

Лабораторная работа №1.1.4  
**Топоров Анатолий**

Топоров Анатолий, Б02-207  
1 семестр

## Цель работы:

Применить методы 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 счетчиком

## Ход работы

1. Включаем счетчик Гейгера-Мюллера, затем включаем компьютер. Начинается измерение для эксперимента
2. Наблюдаем эксперимент: измерение плотности потока космического излучения за 10 секунд. По окончании эксперимента получили таблицы 1 и 2 со следующими данными
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. Полученные результаты представим в таблице 3
4. На основании данных из таблицы 3 получим таблицу 4.
5. По таблицам 2 и 4 построим гистограммы распределений среднего числа отсчетов за 10 и 40 секунд на одном графике, причем так чтобы их максимумы совпали. Для этого цену деления второго распределения по оси абсцисс увеличиваем в 4 раза. (Рис. ??)
6. Определим среднее число срабатываний счетчика за 10 секунд:

$$\bar{n}_1 = \frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} n_i = \frac{5468}{400} = 13,67$$

Найдем среднеквадратичную ошибку отдельного измерения:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} (n_i - \bar{n}_1)^2} = \sqrt{\frac{5938}{400}} \approx 3,8529$$

$$\sigma_1 \approx \sqrt{\bar{n}_1}; \quad 3,48 \approx \sqrt{13,67} = 3,6973$$

7. Определим среднее число срабатываний счетчика за 40 секунд:

$$\bar{n}_2 = \frac{1}{N_2} \sum_{i=1}^{N_2} n_i = \frac{5489}{100} = 54,89$$

Найдем среднеквадратичную ошибку отдельного измерения:

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{1}{N_2} \sum_{i=1}^{N_2} (n_i - \bar{n}_2)^2} = \sqrt{\frac{5655}{400}} \approx 7,51997$$

$$\sigma_2 \approx \sqrt{\bar{n}_2}; \quad 6,78 \approx \sqrt{54,89} = 7,40878$$

8. Определим долю случаев, когда отклонение от среднего значения не превышает  $\sigma$  и  $2\sigma$  для интервалов времени 20 и 40 секунд и сравним их с теоретическими оценками. Результат занесем в таблицу 5.
9. Сравним среднеквадратичные ошибки отдельных измерений для двух распределений. Абсолютное значение  $\sigma$  во втором распределении больше, чем в первом:

$$\sigma_2 = 7,51997; \quad \sigma_1 = 3,8529$$

$$\sigma_2 > \sigma_1$$

Но относительная ширина второго распределения меньше:

$$\frac{\sigma_1}{\bar{n}_1} = \frac{3,48}{13,67} \approx 0,282; \quad \frac{\sigma_2}{\bar{n}_2} = \frac{7,51997}{54,89} \approx 0,137$$

$$\frac{\sigma_1}{\bar{n}_1} > \frac{\sigma_2}{\bar{n}_2}$$

Это следует также и из гистограммы.

10. Определим стандартную ошибку величины  $\bar{n}_1$  для  $N_1 = 400$  измерений по 10 секунд:

$$\sigma_{\bar{n}_1} = \frac{\sigma_1}{\sqrt{N_1}} = \frac{3,8529}{\sqrt{400}} \approx 0,193$$

Найдем относительную ошибку нахождения величины  $\bar{n}_1$  для  $N_1 = 400$  измерений по 10 секунд:

$$\varepsilon_{\bar{n}_1} = \frac{\sigma_{\bar{n}_1}}{\bar{n}_1} \cdot 100\% = \frac{0,193}{13,67} \cdot 100\% \approx 1,41\%$$

Окончательный результат:

$$n_{t=20c} = \bar{n}_1 \pm \sigma_{\bar{n}_1} = 12,202 \pm 0,174.$$

11. Определим стандартную ошибку величины  $\bar{n}_2$  и относительную ошибку нахождения величины  $\bar{n}_2$  для  $N_2 = 100$  измерений по 40 секунд:

$$\sigma_{\bar{n}_2} = \frac{\sigma_2}{\sqrt{N_2}} = \frac{7,51997}{\sqrt{100}} \approx 0,75$$

$$\varepsilon_{\bar{n}_2} = \frac{\sigma_{\bar{n}_2}}{\bar{n}_2} \cdot 100\% = \frac{0,75}{54,89} \cdot 100\% \approx 1,37\%$$

Окончательный результат:

