

14

4303-A

87

17

A $\frac{71}{4303}$

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Сибирское отделение

Учёный совет Института ядерной физики

А.Г.Хабахпашев

"ИССЛЕДОВАНИЕ ϕ -МЕЗОННОГО РЕЗОНАНСА НА
ВСТРЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННЫХ ПУЧКАХ"

01.040 - Экспериментальная физика

Автореферат диссертации, пред-
ставленной на соискание учёной
степени доктора физико-матема-
тических наук

Новосибирск
1971

A 71
4303

Работа выполнена в Институте ядерной физики СО АН СССР.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

Доктор физ.-мат. наук БАЛДИН Александр Михайлович
Доктор физ.-мат. наук КАФТАНОВ Виталий Сергеевич
Доктор физ.-мат. наук ГОВОРКОВ Борис Борисович
Ведущее предприятие - Институт физики высоких энергий
(г. Серпухов).

Автореферат разослан " " января 1971 г.

Защита диссертации состоится " " _____ 1971 г. .
на заседании Совета Института ядерной физики Сибирского отде-
ления АН СССР.

Адрес: г. Новосибирск - 90, Академгородок, Институт ядерной
физики, конференцзал.

С диссертацией можно ознакомиться в ГПНТБ.

Адрес: г. Новосибирск, Академгородок, Вычислительный центр.

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА
член-корреспондент АН СССР

Р. И. Солоухин
(Р. И. Солоухин)

СВЕРЕНО
1983 г.

ГПНТБ, СО АН СССР

A - 4303 - 71.

В течение последних пяти лет методом встречных пучков был выполнен целый ряд экспериментов по физике элементарных частиц /1-11/. Основные из них - проверка применимости квантовой электродинамики на встречных электронных пучках (Новосибирск 1965, Стенфорд 1965, 1967), обнаружение и исследование двойного тормозного излучения (Новосибирск 1967, Орсе 1968), исследование ρ и ϕ -мезонов (Новосибирск 1967, 1969, Орсе 1968, 1969), исследование ω -мезона (Орсе 1968), изучение двухквантовой аннигиляции электронов и позитронов (Новосибирск 1969). Ряд новых экспериментов был проведен в 1970 г. на установках со встречными электрон-позитронными пучками во Фраскати, Орсе и Новосибирске. Эти работы обсуждались на Международной конференции по физике высоких энергий в Киеве.

Важное место в экспериментах на встречных пучках занимает исследование свойств и параметров векторных мезонов. Векторные мезоны ответственны за связь электромагнитного поля с адронами. Для понимания этой роли векторных мезонов должны быть определены константы связи векторных мезонов с электромагнитным полем и адронами. Метод встречных пучков позволяет непосредственно измерить эти константы.

Важным преимуществом метода встречных пучков при исследовании векторных мезонов является то обстоятельство, что в конечном состоянии участвуют только продукты распада мезона. При рождении векторных мезонов в реакциях типа $\pi p \rightarrow \phi n$, $\gamma A \rightarrow \phi A$ и др. должно учитываться взаимодействие продуктов распада векторного мезона с другими частицами, что сделать не очень просто.

Диссертация посвящена исследованию ϕ -мезонного резонанса на установке со встречными электрон-позитронными пучками ВЭПП-2. Целью работы было измерение в одном эксперименте парциальных сечений трёх основных мод распада ϕ -мезона, определение полной ширины резонанса и относительной вероятности лептонного распада.

Для проведения эксперимента была проведена реконструкция установки ВЭПП-2 /12/ и создана в значительной мере новая система регистрации в соответствии с целями и особенностями эксперимента по исследованию ϕ -мезона.

Система регистрации. Система регистрации состоит из оптических искровых камер и сцинтилляционных счётчиков (рис.1). Две одинаковые группы искровых камер охватывают телесный угол $2 \times 0,9$ стерадиана вблизи вертикального направления.

Координатные камеры служат для определения координат точки взаимодействия и углов вылета частиц. Ливневая и пробегная камеры служат для определения сорта частиц по характеру их взаимодействия с материалом пластин. Ливневая камера содержит 11 свинцовых пластин толщиной 2 мм и предназначена для разделения мезонов от гамма-квантов и электронов. Пробегная камера содержит 21 пластину из нержавеющей стали толщиной 8 мм. Основная задача этой камеры - отделить π -мезоны от K -мезонов и космических частиц. Каждая искровая камера фотографируется в двух направлениях. Система зеркал позволяет пользоваться одной фотокамерой.

Запуск искровых камер производится четырьмя сцинтилляционными счётчиками размером $40 \times 40 \text{ см}^2$. Сцинтилляционные счётчики включены в две схемы совпадений с разрешающим временем $2\tau = 20$ нсек. Четырёхкратная схема совпадений настроена на регистрацию частиц с минимальной ионизацией. Двухкратная схема совпадений соединена с двумя ближайшими к пучку счётчиками и настроена на регистрацию пар заряженных K -мезонов. Энергия мезонов в максимуме Φ -резонанса составляет 16 Мэв, а соответствующий импульс света в сцинтилляторе в 8 раз превышает импульс для частиц с минимальной ионизацией.

Для защиты от космического излучения служит счётчик антисовпадений с размером сцинтиллятора $160 \times 160 \times 5 \text{ см}^3$. Для исключения срабатываний счётчика антисовпадений от частиц исследуемого процесса между ним и пробегной искровой камерой помещался слой свинца толщиной 20 см. Включение счётчика антисовпадений снижает частоту срабатываний системы регистрации от космического излучения в 50 раз.

