

A-646

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



28/II-74

785/2-77

1 - 10231

Н.Ангелов, С.Бацкович, В.Г.Гришин,
С.В.Джмухадзе, Л.А.Диденко, И.А.Ивановская,
Т.Я.Иногамова, Т.Канарек, Е.Н.Кладницкая,
В.Б.Любимов, С.И.Лютов, Н.Н.Мельникова, Ю.Надь,
Р.М.Назаргулов, В.Ф.Никитина,
В.М.Попова, А.Н.Соломин, Х.Семерджиев,
М.И.Соловьев, М.К.Сулейманов, Д.Тувдендорж,
Н.Г.Фадеев, Э.Т.Цивцивадзе,
А.И.Шкловская, Л.М.Щеглова

ОДНОЧАСТИЧНЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ
В ПОЛУИНКЛЮЗИВНЫХ ПИОН-НУКЛОННЫХ
РЕАКЦИЯХ ПРИ $P=40$ ГЭВ/С

1976

Н.Ангелов, С.Бацкович,¹ В.Г.Гришин,
С.В.Джмухадзе,² Л.А.Диденко,³ И.А.Ивановская,
Т.Я.Иногамова, Т.Канарек, Е.Н.Кладницкая,
В.Б.Любимов, С.И.Лютов,³ Н.Н.Мельникова, Ю.Надь,
Р.М.Назаргулов, В.Ф.Никитина,
В.М.Попова,³ А.Н.Соломин,³ Х.Семерджиев,
М.И.Соловьев, М.К.Сулейманов,⁴ Д.Тувдендорж,
Н.Г.Фадеев, Э.Т.Цивцивадзе,²
А.И.Шкловская, Л.М.Щеглова³

ОДНОЧАСТИЧНЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ
В ПОЛУИНКЛЮЗИВНЫХ ПИОН-НУКЛОННЫХ
РЕАКЦИЯХ ПРИ $P=40$ ГЭВ/С

Направлено в ЯФ

¹ Институт физики, Белград, СФРЮ.

² Тбилисский государственный университет.

³ Физический факультет и научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ.

⁴ Институт физики АзССР, Баку.



ВВЕДЕНИЕ

Изучение корреляционных эффектов между характеристиками одной частицы дает информацию о динамике процессов, происходящих при множественном рождении частиц. В настоящей работе приводятся данные о корреляциях для π^\pm -мезонов, образованных в π^-p - и π^-p -взаимодействиях, а также гамма-квантов в π^-p -, π^-p - и $\pi^-^{12}\text{C}$ -соударениях.

Экспериментальный материал получен при облучении двухметровой пропановой (C_3H_8) пузырьковой камеры π^- -мезонами с импульсом 40 ГэВ/с на серпуховском ускорителе. Методические вопросы, связанные с отбором, идентификацией типа взаимодействий и обработкой फिल्मовой информации, изложены в работах^{/1,2/}. Приведенные результаты получены из анализа ≈ 9800 неупругих π^-p -, ≈ 3500 π^-p - и ≈ 17400 $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий^x.

В ранее опубликованной нами работе^{/3/} были приведены некоторые одночастичные распределения и характеристики структурной функции $f(s, p_c)$ частиц типа c ($c \equiv \pi^+$, π^- , γ), образованных в инклюзивных ($\pi^-+N \rightarrow c+X$) и полуинклюзивных ($\pi^-+N \rightarrow c+ch+X$) реакциях. В данной работе мы проведем анализ полуинклюзивных структурных функций π^\pm -мезонов и гамма-квантов в зависимости от поперечного импульса p_\perp и от продольных переменных Y^* , x ^{xx}.

^x Исключены когерентные каналы $\pi^-^{12}\text{C} \rightarrow \pi^- \pi^- \pi^+^{12}\text{C}$.
^{xx} Значения переменных $Y^* = \frac{1}{2} \ln \frac{E^* + p_{\parallel}^*}{E^* - p_{\parallel}^*}$, $x = \frac{2p_{\parallel}^*}{\sqrt{s}}$, E^* , p_{\parallel}^* вычисляются в системе центра инерции для π^-p -, π^-p -взаимодействий. Для $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий значения этих переменных приводятся в той же системе отсчета (π^-N).

Ангелов Н. и др.

