

С. И. БРИККЕР, С. Н. ВЕРНОВ, И. М. ЕВРЕЙНОВА, С. П. СОКОЛОВ  
и Т. Н. ЧАРАХЧЬЯН

## ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕХОДНОГО ЭФФЕКТА КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В СТРАТОСФЕРЕ ПРИ ПОМОЩИ СЧЕТЧИКОВ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 12 V 1947)

При полетах субстратостатов до высоты 8—10 км и шаров-зондов до высоты 26 км производились измерения переходного эффекта с помощью счетчиков. Для измерений на шарах-зондах была разработана специальная аппаратура, передающая по радио число разрядов в счетчике, который попеременно помещался внутри свинцового панцыря толщиной 1 см и вне его.

Счетчики были типа „Троста“ (длина 12—17 мм, диаметр 7—8 мм), толщина стенок 0,4 мм стекла. Число разрядов измерялось электромеханическим счетчиком. Специальные опыты показали, что эффективность таких счетчиков для космических лучей близка к 100%.

С помощью миниатюрного моторчика счетчик „Троста“ попеременно помещался внутри сферического свинцового панцыря толщиной 1 см (наружный диаметр 8 см) или вне его на расстоянии 18 см от центра панцыря. Включения моторчика производились электромеханическим счетчиком. Перемещения осуществлялись после того, как электромеханический счетчик сосчитывал в определенном положении 450 импульсов. В обоих положениях счетчика (в свинце и вне его) в цепь сетки передатчика, описанного в (4), подключались различные сопротивления, и поэтому звуковая частота была различной. Барограф производил на определенных высотах включение дополнительных сопротивлений, что также приводило к изменению звуковой частоты. Таким образом, по радио передавались данные о давлении и о числе космических частиц (в свинце и вне свинца). На приемном устройстве велась непрерывная автоматическая запись звуковой частоты.

В приборе поддерживалась почти постоянная температура за счет нагревания прибора солнечными лучами (см. (4)). Вес прибора около 6 кг.

Результаты измерений представлены на рис. 1 (а, в и с.) Статистическая точность каждой точки 5% (сосчитано 450 импульсов). Данные, полученные при подъеме, хорошо согласуются с данными, полученными при спуске шаров-зондов\*.

Из рис. 1 видно, что на больших высотах при окружении счетчика свинцовым панцырем число разрядов увеличивается в 2,2 раза (для второго и третьего полетов). В первом полете это увеличение несколько меньше из-за неполного окружения счетчика свинцовым панцырем. Это

\* Данные, полученные при полетах субстратостатов, согласуются с результатами наблюдений при полетах шаров-зондов и измерениями, произведенными О. Н. Вавиловым на Памире.

значение должно быть увеличено до 2,5 после введения поправки на неидеальные геометрические условия прибора.

При полетах субстратостатов до высоты 8 км были выполнены измерения переходного эффекта при различных толщинах свинца. Измерения производились двумя счетчиками Троста (такими же, как и применявшиеся при полетах шаров-зондов), причем каждый из них во

время полета измерял число частиц попеременно: 1) вне свинцовых фильтров, 2) в свинцовом фильтре толщиной 1 см, 3) в фильтре 2 см и 4) в фильтре 7 см.

Результаты измерений при полетах субстратостатов представлены на рис. 2. Полученная кривая переходного эффекта имеет такой же вид, как и переходные кривые, полученные О. Н. Вавиловым на Эльбрусе и Памире.

С другой стороны, при полетах субстратостатов до высоты 10 км и стратостата до высоты 17 км в 1938—39 гг. нами было установлено, что при помещении свинцовой пластины толщиной 0,6 и 1,5 см под счетчиком (пластина закрывала все углы с вертикалью от 0 до 60°) увеличения числа частиц не наблюдается (1).

Из сопоставления этих данных с результатами, полученными в настоящей работе, следует сделать вывод, что вторичное излучение, образованное космическими лучами в свинце, претерпевает значительное рассеяние. Требуемое каскадной теорией значительное увеличение числа частиц можно обнаружить лишь при окружении измерительного прибора со всех сторон свинцом. Это также подтверждается измерениями, произведенными в 1946 г. при полете субстратостата на высоту 10 км. При этих измерениях было обнаружено, что при помещении счетчика над свинцовой полусферой толщиной 1 см (полусфера закрывала снизу телесный угол, равный  $2\pi$ ) число разрядов в счетчике возрастает на 40%.

Образование большого числа вторичных частиц в свинце, а также сильное рассеяние этих частиц указывают, что ответственными за наблюдаемый переходный эффект должны быть электроны. Поэтому в составе космических лучей на больших высотах должно быть большое число электронов.

