

С 340  
Г-599

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1-4766

Ян Гладки

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ  
РОЖДЕНИЯ  $\rho^0$  И  $\eta$ -МЕЗОНОВ И НАБЛЮДЕНИЕ  $e^+e^-$  РАСПАДОВ  
ВЕКТОРНЫХ МЕЗОНОВ В РЕАКЦИИ  $\pi^- + p \rightarrow n + X$   
ПРИ ИМПУЛЬСЕ  $p_{\pi^-} = 4 \text{ GeV}/c$

Специальность 040 - экспериментальная ядерная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой  
степени кандидата физико-математических наук

Дубна 1969 г.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук

М.Н. Хачатурян

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, профессор

М.И. Соловьев

доктор физико-математических наук

Е.И. Тамм

Ведущее научно-исследовательское предприятие:

Институт теоретической и экспериментальной физики

АН СССР.

Автореферат разослан

1969г.

Защита диссертации состоится

1969г.

на заседании Ученого совета Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, г. Дубна, Московской области (конференц-зал ЛВЭ).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ.

Ученый секретарь Совета

кандидат физико-математических наук

С.В. Мухин

1-4766

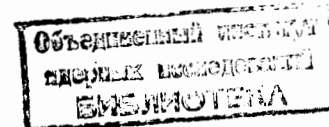
Ян Гладки

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ  
РОЖДЕНИЯ  $\rho^0$  И  $\eta$ -МЕЗОНОВ И НАБЛЮДЕНИЕ  $e^+e^-$  РАСПАДОВ  
ВЕКТОРНЫХ МЕЗОНОВ В РЕАКЦИИ  $\pi^- + p \rightarrow n + X$   
ПРИ ИМПУЛЬСЕ  $p_{\pi^-} = 4 \text{ GeV}/c$ .

Специальность 040 - экспериментальная ядерная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

6492 вф.



## В в е д е н и е

Реферируемая диссертация посвящена экспериментальному исследованию двух различных процессов:

$$\pi^- + p \rightarrow n + V, V \rightarrow e^+ e^-, \quad (1)$$

где  $V$  - нейтральные векторные мезоны  $\rho^0$  и  $\omega$ , и

$$\pi^- + p \rightarrow n + \eta, \eta \rightarrow \gamma\gamma. \quad (2)$$

В процессе (1) реализуется связь сильного и электромагнитного взаимодействий. Экспериментальное исследование этого процесса позволяет определить важный параметр - константы связи векторных мезонов с электромагнитным полем. Численные значения этих констант необходимы, в первую очередь, для выбора различных вариантов теории симметрии элементарных частиц, в частности, для построения теории доминантности векторных мезонов в электромагнитных взаимодействиях.

В процессе (2) реализуется случай сильного  $\pi N$ -взаимодействия, соответствующий однополюсной модели Редже. Теоретический анализ этого процесса с точки зрения модели Редже имеет две стороны: а) возможность получить удовлетворительное описание экспериментальных данных путем усложнения модели, оставаясь в пределах гипотезы обмена  $\Lambda_2$ -мезоном

и б) выяснить роль возможного "расщепления"  $\Lambda_2$ -триплетности.

Исследование процессов (1) и (2) было проведено в 1966-69 гг. на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ на пучке  $\pi^-$ -мезонов с импульсом  $p=4\text{GeV}/c$ .

Диссертация состоит из четырех глав.

Первая глава посвящена постановке эксперимента и описывает новый метод для исследования электромагнитных распадов резонансов; экспериментальную установку, реализующую этот метод, и математическую модель эксперимента.

Во второй главе приведены методы обработки полученных экспериментальных данных и соответствующие программы для электронных вычислительных машин.

Третья и четвертая главы посвящены физическим исследованиям процессов (1) и (2).

Основные работы, вошедшие в диссертацию, доложены на международных конференциях по физике высоких энергий в Беркли (1966) <sup>/1/</sup>, Гейдельберге (1967) <sup>/2/</sup>, Вене (1968) <sup>/3/</sup> и Лунде (1969) <sup>/4/</sup>; на международных конференциях по электромагнитным взаимодействиям в Дубне (1967) <sup>/5/</sup> и Стэнфорде (1967) <sup>/6/</sup>, а также опубликованы в работах <sup>/7-10/</sup>.

### Глава I. Описание эксперимента

Для исследования процессов (1) и (2) был предложен новый метод <sup>/11/</sup>, позволяющий измерять массу резонанса по продуктам распада. Установка представляет собой двухканальную систему детекторов (рис. 1), каждый из каналов которой состоит из системы конверторов СО, искровых камер SC для регистрации направления треков, и черенковского спектрометра полного поглощения С для измерения энергии  $E_k$  распадных частиц. Масса резонанса для реакций (1) и (2) вычисляется по формуле:

$$M^2 = (E_1 + E_2)^2 - (\vec{P}_1 + \vec{P}_2)^2 = 2E_1 E_2 (1 - \cos \theta), \quad (3)$$

где  $\theta$  - угол разлета частиц распада резонанса.

