

КОРРЕЛЯЦИИ НИЗКОЭНЕРГИЧНЫХ И ВЫСОКОЭНЕРГИЧНЫХ ИМПУЛЬСОВ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ УСТАНОВКОЙ LSD ПОД МОНБЛАНОМ С 10.02.87 ПО 1.07.87 ГОДА

*В.Л.Дадыкин, Г.Т.Зацепин, Е.В.Королькова, П.В.Корчагин,
В.А.Кудрявцев, А.С.Мальгин, О.Г.Ряжская, В.Г.Рясный, Ф.Ф.Хальчуков,
В.Ф.Якушев, М.Альетта*, Дж.Бадино*, Дж.Болонья*, С.Вернетто*,
П.Галеотти*, К.Кастаньоли*, А.Кастеллина*, О.Сааведра*,
Дж.Тринкоро*, В.Фульджционе**

*Институт ядерных исследований РАН
117334, Москва, Россия*

**Институт космогеофизики и*

Институт общей физики Туринского университета, г.Турин, Италия

Поступила в редакцию 14 октября 1992 г.

Проанализированы данные, полученные на установке LSD с 10.02 по 1.07.87 с целью поиска корреляций всех импульсов с энергией выше 5МэВ. Обнаружено девять пар коррелированных импульсов (высокоэнергичный + низкоэнергичный импульсы), с 5:42 UT до 10:43 UT 23.02.87. Время между коррелированными импульсами меньше 2с. Частота соответствующей случайной пуассоновской флуктуации - 1/10 лет.

1. *Введение.* 23.02.87 произошла вспышка сверхновой (СН) 1987А в Большом Магеллановом Облаке. Первое оптическое наблюдение СН 1987А было осуществлено в 10:40 UT. Четыре подземные установки LSD, Камиоканде-II, ИМВ и Баксанский подземный сцинтилляционный телескоп (БПСТ) и две гравитационные антенны (ГА) (в Риме (Италия) и Мэриленде (США)) зарегистрировали в этот день редкие события (то есть события, частота имитации которых фоном $\ll 1 \text{ ч}^{-1}$)¹⁻⁴. Подземная установка LSD зарегистрировала редкое событие в 2:52 UT (5 импульсов в течение 11с, частота имитации меньше 0,3год⁻¹); в это же время римская ГА зарегистрировала увеличение потока энергии приблизительно в 6 раз относительно среднего шума. Установки Камиоканде-II, ИМВ и БПСТ наблюдали редкие события через 4,7ч (в 7:35 UT) и зарегистрировали соответственно 11, 8 и 5 импульсов (частота имитации соответственно, 10⁻⁷год⁻¹, 3 × 10⁻³⁰год⁻¹ и 120год⁻¹). Кроме того в течение двухчасового периода с центром около редкого события на LSD (2:52 UT) были обнаружены временные корреляции импульсов, зарегистрированных тремя подземными нейтринными детекторами и двумя ГА⁵⁻⁸. Малая вероятность имитаций этих корреляций пуассоновскими флуктуациями фона (LSD - мэрилендская ГА - римская ГА - меньше 10⁻⁵, LSD - БПСТ - 4 × 10⁻³, мэрилендская ГА - римская ГА - Камиоканде-II - 5 × 10⁻⁴, мэрилендская ГА - римская ГА - БПСТ - 5 × 10⁻²) и временное совпадение корреляций со вспышкой СН 1987А позволяют предположить взаимосвязь этих двух явлений.

В этой статье представлены результаты анализа данных LSD, проведенного с целью поиска временных корреляций всех событий с энергией выше 5МэВ, зарегистрированных на LSD в период с 10.02 по 1.07.87.

