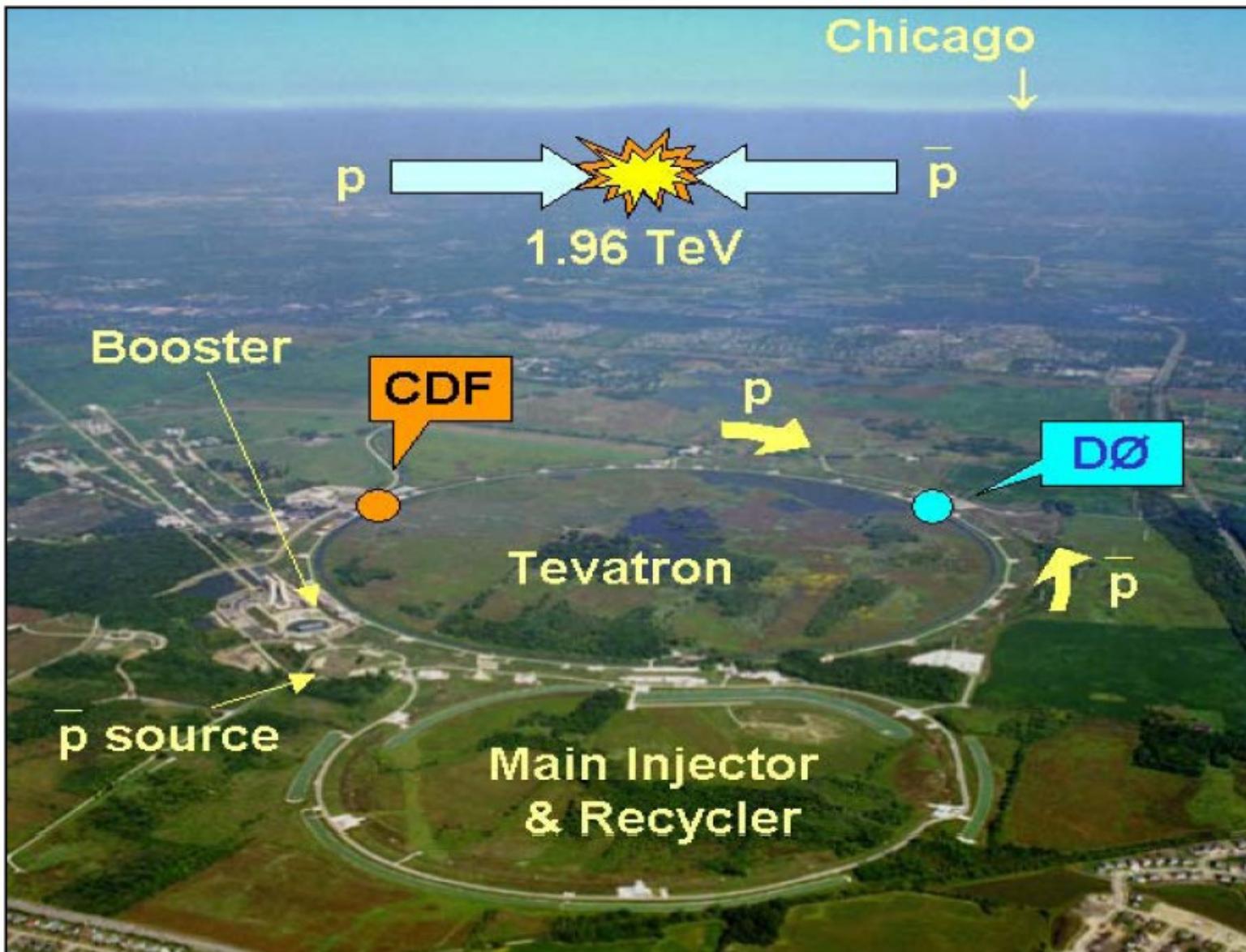


# Эксперимент D0: последние результаты

D0 – ~ 680 физиков из 84 институтов из 19 стран







Ускоритель Tevatron был построен в 1983 г.



ФНАЛ, здание Highrise

Эксперимент E715, 1983–1984 гг.

Эксперимент был посвящен решению проблемы бета-распада сигма-гиперонов – имевшиеся экспериментальные данные противоречили предсказаниям теории.



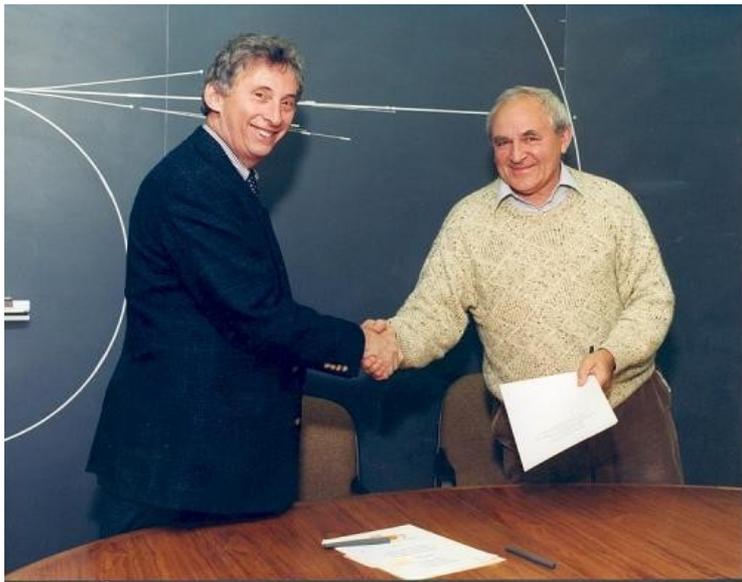
Участники эксперимента E715  
после его успешного завершения

## Фрагмент письма директора ФНАЛ лауреата Нобелевской премии Леона Ледермана вице-президенту АН СССР академику Е.П. Велихову

*Этот эксперимент явился выдающимся примером в сотрудничестве между нашими странами в области физики элементарных частиц. Детектор переходного излучения, сконструированный в Ленинградском институте ядерной физики, играл решающую роль в эксперименте, и работал он превосходно. Можно поздравить ленинградских физиков, руководимых профессором А. Воробьевым, спроектировавших и изготовивших такой детектор, а также сыгравших определяющую роль в ходе эксперимента.*



1987 г. Директор ФНАЛ Леон Ледерман обсуждает с участниками коллаборации E761 проект эксперимента по изучению свойств гиперонов. Руководитель этого эксперимента (spokesperson) – А.А. Воробьев. Эксперимент E761 был успешно завершён в 1988 году. Был получен ряд новых данных, в том числе исследованы радиационные распады  $\Sigma^+$  и  $\Xi^-$  гиперонов, измерены магнитные моменты  $\Sigma^-$ ,  $\Sigma^+$  и  $\Xi^-$  гиперонов.



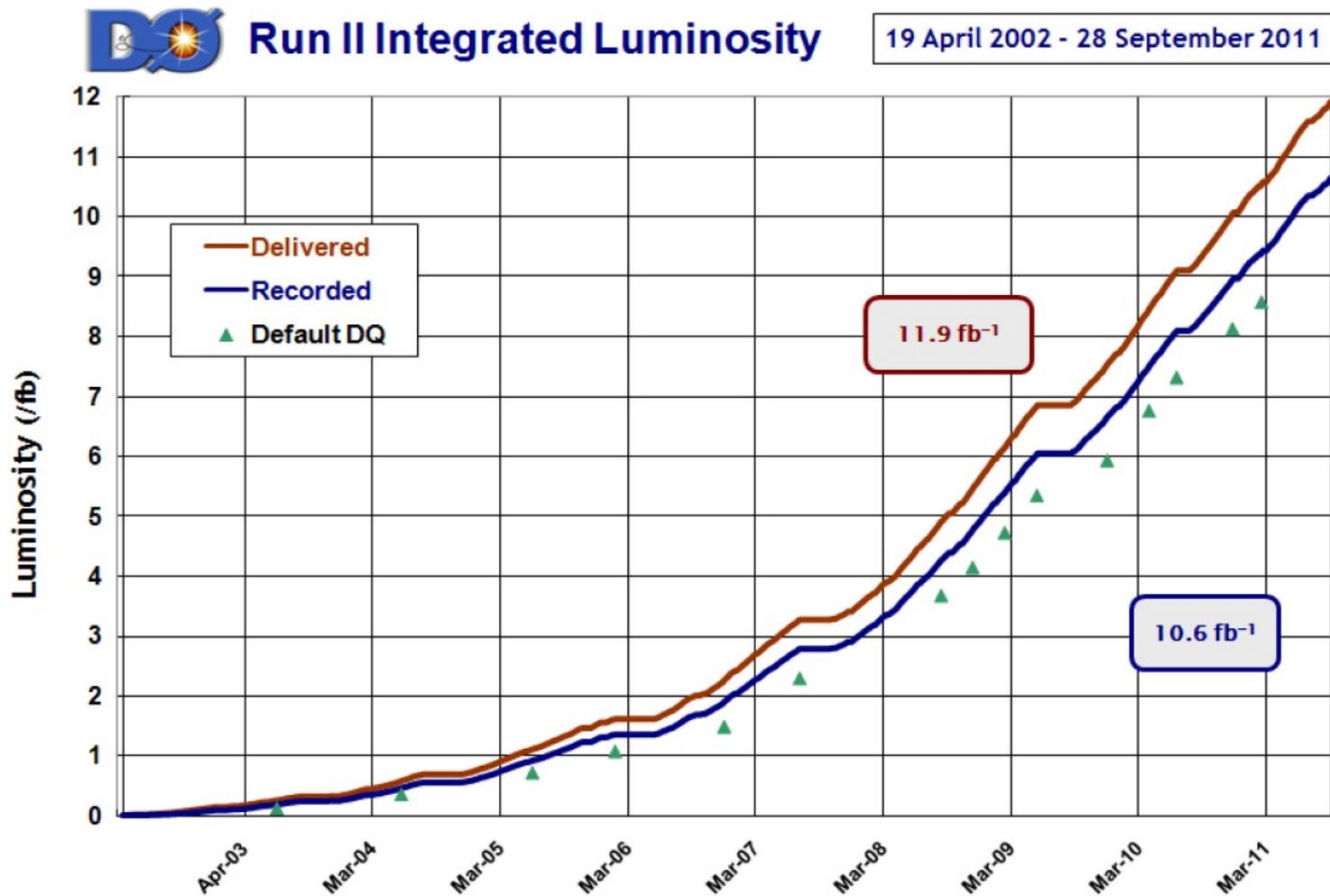
1990 г. Директор ФНАЛ Джон Пиплз и директор ПИЯФ А.А. Воробьев подписывают очередное соглашение о сотрудничестве ПИЯФ-ФНАЛ на следующие 5 лет. В этот период был выполнен эксперимент E781 (SELEX) по изучению очарованных частиц. В этом эксперименте получены новые данные о сечениях рождения очарованных частиц, об их временах жизни и получены некоторые другие данные, в том числе впервые был измерен зарядовый радиус сигма-минус гиперона.

С участием ПИЯФ во ФНАЛ был также выполнен эксперимент E853 по выводу протонного пучка из Тэватрона методом каналирования протонов в изогнутом кристалле.

Эксперимент D0 – с мая 1992 г. (Run I, 900+900 ГэВ). ПИЯФ участвует в эксперименте D0 с 1996 г. (модернизация детектора D0 – подготовка к Run II и участие в Run II, 980+980 ГэВ). Run II – с 2001 г.

Набор данных был завершен при закрытии Тэватрона в сентябре 2011 г. Анализ данных продолжается.

Тэватрон в 2008–2011 работал на светимости  $2\text{--}3.5 \cdot 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , и за 1 месяц работы набирал интегральную светимость больше, чем во всём Run I.

