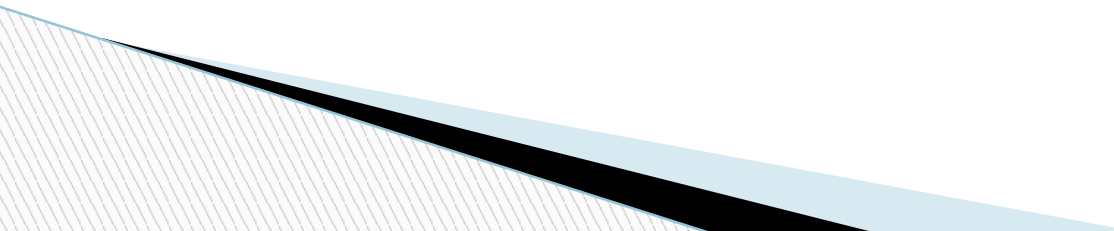


**Отчет о выполнении**  
**работы 1.1.4**

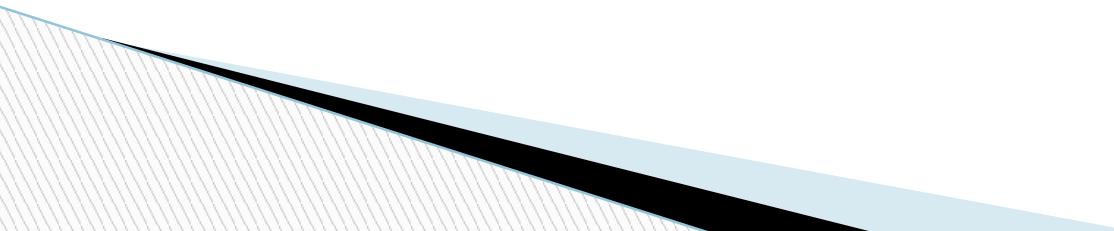


# Цель работы:

применение методов обработки экспериментальных данных для изучения статистических закономерностей при измерении интенсивности радиационного фона.



**В работе используются:**  
счетчик Гейгера-Мюллера  
(СТС-6),  
блок питания,  
компьютер с интерфейсом  
связи со счетчиков.



# Ход работы

- 1. В результате демонстрационного эксперимента убеждаемся, что при увеличении числа измерений:
  - измеряемая величина флуктурует;
  - флуктуации среднего значения измеряемой величины уменьшаются, и среднее значение выходит на постоянную величину;
  - флуктуации величины погрешности отдельного измерения уменьшаются, и погрешность отдельного измерения выходит на постоянную величину;
  - флуктуации величины погрешности среднего значения уменьшаются, а сама величина убывает.

- 2. Переходим к основному эксперименту: измерение плотности потока космического излучения за 10 секунд. На компьютере проведем обработку, аналогичную сделанной в демонстрационном эксперименте. Результаты приведены в таблицах 1 и 2.

# Число срабатываний счетчика за 20 с.

ОПЫТ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	20	22	26	19	26	31	27	24	26	23
10	27	19	23	34	26	29	21	16	28	32
20	32	18	23	23	20	22	28	26	27	26
30	22	18	26	31	35	26	29	23	31	22
40	23	27	23	28	30	25	26	24	27	23
50	22	19	22	26	28	29	33	31	25	21
60	32	25	27	26	22	26	24	23	33	18
70	26	23	23	31	36	27	19	33	28	25
80	22	26	38	20	22	25	18	22	25	26
90	28	31	25	24	21	18	24	30	26	31
100	26	28	23	24	31	15	38	31	23	25
110	27	25	20	25	27	31	27	14	18	29
120	29	31	32	30	18	26	26	25	32	22
130	29	24	30	25	29	27	24	23	25	23
140	22	32	19	28	25	35	25	29	36	28
150	19	17	21	26	23	26	30	30	25	25
160	19	15	26	25	31	26	23	18	24	27
170	25	19	26	20	29	21	18	24	21	24
180	18	34	25	23	26	23	25	19	32	29
190	29	28	19	28	26	23	27	21	32	26

