

10177  
A-646

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



У27/2-77

7/2  
P1 - 10177

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.М.Попова, А.Н.Соломин,  
Х.И.Семерджиев, М.И.Соловьев, Д.Тувдендорж,  
Н.Г.Фадеев, Э.Т.Цивцивадзе, Л.М.Щеглова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ТОЖДЕСТВЕННОСТИ  
И ВЛИЯНИЯ РОЖДЕНИЯ  $\rho^0$ -МЕЗОНОВ  
НА КОРРЕЛЯЦИИ ЧАСТИЦ В  $\pi^-$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
ПРИ  $p = 40$  ГЭВ/С

**1976**

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ТОЖДЕСТВЕННОСТИ  
И ВЛИЯНИЯ РОЖДЕНИЯ  $\rho^0$ -МЕЗОНОВ  
НА КОРРЕЛЯЦИИ ЧАСТИЦ В  $\pi^+p$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
ПРИ  $p = 40$  ГЭВ/С

*Направлено в ЯФ*

---

<sup>1</sup> Физический факультет и Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ.

<sup>2</sup> Тбилисский государственный университет.



Ангелов Н. и др.

P1 - 10177

Исследование эффектов тождественности и влияния рождения  $\rho^0$ -мезонов на азимутальные корреляции частиц в  $\pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с

Проведен анализ корреляций, связанных с интерференцией тождественных частиц, и анализ азимутальных корреляций с точки зрения образования  $\rho^0$ -мезонов в  $\pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований  
Дубна 1976

Angelov N. et al.

P1 - 10177

Study of Identity and of  $\rho^0$ -Meson Production Influence on Azimuthal Correlations in  $\pi^-p$ -Interactions at 40 GeV/c

The two-particle energy-momentum correlations, associated with the interference effect between identical pions, and the azimuthal correlations from the point of view of  $\rho^0$  production were analyzed using inelastic  $\pi^-p$ -interactions at 40 GeV/c. The results of the investigation are: 1. Characteristic properties of the azimuthal correlations, observed in the multiple processes, are mainly due to the production of  $\rho^0$ -mesons and their subsequent decay. 2. The interference effect between identical particles in the energy-momentum distributions is small.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research  
Dubna 1976

### §1. Введение

При анализе особенностей процессов множественного рождения частиц многочастичные функции распределения, в частности, двухчастичные, выгодно выделяются возможностью обнаружения и исследования различных корреляционных эффектов во взаимодействиях частиц при высоких энергиях.

Простым примером преимущества двухчастичных распределений может служить изучение поведения пар частиц, находящихся в одинаковых кинематических условиях и различающихся только зарядовыми состояниями /например,  $\pi^+\pi^+$ ,  $\pi^+\pi^-$ ,  $\pi^-\pi^-$ /. Тогда различие в поведении этих пар будет обуславливаться в основном причинами уже не кинематического характера. Именно такие различия и были обнаружены в спектрах вторичных частиц по азимутальному углу  $\phi$  /угол между поперечными составляющими импульсов частиц/ [1,2].

Основная особенность этих спектров заключается в том, что в области малых углов ( $\phi < \pi/2$ ) плотность распределения одноименных по заряду пар пионов ( $\pi^+\pi^+$ ) больше, чем разноименных ( $\pi^+\pi^-$ ), а в области больших углов ( $\phi > \pi/2$ ) - наоборот. Как оказалось, это различие в поведении тождественных и нетождественных по заряду пар пионов обуславливается парами частиц с разностью быстрот  $\Delta y < 1$ , т.е. преимущественно парами из центральной области /рис. 1/.

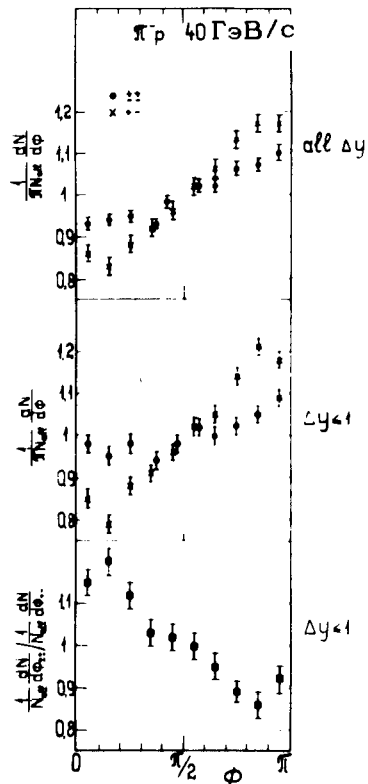


Рис. 1. Распределение одно- и разноименных по заряду пар пионов по азимутальному углу  $\phi$  /  $N_{\text{all}}$  - полное число пар  $\pi^{\pm}\pi^{\pm}$  и  $\pi^{+}\pi^{-}$ -частиц соответственно/.

