

3248

Колл Н 121

ЯФ, 1967, т. 6, в. 5, с. 998-1007.

Экз. чит. зал

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1 - 3248



Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров,
В.А. Ямба

ДВОЙНАЯ ПЕРЕЗАРЯДКА π -МЕЗОНОВ
НА ЯДРАХ В ФОТОЭМУЛЬСИИ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1967,

P1 - 3248

Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров,
В.А. Ярба

ДВОЙНАЯ ПЕРЕЗАРЯДКА п-МЕЗОНОВ
НА ЯДРАХ В ФОТОЭМУЛЬСИИ

Направлено в ЯФ

Обследовательский институт
ядерных исследований
БИЯМОТЕНА

Введение

В схеме сильных взаимодействий для Π -мезонов допускается возможность превращения частицы в античастицу при энергиях, меньших, чем порог образования мезонов мезонами. Вследствие этого при взаимодействии с ядрами положительный мезон может превращаться в отрицательный или наоборот. В таких процессах при двойной перезарядке Π -мезонов заряд ядра может изменяться на две единицы. Исследование таких переходов с $\Delta T_z = \pm 2$ в ядрах является важным при изучении структуры ядер, их аналоговых состояний с большим избытком нейтронов или протонов и, возможно, парных корреляций нуклонов в ядрах. Для понимания механизма двойной перезарядки Π -мезонов и для выяснения его основных особенностей интересно провести сравнение результатов исследования двойной перезарядки положительных и отрицательных мезонов. Результаты таких рассмотрений помогут в дальнейшем при планировании экспериментов по исследованию структуры ядер.

Первые опыты по измерению сечений реакций двойной перезарядки положительных и отрицательных мезонов на ядрах в фотоэмульсии при энергиях ниже порога мезообразования были выполнены в 1964 г.^{/1,2/} в Дубне. В Страсбурге был повторен такой эксперимент для Π^+ -мезонов. Есть сообщение^{/5/}, что результат подтверждает данные статьи^{/1/}. В работе^{/2/} были измерены полные сечения двойной перезарядки Π^+ -мезонов для шести значений энергии в интервале 40–140 Мэв. Двойная перезарядка Π^- -мезонов исследовалась при энергии 80 и 140 Мэв в работах^{/3,4/}, где был сделан вывод о том, что полное сечение двойной перезарядки Π^- -мезонов при этих энергиях меньше, чем Π^+ -мезонов. Аналогичный результат следует также из работ^{/6,7/}, которые были выполнены в Женеве (CERN) при исследовании двойной перезарядки Π -мезонов с первичной энергией 180–255 Мэв под малыми углами на ядрах He, Li, Be, C и Na.

В дальнейших опытах, проведенных в Дубне, была повышена точность определения сечений двойной перезарядки Π^+ -мезонов на ядрах в фотоэмульсии и расширена область исследований для Π^- -мезонов до $176 \text{ Мэв}^{1/8}$.

В данной работе излагаются результаты измерений полных сечений, угловых и энергетических распределений вторичных Π -мезонов, возникающих в результате двойной перезарядки положительных и отрицательных мезонов. Обсуждается также лучевое распределение звезд, сопровождающих эти процессы в фотоэмульсии.

2. Постановка эксперимента

Эмульсионные камеры, составленные из слоев НИКФИ-БР толщиной 400 и 600 мкм, облучались пучками Π^+ - и Π^- -мезонов от синхротронного ускорителя Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ с разбросом по импульсам $\approx 3\%$. Типичная схема опыта представлена на рис. 1.

Было облучено по две камеры в пучках Π^+ - и Π^- -мезонов с энергиями 50, 87 и 144 Мэв. Размеры этих эмульсионных камер ($5 \times 5 \times 4 \text{ см}^3$, $10 \times 10 \times 2 \text{ см}^3$ и $20 \times 10 \times 4 \text{ см}^3$) выбирались так, чтобы Π -мезоны проходили в эмульсии до полной остановки. Одна камера размером $20 \times 10 \times 4 \text{ см}^3$ была облучена в пучке отрицательных Π -мезонов с энергией 176 Мэв.

Длительность экспозиции выбиралась таким образом, чтобы плотность мезонных следов в камере составляла приблизительно $2 \cdot 10^5$ мезонов/см². Такая высокая плотность была необходима для регистрации очень редких событий. Дальнейшее повышение плотности мезонных следов затрудняет эффективный просмотр камер и измерения.

Маркировка слоев нанесением координатной сетки с размером квадрата $1 \times 1 \text{ мм}^{2/8}$ позволяла проследивать следы мезонов в камере.

После маркировки камер фотоэмульсия была проявлена по обычному температурному циклу без предварительной подклейки на стекло.

3. Метод поиска событий

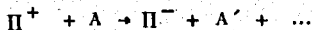
Проявленные эмульсионные слои просматривались на микроскопах при увеличении 105 х методом поиска событий "по площади". Регистрировались остановки P^+ -мезонов: P^+ -мезоны регистрировались по характерному виду $\text{P}^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$ - распада, а P^- - мезоны - по σ - звездам. С целью поиска событий двойной перезарядки в камерах, облучённых P^+ - мезонами, регистрировались остановки P^- - мезонов (безлучевые остановки отрицательных мезонов не регистрировались), а при облучении отрицательными P -мезонами - P^+ -мезонов.

Следы заряженных мезонов продолжались затем в эмульсионной камере до выхода их из звезд, образованных в эмульсии.

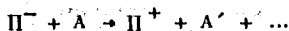
Для дальнейшего анализа отбирались только такие ядерные расщепления, в которых: 1) присутствовал след первичного P -мезона, 2) направление первичного мезона составляло угол не более $\pm 3^\circ$ с направлением пучка, 3) плотность зерен первичного следа не отличалась (в пределах 10%) от плотности зерен следов пучковых P -мезонов.

В результате поиска остановившихся P -мезонов и последующего продолжения их следов во всех семи эмульсионных камерах было зарегистрировано 1115 случаев реакции двойной перезарядки P -мезонов на ядрах в фотоэмульсии:

622 случая типа



и 493 случая типа



4. Полные сечения двойной перезарядки P^+ -и P^- -мезонов

Полные сечения вычислялись по формуле

$$\bar{\sigma} = \frac{\sum_i \eta_i \cdot \epsilon_3}{V \cdot I \cdot N \cdot \epsilon_1 \cdot \epsilon_2}$$

где $\Sigma \eta_i$ - число событий с учётом геометрических поправок;

V - просмотренный объём эмульсионной камеры; Γ - поток Π -мезонов на 1 см^2 ; N - число ядер в 1 см^3 эмульсии без водорода (двойная перезарядка не может произойти на ядре водорода); ϵ_1 - эффективность нахождения $\Pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$ - распадов или σ -звезд; ϵ_2 - эффективность продолжения следов Π -мезонов в камере и ϵ_3 - коэффициент, учитывающий число безлучевых звезд (ρ_π), образующихся при захвате остановившихся Π^- -мезонов в эмульсии.

