

## О ВОЗМОЖНОМ ИЗБЫТКЕ АДРОННЫХ ГРУПП В НАПРАВЛЕНИИ ИСТОЧНИКА ЛЕБЕДЬ X-3, НАБЛЮДАЕМОМ НА УСТАНОВКЕ "ПИОН"

*В.В.Авакян, А.Т.Авунджян, Ф.А.Агаронян, Г.В.Карагезян,  
Э.А.Мамиджанян, Г.С.Мартиросян, Г.Г.Овсепян,  
Г.Ж.Оганян, С.В.Тер-Антонян*

Приводятся результаты поиска избытка адронных групп в направлении источника Лебедь X-3 по данным установки ПИОН за 1984 – 1985 гг. Данные 1985 г. указывают на статистически значимый избыток в ячейке с размерами  $30 \times 30^\circ$ , охватывающий координаты Лебеда X-3. Наблюдаемый эффект усиливается с увеличением числа адронов в группе.

Интерес к рентгеновскому источнику Лебедь X-3 особенно возрос в последние годы в связи с непреодолимыми трудностями, возникающими при интерпретации совокупности экспериментальных данных по широким атмосферным ливням и подземным мюонам (см., например, <sup>1</sup>). Вместе с тем следует отметить противоречивость данных разных экспериментов, полученных, в частности, в подземных мюонных детекторах (см., например, <sup>2</sup>). В такой ситуации, учитывая первостепенную важность возникшей проблемы, представляется необходимым проведение новых исследований по поиску анизотропии и периодичности излучения в направлении этого источника.

В настоящей статье мы приводим результаты поиска избытка групп адронов высоких энергий в направлении Лебеда X-3 по данным ионизационного калориметра ПИОН, функционирующего с 1978 г. на в/с Арагац (высота 3250 м). Эффективная площадь калориметра составляет  $\sim 10 \text{ м}^2$ , точность определения направления прихода частиц  $\sim 2^\circ$ , энергетическое разрешение в рабочей области энергии ( $\sim 0,5 - 50 \text{ ТэВ}$ ) примерно 15 – 20%. Подробное описание установки ПИОН приведено в работе <sup>3</sup>. Начиная с 1984 г. благодаря введению блока, фиксирующего время прихода каждого события, стало возможным проведение поиска анизотропии излучения по направлениям.

Адронные группы в калориметре выделяются на основе восстановления траектории каждого адрона в проекциях калориметра по совокупности энерговыделений <sup>4</sup>. В дальнейшем

под адронными группами мы будем подразумевать одновременную регистрацию нескольких адронов, проходящих по крайней мере четыре слоя калориметра и параллельных с точностью до углового разрешения установки (т.е.  $\sim 2^\circ$ ). В данной работе для анализа отобраны только группы с числом адронов  $n \geq 4$  и с общим энергосодержанием в калориметре  $\gtrsim 1$  ТэВ, зарегистрированные за период 1984 – 1985 гг. (476 событий за чистое время работы установки  $\sim 10^7$  с в 1984 г. и 251 событие за время работы установки  $\sim 6 \cdot 10^6$  с в 1985 г.).

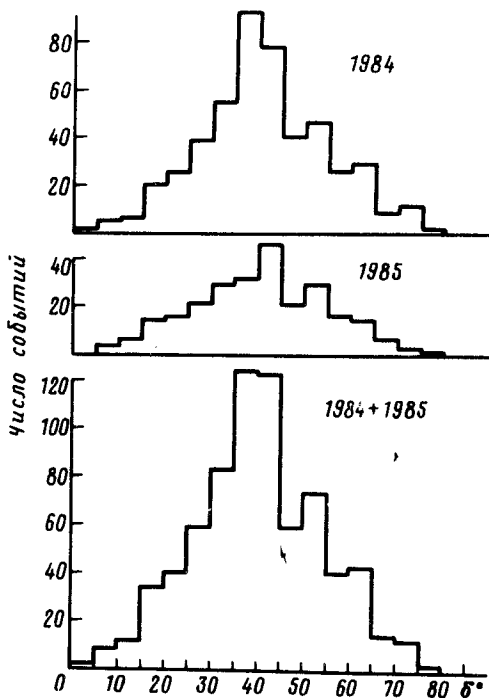


Рис. 1. Распределение многоадронных групп по склонению  $\delta$  для произвольных значений прямого восхождения  $\alpha$