Число срабатываний от космического излучения дополнительно снижается в 4,3 раза за счёт синхронизации с пучком позитронов. Для этой цели синхротронное излучение позитронного пучка регистрируется фотоумножителем ФЭУ-30, включенным в схему совпаде-

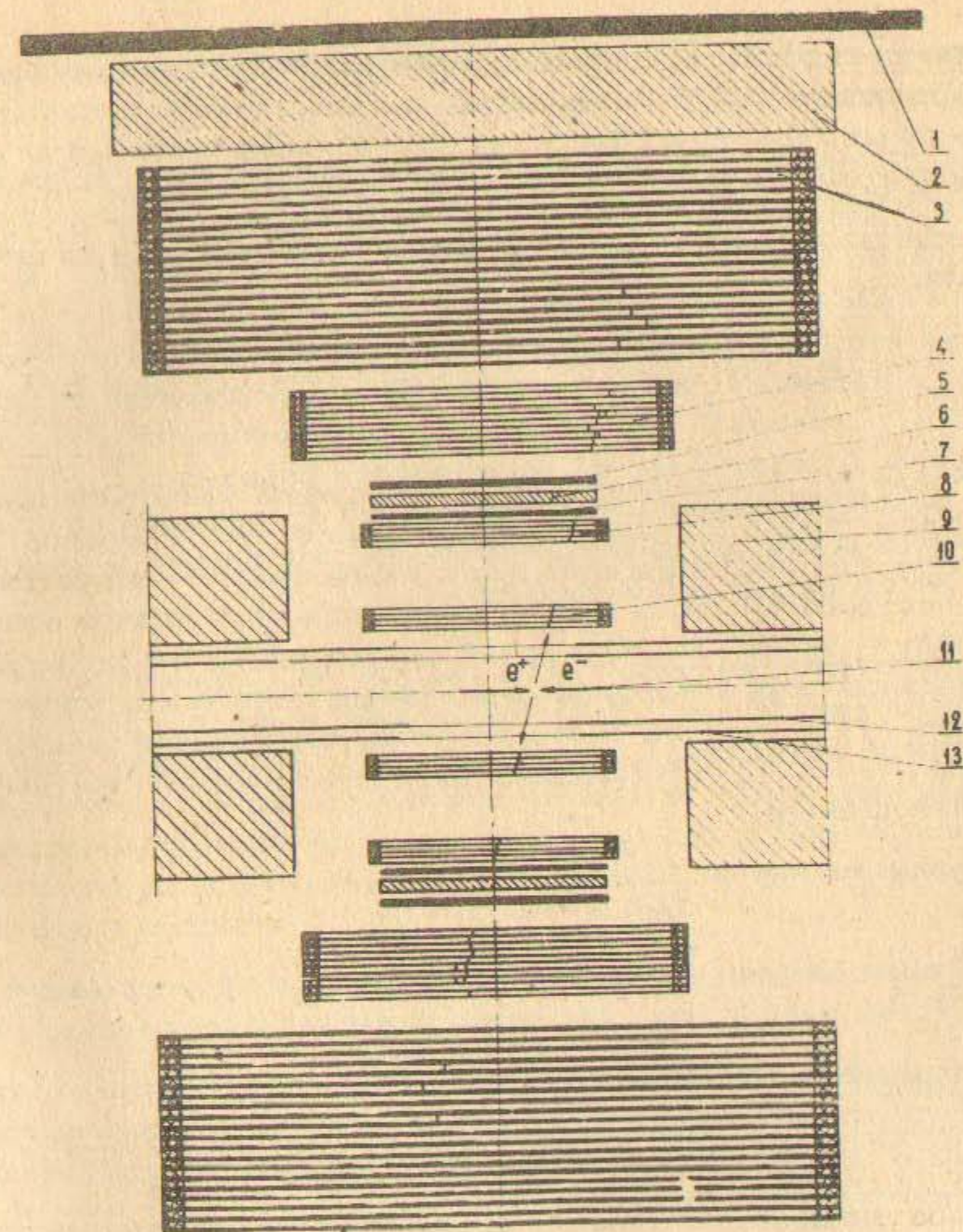


Рис.1. Система регистрации: 1 - сцинтилляционный счётчик антисовпадений; 2 - слой свинца толщиной 200 мм; 3 - пробегная искровая камера; 4 - ливневая искровая камера; 5,7 - сцинтилляционные счётчики; 6 - слой алюминия толщиной 20 мм; 8,10 - координатные искровые камеры; 11 - область встречи; 12,13 - внутренняя и наружная вакуумные камеры.

ний с одним из сцинтилляционных счётчиков. Разрешающее время схемы синхронизации $2\tau = 9,3$ нсек.

В этих условиях система регистрации срабатывает 40 раз в час от космического излучения. Значительно большую загрузку, 300-400 срабатываний в час, дают частицы, выбывающие из пучков в накопителе.

Энергия частиц определялась по измерениям магнитного поля на орбите накопителя. Точность абсолютного определения энергии этим методом составляла 1%. Стабильность и воспроизводимость энергии контролировалась методом ядерного резонанса с точностью 0,01%. При обработке результатов измерений абсолютная калибровка энергетической шкалы производилась по табличному значению массы Φ -мезона 1019,5 Мэв /13/.

Измерения светимости. Основной характеристикой экспериментальных возможностей установки со встречными пучками является её светимость /14/. Полное число событий, зарегистрированных в эксперименте, сечение регистрации процесса и интеграл светимости связаны соотношением:

$$N = \sigma_p \mathcal{L}$$

Для определения сечения какого-либо процесса в эксперименте на встречных пучках необходимо измерить интеграл светимости.

В эксперименте измерение светимости производилось по двум процессам - упругому рассеянию электронов на позитронах на большие углы $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ и двойному тормозному излучению $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + 2\gamma$. Сечение обоих этих процессов может быть вычислено точно.

Процесс двойного тормозного излучения имеет хорошую статистическую точность, но изменение абсолютной светимости по этому процессу затруднено большими систематическими ошибками, связанными с определением эффективности регистрации. Поэтому при обработке результатов эксперимента относительное измерение светимости при каждой энергии пучков производилось по двойному тормозному излучению. Абсолютное значение светимости было определено по полному числу событий упругого рассеяния на большие углы, зарегистрированных в эксперименте.

