



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 98-10
ОММС

В.Г.Карташева

**ИЗУЧЕНИЕ ИНКЛЮЗИВНЫХ СПЕКТРОВ
И ШИРОКИХ ПАРНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ
ВТОРИЧНЫХ ПИОНОВ И ПРОТОНОВ
С МАЛЫМИ ИМПУЛЬСАМИ
В π^- - e -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 43 ГэВ/с**

(Сотрудничество СИГМА-АЯКС)

Направлено в ЯФ

Протвино 1998

Аннотация

Карташева В.Г. Изучение инклюзивных спектров и широких парных корреляций вторичных пионов и протонов с малыми импульсами в π^- Be-взаимодействиях при 43 ГэВ/с: Препринт ИФВЭ 98-10. – Протвино, 1998. – 14 с., 4 рис., 4 табл., библиогр.: 23.

В работе представлены результаты исследования инклюзивных спектров и парных корреляций при больших углах разлёта пионов с импульсами $0,3 \div 1$ ГэВ/с и протонов с импульсами $0,5 \div 1,5$ ГэВ/с, образованных под углами $-0,20 < \cos \theta < 0,75$ в π^- Be-взаимодействиях при импульсе налетающего пиона 43 ГэВ/с. Результаты изучения не противоречат представлению об образовании вторичных адронов при параллельно идущих процессах глубоководного и квазисвободного ядерных взаимодействий.

Abstract

Kartasheva V.G. The Study of Inclusive Spectra of Secondary Pions and Protons with Small Momenta and Their Wide Correlations in π^- Be-interactions at 43 GeV/c: IHEP Preprint 98-10. – Protvino, 1998. – p. 14, figs. 4, tables 4, refs.: 23.

Inclusive spectra and wide flight angles correlations of pions with momenta $0,3 \div 1$ GeV/c and protons with momenta $0,5 \div 1,5$ GeV/c, produced in the angle region $-0,20 < \cos \theta < 0,75$ in π^- Be-interactions at initial momentum 43 GeV/c are presented. The investigation results are not contrary to the consideration of secondary hadron production as parallel proceeding processes of deep inelastic and quasifree hadron-nucleus interactions.

Введение

Настоящая работа продолжает представление результатов исследования данных последней экспозиции выполненного на установке СИГМА–АЯКС эксперимента [1] по поиску процессов образования дибарионов с разделённым цветом в π^- Ве-взаимодействиях при импульсе налетающего пиона $p_{bm}=43$ ГэВ/с. В ней приведены результаты изучения инклюзивных спектров и парных корреляций при больших углах разлёта вторичных пионов с импульсами $0,3\div 1$ ГэВ/с и протонов с импульсами $0,5\div 1,5$ ГэВ/с, зарегистрированных двухплечевым магнитным спектрометром установки. Данные эксперимента являются новыми измерениями. То, что они получены в ходе одной экспозиции, обеспечивает высокий уровень достоверности выводов как при сравнении параметров инклюзивных спектров пионов и протонов, так и при сопоставлении величин корреляционных функций для различных пар адронов.

Исследование взаимодействий высокоэнергичных адронов с ядрами показало, что данные об инклюзивных спектрах вторичных адронов с небольшими импульсами в широкой кинематической области “можно интерпретировать в рамках представлений о двух параллельно идущих процессах: квазисвободном взаимодействии налетающей частицы с её последующей фрагментацией и ... процессе фрагментации ядра” [2] — процессе глубоконеупругого ядерного взаимодействия. Изучение корреляций некоторых пар вторичных адронов в адрон-ядерных взаимодействиях [3-5] позволило установить, что характер широких корреляций пар адронов, т.е. корреляций при больших углах разлёта адронов пар, чувствителен к механизму их образования, так как при больших углах разлёта несущественны интерференционные эффекты и взаимодействие частиц в конечном состоянии. Поэтому изучение широких корреляций пар адронов позволяет проверить независимым образом представления о процессах их образования, складывающиеся при изучении инклюзивных спектров адронов [3].

Установка СИГМА-АЯКС была расположена на канале 2Б ускорителя ИФВЭ. Состав используемой в изучаемой экспозиции экспериментальной аппаратуры установки

приведен в работах [6,7]. Падающий на мишень пучок отрицательно заряженных частиц с импульсом $p_{bm} = 43$ ГэВ/с состоял из π^- -мезонов ($\approx 97,9\%$), K^- -мезонов ($\approx 1,9\%$) и антипротонов ($\approx 0,2\%$). Мишенью служил бериллиевый цилиндр толщиной 70 мм и диаметром 40 мм.

Двухплечевой магнитный спектрометр (ДМС) установки состоял из двух почти симметричных относительно оси пучка плеч и позволял регистрировать вторичные адроны в широкой области углов их вылета. Положительно заряженные адроны достаточно эффективно регистрировались правым плечом ДМС при углах, для которых $-0,20 < \cos \theta < 0,40$, а левым плечом ДМС — при углах, для которых $0,30 < \cos \theta < 0,75$ (и наоборот для отрицательно заряженных частиц), где θ — угол вылета вторичного адрона в лабораторной системе.

Для $\approx 60\%$ статистики триггерная логика отбирала события с вылетом вторичных частиц в оба плеча ДМС (триггер LR, соответствующий корреляционной выборке LR). По $\approx 20\%$ статистики соответствовали триггерному условию на срабатывание аппаратуры только в одном плече ДМС (триггеры L и R, соответствующие почти инклюзивным выборкам L и R). Статистика на бериллиевой мишени составила $\approx 25\%$ общей статистики изучаемой экспозиции, так как в ходе сеанса использовались и более тяжёлые мишени.

Анализ информации от трековых детекторов установки в изучаемой экспозиции эксперимента, изложение процедуры и результатов идентификации вторичных заряженных частиц, зарегистрированных ДМС в ходе этой экспозиции, даны в работах [6,7].