Отмеченные выше особенности проявляются также и в зависимости коэффициента асимметрии  $B$  от  $\Delta y$  /рис. 2/:

$$B = \frac{N(\phi > \pi/2) - N(\phi < \pi/2)}{N_{\text{tot}}}, \quad /1/$$

где  $N(\phi \geq \pi/2)$  - число пар пионов с углом  $\phi \geq \pi/2$ ,  $N_{\text{tot}}$  - полное число пар частиц.

Природа различного поведения одно- и разноименных по заряду пар частиц в азимутальных корреляциях остается невыясненной.

В качестве одной из возможных интерпретаций этих результатов является предположение о проявлении статистики Бозе-Эйнштейна во множественном рождении пионов /2/. В /3,6/ разработан и предложен метод наблюдения интерференции тождественных частиц в двухчастичных импульсно-энергетических распределениях по переменным  $q_0$  и  $q_T^2$ :

$$q_0 = |E_1 - E_2|;$$

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2, \quad \vec{n} = \vec{p} / |\vec{p}|, \quad \vec{q} = \vec{p}_1 - \vec{p}_2, \quad /2/$$

$$q_T^2 = \vec{q}^2 - (q \vec{n})^2,$$

где  $E_1, E_2, \vec{p}_1, \vec{p}_2$  - энергии и импульсы частиц 1 и 2. В этих переменных проявление эффекта тождественности частиц ожидается наибольшим /в области малых  $q_0$  и  $q_T^2$ /.

С другой стороны, установление факта интенсивного рождения резонансов в процессах множественной генерации частиц, в частности,  $\rho^0$ -мезонов, основная мода распада которых  $\rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  содержит заряженные пионы, указывает на другую возможность интерпретации характерных особенностей азимутальных корреляций.

Экспериментальное исследование эффекта тождественности в переменных  $q_0, q_T^2$  и анализ особенностей в азимутальных спектрах с точки зрения рождения  $\rho^0$ -мезонов составляют основное содержание настоящей работы.

Полученные результаты основываются на  $\approx 6000$  случаях  $\pi^{\pm}p$ -взаимодействий при  $p = 40 \text{ ГэВ/с}$  с числом заряженных частиц  $n_{\pm} \geq 4$ , зарегистрированных в двухметровой пропановой пузырьковой камере. Основные методические вопросы, связанные с отбором, классификацией и обработкой событий, изложены в работах /4/.

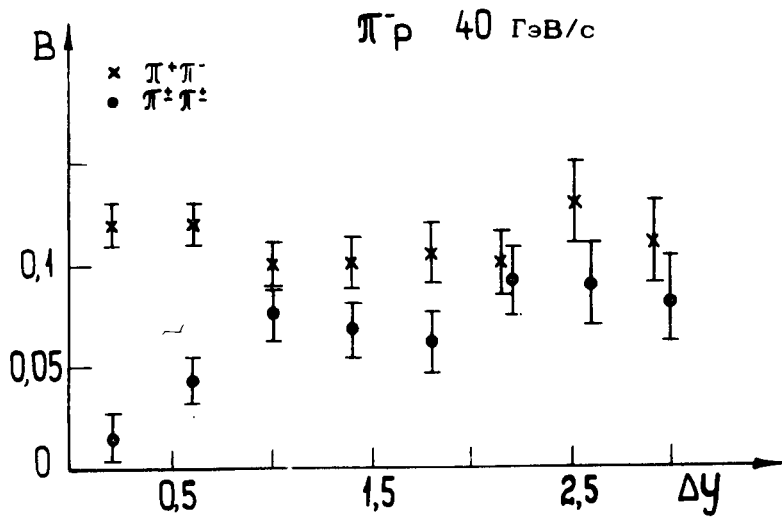


Рис. 2. Зависимость коэффициента азимутальной асимметрии  $B$  от разности быстрой  $\Delta y$  для  $\pi^\pm \pi^\pm$  и  $\pi^+ \pi^-$  - пар частиц.

## §2. Изучение эффекта тождественности в импульсно-энергетических распределениях частиц

Основные предсказания по интерференции тождественных частиц рассмотрены в рамках статистической модели. Поэтому для экспериментального анализа были отобраны события с  $n_\pm > 6$  /3579  $\pi^-p$  - взаимодействий/. 2- и 4-лучевые события не учитывались из-за присутствия в них заметной доли дифракционных случаев.