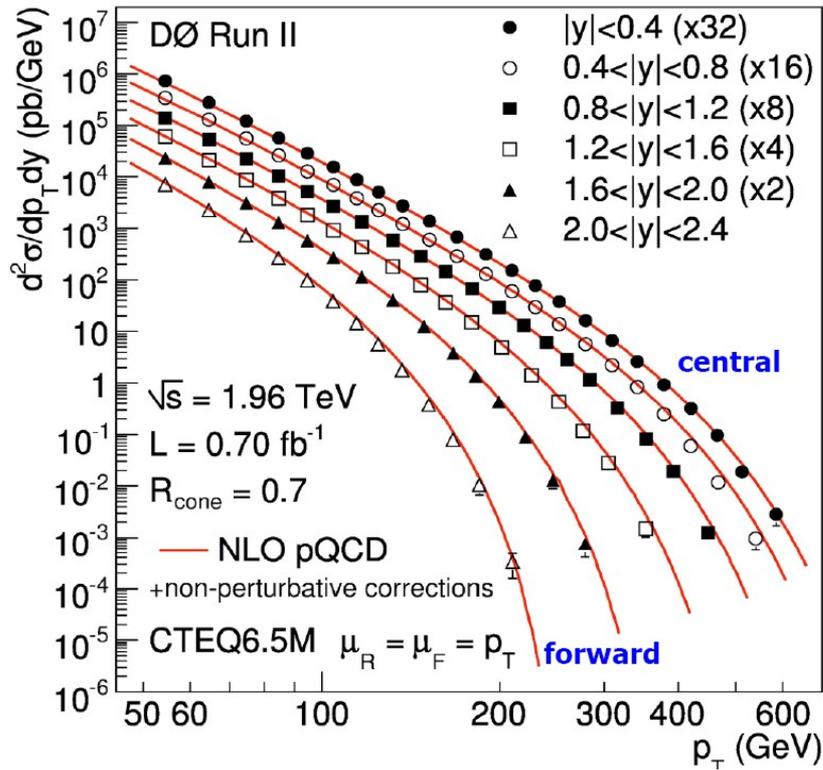


# Достижения на Тэватроне (1985 – 2011)

Первый ускоритель на сверхпроводящих магнитах

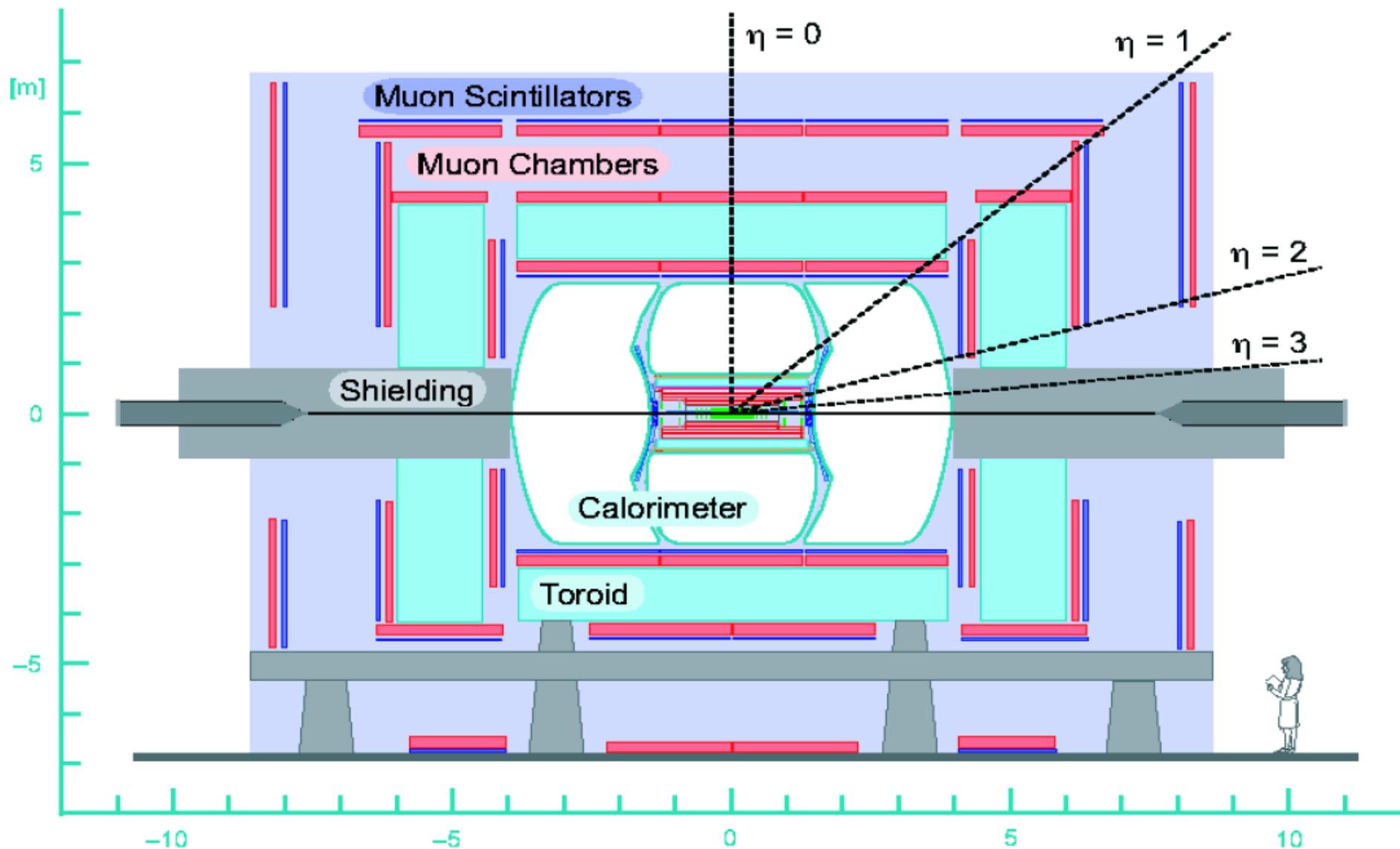
Run I: 1992 – 1996, Run II: 2001 – 2011

- **Открыт топ-кварк (1995)**, к 2007 году точность измерения его массы достигла 1%
- В эксперименте E866 получены атомы антиводорода (1996)
- Открыт  $B_c^+$ -мезон, состоящий из  $c$ - и  $b$ - кварков (1998)
- В эксперименте KTeV при распаде нейтральных каонов на 2 пиона открыт новый вид CP-нарушения (1999)
- В эксперименте DONuT впервые зарегистрированы тау-нейтрино (2000)
- **Наблюдение осцилляций  $B_s$  мезонов и измерение частоты осцилляций (2006)**
- Открыт  $\Sigma_b^-$  барион (2006) (**ddb**)
- Открыт  $\Xi_b^-$  барион (2007) (**dsb**)
- Открыт  $\Omega_b^-$  барион (2008) (**ssb**)
- Наблюдено рождение одиночных топ-кварков (2009)
- Открыт  $\Xi_b^0$  барион (2011) (**usb**)
- Измерение сечений рождения струй, убывающих на 8 порядков
- Прецизионные измерения масс  $t$  кварка и  $W$  бозона
- Исключение бозона Хиггса в широком интервале масс

