

Сибирское отделение Российской Академии наук
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г.И.Будкера

М.Н.Ачасов, К.И.Белобородов, А.В.Бердюгин,
А.Г.Богданчиков, А.В.Боженок, Д.А.Букин,
А.В.Васильев, В.Б.Голубев, Т.В.Димова,
В.П.Дружинин, А.А.Король, С.В.Кошуба,
И.Н.Нестеренко, А.В.Отбоев, Е.В.Пахтусова,
А.А.Полунин, С.И.Средняков, В.А.Сидоров,
З.К.Силагадзе, А.Г.Скрипкин, Ю.В.Усов,
Ю.М.Шатунов, В.В.Шарый

ОБЗОР ТЕКУЩИХ РЕЗУЛЬТАТОВ
ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
С ДЕТЕКТОРОМ СНД НА ВЭПП-2М

ИЯФ 2003-52

Новосибирск
2003

**Обзор текущих результатов
обработки экспериментов с детектором СНД
на ВЭПП-2М**

*М.Н.Ачасов, К.И.Белобородов, А.В.Бердюгин, А.Г.Богданчиков,
А.В.Боженок, Д.А.Бужин, А.В.Васильев, В.Б.Голубев,
Т.В.Димова, В.П.Дружинин, А.А.Король, С.В.Кошуба,
И.Н.Нестеренко, А.В.Отбоев, Е.В.Пахтусова, А.А.Полунин,
С.И.Середняков, В.А.Сидоров, З.К.Силагадзе, А.Г.Скрипкин,
Ю.В.Усов, Ю.М.Шатунов, В.В.Шарый*

Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера
630090, Новосибирск, Россия

Аннотация

Приводятся предварительные результаты обработки экспериментов, выполненных с помощью детектора СНД на ВЭПП-2М. Измерены сечения процессов $e^+e^- \rightarrow \pi^0\gamma$, $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ и $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$.

**Review of recent results
from SND experiments for VEPP-2M**

*M.N.Achasov, K.I.Beloborodov, A.V.Berdyugin, A.G.Bogdanchikov,
A.V.Bozhenok, D.A.Bukin, A.V.Vasiljev, V.B.Golubev, T.V.Dimova,
V.P.Druzhinin, A.A.Korol, S.V.Koshuba, I.N.Nesterenko,
A.V.Otboev, E.V.Pakhtusova, A.A.Polunin, S.I.Serednyakov,
V.A.Sidorov, Z.K.Silagadze, A.G.Skripkin, Yu.V.Usov,
Yu.M.Shatunov, V.V.Shary*

Budker Institute of Nuclear Physics, 630090, Novosibirsk, Russia

Abstract

Preliminary results from SND experiments for VEPP-2M are presented. Cross sections of process $e^+e^- \rightarrow \pi^0\gamma$, $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ and $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ are measured.

© *Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН*

1 Введение

В период с 1995 по 2000 гг. на коллайдере ВЭПП-2М была выполнена серия экспериментов с детектором СНД [1] — таблица 1.

эксперимент	дата проведения эксперимента	диапазон энергий $2E_0$, ГэВ	количество точек по энергии	интегральная светимость, нб^{-1}
PHI-96	02/1996 – 07/1996	0.98 ÷ 1.04	14	4.4
MHAD-97	12/1996 – 06/1997	0.98 ÷ 1.38	35	5.8
PHI-98	01/1998 – 03/1998	0.98 ÷ 1.06	16	8.7
OME-98	03/1998 – 06/1998	0.36 ÷ 0.97	38	3.5
MHAD-99	01/1999 – 04/1999	1.06 ÷ 1.36	12	3.0
OME-00	11/1999 – 07/2000	0.60 ÷ 0.94	27	6.0

Таблица 1. Список экспериментов, выполненных с детектором СНД на коллайдере ВЭПП-2М.

Большая часть экспериментальных данных уже обработана и результаты опубликованы. В настоящей работе приводятся предварительные результаты по сечениям процессов $e^+e^- \rightarrow \pi^0\gamma$, $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ и $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$.

2 Измерение полного сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$

2.1 Введение

Процесс электрон-позитронной аннигиляции в пару заряженных каонов в области энергии ~ 1 ГэВ представляет интерес не только потому, что он дает существенный вклад в полное адронное сечение, знание которого необходимо для проверки Стандартной модели в экспериментах при высоких энергиях, но и вследствие того, что в этом процессе должны проявляться возбужденные состояния легких векторных мезонов, природа которых до сих пор надежно не установлена.

