

Группа _____ Р3110 _____ К работе допущен _____

Студент Щербаков Александр Валерьевич Работа выполнена _____

Преподаватель Коробков Максим Петрович Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабараторной работе № 1.01

Исследование распределения случайной величины

1. Цель работы

Изучить и проверить экспериментально основные законы распределения случайной величины.

2. Задачи решаемые при выполнении работы.

Произведение многократных измерений случайной величины.

Вычисление среднего значения и дисперсии.

Построение гистограммы распределения результатов измерений.

3. Объект исследования

Отображение промежутка времени в размере 5 секунд на часах с секундной стрелкой.

4. Метод экспериментального исследования

Проверка соответствия функции нормального распределения распределению, полученному экспериментально.

Многократное измерение заданного промежутка времени при помощи цифрового секундометра.

5. Рабочие формулы и исходные данные

Доверительная вероятность: $a = P(t \in [\langle t \rangle - \Delta t ; \langle t \rangle + \Delta t])$

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

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

Нормальное распределение (функция Гаусса): $\rho(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t - \langle t \rangle)^2}{2\sigma^2}\right)$

6. Измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Измеряемый диапазон	Погрешность прибора
1	Цифровой секундомер	Электронный	От 0 секунд	$\pm 0,005$ с
2	Часы с секундной стрелкой	Механический	От 0 секунд	$\pm 0,5$ с

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

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

Измерения и основные этапы их обработки приложены в Таблице №1.

$$t_{\min} = 4,817 \quad t_{\max} = 5,309 \quad \langle t \rangle_N \approx 5,06 \quad \sigma_N \approx 0,14$$

$$\sigma_{\langle t \rangle} \approx 0,014 \quad \Delta t \approx 0,028$$

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

Смотреть Таблицу № 2.

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

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

1. График функции Гаусса при рассчитанной дисперсии и рассчитанном математическом ожидании в сравнении с гистограммой отображающей результаты измерения случайной величины.

12. Окончательные результаты

1. Гистограмма отображающая полученное распределение в сравнении с функцией Гаусса (График №1).
2. Таблица результатов прямых измерений и их первичной обработки (Таблица №1).
3. Таблица данных, необходимых для построения гистограммы (Таблица №2).
4. Таблица полученных и стандартных доверительных интервалов (Таблица №3).
5. Доверительный интервал измеряемого в работе промежутка времени $\Delta t \approx 0,028$.

13. Выводы и анализ результатов работы

1. Распределение результатов измерения случайной величины подчиняется статистическим законам.
2. Количество измерений случайной величины должно быть достаточно велико для уверенности в закономерности результатов.

14. Дополнительные задания

15. Выполнение дополнительных заданий

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

таблица 1

№	t, с	$(t - \langle t \rangle N)^2, \text{с}^2$	$t - \langle t \rangle N, \text{с}$
1	5,27	0,18337	0,033624557
2	4,983	-0,10363	0,010739177
3	5,266	0,17937	0,032173597
4	5,248	0,16137	0,026040277
5	4,935	-0,15163	0,022991657
6	4,98	-0,10663	0,011369957
7	5,109	0,02237	0,000500417
8	5,059	-0,02763	0,000763417
9	5,098	0,01137	0,000129277
10	5,134	0,04737	0,002243917
11	5,259	0,17237	0,029711417
12	4,907	-0,17963	0,032266937
13	5,12	0,03337	0,001113557
14	5,113	0,02637	0,000695377
15	5,224	0,13737	0,018870517
16	5,117	0,03037	0,000922337
17	4,99	-0,09663	0,009337357
18	5,235	0,14837	0,022013657
19	4,968	-0,11863	0,014073077
20	5,301	0,21437	0,045954497
21	5,227	0,14037	0,019703737
22	5,321	0,23437	0,054929297
23	5,044	-0,04263	0,001817317
24	5,123	0,03637	0,001322777
25	5,22	0,13337	0,017787557
26	5,221	0,13437	0,018055297
27	5,196	0,10937	0,011961797
28	5,126	0,03937	0,001549997
29	4,932	-0,15463	0,023910437
30	5,296	0,20937	0,043835797
31	5,309	0,22237	0,049448417
32	5,187	0,10037	0,010074137
33	5,189	0,10237	0,010479617
34	4,877	-0,20963	0,043944737
35	5,271	0,18437	0,033992297
36	4,938	-0,14863	0,022090877
37	5,046	-0,04063	0,001650797
38	5,007	-0,07963	0,006340937
39	5,026	-0,06063	0,003675997
40	5,285	0,19837	0,039350657
41	5,011	-0,07563	0,005719897
42	5,078	-0,00863	7,44769E-05
43	5,037	-0,04963	0,002463137
44	5,207	0,12037	0,014488937
45	4,926	-0,16063	0,025801997
46	4,861	-0,22563	0,050908897
47	4,934	-0,15263	0,023295917
48	5,052	-0,03463	0,001199237
49	5,104	0,01737	0,000301717
50	5,203	0,11637	0,013541977
51	4,837	-0,24963	0,062315137
52	5,209	0,12237	0,014974417

