



Изучение процессов $e^+e^- \rightarrow 2(\pi^+\pi^-\pi^0)$ и $e^+e^- \rightarrow 3(\pi^+\pi^-)$ с детектором КМД-3

Петр Лукин

(Коллаборация КМД-3)

Институт ядерной физики имени Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск

Сессия отделения Ядерной Физики, ИФВЭ, Протвино, 5 – 8 ноября 2013 года

План

- ☐ Введение
- ☐ Эксперимент
- ☐ Коллайдер и детектор
- ☐ Измерение сечения процесса $e^+e^- \rightarrow 3(\pi^+\pi^-)$
- ☐ Измерение сечения процесса $e^+e^- \rightarrow 2(\pi^+\pi^-\pi^0)$
- ☐ Изучение динамики
- ☐ Заключение

Введение

Измерение адронных сечений представляет интерес для ряда физических задач:

- ✓ Расчет адронного вклада в поляризацию вакуума при измерении $(g-2)/2$ мюона
- ✓ Измерение параметров возбужденных состояний легких векторных мезонов
- ✓ Проверка гипотезы сохранения векторного тока при сравнении измеренных сечений со спектральными функциями в распадах τ лептона

Эксперимент

В данной работе использовались данные, набранные с детектором КМД-3 на коллайдере ВЭПП-2000 в области энергий 1.5 – 2.0 ГэВ в 2011-2012:

HIGH2011

Сканирование 1: $E_{\text{cm}} = 1.05 - 2.0$ ГэВ

Сканирование 2: $E_{\text{cm}} = 1.89 - 1.075$ ГэВ

$\Delta E_{\text{cm}} = 0.05$ ГэВ, 500 нб⁻¹/точка

HIGH2012

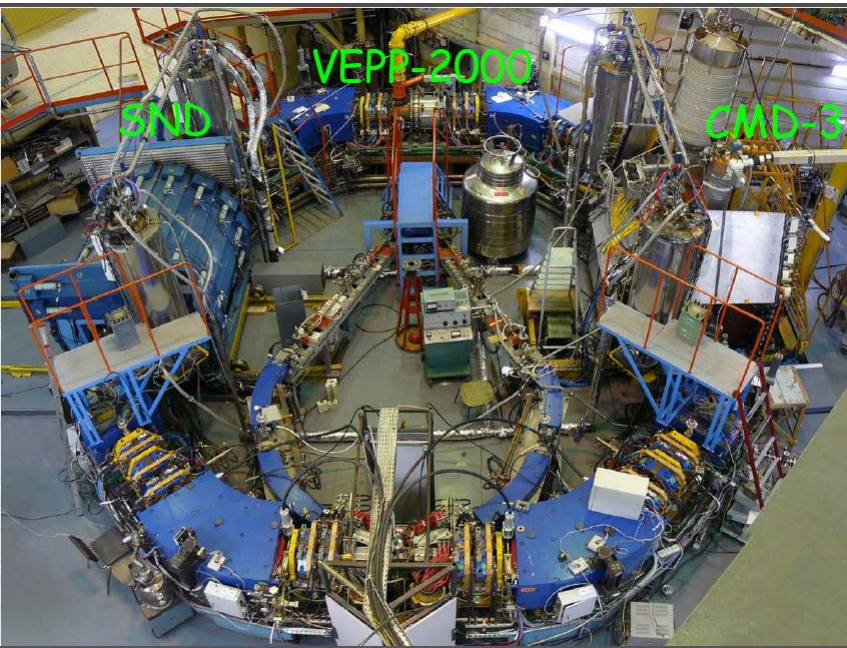
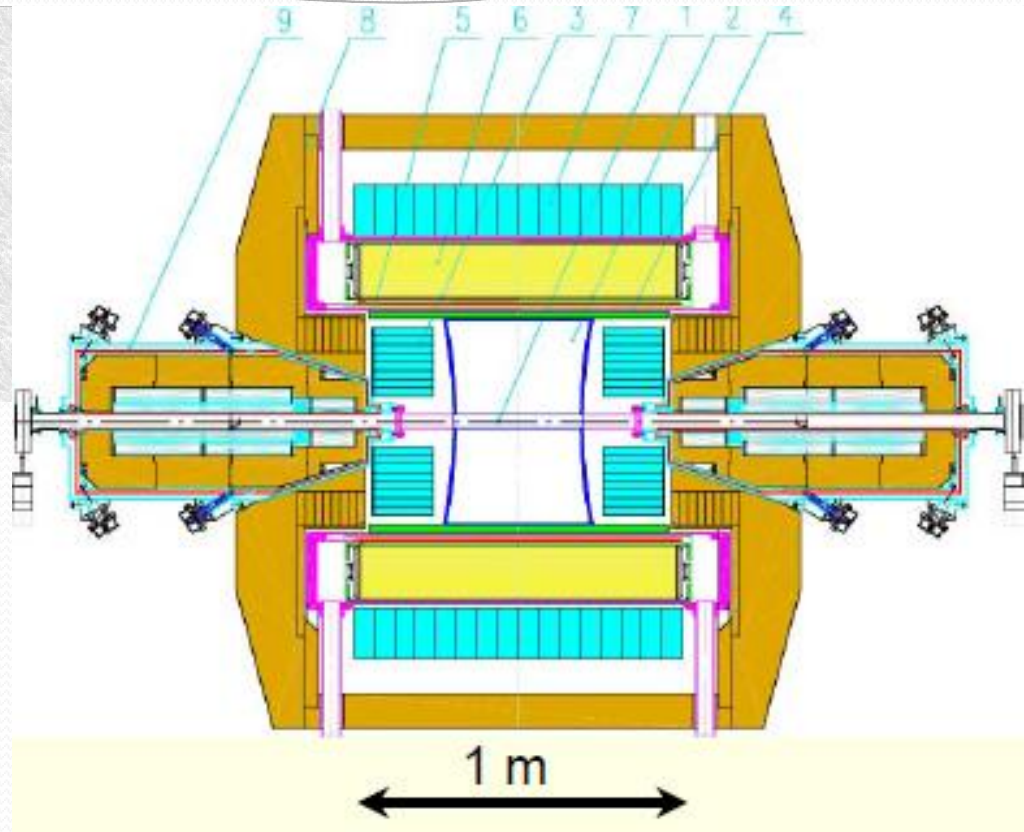
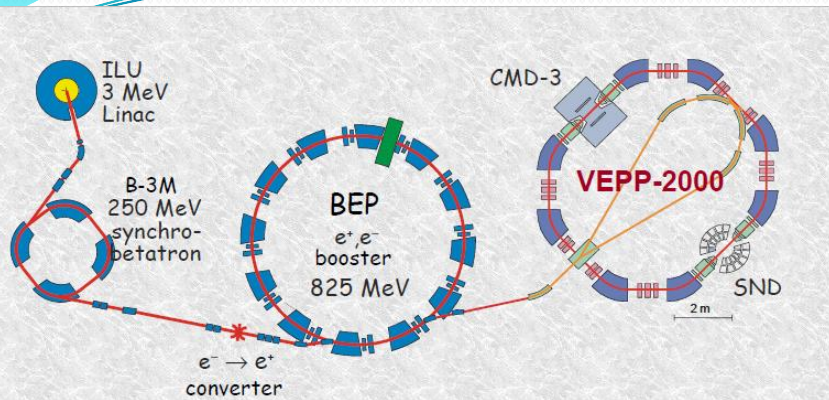
$E_{\text{cm}} = 1.28 - 1.98$ ГэВ

$\Delta E_{\text{cm}} = 0.04$ ГэВ, 1000 нб⁻¹/точка

Полный интеграл светимости, использованный в анализе, составил 22 пб⁻¹

