

Группа \_\_\_\_\_ К работе допущен \_\_\_\_\_

Студен \_\_\_\_\_ Работа выполнена \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_ Отчет принят \_\_\_\_\_

## Рабочий протокол и отсчет по лабораторной работе №1

### Исследование распределения случайной величины

#### 1. Цель работы.

- 1) Провести измерения конкретного интервала времени
- 2) Построить гистограмму результатов измерения
- 3) Вычислить среднее значение и дисперсию
- 4) Сравнить гистограмму с графиком функции Гаусса с таким же распределением средним значением и дисперсией

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

- 1) Провести 50 измерений, устанавливая промежуток времени в 7 секунд. Результаты вносить в таблицу;
- 2) Построить гистограмму по алгоритму, прописанному в выполнении работы;
- 3) По данным таблицы вычислить выборочное значение среднего  $\langle t \rangle N$  и выборочное среднеквадратичное отклонение  $\sigma N$ ;
- 4) Записать результаты в таблицу;
- 5) По формуле вычислить максимальное значение плотности распределения  $\rho_{max}$  соответствующее  $t = \langle t \rangle$ , занести его в таблицу;
- 6) Найти значение  $t$ , соответствующие серединам выбранных ранее интервалов, занести их в столбец новой таблицы номер 2. Для этих значений, используя параметры  $\langle t \rangle N$  и  $\sigma N$  в качестве  $\langle t \rangle$  и  $\sigma$ , вычислить значение плотности распределения  $\rho(t)$ , занести их в новую таблицу номер 2. Нанести все расчетные точки на график, на котором изображена гистограмма и провести через них плавную кривую;
- 7) Проверить, насколько точно выполняется в наших опытах соотношение между вероятностями и долями  $\frac{\Delta N_1}{N}$ ,  $\frac{\Delta N_{2\sigma}}{N}$ ,  $\frac{\Delta N_{3\sigma}}{N}$ . Для этого вычислить границы интервалов для найденных нами значений  $\langle t \rangle N$  и  $\sigma N$ , занести их в таблицу номер 3;
- 8) По данным первой таблицы подсчитать и занести в таблицу номер 3 количество  $\Delta N$  измерений, попадающих в каждый из этих интервалов, и отношение  $\frac{\Delta N}{N}$  этого количества к общему числу измерений. Сравнить их с соответствующими нормальному распределению значениями  $P$  вероятности;
- 9) Рассчитать среднеквадратичное отклонение среднего значения
- 10) Найди табличное значение коэффициента Стьюдента  $t_{\alpha, N}$  для доверительной вероятности  $\alpha = 0,95$ . Записать доверительный интервал для измеряемого в работе промежутка времени

#### 3. Объект исследования.

Промежуток времени длительностью в 7 секунд

#### 4. Метод Экспериментального исследования

Стрелочным секундомером задается интервал времени, который многократно измеряется цифровым секундомером

#### 5. Рабочие формулы и исходные данные

$\langle t \rangle N = \frac{1}{N}(t_1 + t_2 + \dots + t_N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$	$\langle t \rangle N$ - выборочное значение
$\rho(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\langle t \rangle)^2}{2\sigma^2}\right)$	$\rho(t)$ - плотность вероятности или закон распределения исследуемой величины
$\sigma_N = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}$	$\sigma_N$ - выборочное среднеквадратичное отклонение
$\rho_{\max} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$	$\rho_{\max}$ - максимальная высота гистограммы
$[\langle t \rangle_N - \sigma_N, \langle t \rangle_N + \sigma_N],$ $[\langle t \rangle_N - 2\sigma_N, \langle t \rangle_N + 2\sigma_N],$ $[\langle t \rangle_N - 3\sigma_N, \langle t \rangle_N + 3\sigma_N]$	$P$ - вероятность попадания результата каждого измерения в интервал $[t_1, t_2]$
$\sigma_{\langle t \rangle} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}$	$\sigma$ - среднеквадратичное отклонение среднего значения
$\Delta t = t_{\alpha, N} \cdot \sigma_{\langle t \rangle}, \alpha = 0,95$	$t_{\alpha, N}$ - коэффициент Стьюдента, $\alpha$ - доверительная вероятность

#### 6. Измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Секундомер	Механический	7 секунд	$\pm 0.1\text{с}$
2	Секундомер	Электронный	7 секунд	$\pm(9.6 \cdot 10^{-6} + 0.01)\text{с}$