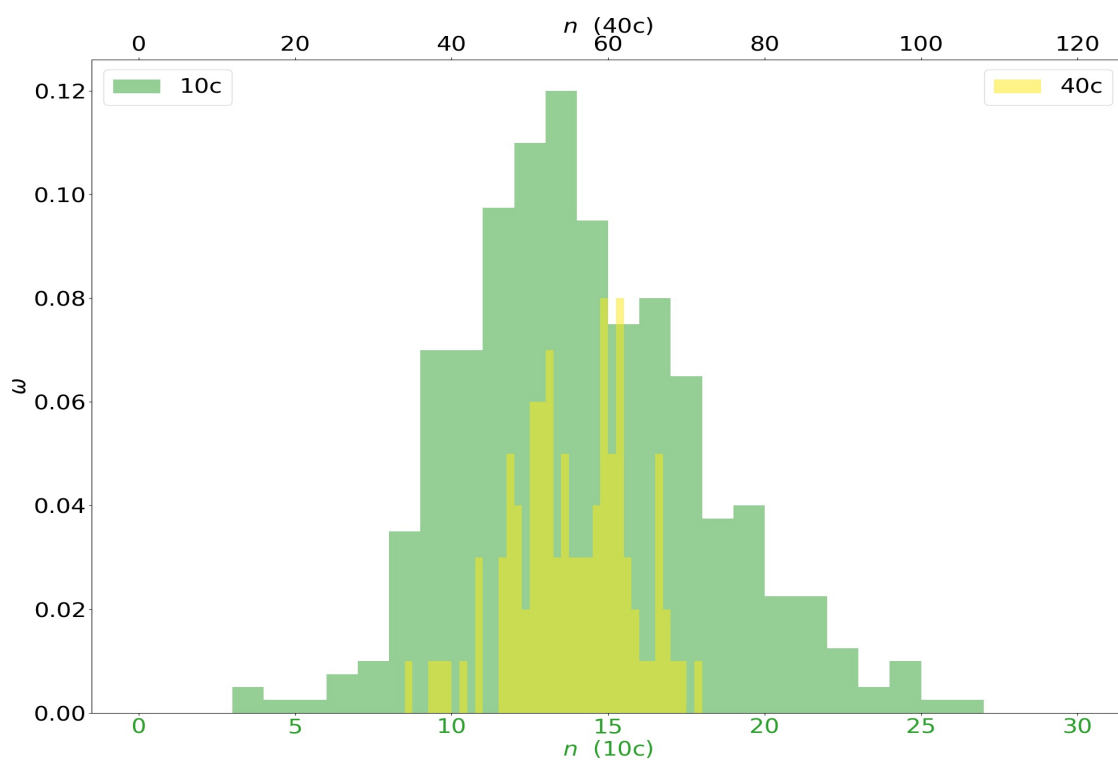
$$n_{t=40c} = \bar{n}_2 \pm \sigma_{\bar{n}_2} = 54,89 \pm 0,75.$$

## Вывод

Получили случайно изменяющиеся со временем экспериментальные данные об интенсивности потока космического излучения. Применили методы обработки данных для изучения статистических закономерностей при измерении интенсивности радиационного фона. Полученные экспериментальные данные отлично сходятся с теорией.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	26	26	16	27	19	43	28	31	27	21
10	35	24	32	29	24	24	27	32	27	32
20	38	31	25	26	30	30	21	17	26	30
30	41	22	29	32	23	27	17	17	38	29
40	31	34	22	39	24	28	23	28	32	29
50	26	31	27	19	27	20	19	33	27	40
60	28	34	30	38	22	31	21	28	29	24
70	36	25	19	37	30	24	27	27	29	20
80	18	19	23	25	33	33	33	21	20	26
90	28	27	32	23	21	29	24	15	28	32
100	41	30	26	27	25	31	38	28	30	31
110	29	23	24	30	28	24	31	32	28	36
120	22	25	26	34	30	36	22	19	30	20
130	28	30	23	20	24	23	24	26	27	23
140	25	27	14	29	35	31	22	25	29	25
150	24	36	30	32	24	26	20	26	34	24
160	32	25	29	21	23	28	23	34	25	33
170	26	35	22	37	34	25	25	33	25	26
180	24	24	29	30	26	21	27	24	31	28
190	31	35	21	34	33	28	27	24	36	24

Таблица 1: Число срабатывания счетчика за 20 секунд



Число импульсов $n_i$	Число случаев	Доля случаев $\omega_n$
3	2	0,005
4	1	0,0025
5	1	0,0025
6	3	0,0075
7	4	0,01
8	14	0,035
9	28	0,07
10	28	0,07
11	39	0,0975
12	44	0,11
13	48	0,12
14	38	0,095
15	30	0,075
16	32	0,08
17	26	0,065
18	15	0,0357
19	16	0,04
20	9	0,0225
21	9	0,0225
22	25	0,0125
23	2	0,005
24	4	0,01
25	1	0,0025
26	1	0,0025

Таблица 2: Данные для построения гистограммы распределения числа срабатываний счетчика за 10 секунд

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	52	43	62	59	48	59	61	48	59	59
10	69	51	60	38	56	63	61	50	34	67
20	65	61	52	51	61	57	46	47	52	67
30	62	68	53	49	53	61	56	54	54	49
40	37	48	66	41	54	46	55	55	50	39
50	71	53	56	66	51	52	54	52	63	64
60	47	60	66	41	50	58	43	47	50	50
70	52	43	66	47	54	60	62	50	46	58
80	57	50	51	57	58	61	59	59	58	51
90	48	59	47	51	39	66	33	61	51	60

Таблица 3: Число срабатывания счетчика за 40 секунд

Число импульсов	Число случаев	Доля случаев
0 — 32	0	0
33	0	0,01
34	1	0,02
35	0	0
36	0	0,01
37	1	0,02
38	1	0,01
39	1	0,01
40	0	0,01
41	2	0,04
42	0	0,04
43	2	0,03
44	0	0,07
45	0	0,05
46	3	0,06
47	5	0,09
48	4	0,04
49	2	0,03
50	7	0,06
51	7	0,05
52	6	0,02
53	2	0,06
54	5	0,06
55	3	0,05
56	3	0,03
57	3	0,02
58	4	0,03
59	7	0,02
60	4	0
61	6	0,04
62	3	0
63	2	0,01
64	1	0,01
65	1	0,01
66	5	0,05
67	2	0,02
68	1	0,01
69	1	0,01
70	0	0
71	1	0,01

Таблица 4: Данные для построения гистограммы распределения числа срабатываний счетчика за 40 секунд

Интервал, с	Ошибка	Число случаев	Доля случаев, %	Теор. оценка, %
	$\pm 2\sigma_1$	188	94	95
	$\pm 2\sigma_2$	95	95	95

Таблица 5: Сравнение доли случаев, отклонения от среднего значения с теоретическими оценками