Процесс двойного тормозного излучения /15/ регистрировался двумя счётчиками полного поглощения на кристалле $NaI(Tl)$. Счётчики были включены в две идентичные схемы совпадений, одна из которых регистрирует эффект, другая - фон случайных совпадений. Для регистрации фона в один из каналов схемы включается линия задержки, соответствующая одному периоду обращения частиц в накопителе. Через каждые 1000 сек схемы совпадений автоматически меняются местами. Разрешающее время схем совпадений $2\tau = 40$ нсек. Порог регистрации счётчиков был установлен равным 5 Мэв.

Значение интеграла светимости, измеренное по процессу двойного тормозного излучения $\mathcal{L}_\gamma = (10,1 \pm 2,0) \cdot 10^{33} \text{ см}^{-2}$ находится в согласии с результатом, полученным по процессу электрон-позитронного упругого рассеяния $\mathcal{L}_e = (8,50 \pm 0,37) \cdot 10^{33} \text{ см}^{-2}$.

Исследование Φ -мезонного резонанса. Основная серия измерений проводилась в течение 40 дней при круглосуточной работе установки. Измерения проводились при 9 значениях энергии частиц в накопителе от 508 до 514 Мэв. Четвертая часть времени работы накопителя потрачена на фоновые измерения, для которых пучки разводились по вертикали на 2 мм. Кроме этого измерялся фон космического излучения.

Некоторые характеристики эксперимента иллюстрируются таблицей:

Таблица 1

	Эффект	Фон	Космика
Время измерений (час)	221,9	67,3	67,9
Гамма-монитор (тыс.)	1292	2,0	-
Число фотографий (тыс.)	86,1	25,6	10,2
Интеграл светимости (10^{33} см^{-2})	8,5	-	-

Отбор полезных событий производился по пространственным характеристикам двух заряженных частиц, зарегистрированных в координатных камерах, а также по виду взаимодействия частиц в ливневых и пробегных камерах. Первое требование сводилось к тому, чтобы треки двух частиц пересекались в одной точке и эта точка с хорошей точностью лежала на траектории пучков. Второе условие позволяло отделять мезоны от электронов и гамма-квантов.

При обработке эксперимента выделялось шесть каналов реакции: для канала $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ запуск системы регистрации производился двухкратной схемой совпадений, для остальных каналов - четырехкратной. Основные критерии выделения каждого канала были следующими.

1. $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$. Чёткие картины ливней в верхней и нижней системах искровых камер. Угол отклонения от коллинеарности $\Delta\omega < 10^\circ$. Процесс выделен без фона.

2. $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$. Двухкратные совпадения с порогом регистрации, в 3,5 раза превышающим амплитуду импульсов для частиц с минимальной ионизацией. Угол отклонения от коллинеарности $\Delta\omega < 10^\circ$. Около трети зарегистрированных событий этого процесса имеют в ливневых и пробегных камерах характерную картину распада K -мезона, остановившегося в первом спцинтилляционном счётчике. Эта группа событий не имеет фона.

3. $e^+e^- \rightarrow K_S^0 K_L^0$. События регистрировались по распаду $K_S^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$. Допустимый угол отклонения от коллинеарности $10^\circ < \Delta\omega < 34^\circ$. Нижняя граница установлена для исключения коллинеарного процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$, верхняя граница определяется импульсом K_S^0 -мезона. Для исключения событий, связанных с процессом $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^- \gamma$, введено ограничение на угол отклонения от коллинеарности в азимутальном направлении $|\Delta\varphi| > 4^\circ$. На длину пробега устанавливалось ограничение, соответствующее ионизационному пробегу пиона с полной энергией 305 Мэв.

4. $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$. Допустимые углы отклонения от коллинеарности $10^\circ < \Delta\omega < 65^\circ$ и $|\Delta\varphi| > 4^\circ$. Ограничение $\Delta\omega < 65^\circ$ установлено для уменьшения фона. Для углов $10 < \Delta\omega < 34$ пробег хотя бы одного из пионов должен превышать максимальный пробег пионов предыдущего процесса.

5. $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$. Угол отклонения от коллинеарности $\Delta\omega < 2,5^\circ$. Пробеги пионов заканчиваются в ливневых и пробегных камерах.

6. $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$. Угол отклонения от коллинеарности $\Delta\omega < 2,5^\circ$. Пробеги мюонов выходят за пределы камер. Результаты измерений этого канала реакции приведены в работе, посвященной проверке применимости квантовой электродинамики /16/.

Суммарные результаты эксперимента по первым пяти каналам приведены в таблице 2.

Таблица 2

Канал	Зарегистрировано число событий			Чистый эффект (фон вычтен)	Вероятность регистрации (%)
	Эффект	фон	космика		
e^+e^-	530	0	0	530 ± 23	(0,0625 мкбн)
K^+K^-	633	20	2	565 ± 29	$7,1 \pm 0,1$
$K_S^0 K_L^0$	95	0	0	95 ± 10	$3,4 \pm 0,2$
$\pi^+\pi^-\pi^0$	21	0	0	$21 \pm 4,6$	$0,71 \pm 0,08$
$\pi^+\pi^-$	40	3	15	$28,6 \pm 7$	$6,0 \pm 0,7$
Коэффициент нормировки	1	0,30	1,32		

Фоновые измерения нормировались по отношению полного числа кадров, зарегистрированных при измерении эффекта и фона. Для канала $\pi^+\pi^-$ значение фона получено из измерения на "космике", имеющих лучшую статистическую точность.

Расчет геометрических условий регистрации для системы искровых камер проведен методом Монте-Карло. Вероятности регистрации, приведенные в таблице 2, включают в себя поправки на эффективность схемы совпадений, на вероятность π^- -мезону иметь пробег, удовлетворяющий выбранным ограничениям и др. Для упругого рассеяния приведено сечение регистрации с учетом радиационных поправок /17/. При вычислении сечения канала $e^+e^- \rightarrow K_S^0 K_L^0$ учитывалось, что часть событий процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ будет удовлетворять условиям отбора канала $K_S^0 K_L^0$. Вероятность регистрации событий $\pi^+\pi^-\pi^0$ в канале $K_S^0 K_L^0$ равна $(0,14 \pm 0,02)\%$.