1 - 10231

Одночастичные корреляции в полуинклюзивных пион-нуклонных реакциях при $p = 40$ ГэВ/с

Исследуются полуинклюзивные структурные функции π^\pm -мезонов и γ -квантов в зависимости от поперечного импульса p_\perp и от продольных переменных Y^* , x . Характеристики распределений по продольным переменным анализируются в зависимости от множественности вторичных заряженных частиц (n_{ch}) и поперечного импульса. Показано существование динамических корреляций в π^-N -взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с между средними значениями вторичных частиц и их продольными переменными.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
 Дубна 1976

© 1976 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

Экспериментальные данные сравниваются с предсказаниями мультипериферической модели /ММ/ с учетом рождения кластеров^{4/} и расчетами по фазовому объему^{5,6/} для π^-p -соударений при импульсе 40 ГэВ/с.

§1. Полуинклюзивные одночастичные корреляции π^\pm -мезонов и гамма-квантов в π^-p -, π^-p - и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях

На рис. 1 /а,б,в/ даны средние значения продольной быстроты ($\langle Y^* \rangle$) и дисперсии $D = \langle Y^{*2} \rangle - \langle Y^* \rangle^2$ в зависимости от множественности вторичных заряженных частиц (n_{ch}) и значений поперечного импульса.

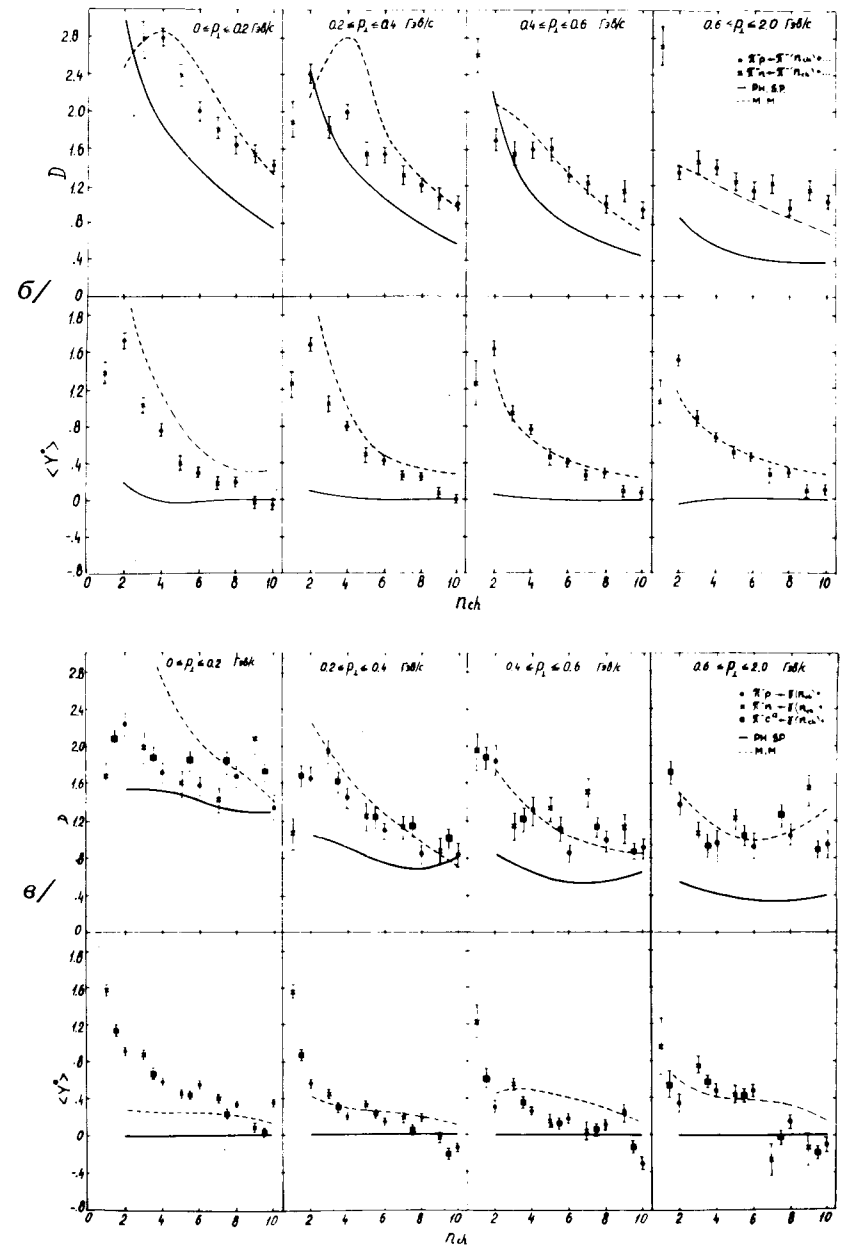
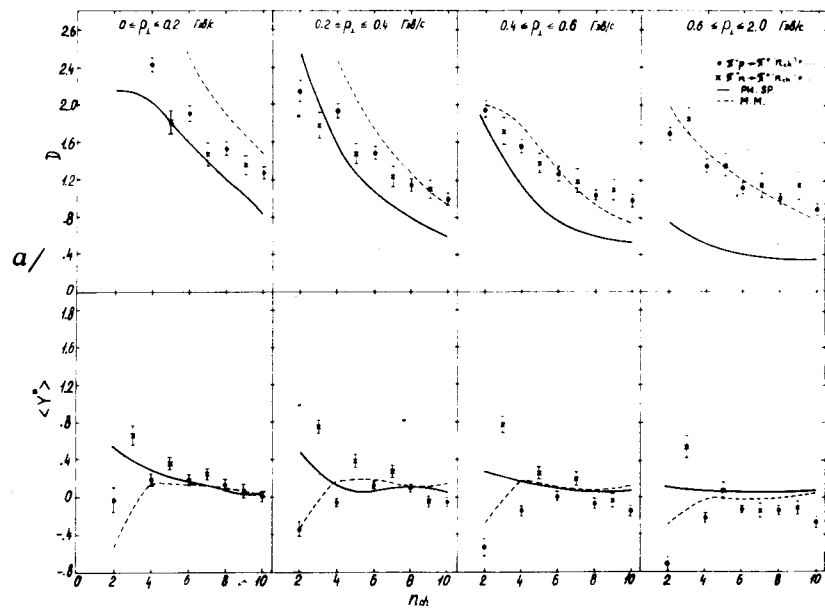


