

АВТОМОДЕЛЬНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПРОТОННЫХ КЛАСТЕРОВ В ОБЛАСТИ ПЕРВОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АСИМПТОТИКИ

А.О.Кечечян*, Б.А.Шахбазян

Приведены экспериментальные результаты, подтверждающие применимость принципа автомодельности второго рода для описания распределений протонных кластеров из nC - и π^-C -взаимодействий по релятивистски-инвариантной величине b_{aII} . Получено значение $n \approx 4$ для показателя степенной функции, описывающей экспериментальные распределения в области первой промежуточной асимптотики ($b_{aII} \gg 0,01$). Показано, что значение этого параметра не зависит от величины b_k в области $b_k < 0,05$ и не зависит от типа взаимодействий.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Automodelity of Proton Cluster Distributions in the Range of the First Intermediate Asymptotics

A.O.Kechechian, B.A.Shahbazian

Experimental results on proton cluster distributions over the relativistically-invariant quantity b_{aII} from nC - and π^-C -interactions confirm the applicability of the automodelity principle of the second kind to our case. It was shown that in the range of the first intermediate asymptotics ($b_{aII} \gg 0.01$) these distributions can be well fitted by an exponential function at the exponent value $n \approx 4$. This value does not depend on b_k for $b_k < 0.05$ both for nC - and π^-C -interactions.

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

Для изучения множественного рождения адронов в релятивистских ядерных взаимодействиях успешно применяется метод, предложенный в работах [1-3]. Этот метод основан на применении принципа автомодельности второго рода и принципа ослабления

* Ереванский физический институт

корреляций для распределений по релятивистски-инвариантным безразмерным переменным

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

где P_i, P_k — четырехимпульсы, а m_i, m_k — массы частиц. Благодаря такому подходу был обнаружен ряд универсальных закономерностей для процессов с рождением адронных струй^{/4, 5, 9/} и барионных кластеров^{/6-8/}.

В данной работе приводятся экспериментальные результаты прямой проверки применимости принципа автомодельности второго рода в области первой промежуточной асимптотики^{/2, 6/} ($b_{ik} \gg \gg 0,01$) для описания множественного рождения протонов в адрон-ядерных взаимодействиях:

$$n + C \rightarrow n_p p + \dots \quad (1)$$

$$\pi^- + C \rightarrow n_p p + \dots \quad (2)$$

$n_p \geq 2.$

Экспериментальный материал получен с помощью полуметровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ, облученной пучками нейтронов с импульсом 7 ГэВ/с и π^- -мезонов с импульсом 4 ГэВ/с. Для анализа отобраны взаимодействия, в которых число вторичных протонов с импульсом от 0,16 до 0,8 ГэВ/с больше единицы. В этом импульсном интервале протоны надежно идентифицируются в пропановой камере.

В работе используются релятивистски-инвариантные переменные:

$$b_{\alpha\Pi} = -(u_{\Pi} - V_{\alpha})^2 \quad \text{и} \quad b_k = -(u_k - V_{\alpha})^2, \quad (3)$$

где u_k — четырехскорости вторичных протонов, u_{Π} — четырехскорость мишени (ядра углерода),

$$V_{\alpha} = \frac{n_{\alpha} \sum_{i=1}^{n_{\alpha}} u_i}{\sqrt{[\sum_{i=1}^{n_{\alpha}} u_i]^2}}. \quad (4)$$

Суммирование проводится по всем протонам из выделенной группы (n_{α} — число протонов в группе). Автомодельность по переменной $b_{\alpha\Pi}$ в области первой промежуточной асимптотики можно записать в следующем виде:

$$W(b_{aII}, b_k) |_{b_{aII} \gg 0,01} \rightarrow \frac{1}{(b_{aII})^n} W_2(b_k/b_{aII}) \quad (5)$$

для двумерных распределений и

$$W_1(b_{aII}) = \int W(b_{aII}, b_k) db_k |_{b_{aII} \gg 0,01} \rightarrow \frac{A}{(b_{aII})^n} \quad (6)$$

для одномерных распределений. В этих соотношениях W, W_1, W_2 — функции распределений, n — параметр, предсказываемый теорией или определяемый из эксперимента.

