

КОРРЕЛЯЦИИ ПРОТОНОВ ИЗ $n\bar{C}$ - И π^-C - ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ ЧЕТЫРЕХМЕРНЫХ СКОРОСТЕЙ

А.О.Кечечян*, Б.А.Шахбазян

Приведены результаты исследований зависимостей одномерных корреляционных функций от относительных расстояний в пространстве четырехмерных скоростей. Показано, что эти зависимости удовлетворяют принципу ослабления корреляций. Получены указания на испускание барионных кластеров из высоковозбужденного источника. Из аппроксимации экспериментальных данных экспоненциальной зависимостью получены две корреляционные длины $b_1 = 0,01-0,04$ и $b_2 = 0,1-0,2$. Существование b_2 указывает на необходимость учета кварк-глюонного механизма взаимодействия релятивистских адронов с ядрами уже в области $b_{ik} > 0,1$.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Proton Correlations from $n\bar{C}$ - and π^-C -Interactions in the Four-Momentum Space

A.O.Kechechyan, B.A.Shahbazian

Results of studies of one-dimensional correlation function versus relative distances in the 4-velocity space are presented. These dependences are shown to satisfy the correlation depletion principle. An indication of the emission of baryon clusters from a highly excited source is obtained. The following two correlation lengths, $b_1 = 0.01-0.04$ and $b_2 = 0.1-0.2$, are obtained from the approximation of the experimental data by an exponential dependence. The existence of b_2 shows the necessity of taking into account the quark-gluon mechanism of interactions between relativistic hadrons and nuclei already in the region $b_{ik} > 0.1$.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

*Ереванский физический институт

Для изучения множественного рождения адронов в релятивистских ядерных столкновениях удобными переменными являются релятивистски-инвариантные безразмерные величины

$$b_{ik} = -(P_i / m_i - P_k / m_k)^2 = -(u_i - u_k)^2,$$

где P_i, P_k — четырехимпульсы, а m_i, m_k — массы частиц^{/1/}. Распределения по этим переменным (W) обладают общим асимптотическим свойством автомодельности второго рода^{/2/} и удовлетворяют принципу ослабления корреляций^{/3/}. Эти свойства подробно изучены в области второй промежуточной асимптотики ($b_{ik} > 1$) (кумулятивный эффект, струи и т.д.)^{/1-5/}. В области первой промежуточной асимптотики ($b_{ik} > 0,01$) и в переходной области ($1 > b_{ik} > 0,1$) исследована автомодельность распределений барионных кластеров^{/6,7/}. В этой области ($1 > b_{ik} > 0,01$), аналогично струям, распределения барионных кластеров должны удовлетворять принципу ослабления корреляций:

$$W_{\alpha\beta} |_{b_{\alpha\beta} \rightarrow \infty} \longrightarrow W_{\alpha} W_{\beta}.$$

Это условие можно написать в терминах корреляционных функций

$$C_{\alpha\beta} |_{b_{\alpha\beta} \rightarrow \infty} \longrightarrow 0.$$

Определение корреляционной функции дано в работе^{/3/}.

В данной работе исследуются взаимодействия

$$I + II \rightarrow 1 + 2 + \dots,$$

где налетающая частица (I) — π^- -мезон с импульсом 4 ГэВ/с или нейтрон с импульсом 7 ГэВ/с, мишень (II) — ядро углерода, а родившиеся частицы (1, 2, ...) — протоны с импульсами в интервале (0,16-0,8) ГэВ/с. Получены зависимости одномерных корреляторов:

$$C_1(b_{ik}) = W(b_{ik}) - W(b_{ik}) \int_0^{\infty} W(b_{ij}) \int_{b_{jk}^{\min}}^{b_{jk}^{\max}} W(b_{jk}) db_{jk} db_{ij},$$

Рис.1. Зависимость корреляционной функции от b_k для nC -взаимодействий. Сплошная линия — результат аппроксимации экспериментальных данных экспоненциальной зависимостью.

