

## БЫСТРАЯ ПИОНИЗАЦИЯ ПРИ ОЧЕНЬ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

А.С.Потупа, В.В.Скадоров, А.С.Фриджман

Показано, что быстрая пионизация — процесс генерации мезонов, несущих фиксированную долю полной быстроты, — доминирует в инклюзивных спектрах  $pp$ -соударений. Связанный с этим процессом  $z$ -скейлинг оказывается универсальной закономерностью. Предложена новая форма параметризации инклюзивных спектров при энергиях ISR-CERN.

Как было недавно установлено, инклюзивные спектры в области энергий ISR-CERN имеют  $z$ -скейлинговую форму [1]

$$\frac{1}{\bar{n}\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dzdk_T^2 Y} \xrightarrow{Y \rightarrow \infty} f(z, k_T), \quad (1)$$

где  $z = \gamma/Y$ ,  $k_T$  — поперечный импульс,  $Y = \ln(\sqrt{s}/m_p)$ . В данной работе мы покажем, что  $z$ -скейлинг — универсальная закономерность в инклюзивных спектрах  $pp$ -соударений, причем мезоны с фиксированной долей полной быстроты доминируют в области не слишком больших импульсов.

Общая картина этого скейлинга хорошо видна при построении нормированных распределений

$$\frac{1}{\bar{n}\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dz} \rightarrow f(z) = C(1-z^2)^\beta, \quad (2)$$

где конкретный выбор зависимости от  $z$  основан на достаточно естественной (хотя и не доказанной строго) гипотезе о факторизуемости диаграмм Мюллера — Канчели при насыщении асимптотик по субэнергиям такими сингулярностями, которые обеспечивают рост полных сечений вида  $\sigma_{tot} \sim Y^\beta$ . Из таблицы видно, что  $z$ -скейлинг для  $\pi^\pm$  и  $K^\pm$ -мезонов выполняется удовлетворительно.

Рост эффективного размера области быстрой непосредственно виден при расчете относительной дисперсии

$$\delta z = \delta \gamma / Y = d, \quad (\delta \gamma)^2 = \frac{1}{\bar{n}\sigma} \int \gamma^2 \left( \frac{d\sigma}{d\gamma} \right) d\gamma. \quad (3)$$

Данные по соотношению (3) представлены в таблице. Как и в формуле (2), оптимальные значения  $\beta$  для всех типов инклюзивных частиц оказываются в разумной близости к предельному значению  $\beta = 2$ .