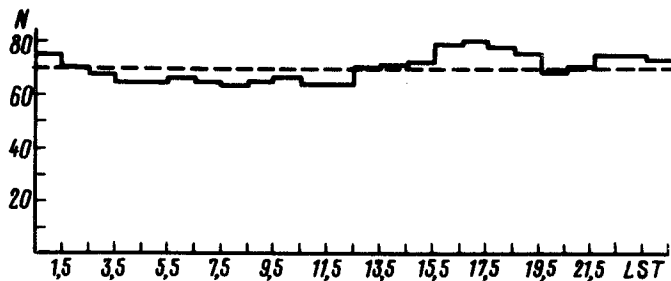


Рис. 2. Распределение длительности работы установки за 1985 г. в зависимости от звездного времени.  $N$  – количество часов работы установки в данном направлении

На рис. 1 приведено распределение событий по склонению (для произвольных значений прямого восхождения  $\alpha$ ), откуда виден максимум распределения при  $\delta \sim 40^\circ$ . Это обусловлено географическим расположением установки ПИОН ( $\phi = 40,18^\circ$  и  $\lambda = 44,5^\circ E$ ), так как установка наиболее эффективно регистрирует вертикально падающие адроны. Для того, чтобы исключить возможные эффекты, связанные с регистрацией по какому-либо приоритетному направлению по  $\alpha$  (например, из-за прерывистого режима работы установки) мы анализировали распределение длительности работы установки в зависимости от звездного времени. Результаты, показанные на рис. 2, показывают, что все направления по  $\alpha$  сканировались установкой равномерно по времени.

На рис. 3 приведены распределения событий по  $\alpha$  в интервале склонения  $25 \leq \delta \leq 55^\circ$  для 1984 и 1985 гг. Из рисунка видно, что на распределении по данным 1985 г. наблюдается статистически значимый избыток в интервале  $19,5h \leq \alpha \leq 21,5h$ . Интервал, где наблюдается избыток по  $\alpha$  и  $\delta$  охватывает координаты источника Лебедь X-3 ( $\delta = 40,8^\circ$  и  $\alpha = 20,5h$ ). Для данных же 1984 г. какого-либо значимого избытка в указанном направлении не наблюдается.

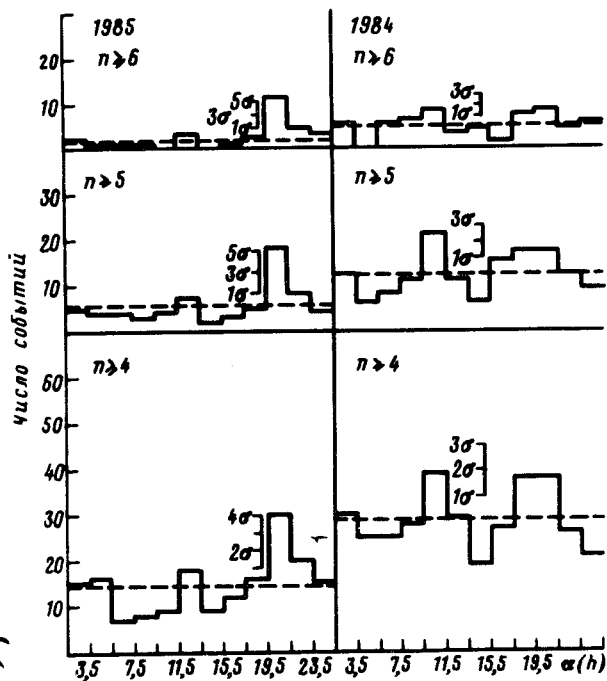


Рис. 3. Распределение групп с числом адронов  $n \geq 4$ ,  $n \geq 5$  и  $n \geq 6$  по прямому восхождению  $\alpha$  для интервала склонений  $25^\circ < \delta < 55^\circ$

