

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



14/VI-76

A-646

P1 - 9585

2221/2-76

Н. Ангелов, К. П. Вишневская, 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,
Р. М. Назаргулов, В. Ф. Никитина, В. М. Попова,
А. Н. Соломин, Х. И. Семерджиев, М. И. Соловьев,
Д. Тувдендорж, Н. Г. Фалеев, Э. Т. Цивцивалдзе,
Л. М. Шеглова, А. И. Шкловская

ДВУХЧАСТИЧНЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ
ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И ГАММА-КВАНТОВ
В π^- п ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40 ГэВ/С

1976

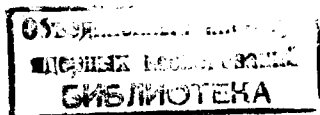
Н.Ангелов, К.П.Вишневская,¹ В.Г.Гришин,
С.В.Джмухадзе,² Л.А.Диденко,¹ И.А.Ивановская,
Т.Я.Иногамова, Т.Канарек, Е.Н.Кладницкая,
В.Б.Любимов, С.И.Лютов,¹ Н.Н.Мельникова,¹
Р.М.Назаргулов, В.Ф.Никитина, В.М.Попова,¹
А.Н.Соломин,¹ Х.И.Семерджиев, М.И.Соловьев,
Д.Тувдендорж, Н.Г.Фадеев, Э.Т.Цивцивадзе,²
Л.М.Щеглова,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

**ДВУХЧАСТИЧНЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ
ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И ГАММА-КВАНТОВ
В π^-n ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40 ГэВ/С**

Направлено в ЯФ

¹ Физический факультет и Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ.

² Тбилисский государственный университет.



Введение

В настоящей работе мы приводим результаты изучения двухчастичных корреляций в π^-n -взаимодействиях, зарегистрированных с помощью 2-метровой пропановой пузырьковой камеры, облученной π^- -мезонами с импульсом 40 ГэВ/с на серпуховском ускорителе. Методические особенности эксперимента описаны в работах /1/. Результаты получены на статистическом материале 4242 взаимодействий π^- -мезонов с квазисвободными нейтронами ядра углерода*.

Изучение корреляций вторичных заряженных частиц проводилось в целом ряде работ /2-4/. Однако по исследованиям корреляций между заряженными частицами и гамма-квантами имеются только отдельные работы /5-7/. В настоящей статье приводятся данные по двухчастичным корреляциям по быстроте между гамма-квантами и заряженными частицами в инклюзивных процессах. Изучено также поведение азимутальных корреляций в зависимости от разности продольных быстрот и от поперечных импульсов частиц.

Мы исследовали корреляции в следующих инклюзивных реакциях:

$$\pi^- + n \rightarrow ch + ch + X, \quad /1/$$

$$\pi^- + n \rightarrow \gamma + ch + X, \quad /2/$$

$$\pi^- + n \rightarrow \gamma + \gamma + X, \quad /3/$$

$$\pi^- + n \rightarrow \gamma + \pi^- + X, \quad /4/$$

$$\pi^- + n \rightarrow \gamma + \pi^+ + X. \quad /5/$$

* Сюда не включены когерентные взаимодействия типа $\pi^- C^{12} \rightarrow \pi^- \pi^+ \pi^- C^{12}$.

Для реакций /1/÷/5/ было использовано 3293, 1800, 664, 1799, 1581 событий соответственно.

