

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования*

**«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

Лабораторная работа №1.1.4

по курсу общей физики

на тему:

«Измерение интенсивности радиационного фона»

*Работу выполнил:
Третьяков Александр
(группа Б02-206)*

Долгопрудный
24 сентября 2022 г.

- Цель работы: применение методов обработки экспериментальных данных для изучения статистических закономерностей при измерении интенсивности радиационного фона

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

- Теоретические сведения:

Значительную часть радиационного фона составляет поток космических частиц, изменяющийся со временем случайным образом. Космические лучи разделяют на первичные - поток стабильных частиц, имеющих большую кинетическую энергию ($10^9 - 10^{21}$ эВ) и вторичные, которые возникают при взаимодействии первичных с атмосферой Земли и составляют основную часть космических лучей, доходящих до поверхности Земли. Установлено, что в космическом пространстве поток частиц изотропен.

- Устройство счетчика Гейгера-Мюллера.

Счетчик, используемый в данной работе (СТС-6), представляет собой наполненный газом сосуд с двумя электродами: катодом(тонкостенным металлическим цилиндром) и анодом(тонкой нитью, натянутой вдоль оси цилиндра). На электроды подается напряжение 400 В. Частицы космических лучей ионизируют газ, находящийся в счетчике, а также выбивают электроны из его стенок; таким образом появляются свободные электроны. Под действием электрического поля между электродами электрон разгоняется и врезается в другие атомы, выбивая из них новые электроны.Развиваясь лавинообразно, этот процесс завершается образованием в межэлектродном пространстве электронно-ионного облака, резко увеличивающего его проводимость. По существу, при попадании в счетчик Гейгера частицы в нём вспыхивает (зажигается) самостоятельный газовый разряд, видимый (если баллон прозрачный) даже простым глазом.

- Основные расчётные формулы:

Ошибка единичного измерения $\sigma = \sqrt{n}$. (В данном эксперименте n - это число импульсов)

В полосе $n \pm \sqrt{n}$ лежит 68% точек.

Ошибка среднего $\bar{\sigma} = \sqrt{\bar{n}}$.

Стандартное отклонение $\sigma = \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{N}}$, где N - это количество измерений.

- Графики:

По этому графику через равные промежутки времени измеряем полосу, в которую попадают все точки, и укорачиваем ее в $\frac{2}{3}$ раза, а потом делим пополам. Это и будет наша ошибка. Также по графику можем оценить среднее значение и сравнить его с реальным с помощью графика ниже.

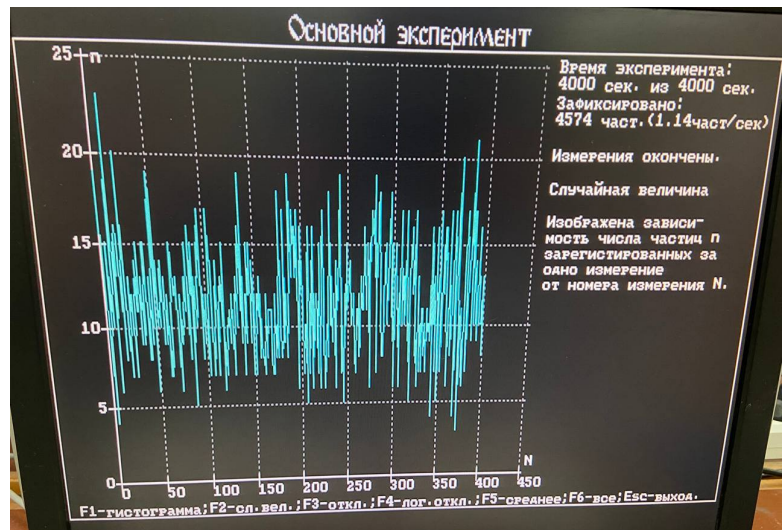
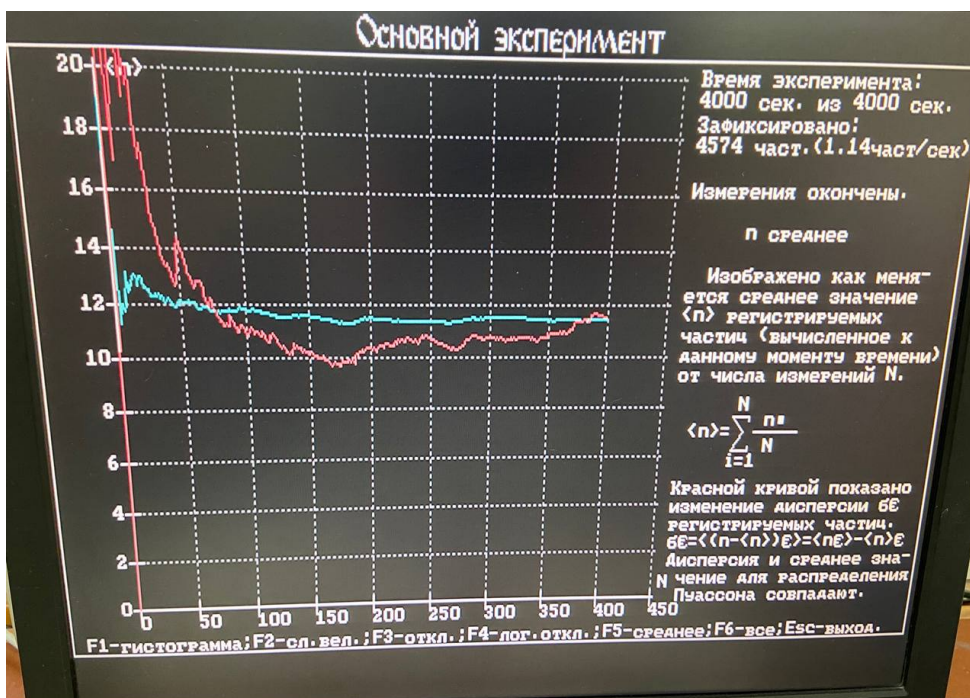