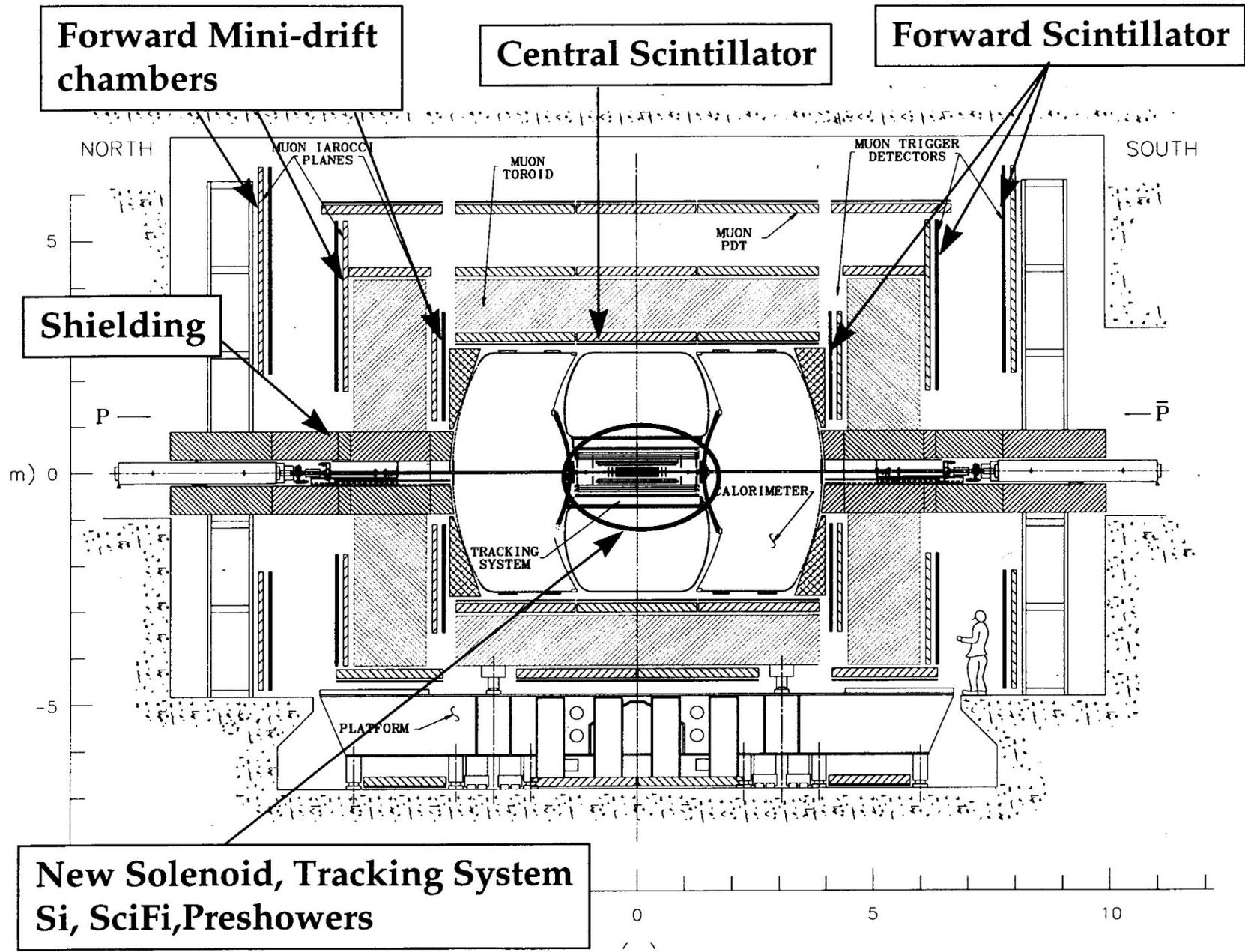


Сечения рождения струй в зависимости от  $p_T$

# Детектор эксперимента D0



1.9 Т сверхпроводящий магнит-соленоид; 1.8 Т железные тороиды



**Forward Mini-drift chambers**

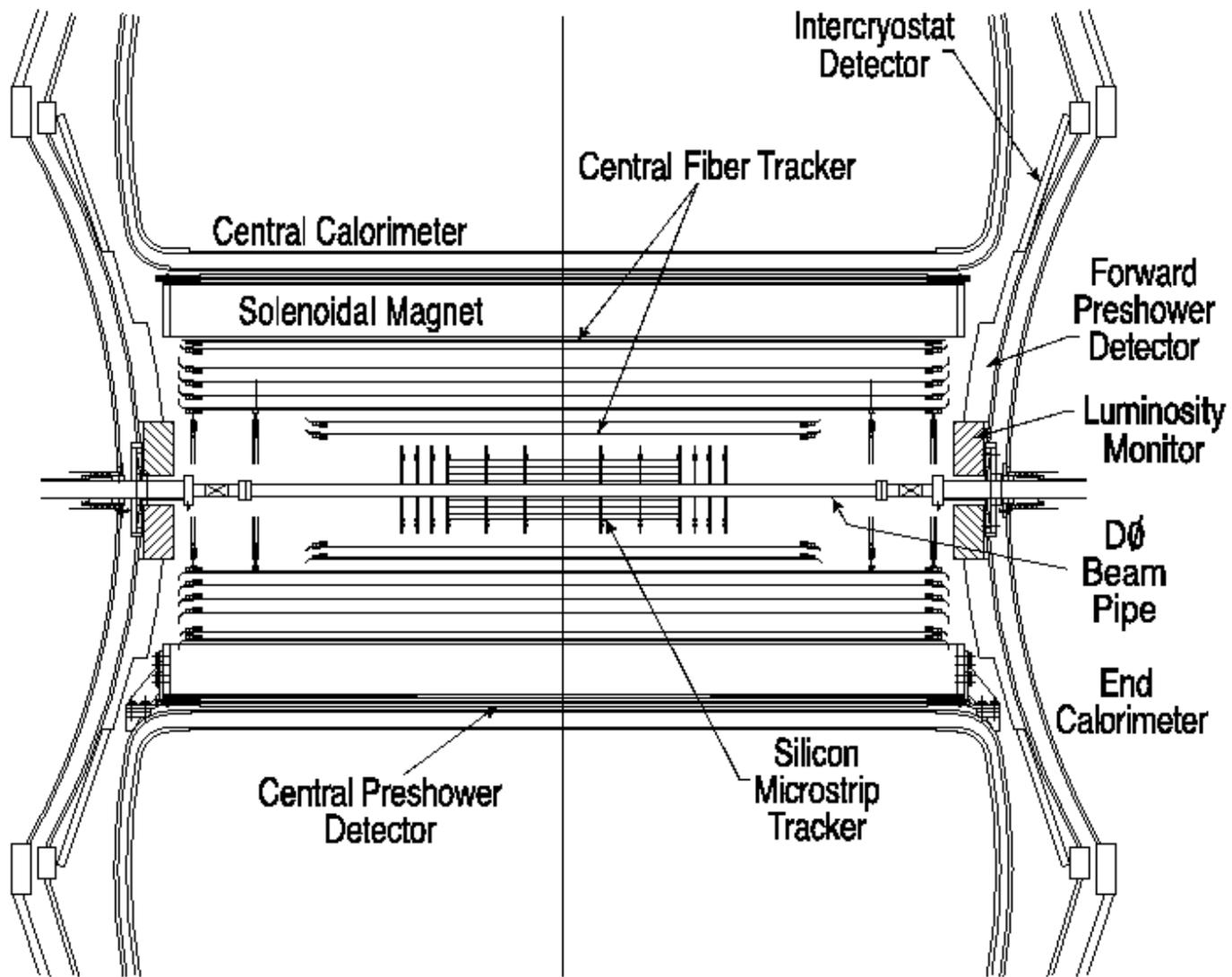
**Central Scintillator**

**Forward Scintillator**

**Shielding**

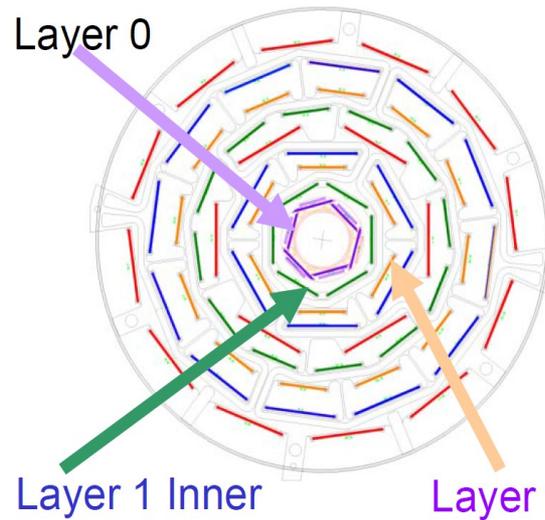
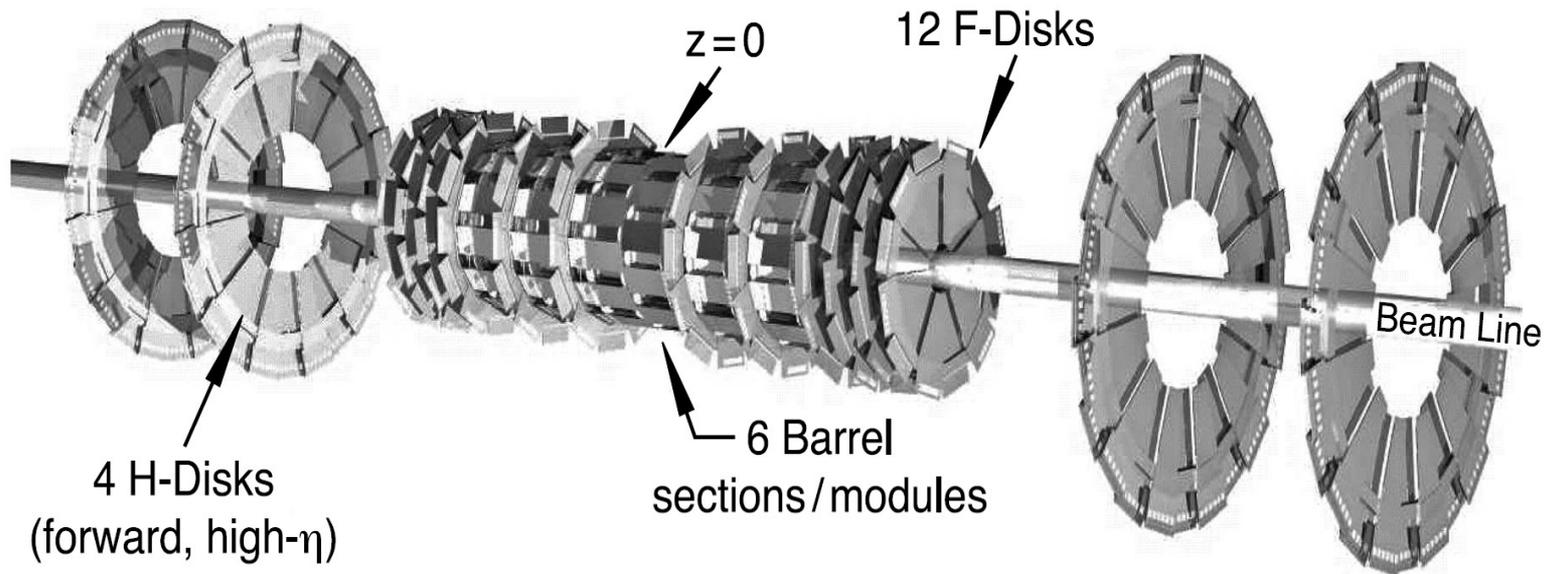
**New Solenoid, Tracking System  
Si, SciFi, Preshowers**

**+ New Electronics, Trig, DAQ**



Сверхпроводящий соленоид с магнитным полем 2 Тесла

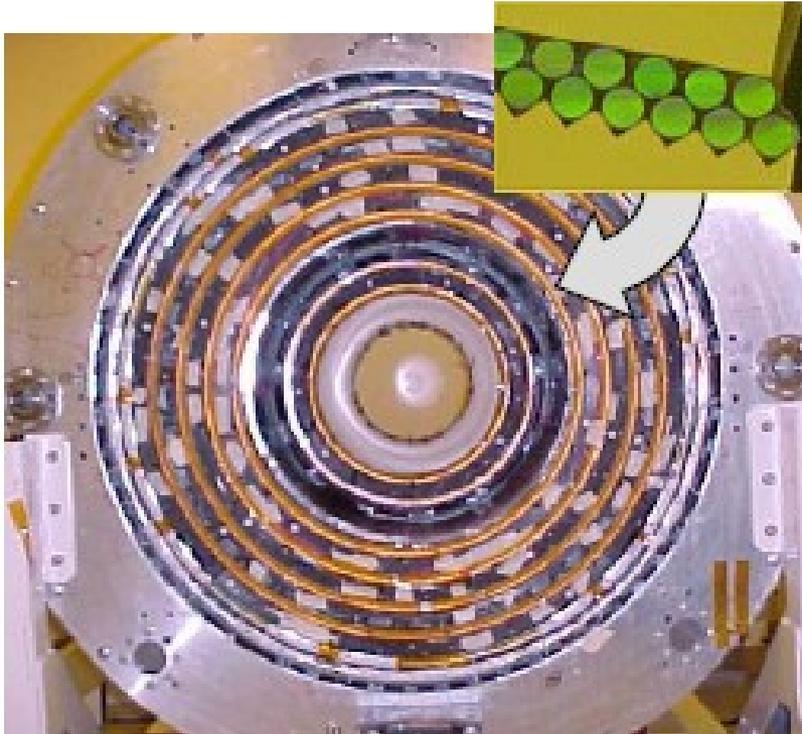
## Силиконовый микроstriповый трекер



800 000 micro strips,  $\Delta x = 50 - 70 \mu\text{m}$

## Сцинтилляционный волоконный трекер

- 8 axial and 8 stereo fibers double layers
- Performing well
  - Light yield of  $\sim 7$  pe/mip
  - Number of operating channels  $> 98\%$
- Substantially improved readout electronics – AFEII boards - since late 2006
  - Excellent amplitude resolution and no saturation up to highest luminosity
  - Provide hits longitudinal coordinate measurement capability



8 слоев сцинтилляционных волокон.

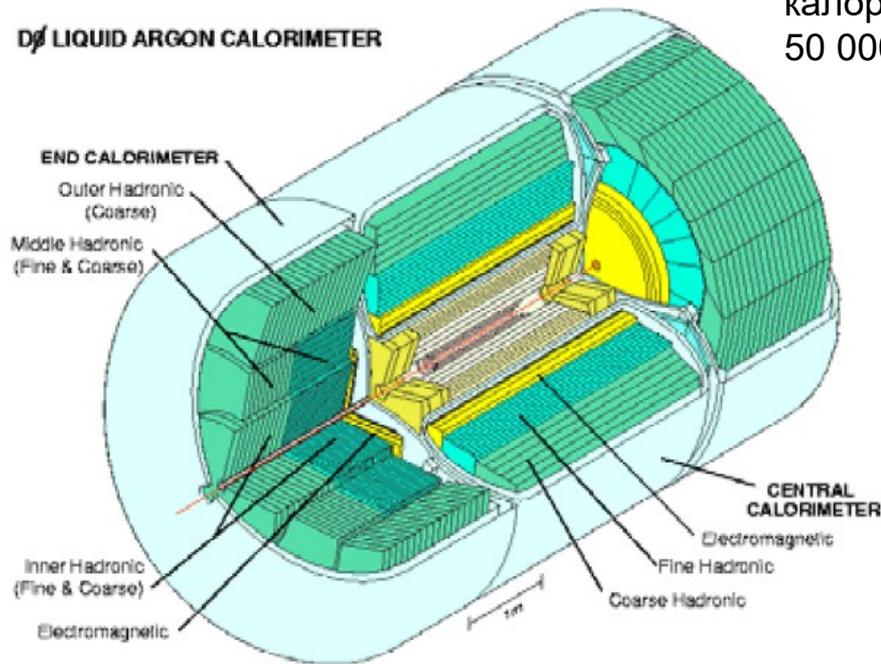
Всего 76 800 волокон диаметром 0.8 мм, общая длина (вместе со световодами) –  $\sim 1000$  км.