2. *Анализ и результаты.* Подземный детектор LSD, расположенный в лаборатории под Монбланом на глубине 5200 м.в.э., подробно описан в⁹. Детектор массой 90 тонн состоит из 72 счетчиков, заполненных жидким сцинтиллятором на основе уайт-спирита (C_nH_{2n}, < n > = 9,6). Каждый счетчик

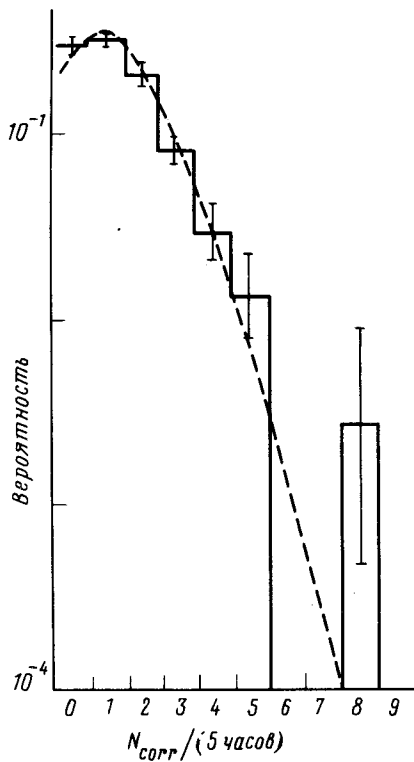


Рис.1. Вероятностное распределение количества пар коррелированных импульсов и соответствующее распределение Пуассона, $\Delta t = 2$ с.
 $\langle N_{corr} \rangle_{расч} = 1,26 / (5 \text{ ч})$

просматривается тремя ФЭУ-49Б. Для уменьшения радиоактивного фона детектор окружен железными листами; масса железа составляет приблизительно 200 т. К высокоэнергичным импульсам (энерговыведение в детекторе больше 25 МэВ) относятся мюоны и генерированные ими вторичные частицы. События с энерговыведением только в одном счетчике в области 5–25 МэВ относятся к низкоэнергичным импульсам, которые обусловлены в основном радиоактивным фоном. Средняя скорость счета высокоэнергичных импульсов в течение анализируемого периода составила $6,0 \text{ ч}^{-1}$, а средняя скорость низкоэнергичных импульсов $38,2 \text{ ч}^{-1}$. В июне 1987 года после проведенной калибровки счетчиков и понижения порогов темп счета низкоэнергичных импульсов повысился до $57,8 \text{ ч}^{-1}$.

С целью поиска временных корреляций проанализированы данные LSD с 10.02. по 1.07.87. Мы использовали временные окна (максимальная разность между временами появления первого и второго импульсов в паре) $\Delta t = 1; 2; 3$ с. Обнаружена только одна необычная группа из девяти пар коррелированных импульсов 23.02.87 в период с 5:42 УТ до 10:13 УТ при $\Delta t = 2$ с. Первыми импульсами в парах коррелированных импульсов являлись как высокоэнергичные (мюоны), так и низкоэнергичные импульсы. Эти девять пар импульсов зарегистрированы в 5:42:48, 5:44:27, 6:22:24, 7:59:18, 8:05:41, 8:29:33, 8:48:21, 9:45:37, 10:13:04 по всемирному времени. (Следует отметить, что установки

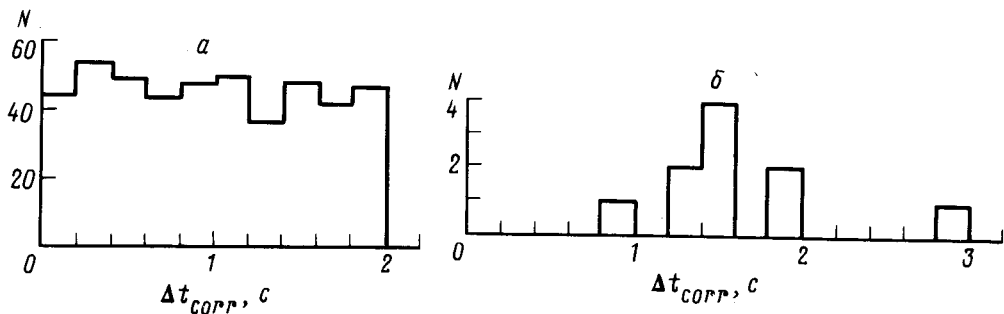


Рис.2. *a* – Распределение временных интервалов между импульсами в парах коррелированных импульсов для $\Delta t = 2$ с. Из набора данных исключен интервал 5:42 UT – 10:13 UT 23.02.87; *b* – то же, что и *a*, но для $\Delta t = 3$ с и временного интервала 5:42 UT – 10:13 UT 23.02.87

