

КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ ФОНОВЫМИ СОБЫТИЯМИ УСТАНОВКИ LSD И БАКСАНСКОГО ТЕЛЕСКОПА, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫМИ 23.02.87 г.

*Е.Н.Алексеев, Л.Н.Алексеева, В.Н.Закидышев,
Н.Ф.Клименко, И.М.Когай, И.В.Кривошеина,
В.А.Поддубный*

Совместный анализ данных установок LSD и Баксанского телескопа, зарегистрированных в 1:45 – 3:45 UT 23.02.87 г., показал наличие корреляции между естественной радиоактивностью и высокоэнергичными мюонами космических лучей.

После опубликования результатов анализа временных корреляций между событиями установки LSD и двух гравитационных антенн, найденных в интервале времени 1:45 – 3:45 UT 23.02.87¹, был произведен обмен экспериментальными данными между LSD и Баксанским телескопом². Первая группа опубликовала свои исследования³. Здесь мы показываем первые результаты сравнения событий LSD со всей информацией Баксанского телескопа, зарегистрированной в указанное время.

Баксанский подземный сцинтилляционный телескоп, неоднократно описанный в литературе², является установкой для изучения мюонов космических лучей и нейтрино атмосферного и галактического происхождения, в том числе и нейтрино от гравитационных коллапсов массивных звезд, для поиска тяжелых магнитных монополей. Он расположен в подземном помещении на глубине 850 м.в.э. и представляет собой замкнутый параллелепипед с двумя внутренними слоями. Все 8 плоскостей покрыты стандартными счетчиками (полное количество которых составляет 3150, полная масса сцинтиллятора – ~330 т), каждый из которых просматривается одним фотоумножителем с диаметром фотокатода 15 см. Энергетический порог регистрации составляет ~10 МэВ.

Жесткие требования к фону программы поиска "коллапсных" нейтрино привели к использованию специального условия отбора событий по данной задаче: записываются только такие импульсы, когда на всем телескопе сработал только один счетчик. Эффективная масса мишени при последующей обработке составляет ~200 т, поскольку отбрасываются показания относительно низкофоновой части установки. Средний темп счета одиночных импульсов при ограничении по энерговыделению ≤ 50 МэВ составляет $\sim 0,0345 \text{ с}^{-1}$. К сожалению, точность привязки часов телескопа к абсолютному времени в день 23.02.87 составляла ($-54 \text{ с}, +2 \text{ с}$) при точности относительного времени 1 мс^2 . Точность привязки часов LSD была равна $\sim 2 \text{ мс}^1$. Это обстоятельство не позволяет провести прямое сравнение данных разных установок, а заставляет рассматривать результаты при различных сдвигах назад во времени данных телескопа.

На рис. 1а показаны темпы счета обеих установок за 15 мин, нормированные на соответствующие средние, наблюдаемые в период времени 0:0 – 10:0 UT 23.02.87. Как видно из рисунка, заметных корреляций в данных не наблюдается. На рис. 1б представлено число совпадений за 2 часа (1:45 – 3:45 UT) в окне 1 с между событиями этих установок как функция сдвига времени $\Delta T_{\text{Бак}}$ Баксанского телескопа. Максимальное их количество образуется при $\Delta T_{\text{Бак}} \sim -29,5 \text{ с}$. Длина временного окна, в который попадает по импульсу с каждой установки, влияет на количество совпадений в максимуме, не меняя его положения на оси $\Delta T_{\text{Бак}}$ в пределах $-(29,5 \pm 2) \text{ с}$, поэтому в данном случае рассмотрено окно $\pm 1 \text{ с}$. Вероятность случайной имитации равна $\sim 5 \cdot 10^3$. Значимость этой корреляции повышается, если учесть, что данное значение $\Delta T_{\text{Бак}}$ совпадает с предполагаемым для совмещения нейтринных сигналов от SN 1987А БМО, зарегистрированных в 7:35 UT ус-

тановками IMB, Kamiokande-II и Баксанским телескопом⁴. В остальное время от 0:0 до 10:0 UT количество совпадений согласуется с ожидаемым.