1. Анализ инклюзивных спектров вторичных пионов и протонов

При исследовании инклюзивных спектров вторичных адронов расчёты эффективностей регистрации частиц, импульсных и угловых разрешений для них были выполнены при помощи пакета GEANT [8]. Результаты этих расчётов хорошо согласуются с приведенными в работе [6] результатами аналогичных расчётов по упрощённой программе с учётом ионизационных потерь и многократного кулоновского рассеяния, выполненных при изучении установки. Оценки неэффективностей детекторов и реконструкции событий даны в работе [9]. Из-за малого аксептанса ДМС по азимутальному углу максимальная величина геометрической эффективности регистрации, например, протона двухплечевым магнитным спектрометром не превышала 2,7%. Расчёты величин вкладов ($\approx 20\%$) в измеренные сечения от каскадных процессов, выполненные с помощью генератора адронных ливней FLUKA [10] пакета GEANT [8], показали достаточно слабую зависимость этих вкладов от кинетической энергии T и угла вылета θ частиц в изучаемой кинематической области [9], что позволило учесть их введением поправочного коэффициента. При представлении сечений инклюзивного образования зарегистрированных адронов (рис.1–3) приведены статистические ошибки. Систематические ошибки опре-

деления сечений образования адронов под углом $\langle \theta \rangle = 90^\circ$ оценены в 13% для протонов [9] и 15% для пионов, под углом $\langle \theta \rangle = 60^\circ$ — в 16% для протонов [9] и 18% для пионов. Значения инвариантных дифференциальных сечений образования адронов рассчитывались в соответствии с определением

$$f = E \cdot (d^3\sigma/d^3p) = (1/p) \cdot (d^2\sigma/dTd\Omega),$$

где E , p , T — энергия, импульс, кинетическая энергия вторичной частицы, Ω — телесный угол, σ — сечение её образования. Значения кумулятивного числа n_k для вторичных адронов определялись по формуле $n_k = (E - p \cdot \cos \theta)/M_p$, где E — энергия частицы с импульсом p , M_p — масса протона. Аппроксимация спектров зависимостью

$$f = f_0 \cdot \exp(-T/T_0) \quad (1)$$

была выполнена с помощью пакета MINUIT [11]. В табл. 1 приведены значения параметра T_0 , полученные при изучении формы спектров вторичных частиц для различных областей их кинетических энергий T . Количество энергетических интервалов, составляющих изучаемую область T в конкретном фите, обозначено через N_i ; χ_N^2 — значение нормированной на количество степеней свободы суммы квадратов отклонений величин экспериментальных сечений в каждом энергетическом интервале от значений аппроксимирующей функции (1). Значения T_0 , полученные в результате аппроксимации зависимостью (1) инклюзивных спектров вторичных адронов при разбиениях энергетической шкалы, представленных на рис.1–3, указаны на этих рисунках. Прямые линии на рисунках — результат соответствующих аппроксимаций.

Таблица 1. Значения параметра T_0 при аппроксимации зависимостью (1) инвариантных дифференциальных сечений инклюзивного образования протонов и пионов под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$ и $\langle \theta \rangle = 60^\circ$ в π^- -Ве-взаимодействиях при $p_{bm}=43$ ГэВ/с

T (ГэВ)	N_i	χ_N^2	T_0 (МэВ)	T (ГэВ)	N_i	χ_N^2	T_0 (МэВ)
протон ($\langle \theta \rangle = 90^\circ$)				протон ($\langle \theta \rangle = 60^\circ$)			
0,16÷0,54	12	0,4	56,7±2,6	0,16÷0,64	11	0,4	101,2±2,9
— ” —	19	0,4	56,1±2,6	— ” —	24	1,0	98,9±2,8
0,09÷0,23			56,3±1,0 [14]	0,09÷0,23			97,2±2,6 [14]
π^+ -мезон ($\langle \theta \rangle = 90^\circ$)				π^+ -мезон ($\langle \theta \rangle = 60^\circ$)			
0,20÷0,76	11	0,7	71,4±2,6	0,35÷0,63	11	1,0	104,1±6,7
0,20÷0,54	17	0,8	72,5±3,3	— ” —	14	1,0	102,2±6,4
0,30÷0,76	7	0,4	63,9±4,5	0,41÷0,69	14	0,7	73,5±4,7
π^- -мезон ($\langle \theta \rangle = 90^\circ$)				π^- -мезон ($\langle \theta \rangle = 60^\circ$)			
0,20÷0,54	11	0,9	70,3±3,1	0,28÷0,62	13	0,6	134,0±7,4
— ” —	17	1,1	68,7±3,0	— ” —	17	0,8	130,8±7,0
0,30÷0,54	12	0,8	57,1±5,5	0,38÷0,70	16	1,3	99,2±5,5