# Калориметр и мюонная система

калориметр: Ar 90 K,  
50 000 каналов, плоскопараллельные ионизационные  
камеры,  $d = 2.3$  мм, пластины-поглотители

$d = 3$  мм U, 6 мм UNb, 47 мм Cu, Fe

## LIQUID ARGON CALORIMETER



Uranium Liquid Argon calorimeter  
Drift tubes and scintillation counters  
based muon system

Stable and reliable operation

- Less than 0.1% of non-working channels in the calorimeter and 0.5% in the muon system
- No detectors radiation damage issues
- Stable operation since early Run II

сцинтилляторы: ~ 5 000

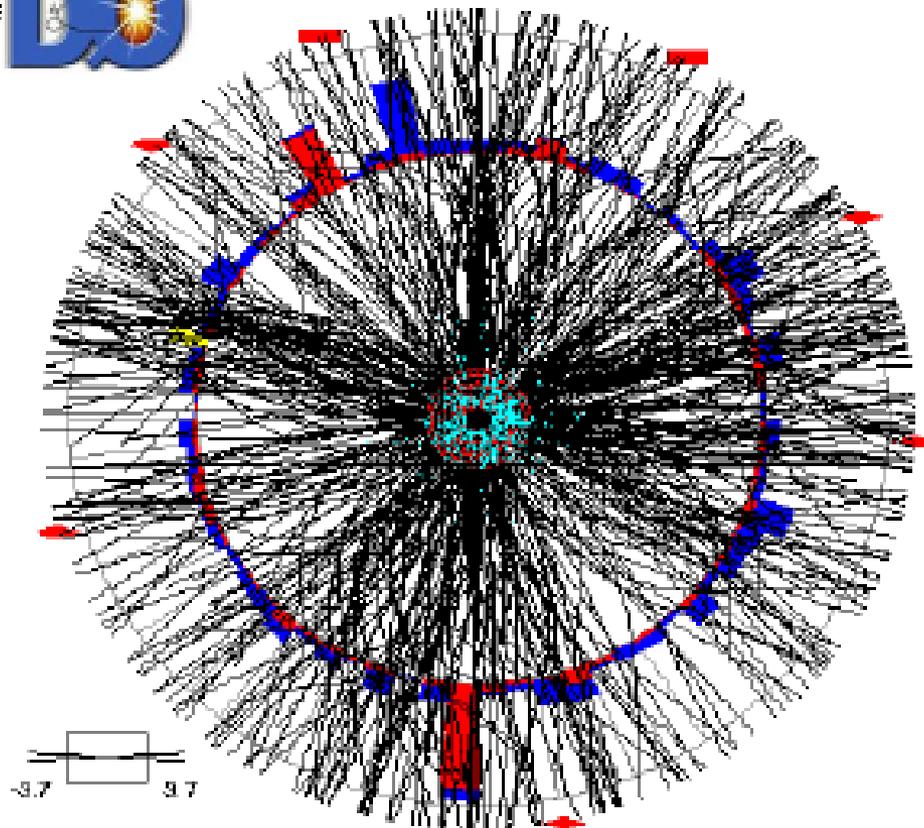
PDT: ~ 6620 трубок  $h = 10$  см

MDT: ~ 50 000 трубок  $h = 9$  мм

# “Typical” event display at the Tevatron:



Event 1962131 8 Thu Aug 28 10:24:28 2003



## Сотрудники ПИЯФ – участники D0

В.Л. Головцов

П.В. Неустроев

Л.Н. Уваров

С.Л. Уваров

Г.Д. Алхазов

А.А. Лободенко

Г.З. Обрант

Ю.А. Щеглов

В.Т. Ким

С.В. Ануфриев

С.В. Евстюхин

В.А. Орешкин

С.А. Оганесян

Н.А. Осипова

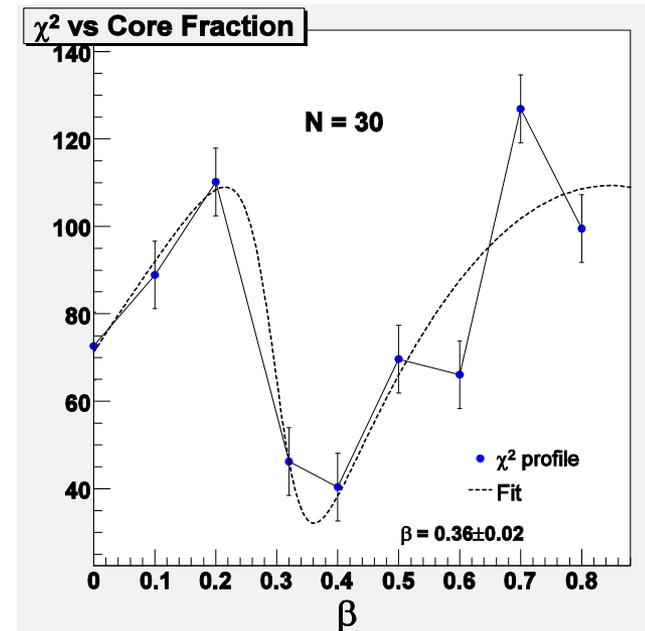
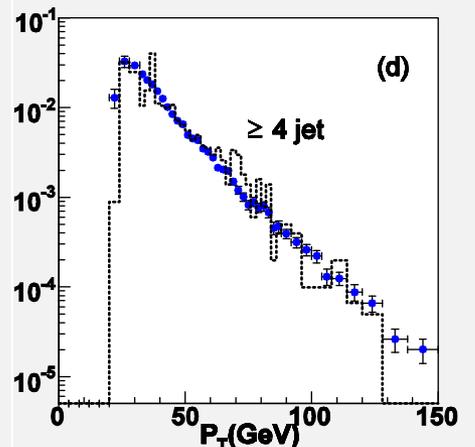
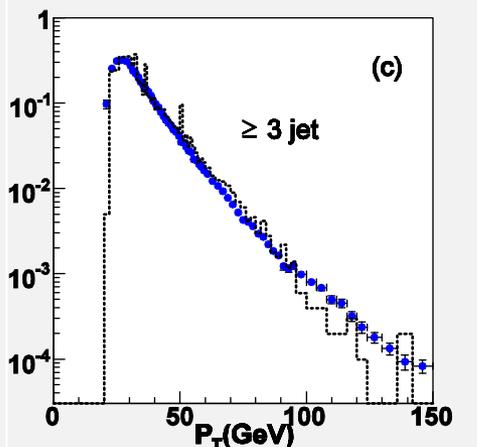
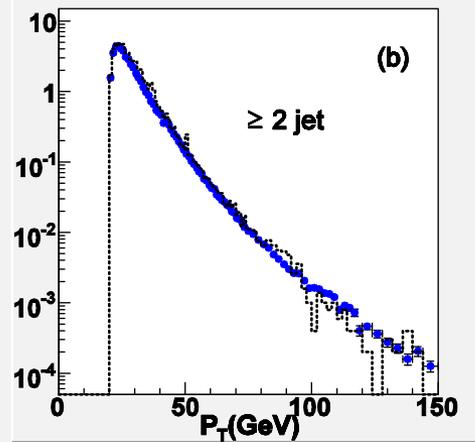
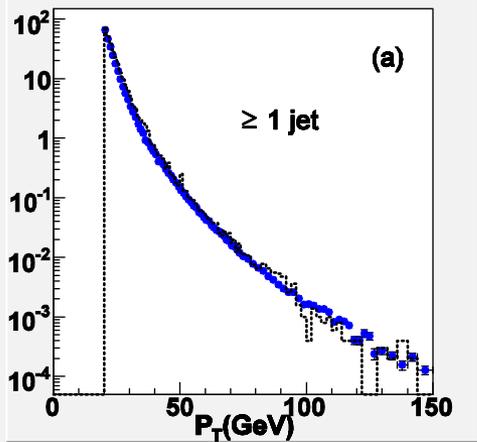
**7 участников** – соавторы D0 публикаций

# ПИЯФ

- Разработка и создание электроники для считывания информации с 50 000 каналов мини-дрейфовых трубок передней системы мюонного детектора
- Программное обеспечение по съему информации с нашей электроники
- Программное обеспечение интерфейса
- Перепрограммирование электроники
- Ремонт блоков электроники
- Участие в сменах
- Участие в калибровке D0 калориметра
- Участие в калибровке межкриостатного детектора ICD
- Участие в анализе данных

- Анализ данных по множественному рождению струй с малыми  $E_T$
- Поиск асимптотических КХД-эффектов в 2-х струйных событиях
- Разработка Монте-Карловских генераторов ULISSES, GOZO, HARDPING2 и др.
- Поиск квантовой гравитации при рождении  $W$  и  $Z$  бозонов
- Поиск “техницветовых” частиц
- Определение сечения процесса  $Z^0 \rightarrow \mu\mu$
- Поиск процесса  $B_s \rightarrow \mu\mu$
- Оценка вклада фоновых событий в анализах по поиску топ-кварков и бозона Хиггса

DIFFERENTIAL CROSS SECTION ( $\mu\text{b}/\text{GeV}$ )



Профиль  $\chi^2$  как функция доли кора  $\beta$  в плотности партонов.  $\chi^2$  имеет минимум при  $\beta = 0.36$

Распределения по поперечному импульсу лидирующей струи для (a) одно-инклюзивных, (b) дважды-инклюзивных, (c) трижды-инклюзивных, (d) четырежды-инклюзивных событий.

Гистограммы показывают результаты моделирования PYTHIA.

# Программа экспериментальных исследований

- Поиск СМ бозона Хиггса
- Получение верхнего предела вероятности распада  $B_s^0$  на  $\mu\mu$
- Изучение СР нарушения в  $B_s^0$  системе
  - Разность масс  $\Delta m_s$
  - Время жизни  $\Gamma_s$  и разность времен жизни  $\Delta\Gamma_s$
  - СР-нарушающая фаза  $\Phi_s$
- Прецизионное измерение массы  $W$  бозона
- Прецизионное измерение массы  $t$  кварка
- Измерения сечений рождения  $t$  кварков
- Изучение свойств  $t$  кварков
- Изучение QCD струй
- Изучение рождения пары бозонов
- Поиск бозона Хиггса вне СМ
- Поиск проявлений SUSY
- Поиск тяжелых резонансов ( $Z'$  и др.)
- Поиск дополнительных (extra) измерений

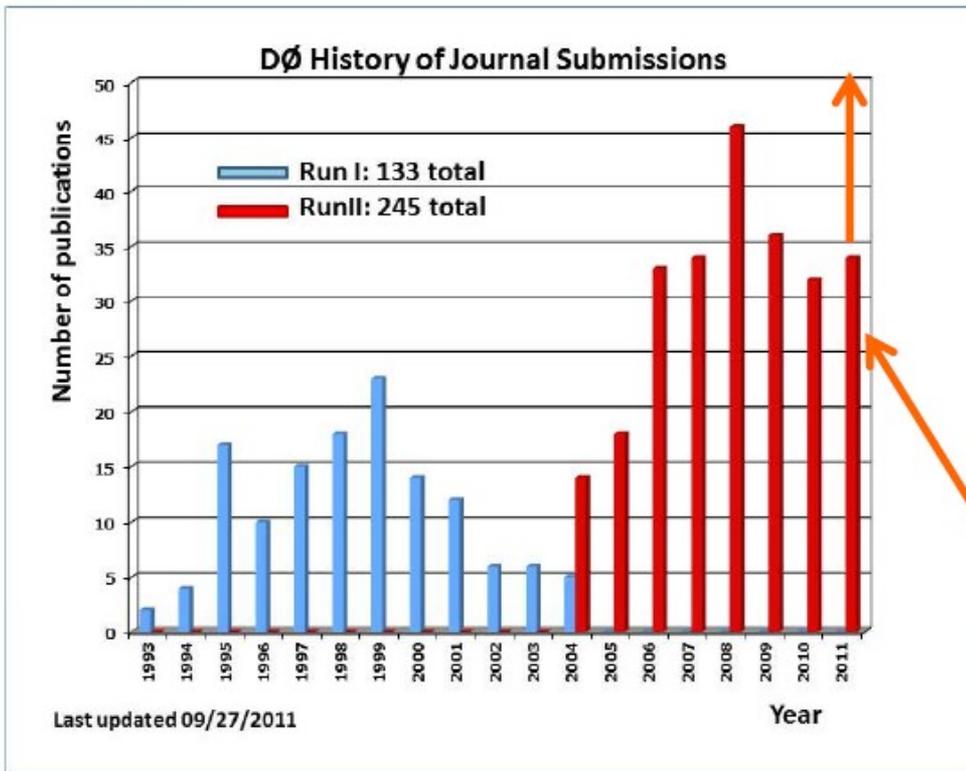
# Publications



32 publications in 2010

Very good first part of 2011, already 34 publications,  
Aiming at breaking the year record of 46!