Сессия ОЯФ, ИФВЭ, Протвино, 5-8 ноября 2013

Коллайдер и детектор



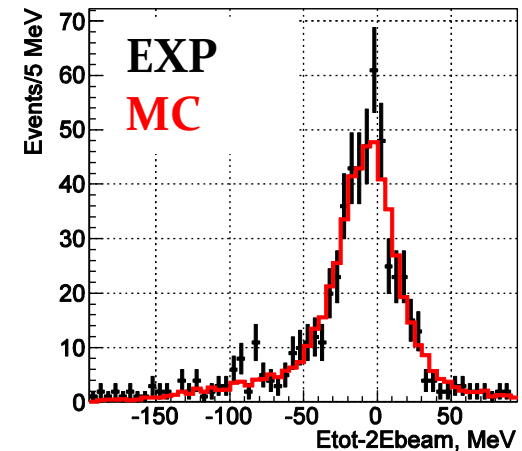
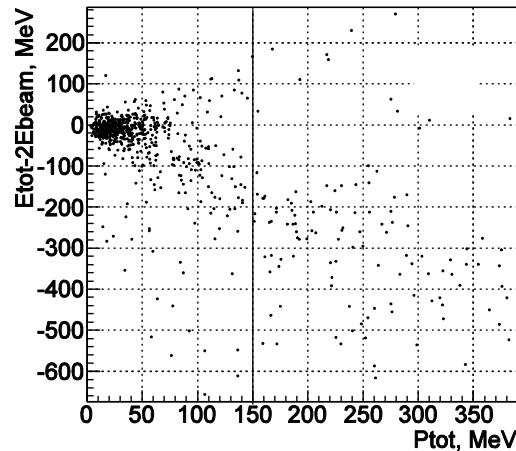
1 – beam pipe, 2 – drift chamber, 3 – BGO calorimeter (680 crystals), 4 – Z-chamber, 5 – CMD-3 superconducting solenoid, 6 – calorimeter LXe (400 liters), 7 – calorimeter CsI (1152 crystals), 8 – iron yoke, 9 – solenoids of VEPP-2000, (not shown) muon range system (scintillation counters) and TOF system.

