

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

У122/83

15/8-83
P2-83-312

Я.З.Дарбаидзе, А.Н.Сисакян,
Л.А.Слепченко, Г.Т.Торосян

СОВМЕСТНЫЙ АВТОМОДЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ
ПОЛУИНКЛЮЗИВНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ
В $\bar{p}p$ -СОУДАРЕНИЯХ ПРИ $\sqrt{s} = 540$ ГэВ

Направлено в оргкомитет Международной Еврофизической
конференции по физике высоких энергий.
Брайтон, Великобритания, 20-27 июля 1983 года.

1983

Как показывает обработка данных по $\bar{p}p$ -соударениям при $\sqrt{S} = 540$ ГэВ (UA5 эксперимент)^{/1/}, распределения по псевдобыстроте η при фиксированной множественности n_c сужаются, а пик распределения растет с ростом n_c . Дальнейшее увеличение стастики позволило выявить для этих распределений эффект типа "чайки" при малых n_c (UA1 группа)^{/2/}, обнаруженный ранее при энергиях ISR CERN^{/3/}. Было также обнаружено расширение одночастичных полунклюзивных поперечных спектров при больших p_{\perp} с ростом множественности n_c ^{/4/}.

В свете этих данных встает вопрос о возможности объяснения в рамках единого механизма рождения наблюдаемые эффекты.

В настоящей работе предложена попытка совместного описания полунклюзивных распределений по переменным p_{\perp} и η в $\bar{p}p$ -соударениях при $\sqrt{S} = 540$ ГэВ.

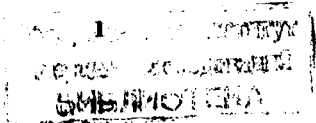
Рассмотрим систему уравнений в ренормгрупповом подходе, описывающую рождение нескольких адронных систем^{/5/}. Ее решение с учетом принципа "максимальной" автомодельности^{/6/} приводит к следующему выражению для полунклюзивного дифференциального сечения^{/7/}:

$$E \frac{d\delta_{nc}}{d\vec{P}} = \frac{E \frac{d\delta}{d\vec{P}}}{\langle n_c(\vec{P}) \rangle + \alpha_c(\vec{P})} \cdot F(z_c, k), \quad (1)$$

где полностью инклюзивное сечение $E \frac{d\delta}{d\vec{P}}$ представляется следующим образом:

$$E \frac{d\delta}{d\vec{P}} = E \frac{d\delta}{d\vec{P}_0} \left[1 + \frac{\gamma_c}{\alpha} (\langle n_c(\vec{P}_0) \rangle + \alpha_c(\vec{P}_0)) \cdot \tau \right]^{-\alpha}, \quad (2)$$

\vec{P}_0 - некоторое фиксированное при решении ренормгруппового уравнения "начальное" значение импульса, $\tau = \ln \frac{P \cdot P}{P_0^2}$ - "временная"



эволюционная компонента ренормгруппового уравнения, δ_i - аномальные размерности $i = 1, \dots, K$ видов полей частиц, параметр α задается соотношением

$$\sum_{i,j=1}^K \frac{\langle n_i n_j \rangle}{\langle n_i \rangle \langle n_j \rangle} = K^2 \left(\frac{1}{\alpha} + 1 \right). \quad (3)$$

Как видно из (3), параметр α имеет смысл, аналогичный параметру Вролевского: в самом деле, при $K = 1$ $\sqrt{\alpha} = \frac{\langle n \rangle}{D}$.