Рис. 1: Основной эксперимент



Опираясь на предыдущие данные, которые мы уже получили (ошибку среднего), вычисляем стандартное отклонение по формуле $\sigma = \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{N}}$ и сравниваем с реальным по графику.

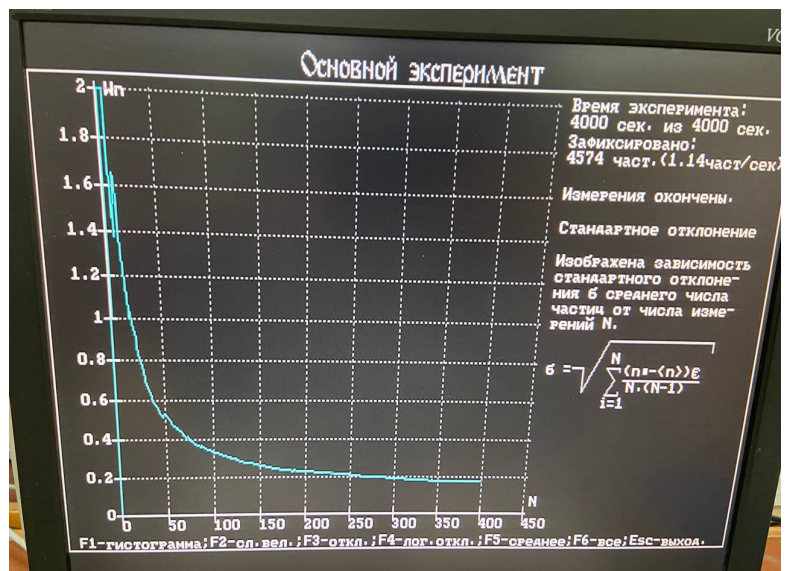


Рис. 2: Стандартное отклонение

По гистограмме видим на какое число импульсов приходится максимум и убеждаемся в нормальности распределения нашей случайной величины, так как кривая красиво ложится на гауссиану.

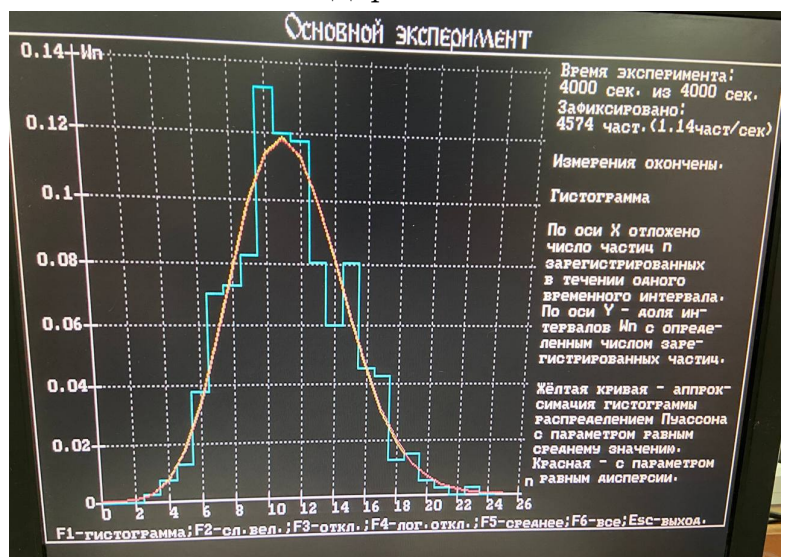


Рис. 3: Гистограмма

Результаты натурального эксперимента.	
Полное время измерений	4000
Интервал измерения	10
Полное число частиц	4574
Среднее число частиц за 1 измерение	11.435
Стандартная ошибка измерения среднего:	± 0.169481
Относительная ошибка измерения среднего:	$\pm 1.4821\%$
Ошибка отдельного измерения:	$\sigma = \pm 3.38962$
Число частиц в пределах 1 сигма (1 σ)	2671 (58.4%)
Число частиц в пределах 2 сигма (2 σ)	4361 (95.3%)
Число частиц в пределах 3 сигма (3 σ)	4551 (99.5%)
За 10 сек. счетчик регистрирует	11.4 \pm 3.4 частиц

