

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



504803180

1 - 10555

Л.И.Журавлева, Н.К.Куциди, Р.М.Лебедев,
Г.Мартинска, И.С.Саитов

ИССЛЕДОВАНИЕ

АССОЦИАТИВНЫХ МНОЖЕСТВЕННОСТЕЙ

В π - p -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 5 ГэВ/с

1977

Л.И.Журавлева, Н.К.Куциди¹, Р.М.Лебедев,
Г.Мартинска², И.С.Саитов

ИССЛЕДОВАНИЕ
АССОЦИАТИВНЫХ МНОЖЕСТВЕННОСТЕЙ
В π - ρ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 5 ГэВ/с

¹ Тбилисский государственный университет.

² Университет им. П.Й.Шафарика, Кошице, ЧССР.

Журавлева Л.Н. и др.

1 - 10555

Исследование ассоциативных множественностей
в π^+p -взаимодействиях при 5 ГэВ/с

Представлены результаты экспериментального исследования ассоциативных множественностей в π^+p -взаимодействиях при 5 ГэВ/с на основе анализа $\sim 2 \times 10^4$ событий, зарегистрированных в 1-метровой водородной пузырьковой камере ИВЗ ОИЯИ. Изучены зависимости множественности ассоциированных частиц от быстроты и поперечного импульса выделенных π^\pm -мезонов, а также от квадрата недостающей массы к выделенным протону и π^- -мезону. Экспериментальные данные сравниваются с предсказаниями некоторых моделей. Полученные результаты указывают на возможность применения метода исследования ассоциативных множественностей при относительно небольших энергиях.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

§1. ВВЕДЕНИЕ

Исследование ассоциативных множественностей, связанных с корреляциями между вторичными частицами, позволяет получать информацию о динамике процессов множественного образования частиц при высоких энергиях. Ассоциативные множественности интенсивно исследовались в pp -взаимодействиях в области энергий от десятка $ГэВ$ до энергий ISR ^{/1/}. Экспериментальных данных в π^-p -взаимодействиях значительно меньше, а систематические исследования при энергии менее $40 ГэВ$ отсутствуют.

В данной работе приводятся результаты исследования полуинклюзивной реакции

$$\pi^-p \rightarrow c(p^+) + (n-1)_{зар.} + \dots \quad /1/$$

Изучалась зависимость множественности заряженных ассоциированных частиц от кинематических переменных выделенной частицы c .

В качестве кинематических переменных выбраны: быстрота выделенной частицы в с.ц.и., поперечная составляющая ее импульса и квадрат недостающей массы к выделенной частице.

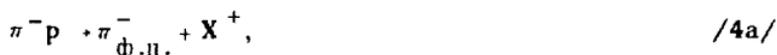
Экспериментальной базой исследований явились данные, полученные при обработке стереофотографий с 1-метровой водородной пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ, облученной пучком π^- -мезонов с импульсом $5 ГэВ/c$ ^{/2/}.

Методика обработки и результаты исследования отдельных эксклюзивных каналов опубликованы ранее ^{/3-5/}.

Для окончательного анализа было отобрано около $19,5 \times 10^3$ двух-, четырех- и шестилучевых событий без образования странных частиц. Большинство положительных частиц было однозначно идентифицировано благодаря кинематическому фиту каналов реакций и визуальной идентификации по ионизации; неидентифицированные частицы вошли одновременно как π^+ -мезоны и протоны с весами, обратно пропорциональными сечениям каналов соответствующих неоднозначных кинематических гипотез.

§2. ЗАВИСИМОСТЬ АССОЦИАТИВНОЙ МНОЖЕСТВЕННОСТИ ОТ M_x^2

Зависимость множественности системы частиц, образованных в ассоциации с выделенной частицей, от квадрата недостающей массы к этой частице исследовалась в следующих реакциях:



Индексы у выделенного π^- -мезона в реакциях /4а/-/4в/ означают образование его в разных областях фазового пространства: в области фрагментации пучка /определенной как $x_{\pi^-} > 0,3$, где $x = \frac{p_{\parallel}^*}{p_{\text{max}}^*}$, p_{max}^* - максимально кинематически допустимый для частицы данного типа импульс в с.ц.и./, в центральной области ($-0,3 < x_{\pi^-} < 0,3$) и области фрагментации мишени ($x_{\pi^-} < -0,3$).

