

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ПРИРОДЕ РАДИАЦИОННОГО ФОНА НА ВЫСОТАХ 250 – 500 км

Л.В.Курносова, В.И.Логачева, Л.А.Розаренов,
В.Г.Синицина, М.И.Фрадкин, В.С.Чукин

На спутнике "Космос–225" была поднята установка ¹⁾ (рис. 1), позволявшая выделять электроны (по мощности ливня, развивающегося в свинцовых радиаторах). Анализу подвергались те события, которые соответствовали срабатыванию схемы совпадений СС–1 ($r_1 < 0,5 \text{ мксек}$).

По тракту радиотелеметрии (РТС) передавалась следующая информация:
а) величина сигнала в каждом из трех измерительных сцинтилляторов (СЦ);
б) наличие в СЦ I импульса, большего, чем от двух заряженных частиц (α - отметка); в) наличие сигнала в ТЧС ("прямые" события, т. е. движение частицы в направлении от СЦ I к СЦ III); г) полное число заряженных частиц (канал НС), запустивших схему СС–2.

Схема СС–1 срабатывала при пролете электронов с $E_e > 40 \text{ Мэв}$ (пробег $L > 20 \text{ см}^2$) и протонов с $E_p > 10 \text{ Гэв}$ (пороговые энергии в ГЧС). Схема СС–2 запускалась электронами с $E_e > E > 40 \text{ Мэв}$ (пробег $L > 20 \text{ см}^2$) и протонами с $E_p > 0,6 \text{ Гэв}$ (порог ТЧС).

До полета установка калибровалась ²⁾ электронами с $E \sim 600$ и 1000 Мэв . Калибровочные кривые и теоретические каскадные кривые показаны на рис. 2.

В таблице приведены основные результаты обработки данных, относящихся к экваториальным районам, за суммарное время 103 мин. Из таблицы видно, что скорость счета в канале НС примерно в 4 раза превышает ожидаемую скорость счета протонов космических лучей (это подтверждает факт существования на высотах 200 – 500 км избыточного потока радиации – радиационного фона) ³⁾. Скорость счета "ливневых" событий также в несколько раз выше скорости счета протонов.

На рис. 2 нанесены экспериментальные данные о величине энерговыделения ξ , под каждым слоем свинца для нескольких групп событий. В группы объединялись события с определенным суммарным энерговыделением $\Sigma \xi_i$ в трех измерительных сцинтилляторах. Сравнение с каскадными кривыми, соответствующими тем же $\Sigma \xi_i$, показывает, что при малых энергиях (300 – 600 Мэв) имеет место удовлетворительное согласие, а при больших энергиях наблюдается резкое различие.

¹⁾ Более подробные сведения об установке содержатся в [1]. Начальные параметры орбиты "Космос–225": апогей 531 км, перигей 275 км, период обращения 92 мин, наклонение $49^\circ 5'$, запущен 13 июня 1968.

²⁾ Калибровка осуществлялась на ускорителях ФИАН и ХФТИ АНУССР, сотрудникам которых авторы глубоко благодарны.

³⁾ На наличие повышенной интенсивности на этих высотах указывалось в [2–5].

Скорость счета ($\text{имл} \cdot \text{мин}^{-1}$) в экваториальной области¹⁾ на высотах 250 – 500 км.

Тип события	В ливневой части			В канале ПС	
	"Ливневые"		Одиночные		
	Полное число	Из них с α -отметкой			
"Прямые" (сигнал в ТЧС)	5,24 ± 0,31	2,90 ± 0,22	2,26 ± 0,20	7,5 ± 0,4	—
"Обратные" (отсутствие сигнала в ТЧС)	3,80 ± 0,26	1,77 ± 0,18	1,30 ± 0,15	5,1 ± 0,3	—
Все события	9,04 ± 0,40	4,60 ± 0,29	3,56 ± 0,25	12,6 ± 0,5	9,7 ± 0,3

Ожидаемая от протонов (при $i = 200 \text{ м}^{-2} \text{ сек}^{-1} \text{ стерад}^{-1}$) – 2,16

¹⁾ Обработка отдельных участков траектории, проходящих в более высоких широтах, обнаружила лишь незначительный широтный эффект.

Если все кривые снормировать по суммарному энерговыделению к кривой для $E \sim 600 \text{ МэВ}$, то все экспериментальные кривые лягут близко друг к другу, а теоретические существенно разойдутся. Итак, можно указать на два основных результата проведенного эксперимента: 1) относительно высокая скорость счета событий; 2) несоответствие вида наблюдаемых кривых теоретическим каскадным и сходство наблюдаемых кривых между собой.

Анализ вклада в регистрируемые события продуктов взаимодействия протонов в теле спутника и веществе ливневой части показывает, что ни количество событий, ни их характер не могут быть объяснены такого рода процессами.