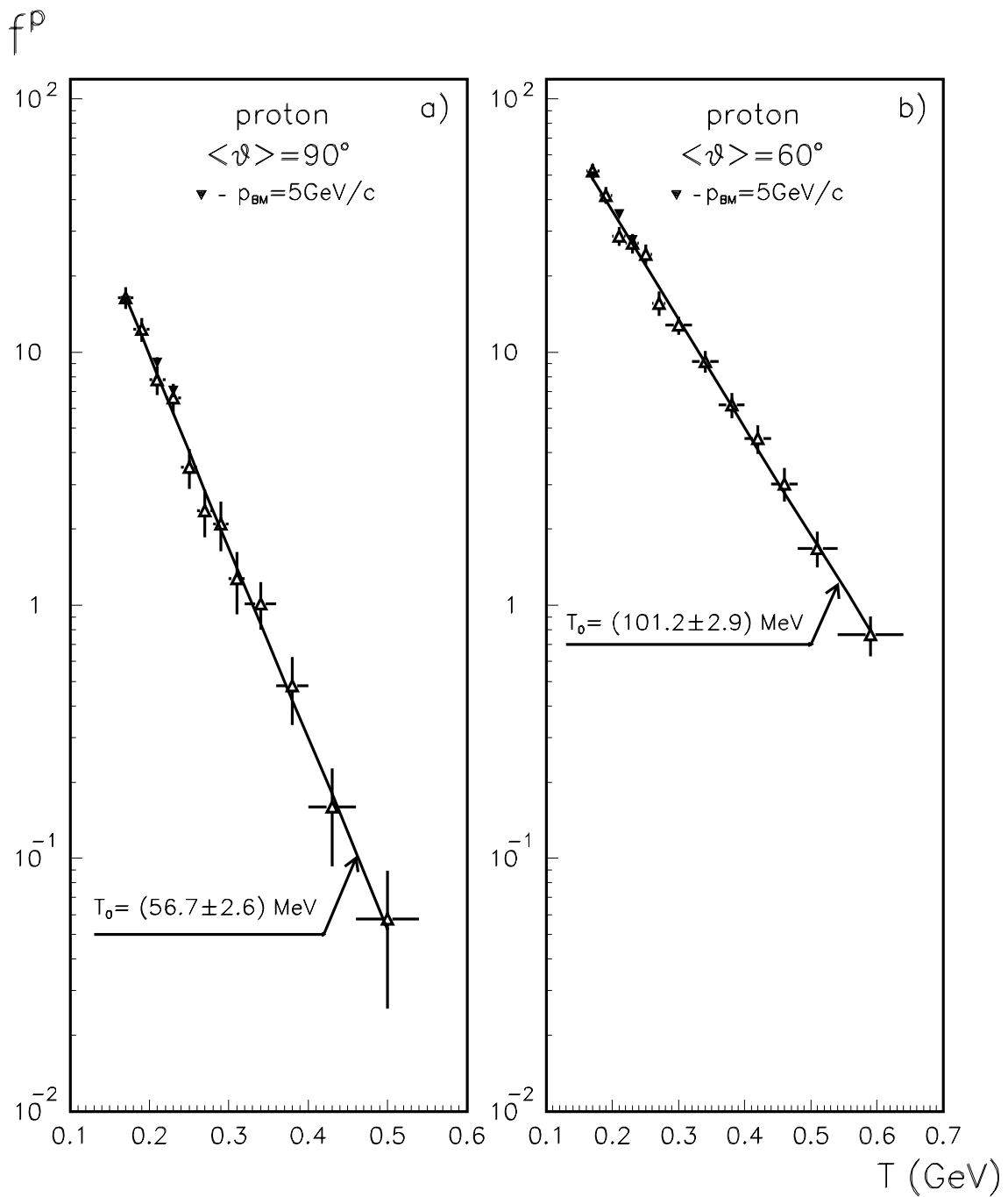


Рис. 1. Зависимости от кинетической энергии инвариантных сечений образования протонов f^p под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$ (a) и $\langle \theta \rangle = 60^\circ$ (b) в π^- -Ве-взаимодействиях при импульсе 43 ГэВ/с. Размерность величины f^p равна $[f^p] = \text{мб} \cdot \text{ГэВ}^{-2} \cdot \text{с}^3 \cdot \text{ср}^{-1}$.

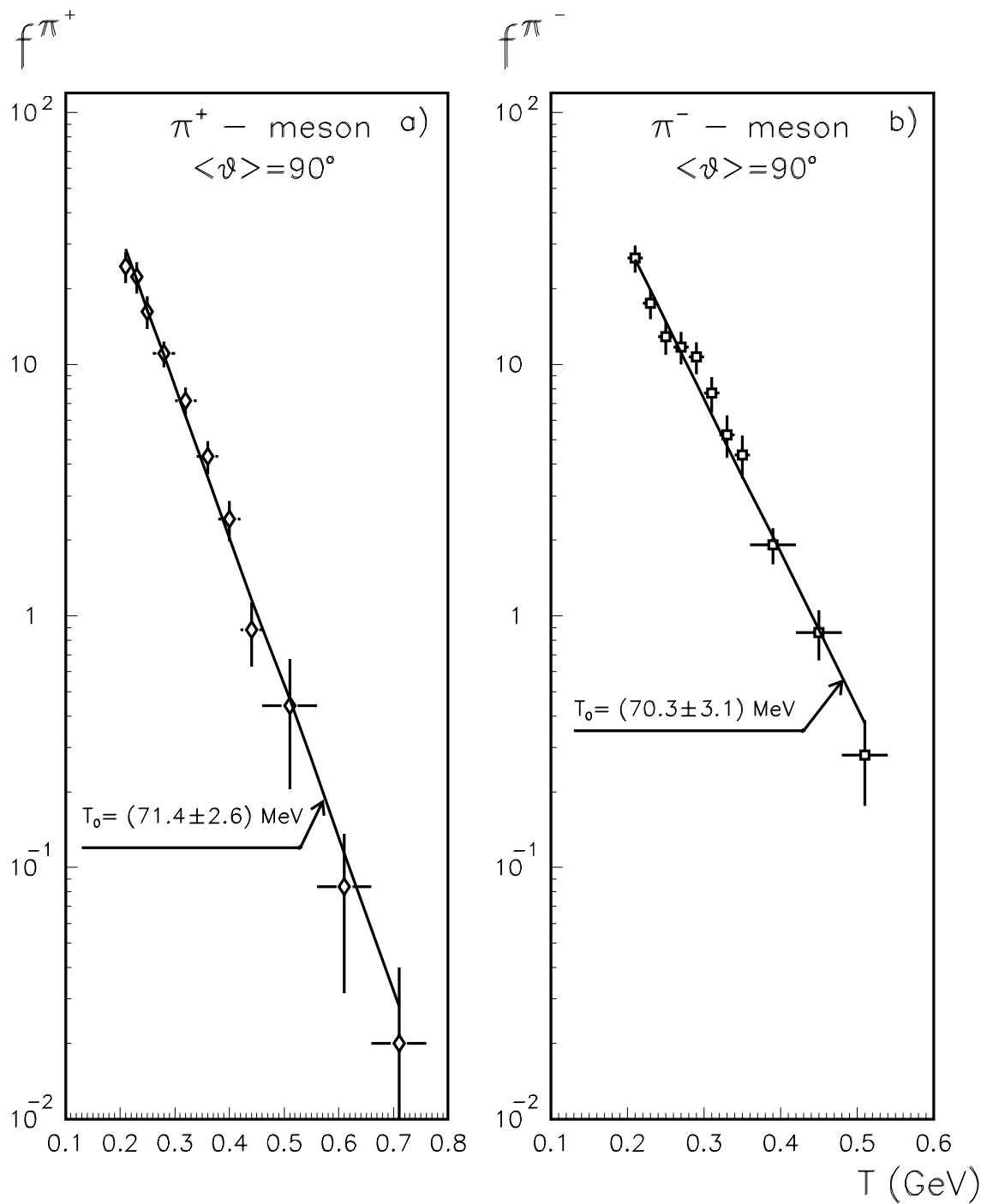


Рис. 2. Зависимости от кинетической энергии инвариантных сечений образования π^+ -мезонов f^{π^+} (a) и π^- -мезонов f^{π^-} (b) под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$ в π^- -Be-взаимодействиях при импульсе 43 ГэВ/с. Размерность величин f^{π^\pm} равна $[f^{\pi^\pm}] = \text{мб} \cdot \text{ГэВ}^{-2} \cdot \text{с}^3 \cdot \text{ср}^{-1}$.