Были построены двумерные импульсно-энергетические распределения для  $\pi^+ \pi^+$ ,  $\pi^- \pi^-$  и  $\pi^+ \pi^-$  - пар пионов в области переменных по  $q_0$  и  $q_T^2$ :

$$0 \leq q_0 \leq 1 \text{ ГэВ}, \quad \Delta q_0 = 0,050 \text{ ГэВ}$$

$$0 \leq q_T^2 \leq 0,16 \text{ /ГэВ/с/}^2, \quad \Delta q_T^2 = 0,008 \text{ /ГэВ/с/}^2.$$

/3/

Для иллюстрации изменения плотности пар частиц в окрестности малых значений  $q_0$  и  $q_T^2$  на рис. 3 и 4 приводятся данные для плотности пар частиц в прямоугольной полосе в зависимости от расположения полосы  $n$  от начала координат /  $n$  - в условных единицах, соответствующих изменению переменных  $q_0$ ,  $q_T^2$  на величину интервала /см. схему/. Для наглядности эти данные представлены также в виде отношения числа одноименных по заряду пар пионов к числу разноименных, содержащихся в соответствующей полосе. Нормировка производилась на полное число комбинаций  $\pi^+ \pi^-$  частиц. Из приведенных на рис. 3 данных можно заключить, что:

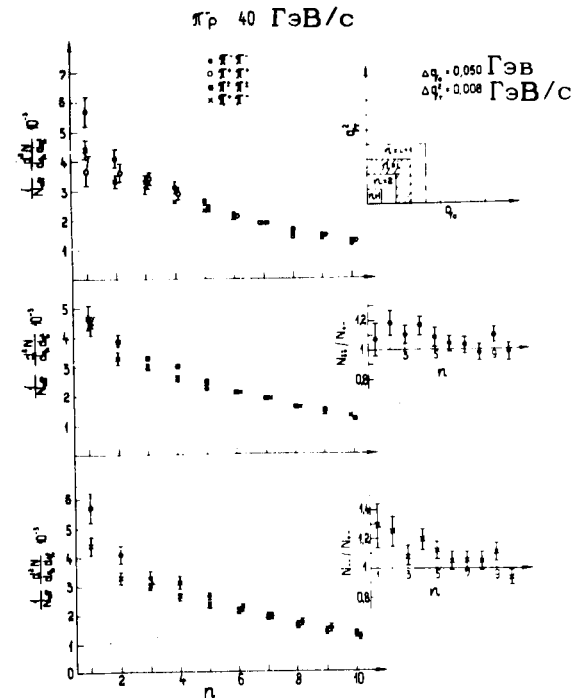


Рис. 3. Зависимость числа пар частиц ( $\pi^+ \pi^+$ ,  $\pi^+ \pi^-$ ,  $\pi^\pm \pi^\pm$ ,  $\pi^+ \pi^-$ ) на интервале  $\Delta q_0$ ,  $\Delta q_T^2$ , усредненных по числу интервалов в полосе  $n$  от  $n$  /  $N_{\text{all}}$  - полное число соответствующих пар/.

а/ с уменьшением значений  $q_0$  и  $q_T^2$  /т.е. при  $n \rightarrow 1$  / плотность пар пионов возрастает и становится максимальной при минимальных значениях  $q_0$  и  $q_T^2$ ;

б/ величина максимума распределения составляет малую долю от общего числа пар ( $\approx 10^{-3}$ );