В качестве одного из возможных объяснений наблюдаемых эффектов мы рассматриваем гипотезу о структурном характере избыточного излучения¹⁾ на высотах 200 – 500 км: заряженные частицы (электроны с $E \sim 300 - 600 \text{ МэВ}$ а возможно и с меньшими E) движутся в виде некоторого сгустка частиц, названного нами "банчем".

¹⁾ Альтернативная гипотеза – приход на землю частиц (большой энергии или нейтральных) с весьма малым пробегом для взаимодействия и дающих при этом в одном акте большое число частиц (электронов с $E \sim 300 - 600 \text{ МэВ}$) – требует далеко идущих предположений, для чего имеющихся фактов явно недостаточно.

Гипотеза бенчей позволяет объяснить полученные результаты следующим образом. Одна из частиц бенча, пройдя СИ I, ГЧС, СИ II, запускает схему СС-1 и открывает измерительную схему ливневой части на время $\tau_{\text{изм}} \approx 5 \text{ мксек} >> \tau_1$.

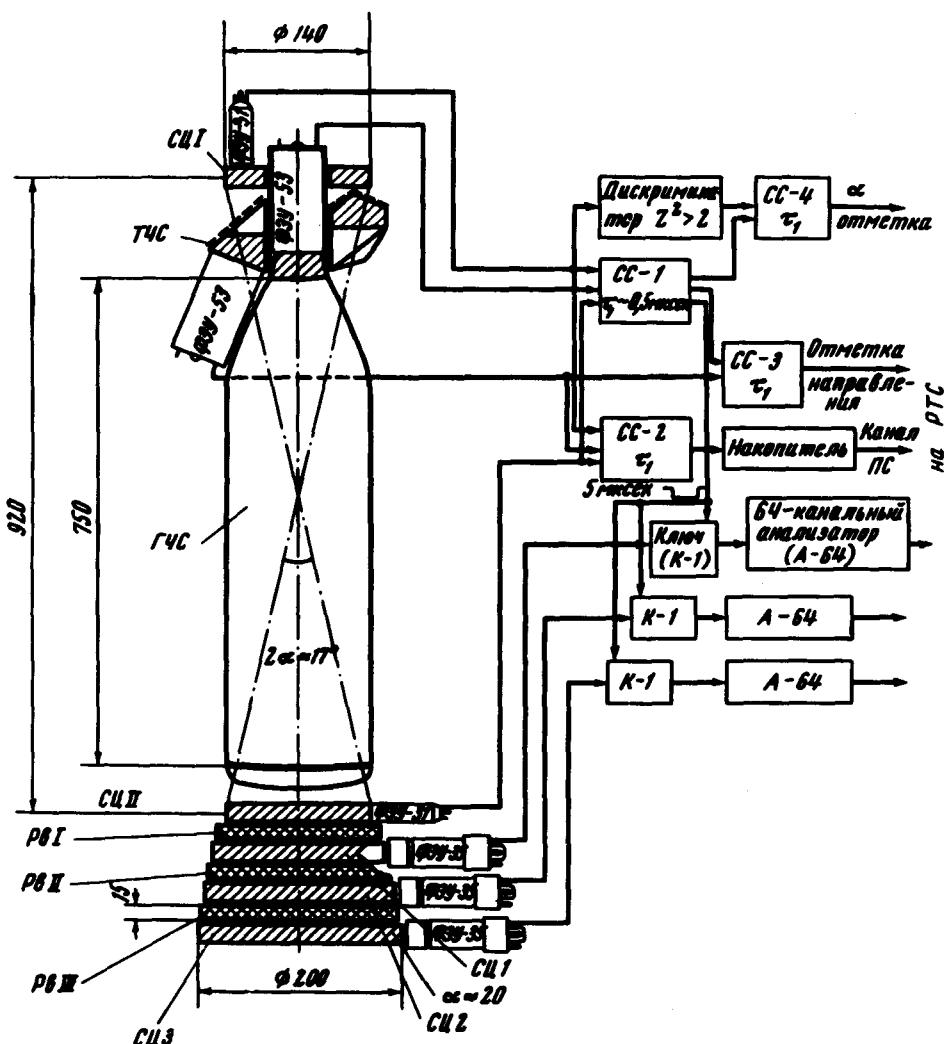


Рис. 1. Схема детектирующей части установки (геометрический фактор $\Gamma = 1,8 \text{ см}^2 \text{стераид}$) и упрощенная блок-схема электронной части: СИ I, СИ III – спиритилляционные счетчики управляющей системы; ГЧС – газовый чиренковский счетчик (не направленный, $R_{\text{пор}} \approx 0,997$); ТЧС – твердый геренковский счетчик (направленный); СИ 1, СИ 2, СИ 3 – измерительные спиритилляторы ливневой части.

