

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



13/III-78
P1 - 11170

Б-187

12.21/2-78

А.А.Байрамов, Ю.А.Будагов, Ш.Валкар,
В.Б.Виноградов, А.Г.Володько, А.М.Дворник,
Ю.Ф.Ломакин, В.Б.Флягин,
Ю.Н.Харжеев, Д.И.Хубуа

ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ГЕНЕРАЦИИ
ЗАРЯЖЕННЫХ π -МЕЗОНОВ
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ π -МЕЗОНОВ
С ЯДРАМИ УГЛЕРОДА ПРИ 5 ГэВ/с

1977

P1 - 11170

А.А.Байрамов¹, Ю.А.Будагов, Ш.Валкар,
В.Б.Виноградов, А.Г.Володько, А.М.Дворник,²
Ю.Ф.Ломакин, В.Б.Флягин,
Ю.Н.Харжеев, Д.И.Хубуа³

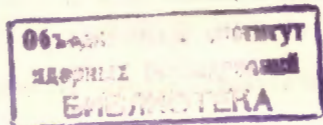
ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ГЕНЕРАЦИИ
ЗАРЯЖЕННЫХ π -МЕЗОНОВ
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ π^- -МЕЗОНОВ
С ЯДРАМИ УГЛЕРОДА ПРИ 5 ГэВ/с

Направлено в ЯФ

¹ Институт физики АН АзССР.

² Гомельский государственный университет.

³ Тбилисский государственный университет.



Байрамов А.А. и др.

P1 - 11170

Определение пространственно-временных характеристик процесса генерации заряженных π^- -мезонов при взаимодействии π^- -мезонов с ядрами углерода при 5 ГэВ/с

Исследуются пространственно-временные характеристики процесса генерации заряженных пионов в π^-C^{12} -взаимодействии при 5 ГэВ/с. Полученные результаты, $R = (2,9 \pm 0,8) \text{ Фм}$ и $\tau = (7,4 \pm 3,5) \cdot 10^{-24} \text{ с}$, согласуются с данными при 3,7 и 40 ГэВ/с.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Bairamov A.A. et al.

P1 - 11170

Determination of Space-Time Characteristics of Charged π^- -Meson Generation Process at Interaction of π^- -Mesons with Carbon Nuclei at 5 GeV/c

Space-time characteristics of the generation process of charged pions in π^-C^{12} interaction at 5 GeV/c are investigated. The obtained results, $R = (2.9 \pm 0.8) \text{ Fm}$ and $\tau = (7.4 \pm 3.5) \cdot 10^{-24} \text{ s}$, agree with the data obtained at 3.7 and 40 GeV/c.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

В последнее время несколькими экспериментальными группами было проведено исследование пространственно-временных характеристик процесса генерации заряженных пионов как в адрон-адронных ¹⁻³, так и в адрон-ядерных взаимодействиях ⁴⁻⁵. При анализе экспериментальных данных был использован метод, предложенный М.И.Подгорецким и Г.И.Копыловым ⁶. Этот метод позволяет из энергетических и угловых корреляций пар идентичных частиц /в частности, π^- -мезонов/ получить информацию о пространственной и временной характеристиках области генерации исследуемых частиц.

В работах ⁶⁻⁹, в рамках статистической модели рождения частиц и в предположении, что вторичные пионы испускаются независимо с поверхности сферы R в течение времени τ , было получено следующее соотношение:

$$\frac{N_{\text{ТОЖ}}(q_0, q_{\perp}^2)}{N_{\text{ФОН}}(q_0, q_{\perp}^2)} = 1 + \frac{(2J_1(q_{\perp}R)/q_{\perp}R)^2}{1+(q_0\tau)^2}, \quad /1/$$

где

$$q_0 = |E_1 - E_2| \quad \text{и} \quad \vec{q}_{\perp} = |\vec{q} - \vec{n}(\vec{q}\vec{n})|; \quad /2/$$

E_1, E_2 - энергии вторичных пионов; q_{\perp} - проекция разности импульсов $\vec{q} = \vec{P}_1 - \vec{P}_2$ пионов на плоскость, перпендикулярную сумме импульсов $\vec{n} = \frac{\vec{P}_1 + \vec{P}_2}{|\vec{P}_1 + \vec{P}_2|}$; R и τ - раз-

мер области взаимодействия и время испускания π^{\pm} -мезонов; $N_{\text{ТОЖ}}$ - плотность пар тождественных пионов;

$N_{\text{фон}}$ - плотность пар пионов, не испытывающих интерференции, назовем ее фоном; J_1 - функция Бесселя 1-го порядка.