Каждое событие, входящее в тот или иной энергетический интервал, учитывалось с весом $\eta = \frac{1}{w}$, определяемым вероятностью регистрации Π -мезона (w) в камере. Геометрические поправки η определялись аналогично тому, как это делалось в работе /10/ в предположении азимутальной симметрии вторичных Π -мезонов.

При расчёте сечений в различных энергетических интервалах учитывалось уменьшение энергии первичных мезонов за счёт ионизационных потерь при прохождении в эмульсии.

Число ядер в 1 см^3 (N) эмульсии было определено химическим методом в лаборатории НИКФИ и оказалось равным $(4,93 \pm 0,41) \cdot 10^{22} / 11$.

Поток первичных мезонов (Γ) определялся методом счёта пучковых следов под микроскопом при увеличении 1350x. В поле зрения считалось число пучковых следов на каждые 10 делений шкалки (10мкм). По двум независимым измерениям определялась эффективность регистрации следов. Она оказалась равной $\epsilon_1 = 0,88$.

Примесь μ -мезонов и электронов в пучке первичных Π -мезонов, по данным работы /12/, равна 18,5% для Π^+ -мезонов и 60% для Π^- -мезонов с энергией 50 и 87 Мэв и 28% для Π^- -мезонов с энергией 144 и 176 Мэв /13/.

Эффективность нахождения остановок Π^- -мезонов (ϵ_1) была определена по результатам трех независимых просмотров /14/. Она оказалась равной $(0,63 \pm 0,08)$.

Эффективность продолжения следов заряженных мезонов в слоях эмульсионной камеры (ϵ_2) определялась по результатам, полученным двумя наблюдателями. При использованном увеличении микроскопа 210x она оказалась равной $(0,90 \pm 0,02)$.

Коэффициент ϵ_3 , согласно работе /15/, равен 1,43.

Полные сечения двойной перезарядки Π^+ -и Π^- - мезонов были вычисле-

ны соответственно для семи и восьми энергетических интервалов. Результаты экспериментов по измерению сечений вместе со средними значениями энергий и их дисперсиями в каждом энергетическом интервале приведены в табл.1. По экспериментальным результатам подбиралась зависимость полного сечения двойной перезарядки от энергии первичных мезонов в форме многочлена

$$\sigma(E) = A + BE + CE^2 + DE^3 + \dots$$

Было установлено, что для реакции (1) в интервале энергий 40-140 Мэв экспериментальные данные хорошо соответствуют простейшей эмпирической зависимости $\sigma = CE^2$, а для реакции (2) в интервале 40-176 Мэв - $\sigma = CE^2 + DE^3$.

По результатам измерений полных сечений двойной перезарядки Π^+ - Π^- -мезонов можно сделать следующие заключения:

1) Все зарегистрированные случаи процесса двойной перезарядки Π^- -мезонов относятся к интервалу энергий первичных мезонов выше 40 Мэв. В интервале энергий 0-40 Мэв не было найдено ни одного события. Таким образом, полное сечение двойной перезарядки π^- -мезонов в этом интервале не превышает значения - 10^{-28} см².

2) Возрастание величины полного сечения с ростом энергии первичных мезонов от 40 до 176 Мэв наблюдается как для Π^+ , так и для Π^- -мезонов.

3) Сечение двойной перезарядки Π^- -мезонов на ядрах в фотоэмульсии во всем исследуемом интервале энергий остается ниже, чем сечение двойной перезарядки Π^+ -мезонов. Если реакции двойной перезарядки рассматривать как результат взаимодействия Π^- -мезонов с отдельными нуклонами или группой нуклонов в ядре, то можно попытаться объяснить эту разницу совокупным действием нескольких причин.

а) Избыток нейтронов в тяжелых ядрах приводит к тому, что двойная перезарядка положительных мезонов более вероятна, чем отрицательных.

б) Испускание вторичных положительных мезонов затруднено наличием кулоновского барьера ядер. Это накладывает дополнительное ограничение на реакцию двойной перезарядки Π^- -мезонов.

Необходимо также отметить, что двойная перезарядка Π^+ -мезонов энергетически более выгодна, чем двойная перезарядка Π^- -мезонов из-за разницы в массах нейтрона и протона.

Таблица 1

Процесс $\Pi^+ + A \rightarrow \Pi^- + A' + \dots$ (1)	E (МэВ)	44,0 \pm 8,0	59,3 \pm 8,0	73,0 \pm 8,0	87,6 \pm 8,0	104,0 \pm 8,0	118,5 \pm 8,0	132,6 \pm 8,0	
	σ (мб)	0,06 \pm 0,03	0,18 \pm 0,05	0,28 \pm 0,06	0,48 \pm 0,11	0,91 \pm 0,21	1,06 \pm 0,25	1,51 \pm 0,34	
Процесс $\Pi^- + A \rightarrow \Pi^+ + A' + \dots$ (2)	E (МэВ)	51,7 $^{+3,3}$ - 11,7	62,9 $^{+7,1}$ - 7,9	79,1 $^{+5,9}$ - 9,1	99,5 $^{+15,5}$ - 14,5	122,6 $^{+12,4}$ - 12,6	138,9 $^{+6,1}$ - 8,9	152,0 $^{+8,0}$ - 7,0	168,0 \pm 8,0
	σ (мб)	0,02 \pm 0,01	0,08 \pm 0,02	0,13 \pm 0,03	0,25 \pm 0,05	0,42 \pm 0,08	0,50 \pm 0,14	0,73 \pm 0,19	0,84 \pm 0,21

5. Энергетические и угловые распределения вторичных

Π^+ и Π^- - мезонов

Энергетические распределения для различных интервалов энергий первичных Π^+ и Π^- -мезонов (60 + 100 Мэв, 100 + 120 Мэв и 120 + 140 Мэв) представлены на рис. 4. Величины $\chi^2 / \bar{\chi}^2$ характеризуют степень согласия экспериментальных спектров с расчётами, выполненными по каскадной модели ^{16/}.

Энергетические распределения вторичных мезонов указывают на то, что при двойной перезарядке Π^- -мезон теряет в ядре значительную часть кинетической энергии. Этот результат можно объяснить, предполагая, что реакция протекает в две стадии по схеме (1).