§1. Двухчастичные инклюзивные корреляции по продольной быстрой

С целью изучения двухчастичных корреляций вторичных заряженных частиц и гамма-квантов мы использовали стандартные определения корреляционных функций:

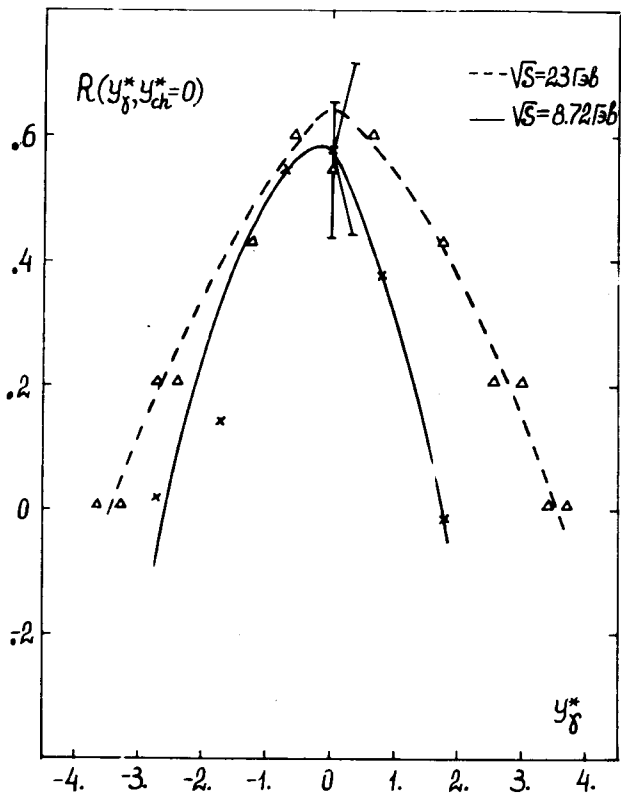


Рис. 1. Зависимость корреляционной функции $R(y_\gamma^*, y_{ch}^* = 0)$ от y_γ^* при $\sqrt{S} = 23$ ГэВ и $\sqrt{S} = 8,72$ ГэВ. Кривые проведены произвольно.

$$C(y_1^*, y_2^*) = \frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d^2\sigma}{dy_1^* dy_2^*} - \frac{1}{\sigma_{in}^2} \frac{d\sigma}{dy_1^*} \frac{d\sigma}{dy_2^*}, \quad /6/$$

$$R(y_1^*, y_2^*) = \sigma_{in} \frac{d\sigma}{dy_1^* dy_1^*} / \frac{d\sigma}{dy_1^*} \frac{d\sigma}{dy_2^*} - 1, \quad /7/$$

где y_1^* - продольная быстрая частицы в системе центра инерции, σ_{in} - полное неупругое сечение.

Чтобы исключить кинематические корреляции, связанные с распадом π^0 -мезонов ($\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$) при вычислении корреляционных функций в событиях с $n_\gamma \geq 2$ брался только один гамма-квант, если значение эффективной массы $M(\gamma\gamma)$ находилось в интервале $/105 \pm 165/$ МэВ /распределение $M(\gamma\gamma)$ от распада $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ /. Следует отметить, что значения $R(y_1^*, y_2^*)$ и $C(y_1^*, y_2^*)$ - функций, а также корреляции по азимутальному углу Φ , полученные с введением этого условия и без него, не отличались друг от друга в пределах однократной ошибки*.

В табл. 1 приведены значения $R(0,0)$ и $C(0,0)$ - функций для реакции /1/÷/5/**. В этой же таблице приведены аналогичные результаты, полученные на встречных протонных пучках ЦЕРНа в интервале энергии $\sqrt{S} = /23 \div 53/$ ГэВ (ISR). На рис. 1 приведена зависимость $R(y_\gamma^*, y_{ch}^* = 0)$ от y_γ^* . Из рисунка видно, что величины корреляционных функций $R(y_\gamma^*, y_{ch}^*)$ в центральной области для pp и π^-p -взаимодействий совпадают в пределах ошибок эксперимента. На рис. 2 показана зависимость $R_{chch}(y_1^*, y_2^*)$ и $R_{\gamma ch}(y_1^*, y_2^*)$ - функции при $y_{ch}^* = 0$. Из рис. 2 и табл. 1 видно, что

* В работе /7/, где определялись $R_{\gamma\gamma}(0,0)$ для π^-p -взаимодействий, нормировка событий была проведена на события с $n_\gamma \geq 2$ / $R_{\gamma\gamma}^{\pi^-p}(0,0) = 0,19 \pm 0,10$ /. При нормировке на полное число событий /7/ получим $R_{\gamma\gamma}^{\pi^-p} = 0,60 \pm 0,14$.

