

6928 346.46

Экз. 111 346

A-139

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



6928 889/1-73

У.З.  
P1 - 6928

Абдурахимов, А.У. и др.

ОБРАЗОВАНИЕ ГАММА-КВАНТОВ  
В  $\pi^-N$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 40 ГЭВ/С

**1973**

**ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ**

P1 - 6928

ОБРАЗОВАНИЕ ГАММА-КВАНТОВ  
В  $\pi^- N$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 40 ГЭВ/С

Будапешт - Бухарест - Варшава - Дубна  
- Краков - Серпухов - София - Ташкент  
- Тбилиси - Улан-Батор - Ханой

(Совместная работа)\*

*Направлено в ЯФ*

\* См. на обороте

СОЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
БИБЛИОТЕКА

А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, К.П.Вишневецкая,<sup>1</sup> В.Г.Гришин, С.Н.Елисеев,  
И.А.Ивановская, Ш.В.Иногамов, Т.Канарек, Е.Н.Кладническая, Дж.М.Кохли,<sup>2</sup>  
В.Б.Любимов, Н.Н.Мельникова, В.М.Попова,<sup>1</sup> М.Сабзу, М.И.Соловьев,  
Л.Н.Смирнова,<sup>1</sup> Х.Я.Супичаков, Ю.В.Тевзадзе, Н.Г.Фадеев, Л.М.Щеглова,<sup>1</sup> Г.Янчо,  
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна.

Т.Гемеш, Л.Йеник, Д.Киш, Ш.Красновски, Д.Пинтер, М.Пош, Ф.Телбис,  
Центральный институт физических исследований, Будапешт.

О.Балеа, В.Болдеа, Т.Понта, С.Фелеа,  
Институт атомной физики, Бухарест.

М.Бардадин-Отвиновска, А.Бичел, В.Вуйдик, Я.Гаевски, М.Гурски, Р.Гокиели,  
Е.Петровска, С.Отвиновски, Р.Сосновски,  
Институт ядерных исследований и Институт физики Варшавского  
университета, Варшава.

Л.А.Анѐла, Е.Бартке, В.Зелински, А.Квятковска, С.Ковальчук, К.Эскрейс,  
Институт ядерной физики и Институт ядерной техники, Краков.

В.В.Аммосов, Ю.А.Белокопытов, Л.Н.Гердюков, А.А.Иванилов, Е.П.Кузнецов,  
С.Н.Паршикура, А.Г.Хворостянов,  
Институт физики высоких энергий, Серпухов.

Н.О.Ахабабян, Н.П.Иков, П.П.Керачев, П.К.Марков, В.Н.Пенев, Х.И.Семерджиев,  
Р.К.Траянов, А.И.Шкловская,  
Физический институт и Машино-энергетический институт,  
София.

А.Бояджиев, П.Димитров,  
Институт строительной кибернетики, София.

К.Н.Абдуллаева, М.Азимова, С.А.Азимов, К.Ф.Игамбердиев, С.Л.Лутфуллаев,  
Х.А.Ризаев, Е.И.Трунова, Т.М.Усманов, А.А.Юлдашев, Б.С.Юлдашев,  
Физико-технический институт АН УзССР, Ташкент.

Л.Н.Абесалашвили, Н.С.Амаглобели, Д.В.Герсамия, М.А.Дасаева,  
И.Ш.Мирианашвили, Р.Г.Салуквадзе, И.И.Тулиани, М.С.Чаргейшвили, Л.В.Чхаидзе,  
Тбилисский государственный университет, Тбилиси.

У.Баатар, Д.Тувендорж, Б.Чадраа,  
Институт физики и математики МАН, Улан-Батор.

Нгуен Дин Ты  
Ханойский университет, Ханой.

<sup>1</sup> Физический факультет Московского государственного университета.

<sup>2</sup> Физический факультет Пенджабского университета, Чандигар, Индия.

В настоящей работе приводятся результаты по средней множественности  $\pi^0$ -мезонов в  $\pi^-p$ -,  $\pi^-p$ -и  $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при  $p = 40$  Гэв/с. Статистика событий увеличена более чем в два раза по сравнению с работами, указанными в ссылке <sup>1/1/</sup>.

Представлены также некоторые характеристики исключивных спектров для реакций:

$$\pi^- p \rightarrow \gamma + \dots, \quad /1/$$

$$\pi^- p \rightarrow \gamma + \dots \quad /2/$$

Данные по средней множественности вторичных заряженных частиц опубликованы в работах <sup>2,3/</sup>, а их анализ с помощью некоторых моделей и эмпирических формул - в работах <sup>1,4/</sup>.

### §1. Обработка событий с $\gamma$ -квантами

В работе использованы фотографии, полученные при облучении 2-метровой пропановой пузырьковой камеры в пучке  $\pi^-$ -мезонов с импульсом 40 Гэв/с серпуховского ускорителя.

Просмотр снимков проводился на больших просмотрных столах БПС-1 <sup>1/5/</sup> и БПС-2 <sup>1/6/</sup>. При просмотре отмечались все взаимодействия в выбранной эффективной области, вызванные первичными  $\pi^-$ -мезонами и связанные с ними  $V^0$ -частицы и  $\gamma$ -кванты\*. Эффективность двойного просмотра оказалась равной 99,9% для нахождения звезд и 99,0% для нахождения  $V^0$ -частиц и  $\gamma$ -квантов. Для контроля правильности определения типа и топологии события был проведен третий просмотр

\*  $V^0$ -частицы регистрировались по заряженным продуктам распада,  $\gamma$ -кванты - по  $e^+e^-$  парам от конверсии.

с участием физиков. В результате просмотра  $\approx 45\ 000$  снимков было найдено 9144 взаимодействия и 11844  $\gamma$ -кванта.