Можно отметить, что теоретические кривые правильно описывают форму энергетических распределений.

Видно также, что средняя величина энергии вторичных Π^- -мезонов от реакции (1) заметно изменяется с изменением энергии первичных Π^+ -мезонов - (19,2 ± 2,0) Мэв для интервала (60 + 100) Мэв и (31,0 ± 3,3) Мэв для интервала (120 + 144) Мэв; в то время как для реакции (2) средняя величина энергии во всех интервалах остается приблизительно постоянной (~ 30 Мэв). Такое различие в средних энергиях (особенно четко оно проявляется при сравнении энергетических распределений реакций (1) и (2) в первом интервале (60 + 100) Мэв) можно объяснить действием кулоновского поля, затрудняющего выход из ядра вторичных Π^+ -мезонов, имеющих энергию, меньшую, чем величина кулоновского барьера. С ростом энергии первичного мезона разница в средних энергиях для реакций (1) и (2) уменьшается, так как действие кулоновского поля ядра влияет существенно только на низкоэнергетическую часть спектра.

Энергетические распределения вторичных Π^+ и Π^- -мезонов представлены на рис. 5. Эти распределения включают случаи, относящиеся к очень широкому интервалу первичных энергий (40 + 144) Мэв. Однако для каждого события двойной перезарядки, зарегистрированного в эмульсионной камере, имелась возможность определить энергию как вторичного, так и первичного мезонов. Поэтому более целесообразно рассматривать энергетические распределения в таком виде, когда энергия вторичного Π^- -мезона выражена в долях первичной энергии. Такой прием позволяет исключить влияние энергетического разброса

первичных мезонов при сравнении спектров. Распределения представлены на рисунке (гистограмма) совместно с результатами расчётов по каскадной модели (плавная кривая). Средние величины отношений энергий вторичных мезонов к энергии первичных мезонов соответственно равны:

$$\left(\frac{E_{\Pi^+}}{E_{\text{первич.}}} \right) = 0,32 \pm 0,03 \quad \text{и} \quad \left(\frac{E_{\Pi^-}}{E_{\text{первич.}}} \right) = 0,25 \pm 0,02.$$

Они характеризуют большой сброс энергии мезонов в реакциях двойной перезарядки.

Угловые распределения Π^+ и Π^- -мезонов представлены на рис. 6. В распределения включены все случаи в интервале энергий первичных мезонов (40 + 144) Мэв. Угловые распределения вторичных мезонов в реакциях двойной перезарядки на ядрах в фотоэмульсии близки к изотропным. Степень согласия экспериментальных данных с изотропией (пунктир) характеризуется величинами $\chi^2 / \bar{\chi}^2$ для Π^+ -мезонов - 2,3, а для Π^- -мезонов - 1,3. Не было найдено каких-либо корреляционных эффектов в распределении случаев двойной перезарядки на плоскости угол-энергия. В пределах экспериментальных ошибок не заметна разница в распределениях Π^+ и Π^- -мезонов. Необходимо отметить, что угловые распределения, полученные на опыте, не удается согласовать с результатами расчёта по каскадной модели. (Величина $\chi^2 / \bar{\chi}^2$ для Π^+ -мезонов равна 14,8, а для Π^- -мезонов - 32,2). Вычисленные угловые распределения получаются неизотропными с преимущественным испусканием вторичных Π^+ и Π^- -мезонов в заднюю полусферу (кривые 1 и 2 рис. 6). Резкое различие угловых распределений вторичных мезонов с расчётом дает основание полагать, что процесс двойной перезарядки нельзя детально описать с помощью такой простой модели.

6. Распределения случаев двойной перезарядки

Π^+ и Π^- -мезонов в фотоэмульсии по числу лучей

На рис. 7 представлены распределения случаев по числу лучей. В этих распределениях учтены лишь следы тяжелых заряженных частиц с пробегом в эмульсии, превышающим 5 мкм. Следы заряженных частиц с меньшим пробегом

относились к следам ядер отдачи и не учитывались при построении лучевых распределений (исключались также следы электронов).

Характерной особенностью ядерных расщеплений, возникающих при двойной перезарядке Π^- -мезонов в фотоэмульсии, является образование "звезд" с малым числом лучей. В большинстве таких "звезд" нет каких-либо других следов, кроме следа вторичного Π^+ -мезона (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Интервал энергии	$\bar{E} = 80$ Мэв	$\bar{E} = 110$ Мэв	$\bar{E} = 130$ Мэв	$E(40+144)$ Мэв
	(60 + 100) Мэв	(100 + 120) Мэв	(120 + 144) Мэв	
Реакции	Среднее число лучей в "звезде"			
$\Pi^- + A \rightarrow \Pi^+ + A' + \dots$	$0,28 \pm 0,03$	$0,60 \pm 0,10$	$0,76 \pm 0,09$	$0,55 \pm 0,04$
$\Pi^+ + A \rightarrow \Pi^- + A' + \dots$	$1,79 \pm 0,14$	$2,01 \pm 0,18$	$2,31 \pm 0,14$	$2,07 \pm 0,09$
$\Pi^- + A \rightarrow \Pi^- + A' + \dots$	$0,52 \pm 0,07$			
$\Pi^+ + A \rightarrow \Pi^+ + A' + \dots$	$0,62 \pm 0,09$			

Среднее число заряженных частиц, приходящихся на одну "звезду", не считая Π^- -мезонов и электронов в интервале энергий (40 + 144) Мэв, равно $0,55 \pm 0,04$. Оно изменяется с изменением энергии первичных мезонов от $0,28 \pm 0,03$ при 80 Мэв до $0,76 \pm 0,09$ при 130 Мэв.

Малое число лучей при двойной перезарядке Π^- -мезонов можно объяснить тем, что в этом процессе два протона первоначального ядра превращаются в два нейтрона. Тяжелые заряженные частицы в расщеплениях могут возникать в результате вторичного рассеяния нейтронов или Π^- -мезонов внутри ядер или при испарении тяжелых частиц из возбужденного ядра. В противоположность этому, при двойной перезарядке положительных мезонов два нейтрона превращаются в два протона, которые с большой вероятностью выходят из ядра. Вследствие этого в звездах от двойной перезарядки Π^+ -мезонов примерно на два луча больше ($2,07 \pm 0,03$), чем при двойной перезарядке Π^- -мезонов.

