

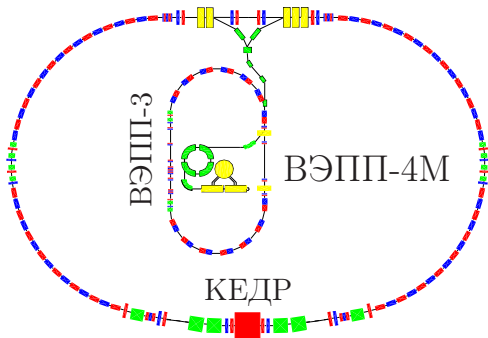
Измерение масс D -мезонов

А. О. Полуэктов

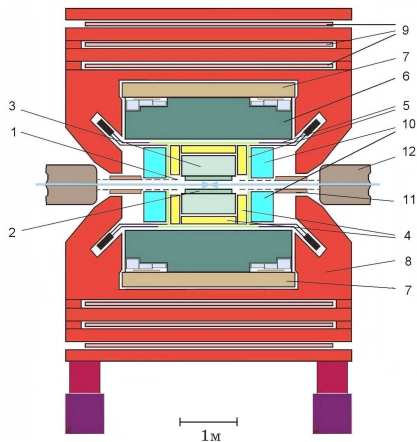
КЕДР/ВЭПП-4М

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН
Новосибирск

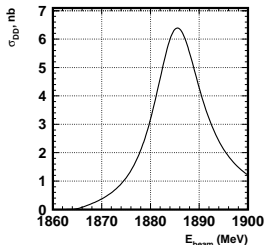
- Периметр — 366 м
- Энергия пучка — $1 \div 6$ ГэВ
- Количество сгустков — 2×2
- Для $E \sim 1.5$ ГэВ
 - Ток в пучке — 1.5 мА
 - Светимость — $2 \cdot 10^{30} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$



- Измерение энергии методом резонансной деполяризации:
точность — $(5 \div 15) \times 10^{-6}$ (10 ÷ 30 кэВ)



- 1 Вакуумная камера
- 2 Вершинный детектор
- 3 Дрейфовая камера
- 4 Аэрогелевые черенковские счётчики
- 5 Времяпролётная система
- 6 LKr калориметр
- 7 Сверхпроводящая катушка
- 8 Ярмо магнита
- 9 Мюонная система
- 10 Торцевой CsI калориметр
- 11 Компенсирующие катушки
- 12 Квадрупольные линзы



Используется процесс $e^+e^- \rightarrow \psi(3770) \rightarrow D\bar{D}$
Полностью реконструируется один из D -мезонов

$$D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \quad \mathcal{B} = 3.8 \pm 0.1\%$$

$$D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+ \quad \mathcal{B} = 9.2 \pm 0.6\%$$

Масса определяется как

$$M_{bc} = \sqrt{E_{\text{beam}}^2 - (\sum \vec{p}_i)^2}$$

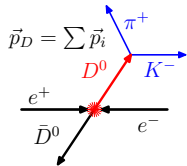
(с точностью до рад. поправок)

Рождение вблизи порога, $p_D = 260$ МэВ \Rightarrow

$$\sigma^2(M_D) = \sigma_W^2 + \left(\frac{p_D}{M_D}\right)^2 \sigma_{p_D}^2 = \sigma_W^2 + 0.02 \sigma_{p_D}^2$$

Вклад импульсного разрешения значительно уменьшается.

$\int \mathcal{L} dt \simeq 900 \text{ nb}^{-1}$. Используется статистика, набранная в 2004 году.