Наиболее точные измерения сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ в диапазоне энергии от 1.05 до 1.4 ГэВ, результаты которых опубликованы, выполнены на накопительном комплексе ВЭПП-2М с детектором ОЛЯ [2] (точность измерения сечения порядка 10%). Остальные эксперименты [3], [4] имеют существенно худшую точность. Новые возможности измерения формфактора заряженного каона дают проведенные со Сферическим нейтральным детектором (СНД) эксперименты на электрон-позитронном накопителе ВЭПП-2М, в которых в диапазоне энергии 1.05 – 1.4 ГэВ набрана интегральная светимость около 9 обратных пикобарн.

В настоящей работе приводятся предварительные результаты измерения полного сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$, выполненного в экспериментах с СНД на ВЭПП-2М в 1997-1999 гг.

2.2 Отбор событий

Предварительный отбор событий процесса

$$e^+e^- \rightarrow K^+K^- \tag{1}$$

осуществлялся по следующим условиям:

1. В событии зарегистрированы две коллинеарные заряженные частицы. Допустимое отклонение от коллинеарности азиму-

тального и полярного углов составляет $|\Delta\theta| < 10^\circ$ и $|\Delta\varphi| < 5^\circ$.

2. Нет ограничений на количество зарегистрированных фотонов в калориметре.
3. Энерговыделение заряженных частиц в калориметре не превышает $0.7 E$, где E – энергия e^+e^- в системе центра масс.

Перечисленным условиям удовлетворяют следующие основные фоновые процессы:

$$e^+e^- \rightarrow e^+e^- \quad (2)$$

$$e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^- \quad (3)$$

$$e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^- \quad (4)$$

Процесс (2) попадает в отобранный класс событий за счет неэффективности регистрации кластера от электромагнитного ливня в калориметре, связанной, в основном, с наличием во время проведения эксперимента ограниченного числа неработающих блоков калориметра. Для подавления такого рода событий использовано дополнительное требование, чтобы частица не попадала в неработающий блок калориметра. В дальнейшем выделение событий эффекта производилось с помощью параметров разделения частиц по сорту, использовавших различие в энерговыделении в слоях калориметра для событий процессов (1), (2), (3), (4).

2.3 Разделения частиц по сорту

Параметры разделения частиц по сорту были получены с помощью так называемых “нейронных сетей”, моделирование которых встроено в программу обработки PAW. В качестве входных параметров для “нейронной сети” использовались значения энерговыделений в слоях калориметра. На выходе “нейронной сети” создавался параметр, характеризующий принадлежность частицы к одному из двух выбранных сортов, причем такие параметры создавались для каждой из двух частиц в событии отдельно. Были созданы

параметры разделения $K - \pi$ ($kp1, kp2$), $K - e$ ($ke1, ke2$), $K - \mu$ ($km1, km2$) и др. Значения параметров, характеризующих принадлежность определенному сорту частиц, изменялись в диапазоне от 0 до 1. Обучение и контроль работы программы, имитирующей "нейронную сеть", проводились по событиям моделирования методом Монте-Карло отклика детектора СНД на события процессов (1), (2), (3), (4). Такие параметры создавались для каждой точки по энергии пучков в эксперименте.

Сравнение распределений событий процессов (1) и (3) по параметрам $K - \pi$ разделения при энергии в системе центра масс $E=1360$ МэВ, приведены на рис.1. При отборе событий для построения распределения для одной из частиц процесса использовалось ограничение на параметр разделения по второй частице. Нормировка производилась по числу событий в гистограмме.

На рис.2 приведено распределение событий процесса (1), и (2) по параметру $K - e$ разделения для 1-ой частицы ($ke1$) и второй ($ke2$) для этой же точки по энергии.

2.4 Эффективность регистрации

Сравнение распределений событий, приведенных на рис.1,2, показывает хорошее согласие эксперимента с моделированием, однако при исследовании процесса с большой статистикой, которым является процесс $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$, возможные небольшие отличия распределений по параметрам разделения событий, полученных моделированием, от экспериментальных распределений могут приводить к неточности в определении эффективности регистрации событий искомого процесса, т. е. к систематическим ошибкам в измерении полного сечения. Поэтому требуется корректировка распределений, полученных моделированием.