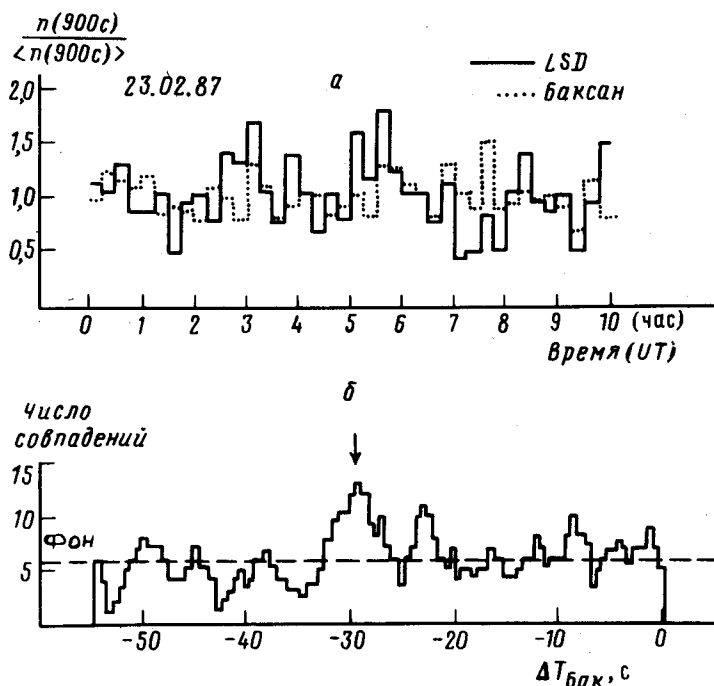


Рис. 1. а) Темп счета установок LSD и Баксан за 15 мин, нормированный на среднее для каждой из них; б) зависимость числа совпадений за 2 часа (1:45–3:45 UT) между событиями установок LSD и Баксан от величины сдвига назад часов Баксанского телескопа $\Delta T_{\text{Бак}}$. Временное окно совпадения равно ± 1 с

Помимо анализа данных программы коллапсных нейтрино, аналогичным образом была обработана информация, поступающая по остальным физическим задачам телескопа. На рис. 2 показаны зависимости от $\Delta T_{\text{Бак}}$ числа совпадений между событиями LSD и мюонами космических лучей, пришедшими на телескоп под большими углами $\theta \sim 70\text{--}80^\circ$ с энергиями $E_\mu \sim 4$ ТэВ (рис. 2а), и мюонами приблизительно вертикального направления с $E_\mu \sim 300\text{--}400$ ГэВ, образовавших в установке ливни (рис. 2б). Как видно из рисунков, в обоих случаях наблюдается превышение над среднефоновым при том же значении $\Delta T_{\text{Бак}}$. Вероятности случайных имитаций составляют $\sim 1,4 \cdot 10^{-2}$ для горизонтальных мюонов и $\sim 2 \cdot 10^{-3}$ для второго случая. На этом же рисунке (2в, г) показаны числа совпадений событий обеих мюонных программ с данными программы коллапс как функция расстояния во времени между событиями. Поскольку здесь рассматриваются импульсы разных программ одной установки, то они находятся в едином измерении времени и эффект, если он существует, должен проявиться при $\Delta t \sim 0$ с. Как видно из рис. 2в, г, в области $\Delta t \sim 0$ с наблюдается превышение над среднефоновым значением с вероятностями имитаций, равными соответственно, $\sim 8 \cdot 10^{-3}$ и $\sim 2 \cdot 10^{-2}$.

В программе "коллапс" телескопа используется информация, поступающая, как уже было сказано, от детекторов с довольно низким уровнем собственного шума. Для проверки были исследованы совпадения отсчетов "шумящих" счетчиков с данными LSD. При ожидаемых 4.6 случайных совпадений найдено 5 ($\Delta T_{\text{Бак}} \sim -29,5$ с), то есть наблюдаемый выше эффект не связан с собственным шумом установки.

Темп счета одиночных срабатываний различен для детекторов внутренних и внешних плоскостей. Фон последних в ~ 2 раза выше фона первых, поскольку условиями отбора

(один детектор из 3150) они хуже защищены от проходящих мюонов и их сопровождения. Основной вклад в совпадения событий коллапсной программы телескопа с LSD (рис. 1б) вносят детекторы внешних плоскостей.

