

Группа 3331506/10001

К работе допущен

Студент Шельмин Г.А.

Работа выполнена

Преподаватель Мизина В.В.

Отчет принят

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 1.01

Моделирование случайной величины и исследование
ее распределения

1. Цель работы.

Моделирование и исследование соответствующего заданного
интервала времени

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- 1) Провести многократные измерения
 - 2) Построение гистограммы распределения результатов измерений
 - 3) Вычисление среднего значения и дисперсии экспериментального распределения
 - 4) Сравнение гистограммы с распределением Гаусса и вычисление те же среднее и дисперсию, что и экспериментальное распределение
- Дисперсия интервала времени, засекаемого по часам

4. Метод экспериментального исследования.

Проверка соответствия экспериментального распределения
нормальному распределению.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$p(t) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\Delta N}{N \Delta t} = \frac{1}{N} \frac{dN}{dt} \quad 4) \sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle)^2} \quad 7) \sigma_{\langle t \rangle} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle)^2}$$

$$p(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \exp\left(-\frac{(t - \langle t \rangle)^2}{2\sigma^2}\right) \quad 5) p_{max}(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \quad 8) \Delta t = t_{max} \sigma_{\langle t \rangle}$$

$$\langle t \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \quad 6) P_{12} = \int_{t_1}^{t_2} p(t) dt \approx \frac{N_{12}}{N} \quad a = P\{t \in [t_1 - \Delta t, t_1 + \Delta t]\}$$

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	механические часы	стрелочный (аналоговый)	от 0 до 59с	10,5с
2	электронный секундомер	электронный (цифровой)	от 0 до 59,99с	10,01с
3				
4				

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

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

i	t_i, c	$(t_i - \langle t \rangle), mc$	$(t_i - \langle t \rangle)^2, mc^2$	i	t_i, c	$(t_i - \langle t \rangle), mc$	$(t_i - \langle t \rangle)^2, mc^2$
1	4,74	-159	25281	36	4,75	201	40401
2	4,80	-143	20401	37	4,75	-159	25281
3	5,03	131	17161	38	5,02	121	14641
4	4,80	-143	20401	39	5,00	51	2601
5	4,10	-171	29241	40	4,84	-109	11881
6	4,81	-139	19281	41	4,84	21	441
7	4,70	-150	22500	42	5,12	171	29241
8	5,10	151	22801	43	5,00	51	2601
9	5,03	131	17161	44	4,82	-109	11881
10	4,75	-143	20401	45	5,32	371	136761
11	4,79	-139	19281	46	4,75	-159	25281
12	4,62	-159	25281	47	5,02	121	14641
13	4,82	-139	19281	48	5,00	51	2601
14	5,06	111	12321	49	4,91	-109	11881
15	5,29	341	116281	50	4,96	-109	11881
16	5,01	61	3721	$\langle t \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i = 4,849 c$ $\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle) = 0,243 c$ $\sum_{i=1}^N (t_i - \langle t \rangle)^2 = 1753370, mc^2$ $\sigma = 0,18753 c$ $P_{max} = 2,127 c^{-1}$			
17	4,65	-119	14161				
18	4,57	-127	16129				
19	4,74	-150	22500				
20	4,64	-160	25600				
21	5,16	181	32761				
22	5,04	141	19881				
23	4,93	-139	19281				
24	4,77	-155	24025				
25	5,01	61	3721				
26	4,79	-139	19281				
27	5,03	131	17161				
28	4,84	-109	11881				
29	4,66	-129	16641				
30	5,25	301	90601				
31	5,04	141	19881				
32	5,03	131	17161				
33	4,79	-139	19281				
34	5,07	121	14641				
35	5,16	211	44521				

Приложение № 1.

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

Приложение № 2.