Рис. 1 /а-в/. Зависимость средней продольной быстроты $\langle Y^* \rangle$ и дисперсии $D = \langle Y^{*2} \rangle - \langle Y^* \rangle^2$ от множественности вторичных заряженных частиц (n_{ch}) и поперечного импульса p_\perp .

Отметим основные особенности этих распределений:

1. С ростом n_{ch} наблюдается стремление средних значений быстрот к нулю во всех типах взаимодействий и для всех типов частиц. Исключение составляет поведение $\langle Y^* \rangle$ для π^+ -мезонов в π^-p -взаимодействиях: средние значения стремятся к нулю снизу. С ростом n_{ch} дисперсия уменьшается.

2. Для π^+ -мезонов, образованных в π^-p -соударениях, значения $\langle Y^* \rangle$ уменьшаются с ростом поперечного импульса. Значения $\langle Y^* \rangle$ для π^+ -мезонов в π^-p -событиях такой зависимости не проявляют. Средние значения продольных быстрот π^- -мезонов в π^-p - и π^-p -соударениях /рис. 1б/ и γ -квантов с $p_{\perp} > 0,2 \text{ ГэВ}/c$ во всех трех типах взаимодействий /рис. 1в/ не зависят от поперечного импульса.

3. Мультипериферическая модель качественно описывает поведение этих характеристик π^{\pm} -мезонов в π^-p -взаимодействиях и не согласуется с экспериментальными данными для γ -квантов в области малых значений поперечного импульса $/0 \leq p_{\perp} \leq 0,2 \text{ ГэВ}/c$.

4. Фазовый объем не описывает эксперимент, но с ростом n_{ch} значения $\langle Y^* \rangle$ приближаются к значениям, полученным по фазовому объему.

Результаты по $\langle Y^* \rangle$ и D находятся в согласии с данными по другим характеристикам распределений по Y^* , а именно с коэффициентами K^i , которые были определены как доля частиц, приходящих по разным областям переменной Y^* . Коэффициент K^P определяет долю частиц в центральной области ($-1 \leq Y^* \leq 1$), а K^B , K^F - в областях фрагментации мишени ($Y^* < -1$) и налетающего пиона ($Y^* > 1$).

На рис. 2/а,б,в/ показаны зависимости этих коэффициентов от множественности вторичных заряженных частиц и значений поперечного импульса.

С ростом n_{ch} уменьшается доля частиц, находящихся в области фрагментации первичной частицы, и увеличивается доля частиц в центральной области. Коэффициенты K^B слабо зависят от n_{ch} . Для π^+ -мезонов, образованных в π^-p -соударениях, K^B остаются постоянными с

ростом n_{ch} , и для $n_{ch} > \langle n_{ch} \rangle$ имеем $K_{\pi^-p}^B \approx K_{\pi^-p}^B \cdot x$.

Для $n_{ch} < \langle n_{ch} \rangle$ $K_{\pi^-p}^B > K_{\pi^-p}^B$.