ИМВ, Камеоканде-II и БПСТ зарегистрировали редкие события примерно в 7:35 UT). В течение этого времени (4,5ч) была зарегистрирована только одна пара коррелированных импульсов при $\Delta t = 1$ с и 10 пар при $\Delta t = 3$ с. Частота случайных пуассоновских флуктуаций, дающих 9 пар коррелированных импульсов при $\Delta t = 2$ с в течение 4,5ч, составляет около $1/(10\text{лет})$.

На рис.1 представлено вероятностное распределение количества коррелированных пар импульсов за 5ч и соответствующее распределение Пуассона. Среднее число совпадений в пятичасовом интервале, исключая вышеупомянутые девять совпадений, равно 1,20. Эта величина хорошо согласуется с ожидаемой величиной темпа счета случайных совпадений – 1,26. Только один пятичасовой интервал, открываемый первой парой коррелированных импульсов, содержит восемь пар (с 5:42 UT до 10:13 UT 23.02.87).

На рис.2*a* показано распределение временных интервалов между импульсами в паре при $\Delta t = 2$ с для всех пар импульсов за исключением девяти пар 23.02.87. На рис. 2*b* показано то же распределение для десяти пар импульсов ($\Delta t = 3$ с) в период с 5:42 до 10:13 UT 23.02.87. Распределение на рис. 2*b* существенно отличается от равномерного распределения на рис.2*a*. Временные интервалы между импульсами в шести парах из десяти находятся между $\Delta t_{corr} = 1,2$ с и $\Delta t_{corr} = 1,6$ с. Вероятность такого случайного отклонения от равномерного распределения составляет $\sim 3 \times 10^{-3}$.

При анализе всех данных с 10.02 по 1.07.87 никаких аномальных автокорреляций между низкоэнергичными импульсами (при исключении мюонов) не обнаружено. С целью поиска корреляций также проанализированы низкоэнергичные импульсы, зарегистрированные на БПСТ, и высокоэнергичные (мюоны), зарегистрированные на LSD, в период с 0:00 UT по 10:00 UT 23.02.87 при различных временных сдвигах между импульсами. Никаких отклонений от ожидаемых распределений не обнаружено.

3. *Заключение.* При анализе данных, полученных на установке LSD с 10.02 по 1.07.87 обнаружено девять коррелированных импульсов (высокоэнергичные (мюоны) и низкоэнергичные импульсы, $\Delta t = 2$ с) в период с 5:42 UT по 10:13 UT 23.02.87, то есть во время, близкое к времени оптической вспышки СН 1987А. Частота такой случайной пуассоновской флуктуации фона составляет $\sim 1/(10\text{лет})$. Этот результат указывает на возможную связь временных корреляций импульсов со вспышкой СН 1987А.

1. M.Aglietta et al., *Il Nuovo Cimento C* **12**, 75 (1989).
2. M.Aglietta et al., *Proc. 21 ICRC, Adelaide* **2**, 242 (1990).
3. M.Aglietta et al., *Proc. 21 ICRC, Adelaide* **2**, 246 (1990).
4. Е.Н.Алексеев, Л.Н.Алексеева, В.Н.Закидышев и др., *Письма в ЖЭТФ* **49**, 480 (1989).
5. M.Aglietta et al., *Europhys. Lett.* **3**, 1315 (1987).
6. K.Hirata et al., *Phys. Rev. Lett.* **58**, 1490 (1987).
7. Bionta R.M. et al., *Phys. Rev. Lett.* **58**, 1494 (1987).
8. Е.Н.Алексеев, Л.Н.Алексеева, В.И.Волченко и др., *Письма в ЖЭТФ* **45**, 461 (1987).
9. G.Badino et al., *Il Nuovo Cimento* **7C**, 573 (1984).