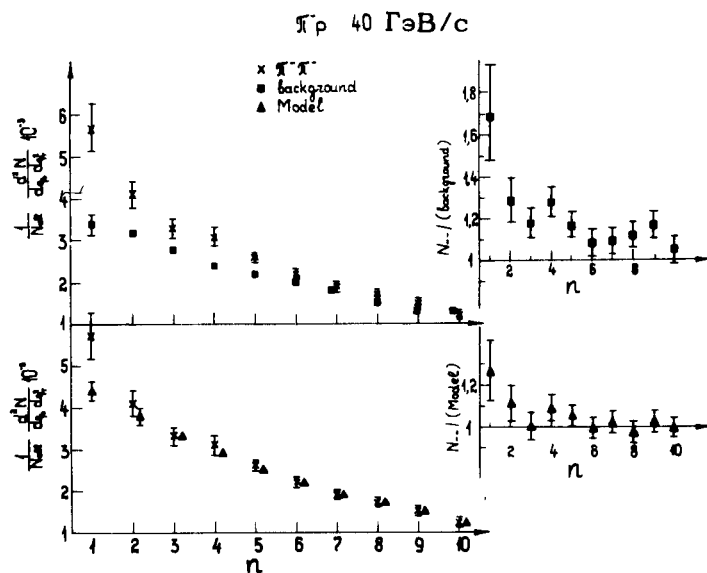


Рис. 4. Сравнение экспериментальной плотности  $\pi^+\pi^-$  пар на  $q_0, q_T^2$  - диаграмме с фоновым распределением, полученным "перепутыванием" частиц из разных событий, а также с расчетами по мультипериферической модели /обозначения те же, что и на рис. 3/.

в/ изменение плотности пар частиц в исследуемой области значений переменных  $q_0, q_T^2$  в пределах ошибок одинаково для  $\pi^+\pi^+$  и  $\pi^+\pi^-$  - частиц;

г/ наблюдается небольшое повышение плотности  $\pi^+\pi^-$  пар по сравнению с  $\pi^+\pi^+$  парами в окрестности значений  $q_0 \approx 0, q_T^2 \approx 0$ . Отношение плотности  $\pi^+\pi^+$  пар к  $\pi^+\pi^-$  парам в пределах ошибки не отличается от единицы.

Перечисленные выводы свидетельствуют о малом эффекте и трудности его экспериментального анализа.

Действительно, на таком уровне проявления эффекта ( $\approx 10^{-3}$ ), даже незначительные поправки, которые можно ввести для  $\pi^+\pi^+$  или  $\pi^+\pi^-$  пар частиц, могут существенно повлиять на окончательный вывод. Трудно предсказать, как влияют неидентифицированные протоны с импульсом  $p \geq 1$  ГэВ/с, принимаемые за  $\pi^+$ -мезоны, на распределение по  $q_0$  и  $q_T^2$ . Небольшое число гамма-квантов, конвертировавших вблизи вершины звезды, а также энергичные пары Далитца, принимаемые за  $\pi^+, \pi^-$ -мезоны, могут привести к увеличению плотности  $\pi^+\pi^-$  пар в окрестности  $q_0 \approx 0, q_T^2 \approx 0$ .

Чтобы избежать влияния перечисленных факторов на распределение для  $\pi^+\pi^-$  пар в качестве фоновых, были использованы пары, составленные из частиц разных событий. Как и следовало ожидать, полученное таким образом фоновое распределение не зависит от зарядовой комбинации пары. На рис. 4 приведены сравнительные данные для  $\pi^+\pi^-$  частиц с фоном, полученным "перепутыванием" частиц из реальных событий. Видно, что фоновое распределение имеет меньшую плотность пар частиц в области малых значений  $q_0, q_T^2$ , и отношение числа  $\pi^+\pi^-$  пар к фону несколько возрастает. На этом же рисунке приведены сравнительные данные экспериментального распределения  $\pi^+\pi^-$  пар с расчетом по мультипериферической модели с кластерами, тождественность частиц в которой не учитывалась<sup>5/</sup>. Сравнение показывает, что поведение отношения  $\pi^+\pi^-$  пар к расчетному в пределах ошибок одинаково с экспериментальным отношением к  $\pi^+\pi^+$  парам.

Чтобы проверить процедуру "перепутывания" следов частиц из разных взаимодействий, было построено фоновое распределение из генерированных по модели событий. Оказалось, что полученный таким образом фон имеет заниженную плотность частиц в окрестности малых значений переменных  $q_0, q_T^2$ .

Таким образом, проведенный анализ показывает, что предсказываемый эффект интерференции тождественных частиц в двумерных импульсно-энергетических распределениях выражается слабо и для его экспериментально-

го исследования требуются прецизионные измерения большого статистического материала.

В связи с этим особенности азимутальных корреляций, отмеченные выше, вряд ли могут полностью обуславливаться эффектом тождественности частиц.

### §3. Азимутальные корреляции и рождение $\rho^0$ -мезонов

В недавних работах /7,8/ подчеркивалось, что существенная часть регистрируемых пионов является продуктом распада короткоживущих резонансов, образовавшихся при столкновениях частиц высокой энергии. При этом главным источником видимых пионов являются, по-видимому,  $\rho^0$ -мезоны. Инклюзивное сечение образования  $\rho^0$ -мезонов в  $\pi^-p$ -взаимодействиях при высоких энергиях по разным оценкам составляют 20-30% от инклюзивного сечения  $\pi^+$ -мезонов /8/. Известно также, что образование  $\rho^0$ -мезонов происходит преимущественно в центральной области.