таблица 1

53	5,035	-0,05163	0,002665657
54	4,934	-0,15263	0,023295917
55	5,172	0,08537	0,007288037
56	4,989	-0,09763	0,009531617
57	4,997	-0,08963	0,008033537
58	5,304	0,21737	0,047249717
59	4,988	-0,09863	0,009727877
60	5,045	-0,04163	0,001733057
61	5,057	-0,02963	0,000877937
62	5,263	0,17637	0,031106377
63	5,147	0,06037	0,003644537
64	5,164	0,07737	0,005986117
65	4,852	-0,23463	0,055051237
66	4,939	-0,14763	0,021794617
67	5,216	0,12937	0,016736597
68	4,864	-0,22263	0,049564117
69	5,101	0,01437	0,000206497
70	4,98	-0,10663	0,011369957
71	4,827	-0,25963	0,067407737
72	5,106	0,01937	0,000375197
73	5,077	-0,00963	9,27369E-05
74	5,299	0,21237	0,045101017
75	5,151	0,06437	0,004143497
76	4,915	-0,17163	0,029456857
77	4,955	-0,13163	0,017326457
78	4,864	-0,22263	0,049564117
79	5,057	-0,02963	0,000877937
80	4,896	-0,19063	0,036339797
81	4,845	-0,24163	0,058385057
82	5,1	0,01337	0,000178757
83	4,984	-0,10263	0,010532917
84	5,134	0,04737	0,002243917
85	5,297	0,21037	0,044255537
86	4,835	-0,25163	0,063317657
87	5,163	0,07637	0,005832377
88	5,157	0,07037	0,004951937
89	5,029	-0,05763	0,003321217
90	4,849	-0,23763	0,056468017
91	5,243	0,15637	0,024451577
92	4,864	-0,22263	0,049564117
93	5,276	0,18937	0,035860997
94	5,266	0,17937	0,032173597
95	5,033	-0,05363	0,002876177
96	5,262	0,17537	0,030754637
97	5,121	0,03437	0,001181297
98	5,217	0,13037	0,016996337
99	5,112	0,02537	0,000643637
100	5,066	-0,02063	0,000425597
5,08663		0,000000	0,140256162
			2,844383266

таблица 2

Границы интервалов, с	ΔN	$\Delta N / (N \Delta t), \text{с}^{-1}$	t, с	$\rho, \text{с}^{-1}$
4,8	5	1	4,825	0,49934
4,85				
4,85	7	1,4	4,875	0,91118
4,9				
4,9	9	1,8	4,925	1,46425
4,95				
4,95	10	2	4,975	2,07221
5				
5	10	2	5,025	2,58262
5,05				
5,05	9	1,8	5,075	2,83462
5,1				
5,1	14	2,8	5,125	2,73991
5,15				
5,15	8	1,6	5,175	2,33231
5,2				
5,2	12	2,4	5,225	1,7484
5,25				
5,25	12	2,4	5,275	1,15427
5,3				
5,3	4	0,8	5,325	0,3436
5,35				

таблица 3

	Интервал, с		ΔN	$\Delta N / N$	Р
	от	до			
$\langle t \rangle N \pm \sigma N$	4,946373838	5,2268861621	59	0,59	0,683
$\langle t \rangle N \pm 2\sigma N$	4,806117676	5,3671423242	100	1	0,954
$\langle t \rangle N \pm 3\sigma N$	4,665861514	5,5073984863	100	1	0,997

Приложение 2. Графики.