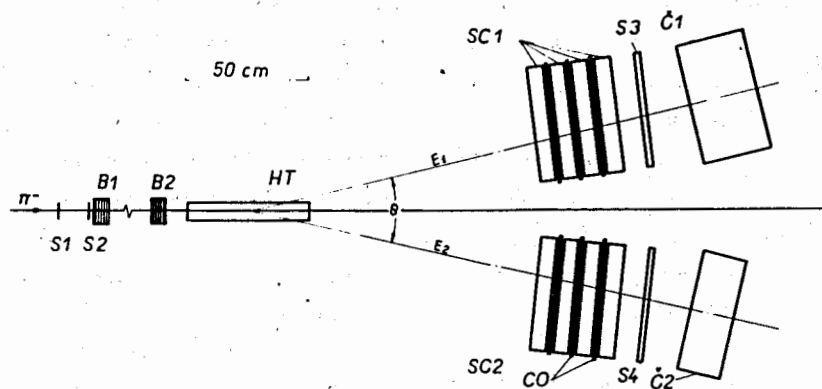


Рис.1. Схема экспериментальной установки.

Предложенный метод имеет ряд преимуществ по сравнению с другими существующими методами исследования резонансов: возможность восстановления эффективной массы непосредственно по продуктам распада, более высокая селективность для регистрации электромагнитных мод распада, переопределенность кинематических уравнений двухчастичных реакций типа (1) и (2), одновременная регистрация различных мод распада или различных процессов, например, (1), (2), широкий диапазон по массе резонанса, высокая геометрическая эффективность регистрации и т.д.

Для экспериментов был сформирован пучок  $\pi^-$ -мезонов с импульсом  $p=4\text{GeV}/c$  и  $\Delta p/p = \pm 1,5\%$ . Размеры пучка -  $45 \times 50 \text{ мм}^2$ ; интенсивность  $(25+70) \cdot 10^3$  частиц/цикл ускорителя.

В эксперименте были использованы: водородные мишени HT длиной 50 и 25 см; сцинтилляционные счетчики S размерами  $7 \times 7 \text{ см}^2$  и  $50 \times 50 \text{ см}^2$ ; пучковые искровые камеры В из фоль-

ги, многослойчатые, размерами  $(10 \times 10 \times 6)$  см<sup>3</sup> и величиной разрядного промежутка 1 см; искровые камеры размерами  $(50 \times 50 \times 10)$  см<sup>3</sup> по 4 в каждом канале. Камеры наполнялись смесью Ne+He и фотографировались в двух перпендикулярных проекциях на фотопленку; черенковские  $\gamma$ -спектрометры с радиатором из свинцового стекла размерами  $50 \times 50$  см<sup>2</sup>. Светосбор в спектрометрах осуществлялся с помощью 9 фотомножителей ФЭУ-49. Зависимость амплитуды спектрометров от энергии электронов до 4 GeV, в пределах ошибок, линейна. Экспериментальное разрешение в области измеряемых в эксперименте энергий  $\pm (7+10)$  %.

Электронная логика запускает установку от совпадений S1S2 S3 S4 C1 C2 при выполнении условий

$$E_{1-} \geq E_{01}, E_2 \geq E_{02}, E_1 + E_2 \geq E_0, \quad (4)$$

где  $E_{0k}$  и  $E_0$  - установленные пороговые энергии. При этом проводится фотографирование треков события в искровых камерах и анализ их энергии в спектрометрах.

В последней части первой главы кратко описана математическая модель эксперимента, с помощью которой производились вычисления оптимальной геометрии эксперимента, эффективности установки, ожидаемых распределений для исследуемого эффекта и фоновых процессов. Моделирование производится методом Монте-Карло. Программа написана на языке ФОРТРАН и используется на электронной вычислительной машине CDC-1604A.

По заданным характеристикам физического процесса и экспериментальной установки, с учетом возможных источников искажений, модель генерирует "столкновения" в мишени, процессы рождения и распада резонансов и кинематические и геометрические характеристики конечных продуктов реакции. Отбирает события, "зарегистрированные" установкой, и выдает на печать и на графики все необходимые гистограммы. Особенностью программы является ее гибкость и универсальность. В частности,

в программе легко изменяется закон  $t$ -распределения для процесса образования резонанса (используется закон  $d\sigma/dt = \exp(-\Lambda t)$ ), учитывается и легко изменяется угловое распределение частиц распада резонанса в зависимости от задаваемых значений параметров матрицы плотности  $\rho_{ik}$ .

## Глава II . Методы обработки экспериментальных данных

А. Исследование процесса (1) проводилось в двух сериях экспериментов:

1. С углом между осями каналов  $\theta_1 = 26^\circ$  и водородной мишенью длиной 50 см. и 2.  $\theta_2 = 29^\circ$  с мишенью длиной 25 см. Было зарегистрировано в общей сложности 33000 событий ( $N_{\pi^-} = 7 \cdot 10^9$ ). Из них отобрано 18000 полезных фотографий, главным образом, распадов на  $2\gamma$ ,  $3\gamma$ .

В. Блок-схема на рис. 2 иллюстрирует процесс обработки - просмотр, контроль, измерение на полуавтоматах и цикл обработки событий на вычислительных машинах до получения гистограмм. Отдельные этапы обработки подробно описаны.