Этот эффект заметен и в распределении по эффективной энергии, приходящейся на один луч в одно- и двухлучевых "звездах" (рис. 8). Из рисунка видно, что тяжелые заряженные частицы от двойной перезарядки Π^- -мезонов гораздо менее энергичны, чем от двойной перезарядки Π^+ -мезонов, в которых,

кроме частиц от вторичного рассеяния или испарения, присутствуют протоны, выбитые непосредственно в процессе двойной перезарядки.

Для сравнения лучевых распределений "звезд" от двойной перезарядки Π^- - мезонов на рис. 9 приводятся распределения "звезд" по числу лучей от неупругого рассеяния Π^+ и Π^- - мезонов на ядрах в фотоэмульсии при энергии 80 Мэв. В данном случае лучевые распределения не отличаются друг от друга.

Можно отметить (рис. 7), что при двойной перезарядке Π^+ - мезонов доля звезд, имеющих число лучей меньше двух, составляет 34% (5% - ноль-лучевые "звезды" и 29% - однолучевые). Если рассмотреть все возможные реакции двойной перезарядки Π^+ - мезонов на ядрах, входящих в состав фотоэмульсии, то можно убедиться в том, что "звезды" с числом лучей меньше двух не могут быть образованы на легких ядрах (C, N, O) и, следовательно, являются результатом взаимодействия Π^- - мезонов с ядрами брома и серебра. Такое же заключение можно сделать и о двухлучевых событиях без электрона в центре звезды. Доля таких событий составляет 20%. Таким образом, по крайней мере 54% событий могут быть строго отнесены к двойной перезарядке Π^+ - мезонов на тяжелых ядрах серебра и брома, входящих в состав фотоэмульсий.

Из расчётов, выполненных в работах /4,18/, следует, что примерно 80% всех событий двойной перезарядки Π^+ - мезонов в фотоэмульсии обусловлено взаимодействием с тяжелыми ядрами.

Особо отметим взаимодействия с образованием ноль-лучевых "звезд". В этих случаях заряд ядра-мишени увеличивается на две единицы. По схеме последовательных соударений можно попытаться объяснить безлучевые "звезды" такими соударениями, в которых нуклоны отдачи получают энергию меньшую, чем кулоновский барьер ядра. Доля таких "звезд" должна сильно зависеть от высоты кулоновского барьера и может быть вычислена. Такой расчёт был выполнен. Доля безлучевых "звезд" (в процентах от общего числа) в зависимости от высоты кулоновского барьера представлена на рис. 10. Из эксперимента имеем, что число безлучевых "звезд" составляет 5%. Согласно расчётам этот результат соответствует величине кулоновского барьера, равной 13 Мэв, которая согласуется с величиной кулоновского барьера для ядер брома и серебра. Такое же значение получается и из сравнения энергетических распределений вторичных мезонов от двойной перезарядки. В области малых энергий отчетливо заметен сдвиг спектров Π^+ - и Π^- - мезонов (рис. 11).

7. Заключение

По результатам исследования двойной перезарядки Π -мезонов в интервале энергий 40 - 176 Мэв можно отметить, что полные сечения двойной перезарядки Π -мезонов на ядрах в фотоэмульсии возрастают с ростом энергии первичных мезонов.

Сечение двойной перезарядки Π^- -мезонов во всем исследуемом интервале энергий меньше, чем сечение двойной перезарядки Π^+ -мезонов.

Расчёты по каскадной модели, выполненные в предположении, что двойная перезарядка происходит в две стадии по схеме (1), удовлетворительно объясняют возрастание полных сечений с энергией, абсолютную величину сечений, энергетические распределения вторичных мезонов и разницу в сечениях двойной перезарядки Π^+ - и Π^- - мезонов.

Угловые распределения вторичных мезонов не согласуются с предсказаниями каскадной модели. Эти данные оказались наиболее критичными к результатам расчёта.

Можно надеяться, что исследование угловых и энергетических распределений вторичных моделей от двойной перезарядки на определенных ядрах даст дополнительную информацию о механизме этого процесса.

Авторы благодарны В.И.Петрухину и В.С.Роганову за помощь при облучении эмульсионных камер и группе лаборантов за большую работу по просмотру эмульсий.

Л и т е р а т у р а

1. Ю.А.Батусов, С.А.Буятов, В.М.Сидоров, В.А.Ярба. ЖЭТФ, 46, 877 (1964).
2. Ю.А.Батусов, С.А.Буятов, В.Н.Мальцев, В.М.Сидоров, В.А.Ярба. XII Международная конференция по физике высоких энергий. Атомиздат, 1964, стр. 64-66.
3. Ю.А.Батусов, С.А.Буятов, В.М.Сидоров, В.А.Ярба. ЯФ, 1, 383 (1965).
4. Ю.А.Батусов, С.А.Буятов, В.М.Сидоров, В.А.Ярба. ЯФ, 3, 309 (1966).
5. J.P. Massue, G. Baumann, H. Braun, P. Cuert: Congres international de Physique Nucleaire. Paris juillet 1964 compte rendus, p.326.

6. L. Gilly, M. Jean, M. Mennier, M. Spighel, J.P. Stroot, P. Duteil, A. Rode . .
Phys. Lett., 11, 244 (1964).
7. L. Gilly, M. Jean, M. Mennier, M. Spighel, J.P. Stroot, P. Duteil. Phys. Lett., 19, 335 (1965).
8. Ю.А.Батусов, С.А.Бунятов, Г.Ионице, Е.Лозьяну, В.Михул, В.М.Сидоров,
В.М.Ярба. Препринт ОИЯИ, Р-2806, Дубна, 1966. (будет опубликовано в ЯФ,
5, 354 (1967)).
9. В.М.Сидоров, М.И.Трухян. ПТЭ, 6, 109 (1957).
10. В.В.Алперс, Л.М.Барков, Р.И.Герасимова, И.И.Гуревич, К.Н.Мухин, Б.А.Ни-
кольский, Э.П.Топоркова. ЖЭТФ, 30, 1025 (1956).
11. М.Ф.Родичева. Труды НИКФИ, 32, 29 (1959).
12. М.П.Баладин, О.И.Иванов, В.А.Моисеенко, Г.Л.Соколов. ЖЭТФ, 48, 415 (1964).
13. Ю.М.Грашин, Б.А.Долгошеин, В.Г.Кириллов-Угрюмов, А.А.Кропин, В.С.Роганов,
А.А.Самойлов, С.Сомов. АЭ, 18, 384 (1965).
14. С.Н.Соколов, К.Д.Толстов. Препринт ОИЯИ, Р-1085, Дубна, 1962.
15. A. Alshkal, A.G. Warlow, G. Kane, R.E. McDaniel, Z o'Friel. Nuov. Cim., 17, 316 (1960).
16. Ю.А.Батусов, В.А.Кочкин, В.М.Мальцев, Препринт ОИЯИ, Р2-3004, Дубна, 1966.
(будет опубликовано в ЯФ (1967)).