После обсчета результатов измерений по геометрическим и кинематическим программам 82%  $\gamma$ -квантов имели  $\chi^2$ -вероятность  $> 1\%$  и координаты точек конверсии в эффективной области, 5%  $\gamma$ -квантов оказались вне эффективной области, а 13% имели  $\chi^2$ -вероятность менее 1% для трех степеней свободы. Это, в основном,  $\gamma$ -кванты, связанные со вторичными взаимодействиями. Все они исключены из дальнейшего рассмотрения. Для 5%  $\gamma$ -квантов следы  $e^+$  и  $e^-$  не могли быть измерены из-за наложения следов или отсутствия четкой картины на двух проекциях из трех. Неизмеримые  $\gamma$ -кванты были включены в статистику пропорционально измеримым. Кинематический анализ неразделенных  $\Lambda$ - или  $\gamma$ -квант;  $K^0$  или  $\gamma$ -квант;  $\Lambda$ -( $K^0$ )или  $\gamma$ -квант/событий показал, что примесь  $\Lambda$ - и  $K^0$ -частиц среди  $\gamma$ -квантов мала,  $\leq 0,3\%$ , и в дальнейшем мы ею пренебрегли.

Из числа  $\gamma$ -квантов, оставшихся в эффективной области и удовлетворяющих условию  $\chi^2$ -вероятности  $> 1\%$ , исключены тормозные  $\gamma$ -кванты. Из двух  $\gamma$ -квантов, принадлежащих к одной звезде и удовлетворяющих условиям:

1/ эффективная масса  $M_{\gamma_1\gamma_2} \leq 30$  Мэв\*;

2/ угол между ними в лабораторной системе  $\theta_{\gamma_1\gamma_2} \leq 0,025$  рад\*, тормозным считался  $\gamma$ -квант с меньшей энергией, расположенный дальше от звезды. Всего тормозных  $\gamma$ -квантов оказалось  $\approx 3\%$ . Количество  $\pi^-p$ ,  $\pi^-n$  и  $\pi^-C$ -взаимодействий и связанных с ними  $\gamma$ -квантов, удовлетворяющих критериям отбора, приведено в таблице 1. Для каждого  $\gamma$ -кванта определялся "вес"  $W_1$  как величина, обратная вероятности его регистрации. Средний вес  $\langle W_1 \rangle$  вычислялся по формуле

$$\langle W_1 \rangle = \frac{\sum_{i=1}^{N_\gamma} [1 - \exp(-L_{in} \mu(P_\gamma))]^{-1}}{N_\gamma}$$

где  $L_n$  - потенциальная длина в эффективном объеме в радиационных единицах,  $\mu(P_\gamma)$  - коэффициент, учитывающий зависимость вероятности образования ( $e^+e^-$ ) пары на радиационной длине от импульса  $\gamma$ -кванта,  $N_\gamma$  - число зарегистрированных  $\gamma$ -квантов. Значения  $\langle W_1 \rangle$  для всех типов взаимодействий даны в таблице 1. Средние "веса"  $\gamma$ -квантов  $\langle W_1 \rangle_{\pm}$  для звезд с различным числом заряженных частиц ( $n_{\pm}$ ) практически не

\* Эти критерии получены из анализа методических распределений для  $\gamma$ -квантов.

зависят от  $n_{\pm}$  в звезде /см. таблицы III, IV/. Это обусловлено тем, что  $\gamma$ -кванты вылетают, в основном, под малыми углами к направлению первичного  $\pi^-$ -мезона /рис. 1/.

Анализ распределений  $\gamma$ -квантов с учетом "весов"  $W_1$  по расстояниям от вершины звезды до точки конверсии показал, что имеют место потери  $\gamma$ -квантов, конвертировавшихся вблизи звезд /до 3см/. Поправка составляет  $\pm 1\%$  в зависимости от типа взаимодействия. Кроме того, число  $\gamma$ -квантов с учетом  $W_1$  было поправлено на асимметрию, наблюдавшуюся по азимутальному углу в направлении ко дну камеры. Эта поправка составляет от 6 до 12% для разных типов событий. В итоге мы получили полные средние "веса" для зарегистрированных  $\gamma$ -квантов  $\langle W_2 \rangle$ , приведенные в таблицах I, III, IV. Полный средний "вес"  $\langle W_2 \rangle$  связан с  $\langle W_1 \rangle$  соотношением

$$\langle W_2 \rangle = \langle W_1 \rangle \cdot K,$$

где  $K$  учитывает указанные выше поправки. Зависимость  $\langle W_2 \rangle_{\pm}$  от  $n_{\pm}$  показана на рис. 2. Сумма всех величин  $W_2$  равна полному числу  $\gamma$ -квантов, испущенных из наблюдавшихся взаимодействий.

## §2. Среднее число $\pi^0$ -мезонов, образованных в $\pi^-p$ , $\pi^-n$ и $\pi^-C$ -взаимодействиях\*

Среднее число  $\pi^0$ -мезонов  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  для разных типов взаимодействий приведено в таблице II\*\*. Для  $\pi^-p$ - и  $\pi^-n$ -взаимодействий  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  совпадают и составляют  $\approx 0,5$  от среднего числа заряженных  $\pi$ -мезонов, если коэффициент перезарядки протона в нейтрон равен 0,36<sup>77</sup>. Аналогичные результаты были получены для  $\pi^-p$ -взаимодействий при меньших энергиях и  $pp$ -взаимодействий в интервале 12-1500 Гэв/с.

Данные по среднему числу  $\pi^0$ -мезонов в  $\pi^-p$  и  $\pi^-n$  соударениях с разной множественностью заряженных частиц при-

\*Здесь и далее предполагается, что единственными источниками  $\gamma$ -квантов являются распады  $\pi^0$ -мезонов. По нашим оценкам, доля  $\gamma$ -квантов от распада  $\Sigma^0$ -гиперонов и  $\eta$ -мезонов составляет  $\leq 0,5\%$ .

\*\* При определении ошибок в  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  учитывались флуктуации в числе  $\gamma$ -квантов и в числе взаимодействий.