Радиационные поправки весьма существенны для резонансных каналов реакции /18/. Резонансные множители в сечении приводят к большой величине радиационной поправки и сильной зависимости её от энергии. Сечение регистрации Φ -мезона с учетом радиационной поправки $\sigma_r' = \sigma_r(1 + \delta\Phi)$, где σ_r - сечение регистрации процесса, $\delta\Phi$ - радиационная поправка. В максимуме Φ -резонанса $\delta\Phi = -0,24$.

Время измерений в большинстве циклов составляло от 2 до 5 часов. Так как время радиационной поляризации пучков с энергией 510 Мэв для накопителя ВЭПП-2 составляет 3 часа /19/, то при отсутствии деполяризующих эффектов на результатах измерения сечения канала K^+K^- скажется поляризация пучков. Поправка к сечению в этом случае будет $\delta\pi = 0,08$. Иными словами: если отсутствуют деполяризующие эффекты, полученное полное сечение этого канала будет завышено на 8%. Величина поправки, определенная из эксперимента по зависимости числа зарегистрированных событий K^+K^- от времени нахождения пучка в накопителе,

$\delta\pi = 0,02 \pm 0,03$. При обработке результатов принято $\delta\pi = 0$.

Ширина резонанса Γ и сечения трех каналов распада Φ -ме-

зона при резонансной энергии $\sigma(K^+K^-)$, $\sigma(K_S^0 K_L^0)$ и $\sigma(\pi^+\pi^-\pi^0)$ определялись методом максимального правдоподобия. Экспериментальные данные аппроксимировались кривой Брейта-Вигнера. В результате обработки эксперимента получены следующие значения ширины и парциальных резонансных сечений трех каналов распада Φ -мезона:

$$\Gamma_\Phi = (4,67 \pm 0,42) \text{ Мэв},$$

$$\sigma(K^+K^-) = (2,13 \pm 0,17) \text{ мкбарн},$$

$$\sigma(K_S^0 K_L^0) = (1,02 \pm 0,15) \text{ мкбарн},$$

$$\sigma(\pi^+\pi^-\pi^0) = (0,81 \pm 0,21) \text{ мкбарн}.$$

Экспериментальные данные и резонансная кривая показаны на рис.2-4. Величина χ^2 , характеризующая статистическую совместимость экспериментальных точек, оказалась равной 15,5. При числе степеней свободы $28-6 = 22$ это соответствует достоверности 84%.

Полное резонансное сечение образования Φ -мезона, полученное как сумма сечений трех основных мод распада,

$$\sigma_\Phi = (3,96 \pm 0,35) \text{ мкбарн}$$

и относительные вероятности основных каналов (%)

$$B(K^+K^-) = 54,0 \pm 3,4,$$

$$B(K_S^0 K_L^0) = 25,7 \pm 3,0,$$

$$B(\pi^+\pi^-\pi^0) = 20,3 \pm 4,2.$$

Полученным данным соответствует относительная вероятность и ширина лептонного распада Φ -мезона