Рукопись поступила в издательский отдел

30марта 1967г.

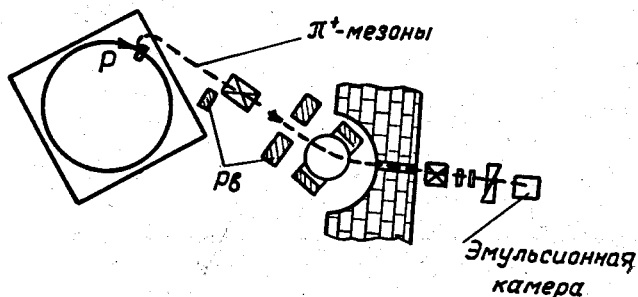


Рис. 1. Схема опыта.

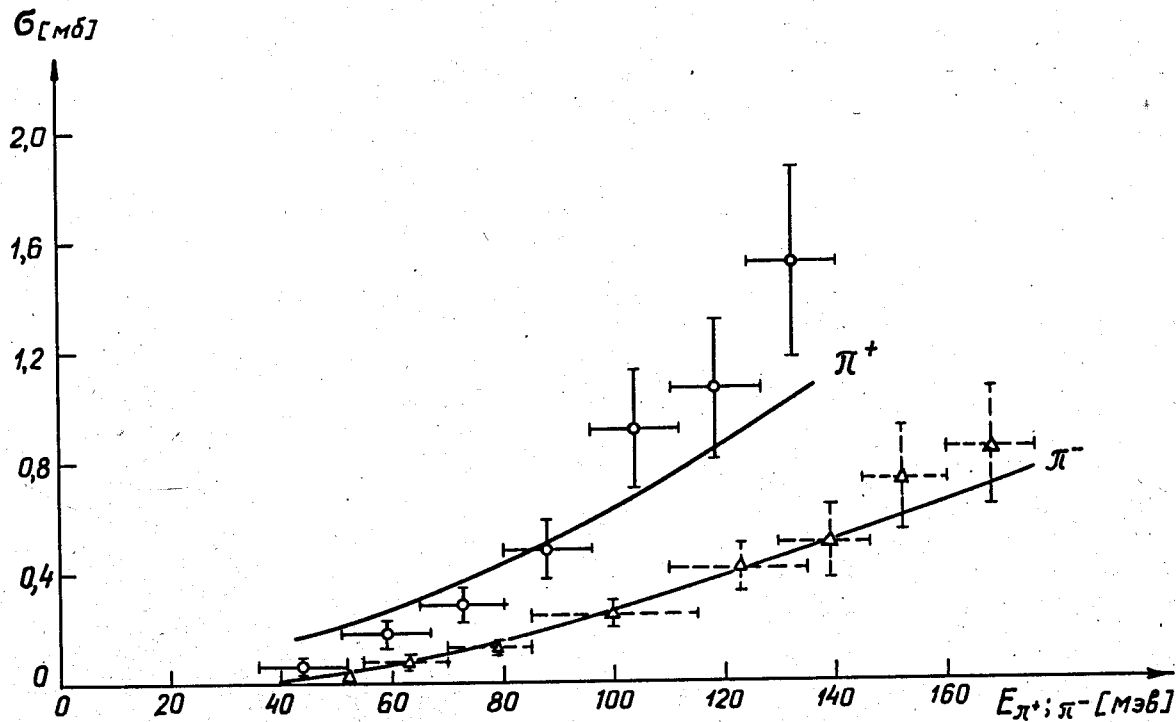


Рис. 2. Полные сечения двойной перезарядки π -мезонов.
 \odot ; \triangle - экспериментальные результаты,
 плавные кривые - результаты расчёта.

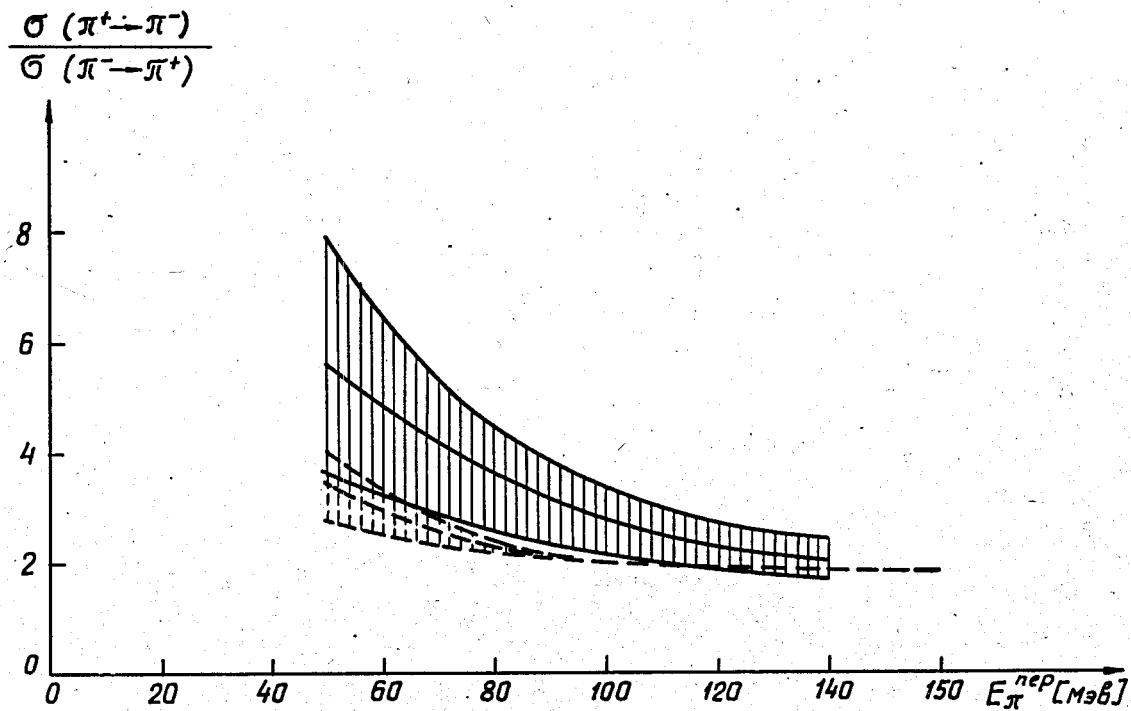


Рис. 3. Зависимость отношения полного сечения двойной перезарядки π^+ -мезонов к полному сечению π^- -мезонов от первичной энергии. Сплошные линии - эксперимент, пунктир - расчёт по каскадной модели.