В дальнейшем для отбора событий процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ были использованы дополнительные условия:

$$\begin{aligned} kp1 < 0.5, \quad kp2 < 0.5 \\ ke1 < 0.5, \quad ke2 < 0.5 \end{aligned} \tag{5}$$

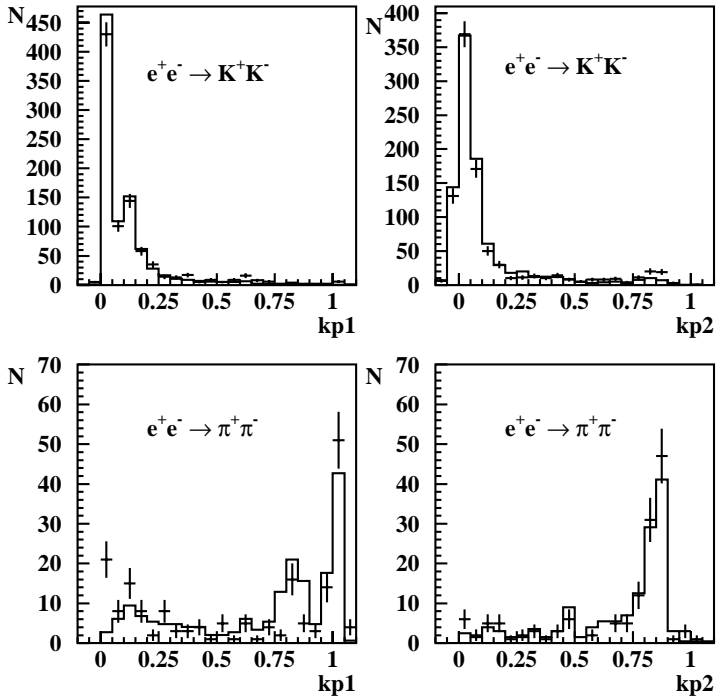


Рис. 1. Распределение событий процессов (1) и (3) по параметру $K - \pi$ разделения для 1-ой частицы ($kp1$) и второй ($kp2$). Сплошная линия - моделирование, точки с ошибками - эксперимент.

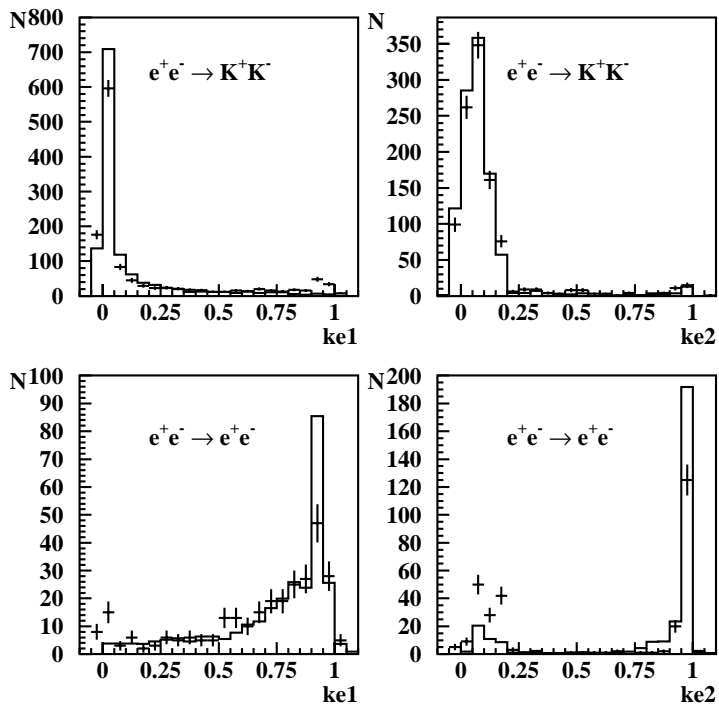


Рис. 2. Распределение событий процесса (1) и (2) по параметру $K - e$ разделения для 1-ой частицы ($ke1$) и второй ($ke2$). Сплошная линия - моделирование, точки с ошибками - эксперимент.

Для того, чтобы избежать многочисленных итераций во время определения полного сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ по числу зарегистрированных событий и набранной светимости в каждой точке по энергии пучков, эффективность регистрации событий задавалась в виде функции от энергии излученного фотона начальными частицами.

2.5 Полное сечение процесса

При получении количества зарегистрированных событий процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ фон от процессов (2), (3) вычитался, используя моделирование, при этом коэффициенты пересчета числа событий фоновых процессов в ожидаемое число событий в эксперименте были получены из самого эксперимента. Для этой цели были рассмотрены события, в которых доминирует один из процессов (1), (2), (3), (4). Примером таких события являются события, приведенные на рис.1,2. Расчетный вклад в число экспериментальных событий от каждого процесса определялся по моделированию с учетом коэффициента пересчета для каждого процесса, считая, что этот коэффициент не зависит от условий отбора событий. Такой подход позволяет оценивать вклад фоновых процессов, не определяя с хорошей точностью эффективность регистрации этих фоновых процессов. Составлялась функция правдоподобия, являющаяся логарифмом вероятности иметь полученный экспериментальный набор событий в разных классах при расчетных значениях по моделированию. Неизвестными параметрами являлись коэффициенты пересчета моделирования в ожидаемое в эксперименте для каждого процесса (1), (2), (3). Вклад от процесса (4) был пренебрежимо мал вследствие сильного отличия энерговыделения в слоях калориметра для этого процесса и искомого (1).