Коэффициенты K^i для π^- -мезонов в π^-p - и π^-p -взаимодействиях и γ -квантов в трех типах соударений не обнаруживают зависимости от поперечного импульса. Для π^+ -мезонов в π^-p -взаимодействиях нет зависимости от поперечного импульса в центральной области, но наблюдается слабый рост коэффициента K^B и падение K^F .

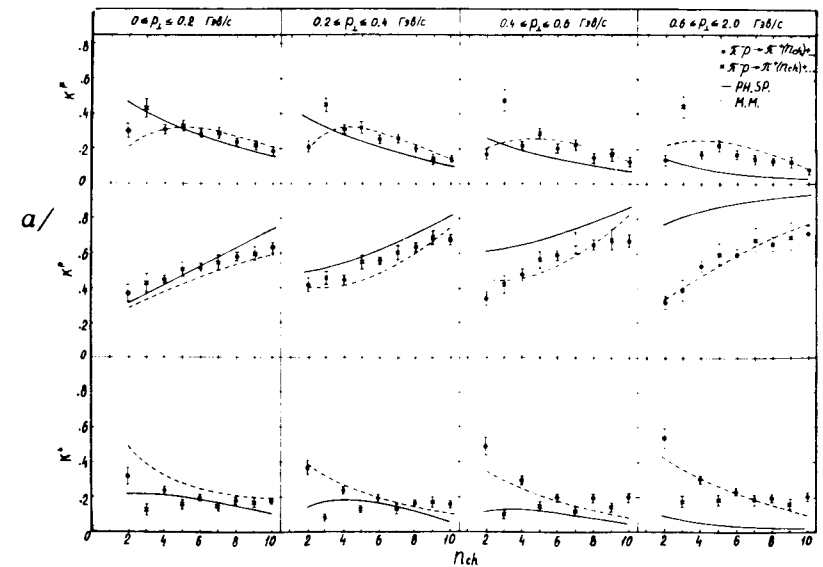


Рис. 2а. Зависимость коэффициентов K^B , K^P и K^F от n_{ch} p_{\perp} для π^+ -мезонов в π^-p -взаимодействиях.

$$x \langle n_{ch} \rangle^{\pi^-p} = 5,51 \pm 0,04, \quad \langle n_{ch} \rangle^{\pi^-n} = 5,07 \pm 0,06 \quad /7/.$$