Были предприняты попытки обнаружить  $\rho^0$ -мезоны с помощью двухчастичных корреляций частиц в  $\pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40 \text{ ГэВ/с}$ . Наиболее приемлемой для этой цели может быть зависимость коэффициента асимметрии /1/ от эффективной массы пары частиц.

Действительно, эффективная масса  $M_{12}$  двух пионов

$$M_{12}^2 = 2m_\pi^2 + 2m_{T1}m_{T2} \text{ch}(\Delta y) - 2(\vec{p}_{T1} \vec{p}_{T2}),$$

/4/

$$m_{Ti} = \sqrt{m_\pi^2 + \vec{p}_{Ti}^2}, \quad i = 1, 2$$

при разности быстрот  $\Delta y \approx 0$  определяется значениями поперечных импульсов  $p_{T1}, p_{T2}$  и углом  $\phi$  между ними. Если предположить, что в системе центра масс вместе с другими  $\pi^+, \pi^-$ -мезонами рождается объект с некоторой

массой  $M_x$ , импульсом  $p_x \approx 0$  /в центральной области/ и распадается на два заряженных пиона /т.е.  $p_{T1} \approx p_{T2}$ ,  $\phi \approx \pi$ /, то коэффициент асимметрии  $B$  для массы  $M_x$  должен иметь значение большее, чем если бы такого источника  $M_x$  не существовало. Таким образом, в определенной части фазового пространства, а именно - при  $\Delta y \approx 0$ ,  $\Delta p_T = |p_{T1}| - |p_{T2}| \approx 0$  представляет интерес проследить зависимость  $B$  от  $M_{12}$ .

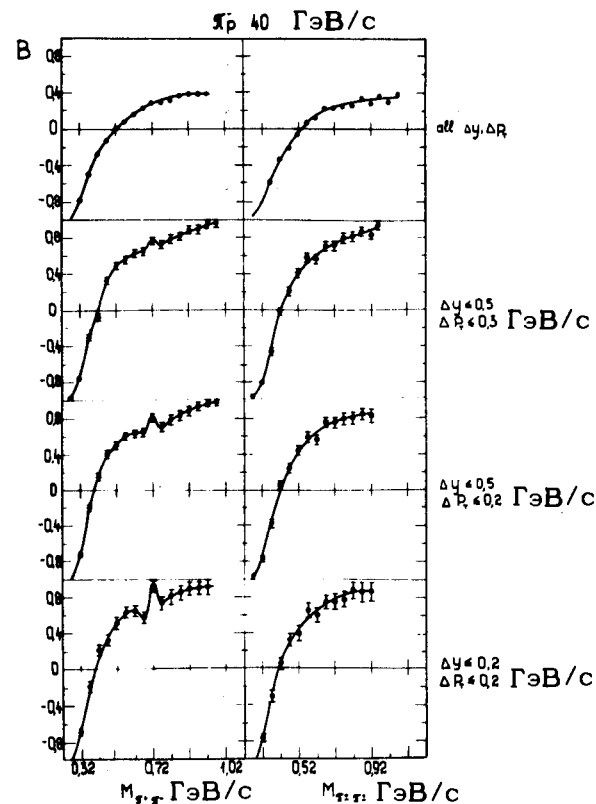


Рис. 5. Зависимость коэффициента азимутальной асимметрии  $B$  от эффективной массы  $\pi^+\pi^-$  и  $\pi^\pm\pi^\pm$ -пар частиц при разных ограничениях по  $\Delta y$  и разности поперечных импульсов  $\Delta p_T = |p_{T1}| - |p_{T2}|$ .

На рис. 5 приведены экспериментальные значения коэффициента  $B$  в зависимости от эффективной массы  $\pi^+ \pi^-$  и  $\pi^\pm \pi^\pm$ -пар пионов при разных значениях  $\Delta y$  и  $\Delta p_T$  для  $\pi^- p$ -взаимодействий при  $p = 40 \text{ ГэВ/с}$ . Видно, что в искомой области фазового пространства появляется сигнал в интервале массы  $\rho^0$ -мезона для  $\pi^+ \pi^-$ -пар. Наиболее характерная структура зависимости  $B$  от  $M_{12}$ ,