$\alpha_c(\vec{P})$ - "приведенная" ассоциативная множественность лидирующих компонент:

$$\alpha_c(\vec{P}) = \sum_{i=2}^K \frac{\delta_i}{\delta_c} \langle n_i(\vec{P}) \rangle, \quad (4)$$

а средняя ассоциативная множественность $\langle n_c(\vec{P}) \rangle$ в рассматриваемой схеме представляется в виде

$$\langle n_c(\vec{P}) \rangle = \frac{\langle n_c(\vec{P}_0) \rangle}{1 + \frac{\delta_c}{\alpha} [\langle n_c(\vec{P}_0) \rangle + \alpha_c(\vec{P}_0)] \cdot \tau}. \quad (5)$$

Автомодельная функция $F(z_c, K)$ не зависит явно от энергии и представляется в виде (см. /7/)

$$F(z_c, K) = \frac{\Gamma(K)}{\Gamma(\alpha)} \alpha^\alpha \cdot z_c^{\alpha-1} e^{-\alpha z_c} \Psi(K-1, \alpha, \alpha z_c), \quad (6)$$

где $\Psi(\alpha, \beta, x)$ - вырожденная гипергеометрическая функция, а масштабная переменная имеет вид

$$z_c = \frac{n_c}{\langle n_c(\vec{P}) \rangle + \alpha_c(\vec{P})}. \quad (7)$$

Рассмотрим далее предел большого числа коррелированных компонент:

$$K \gg \frac{\delta_c \langle n_c(\vec{P}_0) \rangle \cdot \tau}{\alpha} \gg 1. \quad (8)$$

В этом случае легко получить следующие соотношения:

$$\gamma_i \langle n_i(\vec{P}) \rangle = \gamma_j \langle n_j(\vec{P}) \rangle, \quad i, j = 1, \dots, K,$$

$$\alpha_c(\vec{P}) = (K-1) \langle n_c(\vec{P}) \rangle, \quad (9)$$

$$\bar{z}_c = \frac{1}{K} \frac{n_c}{\langle n_c(\vec{P}) \rangle}.$$

Подставляя выражения (9) в формулу (I), находим

$$E \frac{d^2 n_c}{d\vec{P}^2} = A \cdot \tau^{-\frac{K-1}{2}} K_{\alpha-1}(2\sqrt{\partial n_c} \cdot \tau), \quad (10)$$

где A - нормировочный множитель, $\partial n_c = \gamma_c n_c K$ - полная "аномальная" размерность сечения, $K_{\alpha}(x)$ - модифицированная функция Бесселя.

Ниже используя следующую удобную параметризацию

$$\frac{\vec{P} \cdot \vec{P}_0}{P_0^2} = \frac{m_{\perp}}{m} \operatorname{ch}(\eta - \eta_0), \quad (11)$$

где $m_{\perp} = \sqrt{P_{\perp}^2 + m^2}$, $\eta_0 = \frac{1}{2} \ln \frac{E_P + P_{\parallel}^0}{E_P - P_{\parallel}^0}$, проводим с помощью формулы (10) совместное описание экспериментальных полуинклюзивных распределений по η и P_{\perp} [2,4].

Результаты сравнения приведены на рис.1-5. Для P_{\perp} -распределений рассматривались три интервала плотности множественности:

$\langle \frac{n_c}{\Delta y} \rangle = 2,4 ; 5,7 ; 10,2$, а для распределений по η рассматривались совместно 5 интервалов множественности $I \leq n_c \leq 5$, $6 \leq n_c \leq 10$, $11 \leq n_c \leq 20$, $21 \leq n_c \leq 30$, $31 \leq n_c \leq 40$ (сплошные линии на рис.1 и 2; пунктирные линии соответствуют полностью инклюзивным спектрам). При этом для параметра α бралось значение $\alpha = 0,35$.