**Интервал значений по y^* для вычисления $R(0,0)$ и $C(0,0)$ был равен: $-0,25 \leq y_1^*, y_2^* \leq 0,25$.

Таблица 1

Тип комбинации	R(0, 0)		C(0, 0)
	$\pi^- n - 40 \text{ ГэВ}$	ISR	$\pi^- n - 40 \text{ ГэВ}$
ch ch	$.62 \pm .06$	$.65 \pm .05$	$1.08 \pm .08$
γ ch	$.58 \pm .14$	$.62 \pm .11$	$.76 \pm .16$
$\gamma \gamma$	$1.87 \pm .35$		$1.53 \pm .40$
$\gamma \pi^-$	$.57 \pm .16$		$.44 \pm .12$
$\gamma \pi^+$	$.36 \pm .15$		$.28 \pm .12$

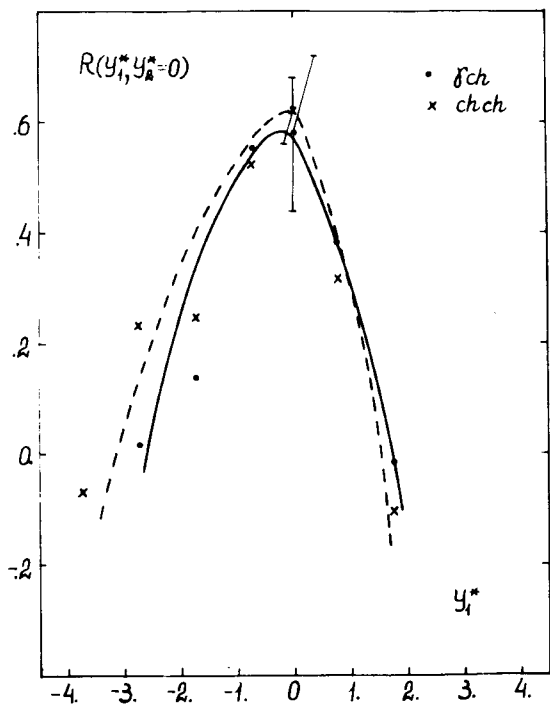


Рис. 2. Зависимость функции $R(y_1^*, y_2^* = 0)$ от y_1^* для (γch) и $(ch ch)$ - комбинаций.