Используя полученные в каждой точке по энергии пучков зависимости эффективности регистрации событий от энергии излученного фотона, набранные интегралы светимости и зарегистрированное в эксперименте число событий, удовлетворявших вышеперечисленным условиям, были получены значения полного сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ в диапазоне энергии от 1.02 до 1.38 ГэВ.

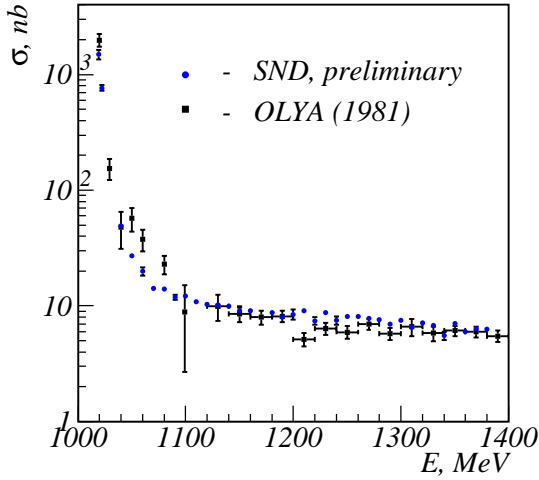


Рис. 3. Полное сечение процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$.

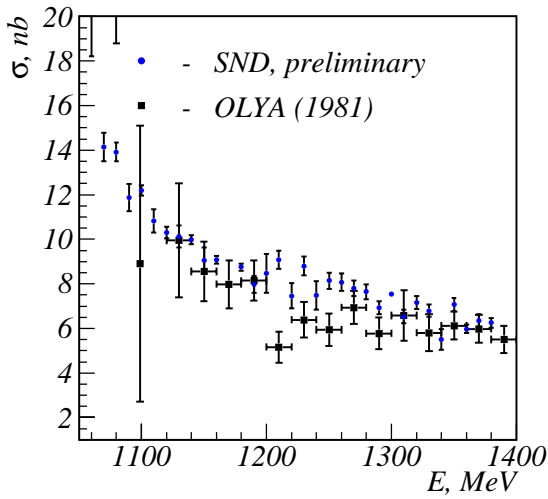


Рис. 4. Полное сечение процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ в диапазоне энергии 1050 - 1380 МэВ.

На рис.3,4 приведены результаты измерения полного сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$. Статистическая ошибка отдельных измерений не превышает размера точек на графике. Систематическая ошибка в определении полного сечения процесса превышает статистическую и составляет около 6%. Измерения СНД полного сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ в диапазоне энергии 1050 – 1100 МэВ ниже аналогичных результатов с детектора ОЛЯ, а в области энергии больше 1200 МэВ наблюдается превышение над результатами с этого детектора. Данные этих двух экспериментов не описываются моделью векторной доминантности с учетом только ρ , ω и ϕ мезонов.

3 Изучение процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^0\gamma$ в области ω -мезона

Изучение процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^0\gamma$ в области ω -мезона проводилось на ускорительном комплексе ВЭПП-2М с детектором СНД. Ранее уже была опубликована работа [5] по результатам изучения процесса с использованием экспериментальных данных, набранных весной-летом 1998 г. (эксперимент ОМЕ9803, интегральная светимость $3,4 \text{ пб}^{-1}$, 36,5 тыс. событий). Были опубликованы энергетическая зависимость сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^0\gamma$ и параметры распадов $\rho^0, \omega \rightarrow \pi^0\gamma$.

Данная работа продолжает исследование процесса с использованием дополнительной статистики, набранной в первой половине 2000 г. с интегральной светимостью $5,5 \text{ пб}^{-1}$ (84,6 тыс. событий).

Отборы и анализ данных аналогичны использованным ранее при обработке эксперимента ОМЕ9803 и детально описаны в статье [5].