ведены в таблицах III и IV. Видно, что имеет место рост  $\langle n_{\pi^0} \rangle_{\pm}$  с увеличением числа заряженных частиц в звезде, т.е. наблюдается корреляция в испускании нейтральных и заряженных пионов /см. рис. 3/ <sup>11/</sup>. Подобные указания получены также для  $\pi^-p$  - взаимодействий при 25 Гэв/с <sup>18/</sup>. В  $pp$ -соударениях увеличение  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  с ростом  $n_{\pm}$  наблюдалось при 205 Гэв/с <sup>9/</sup> и энергиях  $ISR$  <sup>10/</sup>, при меньших энергиях этого эффекта не наблюдалось <sup>12,3 Гэв/с</sup> <sup>11/</sup>, <sup>19,0 Гэв/с</sup> <sup>12/</sup>. Следует отметить, что в настоящее время не существует совместного количественного описания данных по топологическим сечениям и зависимости  $\langle n_{\pi^0} \rangle_{\pm} = f(n_{\pm})$  для  $\pi^-p$  и  $\pi^-n$  взаимодействий в рамках какой-либо физической модели <sup>11/</sup> \*. Зависимость  $\langle n_{\pi^0} \rangle_{\pm} = f(n_{\pm})$  является критичной для некоторых моделей мультипериферического типа <sup>13/</sup>.

На рис. 4 дается сравнение имеющихся данных по  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  при различных значениях квадрата полной энергии в с.ц.и. для неупругих  $\pi^-p$  и  $pp$ -взаимодействий <sup>8,9,12,14/</sup>. Значение  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  при  $p=40$  Гэв/с для  $\pi^-p$  взаимодействий не противоречит логарифмическому росту  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  с энергией, полученному для  $pp$ -взаимодействий <sup>9,16/</sup>.

В таблице V приведены значения  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  для  $\pi^-C$  взаимодействий в зависимости от числа медленных протонов  $160 \leq p \leq 550$  Мэв/с <sup>\*\*</sup>. Как и среднее число вторичных заряженных частиц <sup>2/</sup>,  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  не зависит от числа медленных протонов для событий, где исключены взаимодействия  $\pi^-$ -мезонов с квазисвободными нуклонами ядер углерода. Зависимость  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  от числа вторичных частиц /без протонов с  $160 \leq p \leq 550$  Мэв/с/ для  $\pi^-C$  взаимодействий с разным числом медленных протонов показана в таблице VI. Видно, что корреляция между образованием  $\pi^0$ -мезонов и заряженных частиц имеет место и в  $\pi^-C$  взаимодействиях. Вычисленное по каскадной модели среднее число  $\pi^0$ -мезонов оказалось на единицу выше экспериментального значения  $\langle n_{\pi^0} \rangle_{\pi^-C} = 3,64 \pm 0,03$ ,  $\langle n_{\pi^0} \rangle_{\pi^-C} = 2,68 \pm 0,05$ .

Аналогичный результат был получен для среднего числа релятивистских заряженных частиц <sup>11/</sup>.

\* В рамках модели, предложенной в работе <sup>7/</sup>, получается линейная зависимость  $\langle n_{\pi^0} \rangle$  от  $n_{\pm}$ .

\*\* Для этого интервала импульсов имеет место  $\approx 100$ -процентная эффективность выделения протонов.

### §3. Одночастичные характеристики инклюзивных спектров $\gamma$ -квантов

В таблице VII приведены средние импульсные и угловые характеристики для  $\gamma$ -квантов, образованных в  $\pi^-p$ ,  $\pi^-n$  и  $\pi^-C$ -взаимодействиях /для лабораторной системы и с.ц.и./ . Средняя точность измерения импульсов  $\gamma$ -квантов равна  $12,4 \pm 0,1\%$ , а углов -  $3,45 \pm 0,03$  мрад. Средние характеристики  $\gamma$ -квантов одинаковы для  $\pi^-p$ - и  $\pi^-n$ -взаимодействий, т.е. заряд нуклона не играет существенной роли в образовании  $\pi^0$ -мезонов. Средние значения импульсов в  $\pi^-C$ -взаимодействиях несколько ниже, чем для  $\pi^-p$ - и  $\pi^-n$ -столкновений, что связано с наличием вторичных взаимодействий внутри ядра. Если воспользоваться соотношениями:

$$\langle P_{||} \rangle_{\pi^0} = 2 \langle P_{||} \rangle_{\gamma} \quad \text{и} \quad \langle P_{\pi^0} \rangle = 2 \langle P_{\gamma} \rangle, \quad /15/$$

которые справедливы как в лабораторной системе, так и в с.ц.и., то можно получить также средние характеристики  $\pi^0$ -мезонов. Например,

$$\langle P_{\pi^0}^* \rangle = 0,660 \pm 0,026 \text{ Гэв/с}$$

$$\langle P_{||} \rangle_{\pi^0} = 0,030 \pm 0,024 \text{ Гэв/с.}$$

Отметим, что в  $pp$ -соударениях в интервале энергий 24-1500 Гэв средний поперечный импульс  $\gamma$ -квантов не меняется и составляет  $\langle P_{\perp} \rangle_{\gamma} = 0,160 \pm 0,010$  Гэв/с при  $\theta^* = 90^\circ$  <sup>16/</sup>. Средний поперечный импульс для всех углов вылета  $\gamma$ -квантов в  $pp$ -соударениях при 205 Гэв/с составляет  $0,20 \pm 0,02$  Гэв/с <sup>9/</sup>.

Рассмотрим некоторые одночастичные распределения инклюзивных реакций <sup>1/</sup> и <sup>2/</sup>. На рис. 5 показано распределение

инвариантных поперечных сечений  $\frac{1}{\sigma_{in}} \cdot \frac{d\sigma}{dy^*}$  в зависимости от быстроты  $y^*$  в с.ц.и. Из рисунка видно, что в области  $-1 \leq y^* \leq 1$  величина поперечного сечения в пределах ошибок не зависит от  $y^*$ . Абсолютная величина сечений при  $y^* = 0$  для  $\pi^-p$ -соударений при  $p=40$  Гэв/с совпадает с соответствующим сечением для  $pp$ -взаимодействий при  $E_p =$

=500-1500 ГэВ в пределах ошибок. Аналогичные результаты получаются и для  $\pi^-p$ -взаимодействий.

Авторы работы /16/ аппроксимировали свои данные по реакции  $pp \rightarrow \gamma + \dots$  скейлинговой функцией:

$$f(P_{\perp}, X) = P_{\gamma} \cdot \frac{d\sigma}{d^3P_{\gamma}} = \frac{A}{P_{\perp}} e^{-\frac{P_{\perp}}{P_0}} e^{-\frac{|X|}{X_0}}, \quad /3/$$

где  $A = 1,48 / \text{ГэВ}^{-1}$ ,  $P_0 = 0,162 \text{ ГэВ}$  и  $X_0 = 0,083$ .