Такой выбор областей был сделан по аналогии с работой по исследованию ассоциативных множественностей в K^+p -взаимодействиях при 5; 8,2 и 16 ГэВ/с^{16/}, где была показана возможность приближенного разделения различных механизмов образования частиц.

В реакции /2/ брались только однозначно идентифицированные /с помощью кинематического фита или визуальной идентификации/ протоны, импульс которых в лабораторной системе не превышал 1,2 ГэВ/с. Такое обрезание согласуется с принятым в инклюзивных экспериментах отбором протонов и облегчает сравнение с данными при других энергиях. Полученные экспериментальные результаты, приведенные на рис. 1-3, аппроксимировались согласно зависимостям следующего вида:

$$\langle n(M_x^2) \rangle = a_1 + b_1 \ln(M_x^2), \quad /5/$$

$$\langle n(M_x^2) \rangle = a_2 + b_2 (M_x^2)^\beta. \quad /6/$$

Логарифмический рост ассоциативной множественности с M_x^2 предсказывается, в частности, мультипериферической моделью^{17/}, а степенной - в моделях с образованием кластеров типа "поча"^{18/}. Экспериментальные данные при более высоких энергиях подтверждают логарифмический рост $\langle n(M_x^2) \rangle$ для не очень малых недостающих масс, а также линейный рост множественности при малых значениях M_x^2 в реакции /2/^{9,10/}. Результаты аппроксимации при 5 ГэВ/с приведены в табл. 1.

Логарифмическая зависимость /5/ хорошо описывает рост $\langle n(M_x^2) \rangle$ в реакции /2/ для значений $M_x^2 > 1$ ГэВ², в реакции /3/ - для $M_x^2 > 4$ ГэВ² и в реакции /4а/ - для $M_x^2 > 2,5$ ГэВ². Для центральной области - реакция /4б/ - согласие ухудшается.

Реакций /4в/ не анализировалась ввиду малой статистики.

Таблица 1

Результаты аппроксимации величины $\langle n(M_x^2) \rangle$ в
реакциях /2/ ÷ /4/ зависимостями /5/ ÷ /6/

Реакция	Число экспер. точек	$a_1 + b_1 f_n(M_x^2)$			$a_2 + b_2 (M_x^2)^\beta$			
		x^2	a_1	b_1	x^2	a_2	b_2	β
(2)	8	20,9	$1,74 \pm 0,03$	$0,67 \pm 0,03$	17,8	$-0,97 \pm 1,66$	$2,71 \pm 1,67$	$0,22 \pm 0,12$
(2). $M_x^2 > 1 \Gamma^2 B^2$	6	7,7	$1,76 \pm 0,03$	$0,63 \pm 0,03$	4,5	$0,97 \pm 0,75$	$0,64 \pm 0,71$	$0,50 \pm 0,30$
(3)	10	58,4	$0,32 \pm 0,04$	$1,18 \pm 0,02$	37,2	$-1,31 \pm 0,78$	$2,06 \pm 0,70$	$0,33 \pm 0,07$
(3). $M_x^2 > 4 \Gamma^2 B^2$	7	5,5	$0,22 \pm 0,07$	$1,22 \pm 0,04$	нет сходимости			
(4a)	9	10,7	$0,67 \pm 0,03$	$0,90 \pm 0,02$	1,23	$-0,77 \pm 0,76$	$1,57 \pm 0,72$	$0,36 \pm 0,12$
(4a). $M_x^2 > 2,5 \Gamma^2 B^2$	7	0,6	$0,44 \pm 0,06$	$1,05 \pm 0,05$				
(4b)	8	21,4	$0,23 \pm 0,06$	$1,21 \pm 0,04$	20,6	$-1,92 \pm 4,51$	$2,64 \pm 4,06$	$0,27 \pm 0,26$