# Данные для построения гистограммы распределения числа срабатывания счетчика за 10 с.

<b>Число импульсов <math>n_i</math></b>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Число случаев</b>	0	0	0	0	0	3	5	8	21	31	27	55
<b>Доля случаев <math>\omega_n</math></b>	0	0	0	0	0	0,0075	0,0125	0,02	0,0525	0,0775	0,0675	0,1375
<b>Число импульсов <math>n_i</math></b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<b>Число случаев</b>	48	46	46	38	21	19	16	6	5	3	1	1
<b>Доля случаев <math>\omega_n</math></b>	0,12	0,115	0,115	0,095	0,0525	0,0475	0,04	0,015	0,0125	0,0075	0,0025	0,0025

Таблица 2.

3. Разбиваем результаты измерений из таблицы 1 в порядке их получения на группы по 2, что соответствует проведению  $N_2=100$  измерений числа частиц за интервал времени, равный 40 с. Результаты сведем в таблицу 3.



## Число срабатываний счетчика за 40 с.

# опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	42	48	57	51	49	46	57	55	37	60
10	50	46	42	54	53	40	57	61	52	53
20	50	51	55	50	50	41	48	57	64	46
30	57	53	48	47	51	49	54	63	52	53
40	48	58	47	40	51	59	49	39	54	57
50	54	47	46	69	48	52	45	58	41	47
60	60	62	44	51	54	53	55	56	47	48
70	54	47	60	54	64	36	47	49	60	50
80	34	51	57	41	51	44	46	50	42	45
90	32	48	49	44	61	57	47	49	48	58

Таблица 3.

4. Представим результаты последнего распределения в виде, удобном для построения гистограммы (таблица 4). Гистограммы распределений среднего числа отсчетов за 10 и 40 с строим на одном графике. При этом для второго распределения цену деления по оси абсцисс увеличиваем в 4 раза, чтобы положения максимумов распределений совпадали.

**Данные для построения гистограммы распределения числа**

<b><u>срабатывания счетчика за 10 с.</u></b>													
Число импульсов $n_i$		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Число случаев		1	0	1	1	0	1	2	3	3	0	3	2
Доля случаев $\omega_n$		0,01	0	0,01	0,01	0	0,01	0,02	0,03	0,03	0	0,03	0,02
Число импульсов $n_i$		46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
Число случаев		5	8	8	6	6	7	4	5	7	3	1	8
Доля случаев $\omega_n$		0,05	0,08	0,08	0,06	0,06	0,07	0,04	0,05	0,07	0,03	0,01	0,08
Число импульсов $n_i$		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
Число случаев		2	2	4	2	1	1	2	0	0	0	0	1
Доля случаев $\omega_n$		0,02	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0	0	0	0	0,01

**Таблица 4.**

5. Определим среднее число срабатываний счетчика за 10 с:

$$\bar{n}_1 = \frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} n_i = \frac{5080}{400} = 12,7$$

6. Найдем  
среднеквадратичную ошибку  
отдельного измерения:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} (n_i - \bar{n}_1)^2} = 3,2$$

7. Убедимся в справедливости формулы 5:

$$\sigma_1 \approx \sqrt{\bar{n}_1};$$

$$3,2 \approx \sqrt{12,7} = 3,56$$

8. Определим долю случаев, когда отклонения от среднего значения не превышают  $\delta_1$ ,  $2\delta_1$ , и сравним с теоретическими оценками (таблица 5):

Ошибка	Число случаев	Доля случаев, %	Теор. оценка
$\pm\delta_1 = \pm 3,2$	291	72	68
$\pm 2\delta_1 = \pm 6,4$	387	96	95

Таблица 5.

