

Измерение массы и полной ширины
 $\psi(3770)$ – мезона

КЕДР/ВЭПП-4М

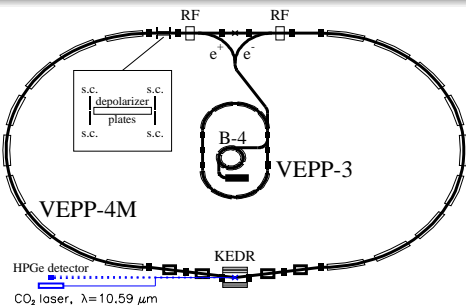
Цель эксперимента

Определение параметров $\psi(3770)$ – мезона

Метод определения параметров резонанса

- Определение сечения в точках по энергии
- Измерение энергии пучка методом резонансной деполяризации
- Получение параметров резонанса из подгонки наблюдаемого сечения

Ускорительный комплекс ВЭПП-4М



Энергия пучка

$1 \div 6 \text{ ГэВ}$

Число банчей

2×2

Ток в пучке, $E = 1.8 \text{ ГэВ}$ 2.0 мА

Светимость, $E = 1.8 \text{ ГэВ}$ $2 \cdot 10^{30} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$

- Измерение энергии методом резонансной деполяризации:

Точность однократного измерения $\simeq 1 \times 10^{-6}$

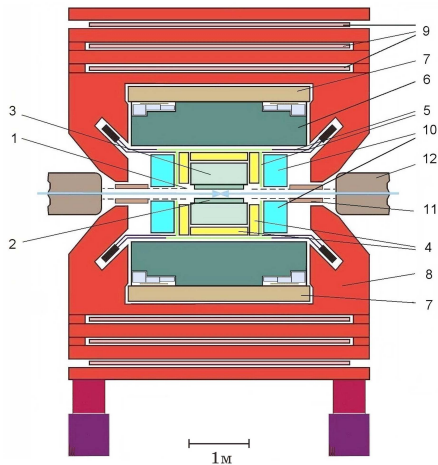
Точность интерполяции между калибровками $(5 \div 15) \times 10^{-6}$

- Метод комптоновского рассеяния (2005):

Статистическая точность $\simeq 5 \times 10^{-5}$ / 30 минут

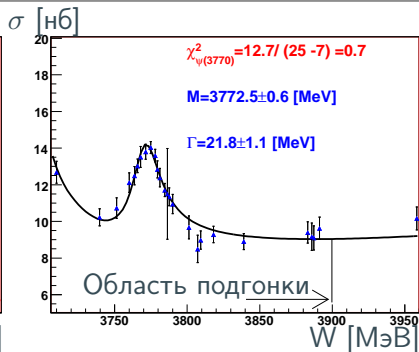
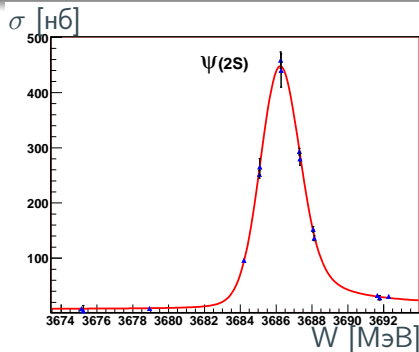
Систематическая точность $\simeq 3 \times 10^{-5}$

Детектор КЕДР



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

Сканирование $\psi(3770)$ 2006 года



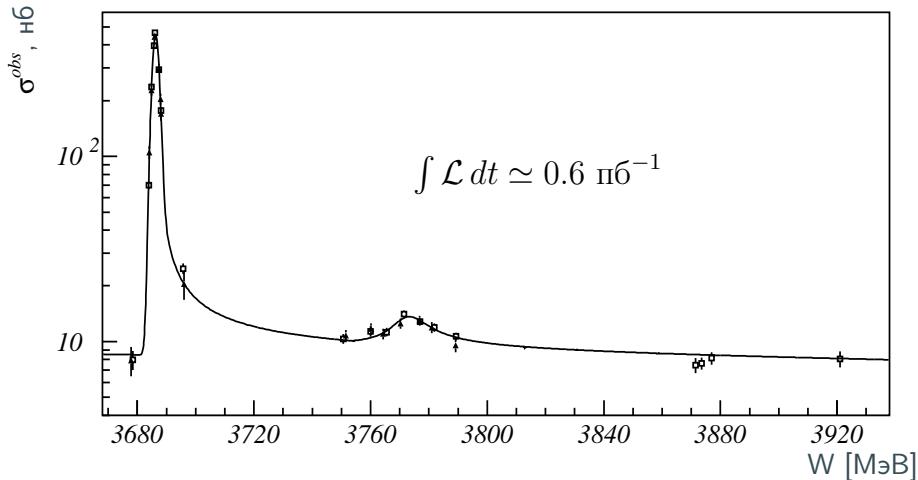
$$\int \mathcal{L} dt \simeq 2.0 \text{ пб}^{-1}$$

$$M_{\psi(3770)} = 3772.5 \pm 0.6 \pm 0.6 \text{ МэВ}$$

$$\Gamma_{\psi(3770)} = 21.8 \pm 1.1 \pm 1.6 \text{ МэВ}$$

Основные источники ошибок: форма резонанса, нестабильность работы систем детектора.

Форма сечения при подгонке такая же, как в экспериментах MARK1, MARK2, DELCO, BES(2005)

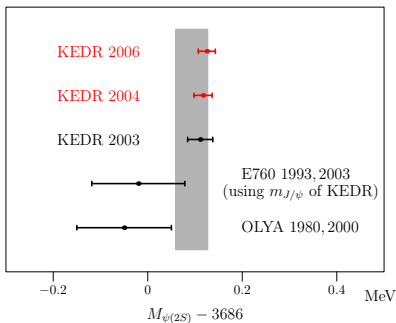


$$M_{\psi(3770)} = 3773.5 \pm 0.9 \pm 0.6 \text{ МэВ}$$

$$\Gamma_{\psi(3770)} = 29.0 \pm 6.7 \pm 3.0 \text{ МэВ}$$

Измерение массы $\psi(2S)$

<u>VALUE (MeV)</u>	<u>EVTS</u>	<u>DOCUMENT ID</u>	<u>TECN</u>	<u>COMMENT</u>
3686.09 ± 0.04 OUR FIT				Error includes scale factor of 1.6.
3686.093 ± 0.034 OUR AVERAGE				Error includes scale factor of 1.4. See the ideogram below.
3686.111 ± 0.025 ± 0.009		AULCHENKO 03	KEDR	$e^+e^- \rightarrow \text{hadrons}$
3685.95 ± 0.10	413	¹ ARTAMONOV 00	OLYA	$e^+e^- \rightarrow \text{hadrons}$
3685.98 ± 0.09 ± 0.04		² ARMSTRONG 93B	E760	$\bar{p}p \rightarrow e^+e^-$



Новые результаты
(предварительно) :

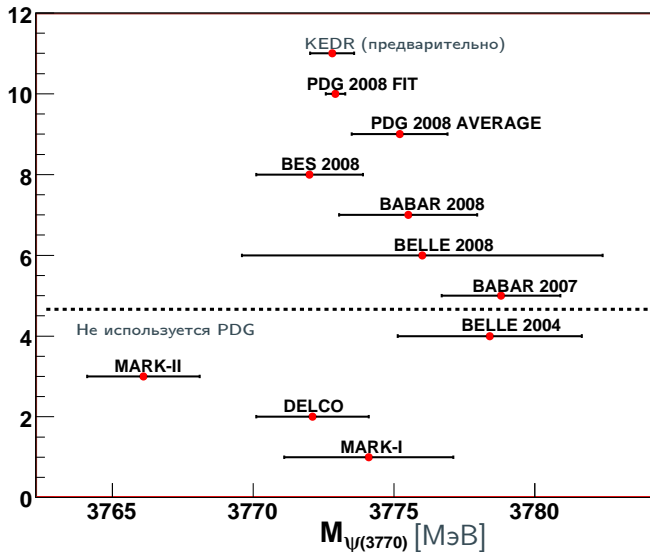
$$M_{\psi(2S)}^{2004} - M_{\psi(2S)}^{2002} = 6 \pm 12 \pm 15 \text{ кэВ}$$

$$M_{\psi(2S)}^{2006} - M_{\psi(2S)}^{2002} = 14 \pm 10 \pm 15 \text{ кэВ}$$

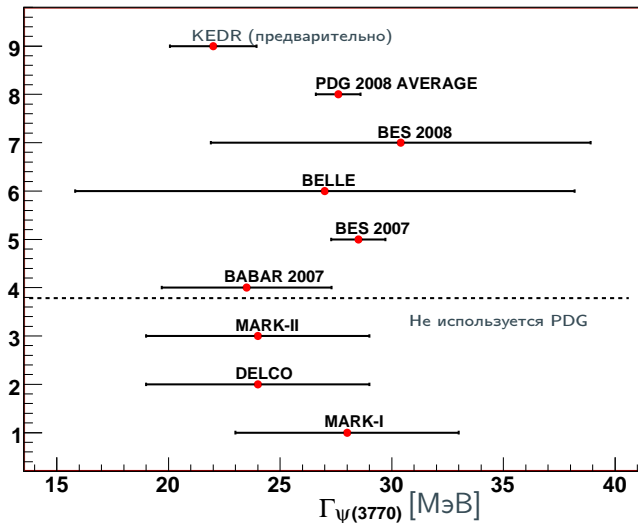
Предварительные результаты измерения массы и полной ширины $\psi(3770)$

	$M_{\psi(3770)}$ [МэВ]	$\Gamma_{\psi(3770)}$ [МэВ]
2004 год	$3773.5 \pm 0.9 \pm 0.6$	$29.0 \pm 6.7 \pm 3.0$
2006 год	$3772.5 \pm 0.6 \pm 0.6$	$21.8 \pm 1.1 \pm 1.6$
	$3772.8 \pm 0.5 \pm 0.6$	$22.0 \pm 1.1 \pm 1.6$

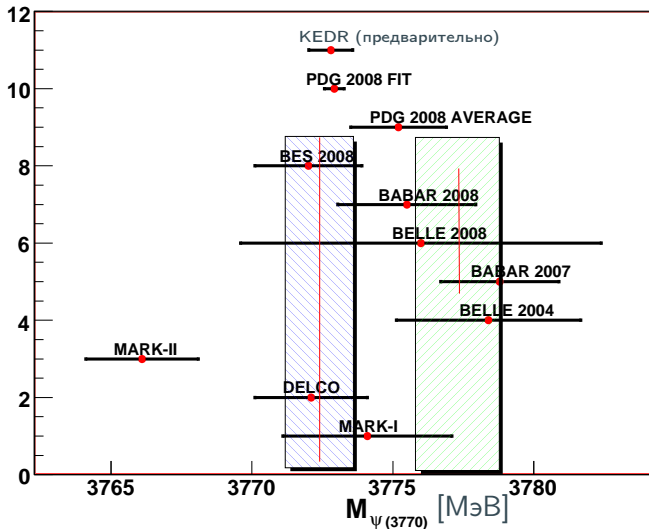
Сравнение результатов экспериментов



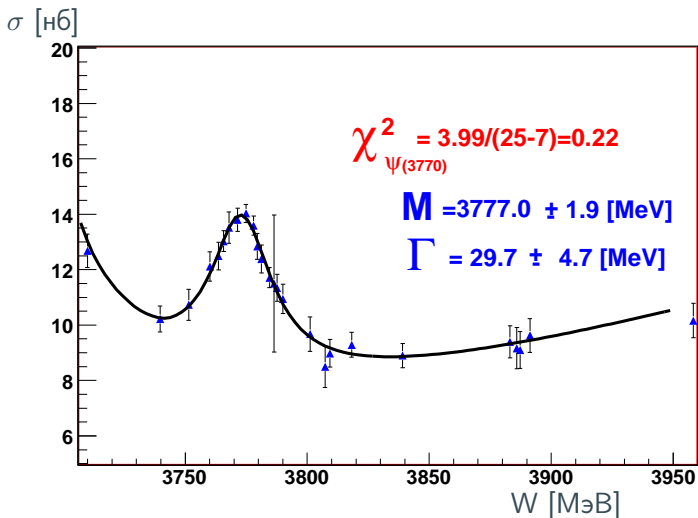
Сравнение результатов экспериментов



Сравнение результатов экспериментов



Возможность интерференции с нерезонансным сечением рождения $D\bar{D}$



Сравнение результатов экспериментов

Эксперимент	$M_{\psi(3770)}$ [МэВ]	$\Gamma_{\psi(3770)}$ [МэВ]
MARK-I	3774.1 ± 3	28 ± 5
DELCO	3772.1 ± 2	24 ± 5
MARK-II	3766.1 ± 2	24 ± 5
BES-II 2007	-	$28.5 \pm 1.2 \pm 0.2$
BES-II 2008	3772.0 ± 1.9	30.4 ± 8.5
BELLE 2004	$3778.4 \pm 3.0 \pm 1.3$	-
BABAR 2007	$3778.8 \pm 1.9 \pm 0.9$	$23.5 \pm 3.7 \pm 0.9$
BELLE 2008	$3776.0 \pm 5.0 \pm 4.0$	$27 \pm 10 \pm 5$
BABAR 2008	$3775.5 \pm 2.4 \pm 0.5$	-
PDG2008 FIT	3772.92 ± 0.35	27.3 ± 1.0
PDG2008 AVERAGE	3775.2 ± 1.7	27.6 ± 1.0
KEDR (предварительно!)	$3772.8 \pm 0.5 \pm 0.6$	$22.0 \pm 1.1 \pm 1.6$
KEDR (с интерференцией)	$3777.0 \pm 1.9 \pm 0.7$	$29.7 \pm 4.7 \pm 1.5$

Заключение

- Получены предварительные результаты измерений массы и полной ширины $\psi(3770)$ при традиционной форме сечения. Также получен предварительный результат измерения массы $\psi(2S)$:

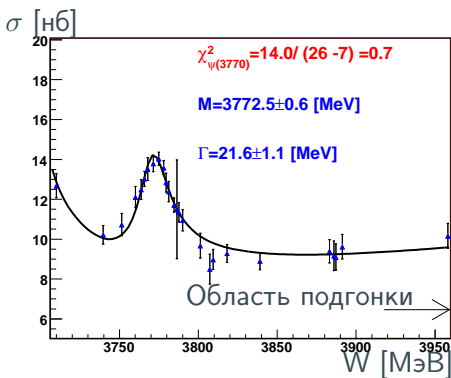
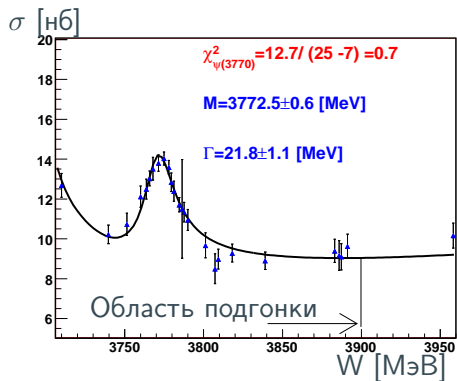
$M_{\psi(2S)}$ [МэВ]	$M_{\psi(3770)}$ [МэВ]	$\Gamma_{\psi(3770)}$ [МэВ]
$3686.122 \pm 0.008 \pm 0.012$	$3772.8 \pm 0.5 \pm 0.6$	$22.0 \pm 1.1 \pm 1.6$

- При учёте интерференции с нерезонансным сечением рождения $D\bar{D}$ результаты значительно изменяются:

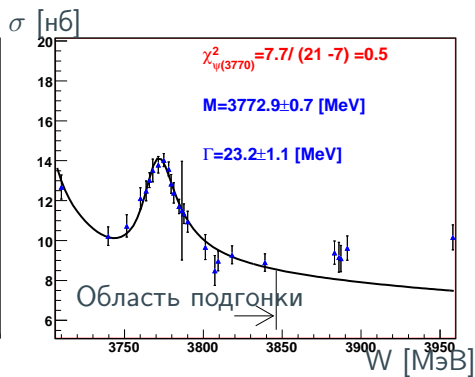
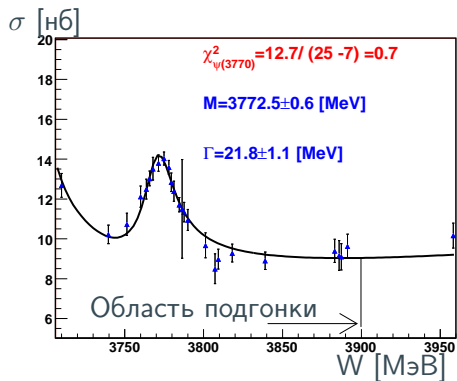
$M_{\psi(3770)}$ [МэВ]	$\Gamma_{\psi(3770)}$ [МэВ]
$3777.0 \pm 1.9 \pm 0.7$	$29.7 \pm 4.7 \pm 1.5$

- Обработка данных продолжается.
- Планируем набрать дополнительную статистику для подтверждения, либо опровержения гипотезы об интерференции