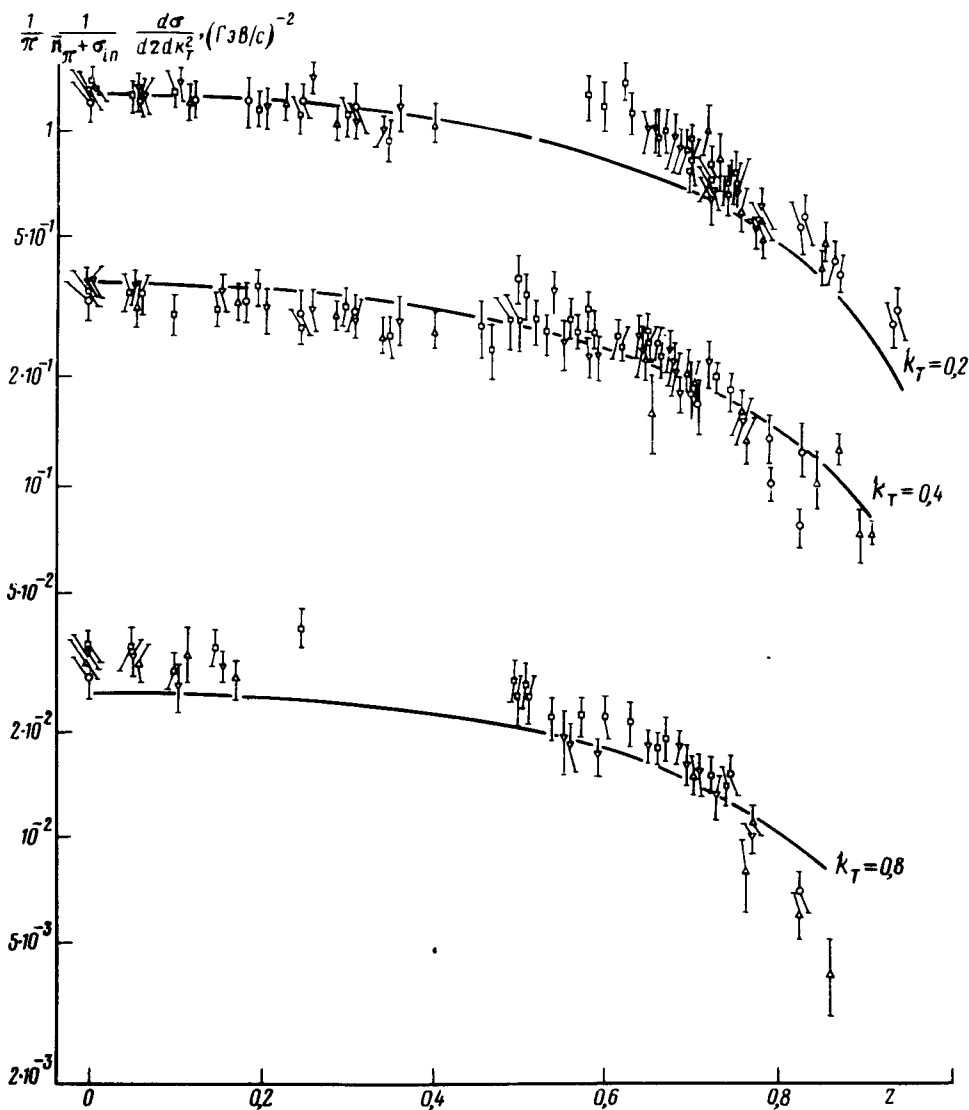
Рассмотрим относительный вклад различных инклюзивных частиц в  $\sigma_{inel}$

$$\Delta_i = \Delta \sigma_i / \sigma_{in}, \quad (4)$$

Результаты фитирования инклюзивных спектров и распределений,  
по относительной быстрой в  $pp$ -соударениях по формулам (2) — (5)

Формула	Область $z$	Область $k_T$ ( $\Gamma^2 B/c$ )	$A(\Gamma^2 B/c)^{-2}$	$B(\Gamma^2 B/c)^{-1}$	$C$	$\beta$	$\chi^2/NPF$	$d$	$\Delta$	$\chi^2$ : :NPF
Процесс $pp \rightarrow \pi^+ X$										
(5)	0 — 0,9	0,1 — 0,8	$6,63 \pm 0,22$	$6,81 \pm 0,07$	—	$0,92 \pm 0,03$	323/180			
(5)	0 — 0,4	0,2 — 0,8	$6,42 \pm 0,15$	$6,69 \pm 0,05$	—	2	159/179	$0,46 \pm 0,07$	$0,117 \pm 0,004$	$0,5/3$
(2)	0 — 0,4	—	—	—	$0,67 \pm 0,01$	2	8/26			
Процесс $pp \rightarrow \pi^- X$										
(5)	0 — 0,9	0,1 — 0,8	$7,89 \pm 0,29$	$7,04 \pm 0,08$	—	$1,33 \pm$	337/161			
(5)	0 — 0,4	0,2 — 0,8	$6,97 \pm 0,14$	$6,77 \pm 0,04$	—	2	121/175	$0,42 \pm 0,06$	$0,087 \pm 0,003$	$0,5/3$
(2)	0 — 0,4	—	—	—	$0,71 \pm 0,01$	2	9/25			
Процесс $pp \rightarrow K^+ X$										
(5)	0 — 0,7	0,2 — 0,8	$33,73 \pm 3,96$	$6,74 \pm 0,18$	—	$1,42 \pm 0,09$	94/88	$0,41 \pm 0,08$	$0,015 \pm 0,006$	$0,4/3$
(2)	0 — 0,3	—	—	—	$0,42 \pm 0,03$	2	40/18			
Процесс $pp \rightarrow K^- X$										
(5)	0 — 0,7	0,2 — 0,8	$63,47 \pm 8,63$	$7,36 \pm 0,22$	—	$2,78 \pm 0,11$	96/80	$0,34 \pm 0,07$	$0,008 \pm 0,0003$	$0,3/3$
(2)	0 — 0,3	—	—	—	$0,57 \pm 0,04$	2	22/16			

