

ОБ ОДНОЙ МАСШТАБНО-ИНВАРИАНТНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ АДРОН-АДРОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

*Л.Н.Абесалашвили, Н.С.Амаглобели, Л.Т.Ахобадзе,
В.Р.Гарсеванишвили, Н.К.Куциди, Ю.В.Тевзадзе,
М.С.Чаргейшвили*

Предлагается новая масштабнo-инвариантная параметризация одночастичных инклюзивных распределений в адрон-адронных взаимодействиях. Введенные с этой целью переменные ξ^{\pm} в областях фрагментации взаимодействующих частиц при больших первичных энергиях переходят в известную фейнмановскую переменную x .

При анализе экспериментальных данных по одночастичным инклюзивным распределениям $E \frac{d\sigma}{dp}$ существенную роль играет выбор кинема-

тических переменных, от которых зависит это распределение. Предлагаемая в настоящей работе лоренц-инвариантная параметризация инклюзивного дифференциального сечения в пределе высоких энергий в областях фрагментации (по общепринятой терминологии) взаимодействующих частиц переходит в известную фейнмановскую параметризацию по переменной x .

Рассмотрим произвольный 4-вектор $p_\mu(p_0, \mathbf{p})$ и введем для него переменные "светового фронта" [1]:

$$p_\pm = p_0 \pm p_3. \quad (1)$$

Заметим, что если 4-импульс p_μ лежит на массовой поверхности, то комбинации p_\pm, \mathbf{p}_\perp (где $\mathbf{p}_\perp = (p_1, p_2)$) задают орисферическую систему координат на соответствующем гиперboloиде [2,3].

Составим из 4-импульсов p^a, p^b, p^c инклюзивной реакции $a + b \rightarrow c + X$ масштабнo-инвариантные комбинации ¹⁾:

$$\xi^\pm = \pm \frac{p_\pm^c}{p_\pm^a + p_\pm^b} \quad (2)$$

(ось z принимаем за ось столкновения, т.е. $p_z = p_3 = p_L$).

Легко видеть, что переменные ξ^\pm обладают свойствами лоренц-инвариантности при преобразованиях систем отсчета вдоль оси столкновения. Интересно отметить, что комбинации переменных, близкие к (1), возникают при рассмотрении масштабных преобразований в теории с фундаментальной длиной [6]. При анализе свойств инклюзивных распределений весьма полезным может оказаться обобщенный фурье-анализ [3,7-9] на гиперboloиде, определяющем массовую поверхность частицы.

В случае высоких энергий в системе центра масс сталкивающихся частиц для частиц c , импульсы которых удовлетворяют условию $|p_L^{c*}| \gg m_c$ (область фрагментации по принятой терминологии), переменные переходят в известную переменную Фейнмана $x = 2p_L^* / \sqrt{s}$. В переменных $(\xi^\pm, \mathbf{p}_\perp)$ инвариантное дифференциальное сечение инклюзивного образования частицы c имеет вид

$$E^c \frac{d\sigma}{dp^c} = \frac{\xi^\pm}{\pi} \frac{\partial \sigma}{\partial \xi^\pm \partial p_\perp^{c^2}} = f(\xi^\pm, p_\perp^{c^2}, s). \quad (3)$$

Гипотеза масштабной инвариантности в переменных ξ^\pm записывается следующим образом:

¹⁾ Переменные аналогичного вида оказались весьма удобными при изучении релятивистских составных систем [4,5]

$$E^c \frac{\partial \sigma}{\partial p^c} = \begin{cases} f_1(\xi^+, p_{\perp}^c) & \text{для частиц с } p_L^* > 0 \\ f_2(\xi^-, p_{\perp}^c) & \text{для частиц с } p_L^* < 0 \end{cases} \quad (4)$$

В случае взаимодействия тождественных частиц $f_1 = f_2$.

В связи с тем, что переменные ξ^{\pm} зависят как от поперечного импульса, так и от массы выделенной частицы, можно ожидать, что с ее помощью удастся более четко разделить фазовое пространство на области фрагментации и центральную для частиц с разной массой.

Предварительные результаты экспериментального исследования инклюзивных реакций на основе предлагаемых новых переменных были получены для случая π^-p -взаимодействий. Использовался упрощенный вариант переменной ξ :

$$\xi = \frac{p_+^c}{p_+^a} \frac{E^c + p_L^c}{E^a + p_L^a} \quad (5)$$

Отметим, что переменная ξ , в отличие от переменных ξ^{\pm} , не симметрична относительно точки $x = 0$ ($p_L^* = 0$) и пригодна только для исследования масштабно инвариантных свойств одночастичных спектров в области фрагментации пучка.