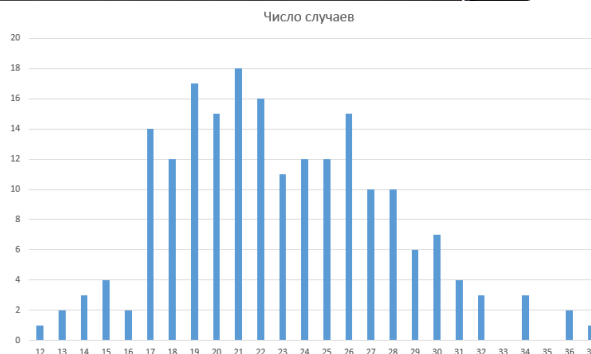
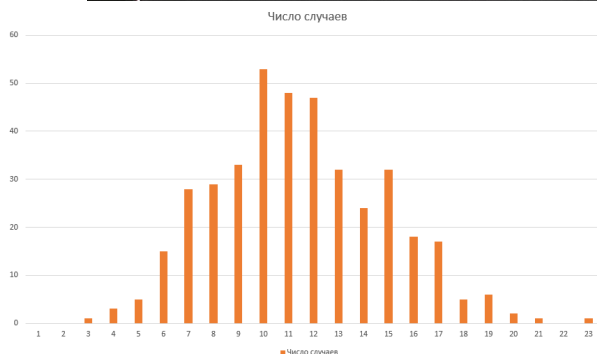
Результаты демонстрационного опыта.	
Полное время	1160
Интервал измерения	10
Полное число частиц	1510
Среднее число частиц за 1 измерение	13.0172
Стандартная ошибка измерения среднего:	± 0.353815
Относительная ошибка измерения среднего:	$\pm 2.71805\%$
Ошибка одного измерения:	$\sigma = \pm 3.8107$
Число частиц в пределах 1 сигма (1 σ)	993 (65.8%)
Число частиц в пределах 2 сигма (2 σ)	1417 (93.8%)
Число частиц в пределах 3 сигма (3 σ)	1510 (100.0%)
За 10 сек. счетчик регистрирует	13.0 \pm 3.8 частиц

Сравнив результаты основного и демонстрационного опыта, можно заметить, что данные получились довольно похожими, даже несмотря на меньшее количество измерений во втором опыте. Из этого можно сделать вывод, что распределение нормальное, а ошибка случайная.

- Результаты измерений и обработка данных:

Количество измерений	80	160	240	320	400
Оценка ошибки по полосе	2.0	2.5	2.5	3.0	3.2
Оценка среднего	12	12	12	12	12
Реальное среднее	11.9	11.3	11.2	11.5	11.4
Оценка ошибки среднего	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Оценка стандартного отклонения	0.39	0.28	0.22	0.20	0.18
Реальное стандартное отклонение	0.39	0.23	0.21	0.19	0.18

ДАННЫЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ												
Число срабатываний счётчика за 20 сек.											Данные для гистограммы, t=10 s.	
№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Число импульсов	Доля случаев
0	31	14	26	23	37	21	26	31	23	28	3	0.0025
10	22	19	24	19	24	25	26	22	19	25	4	0.0075
20	23	18	22	27	25	28	21	27	23	22	5	0.0125
30	19	17	23	26	24	22	18	21	20	24	6	0.0375
40	30	19	28	20	25	21	28	32	20	19	7	0.07
50	21	24	28	18	20	22	18	25	25	15	8	0.0725
60	17	21	20	22	19	25	24	27	28	20	9	0.0825
70	21	27	27	23	19	19	23	21	21	16	10	0.1325
80	18	20	22	22	15	19	17	18	28	17	11	0.12
90	26	21	19	32	29	32	29	31	18	28	12	0.1175
100	25	17	15	29	17	20	24	22	17	23	13	0.08
110	20	27	16	18	26	25	20	22	20	23	14	0.06
120	34	18	14	22	26	25	24	21	20	18	15	0.08
130	22	17	24	26	30	26	19	29	33	34	16	0.045
140	22	30	29	17	19	29	21	27	30	24	17	0.0425
150	18	26	17	22	27	26	21	26	15	27	18	0.0125
160	28	30	17	19	17	18	19	17	20	20	19	0.015
170	25	19	23	23	13	26	17	30	28	19	20	0.005
180	22	25	21	31	14	36	12	21	13	30	21	0.0025
190	21	24	36	26	27	24	21	26	20	21	23	0.0025



Слева представлена гистограмма, где данные за каждые 10 секунд, а справа за каждые 20. По гистограммам можно понять, что наибольшее число случаев приходится на значение примерно 10 импульсов за 10 секунд.

- Закключение:

Нам удалось измерить интенсивность радиационного фона. Мы применили статистические методы для анализа данных и пришли к выводу, что радиационный фон стабилен. Также нам удалось довольно хорошо оценить погрешности, среднее значение и стандартное отклонение.