Отсюда можно получить:

$$\frac{1}{\sigma_{in}} \cdot \frac{d\sigma}{d\Omega} = A \left( \frac{1}{P_0} \sin^2\theta^* + \frac{2}{X_0 \sqrt{S}} \sin\theta^* / \cos\theta^* \right), \quad /4/$$

На рис. 6 приведено нормированное сечение  $\frac{d\sigma}{d\Omega}$  для  $\pi^-p$ -взаимодействий при  $p = 40 \text{ ГэВ/с}$  и для данных ISR /16/. Пунктирная и сплошная кривые - расчеты по формуле /4/.

В таблице VIII приведены значения величины  $\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{d\Omega} |_{90^\circ}$  для  $pp$ -взаимодействий в интервале энергий 24-1500 ГэВ и для  $\pi^-p$ -взаимодействий при 40 ГэВ. В пределах ошибок данные при  $E_p = 500-1500 \text{ ГэВ}$  и  $P_{\pi^-} = 40 \text{ ГэВ/с}$  совпадают. Таким образом, можно сделать следующие выводы. В центральной области ( $-1 \leq y^* \leq 1$ ) мы наблюдаем плато в распределении инвариантного сечения  $\gamma$ -квантов, которое по абсолютной величине совпадает с данными ISR.

Поскольку  $\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dy^*}$  для  $\gamma$ -квантов достигает своего предельного значения в обл.  $y^* = 0$  для  $pp$ -взаимодействий в интервале энергий 500-1500 ГэВ /16/, то совпадение с этим предельным значением  $\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dy^*}$  в области  $y^* = 0$  для  $\gamma$ -квантов в  $\pi^-p$ -взаимодействиях говорит о достижении пре-

дельного значения для  $\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dy^*}$  и в  $\pi^-p$  взаимодействиях при 40 ГэВ/с\*.

Распределение сечений  $E^* \frac{d\sigma}{dp_{\perp}^2}$  в зависимости от  $p_{\perp}^2$

показано на рис. 7. Плавная кривая на этом рисунке - результат подгонки экспериментальных точек, относящихся к  $\pi^-p$ -взаимодействиям, функций вида:

$$\phi(p_{\perp}^2) = A e^{-B p_{\perp}^2} + C e^{-D p_{\perp}^2}.$$

Причем оказалось, что

$$A = /24,4 \pm 2,6/ \text{ ГэВ}^{-1}$$

$$B = /47,8 \pm 9,6/ \text{ ГэВ}^{-2}$$

$$C = /7,7 \pm 2,3/ \text{ ГэВ}^{-1}$$

$$D = /9,2 \pm 1,9/ \text{ ГэВ}^{-2}$$

при  $\chi^2 = 11,8$  для 19 точек.

Для сравнения приведены данные для  $pp$ -взаимодействий при энергии 205 ГэВ.

#### Литература

1. Будапешт - Бухарест - Варшава - Дубна - Краков - Серпухов - София - Ташкент - Тбилиси - Улан-Батор - Ханой сотрудничество. Препринт ОИЯИ P1-6491, Дубна, 1972. ЯФ, 16, 989, 1972. ИЯИ, Варшава. Report "P" No. 1411/VI/, рН, 1972.
2. Будапешт - Бухарест - Варшава - Дубна - Краков - Серпухов - София - Ташкент - Тбилиси - Улан-Батор - Ханой сотрудничество. Препринт ОИЯИ P1-6277, Дубна, 1972. Phys.Lett., 39B, 571 (1972).
3. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, В.А.Беляков и др. Сообщения ОИЯИ, P1-6326, Дубна, 1972.

\* В предположении независимости абсолютных значений

$\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dy^*}$  при  $y^* = 0$  от сорта сталкивающихся частиц.

4. Будапешт - Бухарест - Варшава - Дубна - Краков - Серпухов - София - Ташкент - Тбилиси - Улан-Батор - Ханой  
сопрудничество. "Investigation of inclusive processes with  $\gamma$ -quanta and neutral strange particles in  $\pi^-N$  interactions at  $P=40$  GeV/c".  
Доклад, представленный на XVI Международную конференцию по физике высоких энергий, сентябрь, 1972 г. /США, Бававия/.
5. В.Я.Алмазов, А.С.Буров и др. Препринт ОИЯИ 10-4172, Дубна, 1968.
6. В.Я.Алмазов, В.В.Ермолаев и др. Доклады Международного симпозиума по вопросам автоматизации обработки данных с пузырьковых и искровых камер. ДИО-6142, Дубна, 1972.
7. V.G.Grishin, G.Jancso, S.P.Kuleshov et al., Preprint of JINR, E2-6596, 1972.
8. J.W.Elbert, A.R.Erwin, W.D.Walker and J.W.Waters. Nucl.Phys., B19, (1970),85.
9. G.Charlton, Y.Cho, M.Derrick et al., Phys.Rev.Lett., 29, 1759 (1972).
10. G.Flugge, Ch.Gottfried, G.Neuhofer et al., "Observation of Correlations Between Single  $\gamma$ -Rays and Charged Particles Produced in pp Collisions at the ISR" CERN report, Submitted to the XVI Int. Conference on High Energy Physics.
11. T.H.Campbell, G.Charlton, R.Engelmann et al., "The reaction  $pp \rightarrow \gamma + \text{Anything}$  at 12,3 GeV/c". Argonne report, Submitted to the XVI International Conference on High Energy Physics.
12. H.Boggild, E.Dahl-Jensen, K.H.Hansen et al., Nucl.Phys., B27, 285 (1971).
13. E.L.Berger, D.Horn and G.H.Thomas, Preprint ANL/HEP 7240 (1972).
14. В.Б.Любимов. Автореферат диссертации. ОИЯИ, 2109, Дубна, 1965.
15. G.I.Kopylov. Phys.Lett., 41B, 37 (1972).
16. G.Neuhofer, F.Niebergall et al., Phys.Lett., 36B, 438 (1971), 38B, 51 (1972).

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 января 1973 года.