$$B(e^+e^-) = (2,81 \pm 0,25) \cdot 10^{-4}$$

$$\Gamma(e^+e^-) = (1,31 \pm 0,12) \text{ кэв}$$

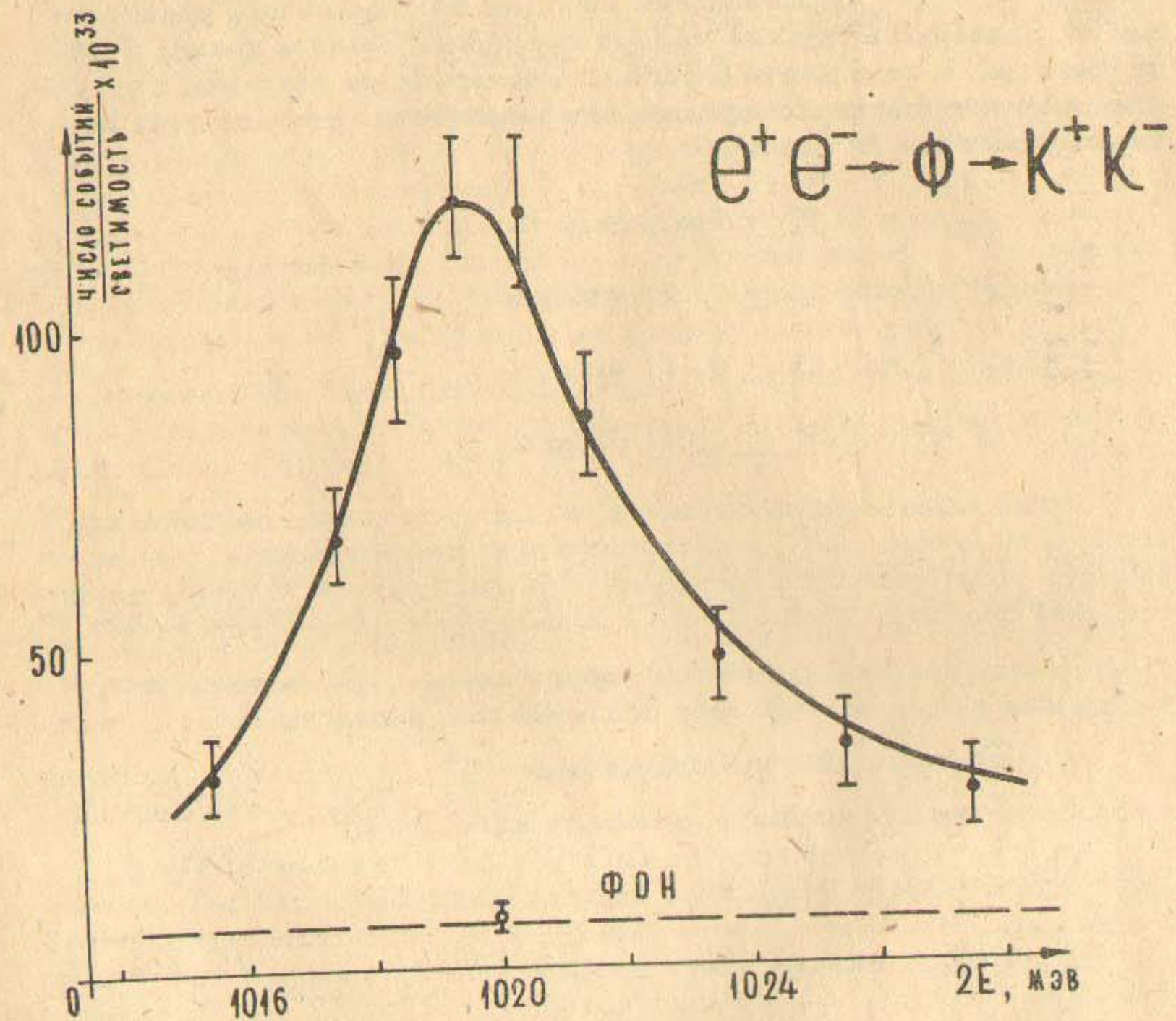


Рис.2. Резонансная кривая канала $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$
 При выбранной нормировке координаты точек примерно
 соответствуют числу событий.

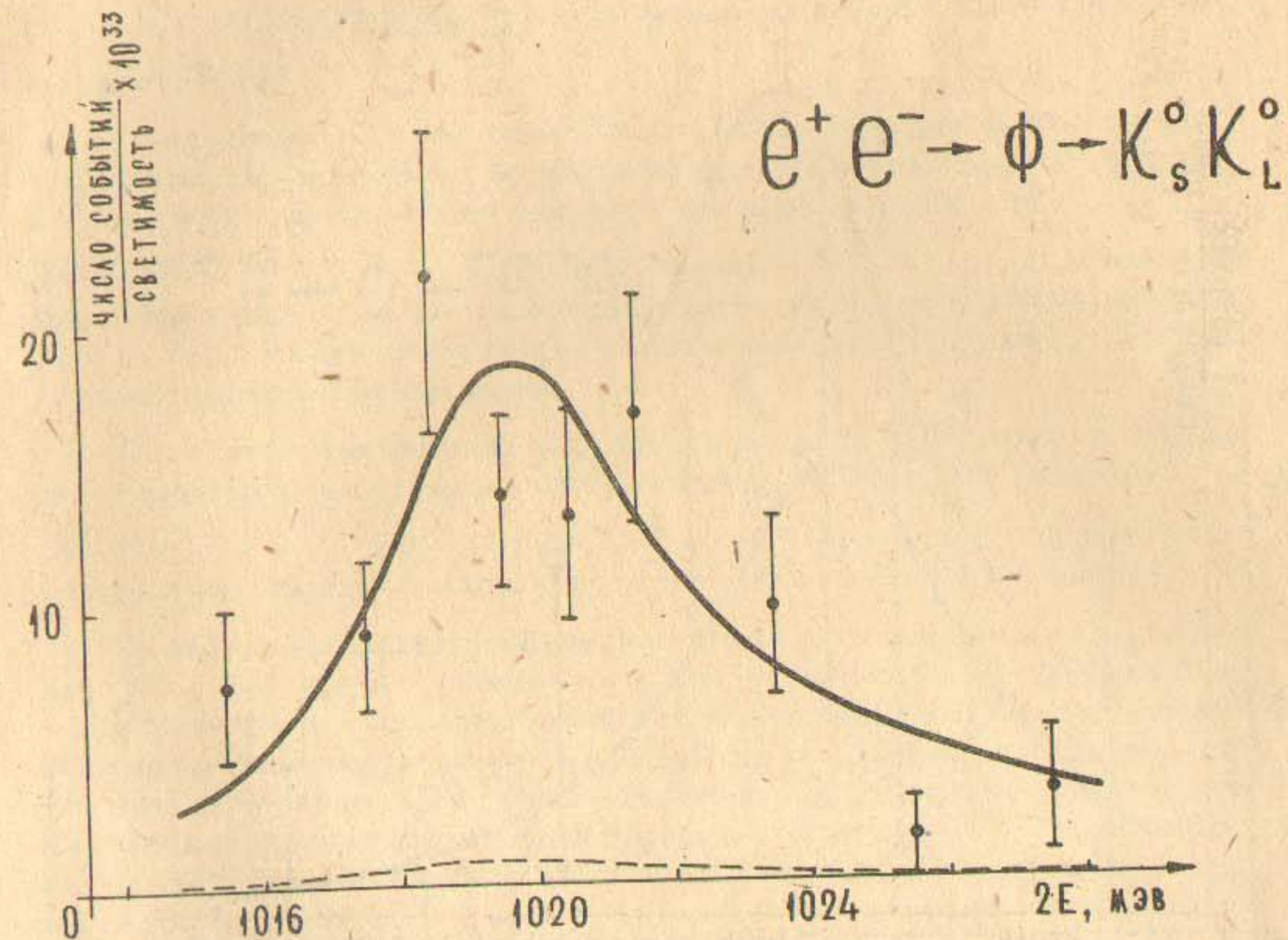


Рис.3. Резонансная кривая канала $e^+e^- \rightarrow K_S^0 K_L^0$
 Пунктиром показана примесь канала $\pi^+\pi^-\pi^0$.