Суммируя информацию, показанную на рис. 1б и рис. 2, можно заключить, что значительная часть событий телескопа, вызвавших совпадения с данными LSD, обусловлена мюонами космических лучей, пришедшими из верхней полусферы Земли. При этом в поведении собственных событий установок не наблюдалось заметных изменений ни в темпе счета, ни в распределении временных интервалов между ними. Кроме того, если основной фон телескопа вызван мюонами, то на LSD его основным источником является естественная радиоактивность⁵. Таким образом можно сделать вывод, что совместный анализ данных этих двух детекторов показывает наличие корреляции между высокоэнергичными мюонами космических лучей и естественной радиоактивностью, имевшей место в 1:45–3:45 UT 23.02.87.

Для объяснения такого факта можно предположить, что в течение этих двух часов на установках происходило синхронное изменение фона, проявившееся в увеличении числа совпадений между столь разными по своему происхождению событиями. Совершенно очевидно, что для проверки такого предположения необходим анализ данных всех соответствующих экспериментов, проводившихся в это время. Работа продолжается.

Обсуждаемое явление произошло за несколько часов (7–8) до оптического наблюдения СН 1987А БМО и разумно предположить, что связано с нею.

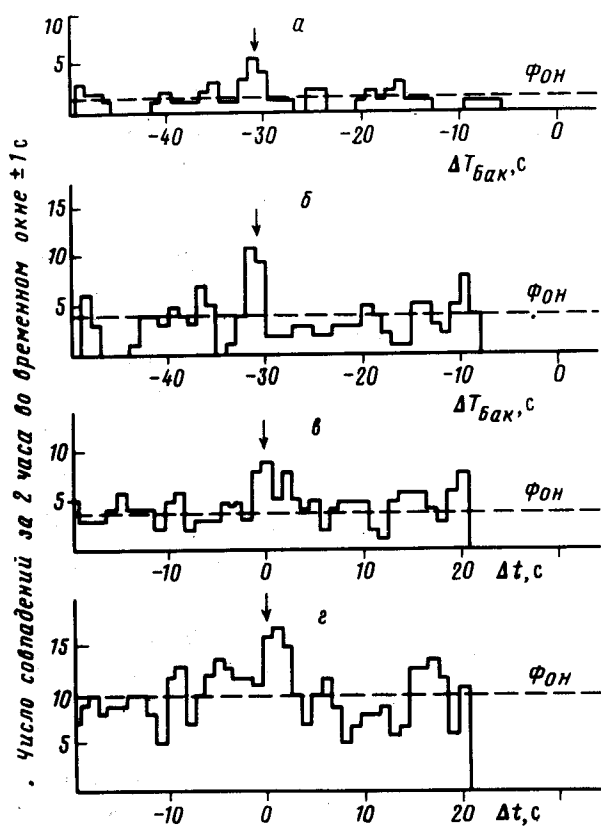


Рис. 2. Число совпадений за 2 часа (1:45–3:45 UT) между: а) данными LSD и горизонтальными ($\theta \sim 70\text{--}80^\circ$) мюонами телескопа, б) LSD и вертикальными провзаимодействовавшими мюонами телескопа, в) горизонтальными мюонами и коллапсными событиями телескопа, г) вертикальными провзаимодействовавшими мюонами и коллапсными событиями телескопа

Авторы считают приятной обязанностью выразить благодарность академику Г.Т.Зацепину за полезные обсуждения работы.

Литература

1. *Aglietta M. et al.* Report at Les Recontres de Physique de la Valle d' Aoste, La Thuile, 1988.
2. *Alexeyev E. et al.* Phys. Lett. B, 1988, 205, 209.
3. *Aglietta M. et al.* Proc. Texas Symp. Rel. Asoroph., December 1988, in press.
4. *Alexeyeva L.* Highlights of Astronomy, 1988, in press.
5. *Dadykin V. et al.* Nuovo Comento C, 1986, 9, 271.

Институт ядерных исследований
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
23 марта 1989 г.