Измеренная энергетическая зависимость сечения приведена на рисунке 5. Полученные при аппроксимации ($\chi^2_N/N = 13,4/20$) параметры переходов $e^+e^- \rightarrow \rho^0, \omega \rightarrow \pi^0\gamma$:

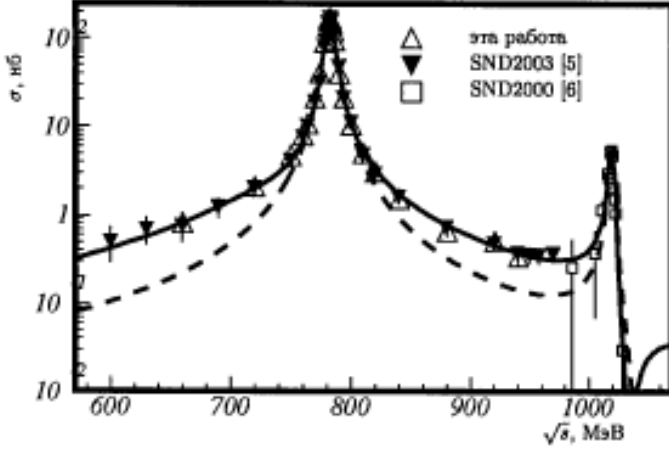


Рис. 5. Сечение процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^0\gamma$. Сплошная линия - теоретическое сечение процесса с учетом переходов $e^+e^- \rightarrow \rho^0, \omega, \phi \rightarrow \pi^0\gamma$, штрихованная линия - без учета вклада ρ^0 .

$$\begin{aligned}\sigma_{e^+e^- \rightarrow \omega \rightarrow \pi^0\gamma} &= (152,9 \pm 1,7 \pm 4,7) \text{ нб}, \\ \sigma_{e^+e^- \rightarrow \rho^0 \rightarrow \pi^0\gamma} &= (0,49 \pm 0,09 \pm 0,07) \text{ нб} \\ \varphi_{\rho\omega} &= (-13,2 \pm 3,7 \pm 3,2)^\circ\end{aligned}$$

Вероятности и парциальные ширины распадов $\rho^0, \omega \rightarrow \pi^0\gamma$ рассчитаны с использованием данных по $\omega \rightarrow 3\pi$ [7] (сечение, масса, ширина), полученных с детектором СНД и данных из таблицы частиц[8]:

$$\begin{aligned}Br(\omega \rightarrow \pi^0\gamma) \cdot B(\omega \rightarrow e^+e^-) &= (6,38 \pm 0,07 \pm 0,19) \times 10^{-6}, \\ Br(\rho \rightarrow \pi^0\gamma) \cdot B(\rho \rightarrow e^+e^-) &= (2,03 \pm 0,38 \pm 0,28) \times 10^{-8}, \\ Br(\omega \rightarrow \pi^0\gamma) &= (8,51 \pm 0,09 \pm 0,36) \%, \\ Br(\rho^0 \rightarrow \pi^0\gamma) &= (4,37 \pm 0,83 \pm 0,62) \times 10^{-4}, \\ \Gamma_{\omega \rightarrow \pi^0\gamma} &= (739 \pm 8 \pm 34) \text{ кэВ}, \\ \Gamma_{\rho^0 \rightarrow \pi^0\gamma} &= (65 \pm 12 \pm 9) \text{ кэВ} \\ \frac{\Gamma_{\omega \rightarrow \pi^0\gamma}}{\Gamma_{\rho^0 \rightarrow \pi^0\gamma}} &= 11,4 \pm 2,3 \pm 1,6\end{aligned}$$

Результаты согласуются с данными предыдущего измерения, статистическая точность лучше в ($\sim 1,5$) раз.

4 Измерение сечения $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ с распадом $\eta \rightarrow \gamma\gamma$

4.1 Введение

Сечение процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ измерялось ранее с детекторами НД [9] и КМД-2 [10] в области энергии ниже 1,4 ГэВ с интегральной светимостью 2,2 пб⁻¹ и 3 пб⁻¹ соответственно. При более высоких энергиях от 1,35 до 2,2 ГэВ этот процесс измерялся с детектором DM2 [11]. В данной работе приводятся предварительные результаты измерения сечения процесса на основе данных с интегральной светимостью 9,25 пб⁻¹ записанных с детектором СНД в 1997–1999 годах. Процесс $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ изучался в канале распада η -мезона в два фотона.

4.2 Отбор событий

Предварительно отбирались события с двумя заряженными частицами и двумя или тремя фотонами, чтобы, по возможности, избежать потери событий с наложениями фотонов пучкового фона и ложных фотонов от ядерного взаимодействия пионов в веществе детектора. Далее проводилась кинематическая реконструкция событий в предположении выполнения законов сохранения энергии-импульса и конечного состояния $\pi\pi\gamma\gamma$. Никаких дополнительных предположений о промежуточных состояниях не вводилось. В событиях с тремя фотонами при кинематической реконструкции проводился перебор по всем парам фотонов и отбиралась пара, обеспечивающая минимальное значение χ^2 реконструкции. В дальнейшем анализе события с двумя фотонами использовались для получения сечения исследуемого процесса во всем диапазоне энергии, а трехфотонные события — для получения поправки к эффективности регистрации процесса, связанной с неточностью моделирова-