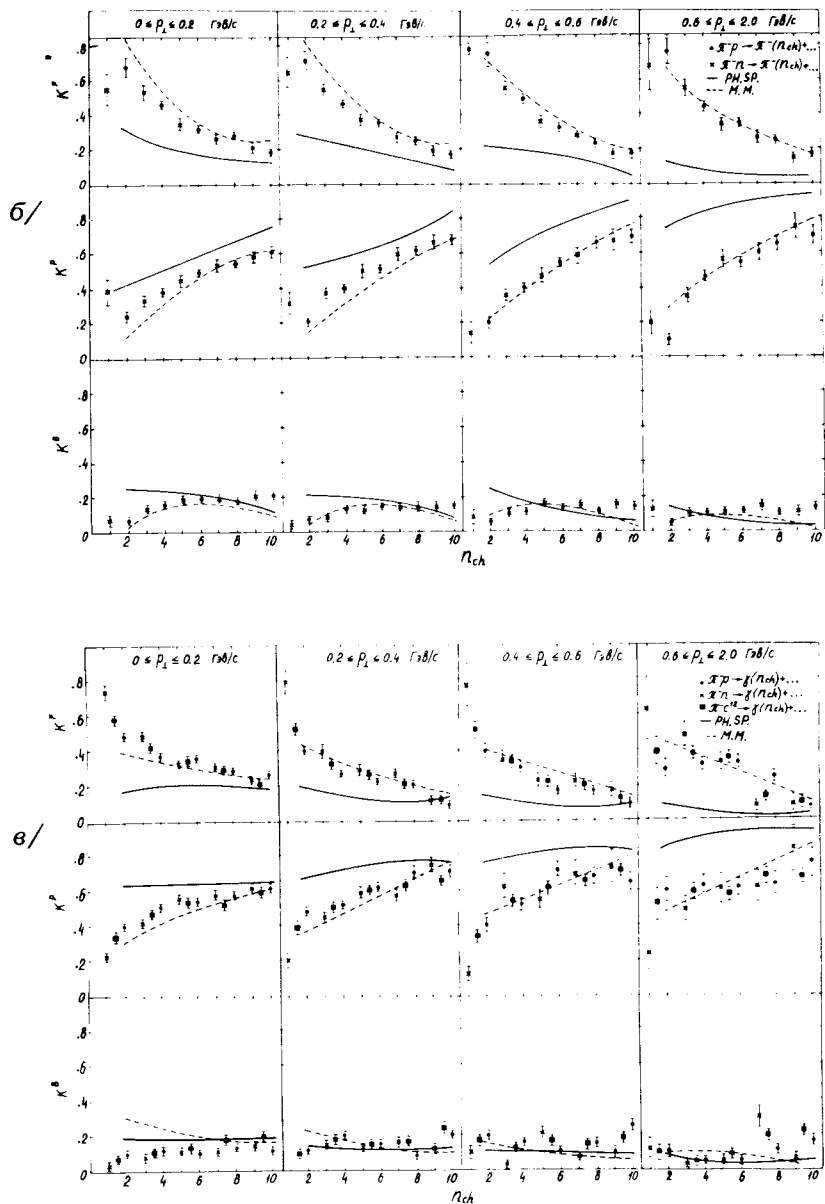


Рис. 2/б,в/. Зависимость коэффициентов K^B , K^P и K^F от n_{ch} и p_{\perp} для π^- -мезонов и γ -квантов в π^-N - и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях.

Зависимость среднего поперечного импульса ($\langle p_{\perp} \rangle$) от продольной быстроты Y^* показана на рис. 3/а,б/.

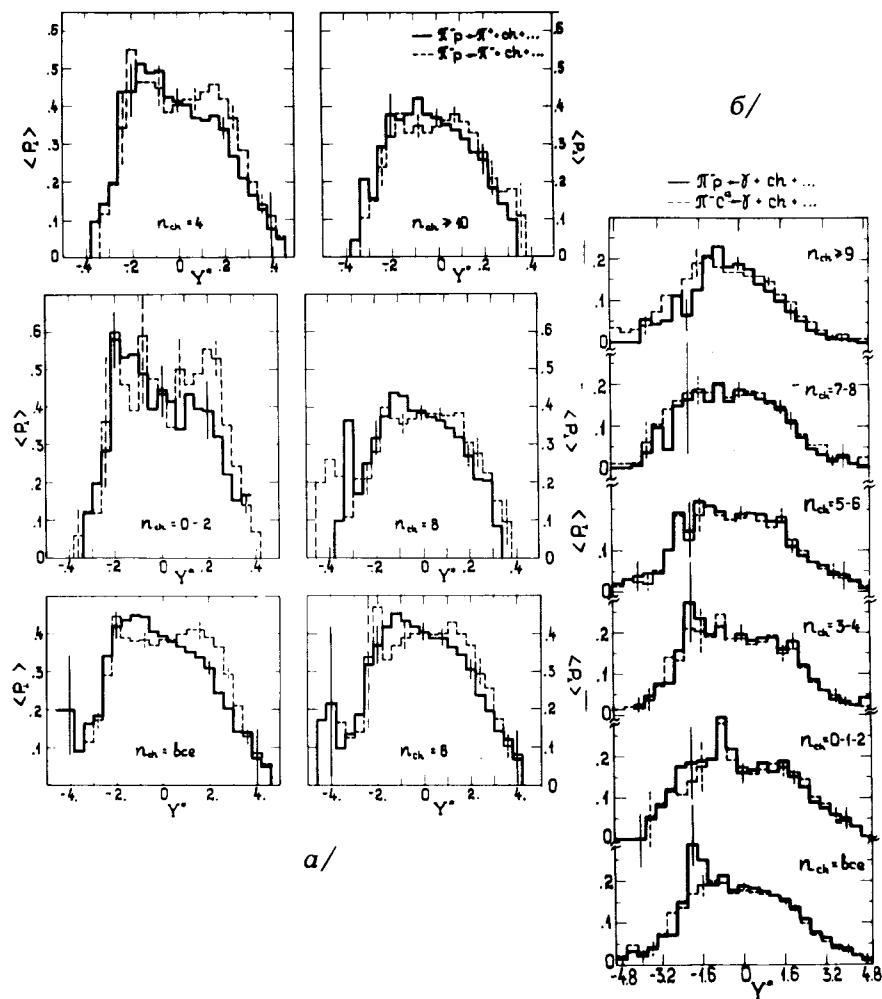


Рис. 3а,б

В интервале быстрот $-2 \leq Y^* \leq 2$ для π^- -мезонов и $-1,5 \leq Y^* \leq 1,5$ для γ -квантов/ значения $\langle p_{\perp} \rangle$ π^- -мезонов в π^-p - и γ -квантов в $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях в пределах ошибок остаются постоянными. Средние значения поперечного импульса π^+ -мезонов в π^-p -событиях в интервале $-2 \leq Y^* \leq 0$ больше, чем в интервале $0 \leq Y^* \leq 2$. Этот эффект более ярко выражен в событиях с малой множественностью вторичных заряженных частиц. Значения $\langle p_{\perp} \rangle$ для π^+ - и π^- -мезонов в π^-p -соударениях примерно одинаковы в области $Y^* \approx 0$. Равенство $\langle p_{\perp} \rangle$ наблюдается и для γ -квантов, рожденных в π^-p - и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при $Y^* \approx 0$.