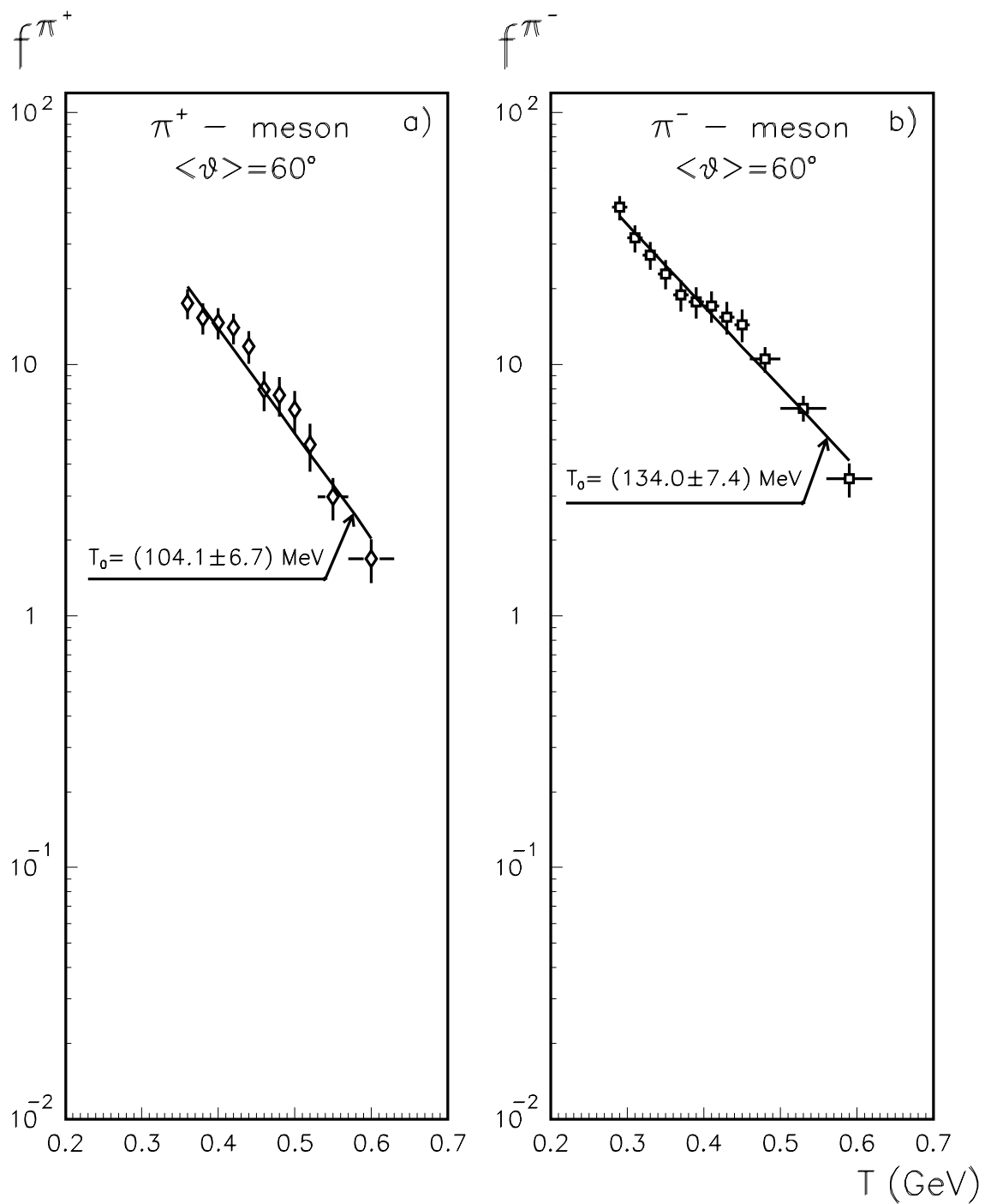


Рис. 3. Зависимости от кинетической энергии инвариантных сечений образования π^+ -мезонов f^{π^+} (a) и π^- -мезонов f^{π^-} (b) под углами $\langle \theta \rangle = 60^\circ$ в π^- -Ве-взаимодействиях при импульсе 43 ГэВ/с. Размерность величин f^{π^\pm} равна $[f^{\pi^\pm}] = \text{мб} \cdot \text{ГэВ}^{-2} \cdot \text{с}^3 \cdot \text{ср}^{-1}$.

Следует отметить, что, хотя инклюзивное образование кумулятивных адронов в адрон-ядерных взаимодействиях широко изучалось экспериментально, данные по образованию в π^- -Ве-взаимодействиях протонов и пионов под углами $60 \div 90^\circ$ в сравнимой области кинетических энергий вторичных частиц отсутствуют. Результаты изучения формы измеренных с хорошей точностью на установке ИСТРА-3 [12,13] инклюзивных спектров протонов и π^+ -мезонов, образованных в π^- -С-взаимодействиях при импульсе $p_{bm}=1,5$ ГэВ/с под углами 110 и 118° соответственно, в сравнимой области кинетических энергий вторичных частиц, качественно согласуются с приведенными ниже.