Основная трудность данного метода - определение фона. Фоновое распределение может быть получено двумя способами:

- 1/ можно рассматривать распределение пар нетождественных частиц, например π -мезонов разных знаков;
- 2/ можно брать распределение пар π^\pm -мезонов, взятых из разных событий.

Трудность первого метода определения фона заключается в том, что в распределении пар нетождественных π -мезонов необходимо учитывать вклад ρ -мезонов, который существен только при достаточно больших q и повышает отношение $\pi^\pm \pi^\pm / \pi^+ \pi^-$ при малых q по сравнению с большими q /вклад других резонансов $\omega, f \dots$ незначителен/. В связи с этим необходимо проследить ход кривой $N(\pi^\pm \pi^\pm) / N(\pi^+ \pi^-)$ в зависимости от эффективной массы пары π -мезонов M^* в области ρ -мезона, чтобы исключить возможность ошибок, связанных с этой причиной /рис. 1/.

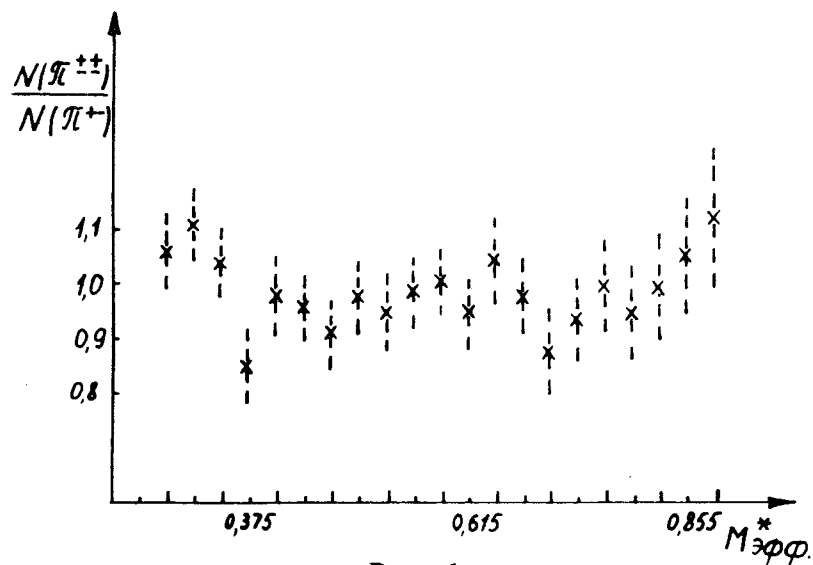


Рис. 1

Во втором методе трудность состоит в том, что происходит нарушение связей, накладываемых на импульсы вторичных частиц законами сохранения энергии и импульса, когда частицы берутся из разных событий.

В данной работе мы пользовались 1-м методом для определения фона. Работа выполнена на основе материала, полученного на метровой пропановой пузырьковой камере ¹⁰, экспонированной на пучке π^- -мезонов с импульсом 5 ГэВ/с.

При просмотре ~ 43000 стереофотографий было найдено, измерено и проанализировано ~ 9800 событий, удовлетворяющих критериям отбора $\pi^- C$ -взаимодействий.

На рис. 2 и 3 приведены нормированные на единицу распределения по q_\perp^2 и q_0 , рассчитанным в πN -системе в интервалах $0 < q_0 < 0,1$ и $0 < q_\perp^2 < 0,15$, соответственно. Как видно из рисунков, наблюдается повышение плотности пар тождественных π -мезонов по сравнению с нетождественными в области малых значений q_\perp^2 и q_0 . При больших значениях q_0 и q_\perp^2 этот эффект исчезает /рис. 4,5/.

Распределения на рис. 2 и 3 аппроксимировались /сплошные кривые/ по формулам, полученным из /1/:

$$\frac{d(N^{\pm\pm} / N^{+-})}{dq_\perp^2} = A_1 + A_2 \exp(-q_\perp^2 R^2 / 4), \quad /3/$$

$$\frac{d(N^{\pm\pm} / N^{+-})}{dq_0} = B_1 + B_2 / (1 + q_0^2 r^2). \quad /4/$$

Эти формулы являются справедливыми при малых q_0 и q_\perp^2 .