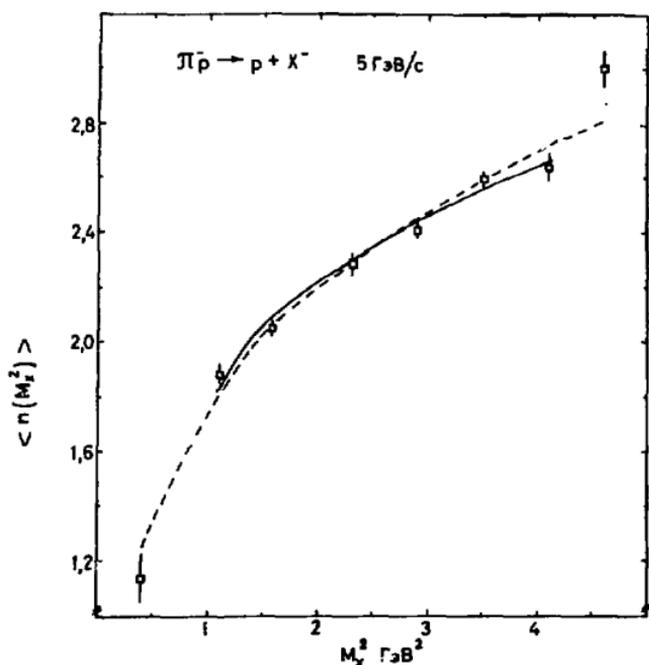


Рис. 1. Зависимость ассоциативной множественности от квадрата недостающей массы к выделенному протону; сплошная кривая - результат аппроксимации логарифмической зависимостью /5/, пунктирная - степенной зависимостью /6/.

Степенная зависимость /6/ также удовлетворительно описывает ход изменения $\langle n(M_x^2) \rangle$ в реакции /4а/, причем получающееся значение параметра β согласуется с ожидаемой из модели /8/ величиной 0,5. Описание в реакции /2/ - неудовлетворительное, однако для значений $M_x^2 > 1 \text{ ГэВ}^2$ согласие улучшается как по χ^2 -критерию, так и по значению величины β .

Следует отметить, что соотношения /5/ и /6/ получены в моделях, рассматривающих процессы множественного рождения в области энергий порядка $10^{1\frac{1}{2}} \div 10^2 \text{ ГэВ}$ /в лабораторной системе/. Поэтому трудно

ожидать количественного согласия с этими предсказаниями экспериментальных результатов при значительно меньших энергиях. Необходимо иметь в виду также интенсивное образование резонансов $\Delta(1236)$, ρ , ω и других в π^-p -взаимодействиях при $5 \text{ ГэВ}/c$ [4,5], в то время как при выводе зависимостей /5/ и /6/ образование резонансов явным образом не учитывалось.

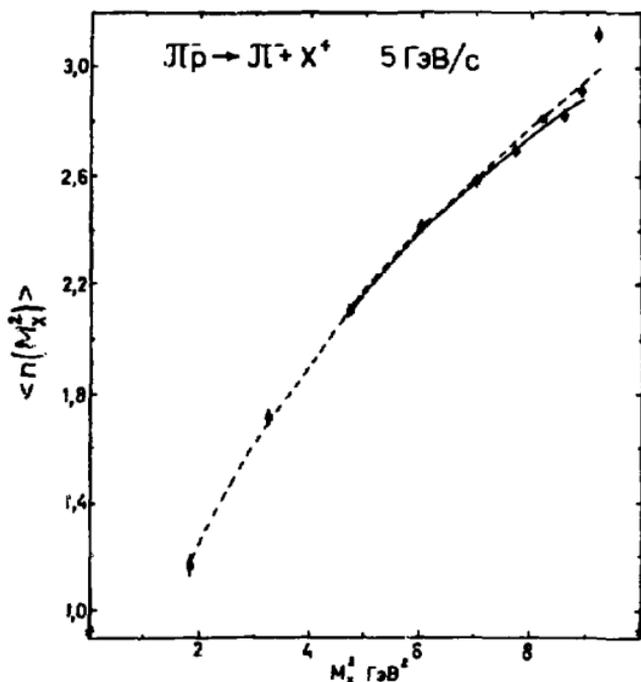


Рис. 2. Зависимость ассоциативной множественности от M_x^2 к выведенному π^- -мезону: сплошная кривая - логарифмическая зависимость, пунктир - степенная.