Таким образом, для π^- -мезонов и γ -квантов не существует какого-либо ярко выраженного изменения

характеристик распределений $\frac{d\sigma_n(\langle Y^* \rangle, D, K^i)}{dY^*}$

в зависимости от поперечного импульса частиц и типа мишени. Для π^+ -мезонов значения $\langle Y^* \rangle$ и коэффициента K^B отличаются в π^-p - и π^-n -соударениях в случае $n_{ch} \ll n_{ch}$. Средние значения поперечного импульса частиц зависят от продольной быстроты и только в областях $-2 \leq Y^* \leq 2$ для π^- -мезонов и $-1,5 \leq Y^* \leq 1,5$ для γ -квантов $\langle p_{\perp} \rangle \approx \text{const}$.

§2. Полуинклюзивные распределения вторичных частиц по переменной x и зависимость $\langle p_{\perp} \rangle_{E^*} = f(x)$

На рис. 4 /а,б/ представлены зависимости от x среднего поперечного импульса, усредненного по инвариантному фазовому объему:

$$\langle p_{\perp} \rangle_{E^*} = \frac{\int p_{\perp} E^* \frac{d^3 \sigma_n}{dp^3} dp_{\perp}^2}{\int E^* \frac{d^3 \sigma_n}{dp^3} dp_{\perp}^2}$$

Для всех частиц и во всех типах инклюзивных и полуинклюзивных реакций на рис. 4 наблюдается эффект

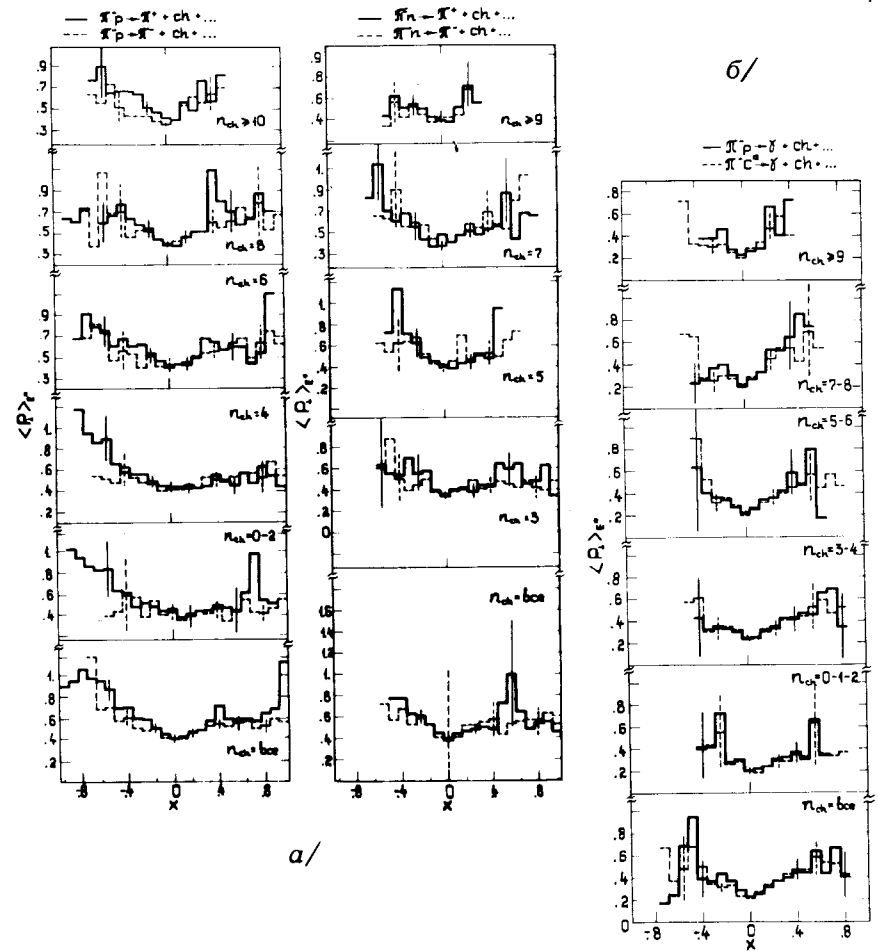


Рис. 4 /а,б/. Зависимость $\langle p_{\perp} \rangle_{E^*}$ от переменной x при разных значениях n_{ch} .