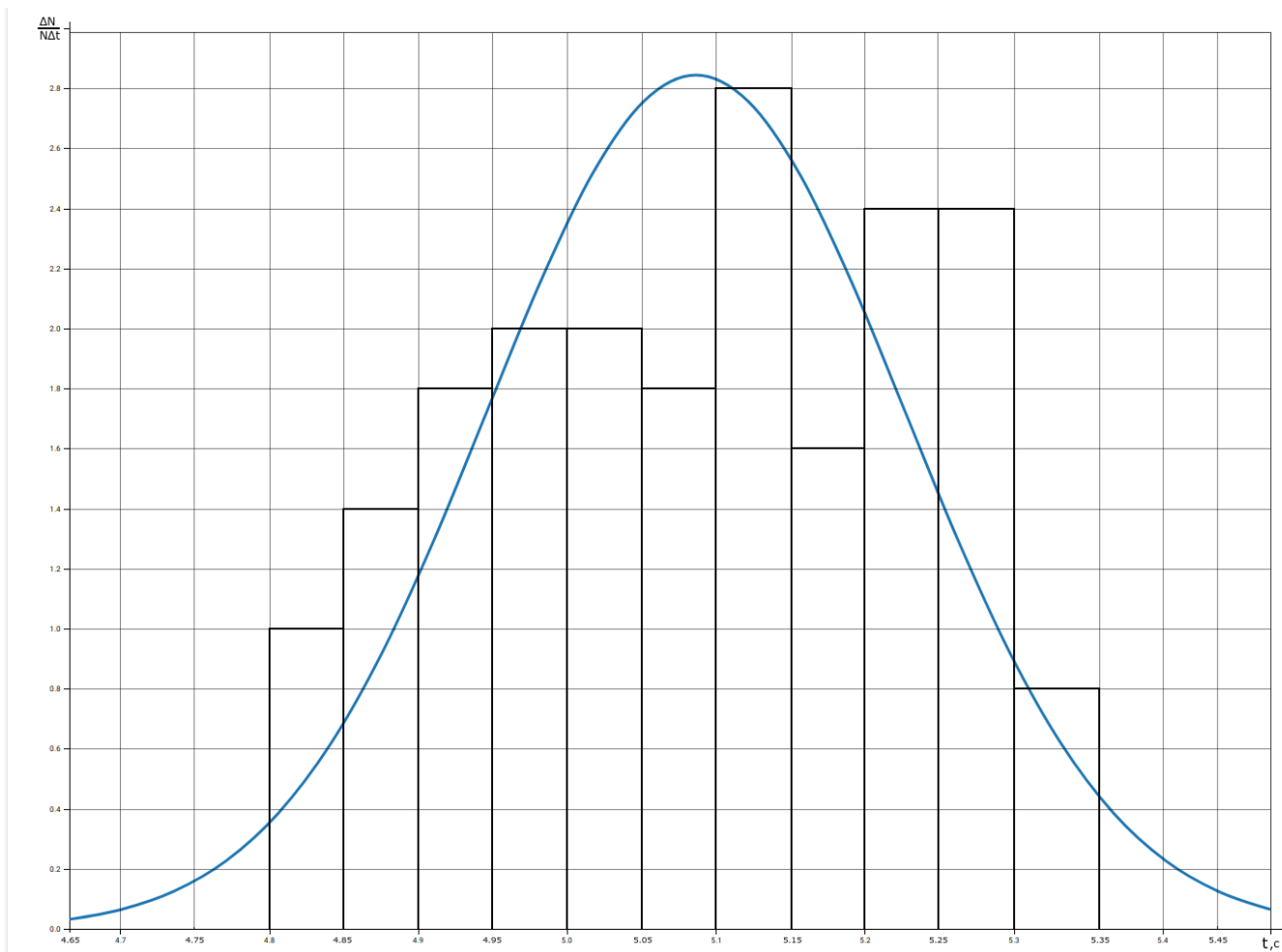


График 1. Функция гаусса в сравнении с гистограммой распределения результатов измерения промежутка времени.