

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТКА № 1.1.4.

Тема работы: "Измерение интенсивности радиационного фона"

Цель работы: применение методов обработки экспериментальных явлений для получения и изучения статистических закономерностей при измерении интенсивности радиационного фона.

Оборудование: счетчик Гейгера - Мюллера СГМ-6, блок пульсации, компьютер с интерфейсом связи со счетчиком.

Теоретический материал:

Природа космическоголуча

первичные.

Космические лучи, приходящие на ~~орбиту~~ Землю

- приходят на орбиту из космоса
- воздушный барьер образует первичные
- возникают благодаря взаимодействию с атмосферой Земли

Первичные космические лучи — поток стабильных частиц, имеющих большое кол. энергии (от 10^9 до 10^{21} эВ)
 $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$

В космическом пространстве

поток частиц ограничен по всем направлениям.

ВЕЛИЧИНА, ХАРАК. КОЛ-ВО ЧАСТЬЕ В
КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ — ИНТЕГРАЛЬНОЕ I .
Интенсивность — ЧИСЛО ЧАСТЬЕ, ПАДАЮЩЕЕ
В ЕДИНИЦУ ВРЕМЕНИ НА ЕДИНИЦУ θ . ПОКАЗАРУЕ
ПРЕДЕНД. И НА ПРЯМАХ, НАБЛЮДАЕМОЙ
ОТ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ЕДИНИЦЕ ТЕЛЕС. УГЛА.

$$[I] = \frac{\text{КОЛ-ВО ЧАСТЬЕ}}{\text{см}^2 \cdot \text{ср. с}}$$

ПЛОТНОСТЬ — ПОТОКА ЧАСТЬЕ,

$$F = 2\pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} I \cos \theta \sin \theta d\theta = \pi I$$

$$[F] = \frac{\text{КОЛ-ВО ЧАСТЬЕ}}{\text{см}^2 \cdot \text{с}}$$

КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТЬЕ
АБСОЛЮТ. ЗНАЧ. СКОРОСТИ V :

$$n = \frac{4\pi I}{V} ; [n] = \frac{\text{КОЛ-ВО ЧАСТЬЕ}}{\text{см}^3}$$

С ПОСТАНОВКОЙ ЧАСТЬЕЮ МОЖНО

СЧИТАТЬ, ЧТО $V \approx c$

А ТОГДА ВТОРИЧНЫЕ АОСМ. ЛУЧИ \sim

$$\hookrightarrow I \sim \cos^2 \theta$$

θ
УГОЛ С ВЕРТИКАЛЬЮ

Первичные лучи в осадившем состоят из д-лучей.

Подавая в атмосфере земли, они взаимо-
взаимодействуют с ядром атомов атмосфер-
ных фаз и образуют вторич. линии. Их
до 100 000 протонов до поверх. Земли
встречают один, но подняв. вторич. продукты
и мюоны с некоторыми, которые состоят.

Жесткую компоненту (протонов сквозь
(излучающие потоки частиц),

мягкую же компоненту состоит

в основном из электронов, рожденных
и фотонов.
(в верт. направлении)

на уровне:
моря

плотность потока
мягкой компоненты
составляет \approx кон. плотности
кrestной

15 км над
землей:

плотность потока
мягкой $\sim 4-5$ раз выше
плотности на крестной

17 км над
землей:

максимальная общая
плотность

Плотность потока вдоль речных линий
в водах поверх. Земли сильно зависит
от от азимута. Максимум в
переходах и минимум в горизонтах.

$$A \sim \cos^2 \theta$$

Отклонение
от вертикаль

Космические лучи и естественные радиоактивности Земли ЯВЛ. ОСН. исходя из которых в некоторой мере в атмосфере.

Атмосфера.

Ионизируя атмосферу
излучением высоты начиная на высоте
1 км распыт всё сущее.

Как раз обнаружив косм. лучи
и измерив их интенсивность можно
по ионизацию.

Для этого используется

Счетчик Гейгера - Мюллера.

Используемый в работе СГМ-6
представляет собой усилитель металлический,
который ЯВЛ. катодом.
Аналогом ЯВЛ. точная цифра, начиная
вдоль оси цилиндра,

При напряжении 400 В частички
косм. лучей ионизируют газ, который
наполняет счетчик, а также выбываются
электронами из его стрек.

Образовавшиеся электронные ускоряются в
цилиндре за счёт потока электромагнитных
сигналов с молекулами газа и
выходят из них новые заряды.
Электроны.