Зависимости инвариантных дифференциальных сечений инклюзивного образования протонов от их кинетической энергии, измеренные в эксперименте правым плечом ДМС под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$ ($\langle \cos \theta \rangle = 0$) и левым плечом ДМС под углами $\langle \theta \rangle = 60^\circ$ ($\langle \cos \theta \rangle = 0,5$) в π^- -Ве-взаимодействиях при $p_{bm} = 43$ ГэВ/с, приведены на рис.1. Результаты аналогичных измерений при $p_{bm} = 5$ ГэВ/с [14] также показаны на рис.1. Значения кумулятивного числа n_k для протонов, образованных под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$, изменялись в интервале $n_k \approx 1,1 \div 1,9$ при изменении T от $0,16$ до $0,54$ ГэВ, а для протонов, образованных под углами $\langle \theta \rangle = 60^\circ$ — в интервале $n_k \approx 0,8 \div 1,1$ при изменении T от $0,16$ до $0,7$ ГэВ. Таким образом, протоны, рождённые под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$, являлись преимущественно кумулятивными. Среди протонов, рождённых под углами $\langle \theta \rangle = 60^\circ$, должны присутствовать протоны, образованные как в процессе глубоконеупругого ядерного взаимодействия, так и при квазисвободном взаимодействии налетающей частицы с нуклонами ядра [15]. В табл. 1 приведены значения параметра T_0 , полученные при аппроксимации зависимостью (1) инвариантных сечений инклюзивного образования протонов под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$ и $\langle \theta \rangle = 60^\circ$, а также значения T_0 , полученные при аппроксимации зависимостью (1) инклюзивных спектров протонов в π^- -Ве-взаимодействиях при $p_{bm} = 5$ ГэВ/с для соответствующих углов в области $0,09 < T < 0,23$ ГэВ [14]. Исследование формы инклюзивных протонных спектров показало, что экспериментальные спектры протонов хорошо аппроксимируются зависимостью (1), причём значения параметра T_0 слабо меняются в широком интервале кинетических энергий.

Зависимости инвариантных дифференциальных сечений инклюзивного образования пионов под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$ от их кинетической энергии представлены на рис.2. Спектры π^+ -мезонов, рождённых под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$, измерены в эксперименте правым плечом ДМС, спектры π^- -мезонов — левым. Значения кумулятивного числа n_k изменялись от $n_k \approx 0,3$ для пионов с $T = 0,2$ ГэВ до $n_k \approx 0,8$ при $T = 0,54$ ГэВ и $n_k \approx 1,1$ при $T = 0,76$ ГэВ. Изучение формы инклюзивных спектров пионов при $\langle \theta \rangle = 90^\circ$ показало, что значения параметра T_0 , полученные при аппроксимации зависимостью (1) спектров π^\pm -мезонов, слабо отличались между собой и при $T > 0,3$ ГэВ близки к величине соответствующего параметра для спектров кумулятивных протонов, образованных под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$. Это — свидетельство в пользу одинакового механизма образования кумулятивных протонов и значительной части пионов с $T > 0,3$ ГэВ при $\langle \theta \rangle = 90^\circ$. Отношения инвариантных сечений инклюзивного образования под углами $\langle \theta \rangle = 90^\circ$ π^+ - и

π^- -мезонов составили $R(\pi^+/\pi^-) = 1,11 \pm 0,08$ для кинетических энергий пионов $T = 0,2 \div 0,54$ ГэВ и $R(\pi^+/\pi^-) = 1,20 \pm 0,13$ для $T = 0,3 \div 0,54$ ГэВ. Измеренные значения $R(\pi^+/\pi^-)$ в пределах ошибок согласуются с результатами других измерений этого отношения [16-19].

Зависимости инвариантных дифференциальных сечений инклюзивного образования пионов под углами $\langle \theta \rangle = 60^\circ$ от их кинетической энергии представлены на рис.3. Спектры π^+ -мезонов, рождённых под углами $\langle \theta \rangle = 60^\circ$, измерены в эксперименте левым плечом ДМС, а спектры π^- -мезонов — правым. Значения кумулятивного числа n_k изменялись от $n_k \approx 0,2$ для пионов с $T = 0,28$ ГэВ до $n_k \approx 0,6$ при $T = 0,7$ ГэВ. Изучение формы инклюзивных спектров пионов, образованных под углами $\langle \theta \rangle = 60^\circ$, показало достаточно сильную зависимость значений параметра T_0 от кинетической энергии пионов в области $T = 0,3 \div 0,7$ ГэВ. Причём, значения T_0 для спектров π^+ -мезонов в области $T = 0,35 \div 0,63$ ГэВ и π^- -мезонов в области $T = 0,38 \div 0,70$ ГэВ близки к значениям параметра T_0 для спектров протонов с $T = 0,16 \div 0,40$ ГэВ, образованных под теми же углами $\langle \theta \rangle = 60^\circ$. Отношение инвариантных сечений инклюзивного образования под углами $\langle \theta \rangle = 60^\circ$ π^+ - и π^- -мезонов для кинетических энергий пионов $T = 0,35 \div 0,63$ ГэВ составило $R(\pi^+/\pi^-) = 0,75 \pm 0,05$. Увеличение инвариантного сечения инклюзивного образования π^- -мезонов по сравнению с инвариантным сечением инклюзивного образования π^+ -мезонов при возрастании $\cos \theta$ отражает усиление вклада в сечения образования пионов квазисвободных взаимодействий налетающего π^- -мезона с его последующей фрагментацией.

Для сравнения выходов пионов и протонов при одинаковых импульсах вторичных адронов на рис.4 приведены зависимости от $\cos \theta$ сечений инклюзивного образования протонов и π^+ -мезонов с импульсами $0,6 < p < 0,85$ ГэВ/с для значений $\cos \theta$ в области $-0,15 < \cos \theta < 0,65$, где эффективность регистрации вторичных адронов являлась гладкой функцией и слабо зависела от величин p и $\cos \theta$. Величина отношения выхода протонов к выходу π^+ -мезонов составила $R_e(p/\pi^+) = 18,0 \pm 3,5$ для $-0,15 < \cos \theta < 0,05$, вдвое упала в соседнем интервале $\cos \theta$ ($R_e(p/\pi^+) = 8,5 \pm 0,8$ для $0,05 < \cos \theta < 0,25$) и равнялась $R_e(p/\pi^+) = 5,9 \pm 0,3$ для значений $0,25 < \cos \theta < 0,65$. Таким образом, измеренная величина $R_e(p/\pi^+)$ быстро возрастала с уменьшением $\cos \theta$ при переходе к области $\cos \theta < 0,05$, соответствующей значениям кумулятивного числа протона $n_k > 1$ и запрещённой для взаимодействий на свободном нуклоне. Подавленность выхода пионов по отношению к выходу кумулятивных протонов при одинаковых импульсах вторичных адронов объясняется естественным образом как “проявление малой вероятности найти быстрый пион в быстром нуклоне ядра” в рамках представления о короткодействующих динамических корреляциях между нуклонами ядра как источнике образования кумулятивных нуклонов [20].