Однако выше 20 км коэффициент мультипликации (отношения числа частиц в свинцовом панцире к числу частиц вне его) не увеличивается (см. рис. 1). Это показывает, что первичные космические частицы не могут быть электронами, так как в этом случае выше 25 км присутствовало бы большее число электронов высоких энергий. Эти электроны должны давать значительно большую мультипликацию в свинце, чем это обнаружено в настоящих опытах. Однако, с другой стороны, нали-

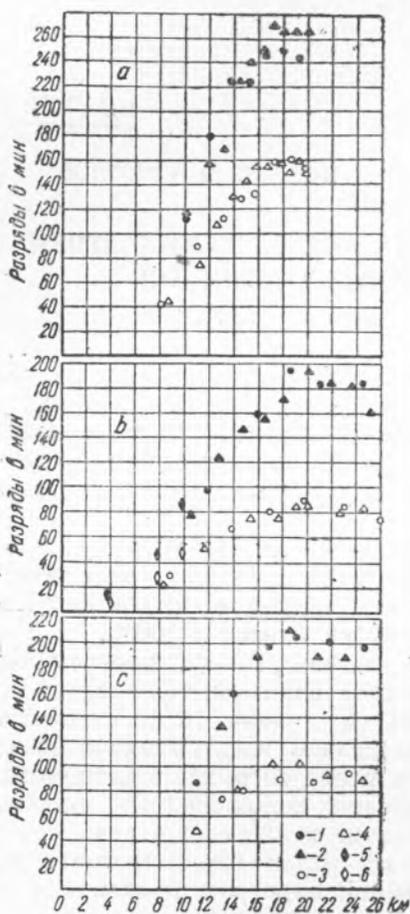


Рис. 1. Зависимость числа разрядов в счетчике от высоты:

*a* — полет 30 IX 1946 г.; *b* — полет 11 X 1946 г.; *c* — полет 17 X 1946 г. 1 — счетчик в Pb (подъем); 2 — счетчик в Pb (спуск); 3 — счетчик вне Pb (подъем); 4 — счетчик вне Pb (спуск); 5 — данные субстратостата, счетчик в Pb; 6 — данные субстратостата, счетчик вне Pb

чие переходного эффекта показывает, что в стратосфере присутствует большое число электронов, средняя энергия которых мало изменяется с высотой. Это указывает, что электроны должны создаваться, в основном ниже 25 км, другими компонентами космического излучения.

Предполагая, что первичные частицы являются протонами, можно определить число мезонов с энергией, большей  $10^8$  eV, на различных высотах. Если поперечник сечения для поглощения протонов и, следовательно, для создания ливней мезонов равен  $2,5 \cdot 10^{-25}$  кв<sup>2</sup> (2), то мезоны будут образовываться на не очень больших высотах. Расчет, выполненный из энергетических соображений (3), показывает, что энергия передавалась электронам распада мезонами (с энергией, большей  $10^8$  eV, и  $\tau_0 = 2 \cdot 10^{-6}$  сек.) в 3 раза меньше, чем энергия, выделяемая мягкой компонентой космического излучения в атмосфере. Поэтому для объяснения электронной компоненты на больших высотах необходимо предположить, что в стратосфере создается большое число электронов за счет новых процессов. Эти электроны могут быть образованы либо непосредственно протонами, либо путем распада нейтральных или большого числа медленных мезонов, создаваемых протонами.

Расчеты, основанные на энергетических соображениях (3),<sup>4</sup> показывают, что для объяснения электронной компоненты за счет распада медленных мезонов число медленных мезонов в воздухе должно быть примерно равно числу быстрых мезонов (с энергией, большей  $10^8$  eV).

В заключение авторы выражают глубокую благодарность директору Центральной аэрологической обсерватории Гидрометслужбы Г. И. Голышеву за организацию полетов и пилотам обсерватории П. П. Полосухину и А. Ф. Крикуну, проводившим измерения при полетах субстратостатов.

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

Поступило  
12 V 1947

и  
Московский государственный  
университет им. М. В. Ломоносова

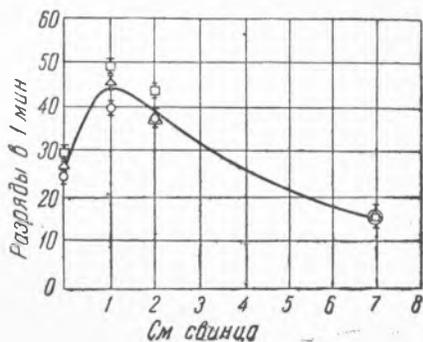


Рис. 2. Переходный эффект в Рb на высоте 8000 м

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> С. Н. Вернов, ДАН, 25, № 9 (1939); Изв. АН СССР, сер. физ., 4, 254 (1940). <sup>2</sup> I. Bloch, Phys. Rev., 69, № 11—12, 575 (1946). <sup>3</sup> Д. В. Скобельцын и С. Н. Вернов, ДАН, 26, № 1 (1940). <sup>4</sup> С. Н. Вернов, Н. Л. Григоров и Д. Ф. Савин, ДАН, 57, № 2 (1947).