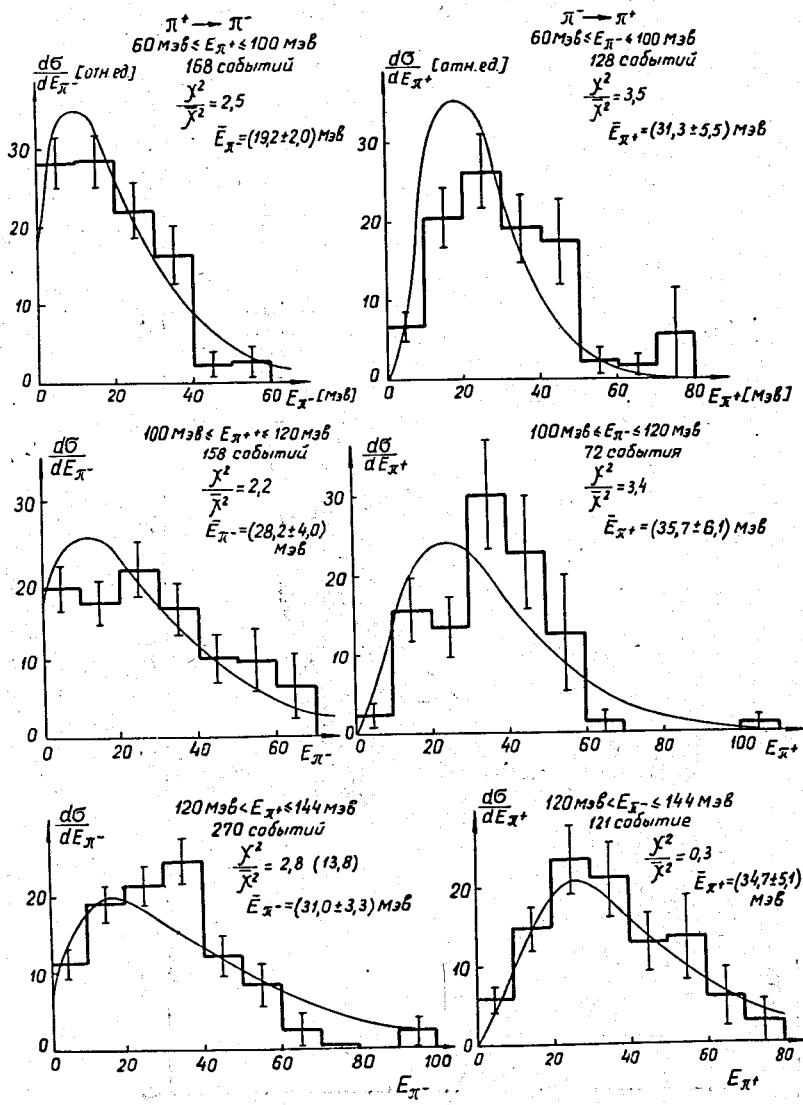


Рис. 4. Энергетическое распределение вторичных мезонов от двойной перезарядки для различных интервалов энергий. Гистограммы - эксперимент, плавные кривые - расчёт по каскадной модели.

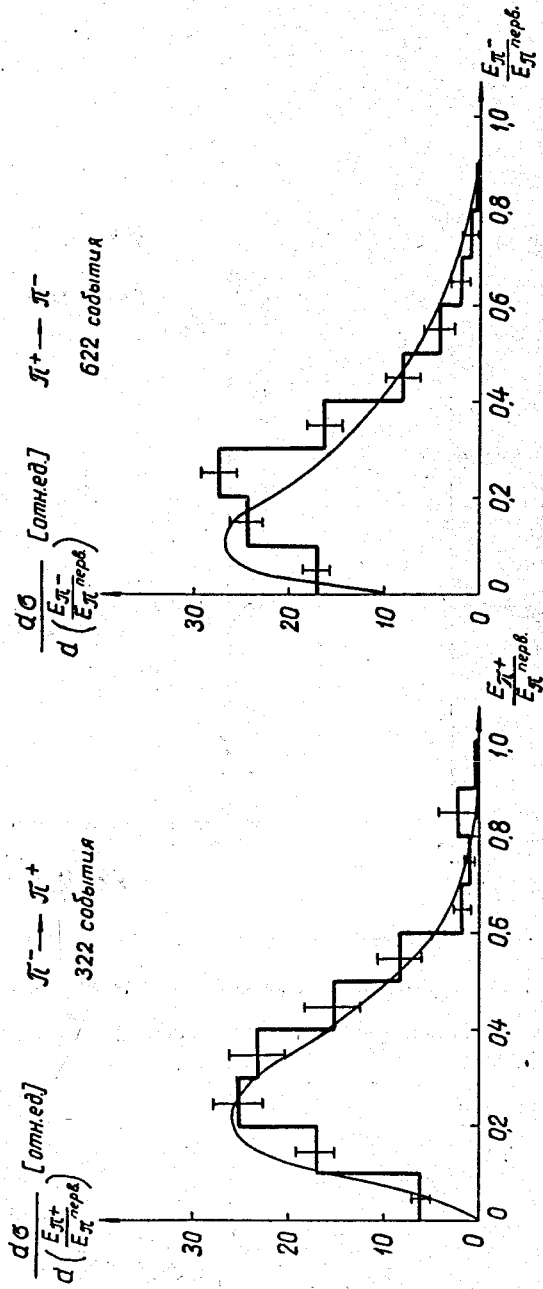


Рис. 5. Энергетические распределения вторичных мезонов от двойной
 переэмульсии на ядрах в фотоэмульсии.
 Гистограммы - эксперимент, плавные кривые - расчёт по кас-
 кадной модели.

