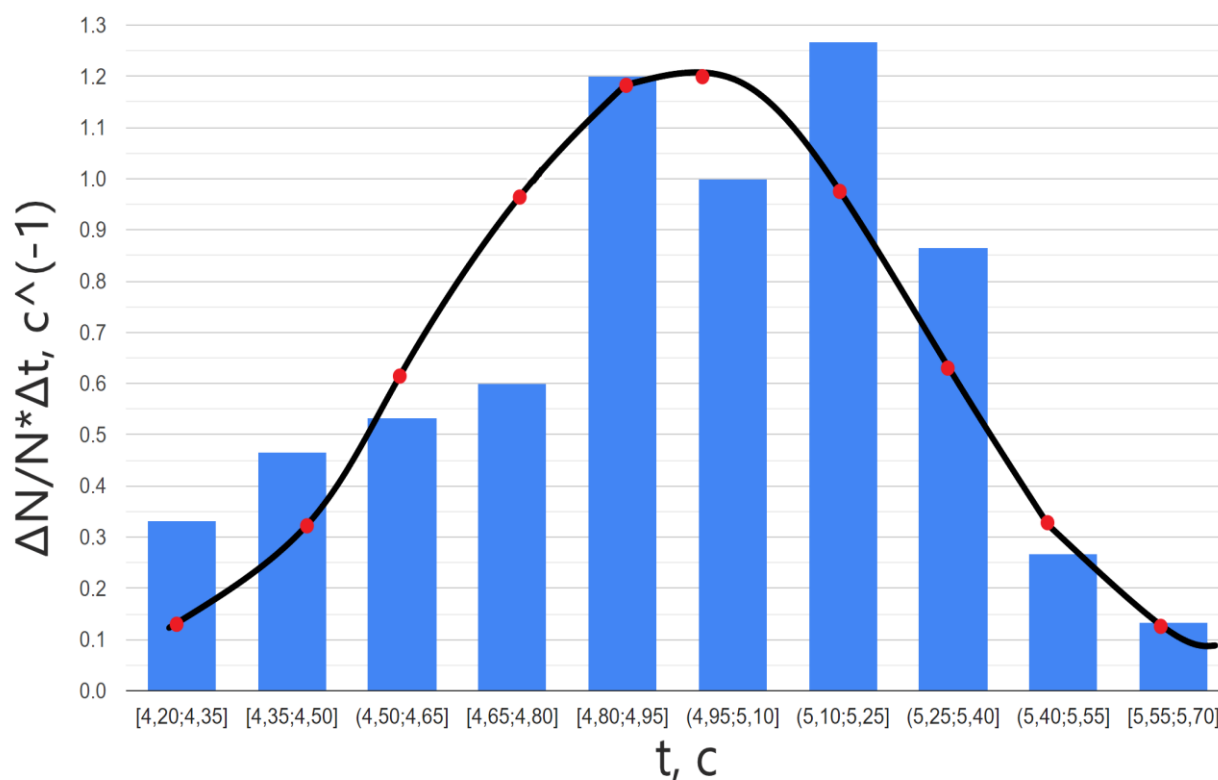
## 9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

Интервалы	$\Delta N$	$\Delta N/N \cdot \Delta t, c^{-1}$	$t, c$	$p(t)$
[4,20; 4,35]	5	0,333	4,275	0,1370
[4,35; 4,50]	7	0,467	4,425	0,3236
(4,50; 4,65]	8	0,533	4,575	0,6176
[4,65; 4,80]	9	0,600	4,725	0,9531
[4,80; 4,95]	18	1,200	4,875	1,1891
(4,95; 5,10]	15	1,000	5,025	1,1992
(5,10; 5,25]	19	1,267	5,175	0,9778
(5,25; 5,40]	13	0,867	5,325	0,6445
(5,40; 5,55]	4	0,267	5,475	0,3434
[5,55; 5,70]	2	0,133	5,625	0,1479

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

	Интервал, с		$\Delta N$	$\Delta N/N$	P
	От	До			
$\langle t \rangle N \pm \sigma N$	4,63	5,28	68	0,680	0,683
$\langle t \rangle N \pm 2\sigma N$	4,31	5,61	95	0,950	0,954
$\langle t \rangle N \pm 3\sigma N$	3,98	5,93	100	1,000	0,997

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



## 12. Окончательные результаты.

$\langle t \rangle n, c$	4,956
$\sigma n, c$	0,325
$\rho_{\max}(t), c^{-1}$	1,227
$\sigma \langle t \rangle, c$	0,0325
$t\alpha, n, c$	1,9842
$\Delta t, c$	0,06

Границы доверительного интервала:  
 $[\langle t \rangle - \Delta t; \langle t \rangle + \Delta t] = [4,89; 5,02]$

### ***13. Выводы и анализ результатов работы.***

В процессе данного эксперимента было проведено несколько измерений определенного временного интервала. На основании этих измерений была построена гистограмма, показывающая распределение полученных результатов. Были рассчитаны среднее значение и дисперсия выборки. Сравнение гистограммы с гауссовой функцией показало, что распределение случайной величины практически соответствует нормальному закону распределения. Диаграммы не противоречат друг другу, и любое несовпадение является результатом погрешностей в расчетах. Это объясняется тем, что при округлении значений теряются некоторые десятичные знаки, что приводит к возникновению погрешности.