В результате соотв. процессов об-
разуется первая линия электронов и
через счетчик резко увеличивается ток.

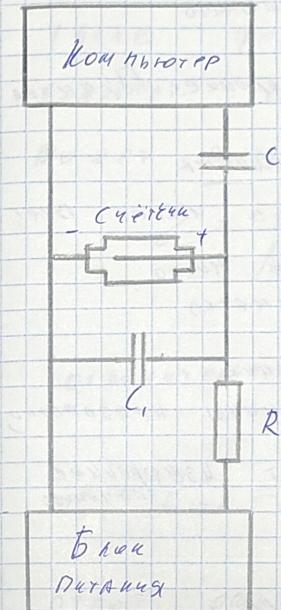


Рис. Схема взаимодействия счетчика

Через R на счетчик
от блока питания
подается постоянный напряжение

В исходном состоянии
СГМ-6 и C_1 — замкнуты на 400 В.

C_2 не проявляет ионизации
напряж. в цепи ферро-
склонного компьютера.

При возникновении
тока через счетчик
заряд на СГМ-6 и
 C_1 обесточен, разрывая
электрическую цепь.

Энергия поступает
от C_1 и счетчику.

~~Задача~~ Рассмотрим как счетчик прекращается
при уменьшении напряжения на приборах
до величины, при которой разность
пограничников внутри счетчика не
превышает порога ионизации

Таким образом схема порождающая
приборы в исходное состояние,
переходя через C_2 коротание
импульса в компьютер.

Описаниe эксперимента:

Случайные события однородны во времени

и имеют одинаковую вероятность
каждой из которых

\Rightarrow Справедливо правило Маркова

при n результатах измерений ошибка
числа отсчетов имеет вид

$$\delta = \sqrt{n}, \quad \text{где } n - \text{среднее число} \\ \text{отсчетов}$$

Однако истинное значение
измер. величины измеряется

так что появляются измерительные

$$\delta = \sqrt{n}$$

тогда результат измерения
имеет вид:

$$n_0 = n \pm \sqrt{n}$$

при N измерениях среднее значение
числа отсчетов будет иметь измерение
видео,

$$\bar{n} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_i$$

и стандартная ошибка

$$\delta_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})^2}$$

Очевидно к этому выводу

ведут вероятность $\sqrt{\frac{1}{N}}$:

$$\delta_{\text{ср}} \approx \sqrt{\frac{1}{N}}$$

Также теор. вр. показывает, что
сумма ошибок отдельных n изм.

имеет вид определения:

$$\delta_{\bar{n}} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sqrt{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})^2} = \frac{\delta_{\text{ср}}}{\sqrt{N}}$$

относительная ошибка отдельного
измерения:

$$\varepsilon_{\text{ср}} = \frac{\delta_{\text{ср}}}{n_0} \approx \frac{1}{\sqrt{n_0}}$$

относ. ошибка среднего значения \bar{n}

$$\varepsilon_{\bar{n}} = \frac{\delta_{\bar{n}}}{\bar{n}} = \frac{\delta_{\text{ср}}}{\sqrt{N}} \approx \frac{1}{\sqrt{N}}$$

Ход работы:

Использование:

- 1) Ознакомиться с устройством установки
- 2) Включить излучение комп. и установку.
- 3) Познакомиться с описанием программы STAT.
- 4) Провести демонстрационный эксперимент, используя данные генератора случайных чисел.

5) Вывести, как изменяется
значимость 8 числа
измерений

- a) измеряли все 444444
- б) её сред. значение
- в) погреш. от. измер.
- г) погреш. ср. знач.

6) По окончании перенесать
всё в раб. тетрадь

7) По этим результатам
построить гистограмму $M_n = f(n)$
распределения числа отсчетов за 70с
число групп с 4
 $M_n = \frac{\text{полное число измер} (N)}{\text{число групп}} = 10$

8) Разбить раз-761 измерений
на группы по 10с
получив с их помощью вычислить
распределение числа отсчетов
за 40с.

9) Вывести, как из не выходит
гистограмма при уровне чети 10
или 40 измерений, или определена
ширина пока гистограммы.