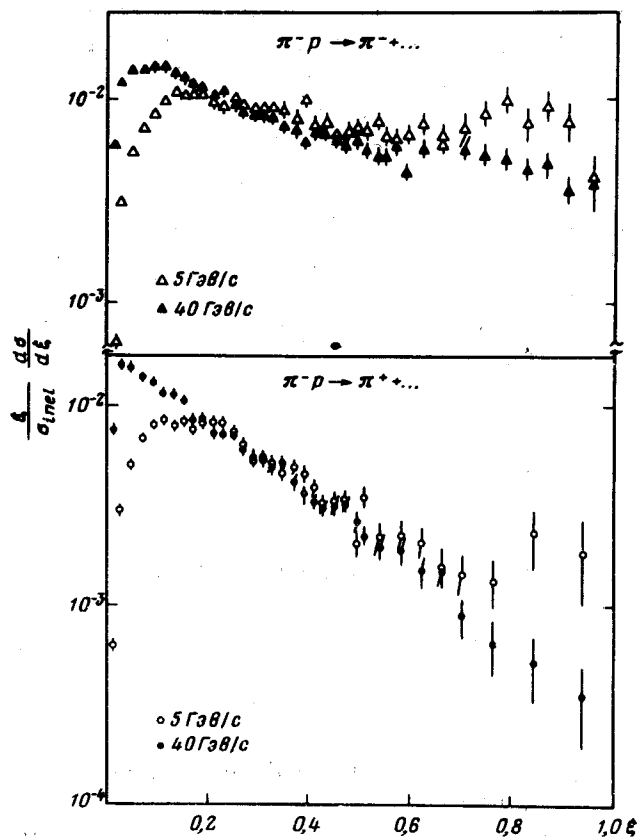


Рис. 1. Инклюзивные распределения $\frac{\xi}{\sigma_{\text{неупр}}} \frac{d\sigma}{d\xi}$ π^{\pm} -мезонов в π^-p -соударениях при 5 ГэВ/с (Δ) и 40 ГэВ/с (\bullet)

На рис.1 приведены экспериментальные значения нормированного дифференциального сечения $\frac{\xi}{\sigma_{\text{неупр}}} \frac{\partial \sigma}{\partial \xi}$ для инклюзивно образованных π^{\pm} -мезонов в π^-p -взаимодействиях при импульсе пучка 5 и 40 ГэВ/с. Данные при 5 ГэВ/с получены на базе стереофотографий с 1-метровой водородной пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ [10], а данные при 40 ГэВ/с — с помощью 2-метровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ [11].

Для большей наглядности на рис.2 риведены экспериментальные значения отношения $R = \frac{((\xi/\sigma_{\text{неупр}}) \partial \sigma / \partial \xi)_{5 \text{ ГэВ/с}}}{((\xi/\sigma_{\text{неупр}}) \partial \sigma / \partial \xi)_{40 \text{ ГэВ/с}}}$ как функции ξ .