Таблица 1
Результаты измерений
времени $t = 5,00 c$

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

Среднеквадратичное отклонение:

$$\sigma_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{1}{50(50-1)} \cdot 1,75837} = \sqrt{\frac{1,75837}{50}} / 7 \approx 0,027 \text{ с}$$

Погрешность:

$$\Delta t = t_{\text{кр}} \cdot \sigma_{\text{ср}}$$

$$\sigma_{t_{\text{кр}1}} = 1,1 \cdot 0,027 \approx 0,03 \text{ с}$$

$$\sigma_{t_{\text{кр}2}} = 2 \cdot 0,027 \approx 0,05 \text{ с}$$

$$\sigma_{t_{\text{кр}3}} = 3,5 \cdot 0,027 \approx 0,09 \text{ с}$$

$$\sigma_{t_1} = \sqrt{0,03^2 + 0,01^2} \approx 0,03 \text{ с}$$

$$\sigma_{t_2} = \sqrt{0,05^2 + 0,01^2} \approx 0,05 \text{ с}$$

$$\sigma_{t_3} = \sqrt{0,09^2 + 0,01^2} \approx 0,09 \text{ с}$$

$$\sigma_{\text{проб.}} = 0,01 \text{ с}$$

$$t_{\text{кр}1} = 1,1$$

$$t_{\text{кр}2} = 2$$

$$t_{\text{кр}3} = 3,5$$

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

Приложение 2

12. Окончательные результаты.

$$t_1 \in (4,95 \pm 0,03) \text{ с для } \omega = 0,68$$

$$t_2 \in (4,95 \pm 0,05) \text{ с для } \omega = 0,95$$

$$t_3 \in (4,95 \pm 0,09) \text{ с для } \omega = 0,997$$

13. Выводы и анализ результатов работы.

При исследовании распределения значений замеров смоделированного заданного интервала времени на основе данных, полученных в результате прямых измерений, была построена гистограмма распределения, которая с учетом отклонений в соответствии с полученными значениями предельной погрешности довольно хорошо соответствует графику распределения Гаусса, что подтверждает те среднюю и дисперсию, что и экспериментальное распределение.

Различия обусловлены ограниченным количеством измерений и преобладающим значением случайной погрешности.

14. Дополнительные задания

- вывод донимать,
- график подп., осч.
- осрум.

15. Выполнение дополнительных заданий.

Дополнение к выводу:

Соответствие и несоответствие с графиком нормального распределения -

Максимум гистограммы соответствует максимуму нормального распределения; различия заключаются в несоответствии гистограммы и нормального распределения на промежутке от $t = 4,81$ с до $4,94$ с.

Максимум соответствует $\langle t \rangle = 4,94$ с.

2. Максимум гистограммы - точка минимума, лежит в промежутке t от $4,81$ с до $4,94$ с и вызван недостаточно точными измерениями заданного интервала.

Максимальное значение теоретической кривой соответствует стандарту гистограммы с наибольшим количеством измерений и содержащему $\langle t \rangle$.

16. Замечания преподавателя (исправления, вызванные замечаниями преподавателя,

также помещают в этот пункт).

Примечание: 1. Пункты 1-3 Протокола-отчета обязательны для заполнения.

2. Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.

3. Для построения графиков используют только миллиметровую бумагу.

4. Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.

Приложение №1

Примеры расчетов прямых измерений

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{50} \cdot 1,75837 c^2} \approx 0,18753 c$$

$$\rho_{\max} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0,18753 c} \approx 2,127 c^{-1}$$

$$\rho(t_{\min}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{\left(\frac{-(t_{\min} - \langle t \rangle)^2}{2\sigma^2}\right)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot 0,1875} \cdot 2,718^{\left(\frac{-(4,42 - 4,949)^2}{2 \cdot 0,1875^2}\right)} =$$

$$= \frac{2,127}{2,718^{3,97896}} = 0,0398 c^{-1}$$

Приложение №2

Таблица №2 Построение гистограммы плотности относительной частоты попадания результатов измерений в выбранный интервал

Границы интервалов, с	ΔN	$\Delta N / N_{\Sigma}, \%$	$p, \%$
4,42 4,55	1	0,154	0,040 0,221
4,55 4,68	4	0,615	0,221 0,760
4,68 4,81	11	1,692	0,760 1,616
4,81 4,94	7	1,077	1,616 2,125
4,94 5,07	15	2,308	2,125 1,728
5,07 5,20	8	1,231	1,728 0,869
5,20 5,33	4	0,615	0,869 0,290

Примеры расчетов:

$$m \approx \sqrt{N} = \sqrt{50} \approx 7$$

$$\Delta t = (t_{\max} - t_{\min}) / m = (5,33 - 4,42) / 7 = 0,91 / 7 = 0,13 \text{ с}$$

Таблица №3 Относительная частота попадания измерений в стандартные интервалы около среднего значения

