

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 σN ;
- 4) Записать результаты в таблицу;
- 5) По формуле вычислить максимальное значение плотности распределения ρ_{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 σN в качестве $\langle t \rangle$ и σ , 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 σN , занести их в таблицу номер 3;
- 8) По данным первой таблицы подсчитать и занести в таблицу номер 3 количество ΔN 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
$\sigma_N = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}$	σ_N - выборочное среднеквадратичное отклонение
$\rho_{\max} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$	ρ_{\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 $[t_1, t_2]$
$\sigma_{\langle t \rangle} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N)^2}$	σ - среднеквадратичное отклонение среднего значения
$\Delta t = t_{\alpha, N} \cdot \sigma_{\langle t \rangle}, \alpha = 0,95$	$t_{\alpha, N}$ - коэффициент Стьюдента, α - 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
	$\langle t \rangle_N = 6.983$	$\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle_N) = -2.5e^{-14}$	$\sigma_N = 0.0128$ $\rho_{\max} = 31.2146$

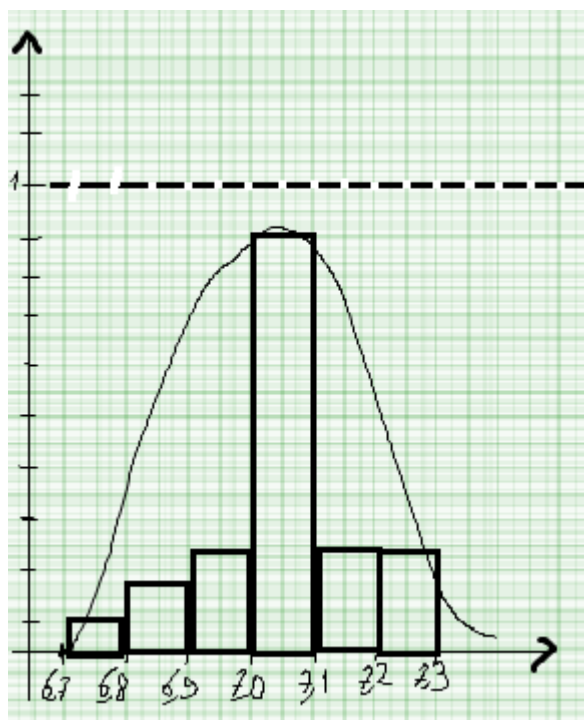
8. Расчет результатов косвенных измерений.

Границы интервалов, с	ΔN	$\frac{\Delta N}{N \Delta t}, \text{с}^{-1}$	$t, \text{с}$	$\rho, \text{с}^{-1}$
[6.61; 6.6957]	1	0.2333	6.6529	0.0153
[6.6957; 6.7814]	2	0.4667	6.7386	0.1398
[6.7814; 6.8671]	4	0.9333	6.8243	0.7199
[6.8671; 6.9529]	11	2.5667	6.91	2.0873
[6.9529; 7.0386]	19	4.4333	6.9957	3.4056
[7.0386; 7.1243]	7	1.6333	7.0814	3.1273
[7.1243; 7.21]	6	1.4	7.1671	1.6161

9. Расчет погрешностей измерений

	Интервал, с От и До	ΔN	$\frac{\Delta N}{N}$	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 большем 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.