10) Определить (разное число измерений
за 10 и 40 секунд) соотв.
средней погреш. Отклонение
отдельного и среднего измерений
проверив, $470 - 8 = \sqrt{57}$

11) Определить пределы (участки)
когда отклонение от среднего
не превышает ± 2σ.
(равноть с теор. обосновано)

ТАБЛИЦА. Число средних наблюдений
за 20с

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	40	56	44	45	52	58	56	53	45	60
10	47	52	62	42	52	60	78	62	62	52
20	50	46	50	58	47	60	54	56	56	47
30	50	56	70	56	50	41	44	23	54	52
40	76	50	38	45	44	78	56	60	48	47
50	60	44	56	63	48	62	43	52	52	48
60	60	66	44	69	34	54	66	51	56	39
70	48	56	61	56	52	34	56	62	50	60
80	64	39	56	54	52	65	49	32	54	60
90	46	56	49	60	65	60	38	28	65	32
100	48	56	61	56	52	56	43	44	62	
110	42	52	52	66	34	55	54	52	51	
120	50	59	50	63	46	52	32	29	50	78
130	50	48	46	55	60	42	46	68	50	46
140	52	42	58	47	35	51	58	50	44	36
150	42	60	44	52	64	54	44	60	50	54
160	36	44	42	56	78	38	52	54	54	62
170	58	43	54	56	55	48	54	76	44	58
180	54	52	43	60	56	66	52	51	68	56
190	42	56	38	45	44	53	45	41	38	40

ТАБЛИЦА. ДАЛЬШИЕ РЯДЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ
ЧИСЛОВЫХ ГРАФИКОВ РАСПРОСТРANЕНЫХ СРАГАР.
СЧЕТЧИЧКА 34 10с

ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ к ₀	0	1	2	3	4	5	18	19	20	21	22
ЧИСЛО СЧИТЧИКА	0	0	0	0	0	0	19	4	29	3	33
ФОРМУЛА СЧИТЧИКА к ₁	0	0	0	0	0	0	0,075	0,01	0,075	0,005	0,075
ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ к ₁	6	7	8	9	10	11	23	24	25	26	27
ЧИСЛО СЧИТЧИКА	0	0	1	0	4	0	7	41	5	50	4
ФОРМУЛА СЧИТЧИКА к ₂	0	0	0	0	0	0	0,075	0,025	0,025	0,125	0,0175
ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ к ₂	12	13	14	15	16	17	28	29	30	31	32
ЧИСЛО СЧИТЧИКА	5	2	10	1	18	2	76	4	29	6	21
ФОРМУЛА СЧИТЧИКА к ₃	0,025	0,005	0,025	0,025	0,015	0,015	0,015	0,01	0,0625	0,015	0,0525
ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ к ₃	96	89	110	109	105	99	104	112	120	114	106
ЧИСЛО СЧИТЧИКА	10	96	108	107	110	103	106	126	91	117	106
ФОРМУЛА СЧИТЧИКА к ₄	126	83	82	116	95	104	119	110	95	100	109
ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ к ₄	30	126	109	88	117	95	104	117	86	118	110
ЧИСЛО СЧИТЧИКА	40	103	110	117	81	114	98	109	125	66	97
ФОРМУЛА СЧИТЧИКА к ₅	50	104	117	108	99	106	94	109	100	109	103
ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ к ₅	60	109	113	98	61	128	98	100	102	114	96
ФОРМУЛА СЧИТЧИКА к ₆	70	99	105	86	108	80	102	96	118	104	109
ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ к ₆	80	80	98	76	106	116	101	110	103	130	102
ФОРМУЛА СЧИТЧИКА к ₇	90	106	103	122	103	124	98	83	97	86	78

ТАБЛИЦА. ЧИСЛО СЧИТЧИКА РАСПРОСТРANЕНЫХ СРАГАР.
СЧЕТЧИЧКА 32 40с

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	96	89	110	109	105	99	104	112	120	114
10	96	108	107	110	103	106	126	91	117	106
20	126	83	82	116	95	104	119	110	95	100
30	126	109	88	117	95	104	117	86	118	110
40	103	110	117	81	114	98	109	125	66	97
50	104	117	108	99	106	94	109	100	109	103
60	109	113	98	61	128	98	100	102	114	96
70	99	105	86	108	80	102	96	118	104	109
80	80	98	76	106	116	101	110	103	130	102
90	106	103	122	103	124	98	83	97	86	78