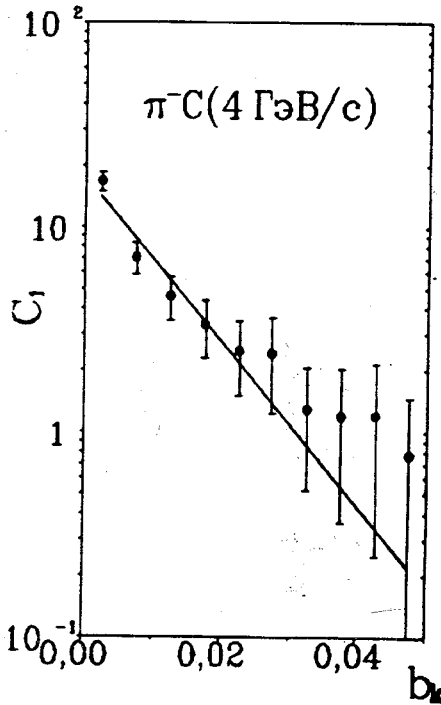
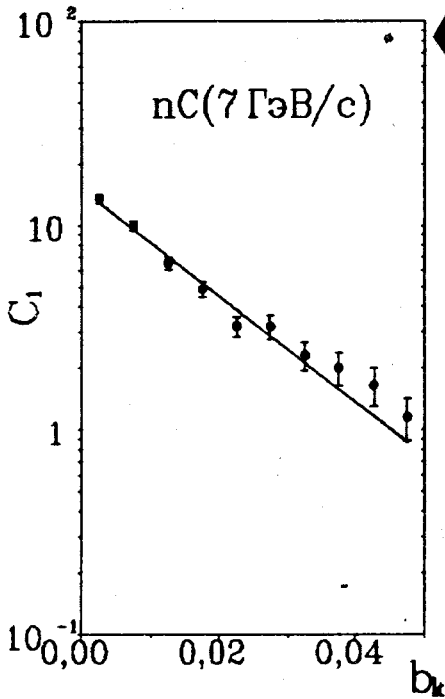


Рис.2. То же, что и на рис.1, для π^-C -взаимодействий.

где i, j, k могут принимать значения I, II, 1, 2, ..., a .

$$b_{jk}^{\min(\max)} = b_{ij} + b_{ik} + \frac{b_{ij} b_{ik}}{2} - (+) 2 \sqrt{\left(b_{ij} + \frac{b_{ij}^2}{4}\right) \left(b_{ik} + \frac{b_{ik}^2}{4}\right)}.$$

На рис.1 и 2 приведены зависимости корреляционных функций (C_1) от размеров протонных кластеров (b_k) (здесь и ниже обозначения и области изменений b_k , b_{aII} такие же, как и в работе /6/). На рисунках сплошной линией изображена функция $A \exp(-b_k / \langle b_k \rangle)$, которой хорошо аппроксимируются экспериментальные точки. По оценкам, сделанным на основе рассмотрения ядра как системы квазисвободных нуклонов, корреляционная длина должна быть $0,01^{1/2}$. Полученные из аппроксимации значения $\langle b_k \rangle = 0,017 \pm 0,001$ для nC -взаимодействий (рис.1) и $\langle b_k \rangle = 0,011 \pm 0,002$ для π^-C -взаимодействий (рис.2) хорошо согласуются с этой оценкой.

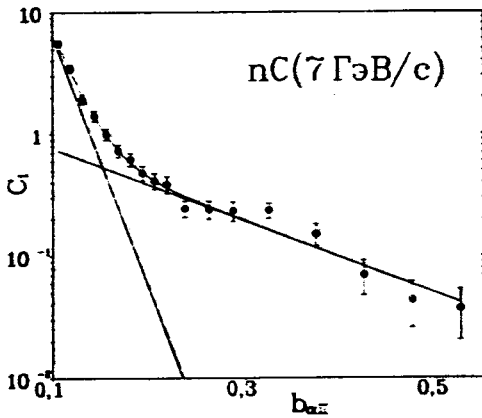
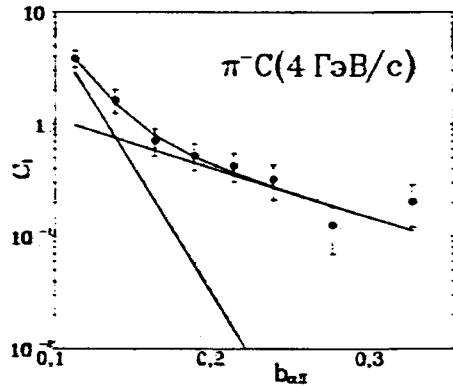


Рис.3. Зависимость корреляционной функции от b_{aII} для nC -взаимодействий. Сплошная линия — результат аппроксимации экспериментальных данных зависимостью (1).

Рис.4. То же, что и на рис.3, для π^-C -взаимодействий.



Получена также зависимость корреляционной функции C_1 от расстояния (b_{aII}) между родительским ядром (u_{II}) и центром кластера (V_a) (рис. 3, 4). Как видно из рисунков, для описания экспериментальных точек одной экспоненты недостаточно, однако эта зависимость хорошо аппроксимируется суммой двух экспонент:

$$A_1 \exp(-b_{aII} / \langle b_{aII} \rangle_1) + A_2 \exp(-b_{aII} / \langle b_{aII} \rangle_2). \quad (1)$$

Для nC -взаимодействий (рис.3) подобранные значения $\langle b_{aII} \rangle_1 = 0,021 \pm 0,001$, $\langle b_{aII} \rangle_2 = 0,15 \pm 0,01$, а для π^-C -взаимодействий (рис.4) — $\langle b_{aII} \rangle_1 = 0,019 \pm 0,001$, $\langle b_{aII} \rangle_2 = 0,10 \pm 0,01$. Таким образом, существуют две, на порядок отличающиеся корреляционные длины. Это можно интерпретировать существованием двух источников кластеров в релятивистских ядерных взаимодействиях ^{7,8/}. Один источник — обычное, другой источник — высоковозбужденное ядерное вещество. Указания на существование высоковозбужденных состояний получены также из анализа импульсных спектров протонов, рожденных в тех же взаимодействиях ^{9/}.