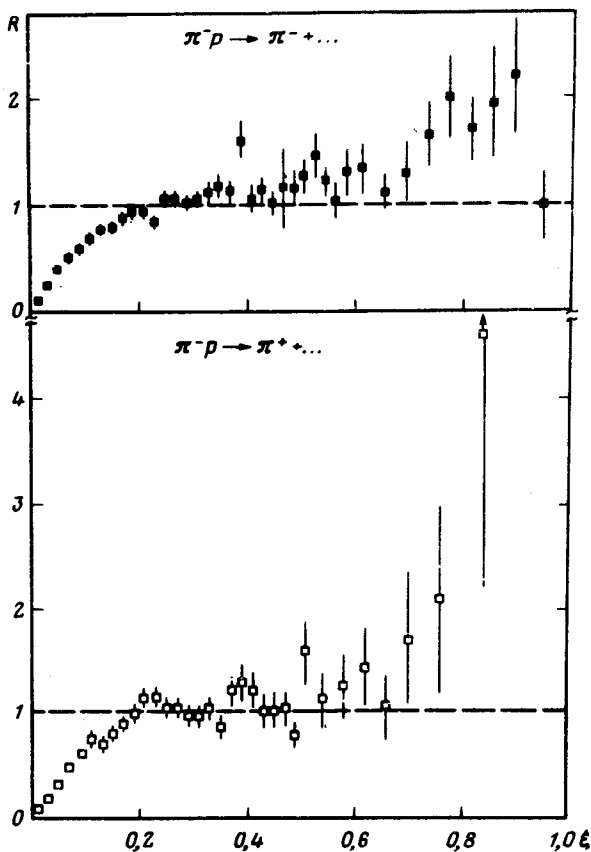


Рис. 2. Отношение $R = \left(\frac{\xi}{\sigma_{\text{неупр}}} \frac{d\sigma}{d\xi} \right)_{5 \text{ ГэВ/с}} / \left(\frac{\xi}{\sigma_{\text{неупр}}} \frac{d\sigma}{d\xi} \right)_{40 \text{ ГэВ/с}}$ как функция переменной ξ

Как видно, в области значений $0,2 \lesssim \xi \lesssim 0,7$, что примерно соответствует области фрагментации пучковой частицы, наблюдается приближенное совпадение одночастичных дифференциальных распределений

$\frac{\xi}{\sigma_{\text{неупр}}} \frac{\partial \sigma}{\partial \xi}$ ($R \approx 1$). В области $\xi \gtrsim 0,7$ довольно большие ошибки, обус-

ловленные недостаточной статистикой, не позволяют сделать каких-либо определенных выводов.

Получение статистически хорошо обеспеченных экспериментальных данных в различных инклюзивных реакциях в широком диапазоне энергий взаимодействия позволит сделать более определенные выводы о масштабной инвариантности распределений по переменной ξ . В дальнейшем мы планируем провести подробный анализ соответствующих данных. Будут проанализированы также данные по полунклюзивным реакциям.

В заключение авторы выражают благодарность коллективу Сотрудничества Дубна – Кошице – Улан-Батор – Цойтен за любезное предоставление материала при 5 ГэВ/с и коллективу Сотрудничества по обработке данных с 2-метровой пропановой пузырьковой камеры за предоставление материала при 40 ГэВ/с.

Авторы выражают благодарность В.А.Матвееву, Р.М.Мурадян, А.Н.Тавхелидзе за интерес к работе и ценные замечания; Б.Г.Чиладзе, Р.Барамидзе, К.Стура и Э.Схиладзе за помощь в работе.

Тбилисский
государственный университет

Поступила в редакцию
12 июня 1978 г.

Литература

- [1] P.A.M.Dirac. Rev. Mod. Phys., 21, 392, 1949.
- [2] Н.Я.Виленкин, Я.А.Смородинский. ЖЭТФ, 46, 1793, 1964.
- [3] В.Р.Гарсеванишвили, В.Г.Кадышевский, Р.М.Мир-Касимов, Н.Б.Скачков. ТМФ, 7, 203, 1971.
- [4] В.Р.Гарсеванишвили, А.Н.Квинихидзе, В.А.Матвеев, А.Н.Тавхелидзе, Р.Н.Фаустов. ТМФ, 23, 310, 1975.
- [5] V.R.Garsevanishvili. In the "Recent Development in Relativistic Quantum Field Theory and Its Applications". Lectures at the XIII Winter School on Theoretical Physics, Karpacz, February, 1976.
- [6] В.Г.Кадышевский, М.Д.Матвеев, Р.М.Мир-Касимов. Доклад на семинаре "Глубоконеупругие и инклюзивные процессы". Сухуми, 1975. Изд. ИЯИ АН СССР, М., 1977, стр. 221.
- [7] И.С.Шапиро. ДАН СССР, 106, 647, 1956.
- [8] В.Г.Кадышевский, Р.М.Мир-Касимов, Н.Б.Скачков. ЭЧАЯ, 2, 685, М., Атомиздат, 1972.
- [9] S.Mavrodiev. Fizika, 9, 117, 1977.
- [10] A.V.Belonogov et al. Nucl. Instr. and Meth. 20, 114, 1963; В.В.Глаголев и др. Сообщения ОИЯИ, 1-4847, Дубна, 1969.
- [11] М.Р.Баландин et al. Nucl. Instr. and Meth., 20, 110, 1963; А.У.Абдурахимов и др. Сообщения ИОЯИ, Р 1-6326, Дубна, 1972; Сообщения ОИЯИ, 1-6967, Дубна, 1973.