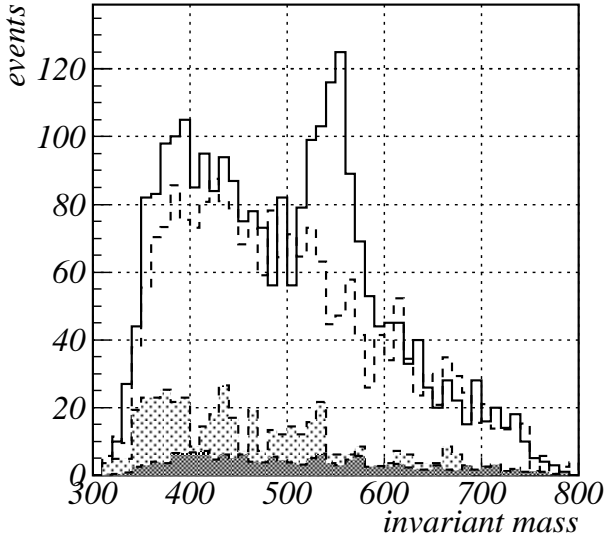


Рис. 6. Сравнение экспериментального распределения по инвариантным массам двух фотонов с моделированием фоновых процессов. Пунктирная гистограмма - сумма фоновых процессов. Отдельно показаны вклады 3π (светлая гистограмма) и $e^+e^-\gamma\gamma$ (темная гистограмма).

ния появления “лишних” фотонов из-за ядерного взаимодействия пионов и наложений пучкового фона.

4.3 Фоновые процессы

Основными фоновыми процессами в исследуемой области энергии являются:

1. $e^+e^- \rightarrow \omega\pi^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$
2. $e^+e^- \rightarrow a_1\pi \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$
3. $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$
4. $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\gamma\gamma$
5. $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\gamma$

Наибольший вклад в фон при больших энергиях дают процессы (1) и (2) с потерей одного или двух фотонов, а вблизи ϕ -резонанса – процесс (3), сечение которого на 3 порядка превышает сечение исследуемого процесса. Сравнение экспериментального распределения по инвариантной массе фотонов для событий при энергии выше 1100 МэВ с моделированными фоновыми процессами приведено на Рис.6. Моделированные фоновые процессы нормированы на экспериментальную интегральную светимость. В экспериментальном распределении по $M_{\gamma\gamma}$ виден пик на массе η -мезона от событий исследуемого процесса. Фоновые процессы имеют монотонное распределение по инвариантной массе, поведение которого хорошо согласуется с экспериментом. Наблюдаемое разрешение по массе η -мезона $18,8 \pm 0,6$ МэВ хорошо согласуется с моделированием: $18,1 \pm 0,6$ МэВ.

Окончательный отбор событий $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ проводился в соответствии со следующими критериями: χ^2 кинематической реконструкции в гипотезе $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ ($\chi_{\eta\pi\pi}^2$) не превышает 30, каждый из фотонов имеет поперечное распределение энергосодержания в электромагнитном калориметре, соответствующее распределению от единичного фотона. Соответствующий параметр $\zeta < 0$ [12] для каждого из фотонов.

Для подавления фона от электромагнитных процессов (5) и (6) ограничивалось энергосодержание в калориметре, нормированное на суммарную энергию пучков $0,5 < E/2E_0 < 0,9$. Далее проводилась кинематическая реконструкция событий в гипотезе $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\gamma\gamma$ и события с $\chi_{ee\gamma\gamma}^2 < 10$ отбрасывались.

4.4 Сечение процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$

Эффективность регистрации процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ определялась по моделированию. В интервале энергии от 1050 до 1400 МэВ ее значение практически постоянно и составляет около 11%. Для определения числа зарегистрированных событий проводилось фитирование распределения по инвариантной массе пары фотонов, отобранной при кинематической реконструкции событий. Распре-

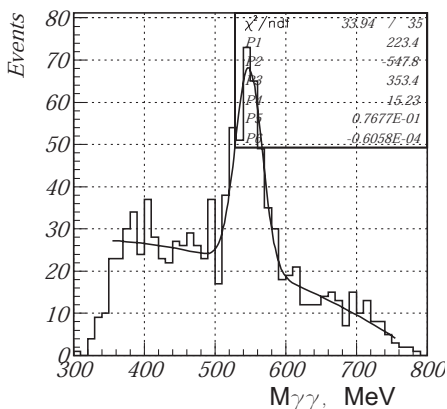


Рис. 7. Инвариантная масса пары фотонов, $1300 < 2E_0 < 1380$ МэВ.