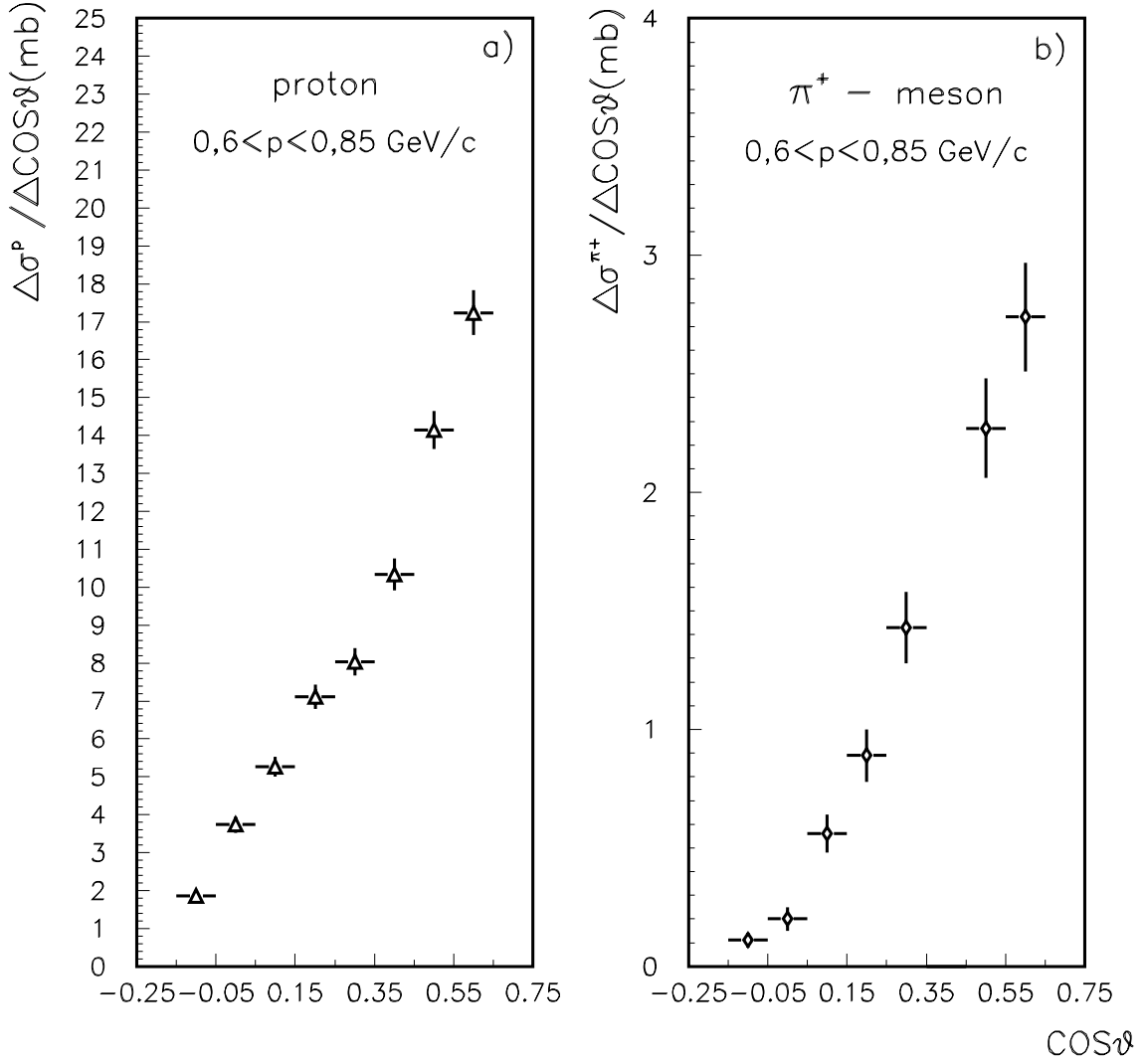


Рис. 4. Угловые зависимости измеренных в эксперименте сечений рождения протонов (а) и π^+ -мезонов (б) с импульсами $0,6 \div 0,85$ ГэВ/с.

2. Изучение широких парных корреляций пионов и протонов

Состав корреляционной выборки по сорту и заряду адронов, а также вклад пар различных адронов в общее число зарегистрированных адронных пар приведены в работе [7]. Корреляционная функция пары адронов определялась следующим образом [3-5]: $R_2^{h_L h_R} = \sigma_{in} F^{h_L h_R} / F^{h_L} F^{h_R}$, где функции F^{h_L} и F^{h_R} — это инвариантные сечения инклюзивного образования зарегистрированных соответственно левым и правым плечами ДМС адронов пары, определённые в некоторых областях значений $p_{L,R}$ и $\cos\theta_{L,R}$; $F^{h_L h_R}$ — дваждыинклюзивное инвариантное сечение образования $h_L h_R$ -пар в тех же областях $p_{L,R}$ и $\cos\theta_{L,R}$. Для нормировки каждой функции было

использовано измеренное на установке СИГМА [21] значение полного неупругого сечения взаимодействия π^- -мезона с ядрами Be при импульсе 40 ГэВ/с.

В дальнейшем адроны, зарегистрированные в эксперименте левым плечом ДМС, названы левыми, адроны, зарегистрированные правым плечом ДМС — правыми. Для обозначения типа пары использован индекс $h_L h_R$, т.е. первым всегда помещён индекс левого адрона, вторым — индекс правого адрона.

Следует отметить, что для области $-0,15 < \cos \theta < 0,35$ эффективность регистрации установкой вторичных протонов с импульсами $0,55 < p < 1,5$ ГэВ/с и пионов с импульсами $0,30 < p < 0,85$ ГэВ/с являлась гладкой функцией и слабо менялась по величине при изменении значений p и $\cos \theta$. То же верно для протонов с импульсами $0,60 < p < 1,5$ ГэВ/с, зарегистрированных в области $0,35 < \cos \theta < 0,65$, и пионов с импульсами $0,4 < p < 1$ ГэВ/с, зарегистрированных в области $0,35 < \cos \theta < 0,70$. Пары разноименно заряженных адронов с положительно заряженным правым адроном достаточно эффективно регистрировались при углах разлёта Ψ , удовлетворяющих соотношению $-1 < \cos \Psi < -0,8$, пары одноименно заряженных адронов — при углах разлёта, для которых $-0,8 < \cos \Psi < -0,5$, пары разноименно заряженных адронов с положительно заряженным левым адроном — при углах разлёта Ψ , удовлетворяющих соотношению $-0,5 < \cos \Psi < -0,1$.