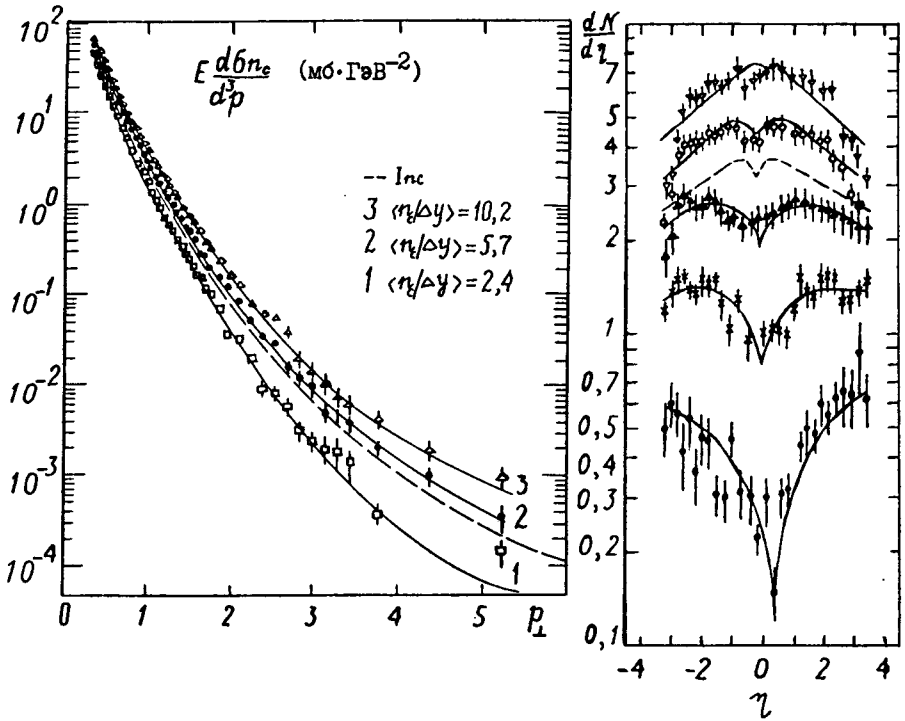


Рис.1.

Рис.2.

Значения "аномальных" размерностей $\partial \mathcal{L}_{n_c}^{p_{\perp}}$ и $\partial \mathcal{L}_{n_c}^z$, полученных в процессе подгонки, приведены на рис.3 и 4 соответственно. Сплошная линия на рис.3 соответствует аппроксимации

$$\partial \mathcal{L}_{n_c}^{p_{\perp}} = \frac{130}{\ln \ln \left(\frac{n_c}{\Delta y} + 5 \right)} \quad (12)$$

Такая зависимость приводит к расширению распределений по p_{\perp} и увеличению $\langle p_{\perp} \rangle$ с ростом n_c .

На рис.4 сплошная линия представляется следующей аппроксимацией

$$\partial \mathcal{L}_{n_c}^z = -0,01 + 0,002 n_c, \quad (13)$$

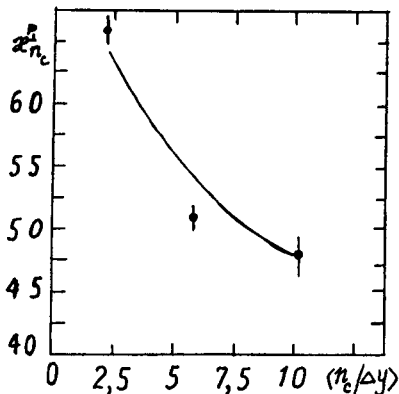


Рис.3.

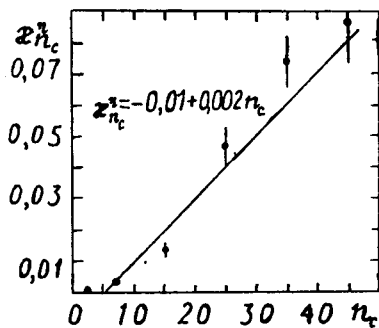


Рис.4.

что соответствует проведенному нами ранее отдельному анализу экспериментальных распределений по псевдоуглу η /18/.