9. Используя формулу (3), определим среднее число импульсов счетчика за 40 с:

$$\bar{n}_2 = \frac{1}{N_2} \sum_{i=1}^{N_2} n_i = \frac{5083}{100} = 50,83$$



10. Найдем среднеквадратичную ошибку отдельного измерения по формуле 4:

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{1}{N_2} \sum_{i=1}^{N_2} (n_i - \bar{n}_2)^2} = \sqrt{\frac{4320,11}{100}} = 6,57$$

11. Убедимся в справедливости формулы (5):

$$\sigma_2 \approx \sqrt{\bar{n}_2};$$

$$6,57 \approx \sqrt{50,83} = 7,13$$

12. Сравним среднеквадратичные ошибки отдельных измерений для двух распределений:

$$\bar{n}_1 = 12,7; \sigma_1 = 3,2$$

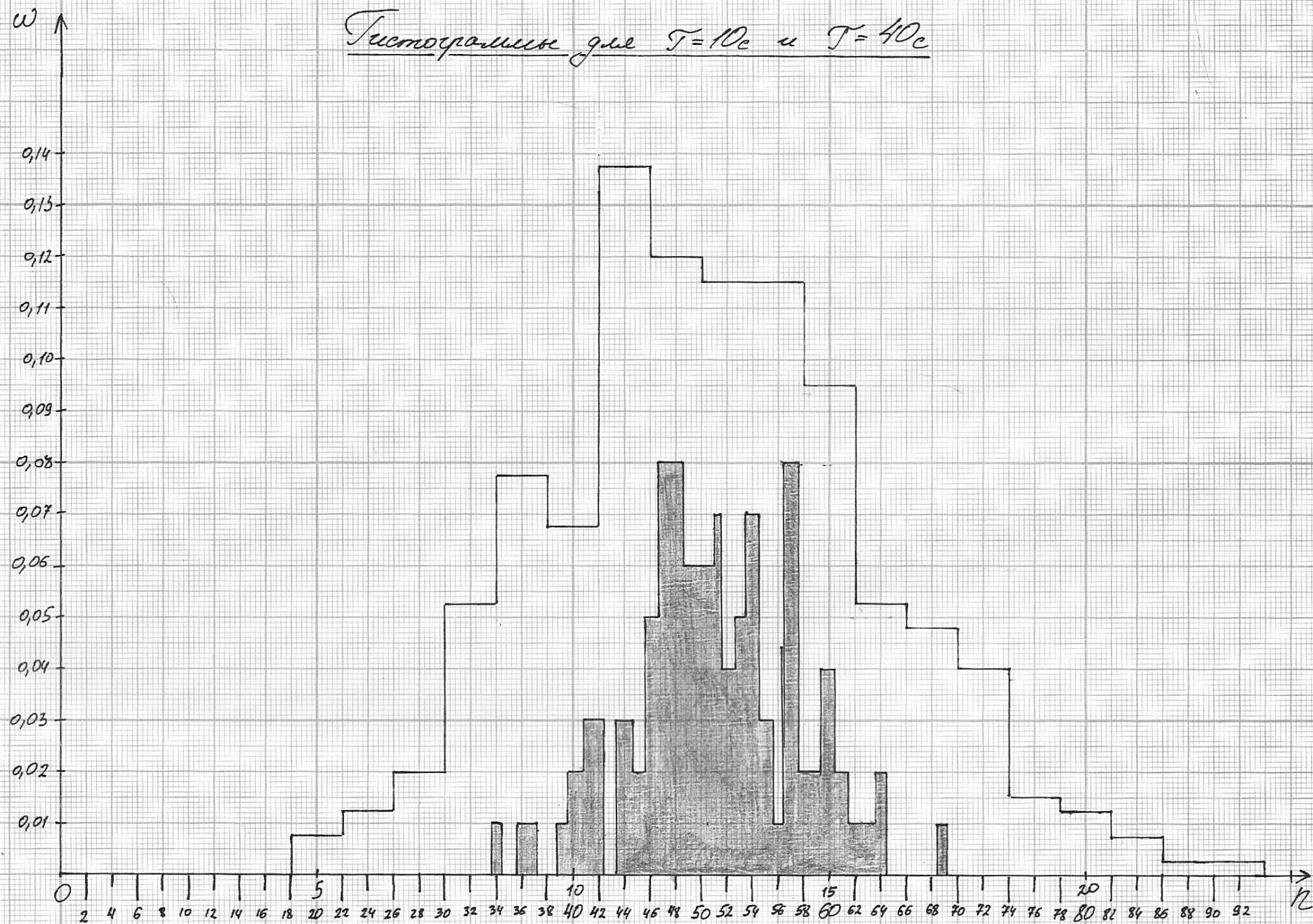
$$\bar{n}_2 = 50,83; \sigma_2 = 7,13$$

Легко видеть, что хотя абсолютное значение  $\delta$  во втором распределении больше, чем в первом ( $7,13 > 3,2$ ), относительная полуширина второго распределения меньше:

$$\frac{\sigma_1}{\bar{n}_1} \cdot 100\% \approx 25,2\% \quad \frac{\sigma_2}{\bar{n}_2} \cdot 100\% \approx 14\%$$

Это следует также из рис.2 (гистограмма).

Гистограмма для  $T=10c$  и  $T=40c$



13. Определим стандартную ошибку величины  $\bar{n}_1$  и относительную ошибку нахождения  $\bar{n}_1$  для  $N=400$  измерений по 10 с. По формуле (6):

$$\sigma_{\bar{n}_1} = \frac{\sigma_1}{\sqrt{N_1}} = \frac{3,2}{\sqrt{400}} = 0,16$$

Найдем относительную ошибку  
двумя вариантами:

$$\varepsilon_{\bar{n}_1} = \frac{\sigma_{\bar{n}_1}}{\bar{n}_1} \cdot 100\% = \frac{0,16}{12,7} \cdot 100\% = 1,26\%;$$

$$\varepsilon_{\bar{n}_1} = \frac{100\%}{\sqrt{\bar{n}_1 \cdot N_1}} = \frac{100\%}{\sqrt{12,7 \cdot 400}} \approx 1,4\%$$

Окончательный результат:

$$n_{t=10c} = \bar{n}_1 \pm \sigma_{\bar{n}_1} = 12,7 \pm 0,16$$



14. Определим стандартную ошибку для величины  $n_2$  и относительную ошибку нахождения  $n_2$  для  $N_2=100$  измерений по 40 с:

$$\sigma_{\bar{n}_2} = \frac{\sigma_2}{\sqrt{N_2}} = \frac{7,13}{\sqrt{100}} = 0,713$$

Относительная ошибка двумя вариантами:

$$\varepsilon_{\bar{n}_2} = \frac{\sigma_{\bar{n}_2}}{\bar{n}_2} \cdot 100\% = \frac{0,713}{50,83} \cdot 100\% \approx 1,4\%;$$

$$\varepsilon_{\bar{n}_2} = \frac{100\%}{\sqrt{\bar{n}_2 \cdot N_2}} = \frac{100\%}{\sqrt{50,83 \cdot 100}} \approx 1,4\% = \varepsilon_{\bar{n}_1}$$

# Окончательный результат:

$$n_{t=40c} = \bar{n}_2 \pm \sigma_{\bar{n}_2} = 50,83 \pm 0,713.$$

**Вывод:** в ходе лабораторной работы были применены методы обработки экспериментальных данных для изучения статистических закономерностей при измерении интенсивности радиационного фона. Были получены следующие результаты:

$$n_{t=10c} = \bar{n}_1 \pm \sigma_{\bar{n}_1} = 12,7 \pm 0,16$$

$$n_{t=40c} = \bar{n}_2 \pm \sigma_{\bar{n}_2} = 50,83 \pm 0,713.$$

**Работу подготовили:**

Ксения Колесник

Панафидина Софья

282 группа