ТАБЛИЦА. ЧИСЛОВЫЕ РЯДЫ КОСУРОВСКИХ ГАСТОВРИДИЧЕСКИХ

РАСПРОСТРANЕНЫХ СРАГАР/ВАЛЕНЬ.
СЧЕТЧИЧКА 34 40с

ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ к ₀	61	66	76	78	80	81	P2	83	86	88	89	91	94	95	96
ЧИСЛО СЧИТЧИКА	1	1	1	1	2	1	1	1	2	3	1	1	1	2	4
ФОРМУЛА СЧИТЧИКА к ₁	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04
ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ к ₁	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	112
ЧИСЛО СЧИТЧИКА	2	5	2	3	1	3	6	8	1	5	1	2	5	6	1
ФОРМУЛА СЧИТЧИКА к ₂	0,02	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02	0,06	0,08	0,01	0,05	0,01	0,02	0,05	0,06	0,01
ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ к ₂	113	114	116	H7	118	119	120	122	124	125	126	128	130		
ЧИСЛО СЧИТЧИКА	1	3	2	5	2	1	1	1	1	1	3	1	1		
ФОРМУЛА СЧИТЧИКА к ₃	0,01	0,03	0,02	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01		

ПОЛНОЕ ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ: 400 с

ИНТЕРВАЛ ИЗМЕРЕНИЯ: 10

ПОЛНОЕ ЧАСТЬЮ ЧИСЛЯКОВ: 10326

СРЕДНЕЕ ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ: 34, СРЕДНЯЯ ОШИБКА: ± 8,815

СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ ОШИБКА: ± 0,341
ЧИСЛО СЧИТЧИКА

ОШИБКА ОТН. ЧИСЛ.: 8,8 = ± 6,83

ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ
ПРЕДЕЛЬНАЯ ± 6: 6936 (67,2%)

ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ
ПРЕДЕЛЬНАЯ 26: 9848 (95,4%)

ЧИСЛО ЧИСЛЯКОВ
ПРЕДЕЛЬНАЯ 32: 10326 (100%)

ЗА 10 сен
счетчик результирует

$25,8 \pm 6,8$ часы

08.02.2024 *fact*

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ:

avg $t = 10_c$

avg $t = 40_c$

Среднее число

ср.блр. счетчика

$$\bar{n}_1 = \frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} n_i = 25,8$$

$$\text{так } N_1 = 400$$

$$\bar{n}_2 = \frac{1}{N_2} \sum_{i=1}^{N_2} n_i = 103$$

$$\text{так } N_2 = 100$$

Среднее квадр. ошибки

отдельного измерения,

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} (n_i - \bar{n}_1)^2} \approx 6,53$$

$$\delta_1 \approx \sqrt{\bar{n}_1} \approx 5,08$$

$$\delta_2 = \sqrt{\frac{1}{N_2} \sum_{i=1}^{N_2} (n_i - \bar{n}_2)^2} \approx 13$$

$$\delta_2 \approx \sqrt{\bar{n}_2} \approx 10$$

Относительная полученная
распределенность:

$$\frac{\delta_1}{\bar{n}_1} \cdot 100\% \approx 25,3\%$$

$$\frac{\delta_2}{\bar{n}_2} \cdot 100\% \approx 12,7\%$$

Стандартная ошибка \bar{n}_i :

$$\delta_{\bar{n}_1} = \frac{\delta_1}{\sqrt{N_1}} \approx 0,33$$

$$\delta_{\bar{n}_2} = \frac{\delta_2}{\sqrt{N_2}} \approx 1,3$$

Относительная ошибка
нормализации:

$$\varepsilon_{\bar{n}_1} = \frac{\delta_{\bar{n}_1}}{\bar{n}_1} \cdot 100\% = 1,3\%$$

$$\varepsilon_{\bar{n}_2} = \frac{\delta_{\bar{n}_2}}{\bar{n}_2} \cdot 100\% = 1,3\%$$

$$\varepsilon_{\bar{n}_1} = \frac{100\%}{\sqrt{\bar{n}_1 N_1}} \approx 0,9\%$$

$$\varepsilon_{\bar{n}_2} = \frac{100\%}{\sqrt{\bar{n}_2 N_2}} \approx 0,9\%$$

Итоговый результират:

$$n_{t=10_c} = \bar{n}_1 \pm \delta_{\bar{n}_1}$$

$$n_{t=10_c} = 25,8 \pm 6,8$$

$$n_{t=40_c} = \bar{n}_2 \pm \delta_{\bar{n}_2}$$

$$n_{t=40_c} = 103 \pm 13$$

Минута	Число счт.	Вариация %	теор. 04. > %
$\pm \delta_1 = \pm 6,5$	69 36	67,2%	68%
$\pm \delta_2 = \pm 13$	98 48	95,4%	95%

График распределения
Числа обратов
за 10 с и 40с