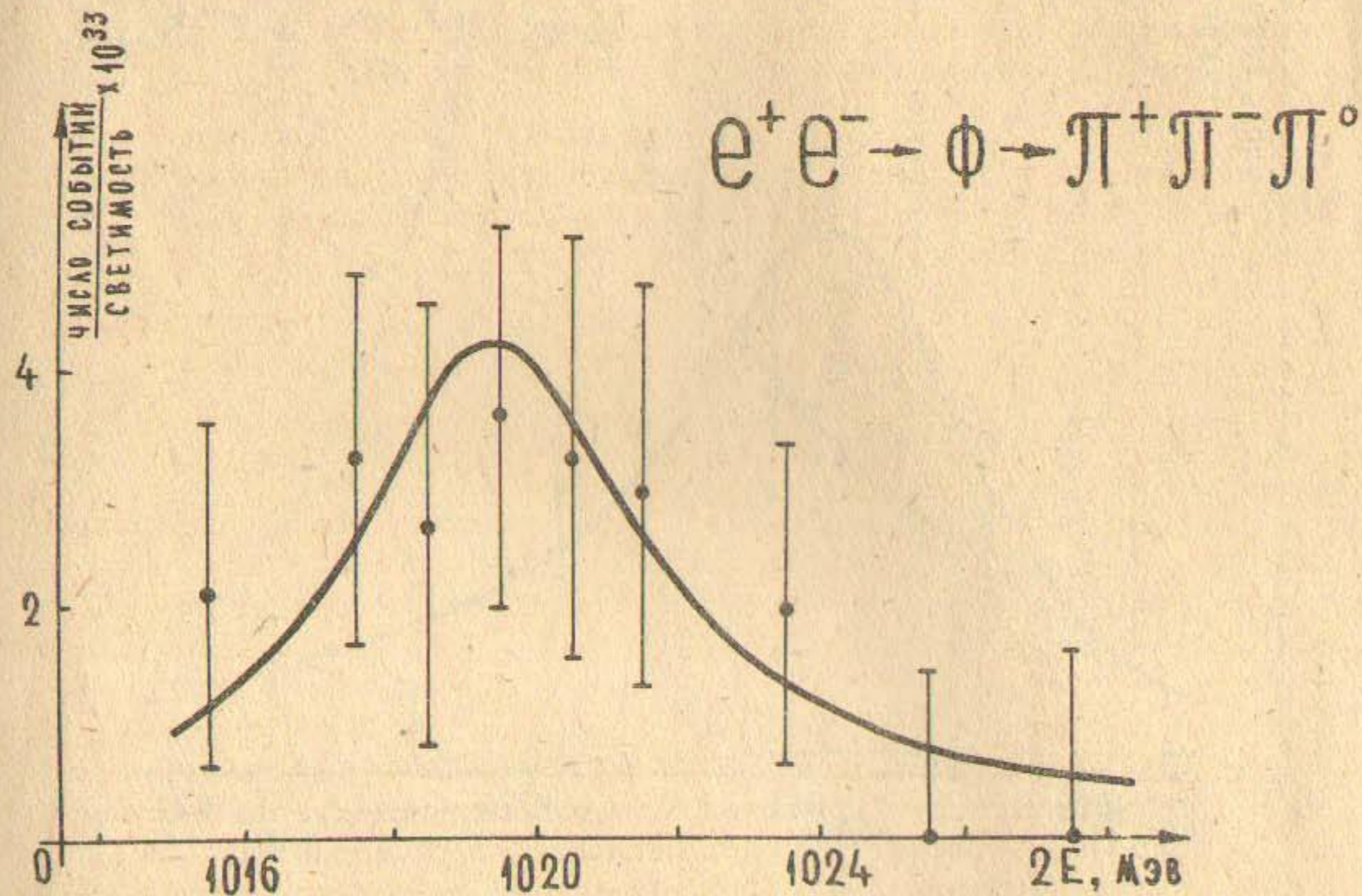


Рис.4. Резонансная кривая канала $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$

и константа связи ϕ -мезона

$$g_{\phi}^2/4\pi = \frac{\alpha^2 m_{\phi} \alpha_{\phi}}{3 \Gamma(e^+e^-)} = 11,7 \pm 1,1,$$

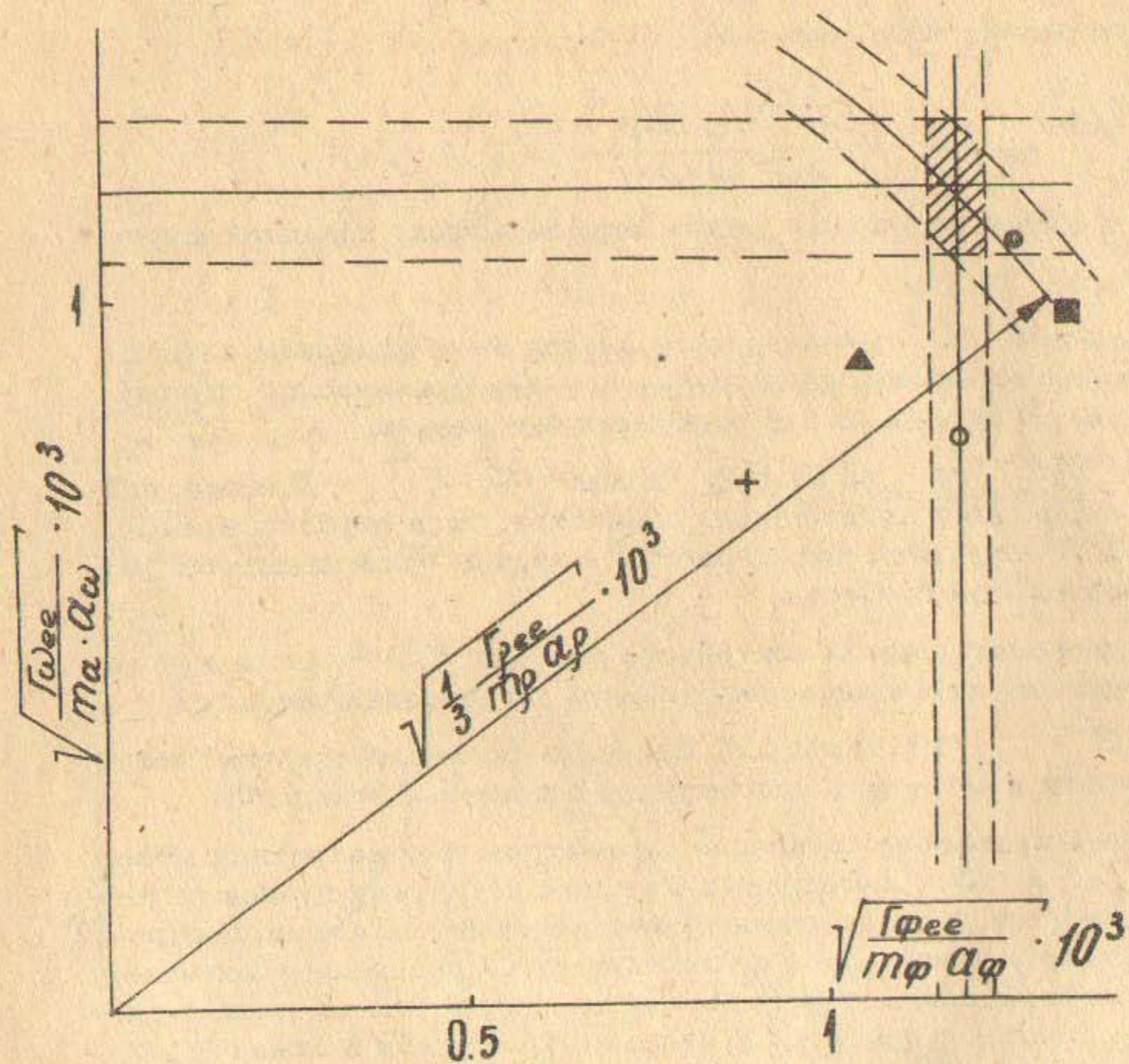
где $\alpha_{\phi} = 0,85$ коэффициент, учитывающий эффект конечной ширины резонанса.