Тем не менее полученное удовлетворительное качественное и отчасти количественное описание экспериментальных данных при $5 \text{ ГэВ}/c$ на основе этих соотношений может свидетельствовать о возможности применения подобного анализа и при относительно небольших энергиях.

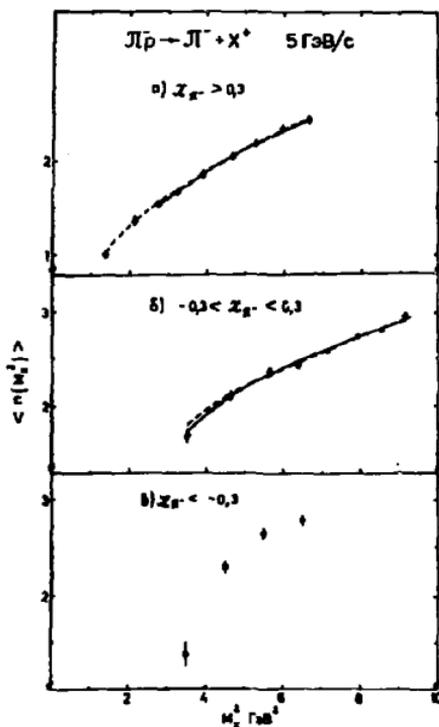


Рис. 3. Зависимость $\langle n(M_x^2) \rangle$, когда выделенный π^- -мезон образуется в различных областях фазового пространства.

§3. ЗАВИСИМОСТЬ АССОЦИАТИВНОЙ МНОЖЕСТВЕННОСТИ ОТ БЫСТРОТЫ И ПОПЕРЕЧНОГО ИМПУЛЬСА

Множественность ассоциированных частиц как функция быстроты в с.ц.и. выделенных π^\pm -мезонов представлена на рис. 4. Форма распределения $\langle n(y^*) \rangle$ отражает преимущественное образование медленных π^\pm -мезонов со значениями $|y^*| \approx 0$ в событиях с боль-

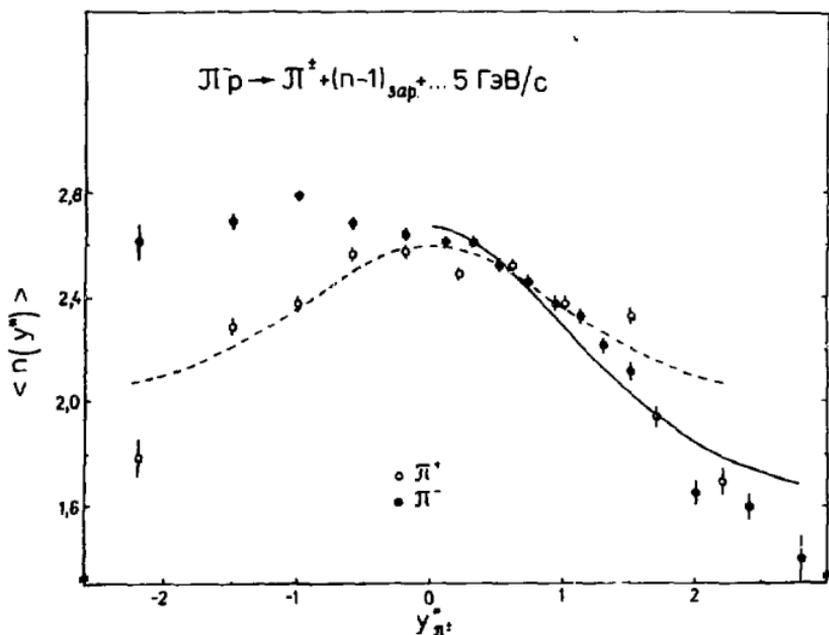


Рис. 4. Зависимость ассоциативной множественности от быстроты выделенных π^\pm -мезонов в с.ц.и. Кривые - результат аппроксимации согласно /7/; пунктир - для π^+ -мезонов, сплошная линия - для π^- -мезонов с $y^* > 0$.