ТАБЛИЦА I

Тип события	Число неупругих событий в эфф.обл.	Число квантов	$\langle W_1 \rangle$	$\langle W_2 \rangle$
$\Pi p$	4372	4305	$4.16 \pm 0.07$	$4.93 \pm 0.08$
$\Pi n$	1694	1561	$4.07 \pm 0.11$	$4.84 \pm 0.13$
$\Pi C^*$	3078	3566	$4.45 \pm 0.08$	$5.12 \pm 0.09$
Все	9144	9432		

\* Без учета взаимодействий на квазисвободных нуклонах.

ТАБЛИЦА II

Среднее число  $\Pi^0$ - мезонов на взаимодействие

Тип взаимодействия	$\langle n_{\pi^0} \rangle$	$\langle n_{\pi^0} \rangle / \langle n_{\pm} \rangle$
$\Pi p$	$2.43 \pm 0.05$	$0.43 \pm 0.01$
$\Pi n$	$2.23 \pm 0.08$	$0.42 \pm 0.01$
$\Pi C$	$2.68 \pm 0.05$	$0.42 \pm 0.01$
$\Pi C^*$	$2.97 \pm 0.07$	$0.39 \pm 0.01$

\* В этой строке приведены данные для  $\pi^-C$ -взаимодействий без учета взаимодействий с квазисвободными нуклонами ядра<sup>1/2</sup>. Для  $\pi^-C$  взаимодействий  $\langle n_{\pm} \rangle$  - среднее число заряженных вторичных частиц за исключением протонов в интервале импульсов 160-550 МэВ/с<sup>2</sup>.

ТАБЛИЦА III

Среднее число  $\Pi^0$  - мезонов в зависимости от числа вторичных заряженных частиц в  $\Pi p$  взаимодействиях.

$n_{\pm}$	Число событий	$N_{\gamma}$	$\langle W_3 \rangle$	$\langle n_{\pi^0} \rangle$
0	27	25.9	$3.98 \pm 0.85$	$1.91 \pm 0.55$
2	631	519.1	$4.62 \pm 0.23$	$1.90 \pm 0.12$
4	1308	1111.6	$4.93 \pm 0.16$	$2.09 \pm 0.09$
6	1164	1169.4	$4.99 \pm 0.16$	$2.51 \pm 0.11$
8	733	833.3	$5.03 \pm 0.19$	$2.86 \pm 0.15$
10	339	395.7	$4.98 \pm 0.28$	$2.91 \pm 0.23$
12	117	171.1	$4.82 \pm 0.40$	$3.52 \pm 0.44$
14	35	48.8	$5.86 \pm 0.87$	$4.09 \pm 0.92$
$\geq 16$	18	30.6	$4.56 \pm 0.88$	$3.88 \pm 1.27$
Все	4372	4305.5	$4.93 \pm 0.08$	$2.43 \pm 0.05$

ТАБЛИЦА IV

Среднее число  $\Pi^0$ -мезонов в зависимости от числа вторичных заряженных частиц в  $\Pi N$  взаимодействиях

$n_{\pm}$	Число событий	$N_p$	$\langle W_2 \rangle$	$\langle n_{\pi^0} \rangle$
I	168	141.9	$4.32 \pm 0.43$	$1.82 \pm 0.23$
3	509	372.9	$4.75 \pm 0.27$	$1.74 \pm 0.13$
5	437	407.4	$4.95 \pm 0.27$	$2.31 \pm 0.17$
7	314	321.2	$4.95 \pm 0.30$	$2.53 \pm 0.21$
9	163	190.6	$4.88 \pm 0.39$	$2.86 \pm 0.32$
II	76	93.3	$4.98 \pm 0.55$	$3.06 \pm 0.49$
$\geq 13$	27	34	$5.03 \pm 1.01$	$3.17 \pm 0.88$
Всего	1694	1561.3	$4.84 \pm 0.14$	$2.23 \pm 0.08$

ТАБЛИЦА V

Среднее число  $\Pi^0$ -мезонов в  $\Pi C$  - взаимодействиях \*

Число протонов	Доля в %	$\langle n_{\pi^0} \rangle$	$\langle n_{\pi^0} \rangle / \langle n_{\pm} \rangle$
0	$26.0 \pm 1.0$	$2.98 \pm 0.17$	$0.38 \pm 0.02$
I	$37.2 \pm 1.2$	$2.78 \pm 0.13$	$0.37 \pm 0.02$
2	$23.3 \pm 0.9$	$3.27 \pm 0.20$	$0.43 \pm 0.03$
$\geq 3$	$13.6 \pm 0.7$	$3.13 \pm 0.24$	$0.41 \pm 0.03$

\* Исключены взаимодействия с квазисвободными нуклонами.

ТАБЛИЦА VI

Среднее число  $\Pi^0$ -мезонов в  $\Pi C$  взаимодействиях в зависимости от числа вторичных заряженных частиц (кроме наблюдаемых протонов)

$N_p^* = 0$		$N_p = 1^*$		$N_p = 2$		$N_p = 3 \div 5$	
$n_{\pm}$	$\langle n_{\pi^0} \rangle$	$n_{\pm}$	$\langle n_{\pi^0} \rangle$	$n_{\pm}$	$\langle n_{\pi^0} \rangle$	$n_{\pm}$	$\langle n_{\pi^0} \rangle$
0)	$2.14 \pm 0.37$	0)	$1.44 \pm 0.18$	0)	$2.32 \pm 0.32$	0)	$2.21 \pm 0.32$
1)		1)		1)		1)	
2)		2)		2)		2)	
3)		3)		3)		3)	
4)	$2.72 \pm 0.18$	4)	$2.24 \pm 0.19$	4)	$2.51 \pm 0.29$	4)	$3.21 \pm 0.41$
5)		5)		5)		5)	
6)	$2.90 \pm 0.23$	6)	$2.65 \pm 0.20$	6)	$3.20 \pm 0.30$	6)	$3.08 \pm 0.29$
7)		7)		7)		7)	
8)	$2.62 \pm 0.24$	8)	$3.34 \pm 0.24$	8)	$3.25 \pm 0.26$	8)	
9)		9)		9)		9)	
10)	$2.86 \pm 0.34$	10)	$3.22 \pm 0.29$	10)	$4.60 \pm 0.39$	10)	$3.71 \pm 0.34$
11)		11)		11)		11)	
12)		12)		12)		12)	
13)	$4.26 \pm 0.34$	13)	$3.62 \pm 0.48$	13)		13)	
14)		14)		14)		14)	
15+22)		15+20)	$3.97 \pm 0.46$	15+20)		15+20)	

\* Исключены взаимодействия на квазисвободных нуклонах ядра.