Параметры ϕ -мезонного резонанса были измерены в двух отдельных экспериментах на встречных пучках французской группой в Орсе /9,10/. В первом из них исследовались каналы $K_S^0 K_L^0$ и $\pi^+\pi^-\pi^0$, во втором - канал K^+K^- . Данные, полученные после завершения полной обработки, были опубликованы в 1970 г. /10/. Результаты нашей работы и группы Орсе находятся в удовлетворительном согласии.

Относительная ширина лептонного распада ϕ -мезона в ряде работ измерялась путем непосредственной регистрации распадов $\phi \rightarrow e^+e^-$ /20, 21 и др./ . Значение лептонной ширины, полученное в наших измерениях, согласуется с данными этих работ.

В работе проведено сравнение параметров трех векторных мезонов ρ , ω и ϕ , измеренных методом встречных пучков в Новосибирске и Орсе, с различными теоретическими моделями, построенными на гипотезе векторной доминантности. Сравнение показывает, что значение барионного угла смешивания, определенное из экспериментальных данных с помощью уравнения Кролла, Ли и Зумино /22/, не согласуется с теоретическими предсказаниями. Модель смешивания масс Гурдэна /23/ в пределах ошибок эксперимента даёт правильное значение констант связи и гиперонного угла смешивания. Правило сумм Гурдэна-Креммера также хорошо согласуется с экспериментом. Результаты сравнения экспериментальных данных с правилом сумм Гурдэна-Креммера и предсказаниями различных теоретических моделей демонстрируются диаграммой Сакураи, показанной на рис.5.

Обработка данных, относящихся к каналу $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ показала, что в районе ϕ -резонанса этот процесс имеет сечение нерезонансного характера. Полученная отсюда величина фактора



- Гурден, смешивание масс
- + Кроал, смешивание масс
- Кроал, смешивание токов
- ▲ модель кварков
- SU(6)

Рис. 5. Сравнение экспериментальных данных по лептонным распадам, полученным на встречных пучках, с правилом сумм Гурдена-Креммера. α - поправка на конечную ширину резонанса векторного мезона. Точками показаны предсказания некоторых теоретических моделей.

рождения двух π -мезонов с суммарной энергией 1020 Мэв

$$|F_{2\pi}(1020)|^2 = 3,2 \pm 0,8$$

лежит заметно выше значения $1,8 \pm 0,3$, полученного экстраполяцией кривой Брайта-Вигнера для ρ -мезонного резонанса [7,9].

Если рождение пар π -мезонов идет также через распад

$\phi \rightarrow \pi^+\pi^-$, то между нерезонансным и резонансным каналами возникнет интерференция. Низкая статистика не позволила обнаружить интерференцию. Однако, обработка результатов методом максимального правдоподобия позволила определить значение верхнего предела относительной вероятности распада $\phi \rightarrow \pi^+\pi^-$. При произвольной фазе интерференции с достоверностью 95%

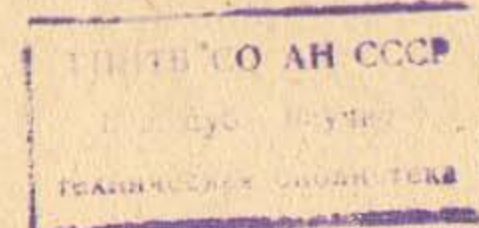
$$B(\pi^+\pi^-) < 0,8 \%$$

Обработка с учетом интерференции дала несколько иное значение формфактора для нерезонансного канала и естественно с меньшей точностью

$$|F_{2\pi}(1020)|^2 = 2,9 \pm 1,2$$

Электророждение электрон-позитронных пар. При обработке эксперимента был обнаружен процесс, который не принадлежит к рассмотренным шести реакциям. Большинство событий этого процесса имеет углы отклонения от коллинеарности $|\Delta\theta| < 40^\circ$ и $|\Delta\varphi| < 15^\circ$. В процессе регистрируются электроны и позитроны с энергией примерно 15-20 Мэв. Частицы имеют нулевые пробеги в ливневых камерах. Процесс не связан с ϕ -мезонным резонансом. Всего в эксперименте было зарегистрировано 84 ± 19 таких событий. Анализ показал, что эти события принадлежат к процессу электророждения пар $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + e^+e^-$. Дифференциальное сечение этого процесса было получено в последнее время Байером и Фадиным [24]. Расчетное число электрон-позитронных пар, полученное с помощью формулы Байера и Фадина для условий нашего эксперимента, равно 79 ± 22 события. Как видно из

A-4308-И



сравнения, эксперимент хорошо согласуется с теорией. Угловые распределения событий электророждения пар, полученные в эксперименте, также хорошо согласуются с теорией.