Подгонки до 3920 и 3960 МэВ



Подгонки до 3920 и 3840 МэВ



$$\sigma(W) = \frac{3\pi}{M^2} \int dW' dx \frac{\Gamma_{ee}\Gamma_h}{(W'(1-x)-M)^2 + \Gamma(W')^2/4} \mathcal{F}(x, W')$$

$$\Gamma(W) = \Gamma \frac{\frac{(R_0 * p_{D_n}(W))^3}{1+(R_0 * p_{D_n}(W))^2} + \frac{(R_0 * p_{D_c}(W))^3}{1+(R_0 * p_{D_c}(W))^2}}{\frac{(R_0 * p_{D_n}(M))^3}{1+(R_0 * p_{D_n}(M))^2} + \frac{(R_0 * p_{D_c}(M))^3}{1+(R_0 * p_{D_c}(M))^2}}$$

$\mathcal{F}(x, W)$ – радиационные поправки

Е.А.Кураев, В.С.Фадин Ядерная Физика 41(466-472)1985

Параметры подгонки:

- видимое сечение подложки
- эффективность при $\Gamma_{ee}^{\psi(3770)}$
- $\psi(3770)$ масса
- Γ полная ширина
- σ_W при $\psi(2S)$
- $\psi(2S)$ масса
- эффективность $\Gamma_{ee}^{\psi(2S)}$
- сечение $D\bar{D}$ нерезонансное
- R_0 – радиус взаимодействия

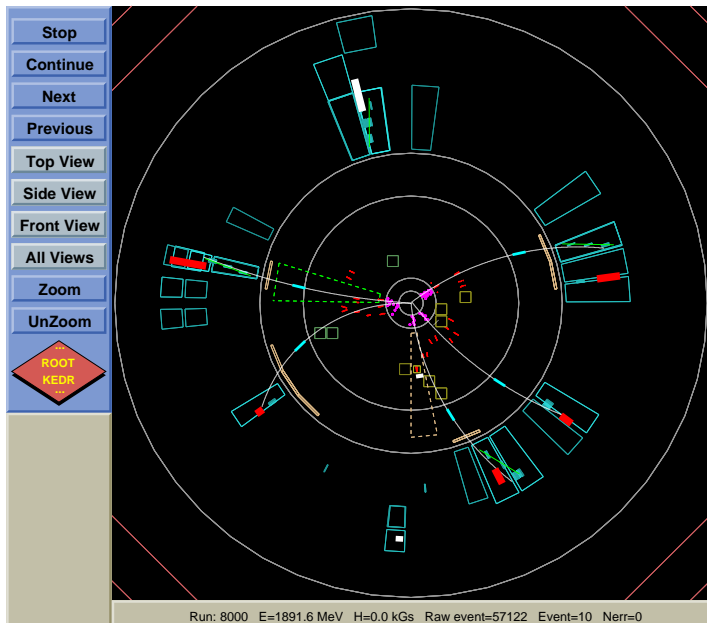
$$\sigma_{cont} = (\sigma^0 + \sigma^\pm)$$

$$\sigma_{cont}^{0,\pm} = \sigma_{D\bar{D}} \cdot \beta_{0,\pm}^3 \cdot \left(\frac{2 * M_{D^{0,\pm}}}{W} \right)^2$$

$$F_{Res}(W) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_W} \int_{-\infty}^{+\infty} \sigma(W') e^{-\frac{(W'-W)^2}{2\sigma_W^2}} dW'$$

$$F_{\psi(3770)}(W) = \varepsilon \cdot (F_{Res}(W) + F_{NonRes}(W)) + \varepsilon_{\psi(2S)} \cdot F^{\psi(2S)}(W) + p_{bg} * \left(\frac{M_{\psi(2S)}}{W}\right)^2$$

Пример события



- суммарная энергия в калориметрах > 400 МэВ
либо энергия в LKR > 200 МэВ
- требования на отбраковку космики MU + TOF

- плохие каналы ВД
- плохие каналы LKR
- плохие каналы CSI
- плохие триггерные каналы LKR

- $N_{\text{ClustersLKR}} + N_{\text{ClusterCSI}} \geq 5$
- число треков из вершины в XY плоскости ≥ 3
- треков из вершины больше либо ≥ 1
- эффективность по моделированию для 0.545

$$PT=B1*B2+SC2+CSI*SC1$$

$$ST=VD5*DC12*DC22*SC2*SB11+VD4*DC11*DC21*SB12+$$

$$VD4*DC12*DC21*SB11*SC2+VD4*DC11*DC22*SB11*SC2+$$

$$VD4*DC11*CSI*SB11*SC1F+VD4*DC21*CSI*SB11*SC1F+$$

$$VD4*DC11*DC22*SC2*CSI+VD4*DC12*DC21*SC2*CSI$$