шей множественностью. Отметим, что относительно большие значения величины $\langle n(y^*) \rangle$ для выделенных π^- -мезонов из задней полусферы указывают на преимущественное образование таких π^- -мезонов в событиях большей множественности. Примерное постоянство $\langle n(y^*) \rangle$ в задней полусфере можно связать со слабой зависимостью наклона одночастичных полунклюзивных спектров $d\sigma_n/dy^*$ от множественности, обычно наблюдаемой в событиях с множественностью больше средней^{/12/}.

Экспериментальные данные аппроксимировались зависимостью

$$\langle n(y^*) \rangle = a_3 + b_3 (\text{ch } y^*)^{-1}, \quad /7/$$

полученной в статистической модели возбужденных состояний /13,14/. В этой модели делается предположение о статистическом распаде образующихся при взаимодействии возбужденных адронных состояний, причем структурная функция выбирается в виде, соответствующем распределению для бозе-газа.

С учетом сделанных ранее замечаний относительно применимости подобных модельных предсказаний к экспериментальным результатам, полученным при сравнительно небольших энергиях, можно говорить о качественном согласии для случая выделенных π^+ -мезонов. В случае выделенных π^- -мезонов из передней полусферы следует учесть вклад процессов с образованием лидирующей частицы, приводящих к быстрому убыванию ассоциативной множественности. Подобные процессы не учитываются вышеупомянутой моделью, что ухудшает ее согласие с экспериментом для этого случая; аналогичная ситуация имеет место и в π^- -взаимодействиях при $40 \text{ ГэВ}/c$ /14/.

Мультипериферическая модель /15/, а также статистическая модель возбужденных состояний /13,14/ предсказывают убывание ассоциативной множественности с ростом поперечного импульса выделенной частицы. Анализ экспериментальных распределений, представленных на рис. 5, показал, что убывание $\langle n(p_{\perp}) \rangle$ происходит значительно быстрее, чем предсказывается этими моделями.

Убывание $\langle n(p_{\perp}) \rangle$ обусловлено наличием отрицательных корреляций между множественностью и одночастичными полуинклюзивными распределениями $d\sigma_n/dp_{\perp}$, связанных, в частности, с кинематикой процесса /14,16/.

Однако зависимость ассоциативной множественности от p_{\perp} в различных областях фазового пространства для выделенной частицы имеет неодинаковый вид - рис. 6.

Сильнее всего множественность зависит от p_{\perp} для выделенных π^{\pm} -мезонов, образованных в центральной области, где значения $\langle n(p_{\perp}) \rangle$ максимальны по величине - рис. 6б.

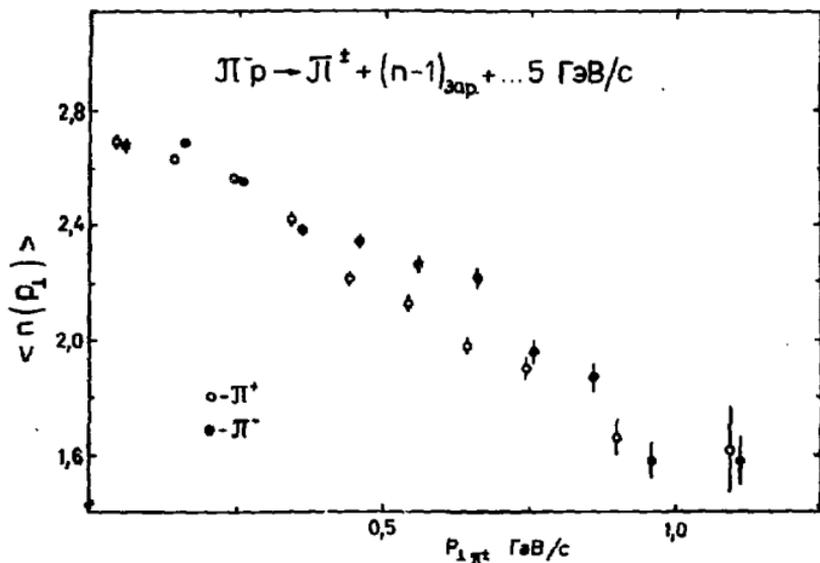


Рис. 5. Зависимость ассоциативной множественности от поперечного импульса выделенных π^{\pm} -мезонов.