ТАБЛИЦА УП

Средние характеристики  $\delta$  -квантов, образованных в  $\Pi^0$ ,  $\Pi^+$ ,  $\Pi^-$  и  $\Pi^0$  -соударениях при  $p = 40$  Гэв/с\*.

Тип взаимодействия	$\langle P \rangle$ (Гэв/с)	$\langle P_{  } \rangle$ (Гэв/с)	$\langle P_{\perp}^2 \rangle$ (Гэв/с)	$\langle \theta \rangle$	$\langle \cos \theta \rangle$	$\langle P_{  }^* \rangle$ (Гэв/с)	$\langle P_{\perp}^* \rangle$ (Гэв/с)	$\langle \theta^* \rangle$	$\langle \cos \theta^* \rangle$
$\Pi^0$	1.620 $\pm 0.059$	1.596 $\pm 0.059$	0.179 $\pm 0.007$	0.140 $\pm 0.064$	0.351 $\pm 0.009$	0.878 $\pm 0.006$	0.330 $\pm 0.013$	0.015 $\pm 0.012$	1.490 $\pm 0.018$
$\Pi^+$	1.838 $\pm 0.117$	1.807 $\pm 0.117$	0.164 $\pm 0.006$	0.056 $\pm 0.005$	0.324 $\pm 0.014$	0.836 $\pm 0.009$	0.340 $\pm 0.016$	0.053 $\pm 0.018$	1.399 $\pm 0.030$
$\Pi^-$	1.365 $\pm 0.059$	1.319 $\pm 0.059$	0.183 $\pm 0.005$	0.079 $\pm 0.012$	0.455 $\pm 0.012$	0.810 $\pm 0.008$			

\* Значком \*) обозначена система центра инерции  $\pi^-$ -мезон - нуклон, в  $\pi^0$ -взаимодействиях исключены взаимодействия на квазисвободных нуклонах.

ТАБЛИЦА УУ

Тип взаимодействия	$\sqrt{s}$ (Гэв)	$\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{d\Omega} / 90^\circ$
PP	6.7	0.15 $\pm$ 0.02
	30.2	0.22 $\pm$ 0.02
	44.7	0.23 $\pm$ 0.02
	52.7	0.24 $\pm$ 0.02
$\Pi^0$	8.7	0.23 $\pm$ 0.03

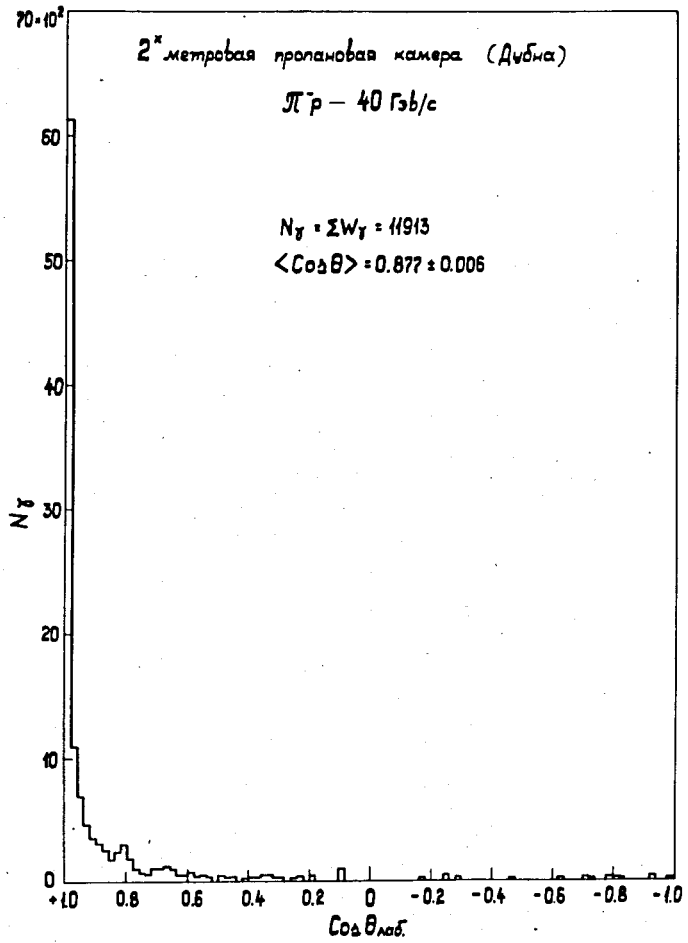


Рис. 1. Угловое распределение  $\gamma$ -квантов в лаб. системе.

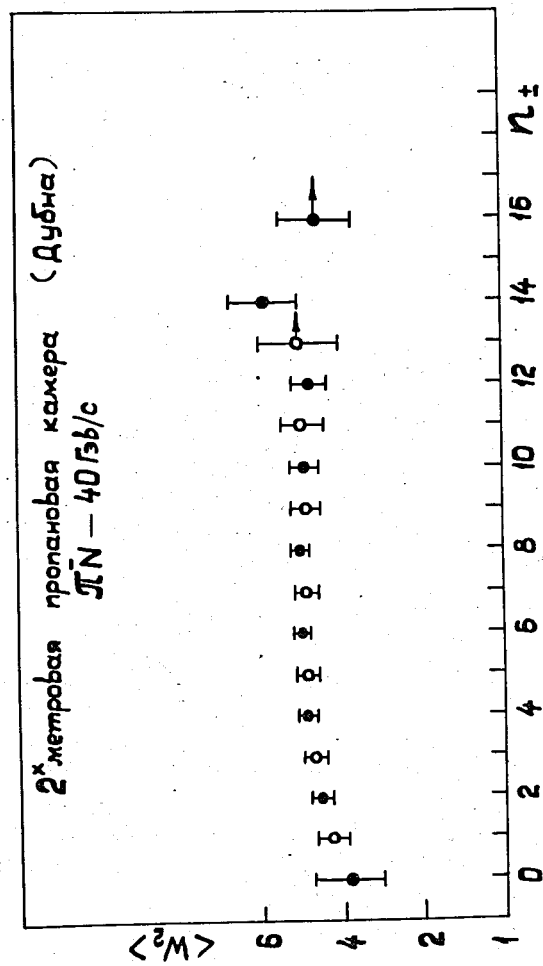


Рис. 2. Зависимость  $\langle W_2 \rangle$  от числа вторичных заряженных частиц в  $\pi^- p$  и  $\pi^+ n$  взаимодействиях.