Значения корреляционных функций $R_2^{h_L h_R}$ для зарегистрированных в эксперименте $\pi\pi$ -пар, πp - и $p\pi$ -пар, а также pp -пар представлены соответственно в табл. 2-4, где указаны области определения функций по импульсам адронов и углам их вылета. В табл. 2-4 приведены статистические ошибки определения значений корреляционных функций. Систематическая ошибка определения $R_2^{h_L h_R}$, обусловленная в основном процедурой выделения событий образования адронных пар, не превышала 16%.

Таблица 2. Значения корреляционных функций для $\pi\pi$ -пар, зарегистрированных в π^- Be-взаимодействиях при $p_{bm}=43$ ГэВ/с

Тип пары	Область $\cos \theta_L$	Область $\cos \theta_R$	Область p_L (ГэВ/с)	Область p_R (ГэВ/с)	Величина $R_2^{h_L h_R}$
$\pi^- \pi^-$	$-0,20 \div 0,35$	$0,35 \div 0,70$	$0,30 \div 0,85$	$0,40 \div 1,00$	$1,16 \pm 0,15$
— " —	— " —	— " —	$0,35 \div 0,85$	— " —	$1,00 \pm 0,16$
$\pi^+ \pi^+$	$0,35 \div 0,70$	$-0,20 \div 0,35$	$0,40 \div 1,00$	$0,30 \div 0,85$	$1,17 \pm 0,21$
— " —	$0,45 \div 0,75$	— " —	— " —	— " —	$0,99 \pm 0,18$
$\pi^- \pi^+$	$-0,20 \div 0,35$	$-0,20 \div 0,35$	$0,30 \div 0,85$	$0,30 \div 0,85$	$2,04 \pm 0,28$
$\pi^+ \pi^-$	$0,35 \div 0,70$	$0,35 \div 0,70$	$0,40 \div 1,00$	$0,40 \div 1,00$	$2,04 \pm 0,20$

Таблица 3. Значения корреляционных функций для πp - и $p\pi$ -пар, зарегистрированных в π^- Ве-взаимодействиях при $p_{bm}=43$ ГэВ/с

Тип пары	Область $\cos \theta_L$	Область $\cos \theta_R$	Область p_L (ГэВ/с)	Область p_R (ГэВ/с)	Величина $R_2^{h_L h_R}$
$\pi^- p$	$-0,20 \div 0,35$	$-0,20 \div 0,35$	$0,30 \div 0,85$	$0,55 \div 1,50$	$2,15 \pm 0,21$
$p\pi^-$	$0,35 \div 0,65$	$0,35 \div 0,70$	$0,60 \div 1,50$	$0,40 \div 1,00$	$2,05 \pm 0,15$
$\pi^+ p$ — " —	$0,35 \div 0,70$ $0,35 \div 0,60$	$-0,20 \div 0,35$ — " —	$0,40 \div 1,00$ $0,50 \div 1,00$	$0,55 \div 1,50$ — " —	$1,34 \pm 0,18$ $1,62 \pm 0,33$
$p\pi^+$	$0,35 \div 0,65$	$-0,20 \div 0,35$	$0,60 \div 1,50$	$0,30 \div 0,85$	$1,75 \pm 0,19$

Таблица 4. Значения корреляционной функции для pp -пар, зарегистрированных в π^- Ве-взаимодействиях при $p_{bm}=43$ ГэВ/с

Тип пары	Область $\cos \theta_L$	Область $\cos \theta_R$	Область p_L (ГэВ/с)	Область p_R (ГэВ/с)	Величина $R_2^{h_L h_R}$
pp	$0,35 \div 0,65$	$-0,20 \div 0,35$	$0,60 \div 1,50$	$0,55 \div 1,50$	$1,94 \pm 0,16$
— " —	— " —	— " —	$0,60 \div 1,50$	$0,80 \div 1,50$	$2,59 \pm 0,37$
— " —	— " —	— " —	$0,50 \div 0,70$	$0,50 \div 0,70$	$1,48 \pm 0,21$

Сравнивая значения $R_2^{h_L h_R}$ в различных областях p_L & p_R и Ψ , следует иметь в виду факт возрастания величины $R_2^{h_L h_R}$ при возрастании значения произведения импульсов $p_L \cdot p_R$ адронов пары и увеличении угла Ψ их разлёта для $-1 < \cos \Psi < -0,5$, установленный в результате изучения корреляций pp - и $\pi^+ p$ -пар с импульсами протонов $315 \div 725$ МэВ/с и импульсами пионов $70 \div 190$ МэВ/с в $\pi^+ A$ -взаимодействиях при $p_{bm}=3$ ГэВ/с и pA -взаимодействиях при $p_{bm}=3$ ГэВ/с и $7,5$ ГэВ/с [3-5].

Результаты изучения корреляционных функций различных пар адронов показали, что некоррелированно рождались те пары адронов, инклюзивные спектры которых свидетельствовали о преобладании различных механизмов образования адронов пары в соответствующих кинематических областях. Так, совместимые с 1 в пределах статистической точности значения $R_2^{\pi^- \pi^-}$ и $R_2^{\pi^+ \pi^+}$ для $\pi^- \pi^-$ - и $\pi^+ \pi^+$ -пар (табл. 2) подтвердили представление о том, что в изученной области импульсов основная часть пионов, рождённых под углами $-0,20 < \cos \theta < 0,35$, образована

в глубоконеупругих ядерных реакциях, а основная часть пионов, рождённых под углами $0,35 < \cos \theta < 0,70$, — при квазисвободных взаимодействиях. О том же свидетельствовало коррелированное рождение $\pi^- \pi^+$ -пар, оба пиона которых зарегистрированы в области $-0,20 < \cos \theta < 0,35$, и $\pi^+ \pi^-$ -пар, оба пиона которых зарегистрированы в области $0,35 < \cos \theta < 0,70$ (табл. 2).

Коррелированное рождение $\pi^- p$ -пар, оба адрона которых зарегистрированы в области $-0,20 < \cos \theta < 0,35$ (табл. 3), подтвердило преобладание в указанной области $\cos \theta$ при изученных значениях импульсов p механизма глубоконеупругого образования как пионов, так и протонов. В рамках этих представлений объяснимо также меньшее значение корреляционной функции $R_2^{\pi^+ p}$ по сравнению с $R_2^{\pi^- p}$.

