

ФИЗИКА

Г. Т. ЗАЦЕПИН, И. Л. РОЗЕНТАЛЬ, В. П. ЗАХАРОВА, Н. Г. ХРЕБЕТ  
и Г. Б. ХРИСТИАНСЕН

**НАБЛЮДЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ЛИВНЕЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ  
ШИРИНОЙ СВЫШЕ 1000 м**

*(Представлено академиком Д. В. Скobelевым 29 VI 1950)*

Летом 1949 г. на высоте 3860 м над уровнем моря проводились опыты по изучению сверхшироких атмосферных ливней. Идея экспериментов изложена подробно в предыдущей статье <sup>(1)</sup>.

Скелетная схема использованной установки представлена на рис. 1. Боковые усилители  $S_1$  и  $S_2$  располагались на расстоянии 1 км друг от друга. Усилитель  $S_1$  регистрировал двухкратные совпадения разрядов

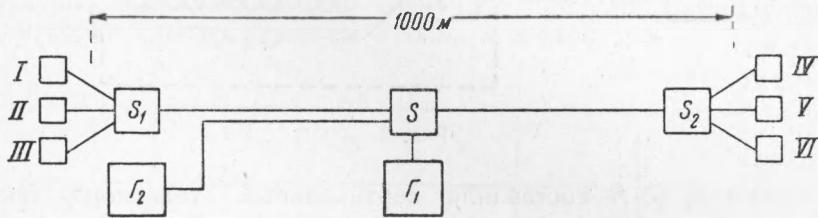


Рис. 1

в группах счетчиков I, II и трехкратные I, II, III; усилитель  $S_2$  регистрировал совпадения IV, V и IV, V, VI. Каждая группа состояла из 24 счетчиков, включенных параллельно и составлявших суммарную площадь 0,8 м<sup>2</sup> (площадь каждого счетчика была 330 см<sup>2</sup>).

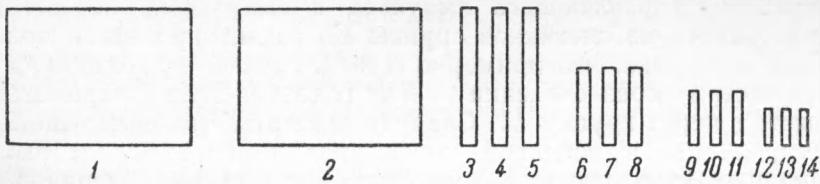


Рис. 2

Двойные и тройные совпадения формировали стандартные прямоугольные импульсы разной амплитуды, передаваемые по высокочастотному кабелю на центральный усилитель  $S$ . Значительная разница между амплитудой импульса, обусловленного двухкратным совпадением, и амплитудой импульса, соответствующего трехкратному совпадению, позволила регистрировать одновременно четырехкратные (I, II, IV, V) и шестикратные (I, II, III, IV, V, VI) совпадения.

Сформированный четырехкратными совпадениями (I, II, IV, V) импульс служил для управления двумя гадоскопами  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ \*

План расположения счетчиков, включенных в гадоскоп  $\Gamma_1$ , представлен на рис. 2. Каждая группа счетчиков 1, 2 имела суммарную площадь  $\sigma = 0,4 \text{ м}^2$ ; счетчики 3, 4, 5 — площадь  $330 \text{ см}^2$ ; счетчики 6, 7, 8 —  $100 \text{ см}^2$ ; счетчики 9, 10, 11 —  $36 \text{ см}^2$ ; счетчики 12, 13, 14 —  $20 \text{ см}^2$ .

В гадоскоп  $\Gamma_2$ , использованный только в части измерений, были включены 10 счетчиков, каждый из которых имел площадь  $330 \text{ см}^2$ . Управляющий импульс, обусловленный также четырехкратными совпадениями, передавался из центрального усилителя по отдельному кабелю.