Процесс электророждения пар следует учитывать при постановке экспериментов на встречных пучках при низких порогах регистрации электронов и позитронов.

Основное содержание диссертации изложено в работах /8, 12, 14, 25/.

Л и т е р а т у р а

1. Barber W., Gittelman B., O'Neill G., Richter B., *Phys. Rev. Letters* 16, 1127 (1966).
2. Будкер Г.И., Кушниренко Е.А., Наумов А.А., Онучин А.П., Попов С.Г., Сидоров В.А., Скринский А.Н., Тумайкин Г.М. *Атомная энергия* 22, 164 (1967); *Ядерная физика* 6, 1221, (1967).
3. Barber W., Gittelman B., O'Neill G., Richter B., *Electron-electron scattering at 556 MeV/particle, XIV International Conference, Vienna, 1968.*
4. Голубничий П.И., Онучин А.П., Попов С.Г., Сидоров В.А., *Атомная энергия* 22, 168 (1967).
5. Augustin T., Buon T., Delcourt B., Teanjean T., Lalanne D., Nguyen H., Perez-Y-Torba T., Petroff P., Richard E., Rumpf F., Treille D., *Phys. Letters*, 31B, 673 (1970).
6. Ауслендер В.Л., Будкер Г.И., Пестов Ю.Н., Сидоров В.А., Скринский А.Н., Хабахпашев А.Г., *Phys. Letters*, 25B, 433 (1967).
7. Ауслендер В.Л., Будкер Г.И., Пахтусова Е.В., Пестов Ю.Н., Сидоров В.А., Скринский А.Н., Хабахпашев А.Г., *Ядерная физика* 9, 114 (1969).
8. Балакин В.Е., Будкер Г.И., Коршунов Ю.В., Мишнев М.И., Пахтусова Е.В., Пестов Ю.Н., Сидоров В.А., Скринский А.Н., Тумайкин Г.И., Хабахпашев А.Г., *Международный семинар по векторным мезонам, Дубна, 1969, стр.479.*

9. Augustin T., Bizot T., Buon T., Haissinski T., Lalanne D., Marin P., Nguyen H., Perez-Y-Torba T., Rumpf F., Silva E., Tavernier S., Phys. Letters, 28B, 508 (1969).
- 9a. Augustin T., Bizot T., Buon T., Delcourt B., Haissinski T., Teanjean T., Lalanne D., Marin P., Nguyen H., Perez-Y-Torba T., Richard F., Rumpf F., Treille D., Phys. Letters, 28B, 517 (1969).
10. Bizot T., Buon T., Chateles Y., Teanjean T., Lalanne D., Nguyen H., Perez-Y-Torba T., Petroff P., Richard F., Rumpf F., Treille D., Phys. Letters, 32B, 416 (1970).
11. Augustin T., Benaksas D., Buon T., Grasso V., Haissinski T., Lalanne D., Laplanche F., Lefrancois T., Lehmann P., Marin P., Rumpf F., Silva E., Phys. Letters, 28B, 513 (1969).
12. Ауслендер В.Л., Будкер Г.И., Вассерман И.Б., Диканский Н.С., Карлинер М.М., Мишнев С.И., Сидоров В.А., Скринский А.Н., Тумайкин Г.М., Хабахпашев А.Г., Шатунов Ю.М., Шехтман И.А. Реконструкция ВЭПП-2. Доклад на УП Международной конференции по ускорителям, Ереван, 1969.
13. Rosenfeld et al., Tables, January 1970.
14. Ауслендер В.Л., Мишнев С.И., Онучин А.П., Пахтусова Е.В., Попов С.Г., Сидоров В.А., Хабахпашев А.Г., Атомная энергия, 22, 176 (1967).

15. Голубничий П.И., Онучин А.П., Попов С.Г., Сидоров В.А., Атомная энергия, 22, 168 (1967).
16. Балакин В.Е., Будкер Г.И., Курдадзе Л.М., Онучин А.П., Пахтусова Е.В., Середняков С.И., Сидоров В.А., Скринский А.Н., Хабахпашев А.Г., Эксперименты по рождению пар M -мезонов. Доклад на ХУ Международной конференции по физике высоких энергий, Киев, 1970.
17. Суханов С.М., Фадин В.С., Хозе В.А., ДАН СССР, 178, 822 (1968).
18. Байер В.Н., Фадин В.С., Phys. Letters, 27B, 223 (1968).
19. Baier V., International School of Physics "Enrico Fermi", XLVI, Academic Press, 1970.
20. Аствататуров Р.Т., Азиямов М.А., Балдин А.М., Белоусов А.С., Гладкий Я., Журавлев Л.И., Иванов В.И., Матюшин А.Т., Хачатурян М.Н., Хвастунов М.С., Чувило И.В., Штарков Л.Н., Phys. Letters, 27B, 45 (1968).
21. Becker U., Bertram W., Binkley M., Tordan C., Knasel T., Marshall R., Quinn D., Rohde R., Smith A., Ting S., Phys. Rev. Letters 21, 1504 (1968).
22. Kroll N., Lee T., Zumino B., Phys. Rev., 157, 1376 (1967); Электронные взаимодействия и структура элементарных частиц, Москва, 1969, стр.266.

23. Gourdin M., International Conference on Guanic Models, Detroit, 1969.

24. Байер В.Н., Фадин В.С., Phys. Letters (в печати).

25. Балакин В.Е., Будкер Г.И., Пахтусова Е.В., Сидоров В.А., Скринский А.Н., Тумайкин Г.М., Хабахпашев А.Г. "Исследование ϕ -мезонного резонанса". Доклад на XV Международной конференции по физике высоких энергий, Киев, 1970.

Ответственный за выпуск А.Г.Хабахпашев
Подписано к печати МН 02530 22.1.1971г.
Усл. 1,0 печ.л., тираж 150 экз.
Заказ № 3 , бесплатно.

Отпечатано на ротапринтере в ИЯФ СО АН СССР, нв.