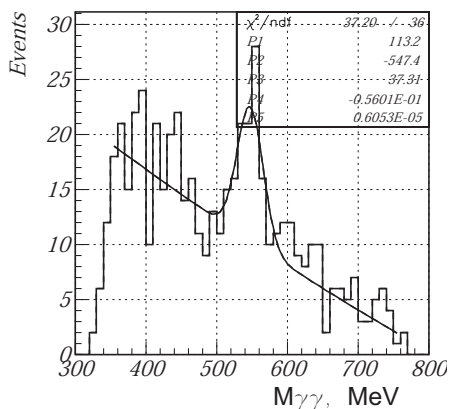


Рис. 8. Инвариантная масса пары фотонов, $1200 < 2E_0 < 1300$ МэВ.

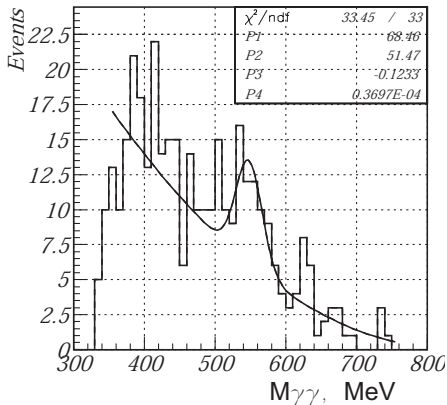


Рис. 9. Инвариантная масса пары фотонов, $1100 > 2E_0 > 1200$ МэВ.

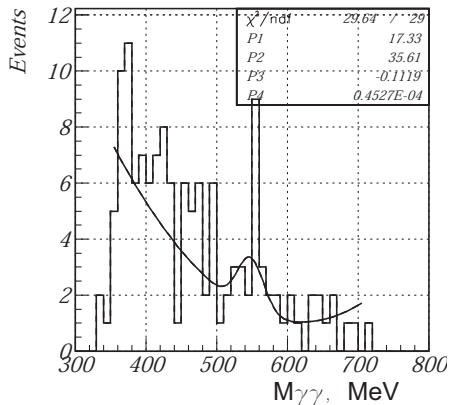


Рис. 10. Инвариантная масса пары фотонов, $1050 > 2E_0 > 1100$ МэВ.

деление аппроксимировалось суммой гауссова распределения, описывающего распада η -мезона и полинома 2 степени, описывающего фооновые процессы. Вся исследуемая область энергии делилась на 4 интервала: $1050 < 2E_0 < 1100$ МэВ, $1100 < 2E_0 < 1200$ МэВ, $1200 < 2E_0 < 1300$ МэВ и $1300 < 2E_0 < 1380$ МэВ. Распределения по инвариантной массе фотонов в указанных интервалах энергии приведены на Рис.7–10.

В области энергии $E_0 > 1200$ МэВ все параметры гауссова распределения рассматривались как свободные параметры аппроксимации. При меньших энергиях, в силу недостаточной статистики, положение пика и его ширина фиксировались на ожидаемых значениях. Ожидаемое разрешение по инвариантной массе η -мезона определялось по моделированию и корректировалось на величину отношения моделированного и экспериментального разрешений при больших энергиях.

Результирующее число событий исследуемого процесса в зависимости от энергии приведено в таблице:

Диапазон энергии	N_{events}
$1300 < 2E_0 < 1380$ МэВ	224 ± 24
$1200 < 2E_0 < 1300$ МэВ	62 ± 13
$1100 < 2E_0 < 1200$ МэВ	33 ± 9
$1050 < 2E_0 < 1100$ МэВ	8 ± 5

Систематические ошибки измерения данного сечения включают в себя ошибку определения эффективности регистрации, ошибку определения числа экспериментальных событий эффекта по аппроксимации экспериментального спектра инвариантных масс пар фотонов и ошибку измерения интегральной светимости. Полная систематическая ошибка оценивается в 6%.

Учет радиационных поправок и получение борновского сечения процесса проводилось с помощью программы FIT [13]. В результате были получены следующие значения сечения, усредненные по соответствующим энергетическим интервалам:

Диапазон энергии	$\sigma_{e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-}$
$1300 < 2E_0 < 1380$ МэВ	$(0,67 \pm 0,08 \pm 0,04)$ нб
$1200 < 2E_0 < 1300$ МэВ	$(0,20 \pm 0,05 \pm 0,01)$ нб
$1100 < 2E_0 < 1200$ МэВ	$(0,11 \pm 0,04 \pm 0,01)$ нб
$1050 < 2E_0 < 1100$ МэВ	$(0,04 \pm 0,03 \pm 0,01)$ нб

Сравнение сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ полученного в данной работе с результатами других измерений в области ниже 1,4 ГэВ приведено на Рис.11. Предварительные результаты СНД согласуются с результатами предыдущих измерений и имеют более высокую точность.