#### 7. Результаты измерений и их обработки

$N^0$	$t_i, c$	$t_i - \langle t \rangle_{N,c}$	$(t_i - \langle t \rangle_N)^2, c^2$
1	6.78	0.203	0.0412
2	7.1	-0.117	0.0137
3	7.04	-0.057	0.0032
4	6.95	0.033	0.0011
5	6.61	0.373	0.1391
6	7.06	-0.077	0.0059
7	6.94	0.043	0.0018
8	7.0	-0.017	0.0003
9	6.94	0.043	0.0018
10	7.0	-0.017	0.0003
11	7.03	-0.047	0.0022
12	7.13	-0.147	0.0216
13	6.78	0.203	0.0412
14	7.02	-0.037	0.0014
15	6.99	-0.007	0.0
16	6.82	0.163	0.0266
17	6.82	0.163	0.0266
18	7.03	-0.047	0.0022
19	7.13	-0.147	0.0216
20	7.02	-0.037	0.0014
21	6.97	0.013	0.0002
22	7.21	-0.227	0.0515
23	7.02	-0.037	0.0014
24	6.93	0.053	0.0028
25	7.0	-0.017	0.0003
26	6.9	0.083	0.0069
27	6.82	0.163	0.0266
28	7.1	-0.117	0.0137
29	6.94	0.043	0.0018
30	6.79	0.193	0.0372
31	7.13	-0.147	0.0216
32	7.0	-0.017	0.0003
33	6.94	0.043	0.0018
34	6.99	-0.007	0.0
35	7.13	-0.147	0.0216
36	7.08	-0.097	0.0094
37	6.98	0.003	0.0
38	6.95	0.033	0.0011
39	7.14	-0.157	0.0246
40	6.87	0.113	0.0128
41	7.12	-0.137	0.0188
42	7.0	-0.017	0.0003
43	6.94	0.043	0.0018
44	7.1	-0.117	0.0137
45	7.0	-0.017	0.0003
46	7.0	-0.017	0.0003
47	6.97	0.013	0.0002
48	6.98	0.003	0.0
49	7.01	-0.027	0.0007
50	6.95	0.033	0.0011
	$\langle t \rangle_N = 6.983$	$\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N) = -2.5e^{-14}$	$\sigma_N = 0.0128$ $\rho_{\max} = 31.2146$

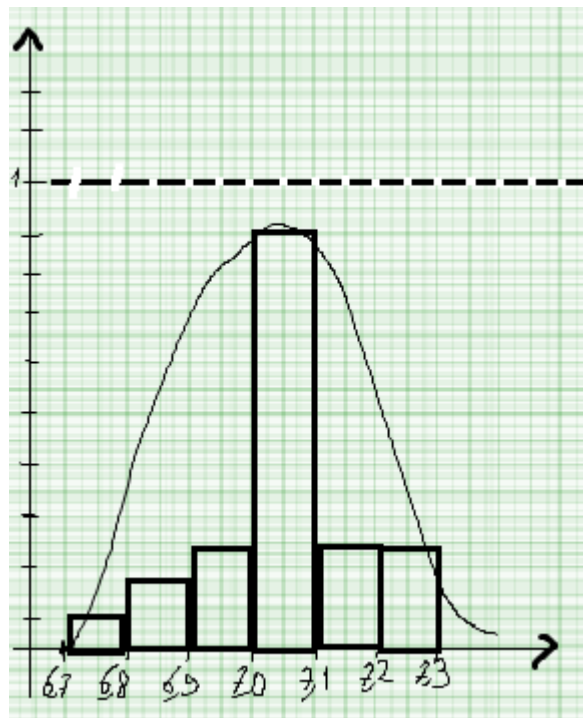
## 8. Расчет результатов косвенных измерений.

Границы интервалов, с	$\Delta N$	$\frac{\Delta N}{N \Delta t}, \text{с}^{-1}$	$t, \text{с}$	$\rho, \text{с}^{-1}$
[6.6949;6.7797]	0	0	6.7373	$1.309 \cdot 10^{-109}$
[6.7797;6.8646]	6	1.414	6.8221	$3.57 \cdot 10^{-54}$
[6.8646;6.9494]	8	1.8856	6.9070	$7.00 \cdot 10^{-18}$
[6.9494;7.0343]	22	5.1854	6.9918	0.99
[7.0343;7.1191]	6	1.414	7.0767	0.01
[7.1191;7.204]	6	1.414	7.1615	$7.31 \cdot 10^{-24}$

## 9. Расчет погрешностей измерений

	Интервал, с От и До	$\Delta N$	$\frac{\Delta N}{N}$	$P$
$\langle t \rangle_N \pm \sigma_N$	6.9958, 6.9702	4	0.08	0.683
$\langle t \rangle_N \pm 2\sigma_N$	7.0086, 6.9574	13	0.26	0.954
$\langle t \rangle_N \pm 3\sigma_N$	7.0213, 6.9491	20	0.4	0.997

## 10. Графики.



## 11. Выводы и анализ результатов работы.

В данном эксперименте я не могу гарантировать, что все действия были совершены идеально, ведь человеческие руки не в состоянии точно нажимать на кнопку "стоп" и "старт" и из-за этого появлялись погрешности и из-за этого таблица имела отличия с нормальным распределением Гаусса. Также на результат повлияла малое число измерений. При большом числе (к примеру 1000) результат мог бы быть более точным. Однако, можно заметить, что они имеют схожую динамику.

## 12. Дополнительные задания

## 13. Выполнение дополнительных заданий

14. Замечания преподавателя (исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт.