

Физические результаты в эксперименте D0 коллайдера Теватрон

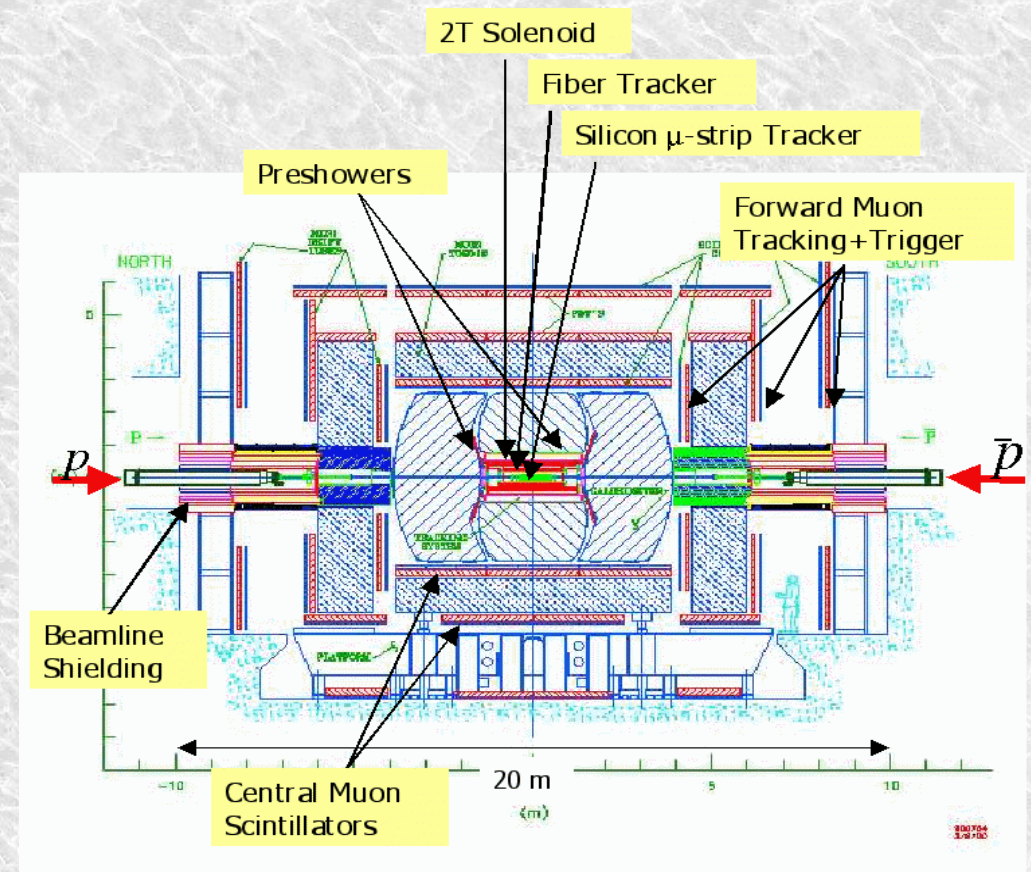
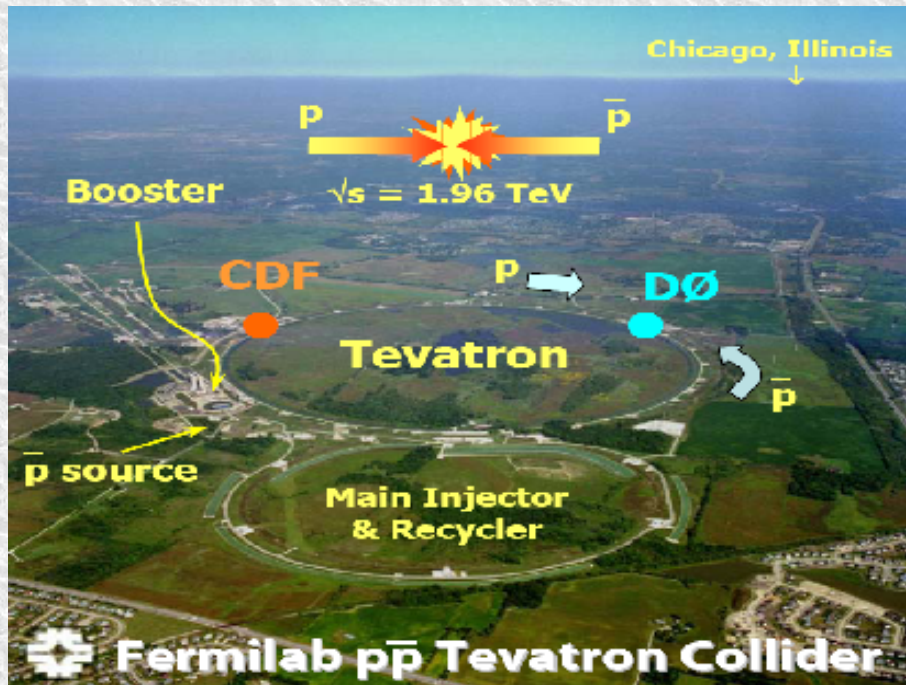
- Наблюдение бозона Хиггса
- Масса W
- Физика топ-кварка
- КХД: Wc , Wb , $Wjets$
- В-физика: $X(4140)$
- Зарядовая асимметрия в
рождении мюонов



Лев Дудко, НИИЯФ МГУ

По поручению коллаборации D0

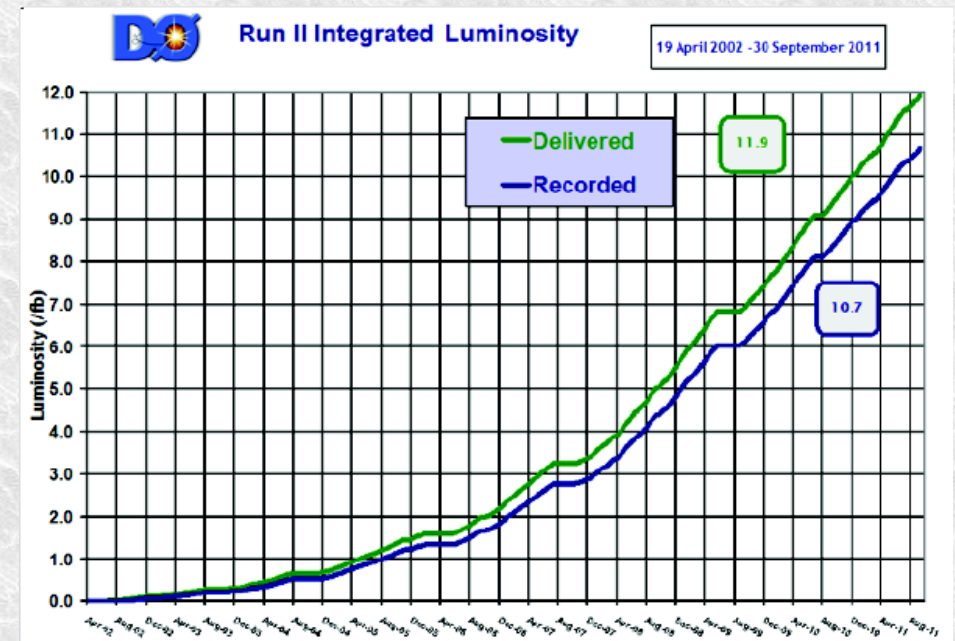
Эксперимент D0 коллайдера Теватрон



После модернизации Теватрон начал свою работу
В 2001, достиг интегральной светимости 12 fb^{-1}
и закончил свою работу 30.09.2011

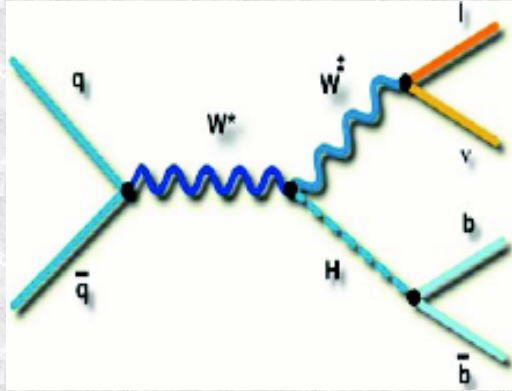
Для анализа доступно 10 fb^{-1}

В коллаборации D0 состоит примерно 500 физиков
Из 87 институтов 19 стран; в том числе из России
ИФВЭ, НИИЯФ МГУ, ОИЯИ, ИТЭФ, ПИЯФ

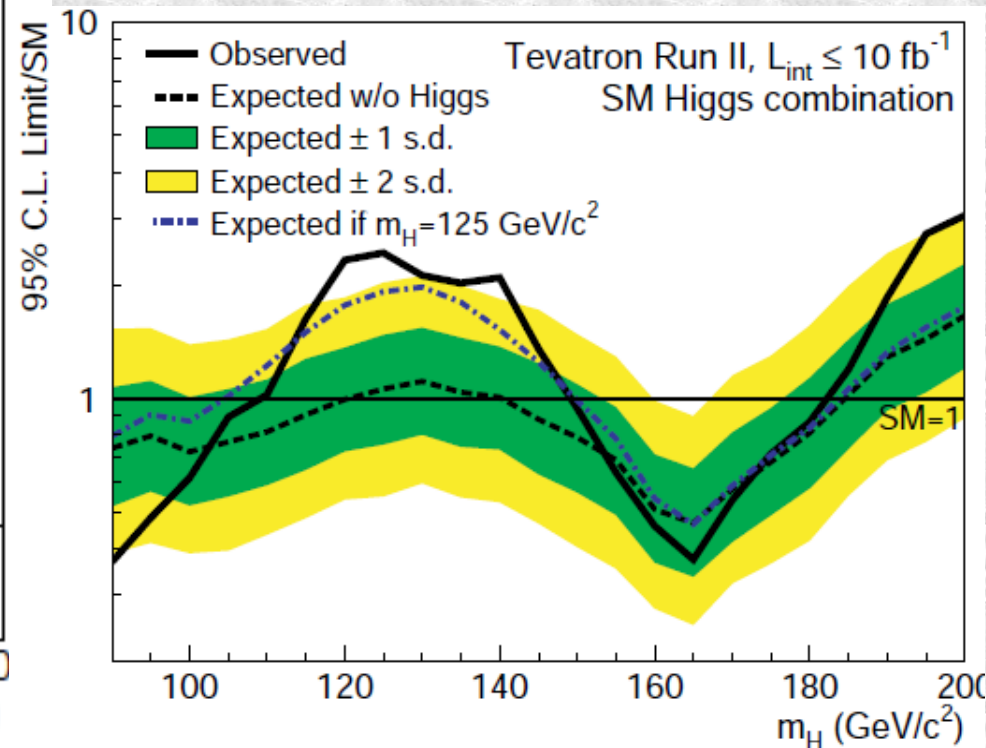
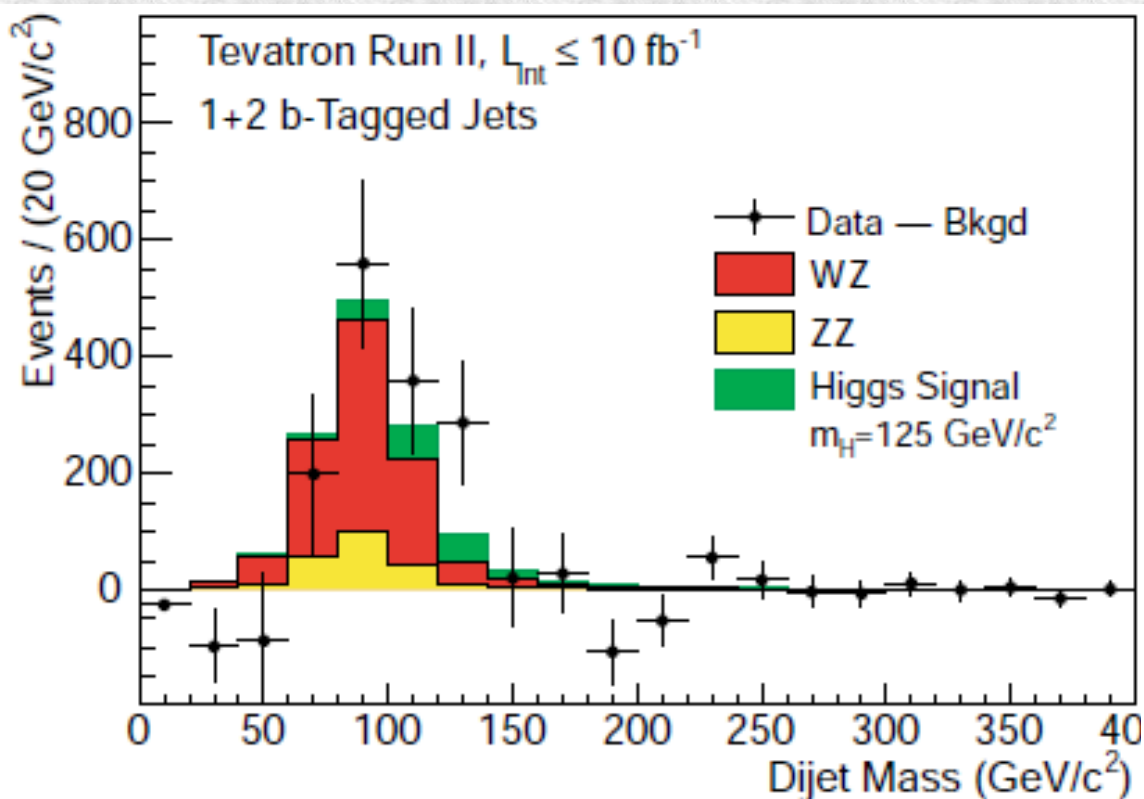
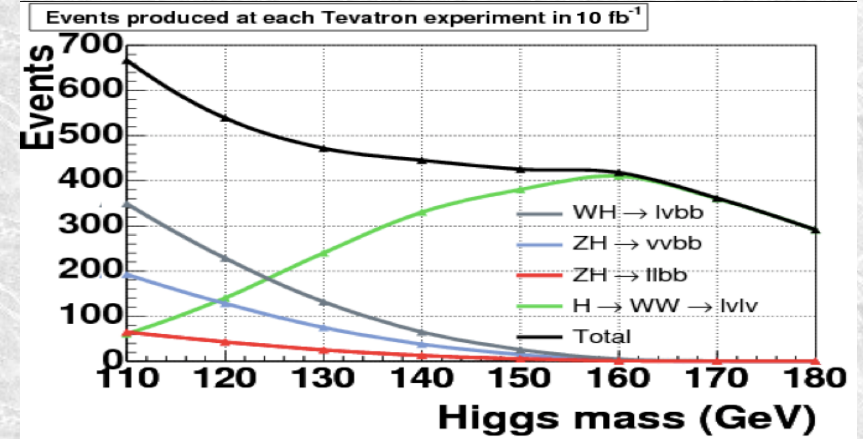


Наблюдение бозона Хиггса

В июле 2012, одновременно с сообщением об обнаружении (5σ) бозона Хиггса на LHC, Tevatron представил результаты по наблюдению (3σ) аналогичного бозона.

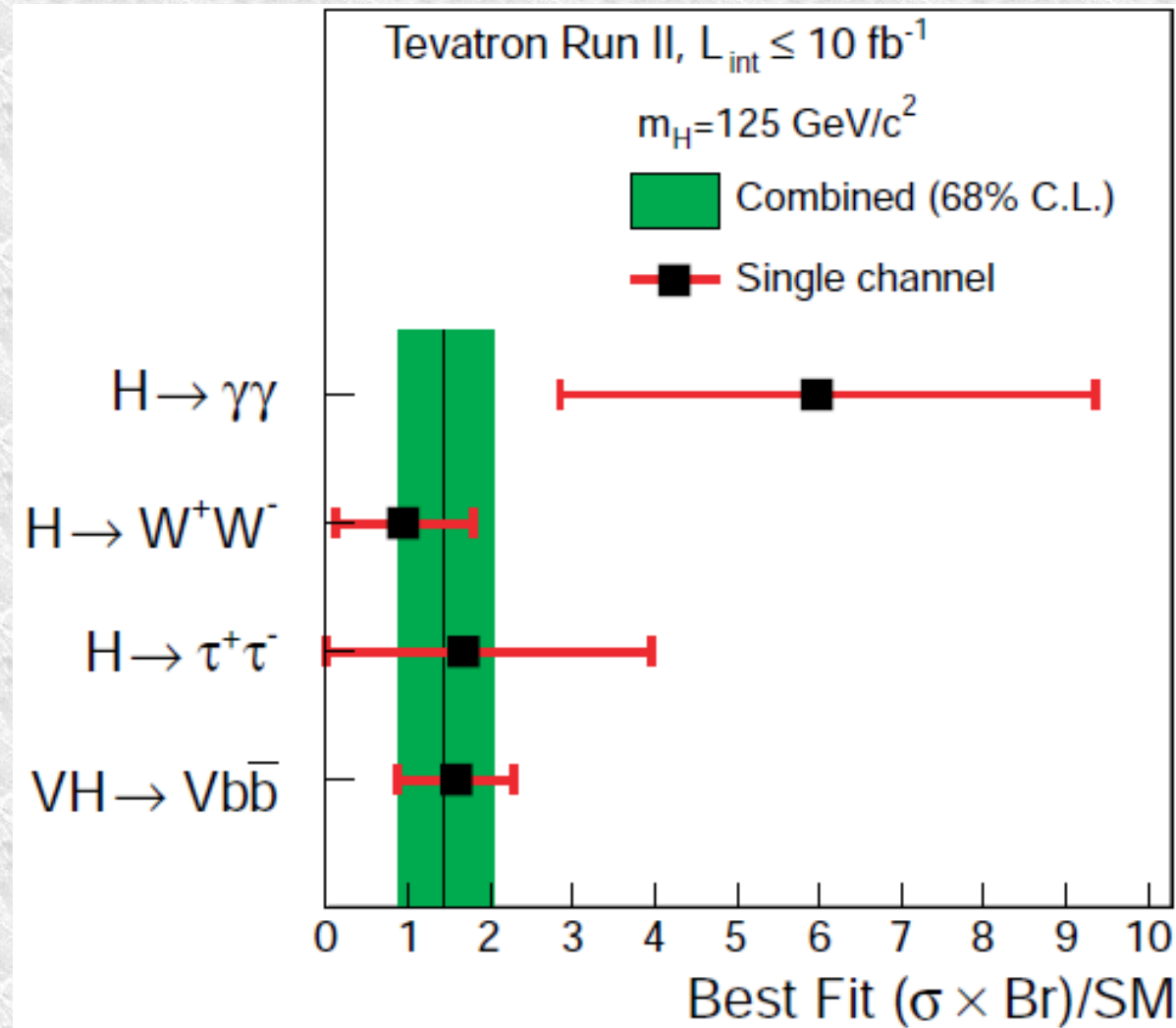
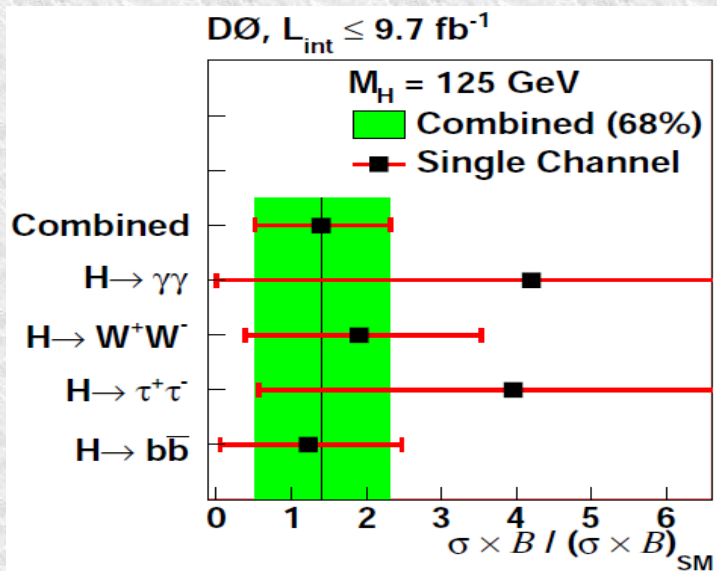
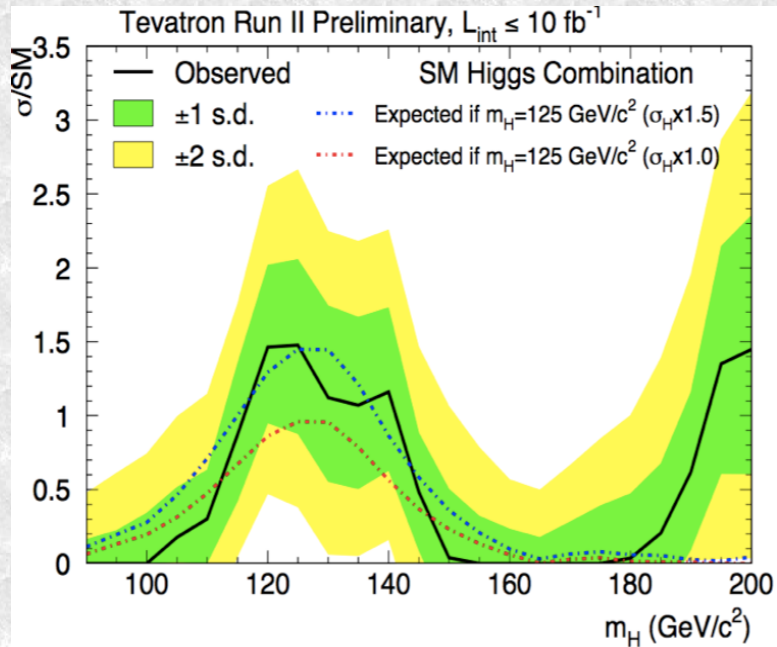


$$\sigma_{VH(H \rightarrow b\bar{b})} = 0.12 \text{ pb}$$



Наблюдение бозона Хиггса

Результаты измерения на Tevatron: 3.1σ , масса 125 GeV сечение $1.4 \pm 0.5 \cdot \text{SM}$

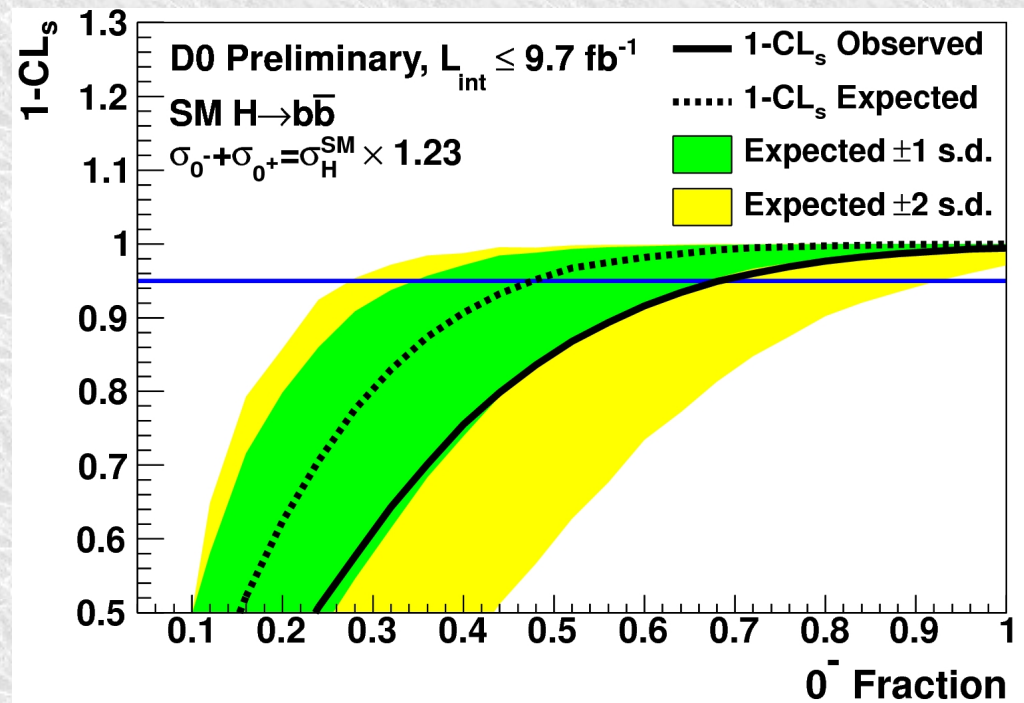
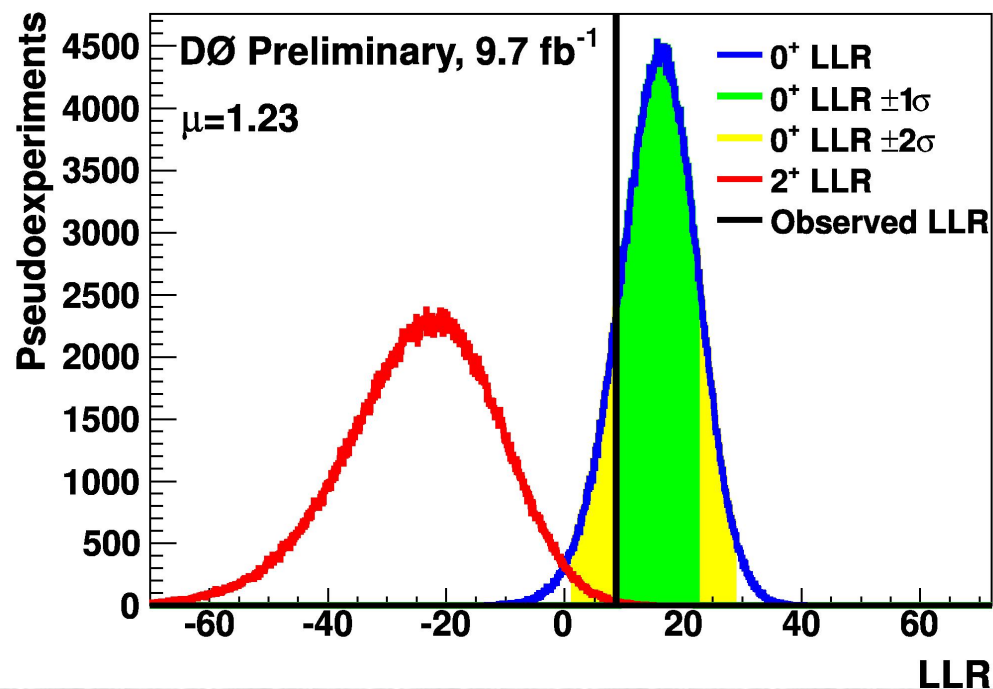
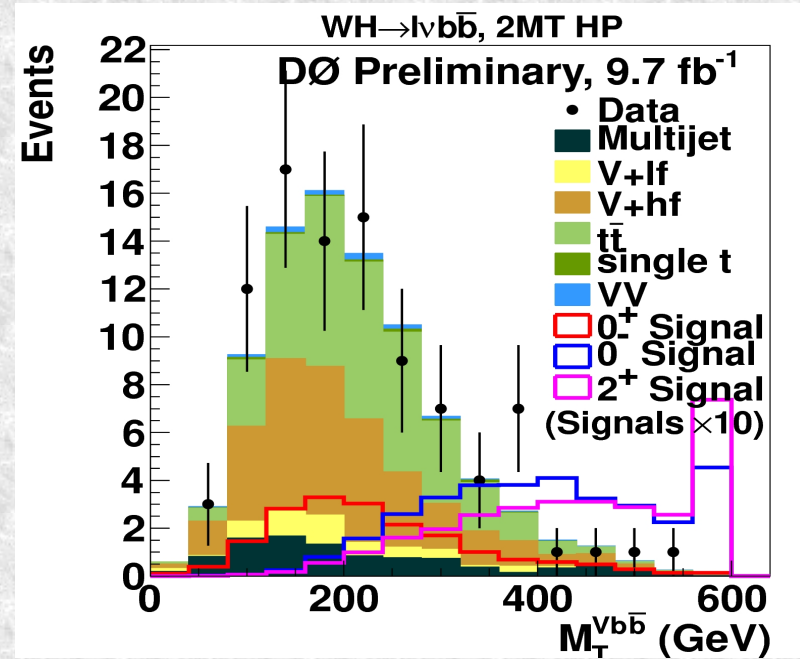


Характеристики нового бозона. Спин и четность

Необходимо подтвердить, что новый бозон является скаляром и исключить состояния 0^- и 2^+ . Состояние 2^+ исключено с уровнем достоверности 3.1σ и 0^- 2.3σ

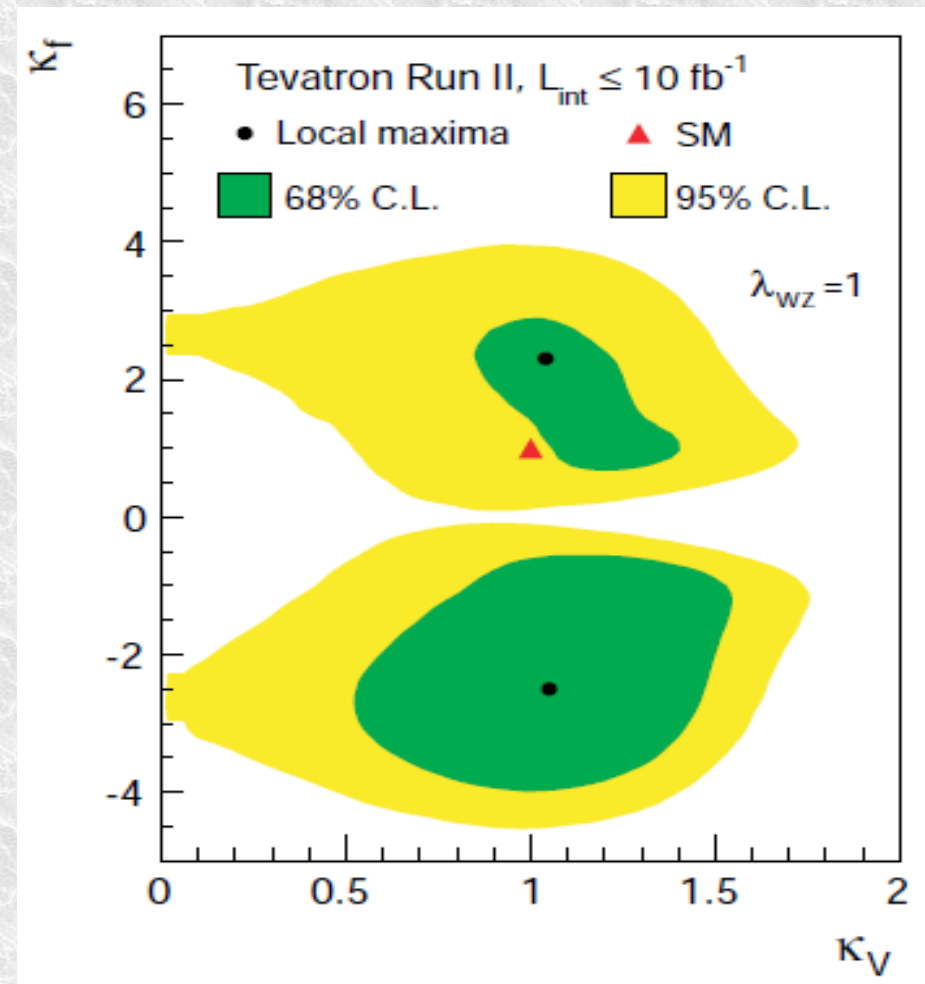
$p\bar{p} \rightarrow VH$ quite sensitive to "threshold" effects (convoluted with proton PDF)

- s-wave for 0^+ : $\sigma \sim \beta$;
- p-wave for 0^- : $\sigma \sim \beta^3$
- d-wave for 2^+ : $\sigma \sim \beta^5$



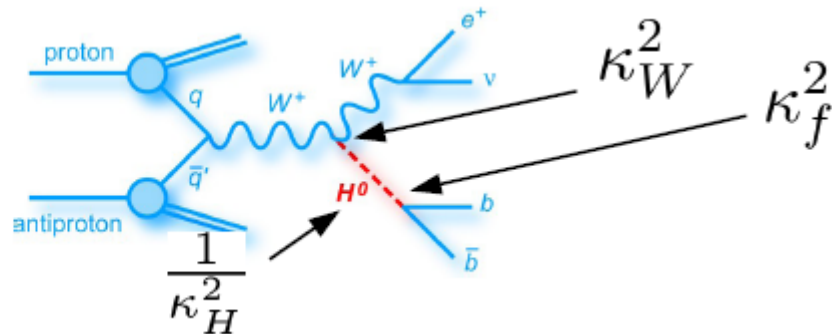
Константы связи нового бозона

Первые исследования констант связи.
В отличие от LHC, наиболее
Чувствительный канал проходит
С распадом $H \rightarrow b\bar{b}$



$$\sigma \cdot BR = [\sigma \cdot BR]_{SM} \times \frac{\kappa_f^2 \kappa_W^2}{\kappa_H^2}$$

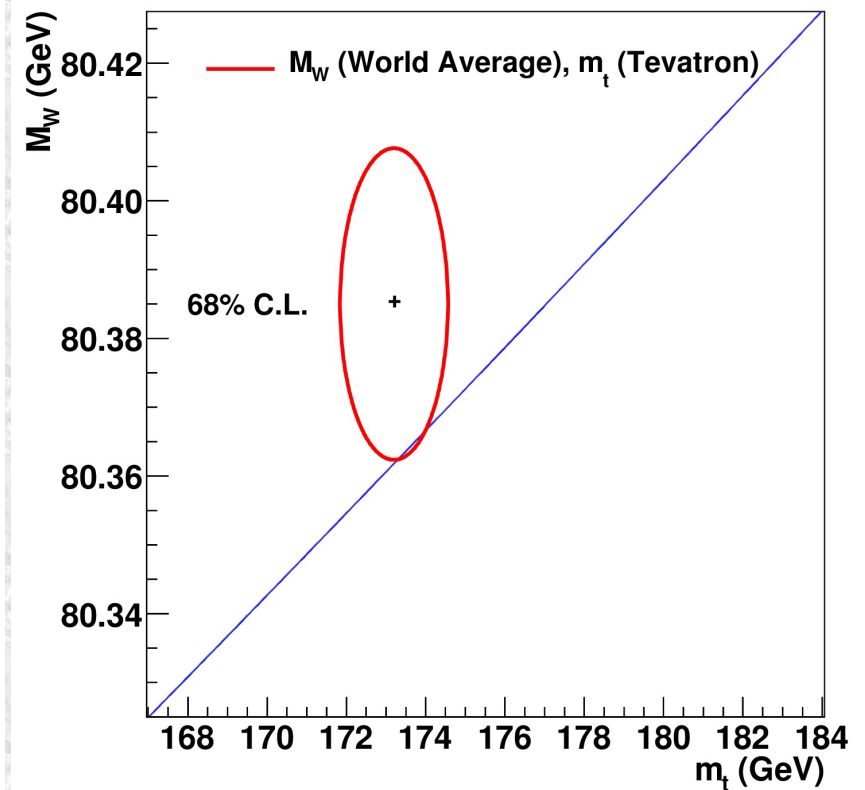
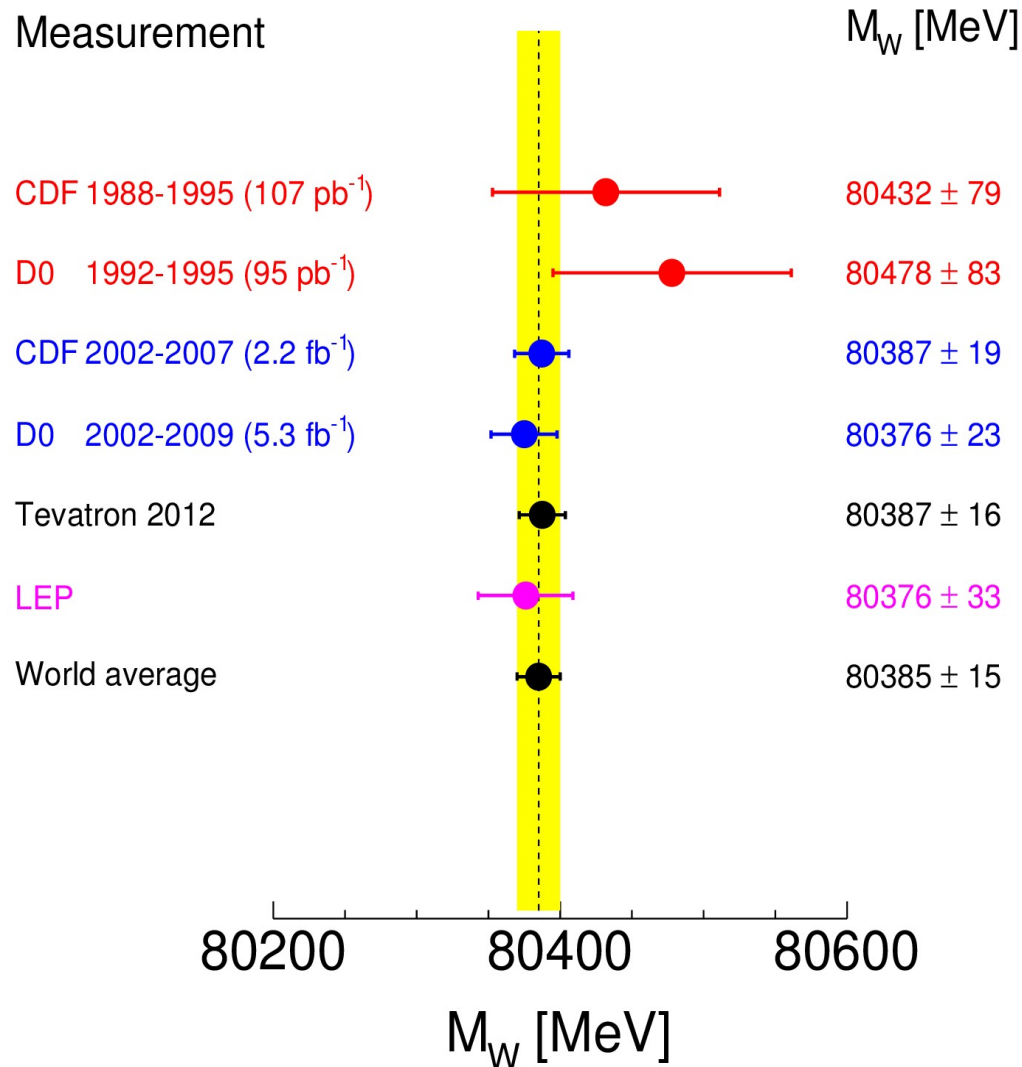
total width
scaling factor



Масса W бозона

**Точность измерений на уровне 10^{-4} , текущая погрешность 16 МэВ,
Возможно увеличение точности до 10 МэВ. Тест самосогласованности СМ**

Mass of the W Boson



Top Quark as is

A few words about Top Quark:

- The heaviest quark and point-like particle:

$$M_{\text{top}} = 173.2 \pm 0.87 \text{ GeV}$$

(Tevatron combination)

- has a mass on the same order as the EW symmetry breaking scale

- Top Quark decays before hadronization

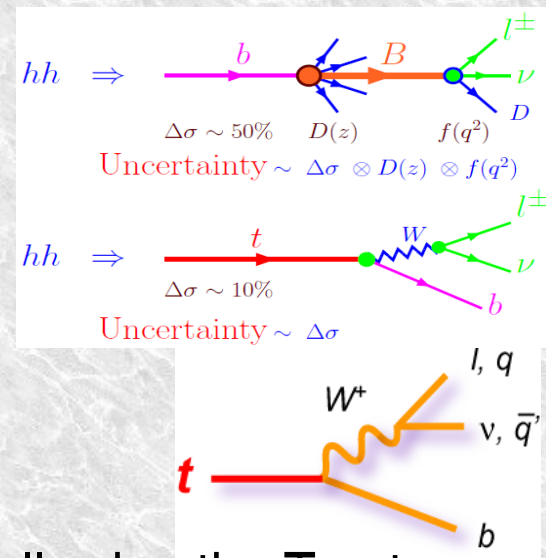
$$\tau_{\text{top}} = 4 \cdot 10^{-25} \text{ sec}, \tau_{\text{hadr}} = 3.3 \cdot 10^{-24} \text{ sec}$$

- Top Quark decays through ONE decay channel

$$t \rightarrow bW^+, \text{BR}(t \rightarrow \text{other}) \leq \mathcal{O}(10^{-3})$$

- spin information of the Wtb vertex

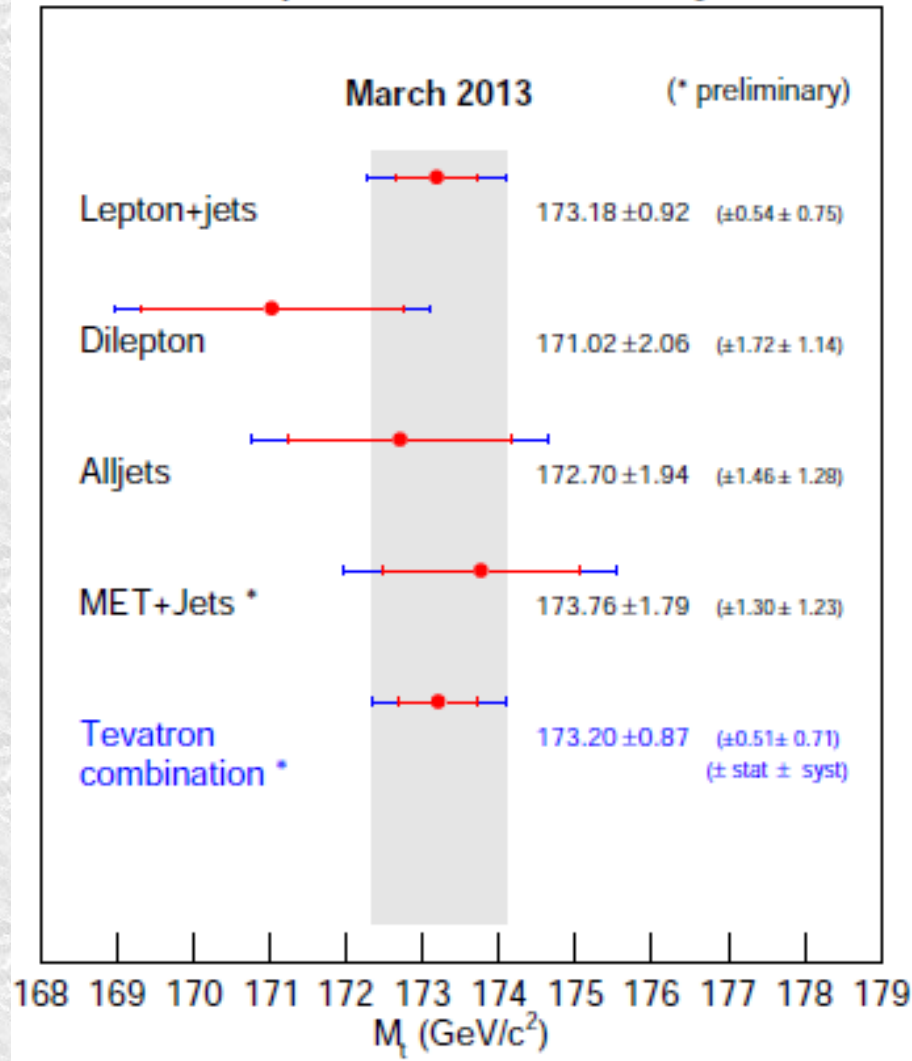
- Many of the SM extensions explain the large Top mass by allowing the Top to participate in new dynamics
- Top Quark is the good candidate to test the SM and search for the possible deviations from the SM



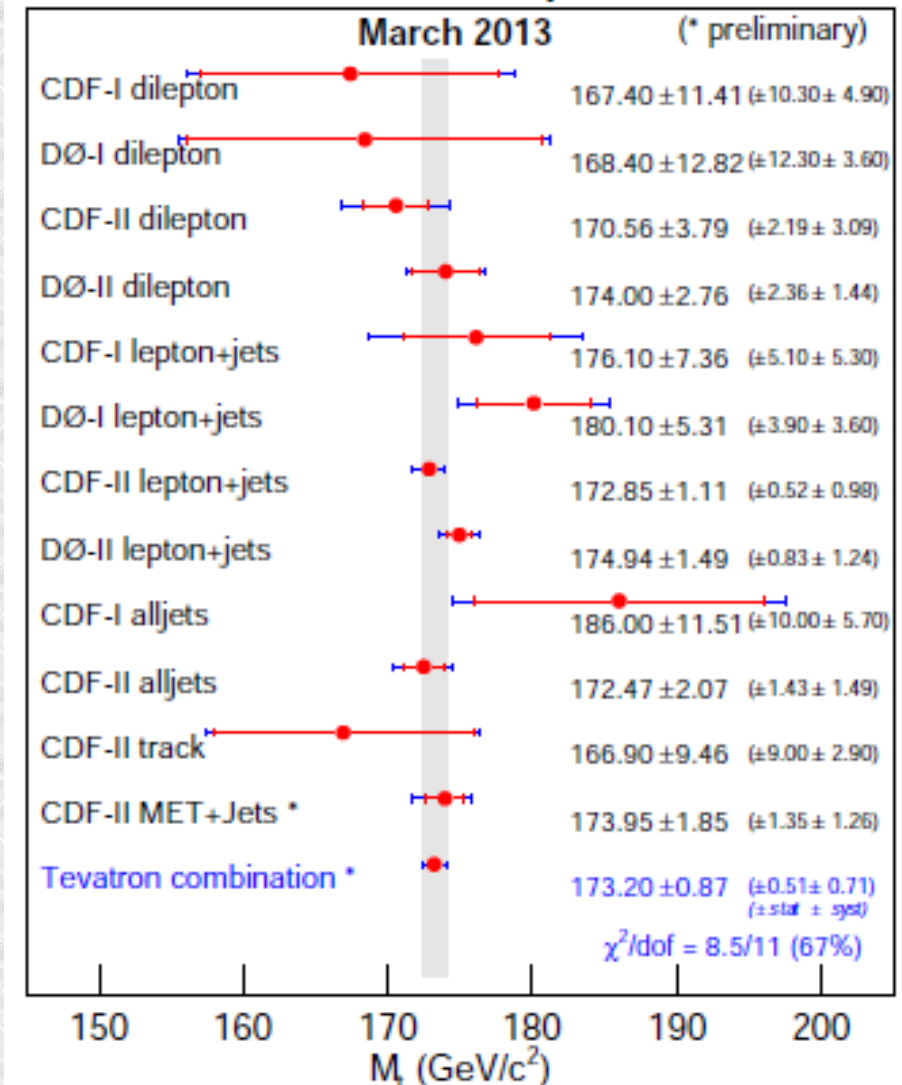
Масса топ-кварка

Tevatron измеряет наиболее точное текущее значение массы топ-кварка на уровне 0.5%

Mass of the Top Quark in Different Decay Channels



Mass of the Top Quark



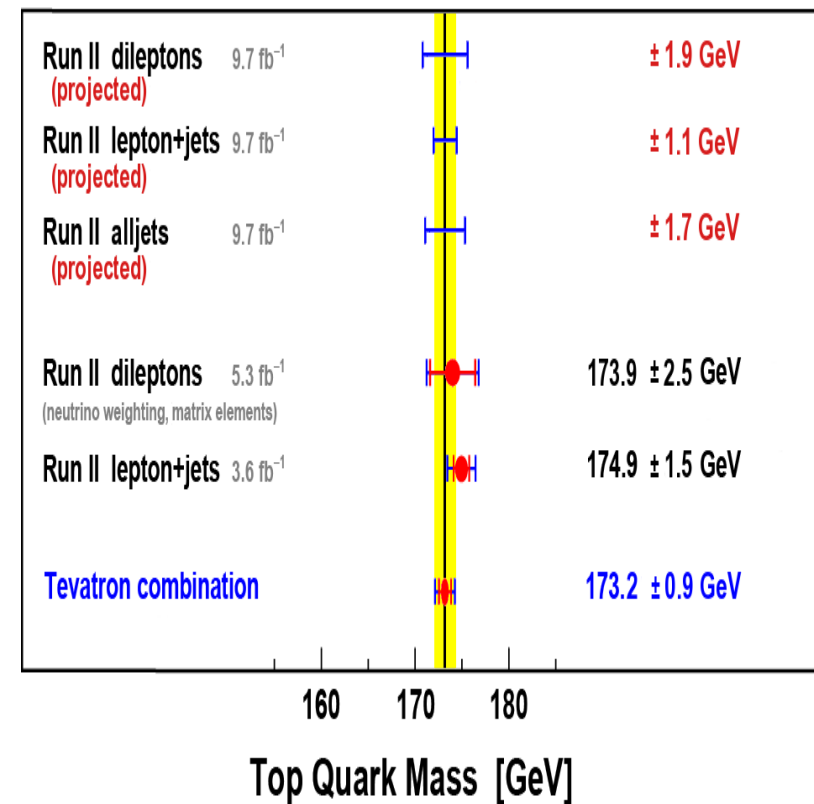
$$M_t = 173.20 \pm 0.51 (\text{stat}) \pm 0.71 (\text{syst}) \text{ GeV}/c^2$$

Масса топ-кварка

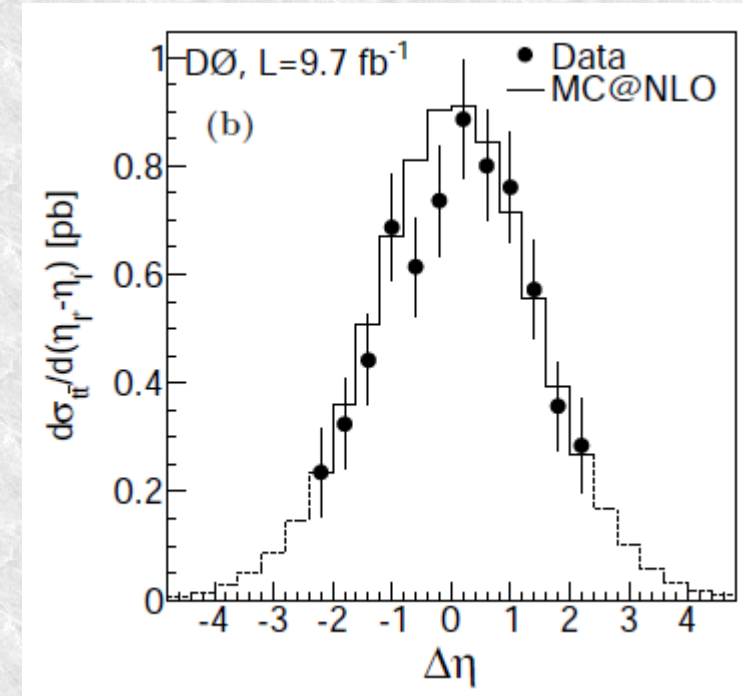
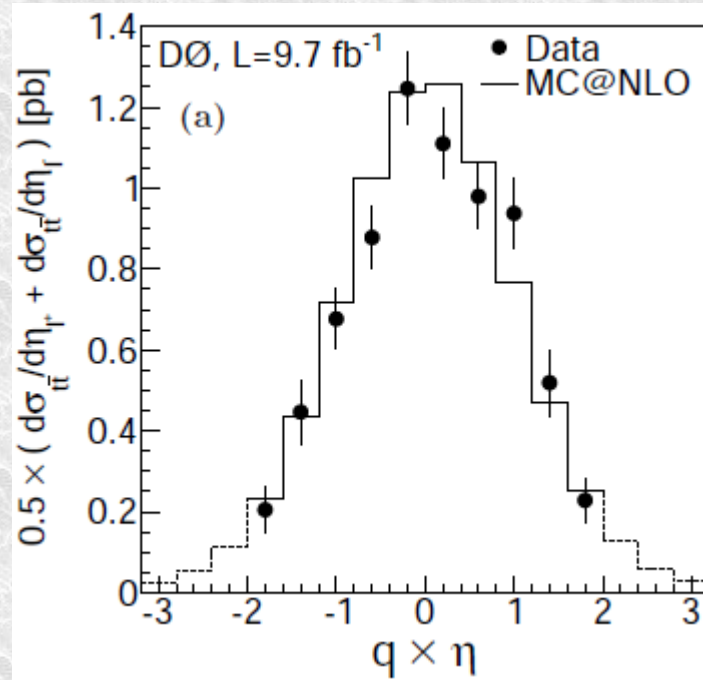
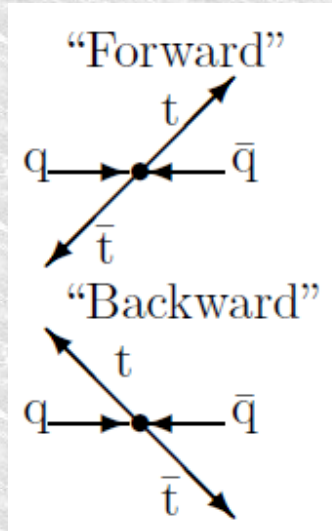
Проводимые улучшения в коррекции энергии струй позволят
Повысить точность измерения на 20%,
ожидаемый уровень ошибки 0.7 ГэВ.

Планируется объединение измерений с результатами ЛНС.

Tevatron combined values (GeV/c^2)	
M_t	173.20
<i>In situ</i> light-jet calibration (iJES)	0.36
Response to $b/q/g$ jets (aJES)	0.09
Model for b jets (bJES)	0.11
Out-of-cone correction (cJES)	0.01
Light-jet response (2) (dJES)	0.15
Light-jet response (1) (rJES)	0.16
Lepton modeling (LepPt)	0.05
Signal modeling (Signal)	0.52
Jet modeling (DetMod)	0.08
Offset (UN/MI)	0.00
Background from theory (BGMC)	0.06
Background based on data (BGData)	0.13
Calibration method (Method)	0.06
Multiple interactions model (MHI)	0.07
Systematic uncertainty (syst)	0.71
Statistical uncertainty (stat)	0.51
Total uncertainty	0.87



Асимметрия в парном рождении топ-кварков

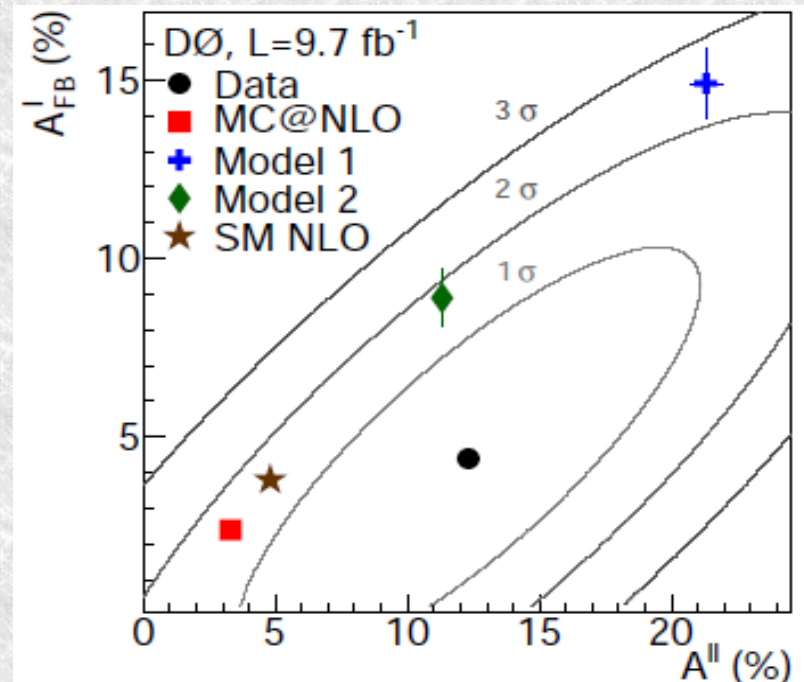


**Результаты CDF показывают асимметрию
В рождении топ-кварков.**

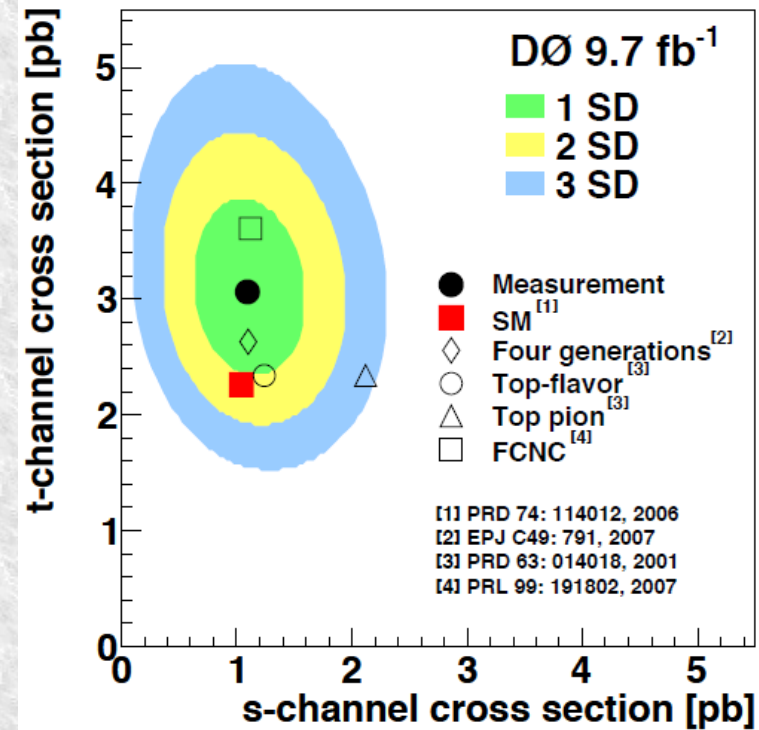
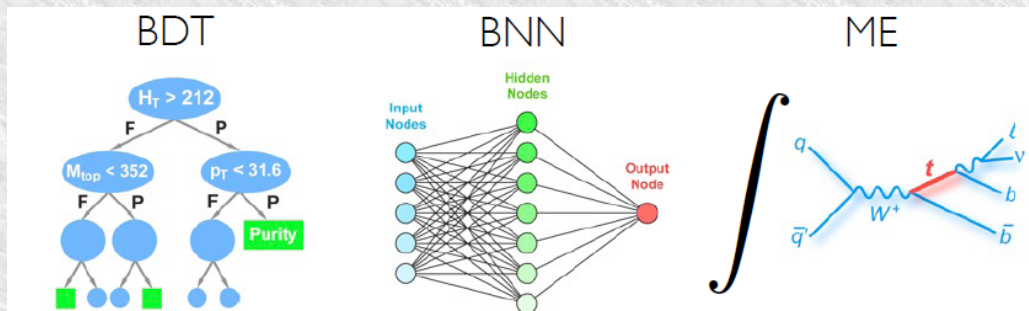
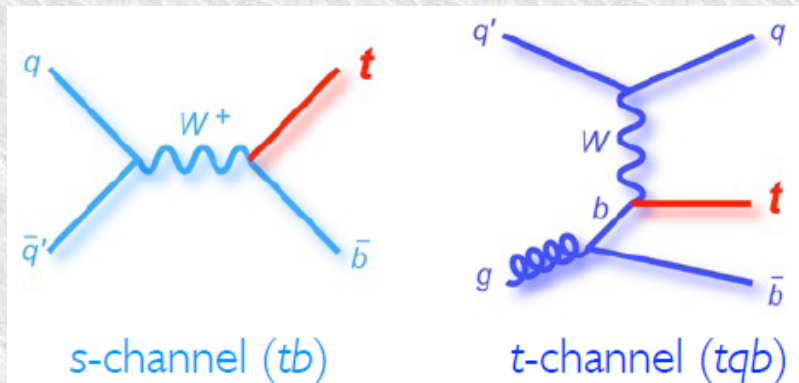
**DØ не находит статистически
значимого подтверждения в
двухлептонном канале.**

$$A^{\ell\ell} = \frac{N(\Delta\eta > 0) - N(\Delta\eta < 0)}{N(\Delta\eta > 0) + N(\Delta\eta < 0)}$$

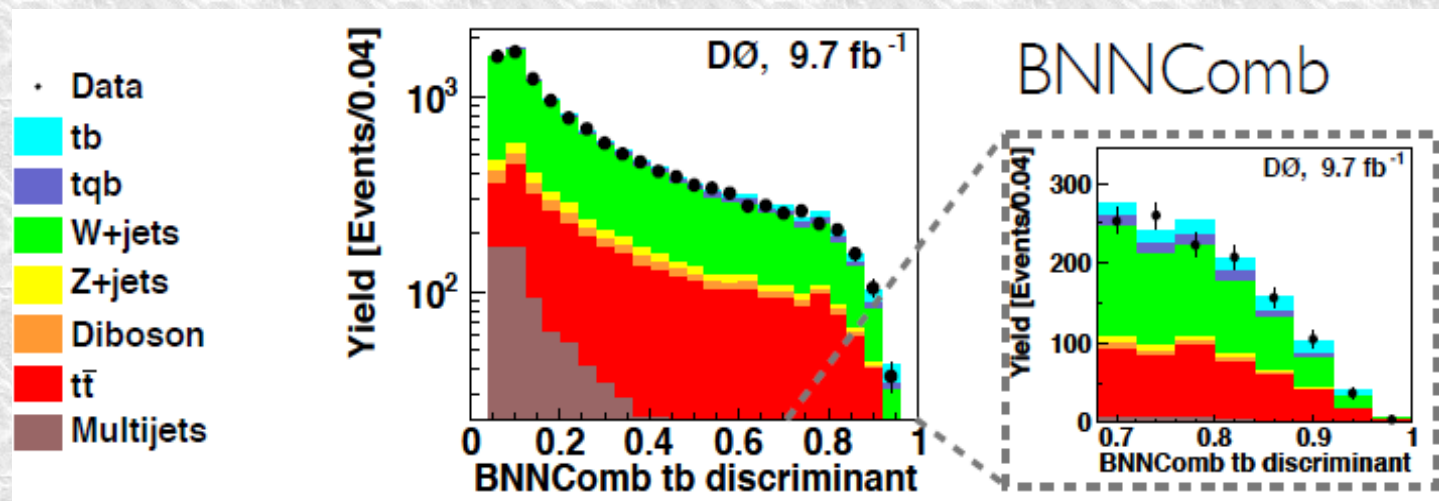
$$A_{\text{FB}}^{\ell} = \frac{N(q \times \eta > 0) - N(q \times \eta < 0)}{N(q \times \eta > 0) + N(q \times \eta < 0)}$$



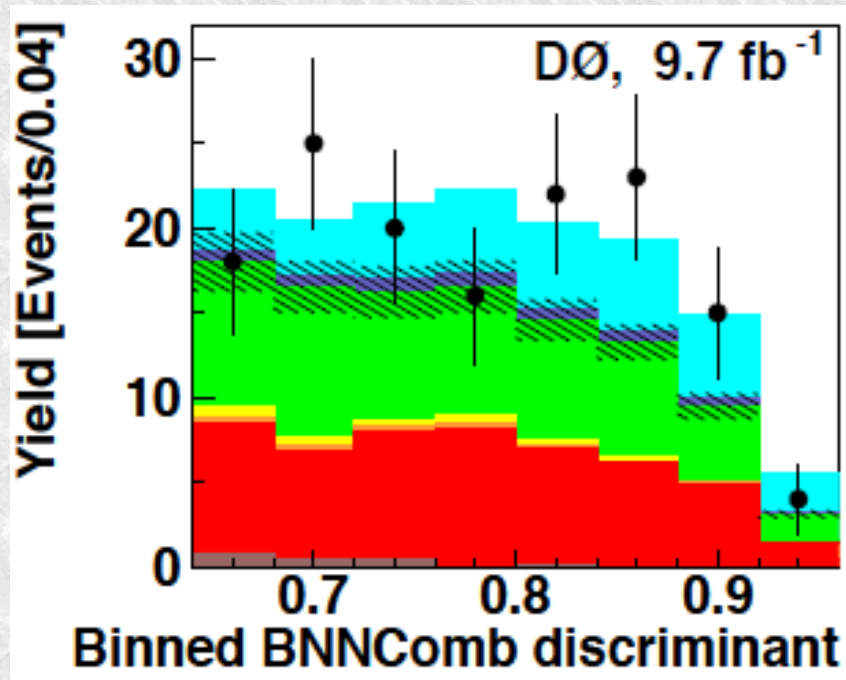
Первое наблюдение s-канального рождения ОДИНОЧНОГО ТОП-КВАРКА



Первое наблюдение
S-канального процесса.
Независимое измерение
s- и t-каналов.



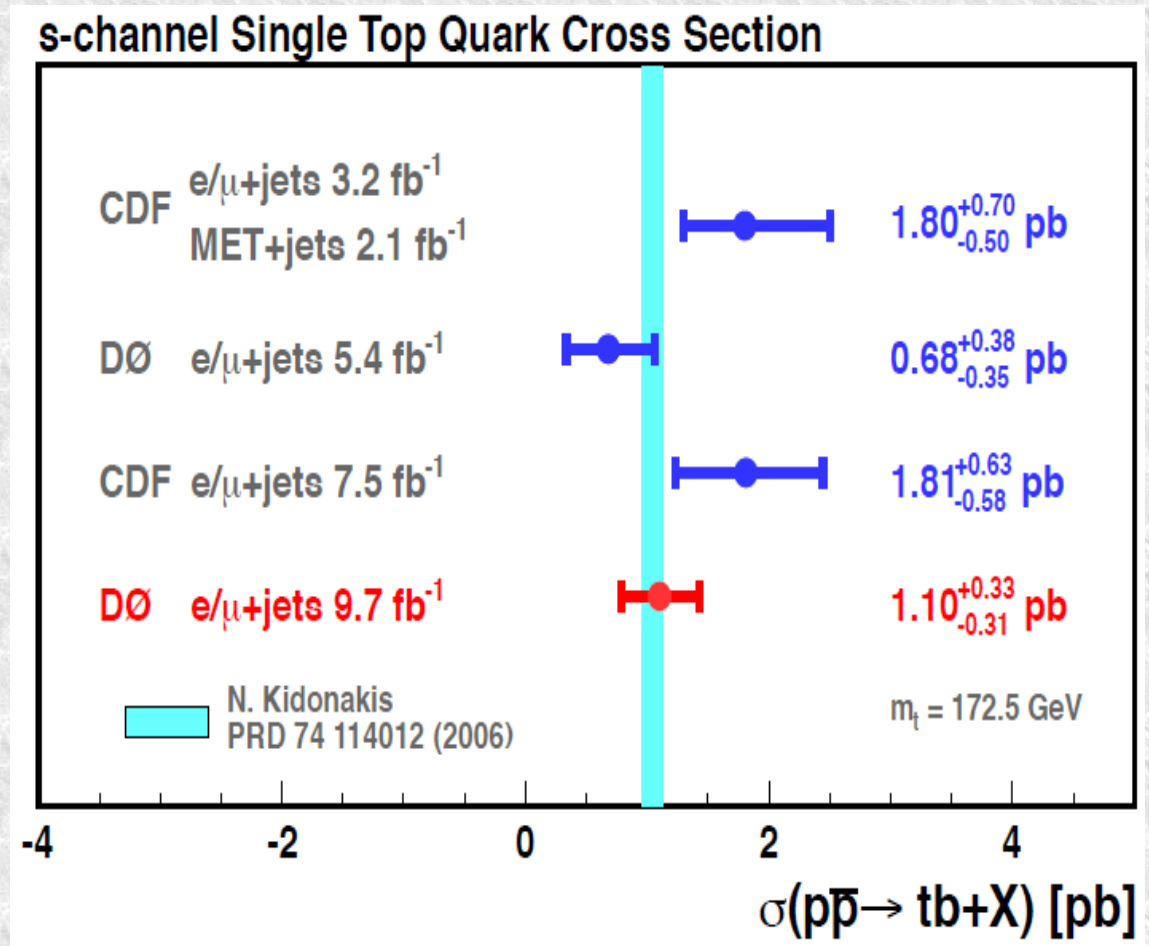
Первое наблюдение s-канального рождения одинокного топ-кварка



Первое наблюдение
S-канального процесса.
Независимое измерение
s- и t-каналов.

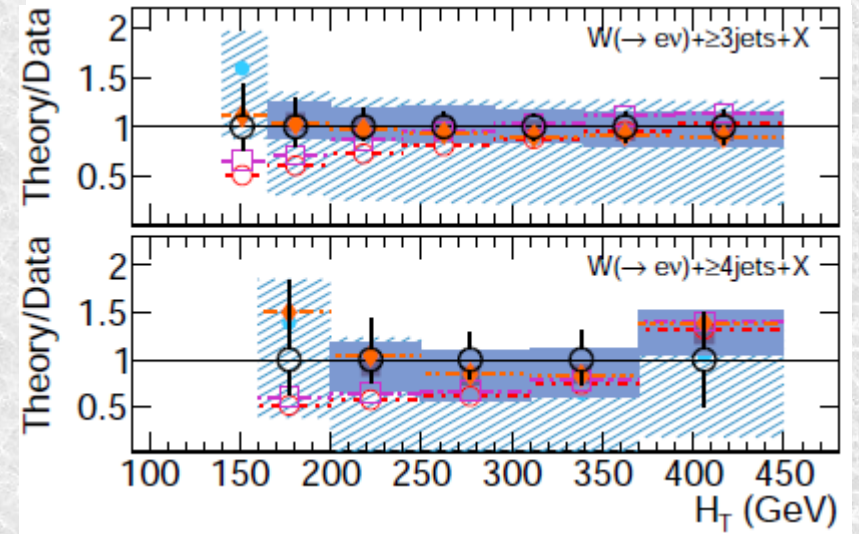
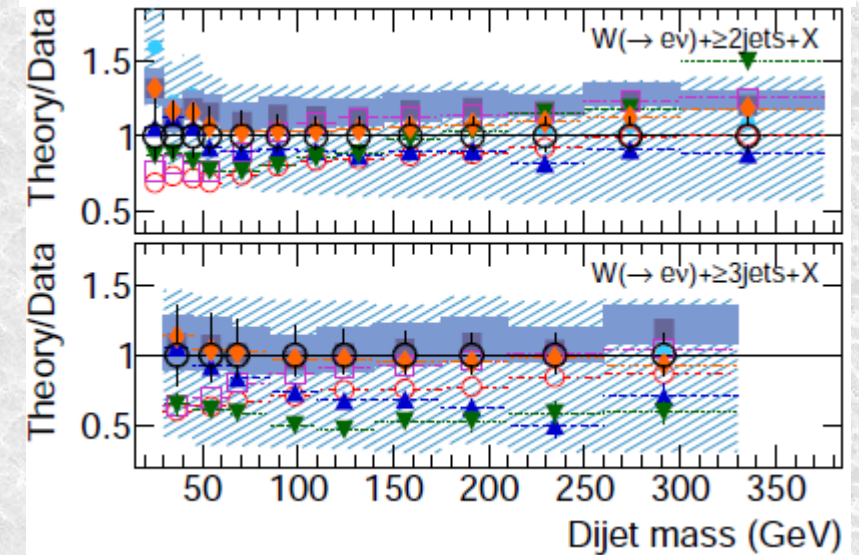
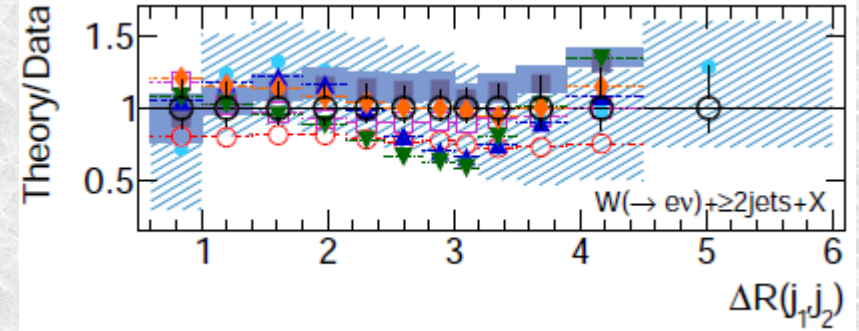
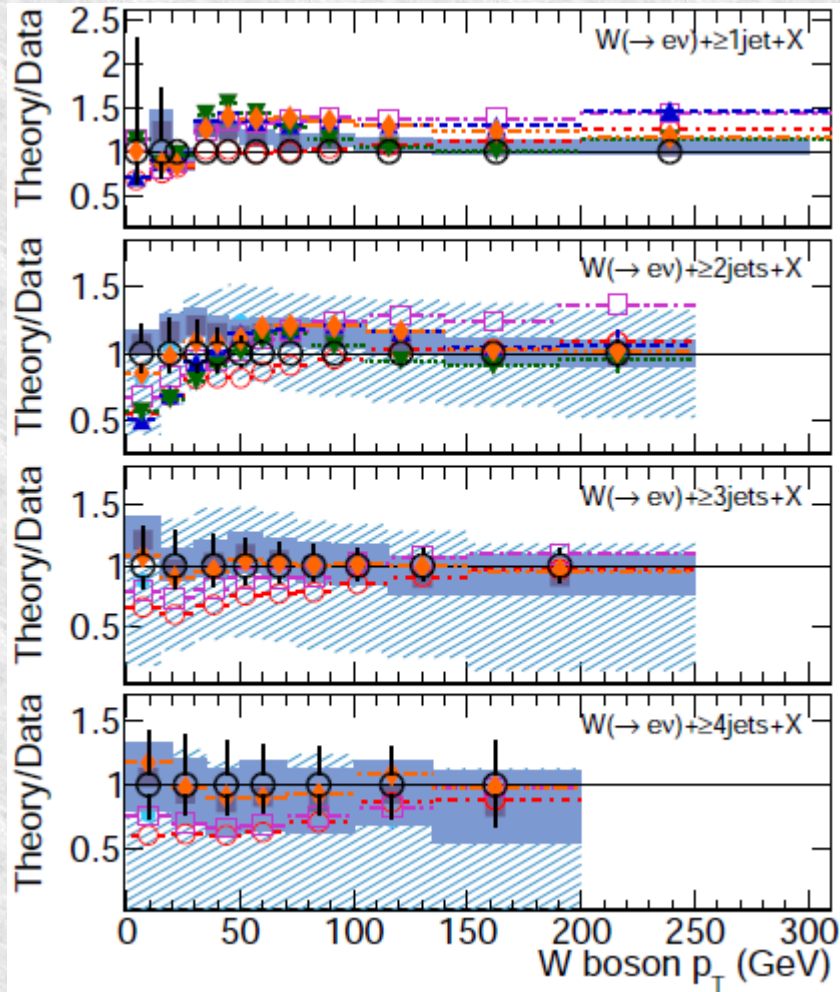
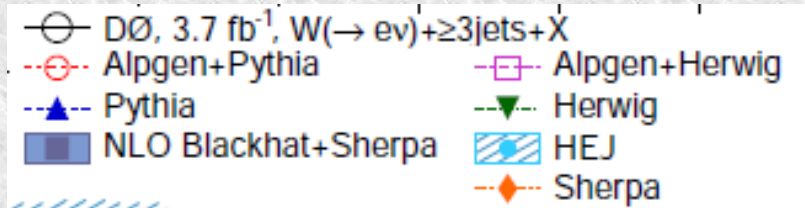
tb 3.7 σ

tqb 7.7 σ

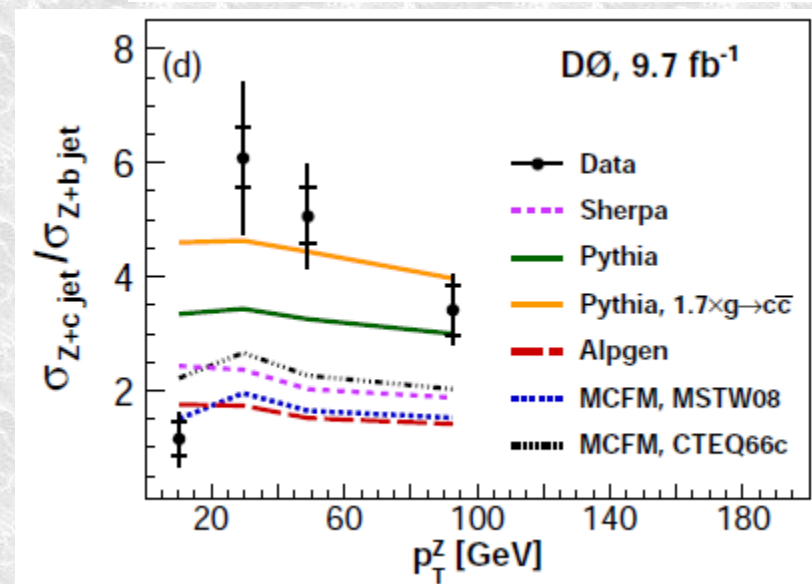
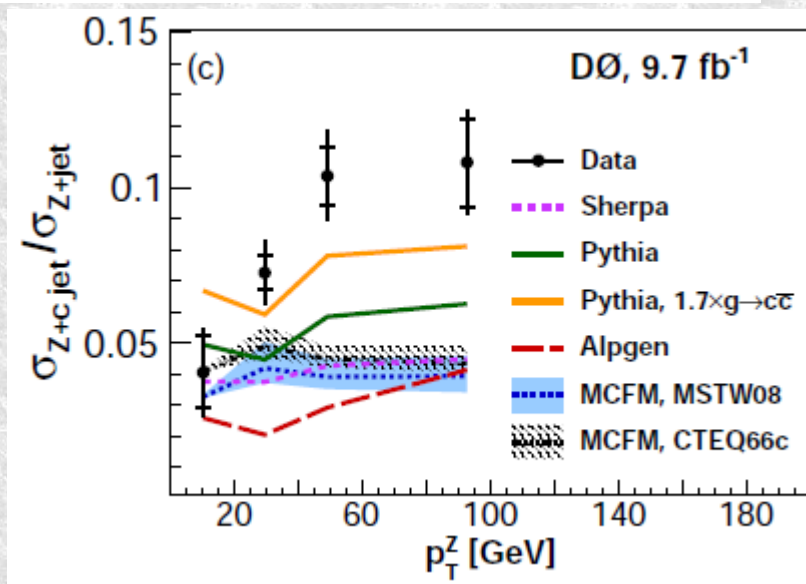
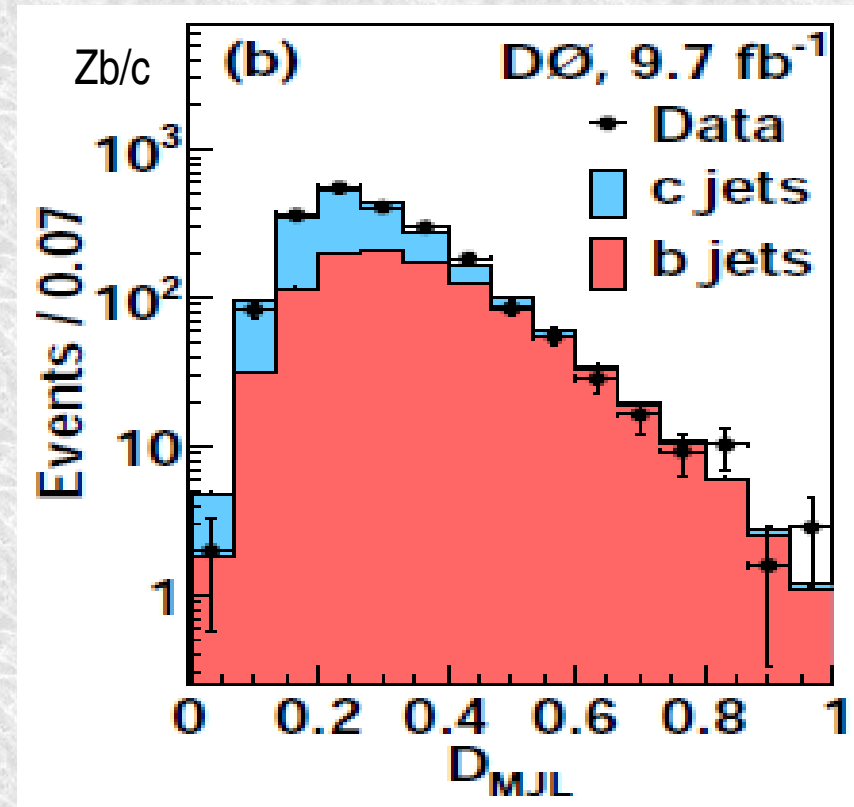
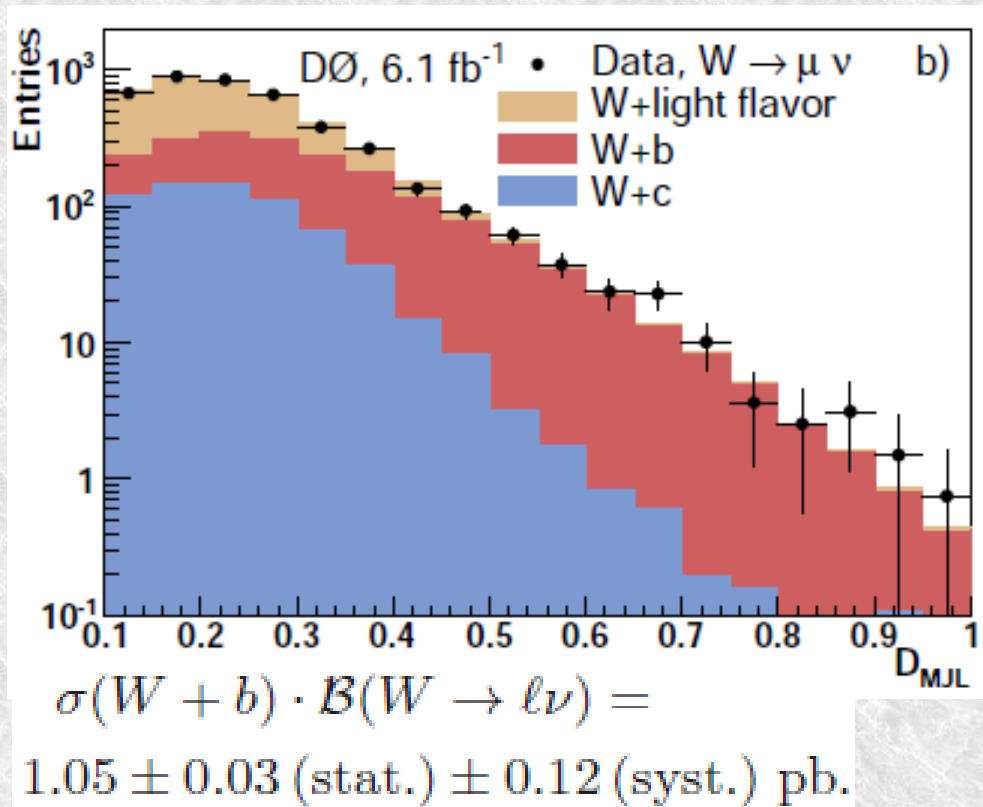


$$|V_{tb}| > 0.92 \text{ @ } 95\% \text{ C.L.}$$

Измерение дифференциальных сечений Wjets

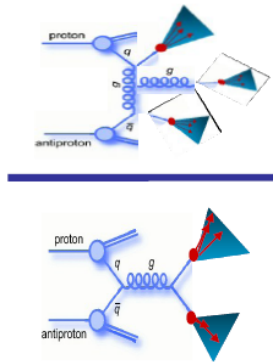


Измерение сечений Wb , Zc , Zb , photon+jet/c/b



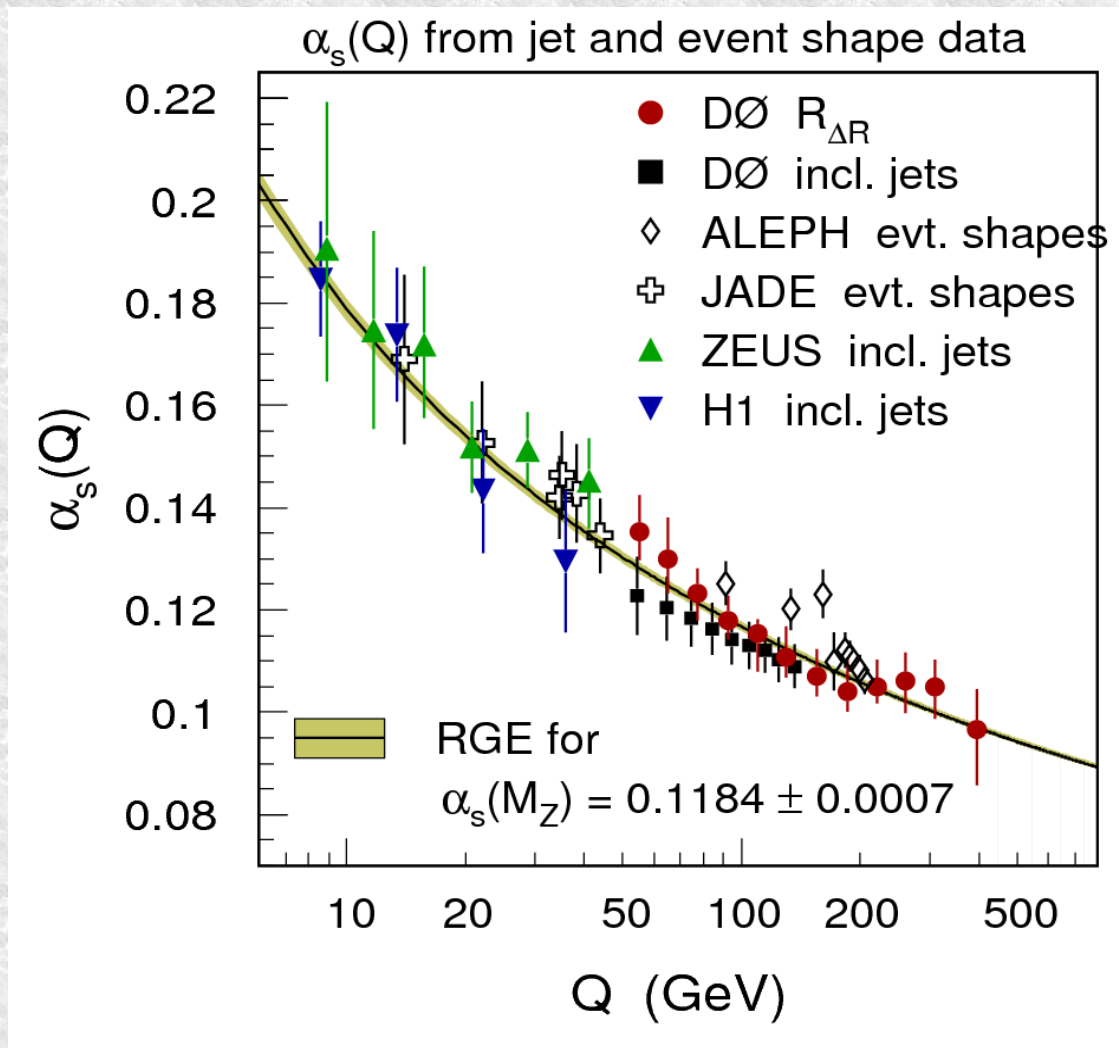
Измерение α_s

$$R = \longleftrightarrow \alpha_s$$



- Sensitive to α_s (3-jets: α_s^3 / 2-jets: α_s^2)

Измерение соотношения
событий с двумя и тремя струями
позволило измерить константу
сильных взаимодействий вплоть
до 400 ГэВ ($\sim 5 \times 10^{-16}$ см)



$$\alpha_s(M_Z) = 0.1191^{+0.0048}_{-0.0071}$$

Зарядовая асимметрия в рождении мюонов

$$A \equiv \frac{N^{++} - N^{--}}{N^{++} + N^{--}}$$

$$a = \frac{n^+ - n^-}{n^+ + n^-}$$

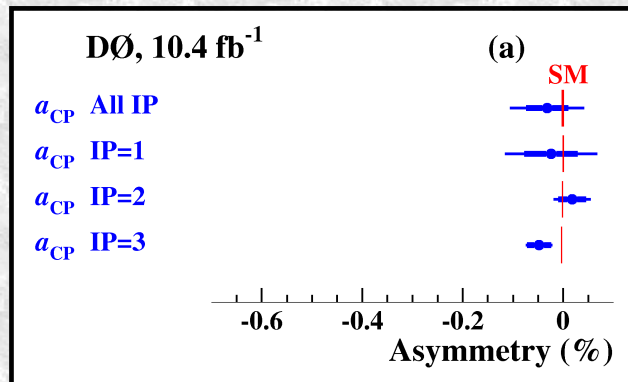
Зависимость A, a
от $IP, p_T, |\eta|$

$$a_{CP}(SM) \ll A_{CP}(SM)$$

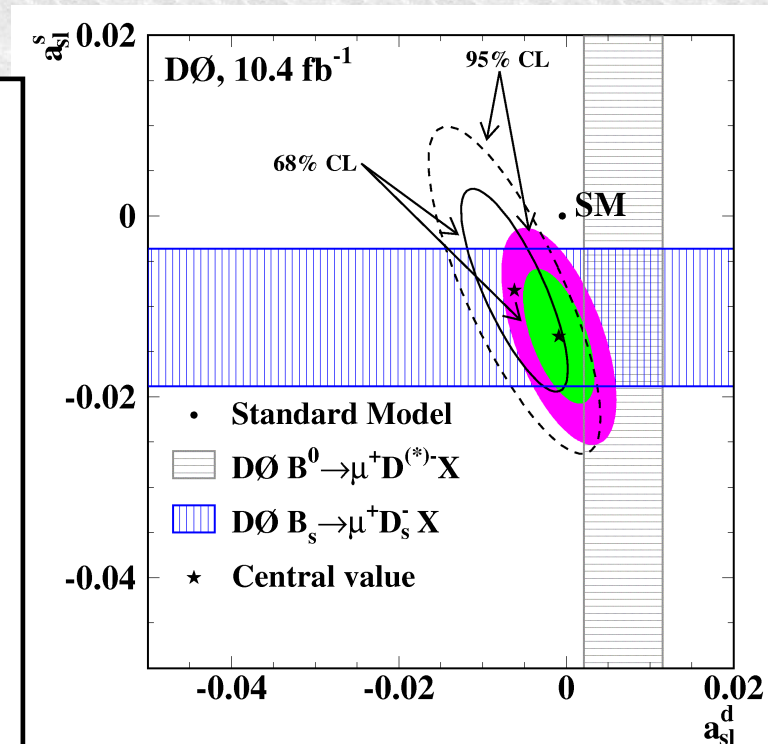
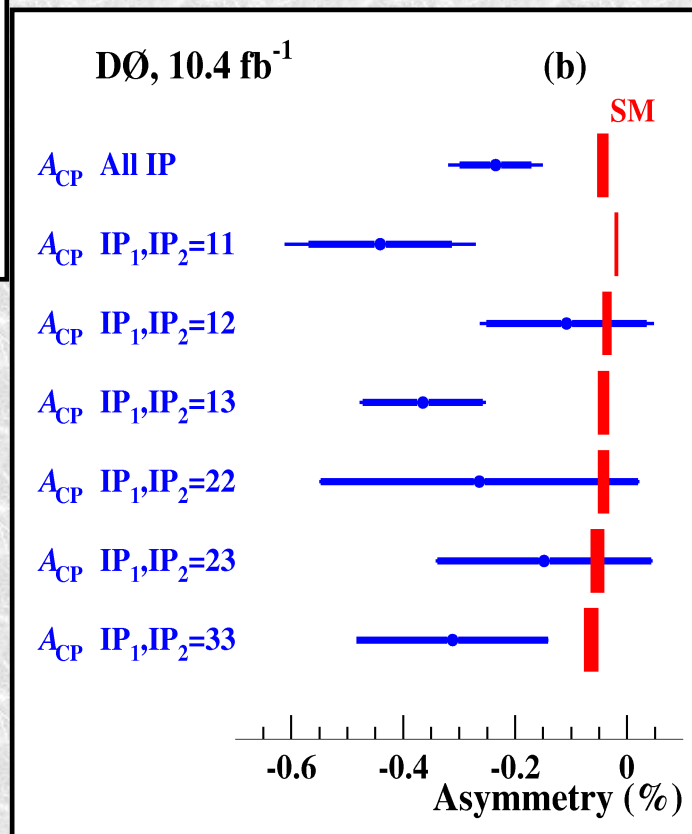
$$A_{CP} = A - A_{bkg}$$

$$\sigma(K^- N) > \sigma(K^+ N)$$

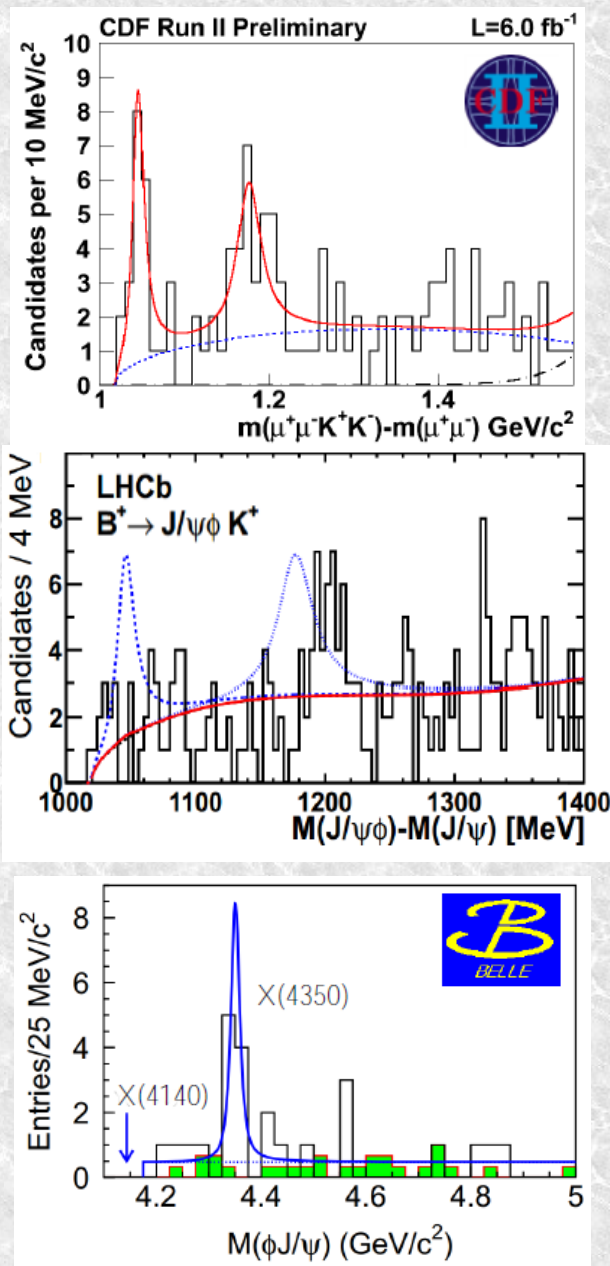
$$\Gamma(B_{(s)}^0 \rightarrow \bar{B}_{(s)}^0 \rightarrow \mu^- X) \neq \Gamma(\bar{B}_{(s)}^0 \rightarrow B_{(s)}^0 \rightarrow \mu^+ X)$$



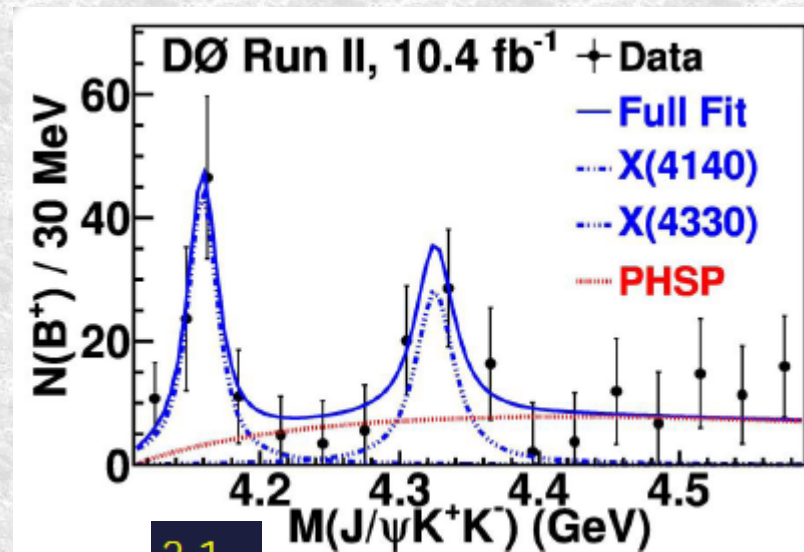
**Наблюдение
Отклонения
асимметрии мюонов
от предсказаний СМ
3.6 σ**



Наблюдение X(4140)

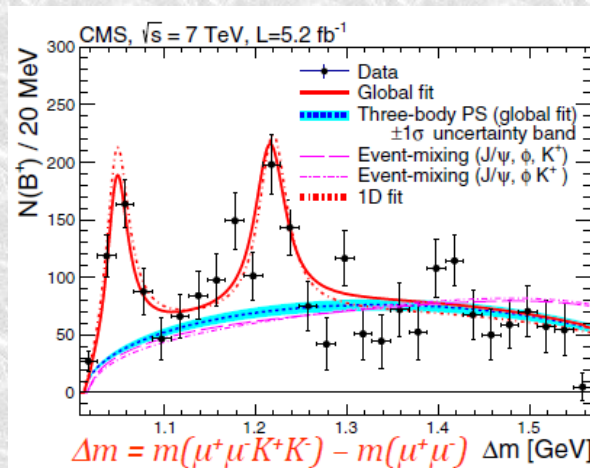


В 2009 CDF представил
наблюдение X(4140)
Не подтвержденное
LHCb и Belle.
D0 и CMS
Подтверждают
наблюдение



$B^+ \rightarrow X(4140) K^+$

$X(4140) \rightarrow J/\psi \phi$



$$M[X(4140)] = 4159.0 \pm 4.3 \text{ (stat.)} \pm 6.6 \text{ (syst.) MeV}$$

$$\Gamma[X(4140)] = 19.9 \pm 12.6 \text{ (stat.)} {}^{+1}_{-8} \text{ (syst.) MeV}$$

$$\frac{\mathcal{B}[B^+ \rightarrow X(4140) K^+]}{\mathcal{B}[B^+ \rightarrow J/\psi \phi K^+]} = [21 \pm 8 \text{ (stat.)} \pm 4 \text{ (syst.)}] \%$$

Другие измерения и ограничения

- Все опубликованные результаты коллаборации D0 доступны здесь: http://www-d0.fnal.gov/d0_publications
- В частности, недавние результаты не отмеченные в докладе:
 - Измерение сечений ZZ , YY , WW , WZ
 - Двухпартонное рассеяние
 - Измерение дифференциальных сечений топ-кварка
 - Поиск редких распадов $B_s \rightarrow \mu\mu$
 - $Y + \text{jets}$
 - И многие другие результаты

Запланированные результаты D0, 50+ публикаций

- QCD

- di-b-jet/di-jet cross section ratio

- Double parton interactions

- Jet event shapes

- B Physics

- Precision measurement of B_s lifetime

- Search for direct CP violation in $B^+ \rightarrow J/\Psi K^+$

- Top

- Mass with full dataset and Tevatron combination

- Forward-Backward asymmetry, combination of di-lepton and l +jets and Tevatron combination

- Tevatron single top quark combination

- Electroweak

- Forward-backward asymmetries

- W mass (~ 10 MeV precision) Tevatron combination