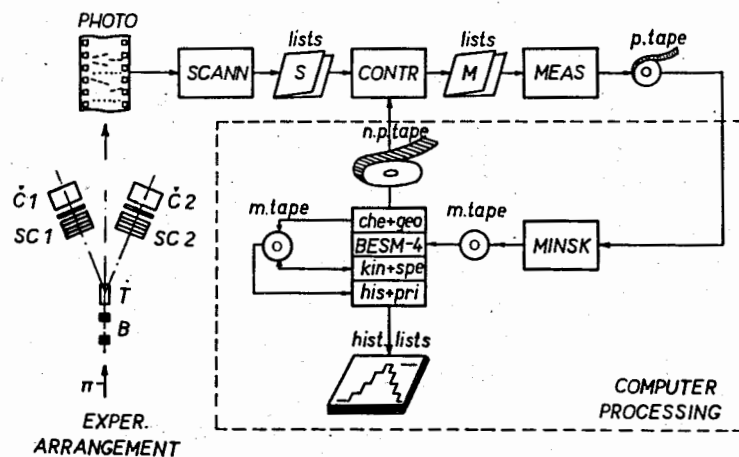


Рис.2. Блок-схема обработки экспериментальных данных.

С. В этой же главе приведены блок-схемы и описания основных программ для электронных вычислительных машин, с помощью которых обрабатывались экспериментальные события.

### Глава III . Исследование реакции $\pi^- + p \rightarrow n + e^+ e^-$ .

А. Обзорная часть содержит теоретическое обоснование важности исследования процесса (1) и суммирует опубликованные экспериментальные результаты.

В. Экспериментальное обнаружение  $e^+ e^-$ -распадов векторных мезонов.

Весь материал (33000 событий) был подвергнут трехкратному просмотру. По двум сериям измерений было обнаружено 332 события с треками заряженных частиц. После измерений эти события передавались на ЭВМ для математической обработки по программе, позволяющей производить геометрическую реконструкцию, кинематический анализ и отбор кандидатов по критериям: а) пересечения треков заряженных частиц в объеме мишени, б) отсутствия дополнительных треков, в) попадания треков в рабочую область спектрометров и д) энергии:

$$0,5 \leq (E_1, E_2) \leq 3,5 \text{ [GeV]} ; 3,5 \leq (E_1 + E_2) \leq 4,7 \text{ [GeV]} . \quad (5)$$

В результате отбора получено 71 событие.

Анализ условий эксперимента показал, что основным источником фона в первой серии измерений (около 25% от эффекта) является генерация конверсионных пар  $\gamma$ -квантами в стенках мишени. Этот фон был рассчитан по распределению  $\gamma\gamma$ -пар, полученных одновременно в том же эксперименте.

С. Результаты эксперимента.

После вычитания фона были построены распределения по энергиям  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_1 + E_2$ , по углу разлета  $\theta_{e^+e^-}$  по эффективной массе  $m_{e^+e^-}$  и по квадрату переданного импульса

$-t$ . Согласие указанных распределений с результатами счета по математической модели для процесса (1) хорошее. Основные гистограммы представлены на рис. 3а, б, где отчетливо видны пики при  $\theta_{e^+e^-} = (20+26)^\circ$  и  $m_{e^+e^-} = (600+800)\text{MeV}$ , соответствующие событиям (1). Разрешение по массам в данных измерениях не позволяет разделить вклады от  $\rho^0$  и  $\omega$ . Однако оценки, сделанные по полученному  $t$ -распределению, по данным для  $\rho^0$  и  $\omega$ -сечений и предельным значениям для отношения вероятностей распадов  $\rho^0$  и  $\omega$ -мезонов, показали, что в наших условиях вклад  $\omega$ -мезонов мал и не превышает 8%. Кривые на рис. 3а и б получены моделированием распадов  $\rho^0 \rightarrow e^+ e^-$  в условиях, когда дифференциальное сечение образования  $\rho^0$ -мезонов описывается выражением  $d\sigma/dt \approx \exp(-\Lambda t)$  при  $\Lambda = 8,53$ , а угловые распределения  $e^+$  и  $e^-$  выражением  $W(\theta^+) = 3/8\pi \cdot \sin^2 \theta^+$ . Согласие экспериментальных гистограмм с моделью соответствует уровню вероятности  $P(\chi^2) > 0,5$ . Анализ гистограмм позволяет вычислить массу и ширину  $\rho^0$ -мезона:

$$m_{\rho^0} = (742 \pm 12)\text{MeV} ; \Gamma_{\rho^0} = (120 \pm 20)\text{MeV} . \quad (6)$$

Необходимо подчеркнуть, что в настоящей работе  $m_{\rho^0}$  и  $\Gamma_{\rho^0}$  впервые получены по распадам  $\rho^0 \rightarrow e^+ e^-$ .