Различные режимы поведения $\langle n(p_{\perp}) \rangle$ проявляются при выделении двух групп ассоциированных частиц: сопутствующих и противоположных. Сопутствующими назовем такие частицы, для которых угол между направлением \vec{p}_{\perp} этой частицы и направлением \vec{p}_{\perp} выделенного π -мезона менее 90° . Для противоположных частиц этот угол составляет более 90° .

Результаты подобного выделения представлены на рис. 7. Множественность сопутствующих частиц сильно убывает с ростом p_{\perp} , тогда как множественность противоположных практически не уменьшается. Для случая выделенных π^{-} -мезонов наблюдается некоторый рост $\langle n(p_{\perp}) \rangle$ при значениях $p_{\perp} \leq 0,6$ ГэВ/с. Полученные нами данные не противоречат результатам исследований зависимости $\langle n(p_{\perp}) \rangle$ при существенно больших энергиях [1,16] для которых различие в режимах поведения объясняется результатом влияния динамики процессов множественного образования [16].

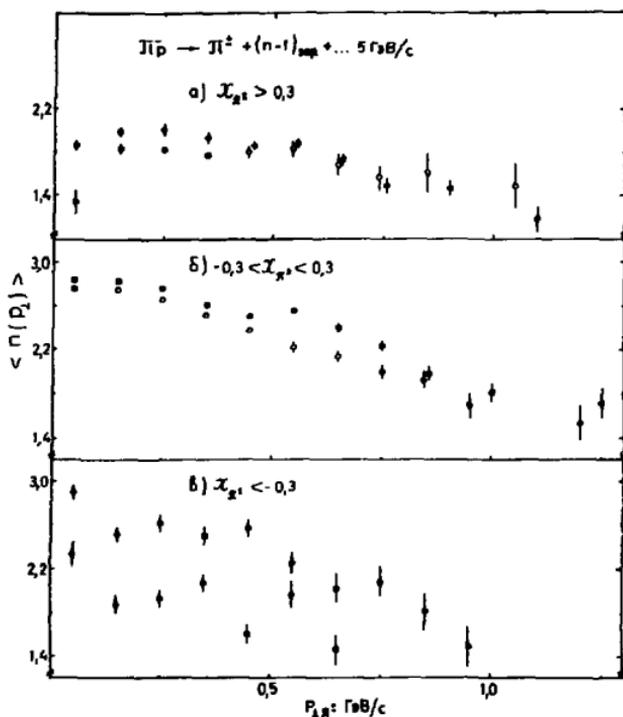


Рис. 6. Зависимость $\langle n(p_{\perp}) \rangle$, когда выделенные π^{\pm} -мезоны образуются в различных областях фазового пространства

Авторы благодарны членам сотрудничества Дубна - Берлин - Кошице - Улан-Батор за предоставление ленты суммарных результатов для анализа. Авторы признательны Н.С.Амаглобели, Ю.А.Будагову, А.Г.Володько и Л.Шандору за полезные обсуждения, а также Н.Ангелову - за любезно предоставленные программы статистического анализа и Г.Н.Сокольской - за изготовление рисунков.