	Интервал, с		N_{12}	N_{12} / N	P_{12}
	σT	σD			
$\langle t \rangle \pm \sigma$	4,76	5,14	42	0,84	0,68
$\langle t \rangle \pm 2\sigma$	4,57	5,32	47	0,94	0,85
$\langle t \rangle \pm 3\sigma$	4,39	5,51	50	1	0,997

Приложение №3

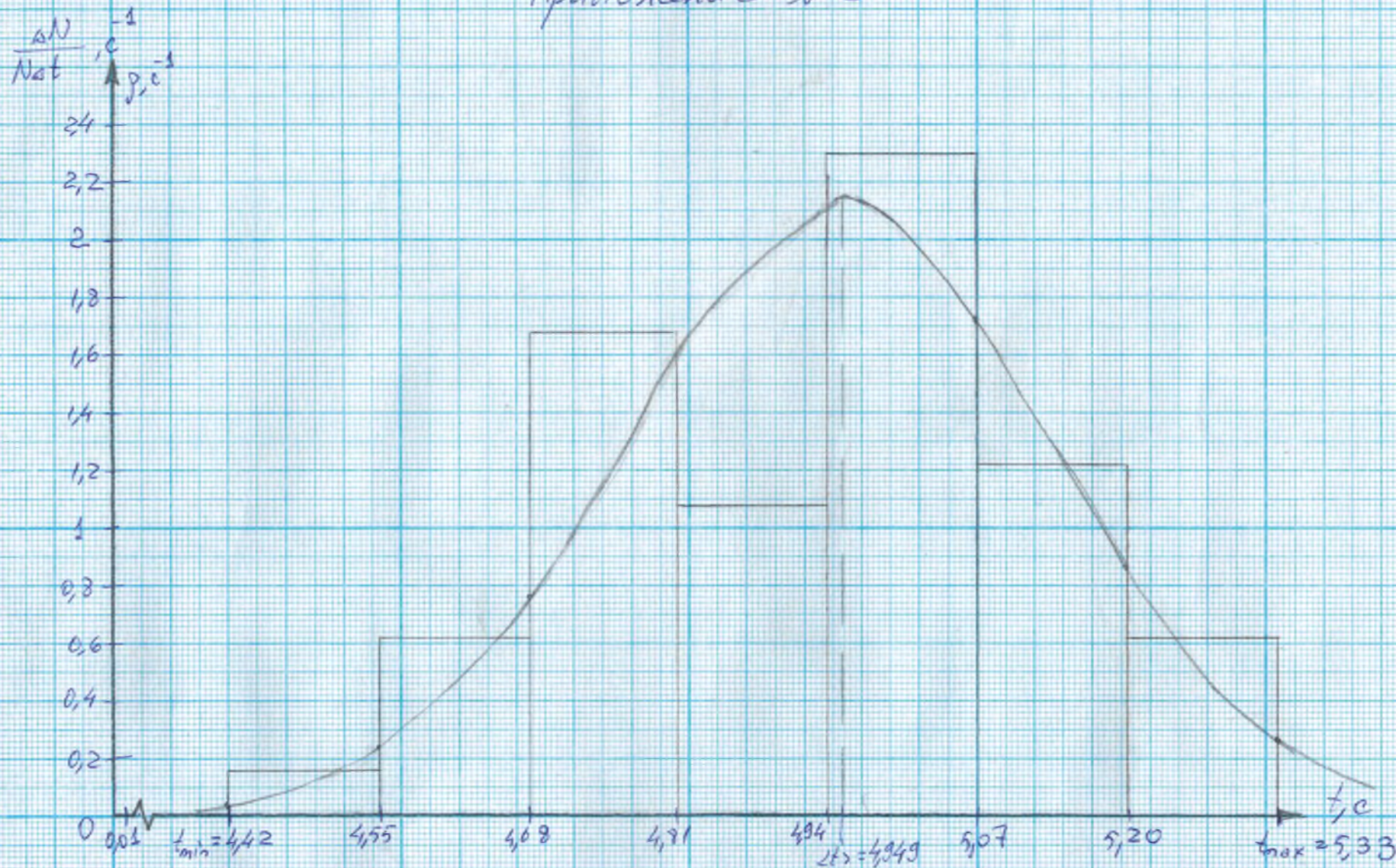


График Закона распределения исследуемой величины
 Гистограмма опытных значений плотности вероятности