На рис. 3с приведен график  $t$ -зависимости дифференциального сечения образования  $\rho^0$ -мезонов в реакции:

$$\pi^- + p \rightarrow n + \rho^0 . \quad (7)$$

Экспериментальные данные аппроксимировались формулой

$$d\sigma/dt = B e^{-\Lambda t} . \quad (8)$$

В интервале  $0 \leq |t| \leq 0,4 \text{ [GeV}^2/c^2]$



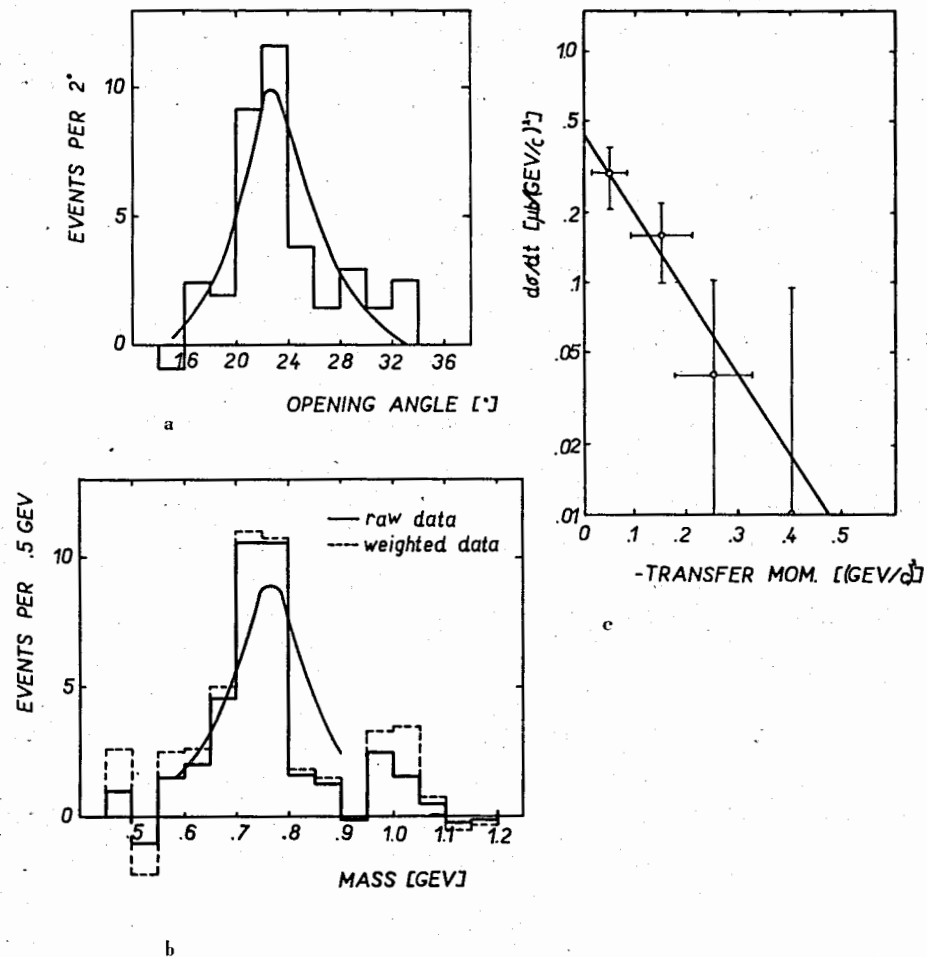


Рис.3. Распределение  $e^+e^-$ -пар а) по углу разлета, б) по массе. Кривые рассчитаны для распада  $\rho^0 \rightarrow e^+e^-$  методом Монте-Карло. в) Зависимость дифференциального сечения реакции  $\pi^- + p \rightarrow \pi + \rho^0, \rho^0 \rightarrow e^+e^-$  от квадрата переданного импульса  $-t$ . Наклон прямой  $\Lambda = 8,6 [(\text{GeV}/c)^2]$ .

$$\Lambda = (8,6 \pm 3,3) [(\text{GeV}/c)^{-2}]; B = (460 \pm 150) [\text{nb}/(\text{GeV}/c)^2] \quad (9)$$

при:  $P(\chi^2) > 0,5$ . Величина  $\Lambda$  хорошо согласуется с данными работы /12/, полученными при регистрации процесса (7) по основной моде распада  $\rho^0$ -мезона.

К числу основных результатов, полученных в настоящей работе, относятся измеренные в эксперименте значения  $B_{\rho^0}$  и  $B_{\omega}$  - относительных вероятностей распадов  $\rho^0 \rightarrow e^+e^-$  и  $\omega \rightarrow e^+e^-$ . Используя гипотезу  $\omega$ - $\phi$ -смешивания и SU(3) для  $B_{\omega}$  и  $B_{\rho^0}$ , получим:

$$B_{\rho^0} = (5,2 \pm 1,1) \cdot 10^{-5}; B_{\omega} = (6,6 \pm 1,4) \cdot 10^{-5} \quad (10)$$

Необходимо отметить, что результат для  $B_{\rho^0}$  практически не зависит от гипотезы смешивания, т.к. вклад  $\omega$ -мезонов мал. Константы связи  $V$ -мезонов с электромагнитным полем получаются

$$\gamma_{\rho^0}^2 / 4\pi = 0,52 \pm 0,10; \gamma_{\omega}^2 / 4\pi = 5,0 \pm 1,0. \quad (11)$$

Эти результаты имеют важное значение, т.к.  $\gamma_V$  является основной (после квантовых чисел) характеристикой  $V$ -мезонов и входит практически во все расчеты по теории векторной доминантности.