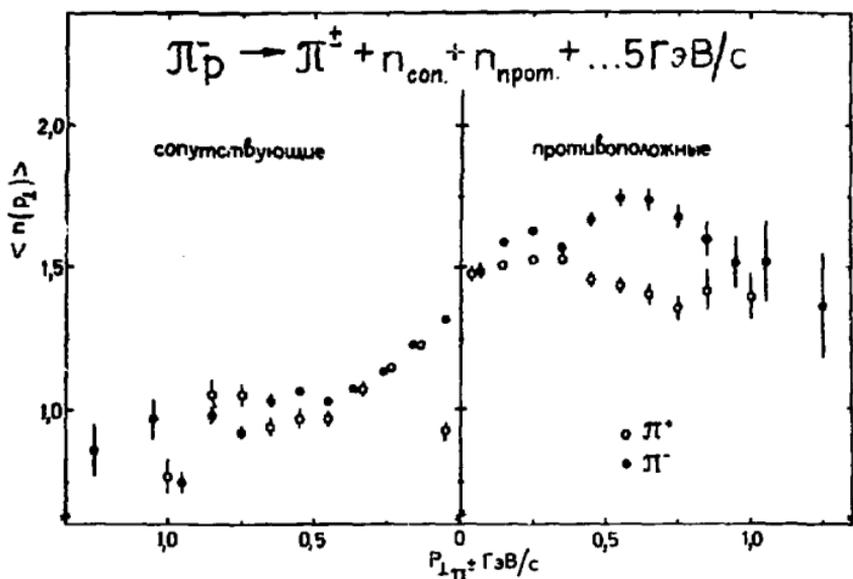


Рис. 7. Зависимость $\langle n(p_{\perp}) \rangle$ для двух групп ассоциированных частиц: сопутствующих и противоположных относительно направления \vec{p}_{\perp} .

ЛИТЕРАТУРА

1. Anderson E.W. e.a. *Phys. Rev.Lett.*, 1975, 34, p.294.
Alper B. e.a. *Lett. al Nuovo Cim.*, 1974, 11, p.173.
Kephart R. e.a. *Phys. Rev.*, 1976, D14, p.2909.
Дерре Ж. и др. *ЯФ*, 1976, 23, с.1202.
2. Belonogov A.V. e.a. *Nucl. Instr. and Meth.*, 1963, 20, p.114.
3. Амаян М., Саитов И.С. *ОИЯИ*, 13-6086, Дубна, 1971.
4. Бейтхер Х. и др. *ОИЯИ*, P1-6846, Дубна, 1972.
5. Абесалашвили Л.Н. и др. *ОИЯИ*, P1-7027, Дубна, 1973.
6. Chlapannikov P.V. e.a. *Phys.Lett.*, 1974, 52B, p.375.
7. Chan C.F. *Phys. Rev.*, 1973, D8, p.179.
Frazer W.R., Snider D.R. *Phys.Lett.*, 1973, 45B, p.136.
Chan C.F., Winkelmann F.C. *Phys. Rev.*, 1974, D10, p.3645.

8. *Berger E.L. Phys. Rev., 1972, D6, p.2580.*
9. *Barish S.J. e.a. Phys. Rev.Lett., 1973, 31, p.1080.*
Dao F.T. e.a. Phys.Lett., 1973, 45B, p.399.
Winkelmann F.C. e.a. Phys.Lett., 1974, 48B, p.273.
 Биалковская Х. и др. Препринт ИФВЭ, М-11,
 Серпухов, 1975.
10. *Winkelmann F.C. e.a. Phys.Rev.Lett., 1974, 32, p.121.*
11. Амаглобели Н.С. и др. ОИЯИ, 1-10566, Дубна, 1977.
12. Гришин В.Г. и др. ЯФ, 1976, 23, с.782.
13. Дарбаидзе Я.З., Слепченко Л.А. Сообщения АН
 ГрССР, 1975, 79, с.61.
14. Абесалашвили Л.Н. и др. ОИЯИ, 1-9406, Дубна,
 1975; ЯФ, 1976, 24, с.1189.
15. *Nieh H.T., Wang J.M. Phys.Rev., 1972, D5, p.2226.*
16. Абесалашвили Л.Н. и др. ОИЯИ, 1-10265, Дубна,
 1976.

**Рукопись поступила в издательский отдел
 4 апреля 1977 года.**

ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния



Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.
Заказ 23072. Тираж 335. Уч.-язд. листов 0,79.
Редактор Е.Л.Анищенко Подписано к печати 10.5.77 г.
Корректор Н.А.Кураева