“чайки“, известный для элементарного акта при меньших энергиях^{8/}. В центральной области по x $-0,2 \leq x \leq 0,2$ для π^{\pm} -мезонов и $-0,1 \leq x \leq 0,1$ для γ -квантов/ значения $\langle p_{\perp} \rangle_{E^*} \approx \text{const}$, что совпадает с такой же зависимостью $\langle p_{\perp} \rangle$ от Y^* , отмеченной в первом параграфе.

Поведение наклонов распределений вторичных частиц по переменной x было исследовано в зависимости от n_{ch} и значений поперечного импульса. Полуинклюзивные распределения удовлетворительно / $\chi^2 \approx 1,5$ на степень свободы / аппроксимировались зависимостью:

$$E^* \frac{dN}{dx} = \begin{cases} A_F e^{-\beta_F x}, & 0 < x \leq 0,2, \\ A_B e^{-\beta_B |x|}, & -0,2 \leq x < 0. \end{cases}$$

Значения коэффициентов β_B и β_F приведены на рис. 5 /а,б,в/.

Существует зависимость наклонов распределений от поперечного импульса частиц. Для всех типов частиц / π^\pm -мезоны и γ -кванты / и во всех типах взаимодействий значения коэффициентов β_B и β_F падают с ростом

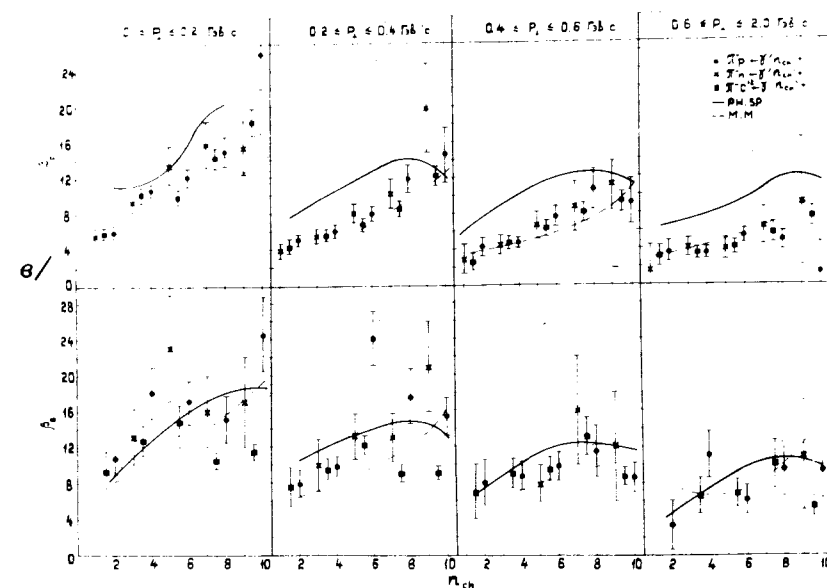
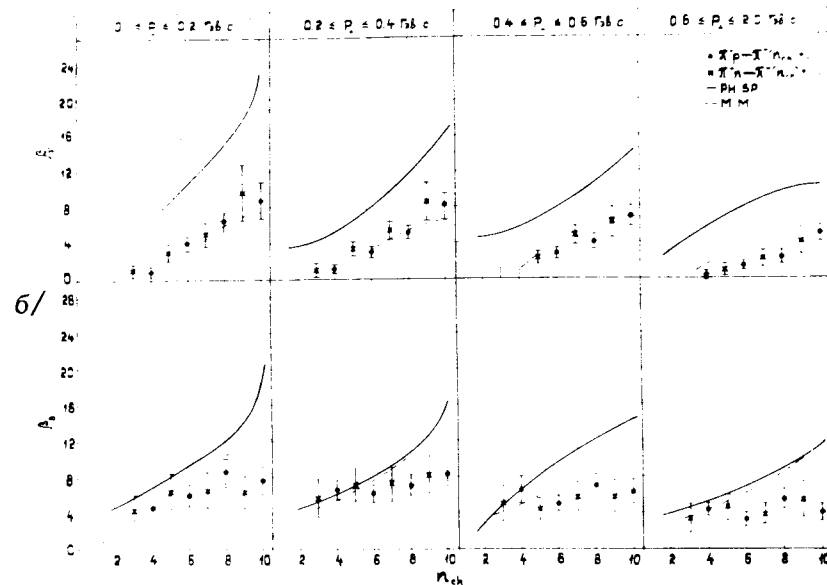
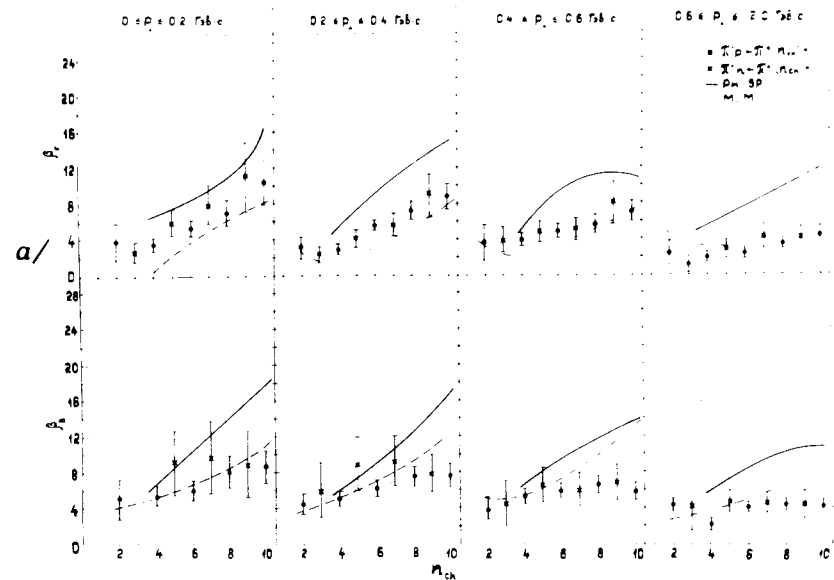