Сравнение результатов настоящей работы с теоретическими моделями и экспериментальными данными, полученными позже, приводится в таблицах 1 и 2.

Таблица 1  
Параметры  $\rho^0$ -мезона

Лаборат.	$m_{\rho^0}(\text{MeV})$	$\Gamma_{\rho^0}(\text{MeV})$	$V_{\rho^0} \times 10^{-5}$	Реакция
Дубна	742 $\pm$ 12	120 $\pm$ 20	5,2 $\pm$ 1,1	$\pi^- p \rightarrow n \rho^0, \rho^0 \rightarrow e^+ e^-$
Новосиб.	754 $\pm$ 9	105 $\pm$ 20	5,0 $\pm$ 1,0	$e^+ e^- \rightarrow \rho^0, \rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$
Гарвард	-	97 $\pm$ 20	5,8 $\pm$ 1,2	$\gamma A \rightarrow A \rho^0, \rho^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$
Орсэ	760 $\pm$ 4	112 $\pm$ 12	6,54 $\pm$ 0,72	$e^+ e^- \rightarrow \rho^0, \rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$
ДЭЗИ	-	-	6,4 $\pm$ 1,5	$\gamma C \rightarrow C \rho^0, \rho^0 \rightarrow e^+ e^-$

Таблица 2

Сравнение экспериментальных данных с теоретическими моделями

Распад	Экспериментальные данные			Теоретические модели				
	$V \times 10^{-5}$	$\gamma_V^2 / 4\pi$	$\gamma_V^{-2}$ лаборат.	SU(3)	Сак.	DMO	Кварк. мод.	K.L.Z. mass mix.
	5,2 $\pm$ 1,1	0,52 $\pm$ 0,1	9	Дубна	9	9	9	9
Усреднение по лабораториям:								
$\rho^0 \rightarrow e^+ e^-$	6,04 $\pm$ 0,5	0,52 $\pm$ 0,07 -0,06	9	ДЭЗИ Новосиб. Орсэ Гарвард				
	6,6 $\pm$ 1,4	5,0 $\pm$ 1,0	0,94 $\pm$ 0,19	Дубна				
Усреднение по лабораториям:								
$\omega \rightarrow e^+ e^-$	6,1 $\pm$ 1,1	4,69 $\pm$ 1,24 -0,81	1,00 $\pm$ 0,21	ЦЕРН Орсэ	1	0,65	1,21	0,97

А. В обзорной части описывается модель Редже и теоретические предсказания модели для процесса  $\pi^- + p \rightarrow n + \eta$ .

В. Исследование рождения  $\eta$ -мезонов в интервале переданных импульсов  $0 \leq |t| \leq 0,24 [\text{GeV}/c]^2$ .

1. Трехкратным просмотром было отобрано для двух серий экспериментов около 9000  $\gamma\gamma$ -событий. Из них были обработаны только 4200 событий первой серии. После отбора по критериям  $a_{\gamma}^2 d$  (см. гл. III, В), осталось 3560  $\gamma\gamma$ -событий. Распределение эффективных масс для указанных событий приведено на рис. 4. Из рисунка видно, что в распределении имеется отчетливый пик с центром  $\approx 550 \text{ MeV}$ . Аналогичный пик наблюдается и в распределении по углам разлета  $\gamma$ -квантов при  $\theta_{\gamma\gamma} = \theta_{\text{min}}(\eta \rightarrow 2\gamma) = 16^\circ$ .

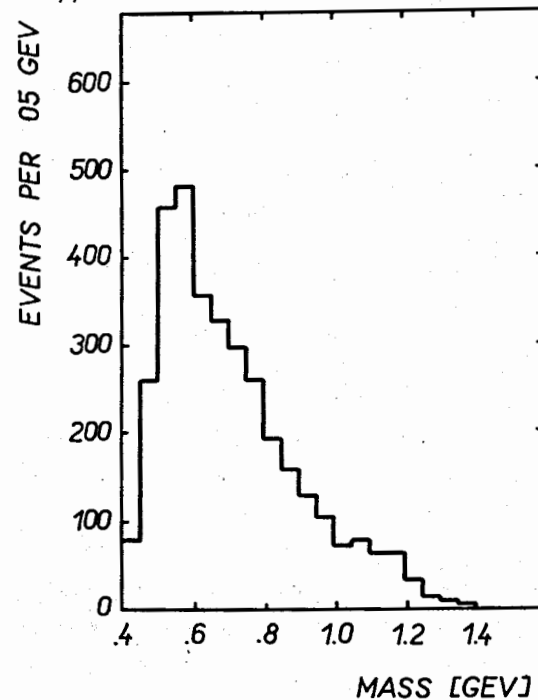


Рис.4. Распределение  $\gamma\gamma$ -событий по эффективной массе.