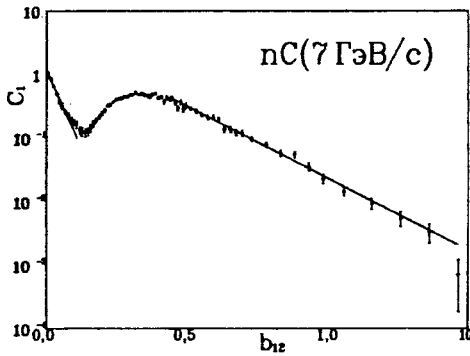


Рис.5. Зависимость корреляционной функции от b_{12} для nC -взаимодействий. Сплошные линии — результаты аппроксимации экспериментальных данных экспоненциальными зависимостями.

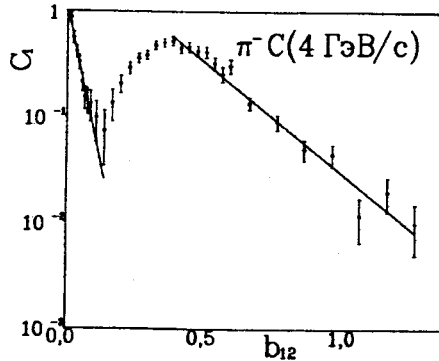


Рис.6. То же, что и на рис.5, для π^-C -взаимодействий.

Существование двух корреляционных длин более ярко проявляется в зависимости корреляционной функции C_1 от относительного расстояния (b_{12}) между двумя протонами (рис.5, 6). Из этих рисунков видно, что в пространстве четырехскоростей существуют как ближние, так и дальние корреляции. В области $b_{12} < 0,1$ корреляционная длина, полученная из аппроксимации функцией $A \exp(-b_{12}/\langle b_{12} \rangle)$, $\langle b_{12} \rangle = 0,040 \pm 0,002$ для nC -взаимодействий (рис.5) и $\langle b_{12} \rangle = 0,036 \pm 0,004$ для π^-C -взаимодействий (рис.6). В области $b_{12} > 0,4$ корреляционная длина $\langle b_{12} \rangle = 0,19 \pm 0,01$ для π^-C -взаимодействий и $\langle b_{12} \rangle = 0,20 \pm 0,01$ для nC -взаимодействий.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

— зависимости корреляционной длины от относительных расстояний в пространстве четырехскоростей удовлетворяют принципу ослабления корреляций,

— для всех рассматриваемых зависимостей корреляционной функции наблюдаются ближние корреляции с корреляционной длиной, соответствующей взаимодействию ядер как слабосвязанных нуклонных систем,

— в зависимостях одномерного коррелятора C_1 от b_{aII} есть указания на наличие высоковозбужденного источника барионных кластеров,

— в области ($1 > b_{ik} > 0,1$) в зависимостях корреляционной функции от b_{12} обнаружены дальние корреляции. Для этой области полученные значения корреляционной длины на порядок больше, чем значения для ближних корреляций, что свидетельствует о необходимости учета кварк-глюонного механизма при описании взаимодействий релятивистских адронов с ядрами углерода уже в области $b_{ik} > 0,1$.

Л и т е р а т у р а

1. Балдин А.М. — ДАН СССР, 1975, т.222, с.1064; ЭЧАЯ, 1977, т.8, вып.3, с.429.
2. Балдин А.М., Балдин А.А. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 17-86, Дубна, 1986, с.19.
3. Балдин А.М., Диденко Л.А. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 3-84, Дубна, 1984, с.5; № 8-85, Дубна, 1985, с.5.
4. Ставинский В.С. — ЭЧАЯ, 1979, т.10, вып.5, с.950.
5. Балдин А.М. и др. — ОИЯИ, E1-84-317, Дубна, 1984; P1-85-820, Дубна, 1985, ЯФ, 1986, т.44, с.1209.
6. Балдин А.М. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 2 (22) -87, Дубна, 1987, с.4; № 2 (35) -89, Дубна, 1989.
7. Армутлийски Д. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 4 (24) -87, Дубна, 1987, с.5;
Балдин А.М. и др. — ОИЯИ, P1-88-331, Дубна, 1988.
8. Adyasevich V.P. et al. — Phys.Lett., 1985, 161B, p.55.
9. Кечечян А.О., Шахбазян Б.А. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 6 (32) -88, Дубна, 1988, с.4.

Рукопись поступила 27 декабря 1989 года.