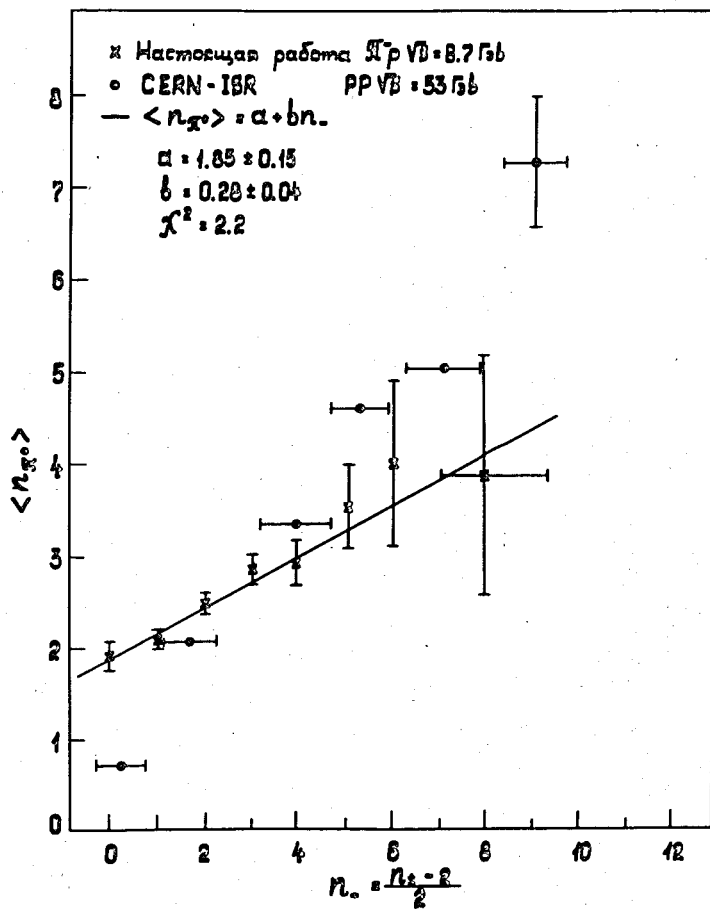


Рис. 3. Зависимость среднего числа  $\pi^0$  мезонов от  $n_+$  ( $n_+ = \frac{n_+ - 2}{2}$ ) для  $\pi^-p$  взаимодействий. Для сравнения приведены данные ISR.

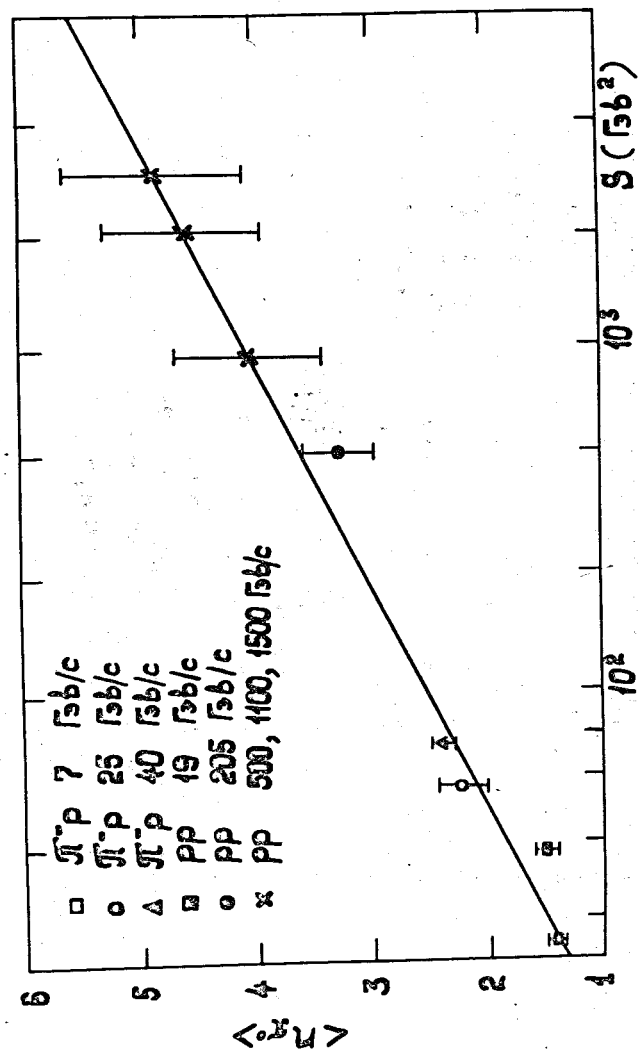


Рис. 4. Зависимость среднего числа  $\pi^0$ -мезонов в  $\pi^-p$  и  $pp$ -взаимодействиях от  $s$ . Прямая соответствует зависимости  $\langle n_{\pi^0} \rangle = 1,51 \ln(0,512 \sqrt{s}) / 9,167$ .

