

## ВАРИАЦИИ ШАЛ МАЛОЙ МОЩНОСТИ И ВОПРОС ОБ АНИЗОТРОПИИ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ С ЭНЕРГИЕЙ $10^{13}$ ЭВ\*

*Совместно с В.В. Алексеенко, Е.В. Гулиевой, В.Г. Сборщиковым*

Настоящая работа выполнена на установке «Ковер» Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ АН СССР и является продолжением работ [1, 2]. Географические координаты установки  $43^{\circ}25' N$ ,  $42^{\circ}40' E$ . Вертикальный порог обрезания  $R = 6.5$  ГВ. Общая площадь установки  $14 \times 14$  м<sup>2</sup>. Для выделения ливней малой мощности были использованы четырехкратные совпадения четырех частей, каждая из которых имеет площадь  $7 \times 7$  м<sup>2</sup>. Таким образом, характерные плотности ливней малой мощности  $\sim 4$  частицы на  $200$  м<sup>2</sup>. Темп счета таких ливней  $\sim 50$  с<sup>-1</sup> обеспечивает статистическую точность 0.01% за один месяц регистрации. Подробно установка описана в работе [3]. Медианная энергия первичных ливней по расчету составляет  $10^{13}$  ЭВ без учета локальных ливней.

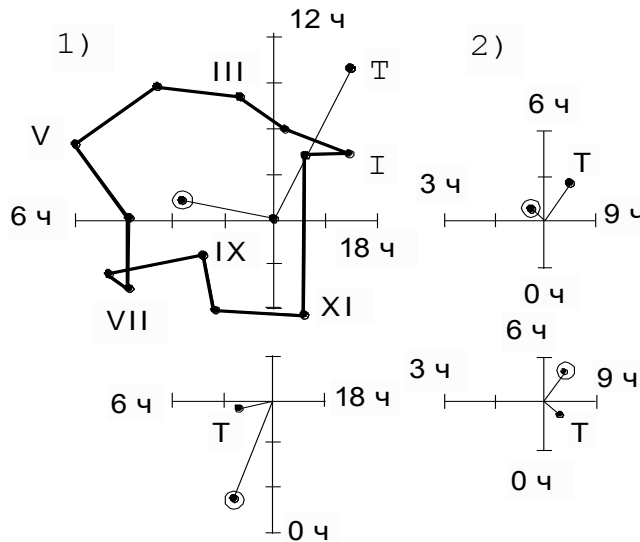


Рис.1. Разложения суточной вариации по первой (1) и второй (2) гармоникам. Верхние графики - разложение в солнечном времени, нижние - разложение в звездном времени. Римскими цифрами обозначены средние месячные векторы за весь период наблюдения: T - вектор наружной температуры

При оценке доли локальных ливней (т. е. ливней, вызываемых мюонами и нуклонами в крыше над установкой) были использованы данные

\* *Известия АН СССР, сер. физ., т. 48, вып. 11, стр. 2126 (1984).*

во время фобуш-понижений. В среднем интенсивность ливней уменьшается в 5 раз слабее, чем общая интенсивность, регистрируемая установкой (темп счета  $48000 \text{ c}^{-1}$ ). Отсюда грубая оценка вклада локальных ливней дает  $\sim 20\%$ .

При обработке в часовые данные интенсивности ШАЛ малой мощности вводилась барометрическая поправка с коэффициентом  $\beta = -0.644 \pm 0.006 \%$  на 1 мбар. Температурная поправка на наружную температуру не вводилась. Интенсивность ШАЛ, поправленная на атмосферное давление, анализировалась в солнечном, звездном и антизвездном времени. В этой работе мы приводим результаты по анизотропии ливней малой мощности за три года: с февраля 1980 по июль 1983 г. Вместе с работами [4-6] это охватывает почти 13-летний период наблюдений анизотропии при энергии  $10^{13}$ - $10^{14}$  эВ. Сравнение результатов наших наблюдений за 1980 г. с данными работ [4, 5] проведено в [1, 2].

На рис. 1 изображены в виде векторов результаты разложения суточной вариации по первым двум гармоникам для периода 1980-1983 гг. как в солнечном, так и в звездном времени. Приведены также средние векторы за весь период наблюдения; кружок означает статистическую ошибку. Величина и фаза среднего вектора первой гармоники в солнечном времени:  $A = 0.044 \pm 0.003 \%$ ,  $\varphi = 6.7 \pm 0.2 \text{ ч}$  - очень близки к тем, которые следует ожидать для эффекта Комптона-Геттинга, связанного с вращением Земли вокруг Солнца ( $\varphi = 6 \text{ ч}$ ,  $A = 0.034 \%$  на нашей широте). Данное обстоятельство указывает, по-видимому, на относительно малый совместный вклад факторов, приводящих к искажению регистрируемого эффекта Комптона - Геттинга в солнечном времени. Данные по анизотропии в солнечном времени приведены в табл. 1. Данные по второй солнечной гармонике согласуются с ожидаемой нулевой величиной.