Критерии отбора событий $3(\pi^+\pi^-)$

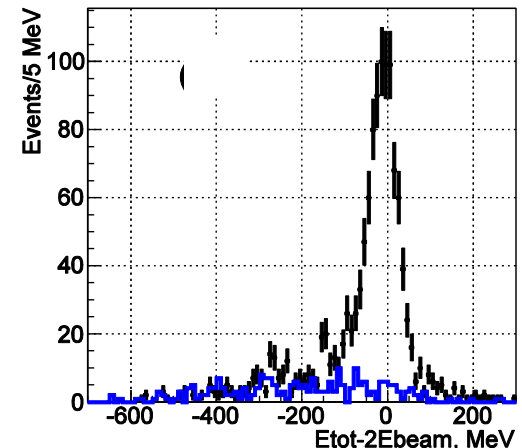
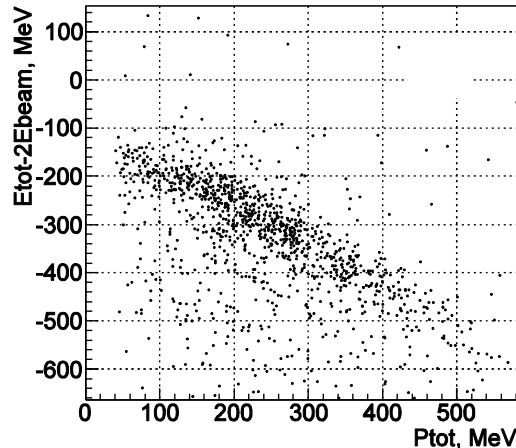
События 6π

«Хороший» трек:

- ☐ $\rho < 0.5$ см
- ☐ $|Z| < 10$ см
- ☐ $P_{\text{tot}} > 40$ МэВ/с
- ☐ В R-φ плоскости трек пересек более половины ДК