В результате аппроксимации получены значения параметров R и r :

$$R = (2,9 \pm 0,8) \text{ Фм}, \quad r = (7,4 \pm 3,5) \cdot 10^{-24} \text{ с}.$$

Приведем для сравнения данные, полученные в других работах для $\pi^- C^{12}$ -взаимодействий при 3,7 ГэВ/с⁴ и 40 ГэВ/с⁵/см. табл. 1/:

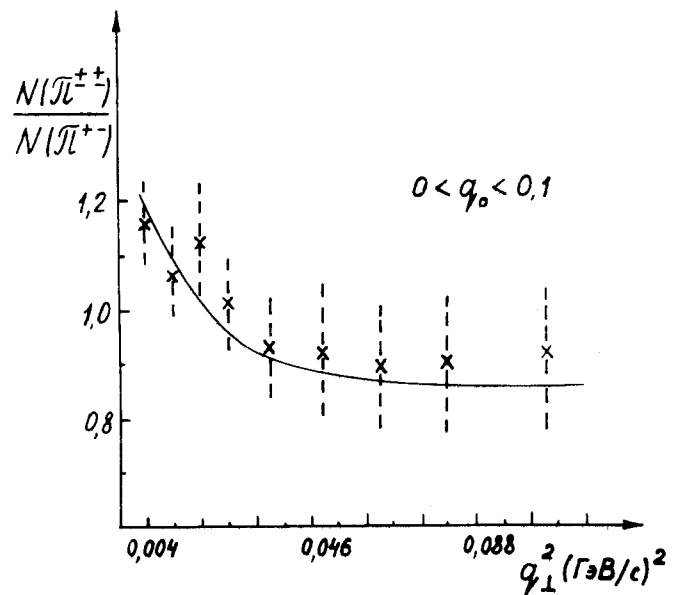


Рис. 2

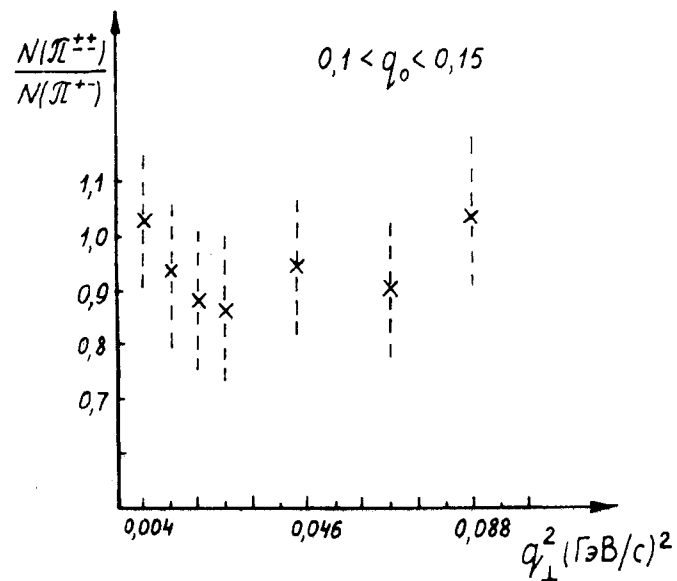


Рис. 4

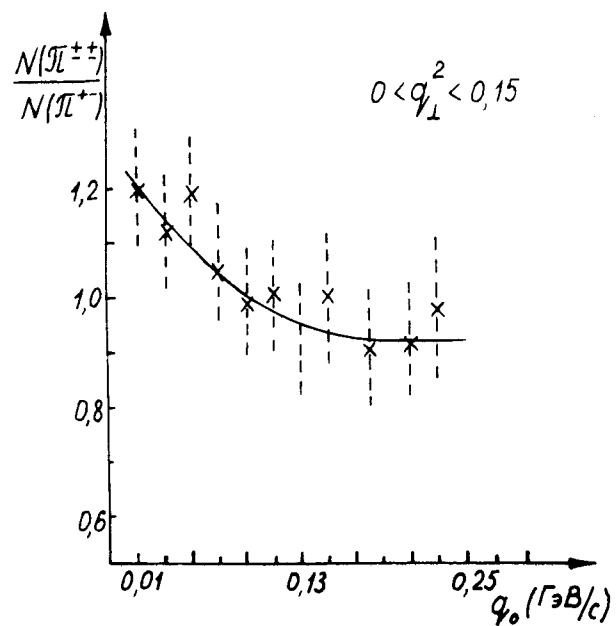


Рис. 3

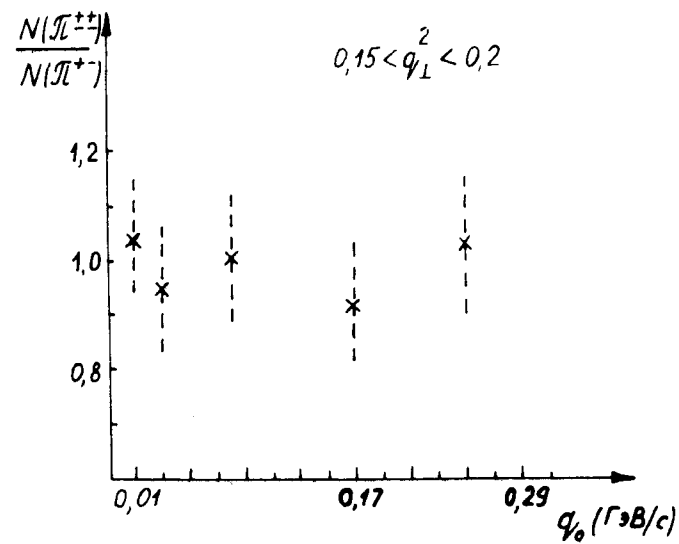


Рис. 5

Таблица 1

Импульс π^- -мезона	R, ФМ	Область изменения по q_0 , ГэВ	r (с)	Область изменения по q_{\perp}^2 , ГэВ/c ²
3,7 ГэВ/c	2,6±1,2	0 < q ₀ < 0,1	(2,5±1,6) · 10 ⁻²⁴	0 < q _⊥ ² < 0,2
40 ГэВ/c	4,5±1,0	0 < q ₀ < 0,25	(1,7±0,7) · 10 ⁻²³	0 < q _⊥ ² < 0,04
5 ГэВ/c, данная работа	2,9±0,8	0 < q ₀ < 0,15	(7,4±3,5) · 10 ⁻²⁴	0 < q _⊥ ² < 0,15