где  $\Delta\sigma_i$  рассчитано по насыщению инклюзивных правил сумм  $i$ -м сортом вторичных частиц. Результаты фитирования для  $\pi^\pm$  и  $K^\pm$ -мезонов даны в таблице. Оценки с учетом нейтральных частиц и того обстоятельства, что лидирующие частицы уносят около половины начальной энергии, показывают, что быстрая пионизация определяет примерно 70%-ный вклад в сечения, т. е. действительно доминирует при достигнутых энергиях.



Нормированное распределение  $\pi^+$ -мезонов по относительной скорости  $z = y/Y$  и по трансверсальному импульсу  $k_T$  в  $pp$ -соударениях. Сплошные линии соответствуют фиту данных работ [3 — 6] по формуле (5) при следующих энергиях в СЦИ:  $\circ$  — 23,6 ГэВ,  $\Delta$  — 30,6 ГэВ,  $\nabla$  — 44,9 ГэВ,  $\square$  — 52,8 ГэВ

Особый интерес представляет то, что в интервале энергий ISR-CERN  $\pi^\pm$ - и  $K^\pm$ -спектры допускают удивительно простую параметризацию с полной факторизацией по продольным и трансверсальным степеням свободы:

$$\frac{1}{\bar{n}_i \sigma_{in}} \left( \frac{d\sigma}{dz dk_T^2} \right)_i = A_i \exp(-B_i \mu_T^2) (1 - z^2)^\beta; \quad (5)$$

здесь  $\mu_T = \sqrt{k_T^2 + \mu_i^2}$ . Результаты фитирования, приведенные на рисунке и в таблице, демонстрируют хорошее согласие (5) с данными ISR-CERN.

Сильным дополнительным аргументом в пользу универсальности  $z$ -скейлинговой картины множественного рождения адронов является быстрый рост средней множественности, предсказанный в [2]:

$$\bar{n} = (a \ln E_g + b)^3, \quad (6)$$

где  $E_g$  — допустимая энергия в  $\pi^\pm p$ -,  $K^\pm p$ - и  $pp$ -соударениях. Хорошее согласие (6) с экспериментальными данными [1] показывает, что степень логарифма порядка 3 составляет вполне достойную конкуренцию традиционным чисто логарифмической и степенной по энергии параметризациям средней множественности.

В заключение отметим, что доминирование быстрой пионизации и  $z$ -скейлинговая форма инклюзивных спектров создают наиболее естественную феноменологическую основу для самосогласованной картины множественного рождения в ситуации с растущими полными сечениями.

Белорусский  
государственный университет  
им. В.И.Ленина

Поступила в редакцию  
27 ноября 1979 г.

### Литература

- [1] А.С.Потупа, В.В.Скадоров, А.С.Фридман. Письма в ЖЭТФ, 23, 546, 1976; Материалы международного совещания "Процессы множественного рождения и инклюзивные реакции при высоких энергиях", 397, ИФВЭ, Серпухов, 1977; ЯФ, 28, 523, 1978.
- [2] T.Zachariassen. Suppl. au Journal de Phys., 34, 379, 1973; А.С.Потупа. Доклад на Сессии ОЯФ АН СССР, ИТЭФ, Москва (февр. 1974); И.С.Шапиро. Сб. "Проблемы ядерной физики и физики элементарных частиц", М., изд. Наука, 1975, стр. 186.
- [3] В. Alper et al. (BS Collaboration). Nucl. Phys., B100, 273, 1975.
- [4] U. Amaldi et al. Phys. Lett., 62B, 460, 1976.
- [5] А.Н.Росси et al. Nucl. Phys., B84, 269, 1975.
- [6] Р.Сапилуппи et al. (CCB Collaboration). Nucl. Phys., B79, 189, 1974.