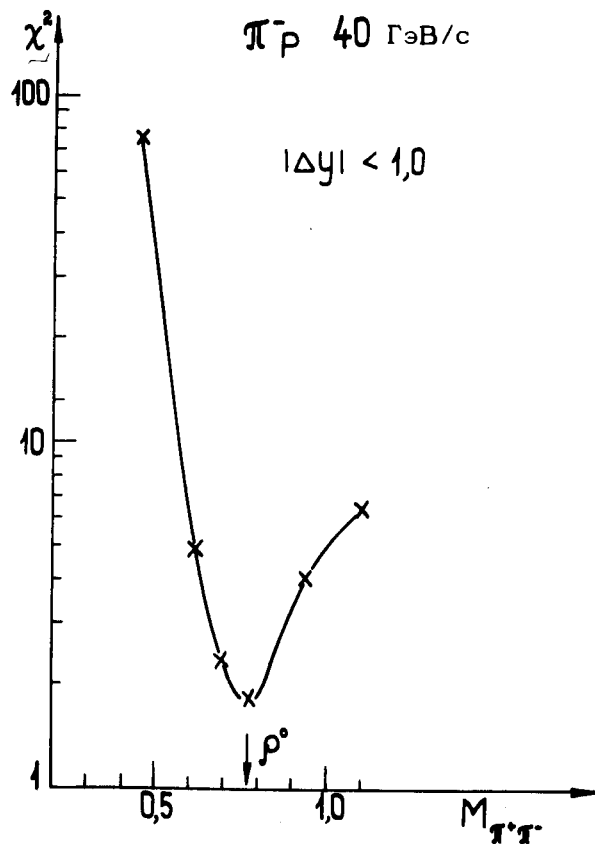


Рис. 6.  $\chi^2$ -распределение в зависимости от интервалов эффективных масс  $M_{i \pm 80 \text{ МэВ}}$ , исключаемых из распределения  $dN/d\phi_{+-}$ :  $\chi^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1} \frac{1}{\sigma_i^2} [dN/d\phi_{i+-} - dN/d\phi_{i\pm\pm}]^2$ .

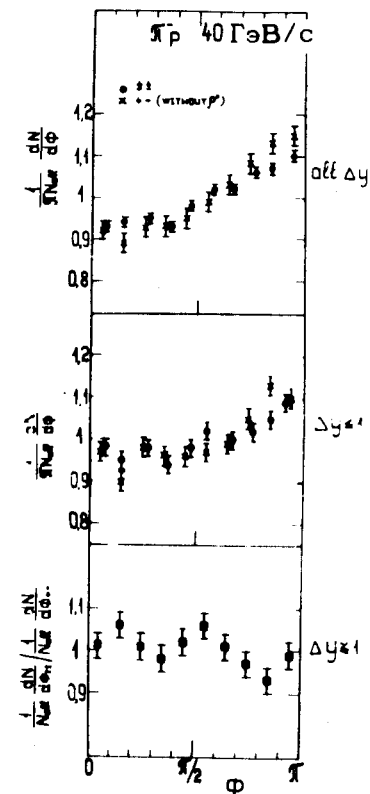


Рис. 7. То же, что и на рис. 1. Для  $\pi^+ \pi^-$ -распределения не учитывались пары из интервала масс  $M_{\pm} = M_{\rho} \pm 80 \text{ МэВ}$ .

обнаруживающая присутствие источника в интервале массы  $\rho^0$ -мезона, проявляется при значениях  $\Delta y \leq 0,2$ ,  $\Delta p_T \leq 0,2 \text{ ГэВ/с}$  и  $\Delta M = 50 \text{ МэВ}$  или  $\Delta M = 80 \text{ МэВ}$ . Для  $\pi^\pm \pi^\pm$ -частиц сигнала не наблюдается ни при каких значениях  $\Delta y$ ,  $\Delta p_T$ ,  $\Delta M$ .

Таким образом, с помощью корреляционного параметра  $B$  можно изучать образование резонансных состояний во взаимодействиях частиц при высоких энергиях.

Естественно, возникает вопрос: как влияют резонансы на распределения вторичных частиц и не обусловлены



ли особенности азимутальных корреляций заряженных пионов  $\rho^0$ -мезонами? Для этого был проделан следующий анализ.

1. В распределениях  $\pi^+\pi^-$ -пар частиц по углу  $\phi$  не учитывались комбинации, эффективная масса которых находилась в интервале  $M_i \pm \Delta M$ . Полученное распределение сравнивалось по  $\chi^2$ -критерию с распределением для  $\pi^+\pi^\pm$ -частиц, в котором учитывались все комбинации. На рис. 6 приведены значения  $\chi^2$ , полученные для разных  $M_i$  при условии  $\Delta y \leq 1 / \Delta M = 80 \text{ МэВ}$ . На рис. 7 приводится сравнение  $dN/d\phi$ -распределений, в которых  $\pi^+\pi^-$ -пары из области  $M_{\pi^+\pi^-} = M_{\rho^0} \pm 80 \text{ МэВ}$  не учитывались /  $M_{\rho^0} = 770 \text{ МэВ}$ .