Заметим, что при малых значениях множественности $n_c < 10$ параметр $\mathcal{R}_{n_c}^2 \approx 0$, и следовательно, из (10) имеем

$$\frac{dN}{d\eta} \sim \tau^{-\frac{\alpha-1}{2}} \sim [\text{ch}(\eta - \eta_0)]^{0,34} \quad (14)$$

Именно благодаря такой зависимости $\mathcal{R}_{n_c}^2$ от n_c (см. (13)) обеспечивается описание наблюдаемого в эксперименте /12/ эффекта типа "чайки" для полунинквилированных распределений по псевдоуглу η при малых n_c (рис.2), имеющего место также при энергиях ISR CERN /13/. С ростом n_c параметр $\mathcal{R}_{n_c}^2$ становится больше нуля и эффект сглаживается из-за множителя $K_{\alpha-1}(\sqrt{2\mathcal{R}_{n_c}^2}\tau)$ в (10). Как легко заметить, углубление в центральной области η -спектров здесь обеспечивается условиями $\alpha < 1$ и $\mathcal{R}_{n_c}^2 \ll 1$, что имеет место также при энергиях ISR.

На рис.5 приведено сравнение модельной кривой, полученной интегрированием выражения (10) по p_{\perp} с экспериментальными данными по $\langle p_{\perp} \rangle$ при фиксированных выше параметризациях $\mathcal{R}_{n_c}^2$ и α . Как видно из рисунка, получено удовлетворительное согласие.

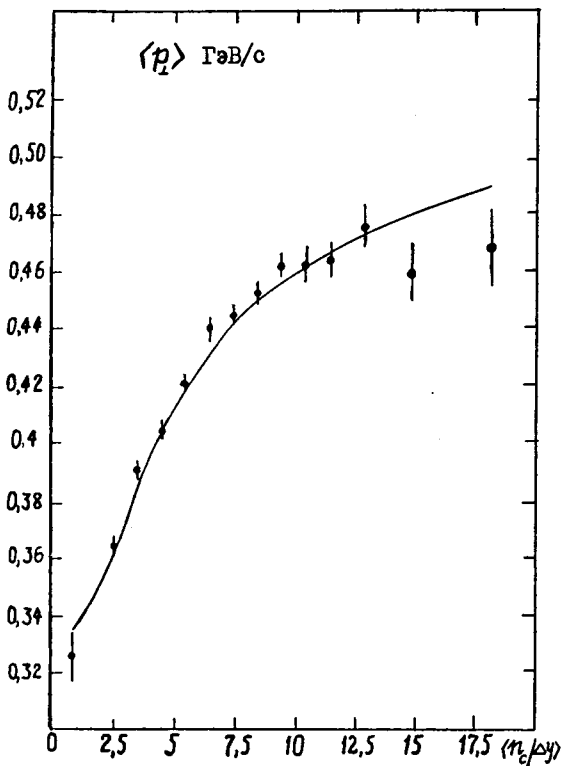


Рис. 5.

Отметим также, что значение параметра $\alpha = 0,35$ хорошо согласуется с описанием экспериментальных данных по вперед-назад корреляциям заряженных частиц в $\bar{p}p$ -соударениях при $\sqrt{S} = 540$ ГэВ ^{/9/} с помощью следующей формулы, полученной из (10) (см. /6,9,10/):

$$\langle n_B(n_F) \rangle = \langle n_B \rangle \left(\frac{z_F}{\alpha} \right)^{1/2} \frac{K_\alpha(2\sqrt{\alpha z_F})}{K_{\alpha-1}(2\sqrt{\alpha z_F})}, \quad (15)$$

где $z_F = \frac{n_F}{\langle n_F \rangle}$.