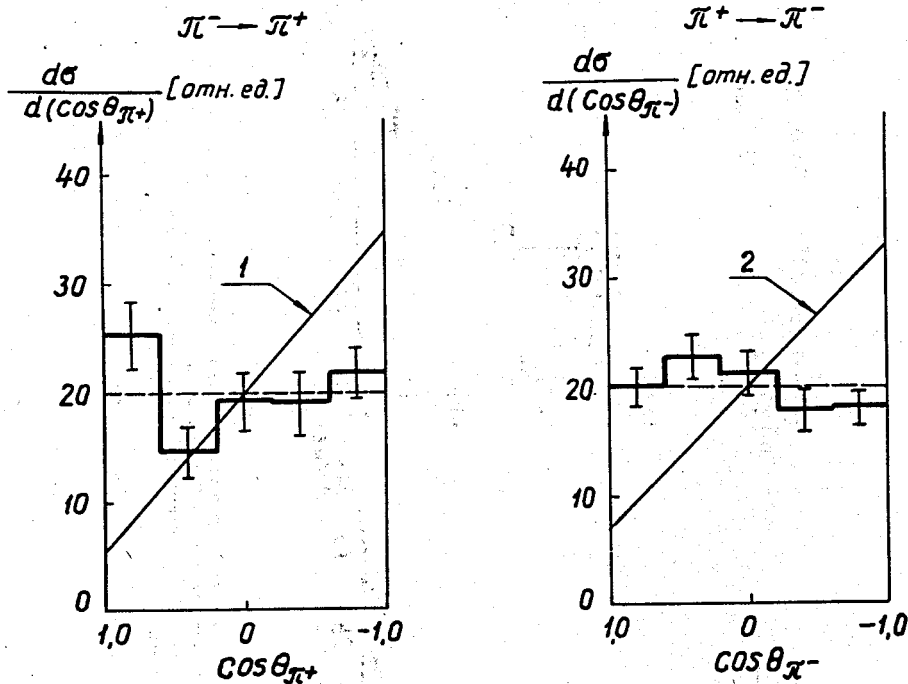


Рис. 6. Угловые распределения вторичных мезонов от двойной перезарядки.
 Гистограмма - эксперимент, кривые 1 и 2 - расчёт по каскадной модели.

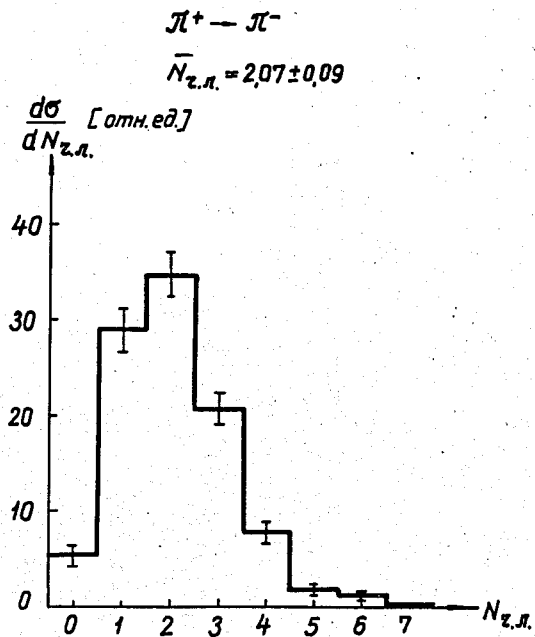
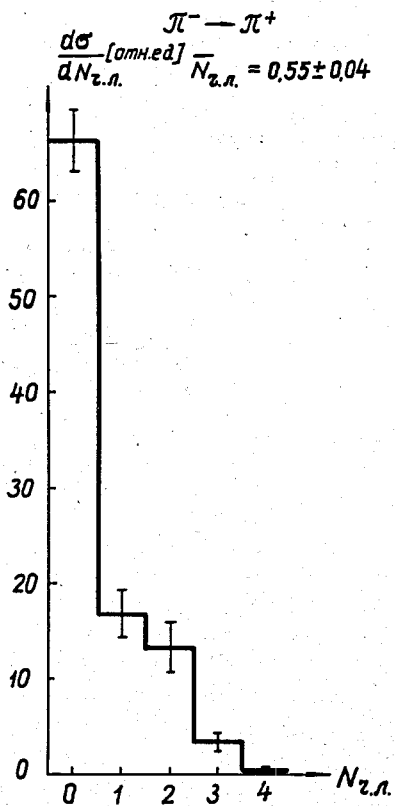


Рис. 7. Распределение событий двойной перезарядки по числу лучей.