247 total



2012 г. – ~ 40 статей

2013 г. – ~30 статей

2014 г. – ~20 статей

2015 г. – ~15 статей

26 papers in the first six months of 2011, Best ever # of papers/6 months.

Future is in front of us !! ;)

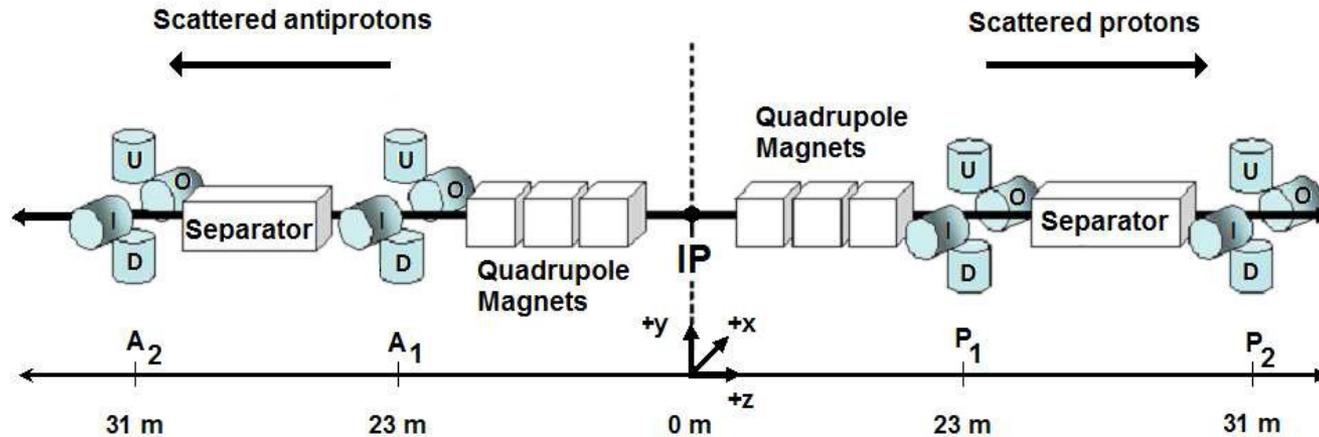
2012–2015 г. – более 100 публикаций

- Анализ процессов, ранее не исследовавшихся
- Анализ уже исследовавшихся процессов, но с большей статистикой и с улучшенными алгоритмами анализа данных
- Совместный анализ данных экспериментов D0 и CDF

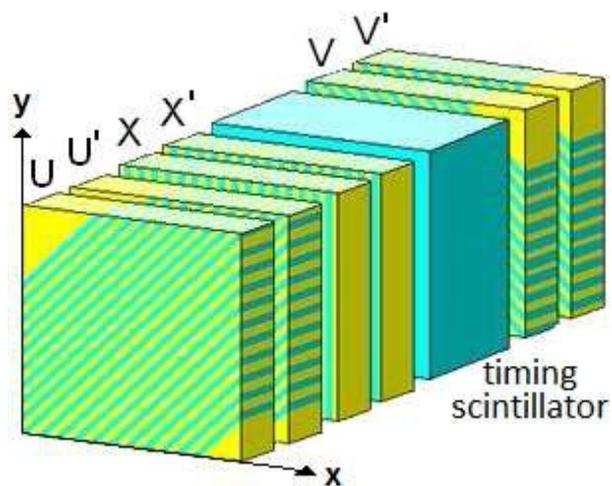
Дифференциальное сечение  $d\sigma/dt$  упругого  $pp_{\text{-bar}}$  рассеяния при  $\sqrt{s} = 1.96$  ТэВ

**D0 2012**

Forward proton detector

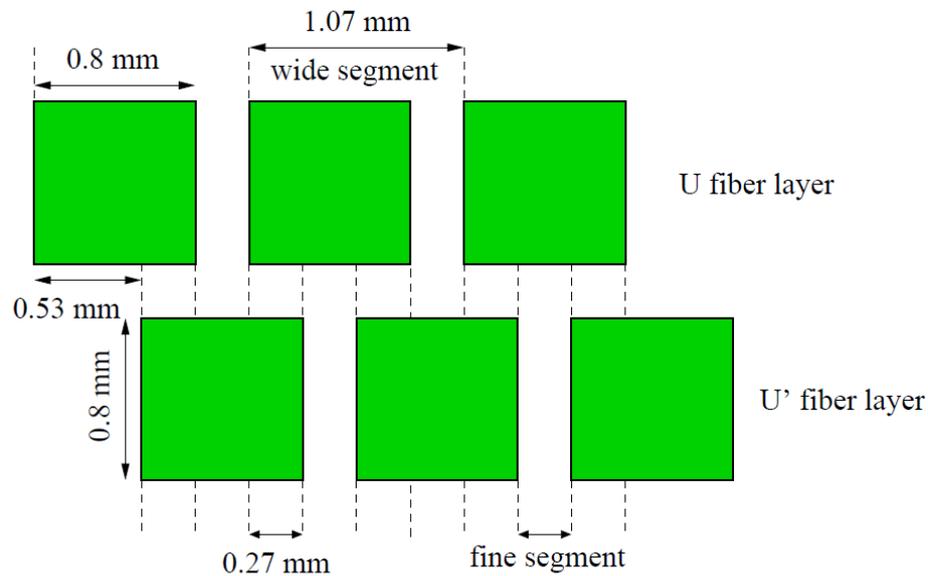


I, O, U и D – координатные детекторы на основе сцинтилляционных волокон

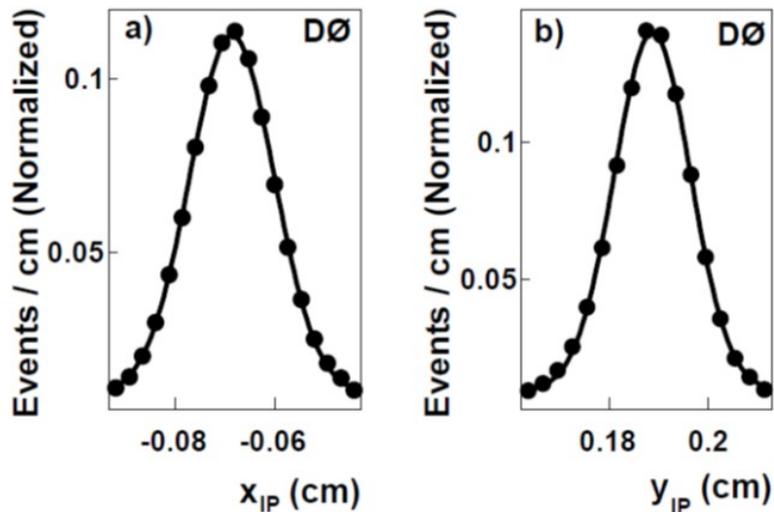


Схематическое изображение  
одного из детекторов на  
основе СЦИТИЛЛЯЦИОННЫХ  
ВОЛОКОН

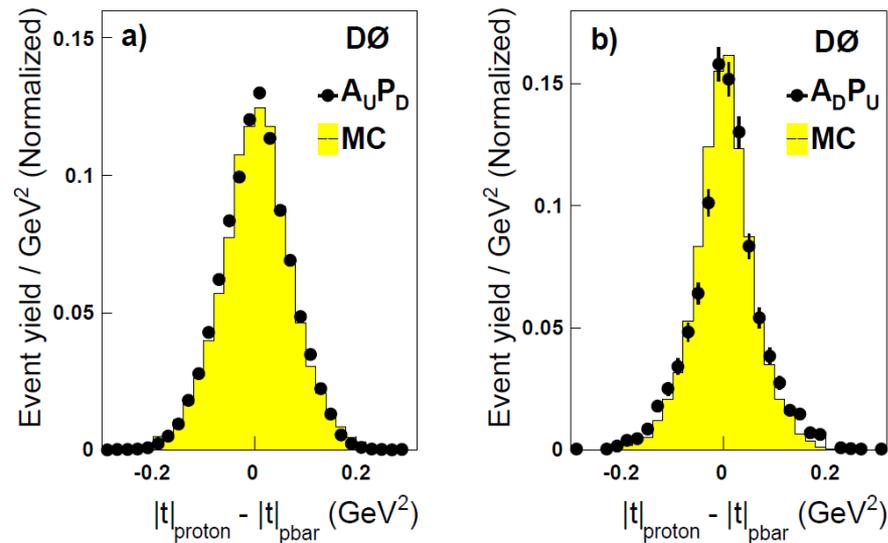
1 модуль –  $17,4 \times 17,4 \text{ мм}^2$   
4 слоя волокон:  $0,8 \times 4 = 3,2 \text{ мм}$



Поперечный разрез  
сцинтилляционных волокон  
в U и U' слоях

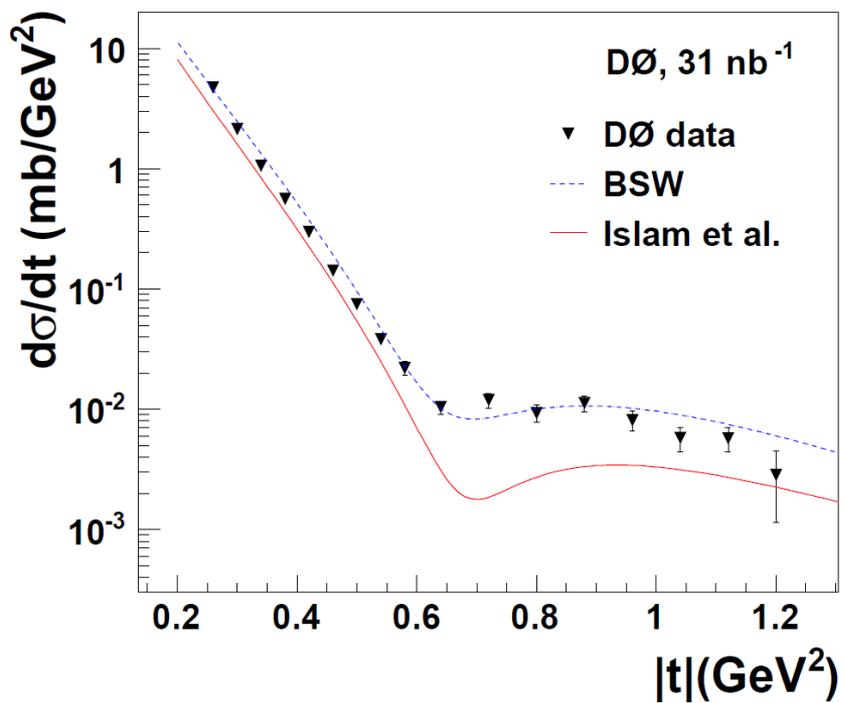


Измеренные распределения поперечного размера области взаимодействия (по неупругим событиям)