2. Отбор распадов  $\eta \rightarrow \gamma\gamma$  проводился двумя способами:  
 а) идентификацией по каналу реакции (2) и б) выборкой по углу разлета  $(14+19)^\circ$ . Результаты обеих процедур согласуются. В процессе идентификации по  $\chi^2$  проверяется гипотеза (2); при этом используются различные кинематические соотношения, в которых учитываются ошибки в измерении угла разлета  $\Delta\theta = 0,6^\circ$  и энергий в отдельных каналах  $\Delta E_{1,2} = 10\%$ . Таким способом было отобрано 1430 событий, удовлетворяющих кинематике процесса (2).

3. Рассмотрение фоновых процессов показало, что распады

$$\eta \rightarrow \gamma\gamma \quad (12)$$

имитируют в основном две реакции:

$$\pi^- + p \rightarrow n + \pi^0 + \pi^0 \rightarrow n + 4\gamma \rightarrow n + 2\gamma, \quad (13)$$

$$\pi^- + p \rightarrow n + \omega \rightarrow n + \pi^0 \gamma \rightarrow n + 3\gamma \rightarrow n + 2\gamma, \quad (14)$$

когда часть  $\gamma$ -квантов а) не конвертирует в искровых камерах или б) не попадает в установку. Для оценки вклада от реакции (13) были использованы экспериментальные данные для  $4\gamma$ -событий, которые регистрировались установкой одновременно с  $\gamma\gamma$ -событиями. По оценкам:

$$\sigma_{\pi^0 p^0 (4\gamma)} = (389 \pm 48) [\mu\text{b}].$$

Фон  $\gamma$ -квантов, не претерпевших конверсию в искровых камерах, дает основной вклад в (12) и оценивается на основании экспериментальных данных. Число фоновых событий составляет около 25%. Гистограммы на рис. 5 а, б, в показывают распределения распадов  $\eta \rightarrow \gamma\gamma$  по энергии, углу разлета и по массе для 1060 событий после вычета фона. Кривые на гистограммах получены моделированием процесса (2) на ЭВМ в предположении, что дифференциальное сечение рождения  $\eta$ -

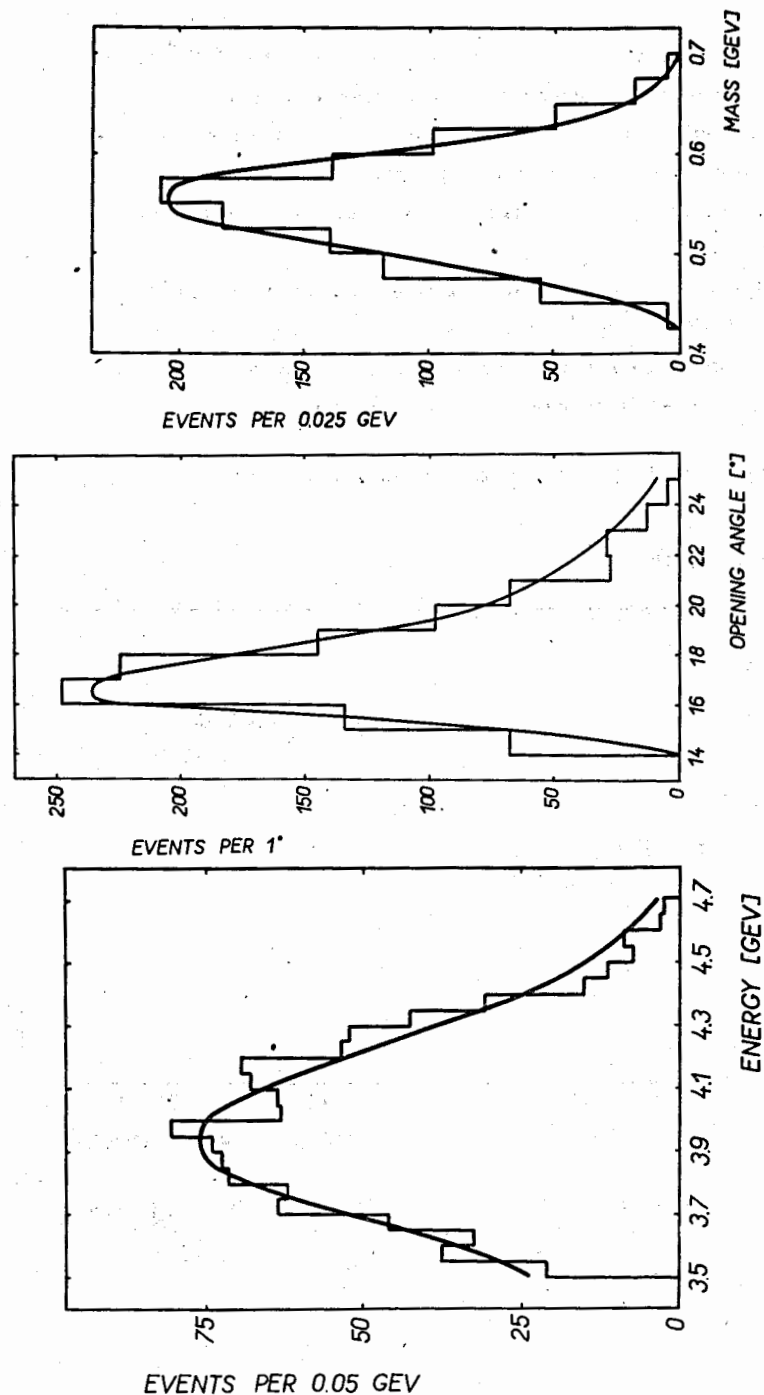


Рис.5. Распределение  $\gamma\gamma$ -событий: а) по суммарной энергии; б) по углу разлета; в) по эффективной массе в реакции  $\pi^- + p \rightarrow n + \eta, \eta \rightarrow \gamma\gamma$ . Кривые получены моделированием Монте-Карло на ЭВМ.