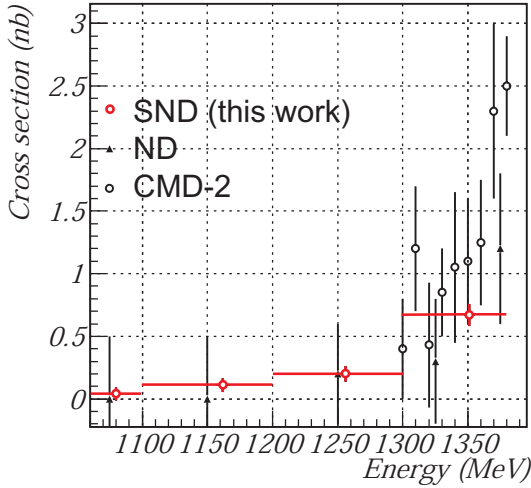


Рис. 11. Зависимость сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$ от энергии по результатам данной и других работ.

5 Заключение

Измерены сечения следующих процессов:

1. $e^+e^- \rightarrow \pi^0\gamma$;
2. $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$;
3. $e^+e^- \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$.

Работа частично поддержана грантами Президента РФ по поддержке ведущих научных школ НШ-1335.2003.2, РФФИ 02-02-16269-а, РФФИ 03-02-16581-а.

Список литературы

- [1] M.N.Achasov, et al. Nucl. Instr. and Meth. A449 (2000) 125.
- [2] P.M.Ivanov, et al. Phys. Lett. B107 (1981) 297-300.
- [3] B.Delcourt et al. Phys. Lett. B99 (1981) 257.
- [4] B.Esposito et al. Lett. Nuovo Chim. 28 (1980) 337.
- [5] M.N.Achasov et al. Phys.Lett. B559 (2003) 171-178, arXiv:hep-ex/0302004.
- [6] M.N.Achasov et al. Eur.Phys.J. C12 (2000) 25-33.
- [7] M.N.Achasov et al. arXiv:hep-ex/0305049.
- [8] K.Hagiwara et al. Physical Review D66 (2002) 010001.
- [9] V.P.Druzhinin et al. Phys. Lett. B174 (1986) 115.
- [10] R.R.Akhmetshin et al. Phys. Lett. B489 (2000) 125.
- [11] A.Antonelli et al. Phys. Lett. B212 (1988) 133.
- [12] A.V.Bozhenok et al. Nucl. Instruments and Meth. A379 (1996) 507.
- [13] А.В.Боженок и др. Препринт ИЯФ 99-103.

*М.Н.Ачасов, К.И.Белобородов, А.В.Бердюгин, А.Г.Богданчиков,
А.В.Боженок, Д.А.Букин, А.В.Васильев, В.Б.Голубев,
Т.В.Димова, В.П.Дружинин, А.А.Король, С.В.Кошуба,
И.Н.Нестеренко, А.В.Отбоев, Е.В.Пахтусова, А.А.Полунин,
С.И.Середняков, В.А.Сидоров, Э.К.Силагадзе, А.Г.Скрипкин,
Ю.В.Усов, Ю.М.Шатунов, В.В.Шарый*

**Обзор текущих результатов
обработки экспериментов с детектором СНД
на ВЭПП-2М**

*M.N.Achasov, K.I.Beloborodov, A.V.Berdyugin, A.G.Bogdanchikov,
A.V.Bozhenok, D.A.Bukin, A.V.Vasiljev, V.B.Golubev, T.V.Dimova,
V.P.Druzhinin, A.A.Korol, S.V.Koshuba, I.N.Nesterenko,
A.V.Otboev, E.V.Pakhtusova, A.A.Polunin, S.I.Serednyakov,
V.A.Sidorov, Z.K.Silagadze, A.G.Skripkin, Yu.V.Usov,
Yu.M.Shatunov, V.V.Shary*

**Review of recent results
from SND experiments for VEPP-2M**

ИЯФ 2003-52

Ответственный за выпуск А.М. Кудрявцев
Работа поступила 6.08.2003 г.

Сдано в набор 7.08.2003 г.

Подписано в печать 9.08.2003 г.

Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 1.2 печ.л., 0.9 уч.-изд.л.

Тираж 125 экз. Бесплатно. Заказ № 52

Обработано на IBM PC и отпечатано на
ротапринте ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.