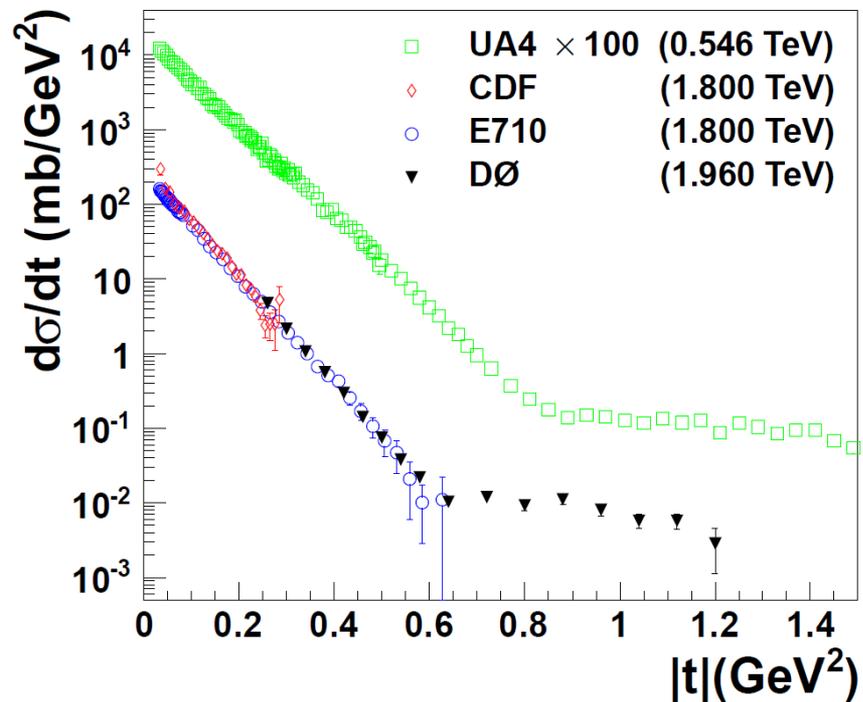


Распределения разности измеренных значений  $|t|_{\text{prot}}$  и  $|t|_{\text{antiprot}}$

$$t = -p^2 (\theta_x^2 + \theta_y^2)$$



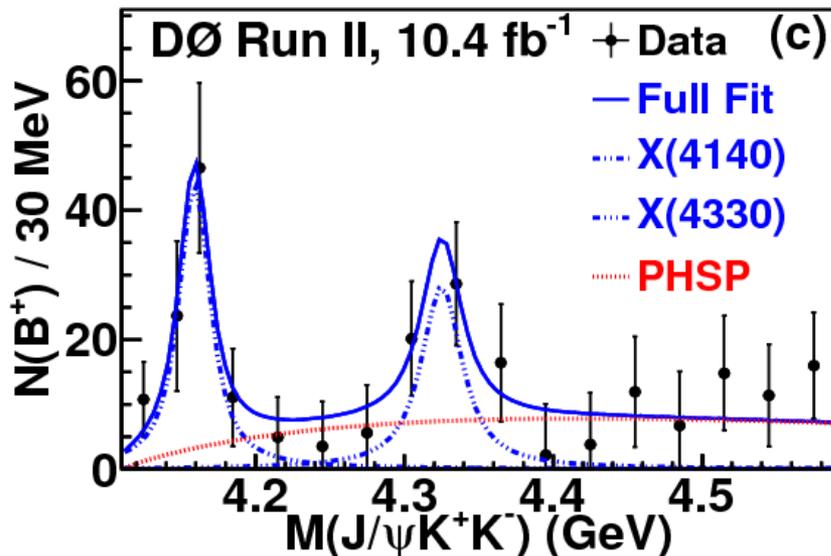
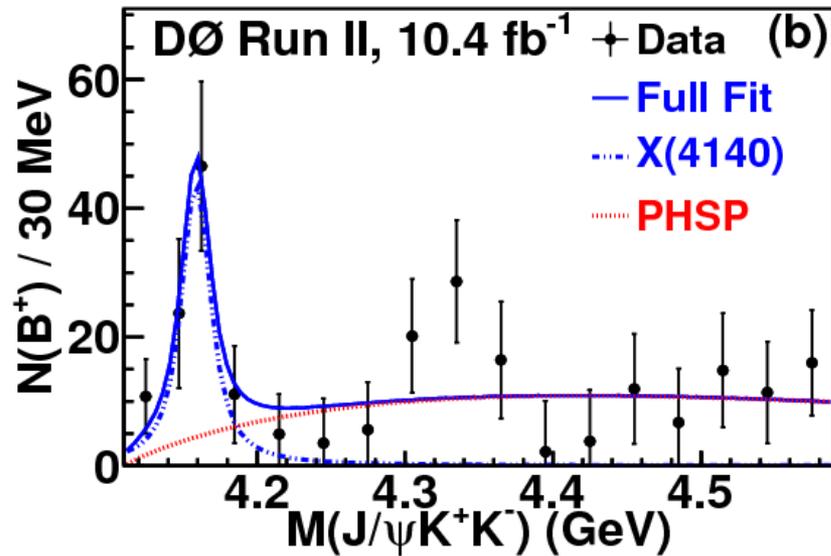
Сечения  $d\sigma/dt$ , измеренные в эксперименте D0 (2012), и предсказания теоретических работ BSW (2003) и Islam (2006)



Дифференциальные сечения, измеренные в экспериментах D0, E710, CDF и UA4

## Частица X(4140)

Эксперимент D0, 2014, 2015



В CDF в канале  $B \rightarrow J/\psi \phi K$  наблюдали частицу с массой 4143 (3) МэВ/ $c^2$ , со значимостью  $> 5.0\sigma$ , и пик при энергии 4274(8), со значимостью  $3.1\sigma$

Коллаборация Belle ( $\gamma\gamma \rightarrow J/\psi \phi$ ) и LHCb – не видят пика, CMS – согласуется с CDF, LHCb – Z(4430)

В эксперименте D0 ( $B^+ \rightarrow J/\psi \phi$ ) в спектре массы системы  $J/\psi \phi$  ( $J/\psi \rightarrow \mu\mu$ ,  $\phi \rightarrow KK$ ) наблюдается пик при энергии 4153 (6) МэВ/ $c^2$  со значимостью  $3.1\sigma$  (2014 г.).  
 $Br(B^+ \rightarrow X(4140)K^+) / Br(B^+ \rightarrow J/\psi \phi K^+) = (21 \pm 9)\%$

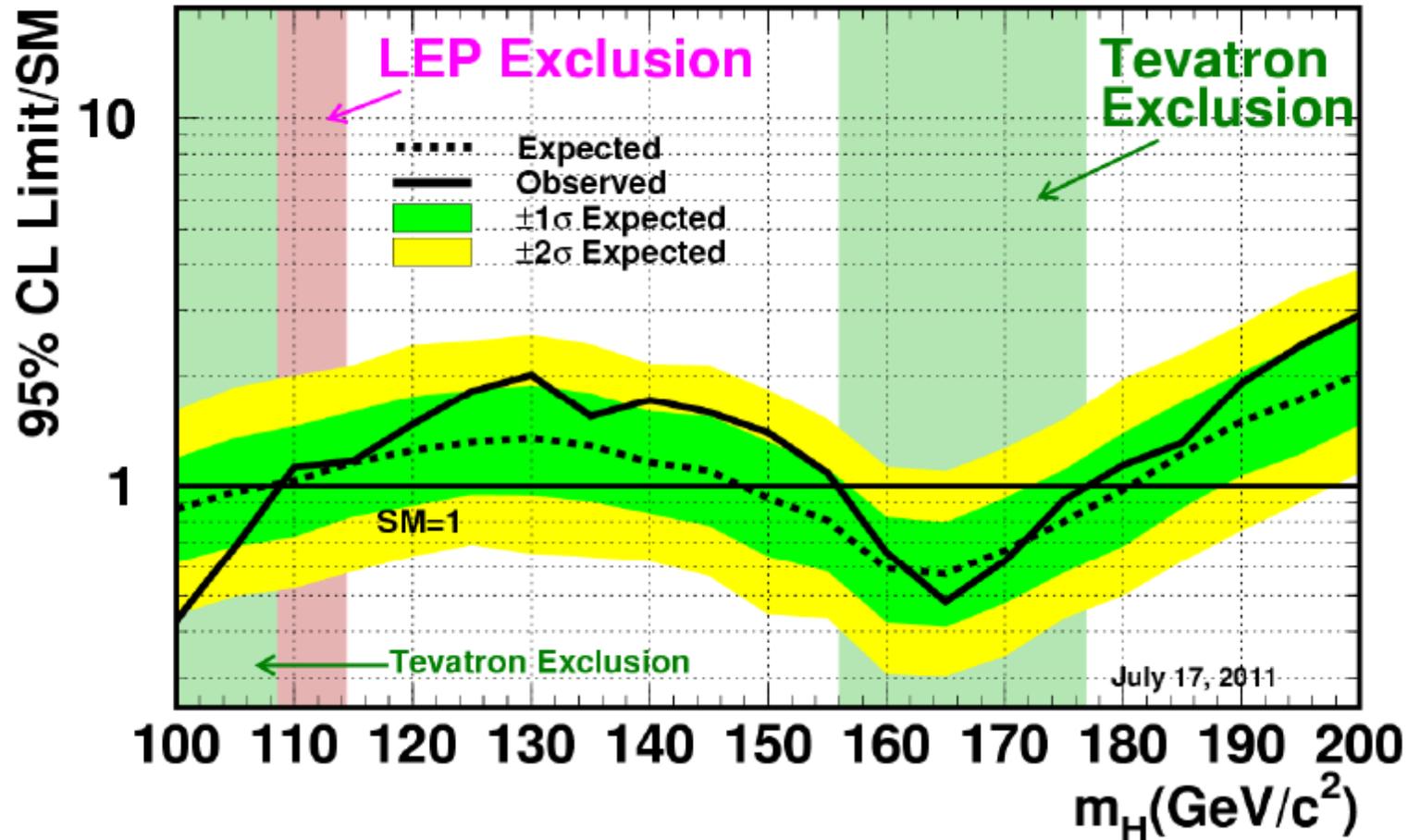
D0: впервые исследовано инклюзивное рождение X(4140) с распадом на  $J/\psi \phi$ ; впервые получено свидетельство мгновенного (prompt) рождения X(4140) в  $pp_{\text{bar}}$  соударениях –  $(39 \pm 12)\%$  (2015 г.).  
Значимость prompt production –  $4.7\sigma$ .  
Значимость non-prompt production –  $5.6\sigma$ .