Из приведенных данных следует, что минимум  $\chi^2$ -кривой и наибольшее согласие в поведении тождественных и нетождественных по заряду пар пионов достигается в случае удаления из рассмотрения источника с массой  $\rho^0$ -мезона /преимущественно из центральной области  $\Delta y \leq 1$  /.

2. Аналогично, при определении значения коэффициента  $B$  для  $\pi^+\pi^-$ -пар не учитывались комбинации, эффективная масса которых находилась в интервале  $(M_i \pm \Delta M)$ . Для области быстрот  $\Delta y \leq 1$  численные значения параметра  $B$  для  $\pi^+\pi^-$  и  $\pi^\pm\pi^\pm$ -пар удовлетворяют соотношению:

$$B_{\pi^+\pi^-} \sim 2B_{\pi^\pm\pi^\pm} = 0,11 \pm 0,01.$$

Изменение значения параметра  $B_{\pi^+\pi^-}$  в указанной области быстрот в зависимости от выбранных интервалов масс  $M_i$  приведено на рис. 8. Видно, что численные значения параметра  $B$  для  $\pi^+\pi^-$  и  $\pi^\pm\pi^\pm$ -пар совпадают в случае удаления источника с массой  $\rho^0$ -мезона.

Наконец, на рис. 9 зависимость коэффициента  $B$  от разности быстрот  $\Delta y$  с удаленными из интервала масс  $M_{\rho^0} \pm 80 \text{ МэВ}$   $\pi^+\pi^-$ -комбинациями сравнивается с зависимостью для тождественных по заряду пар частиц. Как и следовало ожидать, в области  $\Delta y \leq 1$  зависимость  $B$  от  $\Delta y$  для  $\pi^+\pi^-$  и  $\pi^\pm\pi^\pm$ -пар одинакова. При больших значениях разности быстрот  $\Delta y$  значения параметра  $B$  возрастают для  $\pi^+\pi^-$ -частиц по сравнению со значе-

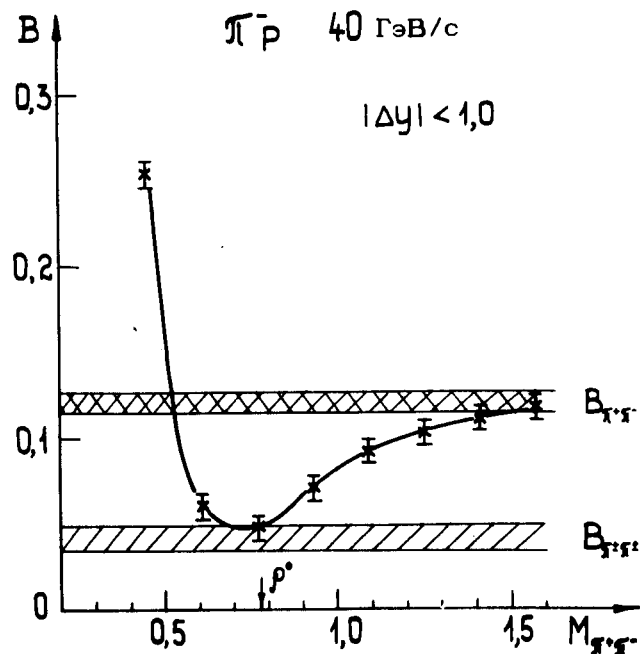


Рис. 8. Зависимость коэффициента асимметрии  $B$  от интервалов эффективных масс  $M_i \pm 80 \text{ МэВ}$ , не учитываемых при определении значения  $B$  для  $\pi^+\pi^-$ -частиц в области  $\Delta y \leq 1$ . Значения  $B_{\pi^+\pi^-}$  и  $B_{\pi^\pm\pi^\pm}$  с коридором ошибок при  $|\Delta y| \leq 1,0$  обозначены сплошными линиями.

ниями  $B$  для  $\pi^\pm\pi^\pm$ -пар /рис. 9/ и по сравнению с  $B$  для  $\pi^+\pi^-$  без выбрасывания источника /рис. 2/. Такой рост обуславливается, как это нетрудно видеть, в основном кинематикой. Действительно, с увеличением  $\Delta y$  растет  $M_{12}$  /см. /4// и при удалении  $\pi\pi$ -пар из фиксированной области  $M_i \pm \Delta M$  увеличивается доля пар с углом  $\phi < \pi/2$ , что и приводит к росту значения  $B$ .