Из определений (3), (4) можно получить следующее соотношение:

$$(2 + b_{aII}) (2n_a + \sum_{k=1}^{n_a} b_k) = 2 (2n_a + \sum_{k=1}^{n_a} b_{kII}), \quad (7)$$

где $b_{kII} = -(u_k - u_{II})^2 = 2(E_k/m_k - 1)$.

В предыдущих работах /6-8/ накладывались ограничения на импульсы протонов, входящих в группы. Однако, как видно из соотношения (7), это может исказить как вид самих распределений по b_{ik} , так и средние значения $\langle b_{ik} \rangle$. Для иллюстрации этого утверждения на рис. 1 приведено двумерное распределение по b_{aII} и b_k для групп из двух протонов из пС-взаимодействий. Причем отображены протоны с импульсами в интервале $(0,3 \div 0,8)$ ГэВ/с, что соответствует в пространстве четырехскоростей интервалу для b_{kII} $(0,1 \div 0,63)$. На этом же рисунке при-

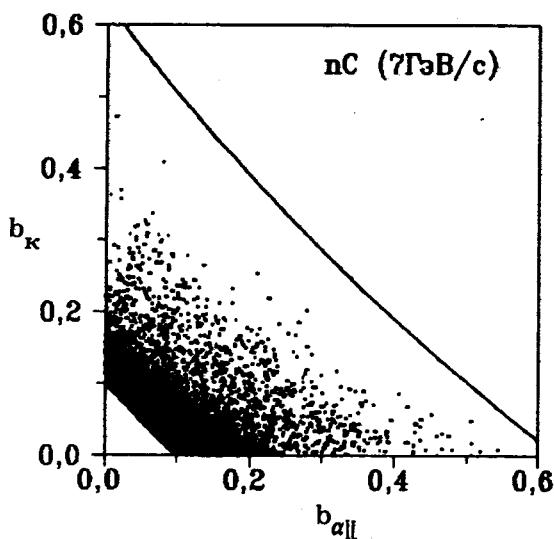


Рис.1. Распределение двухпротонных комбинаций из пС-взаимодействий по величинам b_{aII} и b_k и границы изменения этих величин.

ведены границы области изменения этих величин, соответствующие ограничениям на b_{kII} (0,1 — нижняя кривая, 0,63 — верхняя кривая). Эти кривые соответствуют выражению

$$b_k = [(4 + 2b_{kII}) / (2 + b_{aII})] - 2,$$

которое получено из уравнения (7) при $n_a = 2$. Как видно из этого рисунка, при интегрировании по переменной b_k для получения одномерного распределения по b_{aII} нужно учитывать границы области интегрирования. В данной работе исследуются прямоугольные области:

- а) $b_k < 0,01$
 - б) $0,01 < b_k < 0,02$
 - в) $0,02 < b_k < 0,03$
 - г) $0,03 < b_k < 0,05$
- (8)

для nC -взаимодействий,

$$b_k < 0,05$$

для π^-C -взаимодействий и

$$0,1 < b_{aII} < 0,5$$

(область кластеризации ^{6/}) для обоих типов взаимодействий. Эти области удалены от границ и поэтому распределения по b_{aII} не искажены.

В изучаемых взаимодействиях множественность вторичных протонов достигает шести. Однако не все протоны из данного взаимодействия могут образовать кластер. Поэтому, во избежание потерь, в анализ включены все возможные комбинации по 2,3,..., n_p протонов из данного взаимодействия.

Полученные таким образом распределения по b_{aII} для протонов из nC - и π^-C -взаимодействий приведены соответственно на рис.2 и 3. Экспериментальные распределения аппроксимировались функцией вида $A/(b_{aII})^n$ согласно (6). Полученные кривые также приведены на рис. 2 и 3. Подобранные значения параметра n и значения χ^2 на число степеней свободы (n_{CC}), полученные в результате аппроксимации, приведены в таблице. Как видно из таблицы, значения параметра n , в пределах ошибок, совпадают для обоих типов взаимодействий и для всех интервалов по b_k (8) и близки