Многочисленные контрольные опыты свидетельствовали о надежной работе всех узлов установки. Мы остановимся подробно на важнейшем контроле отсутствия просчетов гадоскопа  $\Gamma_1$  вследствие неэффективности счетчиков и радиотехнической схемы. Этот контроль проводился систематически после 10 час. измерений. Схема установки, предназначеннной для указанного контроля, изображена на рис. 3.

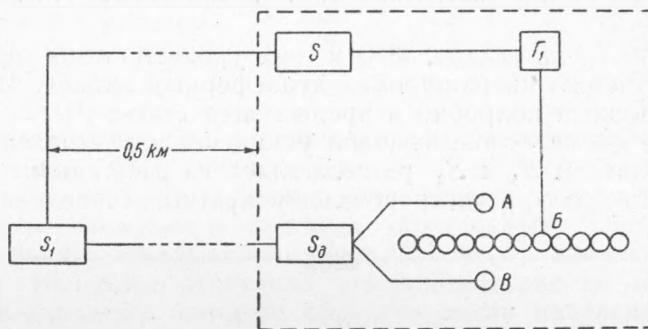


Рис. 3

Счетчики  $A$ ,  $B$ ,  $B'$  составляли вертикальный „телескоп“, так что всякая частица, проходящая через счетчики  $A$  и  $B$ , обязательно пересекала группу счетчиков  $B$ . Счетчики  $A$  и  $B$  были включены в дополнительный усилитель  $S_g$ ; прямоугольный импульс, сформированный двухкратными совпадениями этих счетчиков, передавался по специальному контрольному кабелю на усилитель  $S_1$  и вызывал стандартный прямоугольный импульс (соответствующий совпадениям в группах I и II). Этот последний по основному кабелю попадал на центральный усилитель  $S$ , вызывая в нем образование управляющего импульса.

Совпадение управляющего импульса с импульсом, образованным разрядом одного из счетчиков группы  $B$ , регистрировалось гадоскопом. Было получено, что примерно в 99% случаев прохождения заряженных частиц через счетчики  $A$  и  $B$  гадоскоп отмечал прохождение этих частиц через группу  $B$ . Следует заметить, что возможной причиной просчетов в основной конфигурации (см. рис. 1) является запаздывание управляющего импульса относительно разрядов, происходящих в гадоскопических счетчиках.

Это запаздывание в основном определяется временем прохождения импульса по кабелю; поэтому в контрольном опыте оно примерно вдвое больше, чем в основной конфигурации.

Был также проведен контрольный опыт при отсутствии запаздывания; для этого усилитель  $S_1$  располагался на небольшом расстоянии ( $\sim 2\text{м}$ ) от усилителя  $S$ . В этом случае эффективность установки была

\* Схема гадоскопа была в значительной части разработана Л. Н. Кораблевым.

более 99%. Таким образом, можно заключить, что упомянутое запаздывание не играет роли; число просчетов годоскопа вследствие неэффективности счетчиков и радиотехнической схемы составляет около 1%.

Четырех- и шестикратные совпадения могли вызываться случайным наложением импульсов, идущих с боковых усилителей. Число случайных совпадений усилителя  $S$  определяется разрешающей способностью, измеренной нами на опыте (см. рис. 4). В каждый из боковых усилителей включались два счетчика, включенных параллельно, общей площадью 200 см<sup>2</sup>. Частота импульсов, поступавших с усилителя  $S_1$ , равнялась  $1030 \pm 30$  имп/мин.; частота импульсов с усилителя  $S_2$  была  $980 \pm 30$  имп/мин. За 9,6 час. измерений было получено 83 двойных совпадения. Из этих измерений следует, что разрешающая способность соответствует  $\tau = (4,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-6}$  сек.

Число импульсов, обусловленных двойными и тройными совпадениями разрядов счетчиков, включенных в боковые усилители, составляло соответственно 480 и 80 имп/мин.