мезонов описывается зависимостью  $d\sigma/dt \approx \exp(-4t)$ . Из рисунка видно, что распределения, полученные моделированием, хорошо совпадают с экспериментальной гистограммой. Дифференциальное сечение  $d\sigma/dt$  рождения  $\eta$ -мезонов в зависимости от квадрата переданного импульса  $-t$  приведено на рис. 6.

При вычислении параметров  $B$  и  $A$ , характеризующих величину  $d\sigma/dt$  при  $|t|=0$  и наклон кривой дифференциального сечения, последнее аппроксимировалось выражением (8). Для значений  $-t$  в интервале  $0,02 \leq |t| \leq 0,24$  [GeV/c]<sup>2</sup>

$$A = (4,3 \pm 0,8) [\text{GeV/c}]^{-2}; B = (190 \pm 18) [\mu\text{b}/(\text{GeV/c})^2] \quad (16)$$

при  $P(\chi^2) > 0,9$ .

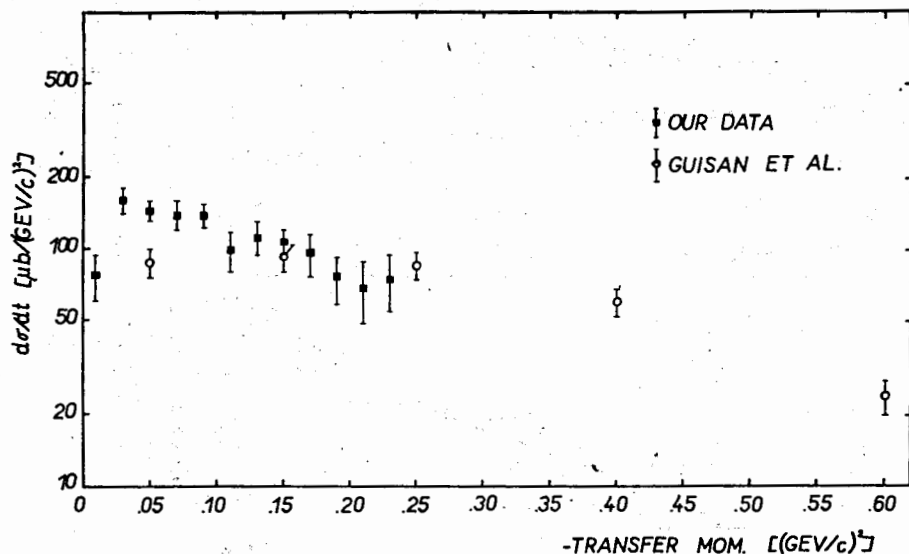


Рис. 6. Зависимость дифференциального сечения реакции  $\pi^- + p \rightarrow \pi + \eta$ ,  $\eta \rightarrow \gamma\gamma$  от квадрата переданного импульса  $-t$ . ■ - данные настоящей работы. ○ - данные, полученные в работе /14/.

В настоящей работе точность измерения квадрата переданного импульса была повышена в три раза по сравнению с ранее опубликованной /14/. Это позволило впервые детально исследовать область передач от  $0,24$  [GeV/c]<sup>2</sup>. Точность измерения  $\Delta t$  оценивалась двумя способами:

а) с помощью экспериментальных данных и б) моделированием процесса (2). Результаты обеих оценок находятся в хорошем согласии и равны:

$$\Delta t = \pm 0,015 [\text{GeV/c}]^2 \text{ при } |t| \rightarrow 0 \text{ и } \Delta t = \pm 0,030 \text{ при } |t| = 0,24 [\text{GeV/c}]^2.$$

Полученные экспериментальные данные указывают на отсутствие плато ( $P(\chi^2) < 0,001$ ) дифференциального сечения в интервале  $0 \leq |t| \leq 0,24$  [GeV/c]<sup>2</sup>, и не согласуются с результатами работы /14/. Данные настоящей работы позволяют оценить также величину полного сечения процесса  $\pi^- p \rightarrow \pi \eta, \eta \rightarrow 2\gamma$  в интервале  $0 \leq |t| \leq 0,24$  [GeV/c]<sup>2</sup>

$$\sigma_{\eta \rightarrow 2\gamma} = (26 \pm 5) [\mu\text{b}].$$

Важность полученного результата связана с возможностью параметризации функции вычета  $\Lambda_2$ -траектории в модели Редже. Однако для проведения указанной процедуры необходимы данные при других энергиях.