Таблица 1

### Анизотропия в солнечном времени

Период, годы	$A, 10^{-3} \%$		$\varphi, \text{ ч}$	
	гармоника		гармоника	
	1	2	1	2
1980-1981	$43 \pm 4$	$8 \pm 4$	$6.9 \pm 0.3$	$7.5 \pm 1.3$
1981-1982	$57 \pm 5$	$6 \pm 5$	$6.8 \pm 0.3$	$4.0 \pm 3.0$
1982-1983	$37 \pm 4$	$4 \pm 4$	$6.4 \pm 0.3$	$0.9 \pm 0.5$
1980-1983	$44 \pm 3$	$5 \pm 3$	$6.7 \pm 0.2$	$5.0 \pm 0.2$

Поскольку влияние искажающих факторов, имеющих суточный ход, мало в солнечном времени, оно должно быть намного меньше в звездном времени. В табл. 2 приведены данные по звездной анизотропии, полученные

на установке «Ковер» в течение трех лет. Амплитуды вариации в антизвездном времени укладываются в границы статистики. Самым существенным в этих данных является приблизительное постоянство фазы первой гармоники и наличие заметной второй гармоники. Сам факт наличия звездной анизотропии не может вызвать сомнений (см. рис. 1): месячные векторы первой гармоники вращаются против

Таблица 2

### Анизотропия в звездном времени

Период, годы	$A, 10^{-3} \%$		$\varphi, \text{ч}$	
	гармоника		гармоника	
	1	2	1	2
1980-1981	$57 \pm 4$	$19 \pm 4$	$1.4 \pm 0.3$	$6.2 \pm 0.5$
1981-1982	$70 \pm 5$	$19 \pm 5$	$1.3 \pm 0.2$	$7.5 \pm 0.6$
1982-1983	$52 \pm 4$	$15 \pm 4$	$0.8 \pm 0.3$	$3.3 \pm 0.6$
1980-1983	$58 \pm 3$	$16 \pm 3$	$1.2 \pm 0.2$	$6.1 \pm 0.5$

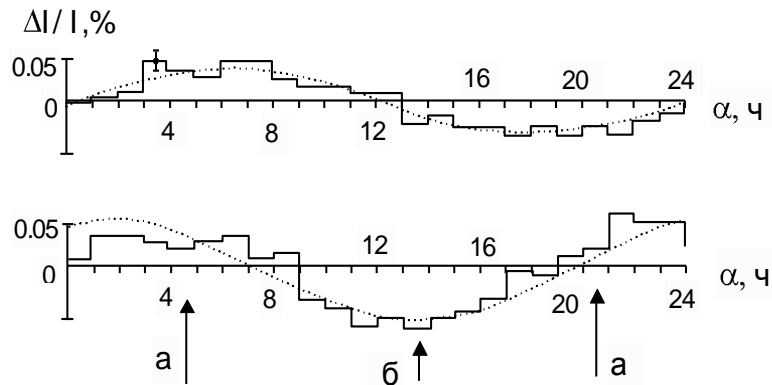


Рис. 2. Вверху суточная волна в солнечном времени: пунктир - изменение интенсивности из-за эффекта Комптона - Геттинга. Внизу - суточная волна в звездном времени; стрелки *a* показывают времена пересечения диаграммой направленности установки «Ковер» галактической плоскости, стрелкой *б* показано время, когда диаграмма направленности установки «Ковер» максимально удалена от галактической плоскости. Пунктир - первая гармоника звездной вариации

часовой стрелки в солнечном времени вокруг среднего вектора, который близок к ожидаемому от эффекта Комптона - Геттинга. Относительная устойчивость результата в течение трех лет наблюдений также позволяет с уверенностью говорить о наблюдении звездной анизотропии на установке «Ковер». Вместе с тем разброс данных по годам превышает статистическую ошибку в несколько раз и свидетельствует, по-видимому, о наличии

аппаратурного дрейфа.

В работе [7] авторы делают предположение, что фаза второй гармоники, равная  $6 \text{ ч}$ , определяется вкладом  $\gamma$ -излучения при пересечении диаграммой направленности галактического диска. Сравнение синусоиды первой гармоники звездной вариации с поведением интенсивности (рис. 2) выявляет, хотя и незначительный, избыток интенсивности во время пересечения диаграммой направленности установки плоскости Галактики при  $6$  и  $21 \text{ ч}$  звездного времени.

### Литература

1. В.В. Алексеенко, Е.Н. Гулиева, В.Г. Сборщиков, А.Е. Чудаков, Изв. АН СССР, сер. физ., **46**, 727 (1982).
2. V.V. Alekseenko, A.E. Chudakov, E.N. Gulieva, V.G.Sborshikov, Proc. 17th ICRC, Paris, **2**, 146 (1981).
3. Е.Н. Алексеев и др., Изв. АН СССР, сер. физ., **33**, 1097 (1974).
4. S. Sakakibara et al., Proc. Intern. Cosmic Ray Symp., Tokyo, 316 (1976).
5. T. Gombosi et al., Proc. 14th ICRC, Munchen, **2**, 586 (1975).
6. S. Sakakibara et al., Proc. 16th ICRC, Kyoto, **4**, 216 (1979).
7. J. Wdowczyk, A.W. Wolfendale, Nature, **305**, No 5935, 609 (1983).