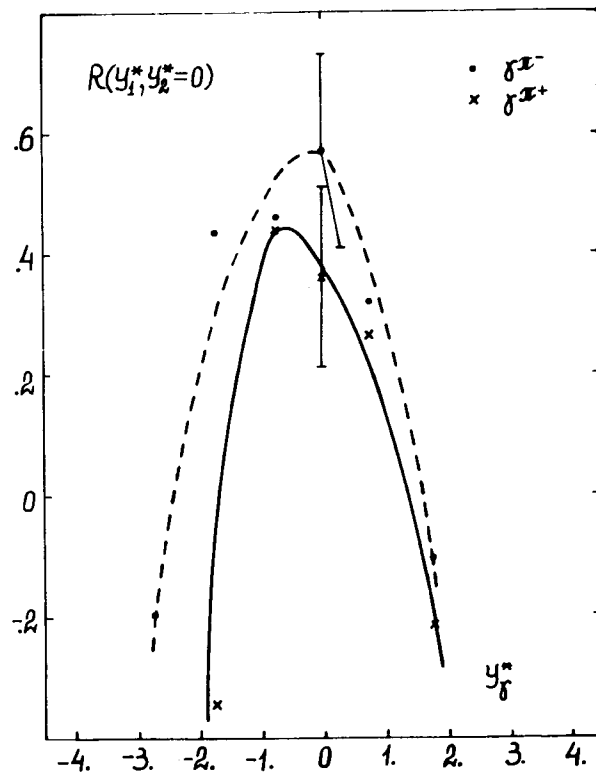


Рис. 3. Зависимость корреляционной функции $R(y_1^*, y_2^* = 0)$ от y_1^* при $y_{\pi^-}^* = y_{\pi^+}^* = 0$.

$R_{\gamma ch}(0, 0) = R_{ch ch}(0, 0)$. На рис. 3 приведена зависимость $R(y_1^*, y_2^*)$ - функции от y_1^* при $y_{\pi^-}^* = y_{\pi^+}^* = 0$ для $(\gamma \pi^-)$ и $(\gamma \pi^+)$ комбинации.

Видно, что $R_{\gamma \pi^-}(0, 0) \geq R_{\gamma \pi^+}(0, 0)$. Такой же результат был получен в работе /7/.

На рис. 4 показана $R(y_1^*, y_2^* = 0)$ функция в зависимости от y_1^* . В центральной области имеются сильные положительные корреляции между двумя гамма-квантами.

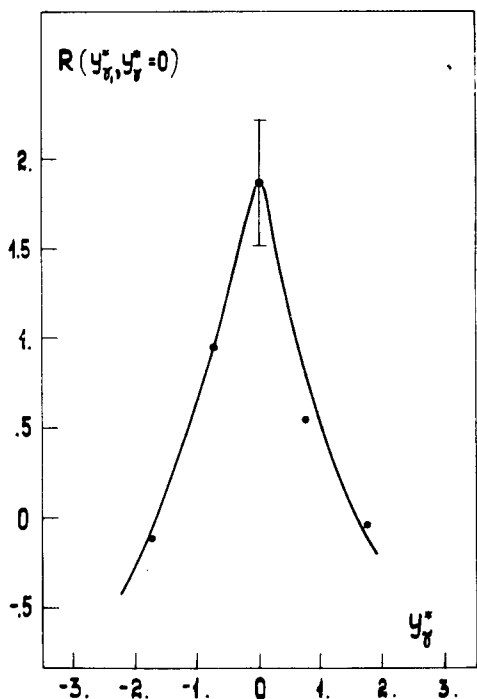


Рис. 4. Зависимость корреляционной функции $R(y_1^*, y_2^* = 0)$ от y_1^* .

§2. Азимутальные корреляции

Нами также были исследованы распределения $\frac{1}{\pi\sigma} \frac{d\sigma}{d\Phi}$

по азимутальному углу (Φ) между двумя частицами:

$$\cos \Phi = \frac{(\vec{P}_{\perp 1} \cdot \vec{P}_{\perp 2})}{|\vec{P}_{\perp 1}| \cdot |\vec{P}_{\perp 2}|},$$

для разных областей по интервалам быстрот $\Delta y^* = y_1^* - y_2^*$ и поперечных импульсов.

Центральная область была выделена условиями $|\Delta y^*| < 2$ и $|y_1^*|, |y_2^*| < 1$.

Область фрагментации первичных частиц рассматривалась при двух условиях:

а/ $|\Delta y^*| < 2$; $|y_1^*|, |y_2^*| > 1$, т.е. обе частицы находятся одновременно справа или слева от центральной области;

б/ $|\Delta y^*| > 2$; $|y_1^*|, |y_2^*| > 1$. При этих условиях большая часть комбинации такова, что частицы находятся в разных фрагментационных областях. В нашем случае - это область фрагментации нейтрона и пиона.

