

## ГРУППЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОНИКАЮЩИХ ЧАСТИЦ И ИХ ВОЗМОЖНЫЕ ИСТОЧНИКИ

*М. Ф. Бибилашвили*

При исследовании групп проникающих частиц – ГПЧ на глубинах порядка сотен  $\text{км}/\text{см}^2$ , большинство из частиц, образующих эти группы, будут представлять собой мюоны, рожденные "тривиально" в распадах пионов или каонов в атмосфере. Выявление на этом фоне каких-либо особых случаев представляет собой сложную задачу.

Нами осуществлен новый подход к исследованию природы ГПЧ. Исследованы корреляционные связи между пространственными и энергетическими характеристиками частиц в этих группах <sup>1)</sup> с использованием данных по угловым распределениям.

Столь полное описание ГПЧ стало возможным благодаря применению разработанной нами методики "искрового калориметра" [1].

Результаты расчета представлены в таблице.

Число частиц в группе	Коэффициент корреляции		Величина предельного отклонения для удовлетворения "0" гипотезы	Вероятность нахождения $\rho$ в указанных пределах
	знак $\rho$	$\rho \pm \sigma$		
2	–	$0,074 \pm 0,054$	1,370	0,829
3	+	$0,015 \pm 0,089$	0,170	0,135
4	–	$0,237 \pm 0,112$	2,116	0,966

Из таблицы видно, что полученную величину коэффициента корреляции для трехчастичных групп нельзя признать значимой, поскольку ее

<sup>1)</sup> т. е. статистическая зависимость между средним толчком, производимым частицами групп и средним расстоянием между этими частицами

изменение всего лишь в 0,17 раз приводит к выходу значения  $\rho$  за границы критической области. Тем самым удовлетворяется "нуль-гипотеза" и нужно считать что  $\rho = 0$ .

Однако, если бы трехчастичные группы целиком состояли из мюонов, рожденных тривиально, то из самых общих рассуждений, с учетом распределения поперечных импульсов в актах рождения, мы должны были бы найти коэффициент корреляции близкий к минус единице.

Построим поле корреляции, отражающее связь между энергетическими и пространственными характеристиками в группах этой величины для анализа причин, приводящих к  $\rho = 0$ .

На рис. 1 хорошо видны четыре области, образуемые осями  $X = 0$  и  $Y = 0$ . Условно назовем их областями малых толчков – малых расстояний, больших толчков – малых расстояний, малых толчков – больших расстояний и больших толчков – больших расстояний.

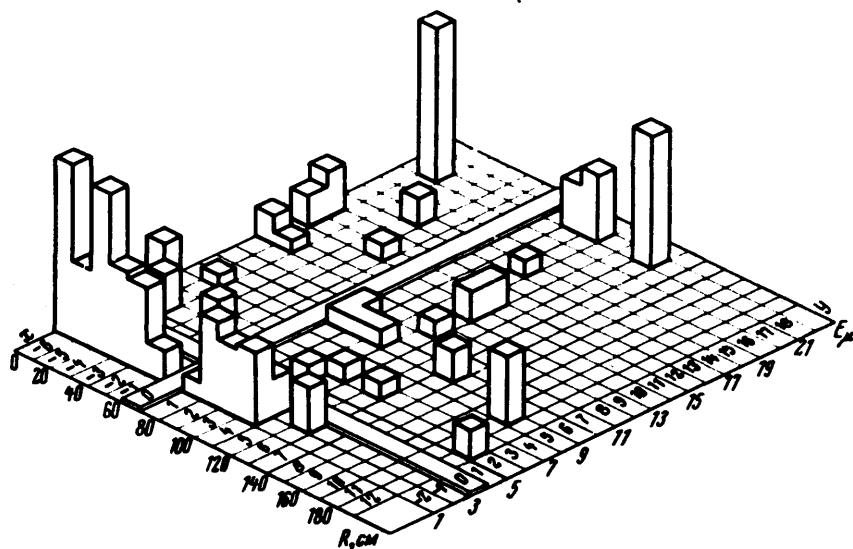


Рис. 1. Корреляционная зависимость толчков и расстояний в трехчастичных группах

Мюоны тривиального происхождения должны были бы располагаться в областях второй и третьей. Однако видно, что часть случаев расположена также и в областях первой и четвертой.

Случаи первой области формируются, главным образом, за счет мюонных пар, рождаемых мюонами (триденты). Сравнение наших экспериментальных данных с результатами расчетов, сделанных в работе [2], с учетом порога нашей установки, равного 0,5 Гэв, показывает их хорошее согласие.