# Поиск бозона Хиггса

2010: D0+CDF исключили бозон Хиггса с массой  $\sim 158 - 175 \text{ ГэВ}/c^2$

2011

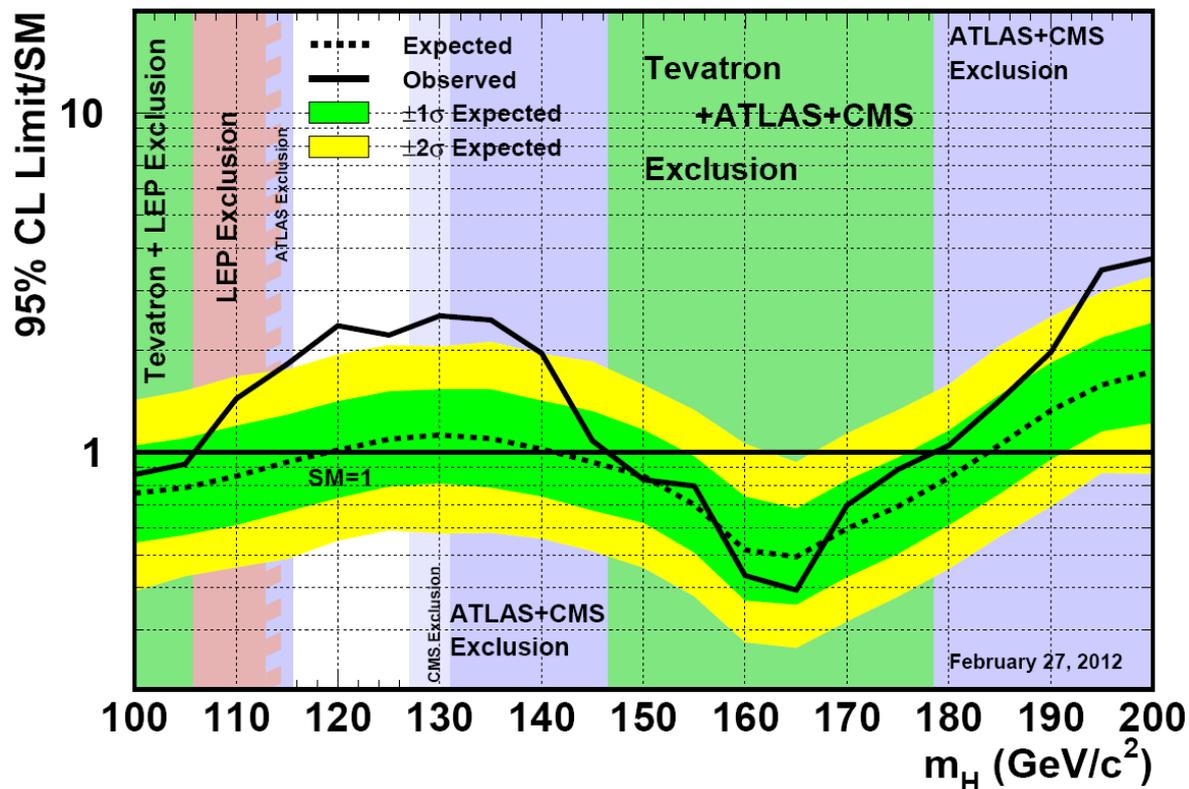
Tevatron Run II Preliminary,  $L \leq 8.6 \text{ fb}^{-1}$



2011: D0+CDF исключили бозон Хиггса с массой 100–108 и 156–177 ГэВ/c<sup>2</sup>

# 2012 (D0 + CDF)

Tevatron Run II Preliminary,  $L \leq 10 \text{ fb}^{-1}$



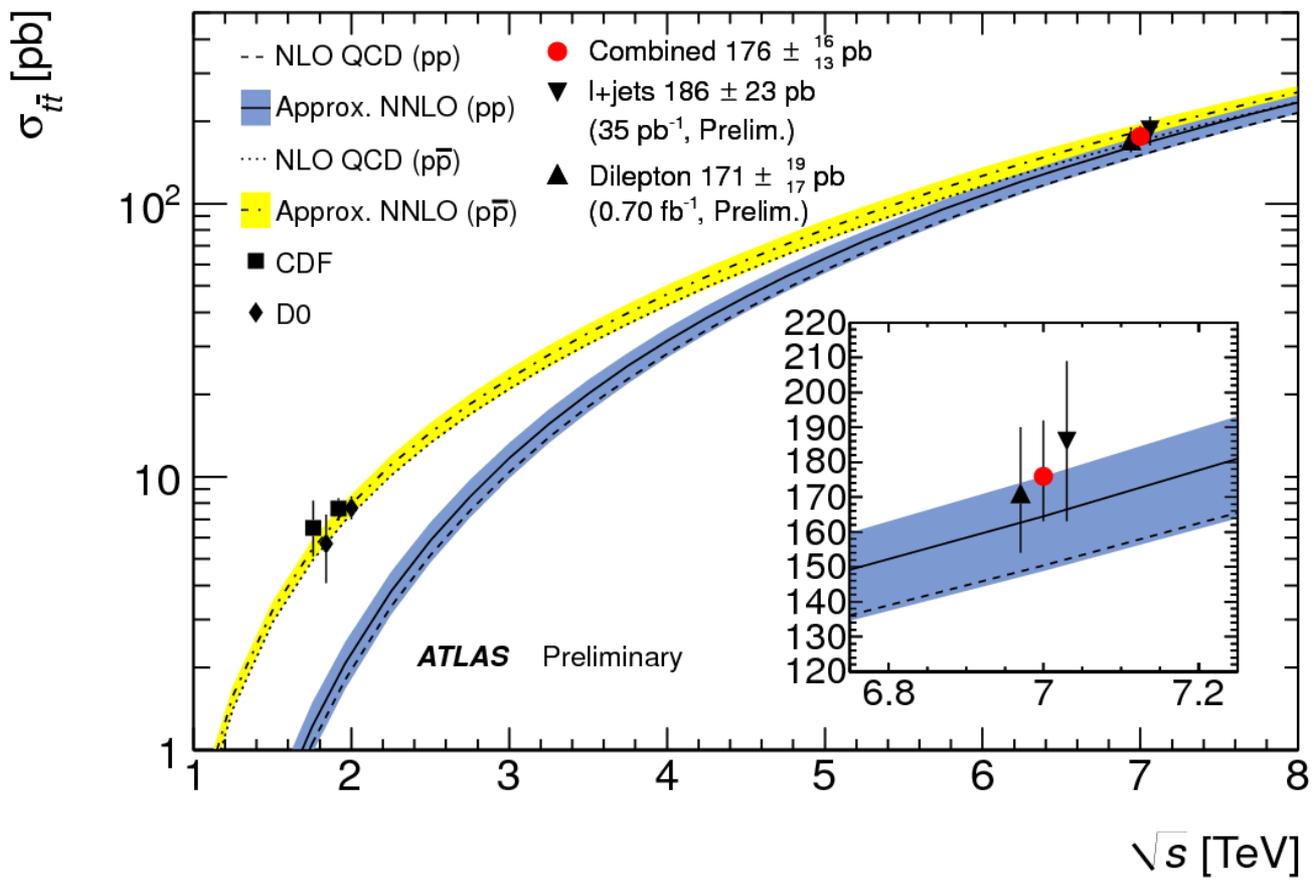
Тэватрон исключил бозон Хиггса с массой 146–178 ГэВ/c<sup>2</sup>

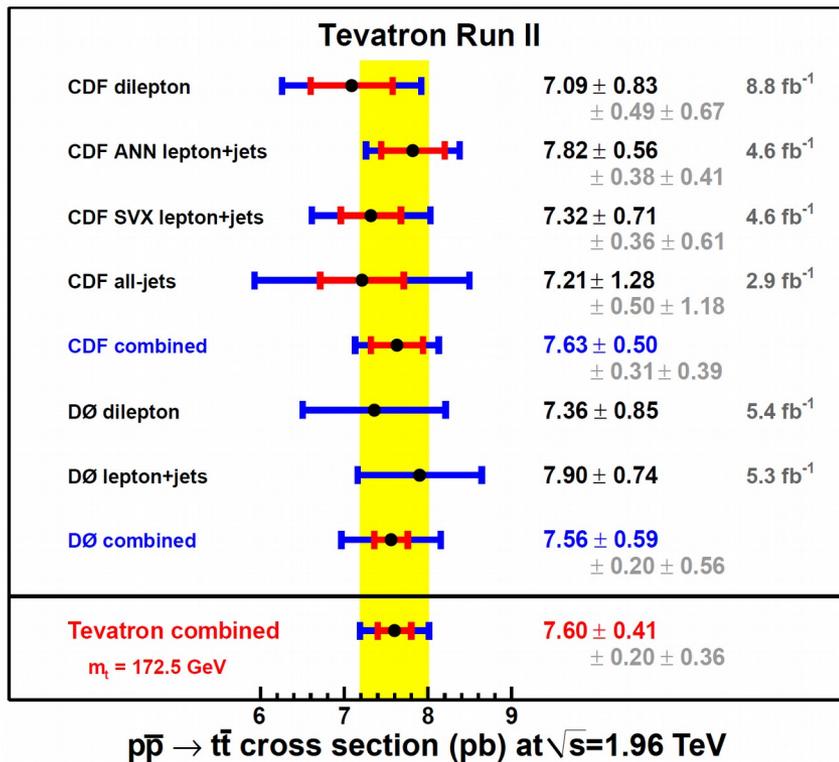
Свидетельство новой частицы – Хиггса (спин и четность  $J^P = 0^+$ ), рождающегося преимущественно совместно с  $Z$  и  $W$  и распадающегося на пару  $bb_{\text{bar}}$  ( $Z \rightarrow \ell^+\ell^-$ ,  $W \rightarrow \ell\nu$ )

**2015** – экзотические бозоны Хиггса с  $J^P = 0^-$  и  $J^P = 2^+$  исключены на уровне  $5\sigma$ , их примесь к стандартному бозону Хиггса не более 36%

# Сечение рождения пары $t\bar{t}$ кварков в зависимости от $\sqrt{s}$

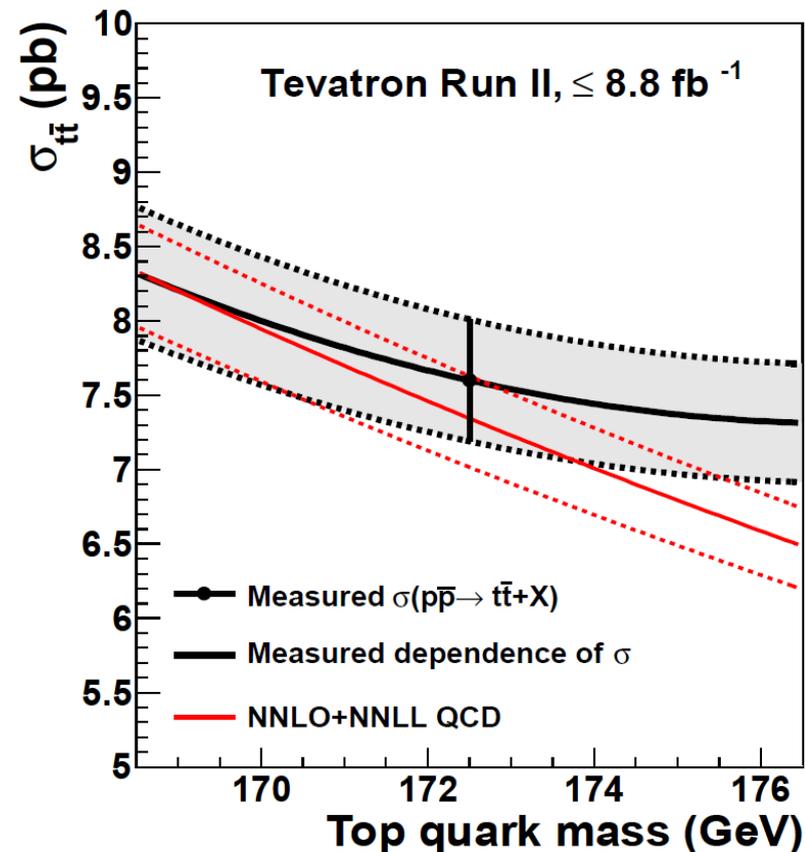
D0, CDF 2013





**Сечение рождения  $t\bar{t}_{\text{bar}}$  кварков при энергии  $\sqrt{s} = 1.96 \text{ ТэВ}$ .**

Красный цвет – стат. ошибки,  
синий цвет – систем. ошибки



**Зависимость измеренного и предсказываемого значения сечения рождения  $t\bar{t}_{\text{bar}}$  кварков от предполагаемой массы  $t$  кварка.**  
Измеренная масса  $M_t = 174.3 \pm 0.6 \text{ ГэВ}/c^2$

## Асимметрия рождения пар $t$ -кварков в направлениях вперед-назад

$$A_{fb} = (N_f - N_b)/(N_f + N_b) \quad N_f: \quad \Delta y = y_{\bar{t}} - y_t > 0 \quad y = \ln[(1 + \beta \cos \theta)/(1 - \beta \cos \theta)]/2$$

В первом порядке QCD  $A_{fb} = 0$ .