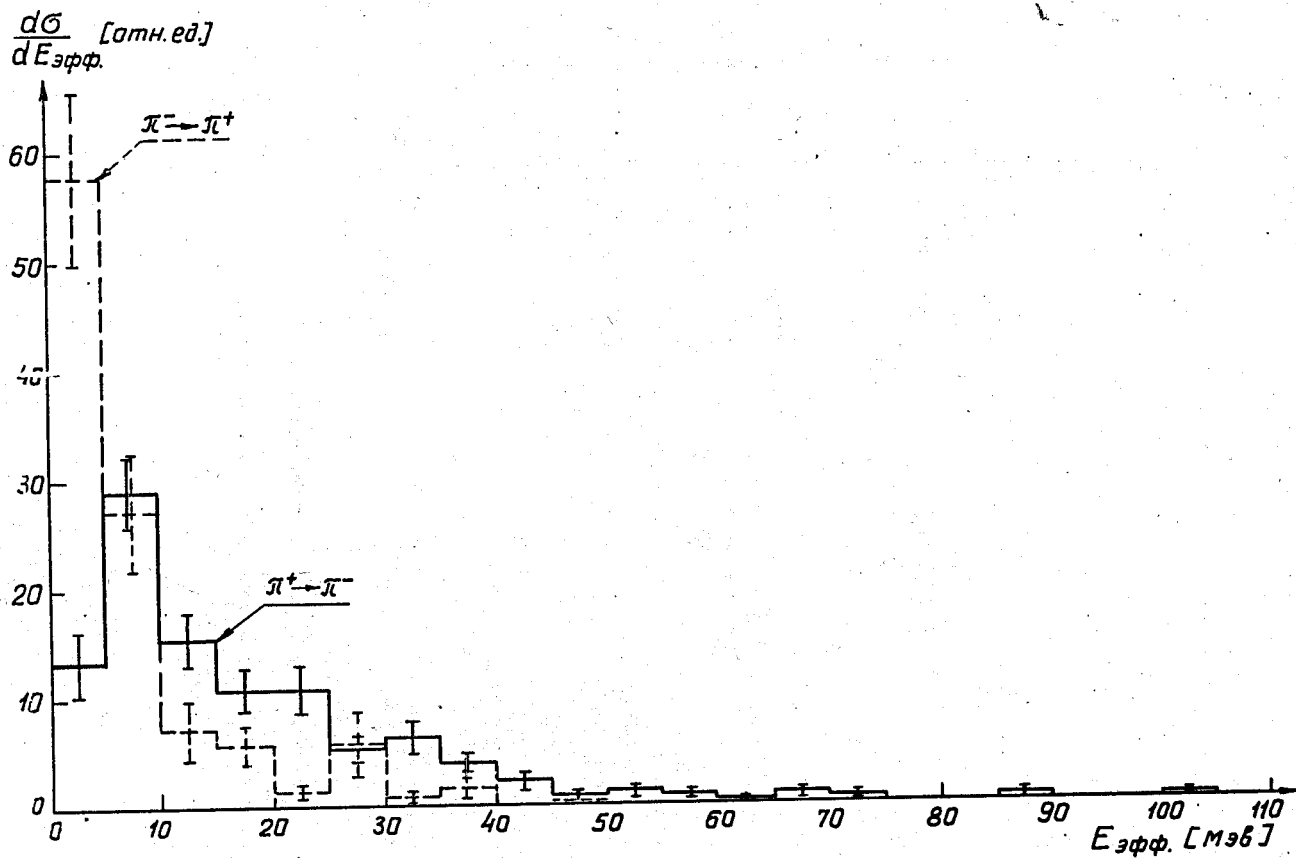


Рис. 8. Распределение событий двойной перезарядки π -мезонов по эффективной энергии, приходящейся на один луч в одно- и двух-лучевых "звездах".

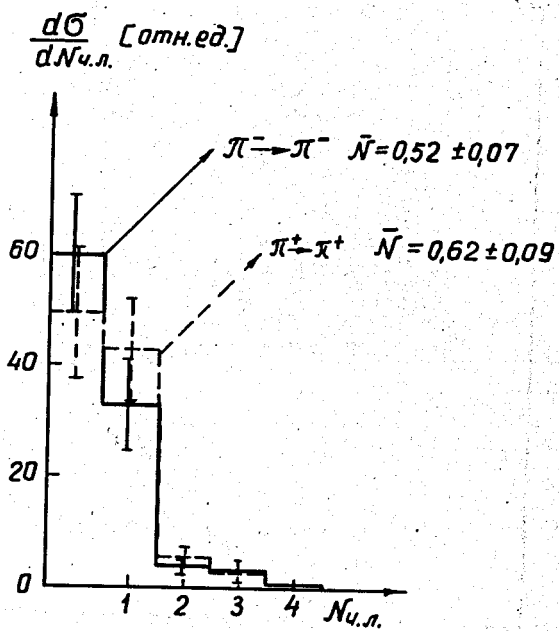


Рис. 9. Распределение событий неупруго рассеянных Π -мезонов по числу лучей.

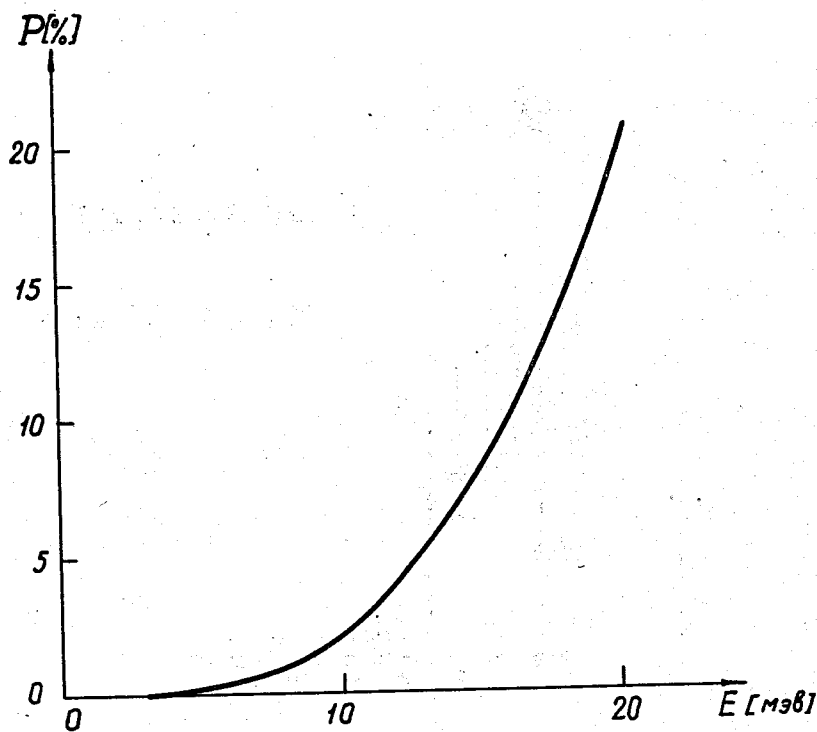


Рис.10. Доля безлучевых "звезд" (в процентах от общего числа) в зависимости от высоты кулоновского барьера ядра.

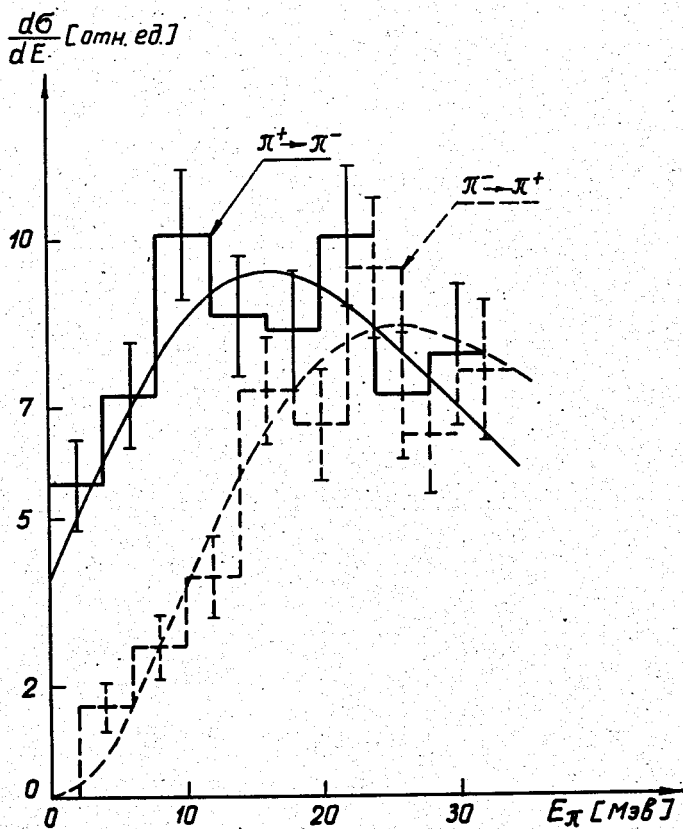


Рис.11.

Энергетические распределения вторичных мезонов от двойной перезарядки в области малых энергий. Кривые проведены по экспериментальным точкам методом наименьших квадратов.