Рис. 5 /а-в/. Значения параметров наклона β_B и β_F в зависимости от n_{ch} и P_\perp .

P_{\perp} . Эта зависимость выражена сильнее для частиц, летящих в переднюю полусферу (β_F) и образованных в событиях с множественностью $n_{ch} > \langle n_{ch} \rangle$.

С ростом n_{ch} значения коэффициентов β_F увеличиваются в 2-3 раза, значения β_B или слабо увеличиваются, или не изменяются в пределах ошибок /для больших значений P_{\perp} /.

Мультипериферическая модель качественно описывает экспериментальные результаты.

Из приведенных выше экспериментальных данных можно сделать следующие основные выводы.

1. Существуют динамические корреляции между средними значениями поперечного импульса частиц и их продольными переменными x или Y^* . Только для центральной области значения $\langle p_{\perp} \rangle$ в пределах ошибок остаются постоянными.

2. Распределения $\frac{d\sigma_n}{dY^*}$ по продольной быстроте или не зависят /для π^- -мезонов и γ -квантов/, или слабо зависят /для π^+ -мезонов/ от значений поперечного импульса частиц.

3. Результаты аппроксимации распределений вторичных частиц по переменной x в областях $-0,2 \leq x \leq 0$ и $0 \leq x \leq 0,2$ показывают, что значения параметров наклона спектров зависят от поперечного импульса частиц. Эта зависимость не одинакова для частиц, летящих вперед и назад.

Нам приятно поблагодарить членов Сотрудничества по обработке снимков с 2-метровой пропановой пузырьковой камеры ОИЯИ за обсуждение результатов, большой коллектив лаборантов - за просмотр и измерения событий, и И.А.Первушину - за помощь в оформлении рисунков.

Литература

1. А.У.Абдурахимов и др. Препринт ОИЯИ, P1-6326, Дубна, 1972.
2. А.У.Абдурахимов и др. Препринт ОИЯИ, P1-6928, Дубна, 1973;

Nucl. Phys., B63, 114-126 /1973/; *Nucl. Phys.*, B52, 414 /1973/.

3. Н.Ангелов и др. Препринт ОИЯИ, P1-9882, Дубна, 1976.
4. Е.И.Волков и др. ЯФ, 17, 407 /1973/; 18, 437 /1973/; 20, 149 /1974/.
5. Г.И.Копылов, В.Н.Пенев, А.И.Шкловская. Препринт ОИЯИ, P1-7696, Дубна, 1974.
6. С.Н.Комарова и др. Препринт ОИЯИ, 1-8501, Дубна, 1974.
7. Н.Ангелов, С.Бацкович, В.Г.Гришин, Ю.Надь. Препринт ОИЯИ, P1-9785, Дубна, 1976.
8. В.А.Беляков, Е.Н.Кладницкая. ЯФ, 5, 834 /1967/; ABVCSHW-Collaboration. CERN/D Ph. 11/Phys., 72-45 /1971/.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 ноября 1976 года.