Примечательной особенностью распределения по данным 1985 г. является увеличение отношения сигнал/шум в направлении Лебедя X-3 с увеличением множественности адронов в группе. Значимость избытка для  $n \geq 4$  составляет примерно  $4\sigma$  и увеличивается до  $5,5\sigma$  для  $n \geq 6$ , несмотря на то, что статистика резко падает. Это означает, что частицы, ответственные за наблюдаемый избыток, генерируют многоадронные события эффективнее, чем ядерно-активные частицы первичного изотропного космического излучения. Очевидно, что говоря о новых гипотетических частицах следует соблюдать определенную осторожность. Но вместе с тем, если обнаруженный эффект имеет реальную физическую основу (во всяком случае мы не нашли какие-либо методические причины против этого предположения), то неизбежна радикальная гипотеза о природе первичных частиц вызывающих избыток адронных групп в указанном направлении. В данном случае ситуация по своей сложности интерпретации данных напоминает известную ситуацию с подземными мюонными данными. Более того, в данном случае ситуация усугубляется тем, что частицы инициирующие многоадронные группы, эффективно взаимодействуют с атмосферой, и следовательно, обладают большим сечением взаимодействия ( $\gtrsim 30$  мб).

К весьма странным выводам мы приходим анализируя угловое распределение избыточно-го излучения. Наш анализ показывает, что с уменьшением размеров угловой ячейки отношение сигнал/шум уменьшается и полностью исчезает при размерах ячейки меньше, чем  $10 \times 10^\circ$ . Это не может быть связано с аппаратными эффектами, так как угловое разрешение установки значительно меньше ( $\sim 2^\circ$ ). Интересно отметить, что качественно аналогичная картина следует из данных эксперимента "NUSEX" по мюонам высоких энергий в направлении Лебедя X-3<sup>5</sup>, но в последнем случае максимальное значение сигнал/шум наблюдается при размере ячейки  $\sim 10 \times 10^\circ$ . Это означает, что либо источник первичных частиц является протяженным, либо этот эффект обусловлен вылетом вторичных продуктов под

большими углами. В частности, в работе <sup>6</sup> для объяснения данных *NUSEX* обсуждалась модель генерации вторичных частиц с большими поперечными импульсами в результате распада промежуточных частиц с большой массой. Что же касается первого предположения, то против него служат результаты фазового анализа данных с известным периодом  $P_0 = 4,8$  ч рентгеновского источника Лебедь X-3. Наш анализ показывает наличие максимума при фазе 0,20 – 0,25 и, возможно, при фазе 0,70 – 0,75. Результаты этого анализа будут опубликованы позже.

В заключение приведем оценки потоков многоадронных групп в направлении Лебеда X-3 по данным 1985 г.:  $\sim 2,6 \cdot 10^{-11} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ,  $\sim 2,1 \cdot 10^{-11} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$  и  $\sim 1,4 \cdot 10^{-11} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$  для числа адронов в группе  $n \geq 4$ ,  $n \geq 5$  и  $n \geq 6$ , соответственно. Для сравнения приведем потоки подземных мюонов, полученных в эксперименте *Soudan 1* (на глубине 600 м.в.э.) <sup>7</sup> и *NUSEX* (1850 м.в.э.) <sup>8</sup> –  $\sim 7 \cdot 10^{-11} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$  и  $\sim 5 \cdot 10^{-11} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ , соответственно.

Понимая неоднозначность и сложность интерпретации приводимых результатов, которые усугубляют и так запутанную ситуацию с источником Лебедь X-3, мы тем не менее считаем необходимым их опубликовать.

#### Литература

1. Березинский В.С., Иоффе Б.Л., Эллис Дж. ЯФ, 1987, 45, 132.
2. Rich J., Owen L.P., Spiro M. Phys. Rep., 1987, 151, 306.
3. Авакян В.В. и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 1980, 44, 479.
4. Авакян В.В. и др. Препринт ЕФИ-995 (45)-87, 1987.
5. D'Ettore Piazzoli B. 19th ICRC, La Jolla, 1985, 9, 445.
6. Ruddick K. Phys. Rev. Lett., 1986, 57, 531.
7. Marshak M.L. et al. Phys. Rev. Lett., 1985, 55, 1965.
8. Battistoni G. et al. Phys. Lett., 1985, 155B, 465.