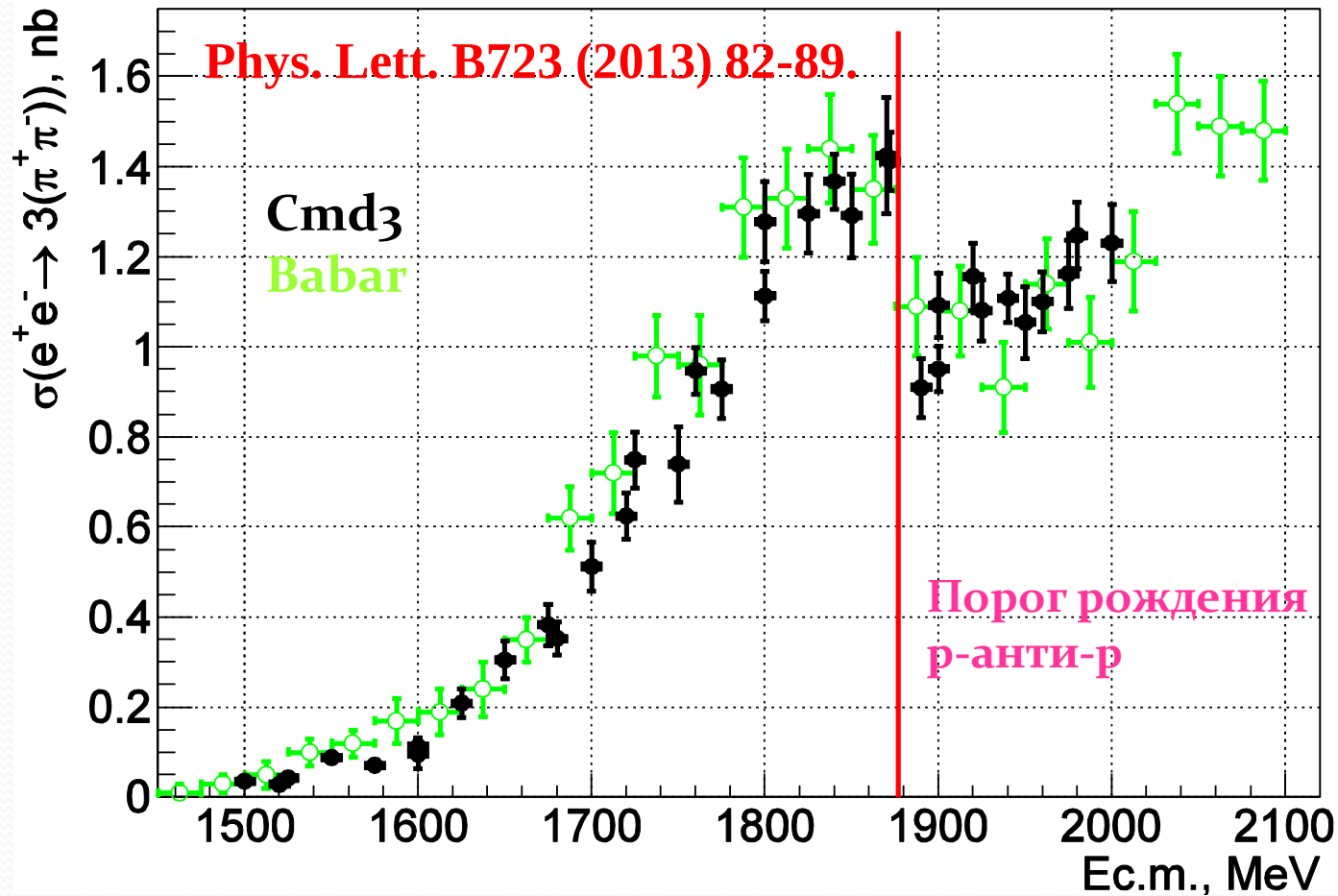
События 5π



В событиях 6π наблюдается неплохое согласие эксперимента и моделирования, фона практически нет. В событиях 5π фон вычитался

Сечение

$$\sigma = \frac{N_{6\pi} + N_{5\pi}}{\varepsilon \cdot L \cdot (1 + \delta)}$$



Систематическая ошибка 6%

Критерии отбора событий $2(\pi^+\pi^-\pi^0)$

«Хороший» трек:

- ☐ $\rho < 0.4$ см
- ☐ $|Z| < 10$ см
- ☐ $P_{tot} > 40$ МэВ/с
- ☐ В R-φ плоскости трек пересек более половины ДК

π^0 мезоны

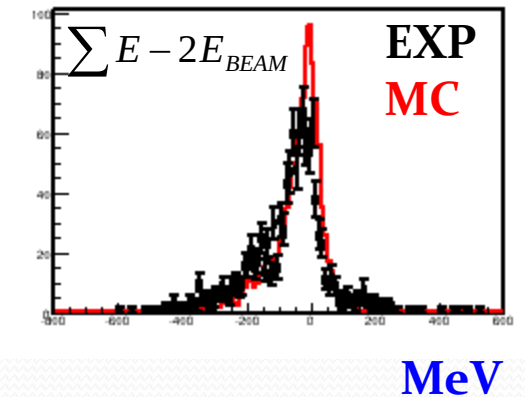
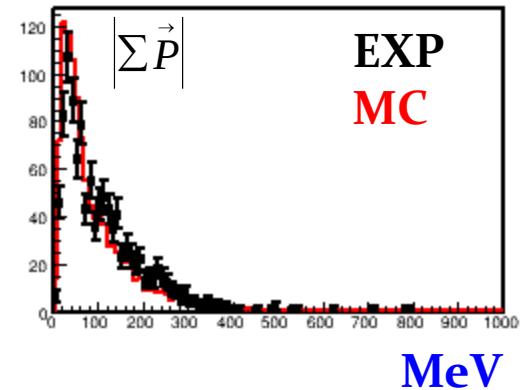
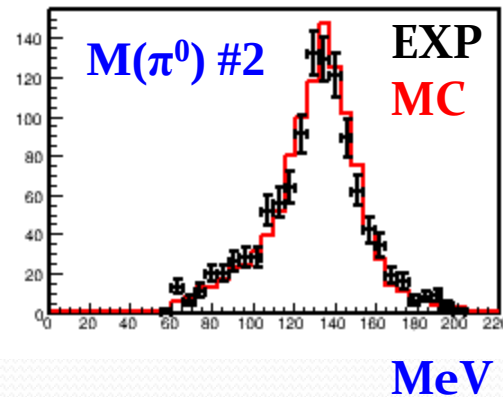
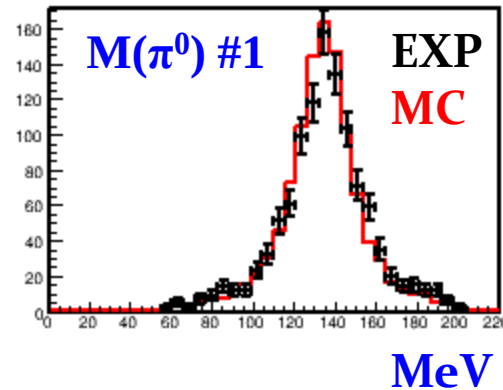
Если фотонов в событии 2 и более, то проводится поиск такой пары фотонов, что ее инвариантная масса ближе всего к массе π^0 в диапазоне $60 < m_{\gamma\gamma} < 200$ МэВ - лучший π^0 .