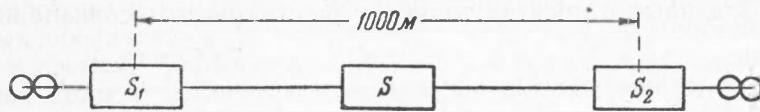


Рис. 4

Элементарные подсчеты показывают, что частота случайных четырехкратных совпадений равнялась  $2,0 \pm 0,2$  совп·час<sup>-1</sup>; число случайных шестикратных было  $0,055 \pm 0,007$  совп·час<sup>-1</sup>. Результаты, полученные в первой серии опытов, сведены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1

	1	2	3	4	5	6	7
4-кратные совпадения . . . . .	57	210	$113 \pm 17$	$97 \pm 17$	$1,7 \pm 0,4$	$0,66 \pm 0,22$	$0,84 \pm 0,29$
6-кратные совпадения . . . . .	81	38	$4,5 \pm 2,7$	$33,5 \pm 1,7$	$0,41 \pm 0,08$	$0,40 \pm 0,08$	$0,58 \pm 0,11$

Примечание. В первом столбце представлено суммарное число часов, в течение которых проводились измерения; во втором — общее число совпадений за период наблюдений; в третьем — рассчитанное число случайных за все время измерений; в четвертом — суммарное число истинных, в пятом — число истинных совпадений за 1 час; в шестом — доля антисовпадений с группой  $(I + 2)$ , т. е. доля 4- или 6-кратных совпадений, не сопровождаемых срабатыванием ни группы 1, ни группы 2, включенных в  $\Gamma$ ; в седьмом — доля антисовпадений с группами 1 или 2, т. е. доля совпадений, не сопровождаемых срабатыванием хотя бы одной из групп 1 или 2.

В шестом столбце второй строки табл. 1 дано число антисовпадений, использованное в предыдущей статье <sup>(1)</sup>. Как показали расчеты, такой большой процент антисовпадений не может быть согласован с пространственным распределением частиц, вытекающим из каскадной теории широких ливней.

В табл. 2 представлены случаи, когда, помимо групп с большими площадями, разряды происходили в других счетчиках, включенных в годоскоп  $\Gamma$ .

Звездочкой в табл. 2 обозначены шестикратные совпадения, остальные случаи соответствуют четырехкратным совпадениям.

Таблица 2

№ случаев	Число сработавших счетчиков в группах				
	$\sigma=0,4 \text{ м}^2$	$\sigma=330 \text{ см}^2$	$\sigma=100 \text{ см}^2$	$\sigma=33 \text{ см}^2$	$\sigma=20 \text{ см}^2$
1 *	2	4	—	—	—
2	2	—	1	—	—
3 *	2	2	2	1	—
4	2	3	1	1	—
5	2	3	3	3	1
6	2	2	1	1	—
7 *	2	2	2	—	—
8 *	2	3	1	2	—
9 *	2	1	—	—	—

Во второй серии опытов использовался годоскоп  $\Gamma_2$ . Приведенные в табл. 3 данные относятся только к шестикратным совпадениям.

Таблица 3

№ случаев	Номера сработавших счетчиков в $\Gamma_1$	Число сработавших счетчиков включенных в $\Gamma_2$
1	1,2	—
2	—	—
3	—	—
4	1,2,3,4,5,6,9,10	5
5	—	—
6	1	—
7	1	1
8	—	—
9	—	—
10	—	—
11	1,2	—
12	1	—

Скудость приведенных в табл. 3 данных не позволяет обсудить их подробно. Для того чтобы улучшить статистическую точность, будут проведены дополнительные опыты.

Авторы приносят глубокую благодарность акад. Д. В. Скобельцыну, предложившему провести изложенные выше измерения и способствовавшему своими советами успеху работы, и проф. Н. А. Добротину за помочь в работе.

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

Поступило  
27 V 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Д. В. Скобельцын и Г. Т. Засепин, ДАН, 73, № 6 (1950).