Попавшие за время $\tau_{\text{изм}}$ на ливневую часть n_1 электронов бенчей создадут n_1 ливней, которые дадут суммарный сигнал в трех спиритилляторах, соответствующий одному электрону *большой* энергии. Однако соотношение между сигналами под каждым из слоев Рв будет такое же, как в случае электрона *умеренной* энергии. Поскольку для формирования α -отметки разрешающее время $\tau_1 < 0,5 \text{ мксек}$, то даже мощный бенч не всегда будет сопровождаться α -отметкой.

кой, в особенности если учесть, что плотность частиц в "начальной" части банча может быть меньше средней по банчу. Оценка размеров банча: протяженность более 1500 м, радиус поперечного сечения 10 – 60 км (определяется кривизной электронов в магнитном поле Земли). Плотность частиц в банче $n = 3 \cdot 10^{-7} \text{ см}^{-3}$.

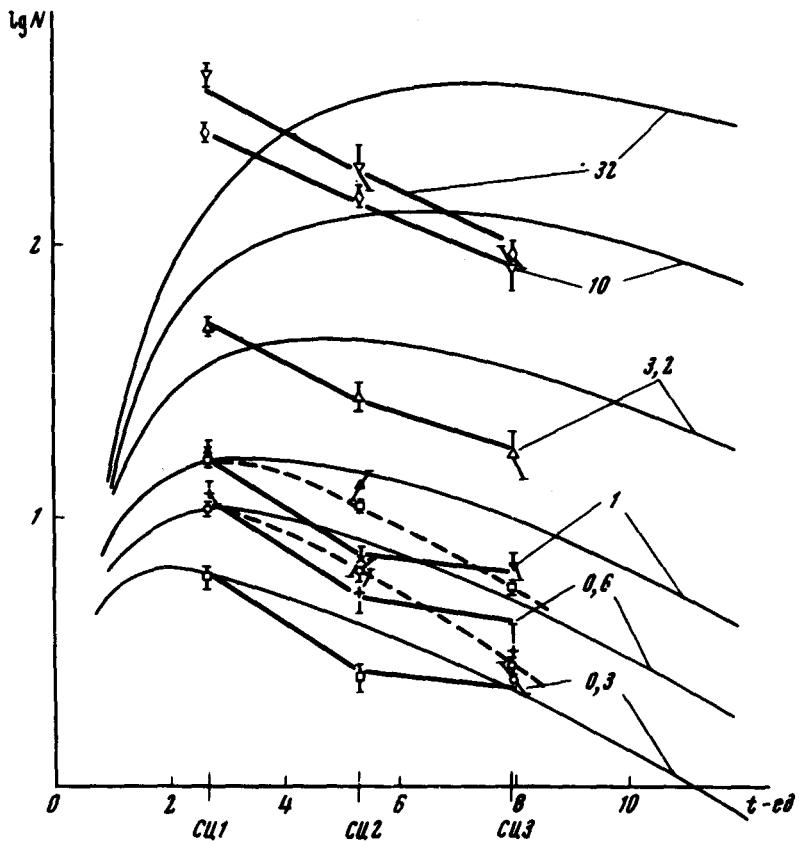


Рис. 2. Сравнение экспериментальных результатов с теоретическими каскадными кривыми: 1 – каскадные кривые (цифры – энергия первичного электрона E_0 , Гэв); 2 – данные калибровки; 3 – экспериментальные данные (цифры – энергия электрона, соответствующая зарегистрированному суммарному энерговыделению ΣE_i , Гэв)

Нам представляется, что такие сгустки квазимоноэнергетических электронов могут возникать, если существующие ~~близи~~ Земли ускорительные механизмы имеют импульсный характер: только та часть электронов, которые к началу "цикла" ускорения имели подходящее направление и величину скорости будут вовлекаться в процесс ускорения и ускоряться примерно до одной и той же энергии.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
13 января 1970 г.

Литература

- [1] В.А.Болышев, И.Н.Капустин, Л.В.Курносова и др. Препринт ФИАН, 1966.
 - [2] Л.В.Курносова, Т.Н.Колобянина, З.И.Логачев и др. Сб. "Искусств. спутники Земли", М., 1961, вып. 8, стр. 90.
 - [3] И.А.Савенко, Н.Ф.Писаренко, Н.И.Шаврин. Сб. "Искусств. спутники Земли" М., 1961, вып. 9, стр. 71.
 - [4] О.И.Савун. Геомагнетизм и аэрономия, 9, 145, 1969.
 - [5] Н.Л.Григоров, Ю.С.Клинцов, В.Е.Несторов и др. Изд. АН СССР, сер. физ., 30, 1773, 1968.
-