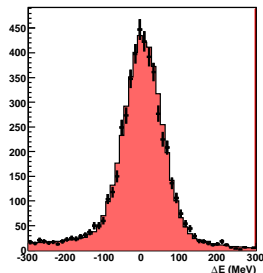
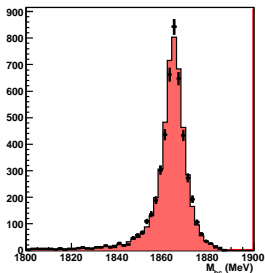
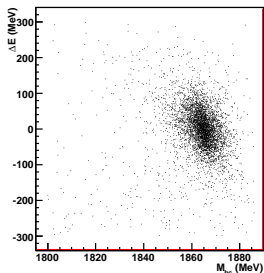


Переменные для отбора сигнальных событий:

$$M_D = \sqrt{E_{beam}^2 - p_D^2} \quad \text{и} \quad \Delta E = \sum_i \sqrt{p_i^2 + m_i^2} - E_{beam}$$

Для сигнальных событий $\Delta E \sim 0$.

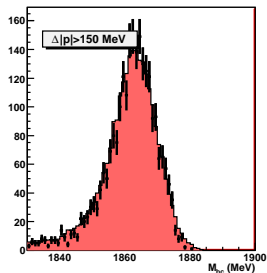
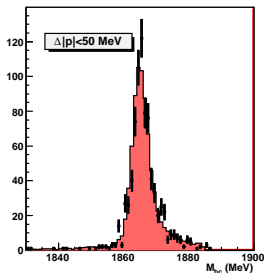
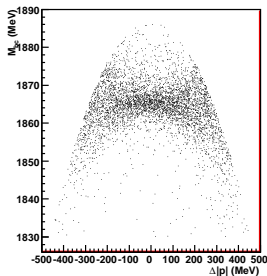
Моделирование для $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$:



Требование $\langle \Delta E \rangle = 0$ дает абсолютную калибровку импульсов.

Метод измерения: $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$

Двухчастичный распад $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$: ожидаемое разрешение по M_{bc} зависит от кинематики распада (вдоль или поперек движения D^0).



Использование переменной $\Delta|p|$ позволяет улучшить стат. точность массы D^0 в ~ 1.5 раза ($0.6 \rightarrow 0.4$ МэВ).

Технически: минимизируется обратная лог. функция правдоподобия

$$-2 \ln \mathcal{L} = -2 \sum_{i=1}^{N_{ev}} \ln p(M_{bc,i}, \Delta E_i, \Delta|p|i) \quad (\text{где } p = p_{sig} + p_{bck}, \int p \equiv 1)$$

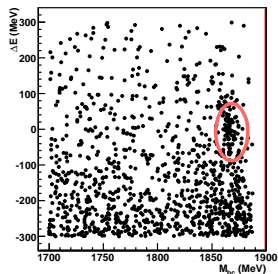
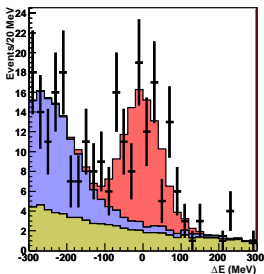
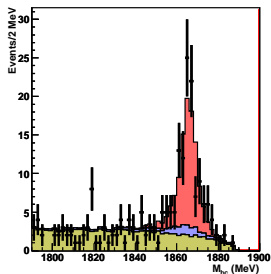
$$\int \mathcal{L} dt \simeq 900 \text{ nb}^{-1}.$$

Отбираются события с числом заряженных треков:

- ≥ 2 , противоположного заряда для $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$
- ≥ 3 , заряд «+ + -» или «- + +» для $D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$

Условия отбора треков:

- Число измерений в трековой системе (хитов) > 23
- $\chi^2 < 50$
- $100 < p < 2000$ МэВ
- Положение общей вершины $|z| < 20$ см, $r < 3$ см
- Для $D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$ — условие на время пролета каона:
 - $T_{TOF} > T(K) - 1$ нс (подавление фона от пионов).