На рис. 5 и 6 приведены распределения $\frac{1}{\pi\sigma} \frac{d\sigma}{d\Phi}$

по Φ для $(ch\ ch)$, (γch) и $(\gamma\gamma)$ -комбинаций в зависимости от разности быстрот $|\Delta y^*|$ и для разных значений поперечных импульсов.

Из рис. 5 видно, что эффект увеличения вероятности наблюдения пар тождественных частиц $(\gamma\gamma)$ при $\Phi \rightarrow 0$ наблюдается как в центральной области $|\Delta y^*| < 2$; $|y_{1,2}^*| < 1$, так и во фрагментационных областях $|\Delta y^*| < 2$ и $|y_{1,2}^*| > 1$. Этот эффект наблюдается и для гамма-квантов с $P_{\perp \gamma} > 0,75 \text{ ГэВ/с}$. Такой же эффект наблюдался нами в работах [4, 7] для $(\pi^+ \pi^-)$ и $(\gamma\gamma)$ комбинаций.

В табл. 2 приведены значения коэффициентов асимметрии:

$$B = \frac{\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{d\sigma}{d\Phi} d\Phi - \int_0^{\pi/2} \frac{d\sigma}{d\Phi} d\Phi}{\int_0^{\pi/2} \frac{d\sigma}{d\Phi} d\Phi}$$

для различных ограничений по быстротам и поперечным импульсам вторичных частиц. Из табл. 2 можно сделать вывод о том, что $B_{ch\ ch} > B_{\gamma ch} > B_{\gamma\gamma}$.

Таблица 2

Ограничения по y^* и P_{\perp}	Тип комбинации		
$ \Delta y^* > 2$	$.071 \pm .007$	$.059 \pm .008$	$-.069 \pm .009$
$ \Delta y < 2$	$.093 \pm .004$	$.063 \pm .004$	$-.048 \pm .005$
все	$.089 \pm .003$	$.062 \pm .004$	$-.052 \pm .004$
$ \Delta y^* < 2, y_1^* , y_2^* < 1$	$.074 \pm .006$	$.027 \pm .006$	$-.120 \pm .007$
$ \Delta y^* < 2, y_1^* , y_2^* > 1$	$.159 \pm .010$	$.075 \pm .011$	$-.115 \pm .011$
$ \Delta y^* > 2, y_1^* , y_2^* > 1$	$.062 \pm .012$	$.070 \pm .013$	$-.439 \pm .017$
$P_{\perp \gamma} > .075 \text{ ГэВ/с}$	$.120 \pm .006$	$.100 \pm .005$	$.037 \pm .009$
$P_{\perp \gamma} > .150 \text{ ГэВ/с}$			
$P_{\perp \gamma} > .175 \text{ ГэВ/с}$	$.225 \pm .011$	$.164 \pm .010$	$.043 \pm .015$
$P_{\perp \gamma} > .350 \text{ ГэВ/с}$			