Кроме этого, было проведено исследование по определению пространственных размеров области генерации π^{\pm} -мезонов несколько другим методом, разработанным Брауном и Фридманом^{/11/}. В предположении, что распределение поперечных импульсов \vec{r}_i следует закону

$$dw \cong \exp(-\rho^2 \sum_1^n r_i^2) \delta(\sum_1^n r_i) \prod_1^n dr_i^{\vec{r}_i},$$

нами было получено следующее соотношение для числа тождественных пар π^- -мезонов:

$$\frac{dN}{dQ^2} \cong \exp(-\frac{1}{2} \rho^2 Q^2) (1 + \lambda \exp(-R^2 Q^2)), \quad /5/$$

где Q - разность поперечных импульсов пары пионов; ρ^2 - параметр наклона одночастичных распределений по квадратам поперечных импульсов; R - размер области взаимодействия в направлении, перпендикулярном оси взаимодействия; λ - некоторая константа ($\lambda \leq 1$). При $\lambda=0$ эффект тождественности исчезает.

На рис. 6 и 7 представлены распределения по Q^2 для пар тождественных π^- -мезонов: $\pi^+\pi^+$ и $\pi^-\pi^-$. Сплошная линия - результат аппроксимации экспериментальных данных формулой /5/. В результате получены следующие значения R:

пары	R, ФМ	λ
$\pi^+\pi^+$	2,0±0,4	0,85±0,28
$\pi^-\pi^-$	2,2±0,2	0,43±0,12

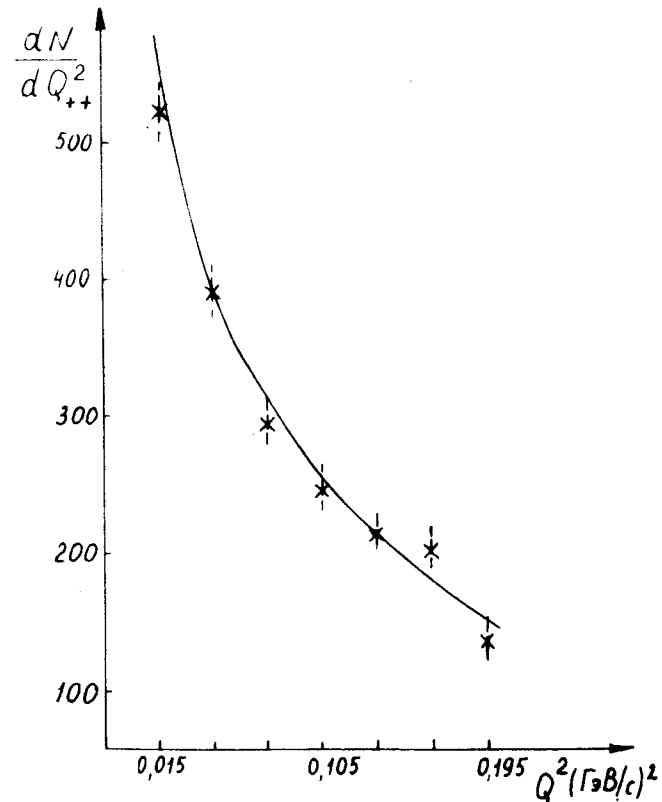


Рис. 6

Таким образом:

а/ при анализе экспериментальных данных $\pi^{\pm}\pi^{\pm}$ -взаимодействий при 5 ГэВ/c обоими методами наблюдается корреляция тождественных π^- -мезонов;

б/ значения размеров области взаимодействия, полученные обоими методами, совпадают в пределах ошибок;

в/ наши данные согласуются с результатами исследований при 3,7 и 40 ГэВ/с.

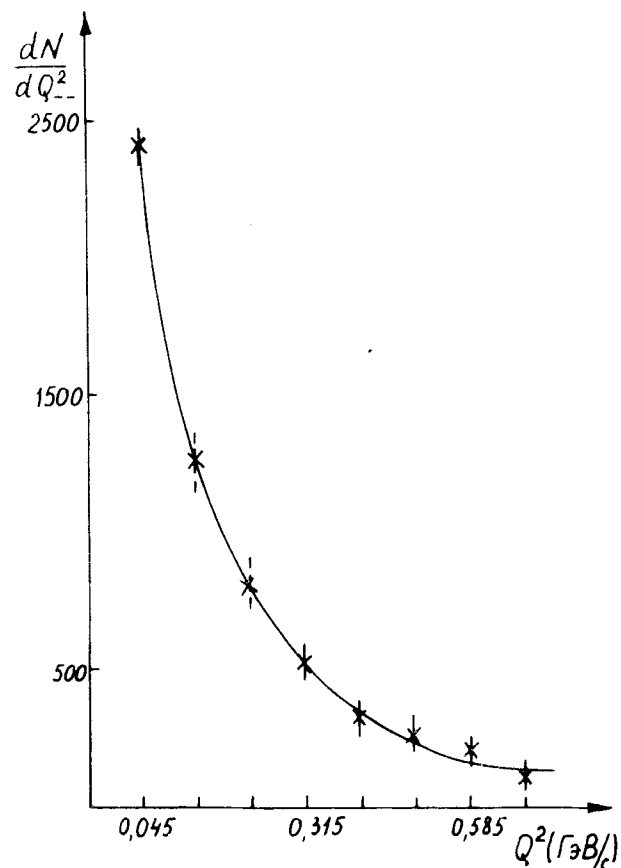


Рис. 7

В заключение авторы выражают благодарность О.Б.Абдинову за плодотворные обсуждения, просмотрочно-измерительной группе ЛВТА во главе с Е.С.Кузнецовой за измерение событий и группе лаборантов ЛЯП за просмотр пленок метровой пропановой камеры ЛЯП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Grand P. et al. Nucl.Phys., 1976, B102, p.221.
2. Deutschmann M. et al. Nucl.Phys., 1976, B103, p.198.
3. Canter J. et al. Preprint BNL-20516 (1975).
4. Баюков Ю.Д. и др. Препринт ИТЭФ, 1976, 70.
5. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, 1-10714, Дубна, 1977.
6. Копылов Г.И., Подгорецкий М.И. ЯФ, 1972, 15, с.392; 1972, 18, с.656; 1974, 19, с.434.
7. Гришин В.Г., Копылов Г.И., Подгорецкий М.И. ЯФ, 1971, 13, с.116; 1971, 14, с.600.
8. Копылов Г.И., Подгорецкий М.И. ОИЯИ, P2-8512, Дубна, 1975.
9. Kopylov G.I., Podgoretsky M.I., Preprint JINR, Dubna, 1975, E2-9285.
10. Богомолов А.В. и др. ПТЭ, 1964, 1, с.61.
11. Braun F.N., Fridman A., et al. Phys.Rev., 1973, D.V.8 p.2034.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 декабря 1977 года.