#### Краткие выводы из полученных результатов

1. Доказано существование распадов  $\rho^0 \rightarrow e^+ e^-$ .
2. Измерены относительные вероятности  $B_{\rho^0}$  и  $B_{\omega}$  распадов  $\rho^0$  и  $\omega$ -мезонов на  $e^+ e^-$ -пары:

$$B_{\rho^0} = (5,2 \pm 1,1) \cdot 10^{-5}; B_{\omega} = (6,6 \pm 1,4) \cdot 10^{-5}$$

3. Определены константы связи  $\rho^0$  и  $\omega$ -мезонов с  $\Upsilon$ -квантом:

$$\gamma_{\rho^0}^2 / 4\pi = 0,52 \pm 0,10; \gamma_{\omega}^2 / 4\pi = 5,0 \pm 1,0,$$

имеющие фундаментальное значение в модели векторной доминантности.

4. Указанные результаты подтверждают гипотезу о существовании прямых виртуальных переходов векторных мезонов в  $\gamma$ -кванты.

5. Впервые измерена по распадам  $\rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  средняя масса и ширина  $\rho^0$ -мезона:

$$m_{\rho^0} = (742 \pm 12) \text{ MeV}; \quad \Gamma_{\rho^0} = (120 \pm 20) \text{ MeV}.$$

6. Измерено дифференциальное сечение рождения  $\rho^0$ -мезонов при импульсе  $P_{\pi^-} = 4 \text{ GeV}/c$  и определен параметр, характеризующий наклон кривой распределения:

$$\Lambda_{\rho^0} = (8,6 \pm 3,3) [\text{GeV}/c]^{-2}.$$

Значение  $\Lambda_{\rho^0}$  находится в согласии с работой /12/.

7. Получены новые, более точные результаты по сечению образования  $\pi^0 \pi^0 \rightarrow 4\gamma$  в процессе  $\pi^- + p \rightarrow n + \pi^0 \pi^0 \rightarrow n + 4\gamma$ .

$$\sigma_{\pi^0 \pi^0 (4\gamma)} = (389 \pm 48) [\mu\text{b}].$$

8. Впервые измерена зависимость дифференциального сечения реакции  $\pi^- + p \rightarrow n + \eta$  от квадрата переданного импульса  $|t|$  в интервале  $0 \leq |t| \leq 0,24 [\text{GeV}/c]^2$ . Достигнутая точность по  $|t|$  ( $\Delta t = 0,015 [\text{GeV}/c]^2$  при  $|t| \rightarrow 0$ ) в три раза превышает точность, полученную в работе /14/.

В интервале  $0,02 \leq |t| \leq 0,24 [\text{GeV}/c]^2$  определен параметр наклона:

$$\Lambda_{\eta} = (4,3 \pm 0,8) [\text{GeV}/c]^{-2},$$

значение которого не согласуется с данными работы /14/.

9. Измерено полное сечение образования  $\eta$ -мезонов при импульсе  $p_{\pi^-} = 4 \text{ GeV}/c$  в процессе  $\pi^- + p \rightarrow n + \eta, \eta \rightarrow 2\gamma$ :

$$\sigma_{\eta \rightarrow 2\gamma} = (26 \pm 5) [\mu\text{b}].$$

10. Создана математическая модель установки, позволяющая моделировать на ЭВМ реакции (1) и (2) и ряд других процессов.

## Л и т е р а т у р а

1. M.A.Azimov et al., Proc. 13.Int. Conf. on High En.Phys., Berkeley 1966, p.313.
2. M.N.Khachatryan et al., Proc. Heidelberg Int.Conf. on Elem.Part., Heidelberg 1968, rap. H.Jones.
3. R.G.Astvacaturov et al., Proc. 14. Int.Conf. on High En. Phys., paper 768, Vienna 1968, rap. talk S.C.C. Ting p.53.  
M.A.Azimov et al., Proc. 14. Int. Conf. on High En. Phys., paper 772, Vienna 1968.
4. J.Hladký et al., Proc. Lund.Int.Conf.on Elem.Part. (in print)
5. М.Н. Хачатурян. Труды международной конференции по электромагнитным взаимодействиям. Дубна, 1967, т.1, стр. 53.
6. M.N.Khachatryan et al., Proc. of 1967 Inter.Symp.of Electr. a. Phot.Inter. at High Energy, Stanford 1967.
7. M.A.Azimov et al., Preprint E1-3148, Dubna 1967, Ядерная физика VI., 515 (1967).
8. M.A.Azimov et al., Phys.Lett., 24B, 349 (1967).
9. R.G.Astvacaturov et al., Preprint E1-3770, Dubna 1968, Phys.Lett., 27B, 45 (1968).
10. J.Hladký et al., Phys.Lett. (in print).
11. M.N.Khachatryan et al., Nucl.Instr. and Methods, 51, 309 (1967).
12. ABBVHLM Coll., N. Cim., 31, 729 (1964).
13. Barash - Schmidt et al., Preprint UCRL-8030, Berkeley 1969.
14. O.Guisan et al., Phys.Lett., 18, 200 (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 октября 1969 года.