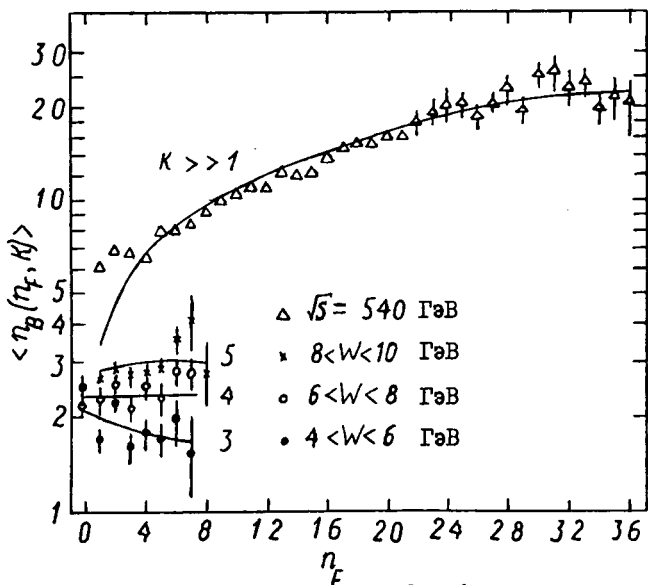


Рис.6.

Результаты этого сравнения приведены на рис.6. Верхняя кривая соответствует предельному значению $K \gg 1$ (при этом $\alpha = 0,35 \pm 0,08$). Для сравнения здесь же приведены описания при меньших энергиях/II/, которым соответствуют значения $K = 3, 4$ и 5 .

Авторы благодарны В.А.Матвееву за плодотворные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. A.Alpgard et al., Phys.Lett., 107B, 310, 315, 1981.
2. S.Geer. CERN-EP/82-180, 1982.
3. G.Arnison et al., CERN-EP/82-134, 1982.
4. W.Thome et al. Nucl.Phys., B129, 365, 1977.

4. G.Arnison et al. CERN-EP/82-125, 1982.
5. W.Ernst, I.Schmitt. Nuovo Cim., 31A, 120, 1976.
6. В.А.Матвеев, Р.М.Мурадян, А.Н.Тавхелидзе. ЭЧАЯ, 2, 5, 1971.
V.R.Garsevanishvili et al. Fortsch.d.Phys., 28, 501, 1980.
7. Я.З.Дарбаидзе, А.Н.Сисакян, Л.А.Слепченко. ОИЯИ P2-80-615,
Дубна 1980.
8. Я.З.Дарбаидзе, А.Н.Сисакян, Л.А.Слепченко, Г.Т.Торосян.
ОИЯИ Д2-82-297, Дубна 1982.
9. P.Carlson. XXI Int. Conf. of NEP, Paris 1982.
10. N.S.Amaglobeli et al. JINR, E2-82-107, Dubna, 1982.
11. N.Schmitz. Preprint MPI-PAE/Exp. E1, 96, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 мая 1983 года.

Дарбаидзе Я.З. и др.

P2-83-312

Совместный автомодельный анализ продольных и поперечных
полуинклюзивных распределений в $\bar{p}p$ -соударениях
при $\sqrt{s} = 540$ ГэВ

В рамках феноменологической многокомпонентной модели предложена схема, дающая возможность совместного описания инклюзивных и полуинклюзивных распределений по P_{\perp} и η в $\bar{p}p$ -соударениях при $\sqrt{s} = 540$ ГэВ. В предположении большого числа коррелированных компонент обеспечивается описание наблюдаемого в эксперименте эффекта типа "чайки".

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Darbaidze Ya.Z. et al.

P2-83-312

A Common Automodel Analysis of Longitudinal and Transverse
Semi-Inclusive Distributions in $\bar{p}p$ -Collisions
at $\sqrt{s} = 540$ GeV

The scheme providing a joint description of inclusive and semi-inclusive distributions over P_{\perp} and η in $\bar{p}p$ -collisions at $\sqrt{s} = 540$ GeV is proposed in the framework of the phenomenological multicomponent model. The "sea-gull" effect observed experimentally is described under the assumption of a large number of correlated components.

The investigation has been performed at the Laboratory of Theoretical Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод авторов.

9 коп.

Редактор Б. Б. Колесова.

Макет Н. А. Киселевой.

Подписано в печать 19.05.83 г.
Формат 60x90/16. Офсетная печать. Уч.-изд. листов 0,63.
Тираж 580. Заказ 32929.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.
Дубна Московской области.