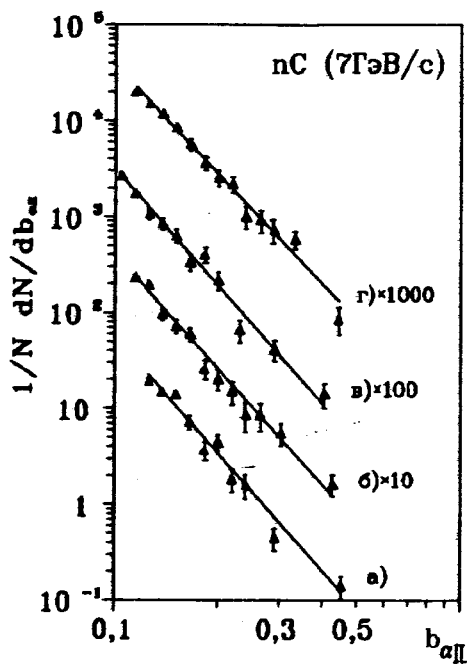
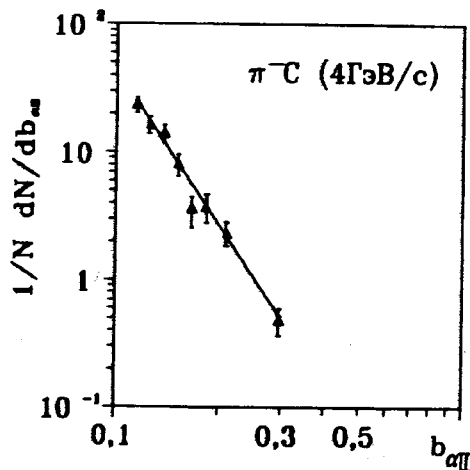


Рис. 3. Распределение протонных кластеров из π^-C -взаимодействий по величине b_{aII} для $b_k < 0,05$ (треугольники) и подобранная кривая.

Рис. 2. Распределения протонных кластеров из pC -взаимодействий по величине b_{aII} для различных областей ((8), см. текст), изменения величины b_k (треугольники) и подобранные кривые.



Таблица

Тип взаимодействий	pC				π^-C
	а	б	в	г	
Области					
n	$4,3 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,2$	$3,9 \pm 0,1$	$4,3 \pm 0,3$
χ^2/n_{CC}	14,7/9	10,1/11	12,1/10	10,9/12	5,3/7

к $n = 4$. Исходя из полюсного приближения ранее предсказывалось^{6/} для этого параметра значение $n = 2$. Результаты аппроксимации свидетельствуют о том, что полюсное приближение неприменимо для исследуемой области (8). В работе^{7/} приведено

значение для этого параметра ($4,3 \pm 0,3$), полученное из аппроксимации распределения относительных расстояний между кластерами из области фрагментации снаряда и мишени для СС-взаимодействий. Следовательно, можно сделать предположение об универсальности этого параметра.

Таким образом, экспериментально подтверждено свойство автомодельности второго рода по переменной $b_{\alpha II}$ для протонных кластеров, образующихся в pC - и π^-C -взаимодействиях. Показано, что первая промежуточная асимптотика наступает при $b_{\alpha II} > 0,1$, то есть распределения по $b_{\alpha II}$ описываются степенной зависимостью (6) с параметром $n = 4$, причем значение этого параметра не зависит ни от типа взаимодействия, ни от переменной b_k при $b_k < 0,05$.

Л и т е р а т у р а

1. Балдин А.М. — ДАН СССР, 1975, т.222, №5, с.1064; ЭЧАЯ, 1977, т.8, №3, с.429; Nucl. Phys., 1985, A434, p.695c.
2. Балдин А.М., Балдин А.А. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №17-86, Дубна, 1986, с.19.
3. Balдин А.М. — Nucl. Phys., 1985, A447, p.203c.
4. Балдин А.М., Диденко Л.А. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №3-84, Дубна, 1984, с.5; №8-85, Дубна, 1985, с.5.
5. Балдин А.М. и др. — ОИЯИ, P1-85-820, Дубна, 1985; ЯФ, 1986, т.44, с.1209.
6. Балдин А.М., Кечечян А.О., Шахбазян Б.А. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №2 [22] -87, Дубна, 1987, с.4.
7. Армутлийски Д. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №4 [24] -87, Дубна, 1987, с.5.
8. Балдин А.М. и др. — ОИЯИ, P1-88-331, Дубна, 1988.
9. Балдин А.М. и др. — ЯФ, 1988, т.48, с.995.

Рукопись поступила 3 февраля 1989 года.