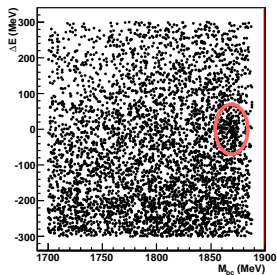
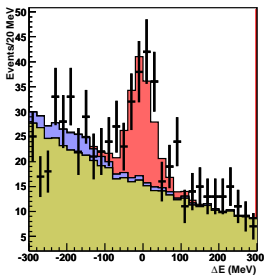
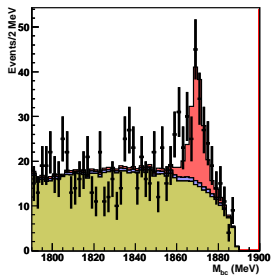


Число событий $D^0 \rightarrow K^- \pi^+ - 92 \pm 11$.

$M_{D^0} = 1865.37 \pm 0.42 \pm 0.27(\text{сист}) \text{ MeV}$

Доминирующие систематические ошибки:

- Абсолютная калибровка импульсов 0.17 МэВ
- Рад. поправки: сечение $\sigma(e^+e^- \rightarrow D\bar{D})$ 0.17 МэВ
- Форма сигнального распределения 0.11 МэВ
- Фоновое распределение 0.06 МэВ



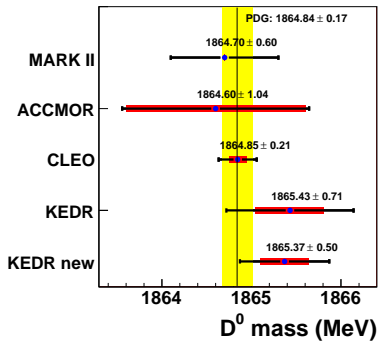
Число событий $D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+ - 110 \pm 14$.

$$M_{D^\pm} = 1869.39 \pm 0.45 \pm 0.29(\text{сист}) \text{ MeV}$$

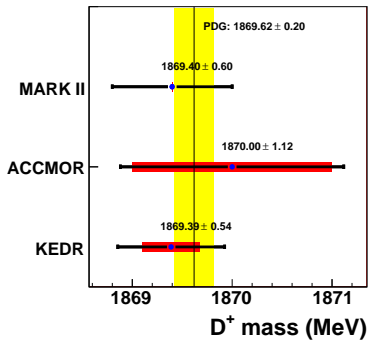
Доминирующие систематические ошибки:

- Абсолютная калибровка импульсов 0.10 МэВ
- Рад. поправки: сечение $\sigma(e^+e^- \rightarrow D\bar{D})$ 0.17 МэВ
- Форма сигнального распределения 0.15 МэВ
- Фоновое распределение 0.16 МэВ

D⁰ mass measurements



D⁺ mass measurements



В PDG доминирует измерение CLEO ([PRL 98 \(2007\) 092002](#)) и измерение разности масс D^0 и D^+ .

В нашем измерении наиболее критичные систематики либо малы (калибровка энергии пучка ~ 0.01 МэВ) либо могут быть улучшены с дополнительным набором (калибровка импульсов, $\sigma(e^+e^- \rightarrow D\bar{D})$).

- Проведен анализ набранных в 2004 году детектором КЕДР на коллайдере ВЭПП-4М данных для определения масс заряженных и нейтральных D -мезонов.
- Улучшен анализ масс D^0 -мезонов — стат. точность улучшена в 1.5 раза.
- Полученные значения масс (предварительно):
 - $M_{D_0} = 1865.37 \pm 0.42 \pm 0.27$ МэВ
 - $M_{D^\pm} = 1869.39 \pm 0.45 \pm 0.29$ МэВ
- Масса D^0 согласуется с более точным измерением CLEO-c, полученным другим методом ($D^0 \rightarrow K_S^0 \phi$).
- Измерение массы D^\pm является наиболее точным на настоящий момент прямым измерением.
- Дальнейший набор в пике $\psi(3770)$ планируется после разборки КЕДРа в 2009 г.