Если число фотонов 4 и более, то выполняется поиск пары пар фотонов таких, что сумма квадратов отклонений инвариантных масс от массы π^0 минимальна. Лучшая пара π^0 .

В анализе изучаются события:

- ✓ 4 трека + 2 π^0
- ✓ 4 трека + 1 π^0
- ✓ 3 трека + 2 π^0

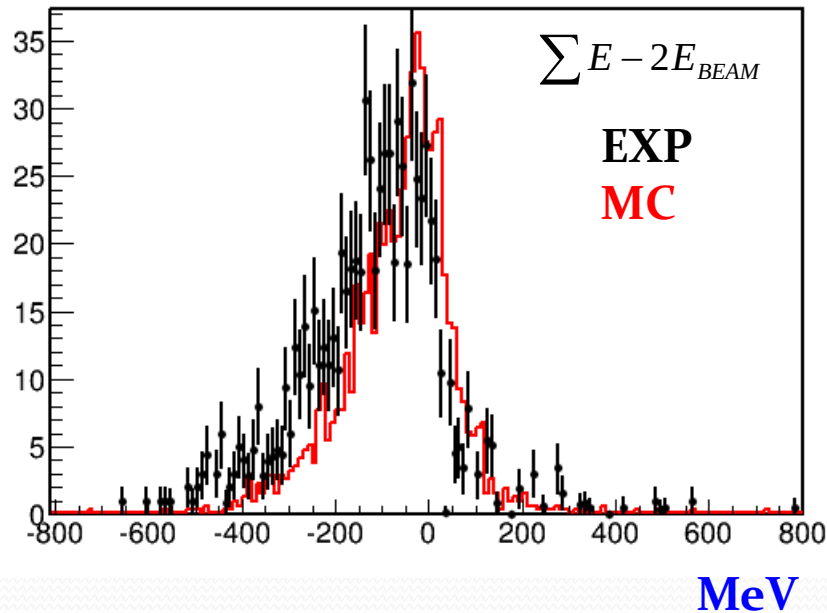
События $4\pi 2\pi^0$



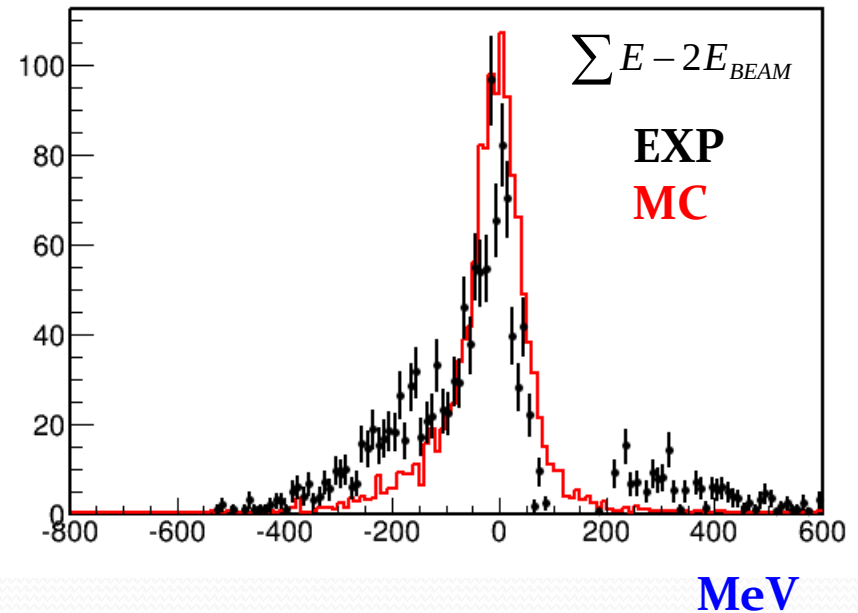
Фона практически нет

Критерии отбора событий $2(\pi^+\pi^-\pi^0)$

Класс событий $3\pi 2\pi^0$



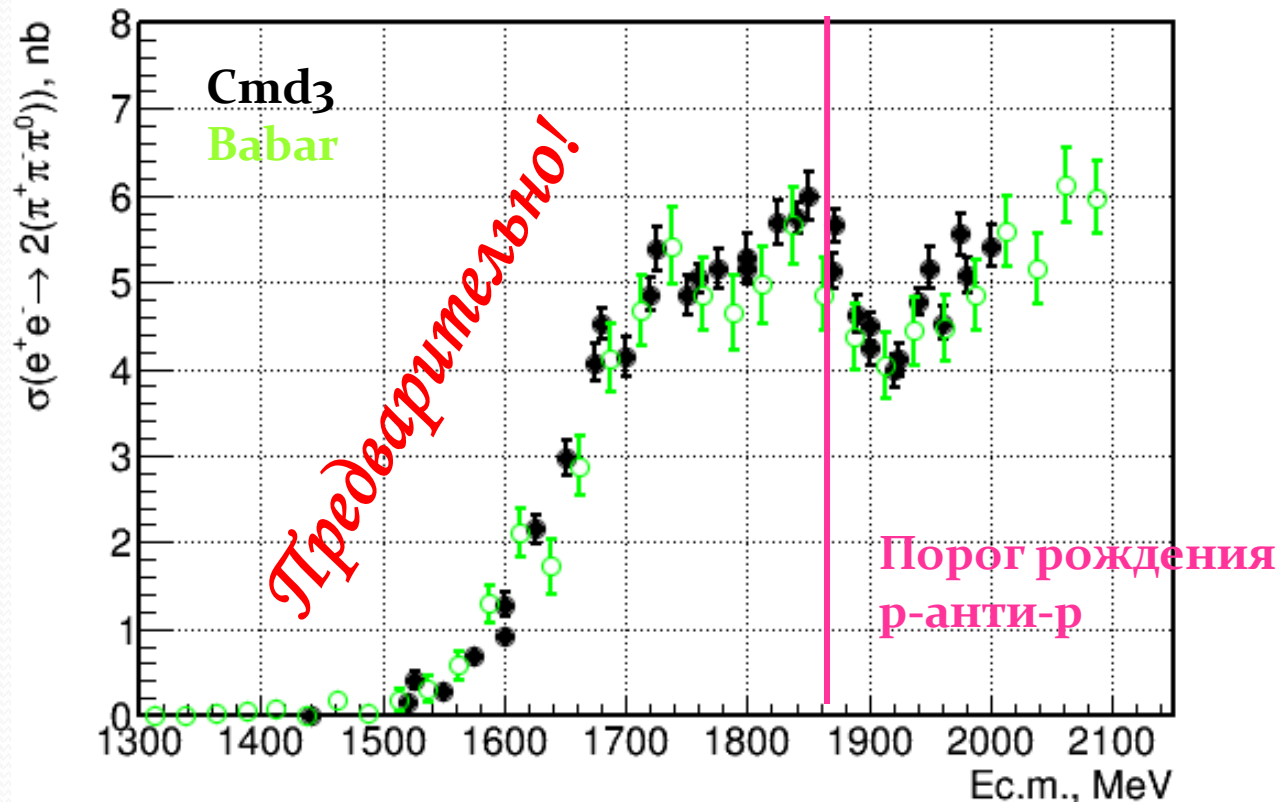
Класс событий $4\pi 1\pi^0$



Фон от процессов $e+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$ и $e+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^0$ вычитается по моделированию
Изучение фона продолжается

Сечение

$$\sigma = \frac{N_{4\pi 2\pi^0}}{\varepsilon \cdot L \cdot (1 + \delta)}$$



Анализ данных продолжается.

