

С. Н. ВЕРНОВ и А. М. КУЛИКОВ

## УГЛОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В СТРАТОСФЕРЕ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 21 VI 1948)

Для анализа данных о космических лучах в стратосфере необходимо знать, насколько направление движения вторичных частиц отклоняется от направления первичных частиц. Если при прохождении космических лучей через атмосферу создается большое число вторичных частиц, идущих под большими углами к первичным частицам, то трактовка значительной части данных, полученных в стратосфере, становится неопределенной.

Предположение о том, что вторичные частицы совершенно не сохраняют направления движения первичных частиц, было сделано в целом ряде работ <sup>(1)</sup>.

Этим объяснялось отсутствие эффекта азимутальной асимметрии <sup>(2)</sup> в стратосфере.

Между тем, этот эффект должен был иметь место, если все первичные частицы являются положительно заряженными частицами (протонами), как это предполагается в настоящее время.

Для рассмотрения большинства данных о космических лучах в стратосфере и, в частности, для анализа кривых поглощения космических лучей в вертикальном направлении также необходимо знать, в какой мере вторичные частицы сохраняют направление первичных. Лишь в том случае, если угол между направлением движения вторичных и первичных частиц достаточно мал, можно утверждать, что измерения в вертикальном направлении дают нам данные, относящиеся к определенному пучку космических частиц, созданных первичными частицами, идущими в вертикальном направлении.

Для определения того, насколько вторичные частицы сохраняют направление движения первичных, нами были выполнены измерения углового распределения космических частиц в стратосфере.

Измерения производилось с помощью телескопа (рис. 1), состоящего из трех счетчиков. При помощи миниатюрного моторчика угол наклона телескопа непрерывно изменялся от 0 до 90° и обратно. Один полный цикл занимал ~ 2 мин.

Полученные нами ранее данные <sup>(3)</sup>, показали, что под действием космических лучей в стратосфере образуется большое количество

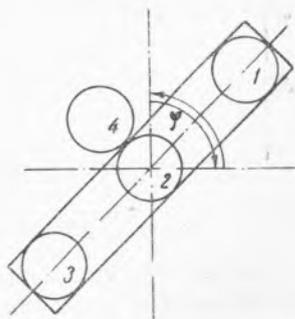


Рис. 1. Телескоп,  
 $\varphi = 0 \div 90^\circ$

вторичных частиц. Поэтому опыты были поставлены таким образом, чтобы исключить искажения, вносимые вторичными частицами, образующимися в веществах, окружающих измерительный прибор (телескоп). Для этой цели телескоп был помещен в верхней части установки, и лишь под ним на расстоянии 10—15 см располагались другие части прибора (батареи, барограф).

Для контроля того, в какой мере созданы достаточно чистые условия опыта, помимо числа тройных совпадений в телескопе (счетчики 1, 2, 3), по радио передавались также тройные совпадения в счетчиках 1, 4, 3. Число этих совпадений (1, 4, 3) дает нам число боковых ливней и случайных совпадений. Во время обоих полетов шаров-зондов до высот 28 км  $N_{1,4,3}$  составляло менее 5% от числа  $N_{1,2,3}$ .

По радио передавались, кроме импульсов тройных совпадений  $N_{1,2,3}$  и  $N_{1,4,3}$ , также и сигналы барографа. В момент, когда телескоп проходил положение, соответствующее углу  $30^\circ$  с вертикалью, подавался специальный сигнал по радио.

Все сигналы принимались приемником и фотографировались с помощью метода, разработанного К. И. Алексеевой. Вес прибора составлял 8 кг. Было проведено 2 полета шаров-зондов с этим прибором до высот 23 и 28 км. На рис. 2 представлены полученные результаты.

Из полученных данных следует, что в интервале углов от  $0$  до  $70^\circ$  с вертикалью число частиц в наклонном направлении (на высоте, соответствующей давлению  $p$ , угол  $\vartheta$ ) с точностью до 10% равно числу частиц в вертикальном направлении на глубине, соответствующей давлению  $p / \cos \vartheta$ .

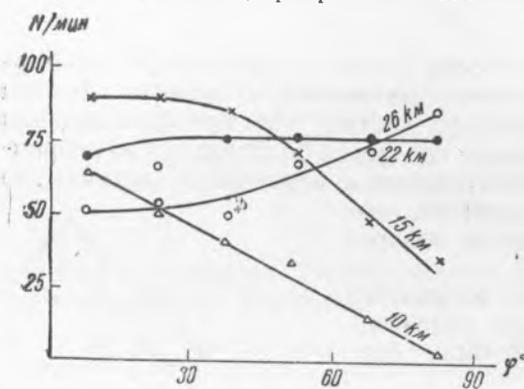


Рис. 2

Число частиц, идущих почти горизонтально ( $\vartheta = 82^\circ$ ), становится значительным лишь на высотах более 20 км.

Однако на этих высотах давление настолько мало, что космическое излучение, идущее под углом  $75^\circ$  с вертикалью, будет проходить пути в атмосфере, соответствующие  $200 \text{ г/см}^2$ .

Из кривой поглощения космических лучей для вертикального направления мы знаем, что при прохождении  $200 \text{ г/см}^2$  образуется большое число вторичных частиц. Поэтому рассеяние частиц на небольшой угол ( $10\text{--}20^\circ$ ) приводит к появлению частиц, идущих в горизонтальном направлении.

Следует отметить, что на максимальной высоте (26 км) (рис. 2) в наклонном направлении идет больше частиц, чем в вертикальном. Это вполне понятно, так как частицы, идущие наклонно, проходят в атмосфере большие количества вещества и успевают образовать большее число вторичных частиц. Если бы в стратосфере было сильное рассеяние частиц, это не имело бы места.

Таким образом, наши опыты доказали, что при прохождении космических лучей через атмосферу направление первичных частиц почти сохраняется, и вторичные частицы могут отклоняться от направления движения первичных частиц лишь на небольшие углы.

Сопоставляя это заключение с известными фактами о наличии в стратосфере большого широтного эффекта <sup>(4)</sup> и отсутствии эффекта азимутальной асимметрии <sup>(2)</sup>, следует прийти к выводу, что первичные космические лучи состоят не только из положительно заряженных,

но также и отрицательно заряженных частиц. Поэтому, если первичные частицы — протоны, то должны существовать в составе первичных частиц также и антипротоны.

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

Поступило  
19 VI 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> W. F. G. Swann, *Phys. Rev.*, **59**, 770, 836 (1941); **60**, 170, 470 (1941); M. Schein, W. P. Jesse and E. O. Wollan, *ibid.*, **59**, 615 (1941); O. Wollan, M. Schein and W. P. Jesse, *ibid.*, **59**, 930 (1941). <sup>2</sup> T. H. Johnson and J. G. Barry, *ibid.*, **56**, 219 (1939). <sup>3</sup> С. И. Бриккер, С. Н. Вернов, И. М. Евреинова, С. П.<sup>4</sup> Соколов и Т. Н. Чарахчьян, *ДАН*, **57**, № 2 (1947). <sup>4</sup> С. Н. Вернов, *ДАН*, **14**, 263 (1937). <sup>5</sup> С. Н. Вернов и А. В. Миронов, *ДАН*, **23**, № 2, 138 (1939). <sup>6</sup> I. S. Bowen, R. A. Millikan and H. V. Neher, *Phys. Rev.*, **52**, 80 (1937); **53**, 217 (1938).