На рис. 2 представлены результаты расчетов работы [2] (семейство кривых) на которые нанесены наши данные. Верхняя точка – интенсивность случаев первой области в двухчастичных группах. Нижняя – в трехчастичных.

Семейство сплошных кривых связывает интенсивность тридентов с глубиной расположения детектора (параметром служит пороговая

энергия самого детектора) в трехчастичных группах. Пунктирные кривые – для двухчастичных групп (пар).

Области вторая и третья, как уже отмечалось, сформированы мюонами широких атмосферных ливней. Это подтверждается и регистрацией широких атмосферных ливней на поверхности земли одновременно с детектированием случаев этих областей под скалами.

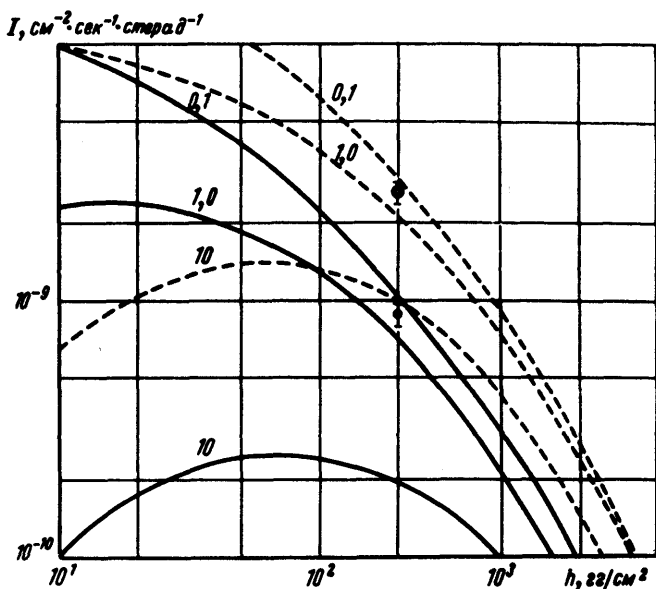


Рис. 2. Интенсивность тридентов в трехчастичных группах – нижняя точка и в парах – верхняя точка. Рассчитанная интенсивность для троек – сплошные кривые и для пар – пунктирные кривые. В качестве параметра – пороговая энергия детектирующих мюоны устройств

Кроме того, эти области характеризуются еще и высокой степенью параллельности частиц в группах.

Обратимся теперь к четвертой области – больших толчков – больших расстояний. Она характерна тем, что частицы в этих группах имеют вполне измеримую сходимость в грунте над установкой.

Обращает на себя внимание тот факт, что при изменении величины толчка более чем на полтора порядка, среднее расстояние между частицами этой области практически не изменяется.

Расчеты показали, что эта группа случаев не может быть понята в рамках принятого распределения поперечных импульсов, со средним значением, равным порядка  $0,4 \text{ Гэв}$  в отличие от второй и третьей областей.

Если привлечь для объяснения этой нетривиальной группы случаев X-процесс, рассмотренный в работе [3], то на основании наших экспериментальных данных удастся оценить значение массы X-адрона. Оцененная по среднему расстоянию между частицами она оказалась равной  $\geq 6 \text{ Гэв}$ . Однако, как это следует из работы [3], со значением

массы тесно связана интенсивность явления, что позволяет подойти к оценке массы независимым путем. И эта оценка показала хорошее согласие работы [3] с нашим экспериментом.

Таким образом, использование искрового калориметра позволило осуществить новый подход к изучению ГПЧ, в результате чего было показано, что имеется по крайней мере три процесса, ответственных за их формирование. Было показано, также, что полнота характеристик, получаемая при этом, позволяет дать оценку такому важному параметру, как масса X-частицы.

В заключение я выражаю глубокую благодарность академику Э.Л.Андроникашвили, чей активный интерес в этой области позволил выполнить работу в сжатые сроки. Я благодарен также моим сотрудникам Т.Т.Барнавели, П.А.Мурадовой и И.В.Халдеевой за проведение эксперимента и ценные обсуждения, а также Э.В.Гедалину, О.В.Канчели и Д.Л.Чкареули за дискуссию.

Институт физики  
Академии наук Грузинской ССР

Поступила в редакцию  
20 апреля 1971 г.

### Литература

- [1] М.Ф.Библашвили. Труды XI Международной конференции по космическим лучам, Будапешт, 1969 г.
  - [2] С.Р.Кельнер, Ю.Д.Котов. Труды XI Международной конференции по космическим лучам, Будапешт, 1969 г.
  - [3] J.D.Bjorken, S. Pakvasa, W.Simmons, S.F.Tuan. Phys. Rev., 184, 1345, 1969.
-