Ближкие к 2 значения корреляционных функций $p\pi^+$ -, $p\pi^-$ - и pp -пар в исследованной области импульсов, приведенные в табл. 3 и 4, явились подтверждением установленного в результате изучения А-зависимости инклюзивных спектров факта образования протона в области $0,35 < \cos \theta < 0,65$ при параллельно идущих процессах глубоконеупругого и квазисвободного ядерных взаимодействий, вклады которых сравнимы на легких ядрах [15].

Для исследования зависимостей от p и $\cos \theta$ величин корреляционных функций необходима бóльшая экспериментальная статистика. Однако можно отметить как тенденцию увеличение их значений при выделении кинематических областей, где усилены вклады одинаковых процессов образования адронов пары и, наоборот, уменьшение их значений при выделении кинематических областей, где усилены вклады различных механизмов образования адронов пар.

В результате изучения зависимости от p значения R_2^{pp} (табл. 4) получено указание на возрастание величины этой функции для области импульсов вторичных протонов $p_L > 0,6$ ГэВ/с & $p_R > 0,8$ ГэВ/с, где в эксперименте зарегистрировано усиление выхода дифракционно-подобных событий образования pp -пар [9]. Образование в $\pi^- \text{Be}$ -взаимодействиях пар протонов, сопровождающих быстрый π^- -мезон при малых значениях квадрата передачи импульса этому мезону в событиях, где передним магнитным спектрометром установки зарегистрирована только одна заряженная частица, может быть следствием процесса двойной цветовой перезарядки налетающего π^- -мезона на протонах ядра Be [22,23]. Образование подобных событий объяснимо также в рамках представления о короткодействующих динамических корреляциях между нуклонами ядра как источнике образования кумулятивных нуклонов [20].

Заключение

Представленные в работе результаты исследования инклюзивных спектров и парных корреляций при больших углах разлёта вторичных пионов с импульсами $0,3 \div 1$ ГэВ/с и протонов с импульсами $0,5 \div 1,5$ ГэВ/с в изученной кинематической области $\pi^- \text{Be}$ -взаимодействий при $p_{bm} = 43$ ГэВ/с не противоречат представлению об образовании этих адронов при параллельно идущих процессах глубоконеупругого и квазисвободного ядерных взаимодействий. Сведения о количественных соотноше-

ниях вкладов этих процессов в сечения образования вторичных адронов [15] можно было бы извлечь при изучении A -зависимости их инклюзивных спектров и широких парных корреляций в π^-A -взаимодействиях по данным, полученным в экспозиции на более тяжёлых ядерных мишенях.

Автор выражает глубокую благодарность Ю.М.Антипову, О.В.Ерошину, И.В.Мандриченко и всем членам сотрудничества СИГМА-АЯКС за предоставление магнитных лент с упакованной экспериментальной информацией, доступа к библиотекам программ обработки на VAX'ах и за консультации по конструкции отдельных детекторов установки.

Автор выражает глубокую признательность Ю.М.Антипову и А.А.Иванову за обсуждение работы и критические замечания.

Список литературы

- [1] Антипов Ю.М. — Препринт ИФВЭ 90-141, Протвино, 1990.
- [2] Лексин Г.А. V Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. — Дубна, 1978. Д1-2-12036, 274.
- [3] Баюков Ю.Д. и др.// ЯФ, 1989, т.50, вып.9, с.719.
- [4] Баюков Ю.Д. и др.//ЯФ, 1990, т.52, вып.2, с.480.
- [5] Власов А.В. и др.//ЯФ, 1992, т.55, вып.9, с.2468.
- [6] Карташева В.Г. — Препринт ИФВЭ 95-122, Протвино, 1995.
- [7] Карташева В.Г. — Препринт ИФВЭ 96-45, Протвино, 1996.
- [8] GEANT–Detector Description and Simulation Tool — CERNLIB.CERN Program Library Long Writeup W5013. — Geneva, CERN, 1994.
- [9] Карташева В.Г. — Препринт ИФВЭ 97-47, Протвино, 1997.
- [10] Fasso A. et al. “FLUKA 92”. In Proc. of the Workshop on Simulating Accelerator Radiation Environment, Santa Fe, 11-15 January (1993).
- [11] MINUIT - Function Minimization and Error Analysis — CERNLIB.CERN Program Library Long Writeup D506. — Geneva, CERN, 1992.
- [12] Буклей А.Е. и др. — Препринт ИТЭФ-108, Москва, 1982.
- [13] Буклей А.Е. и др. — Препринт ИТЭФ-1, Москва, 1982.
- [14] Баюков Ю.Д. и др. — Препринт ИТЭФ-5, Москва, 1985.
- [15] Баюков Ю.Д. и др. — Препринт ИТЭФ-85, Москва, 1982.

- [16] Ангелов Н. и др.//ЯФ, 1979, т.29, вып.5, с.1227.
- [17] Азимов С.А. и др.//ЯФ, 1978, т.28, вып.1, с.112.
- [18] Ставинский В.С.//ЭЧАЯ, 1979, т.10, вып.5, с.949.
- [19] Ставинский В.С. VI Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. — Дубна, 1981. Д1,2-81-728, с.205.
- [20] Стрикман М.И. и Франкфурт Л.Л.//ЭЧАЯ, 1980, т.11, вып.3, с.571.
- [21] Аллаби Дж. и др.//ЯФ, 1970, т.12, с.538.
- [22] Копелиович Б.З., Нидермайер Ф.//ЖЭТФ, 1984, т.87, с.1121.
- [23] Копелиович Б.З.//ЭЧАЯ, 1990, т.21, с.115.

Рукопись поступила 10 февраля 1998 г.

В.Г.Карташева

Изучение инклюзивных спектров и широких парных корреляций вторичных пионов и протонов с малыми импульсами в π^- -Ве-взаимодействиях при 43 ГэВ/с.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы \LaTeX .

Редактор Л.Ф.Васильева.

Технический редактор Н.В.Орлова.

Подписано к печати 14.02.98. Формат $60 \times 84/8$. Офсетная печать.

Печ.л. 1,75. Уч.-изд.л. 1,34. Тираж 150. Заказ 87. Индекс 3649.

ЛР №020498 17.04.97.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий
142284, Протвино Московской обл.