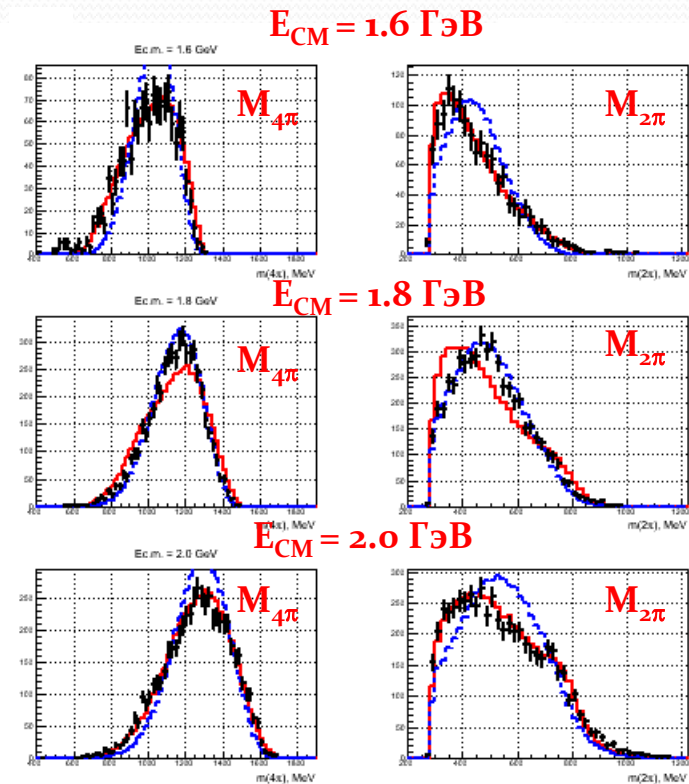
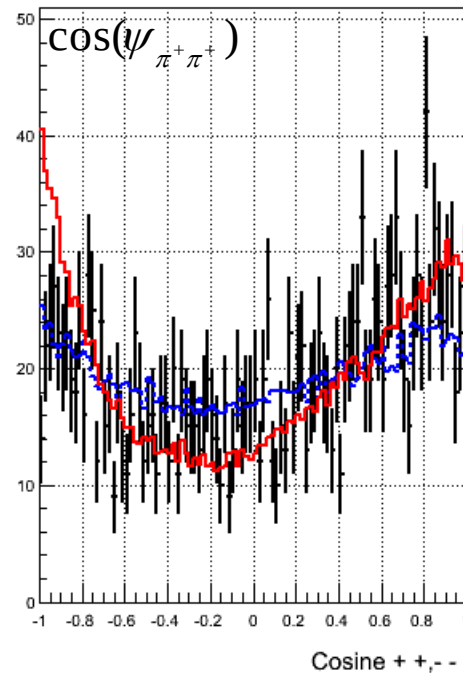
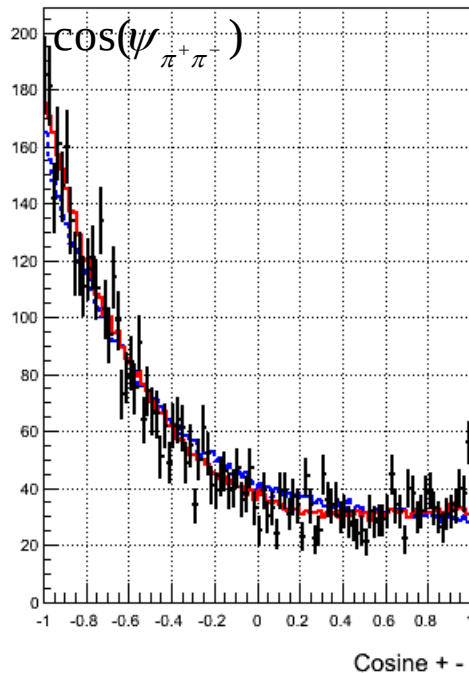
Промежуточные состояния в процессе $e^+e^- \rightarrow 3(\pi^+\pi^-)$

В настоящей работе изучение динамики было необходимо для
правильного учета угловых корреляций для определения эффективности

