

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. Скобелевым 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 ⁽¹⁾.

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

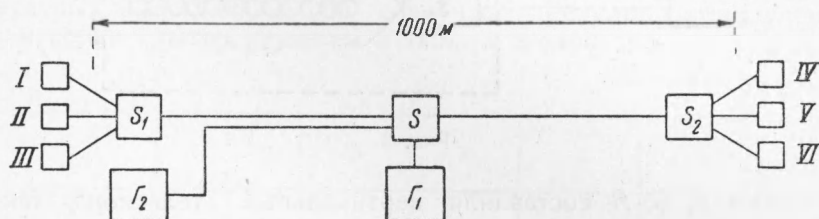


Рис. 1

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 м² (площадь каждого счетчика была 330 см²).

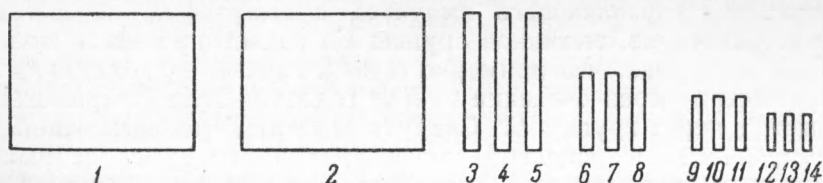


Рис. 2

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 годоскопами Γ_1 и Γ_2 *.

План расположения счетчиков, включенных в годоскоп Γ_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 см^2 ; счетчики 6, 7, 8 — 100 см^2 ; счетчики 9, 10, 11 — 36 см^2 ; счетчики 12, 13, 14 — 20 см^2 .

В годоскоп Γ_2 , использованный только в части измерений, были включены 10 счетчиков, каждый из которых имел площадь 330 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 годоскопа Γ_1 вследствие неэффективности счетчиков и радиотехнической схемы. Этот контроль проводился систематически после 10 час. измерений. Схема установки, предназначенной для указанного контроля, изображена на рис. 3.

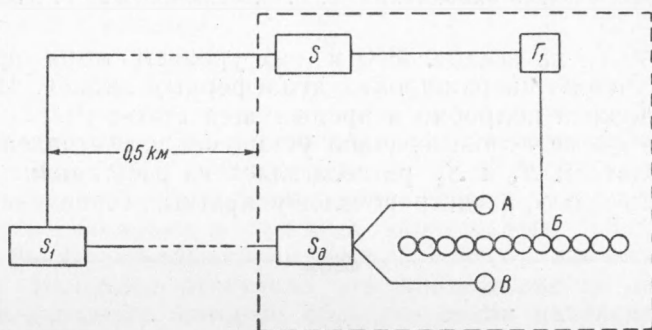


Рис. 3

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_0 ; 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 годоскопом. Было получено, что примерно в 99% случаев прохождения заряженных частиц через счетчики A и B годоскоп 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 годоскопических 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 годоскопа 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 см². Частота импульсов, поступающих с усилителя S_1 , равнялась 1030 ± 30 имп/мин.; частота импульсов с усилителя S_2 была 980 ± 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.

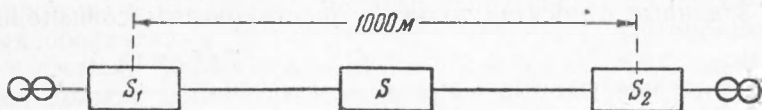


Рис. 4

Элементарные подсчеты показывают, что частота случайных четырехкратных совпадений равнялась $2,0 \pm 0,2$ совп.час⁻¹; число случайных шестикратных было $0,055 \pm 0,007$ совп.час⁻¹. 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 ± 17	97 ± 17	$1,7 \pm 0,4$	$0,66 \pm 0,22$	$0,84 \pm 0,29$
6-кратные совпадения	81	38	$4,5 \pm 2,7$ 1,7	$33,5 \pm 1,7$ 2,7	$0,41 \pm 0,08$	$0,40 \pm 0,08$	$0,58 \pm 0,11$

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 $(1+2)$, т. е. доля 4- или 6-кратных совпадений, не сопровождаемых срабатыванием ни группы 1, ни группы 2, включенных в G ; 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 ⁽¹⁾. 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 G .

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	1	—	—	—
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 Γ_2 . Приведенные в табл. 3 данные относятся только к шестикратным совпадениям.

Таблица 3

№№ случаев	Номера сработавших счетчиков в Γ_1	Число сработавших счетчиков включен- ных в Γ_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 помощь в работе.

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

Поступило
27 V 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. В. Скобельцын и Г. Т. Зацепин, ДАН, 73, № 6 (1950).