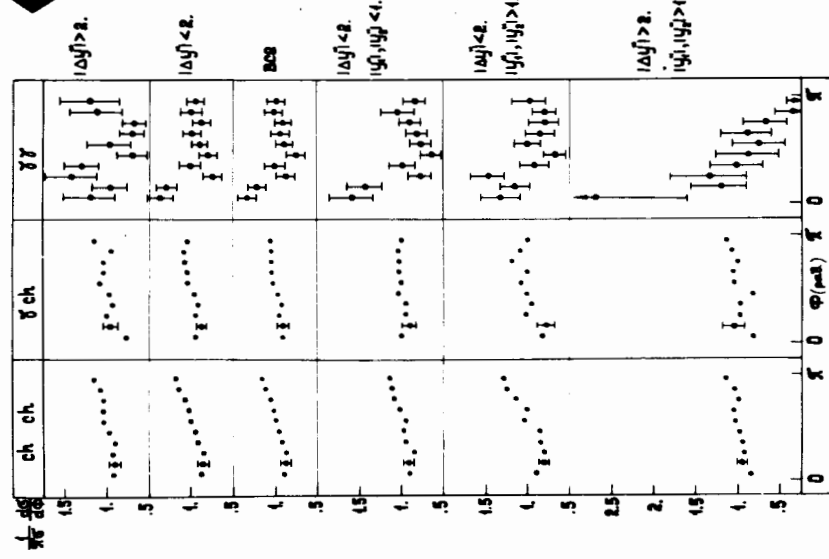
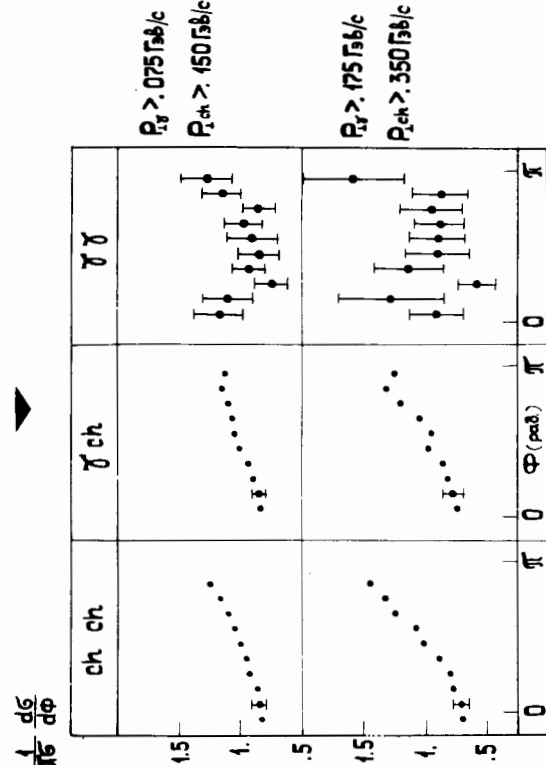


Рис. 5. Распределения по азимутальному углу Φ для (ch ch), γ (ch) и $(\gamma\gamma)$ - систем при различных ограничениях на быстрые.

Рис. 6. Распределения по азимутальному углу Φ для (ch ch), (γch) и $(\gamma\gamma)$ - систем при различных ограничениях на поперечные импульсы.



Заключение

Исследование двухчастичных инклюзивных корреляций заряженных частиц и гамма-квантов, образованных в пион-нейтронных взаимодействиях, показало, что нет существенных различий в этих корреляциях для π^+p , π^-p и pp -взаимодействий при $E \geq 40$ ГэВ. Обнаружены большие положительные корреляции по быстротам между гамма-квантами в центральной области.

В азимутальных корреляциях наблюдается эффект, связанный с тождественностью частиц при $\Phi \rightarrow 0$ и $|\Delta y^*| < 2$ / $\gamma\gamma$ -комбинации/.

Нам приятно поблагодарить участников сотрудничества по исследованию процессов множественного рождения частиц в π^-N -взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с за полезные обсуждения, а также лаборантов группы двухметровой пропановой камеры за большую помощь в работе.

Литература

1. А.У.Абдурахимов и др. ОИЯИ, 1-6967, Дубна, 1973; ЯФ, 39В, 571 /1972/; ЯФ, 17, 1235 /1973/; ЯФ, 18, 545 /1973/.
2. R.Singer et al. Phys.Lett., 49В, 48 (1974).
3. М.Деррик. ОИЯИ, Д1,2-7411, Дубна, 1973.
4. А.У.Абдурахимов и др. ЯФ, 22, 122 /1975/; ЯФ, 19, 1039 /1974/.
5. H.Dibon et al. Phys.Lett., 44В, 513 (1973).
G.Ranft et al. Nucl.Phys., 86В, 63 (1975).
6. S.R.Amendolia et al. Phys.Lett., 48В, 359 (1974).
7. Н.Ангелов и др. ОИЯИ, Р1-9207, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 марта 1976 года.