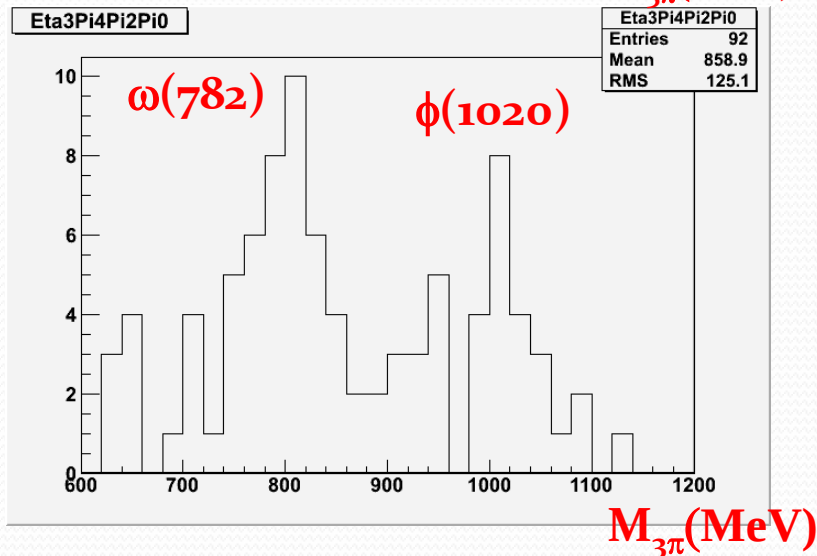
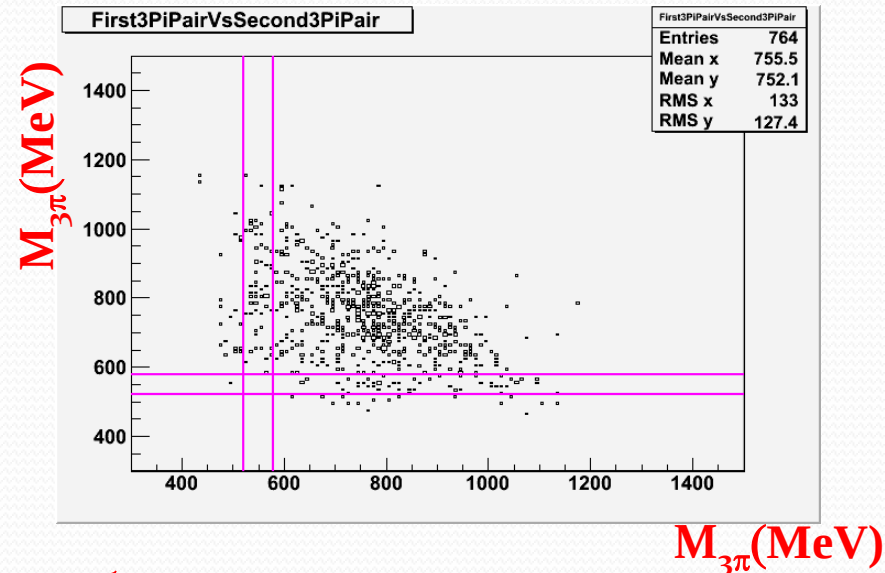
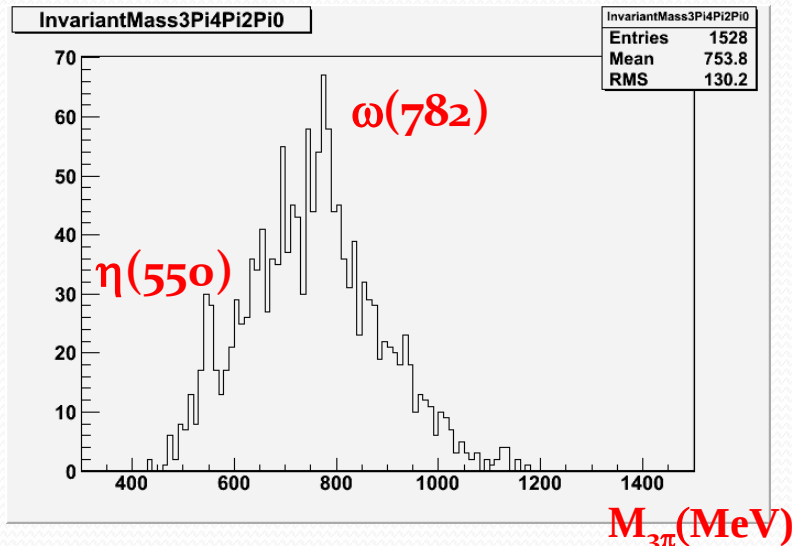
Эксперимент

Модель $f_2(1270)\rho(770)$

Модель $f_0(1370)\rho(770)$



Промежуточные состояния в процессе $e^+e^- \rightarrow 2(\pi^+\pi^-\pi^0)$



Наблюдаются:

- $\omega\pi^+\pi^-\pi^0$
- $\omega\eta$
- $\eta\pi^+\pi^-\pi^0$
- $\phi\eta$

Четырех- и двухпионные массы пока не изучались

Заключение

- ❖ На основе интеграла светимости 22 пб^{-1} измерено сечение процесса $e^+e^- \rightarrow 3(\pi^+\pi^-)$ с систематической ошибкой 6%
- ❖ Выполнен предварительный анализ динамики процесса рождения 6 заряженных пионов в конечном состоянии. Подтверждена гипотеза о рождении ровно одного $\rho(770)$ мезона на событие.
- ❖ На основе интеграла светимости 22 пб^{-1} ведется изучение процесса $e^+e^- \rightarrow 2(\pi^+\pi^-\pi^0)$. Начато исследование промежуточных состояний в процессе $e^+e^- \rightarrow 2(\pi^+\pi^-\pi^0)$.
- ❖ Планируется совместное исследование процессов $e^+e^- \rightarrow 3(\pi^+\pi^-)$, $2(\pi^+\pi^-\pi^0)$ для более тщательного изучения динамики

Спасибо за внимание!