#### §4. Заключение

Проведенный анализ экспериментальных данных по двухчастичным корреляциям частиц в  $\pi^-p$ -взаимодей-

$\pi^- p$  40 ГэВ/с

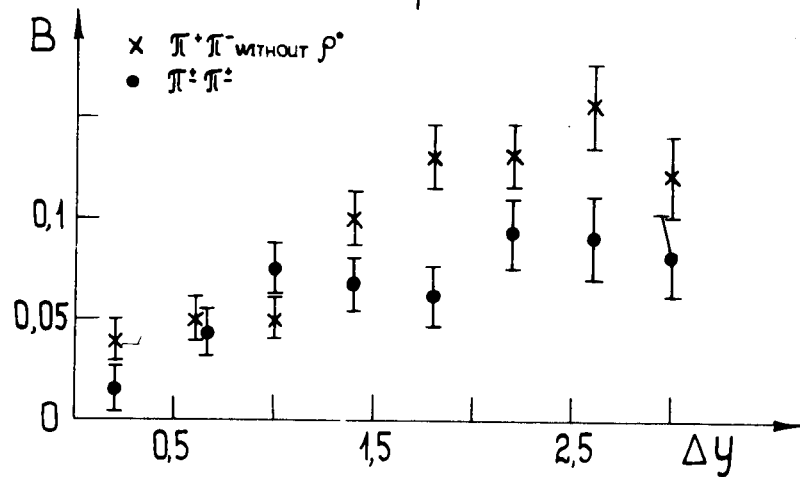


Рис. 9. То же, что на рис. 2. Для  $\pi^+\pi^-$ -частиц не учитывались пары из интервала масс  $M_{\pm} = M_{\rho^{\pm}} \pm 80$  МэВ.

ствиях при  $p = 40$  ГэВ/с позволяет сделать следующие выводы.

1. Несмотря на то, что в процессах множественного рождения с ростом числа частиц растет и число фоновых комбинаций, затрудняющих выделение и изучение резонансных состояний, имеются дополнительные возможности их изучения с помощью корреляционных параметров. В частности, показано, что для объектов, покоящихся в системе центра масс или движущихся вдоль оси реакции и распадающихся на две регистрируемые частицы, возможным средством наблюдения таких объектов является зависимость коэффициента азимутальной асимметрии  $B$  от  $M_{12}$  при  $\Delta y \approx 0$  и  $\Delta p_T \approx 0$ .

2. Основные особенности азимутальных корреляций, обнаруженных во взаимодействиях частиц при высоких энергиях, обуславливаются главным образом рождением и последующим распадом  $\rho^0$ -мезонов:  $\rho^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ .

3. Эффект интерференции тождественных частиц в импульсно-энергетических распределениях выражается слабо и для его экспериментального исследования требуются прецизионные измерения большого статистического материала.

В заключение авторы выражают благодарность Е.М.Левину, М.И.Подгорецкому, Г.И.Копылову за полезные обсуждения и критические замечания, а также коллективу лаборантов за помощь в обработке экспериментального материала.

#### Литература

1. Н.Ангелов и др. Двухчастичные корреляции в инклюзивных и полунклюзивных пион-нуклонных реакциях при  $p = 40$  ГэВ/с. ЯФ, 22, 122 /1975/.
2. Г.Ранфт, Й.Ранфт, М.Сабэу, А.Н.Соломин, Н.Г.Фадеев. ЯФ, 22, 822 /1975/.
3. Г.И.Копылов, М.И.Подгорецкий. Международный семинар по глубоконеупругим и множественным процессам при высоких энергиях. ОИЯИ, Д1,2-7411, 483, Дубна, 1973.
4. А.У.Абдурахимов и др. ОИЯИ. 1-6967, Дубна, 1973; Нгуен Дин Ты и др. ОИЯИ, 13-5942, Дубна, 1971.
5. Е.И.Волков, Т.И.Канарек. ОИЯИ, 11-8035, Дубна, 1974.
6. В.Г.Гришин. IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. ОИЯИ, Д1,2-9224, Дубна, 1975.
7. F.C.Winkelman. Review Talk at the IV Int. Conf. On Experimental Meson Spectroscopy (1974).
8. Н.Ангелов и др. ОИЯИ, 1-9536, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел  
20 октября 1976 года.