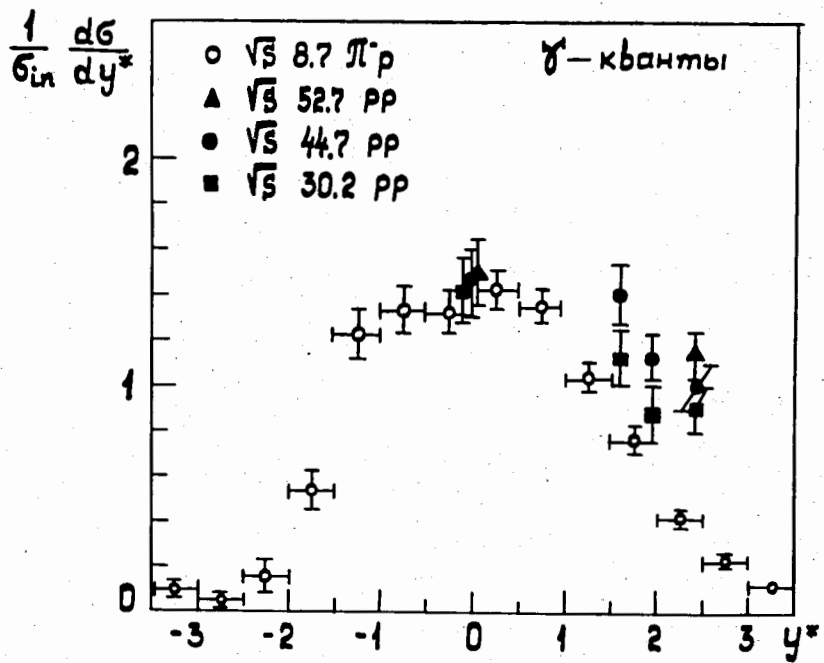


Рис. 5. Зависимость  $\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dy^*}$  от  $y^*$  для  $\gamma$ -квантов от  $\pi^-p$  и  $pp$ -взаимодействий.

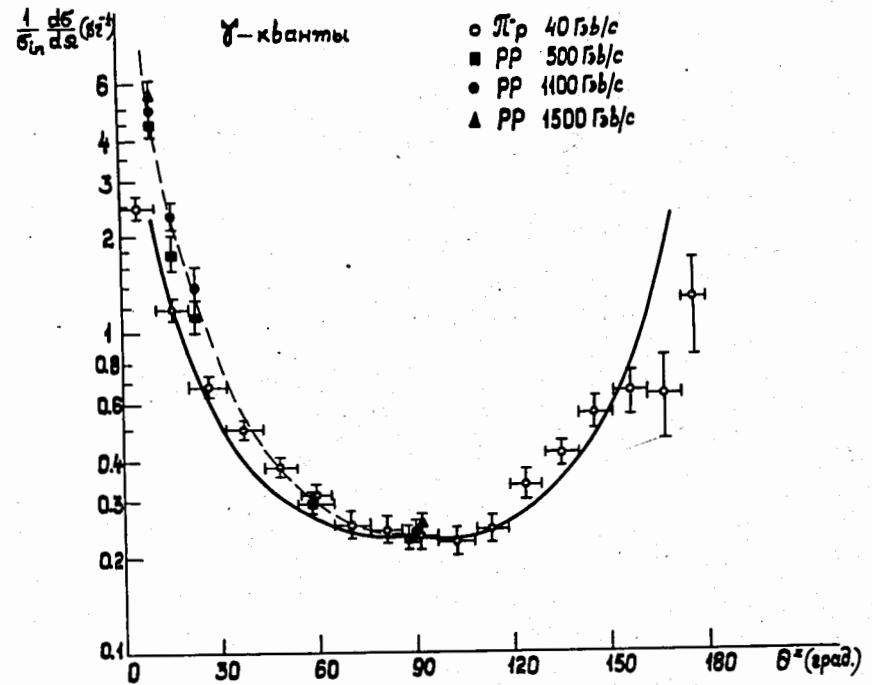


Рис. 6. Угловое распределение  $\gamma$ -квантов в с.ц.и.

$(\frac{1}{\sigma_{in}} \cdot \frac{d\sigma}{d\Omega} = f(\theta^*))$  для  $\pi^-p$  и  $pp$ -взаимодействий. О кривых см. текст.

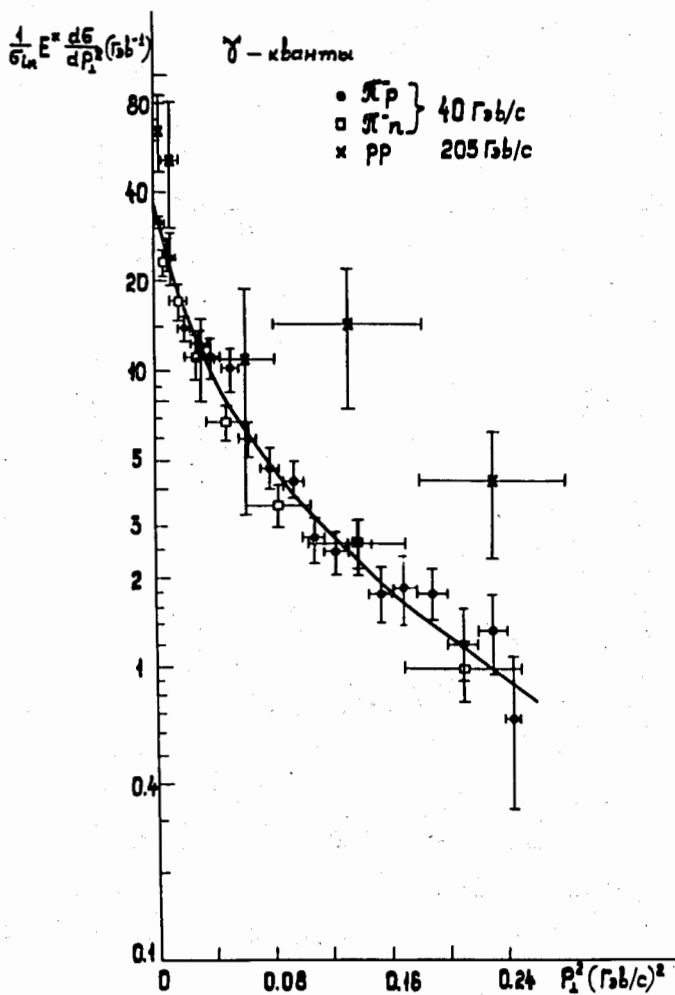


Рис. 7. Зависимость  $\frac{1}{\sigma_{in}} E^* \frac{d\sigma}{dP_1^2}$  от  $P_1^2$  для  $\pi^+ p$  и  $\pi^- p$ -взаимодействий. О кривой см. текст.