Согласно NLO QCD предсказаниям,  $A_{fb} = 5-9 \%$

Первые измерения **D0, 2007, 0.9 фбн<sup>-1</sup>** –  
 $A_{fb}$  в пределах ошибок согласуется с теорией

**D0, 2011, 5.4 фбн<sup>-1</sup>**

$$A_{fb} = (20 \pm 7)\%$$

**CDF, 2011, 5.3 фбн<sup>-1</sup>**

$$A_{fb} = (48 \pm 11)\%$$

**D0, 2014, 9.7 фбн<sup>-1</sup>**

$$A_{fb} = (10.6 \pm 3.0)\%$$

# Корреляция спинов рождаемых $t\bar{t}$ кварков

В Стандартной Модели спины рождаемых  $t$  и  $\bar{t}$  кварков коррелированы

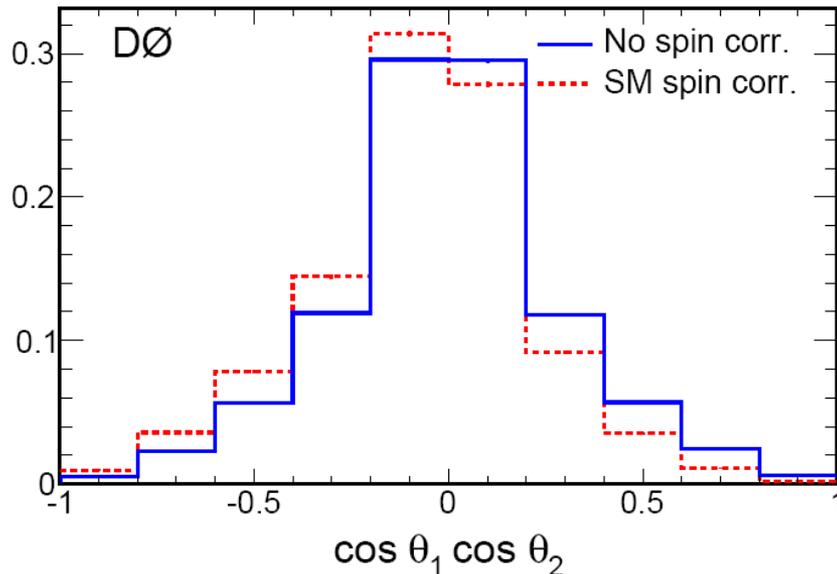
$$C = (N_{\uparrow\uparrow} - N_{\uparrow\downarrow}) / (N_{\uparrow\uparrow} + N_{\uparrow\downarrow}) \quad -1 \leq C \leq +1 \quad C_{\text{CM}} (\text{NLO}) = 0.78 +0.03/-0.04$$

$$d\sigma/d\cos\theta_1 \cdot d\cos\theta_2 = \sigma(1 - C \cdot \cos\theta_1 \cdot \cos\theta_2)/4$$

$$t\bar{t} \rightarrow W^+ b W^- \bar{b} \rightarrow \ell \nu b + \bar{\ell} \nu \bar{b}$$

5.3 fb<sup>-1</sup>  $\ell\bar{\ell} + 2$  jets;  $\ell + 4$  jets

$\theta_1, \theta_2$  – углы вылета лептонов  
по отношению к оси пучка



**D0, 2012**

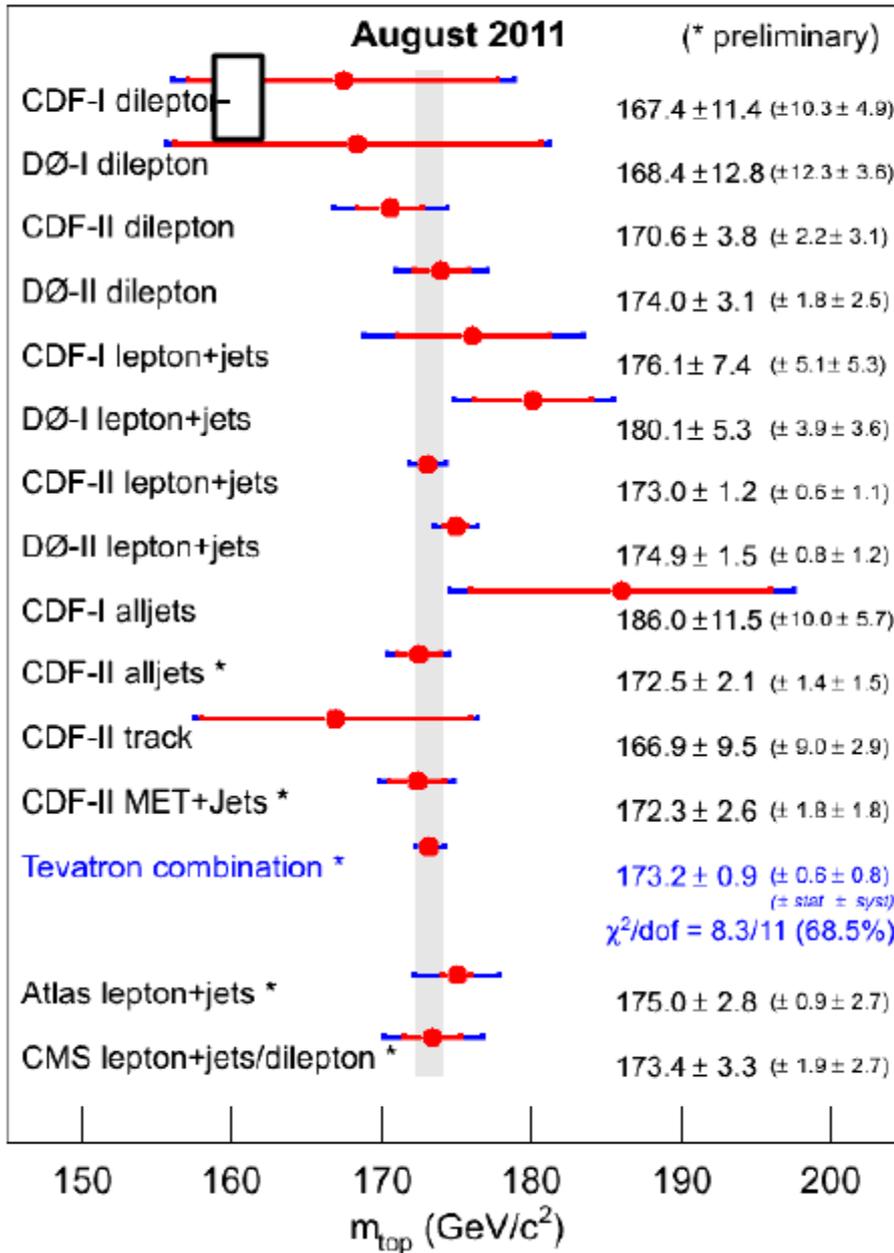
$$C_{\text{эксп}} = 0.66 \pm 0.23$$

**Свидетельство о корреляции  
спинов на уровне более 3 $\sigma$ ,  
согласуется с СМ.**

$$\text{ATLAS: } C_{\text{эксп}} = 0.34 +0.15 -0.11$$

$$C_{\text{СМ}} = 0.33$$

# Mass of the Top Quark



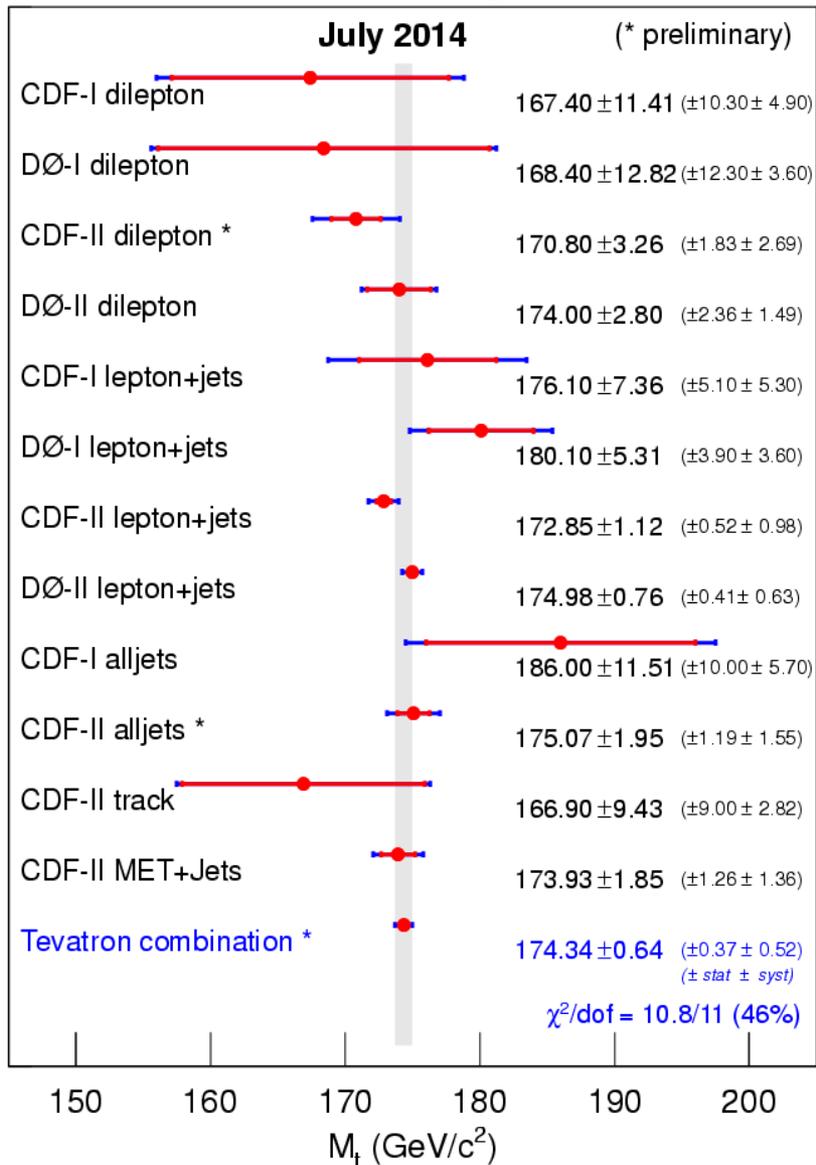
**2010:**  $M_t = 173.3 \pm 1.1 \text{ GeV}/c^2$

**2011:**  $M_t = 173.2 \pm 0.9 \text{ GeV}/c^2$

**Впервые  $\Delta M_t < 1 \text{ GeV}/c^2$**

# D0 + CDF, 2014

## Mass of the Top Quark



## ATLAS + CMS

$$M_t = 173.29 \pm 0.23 \pm 0.92 \text{ ГэВ}/c^2$$

(PDG, 2014)

CMS, 14 сентября 2015:

$$M_t = 172.44 \pm 0.49 \text{ ГэВ}/c^2$$

← наиболее точное измерение  
массы  $t$ -кварка в одном  
эксперименте (до сентября 2015)

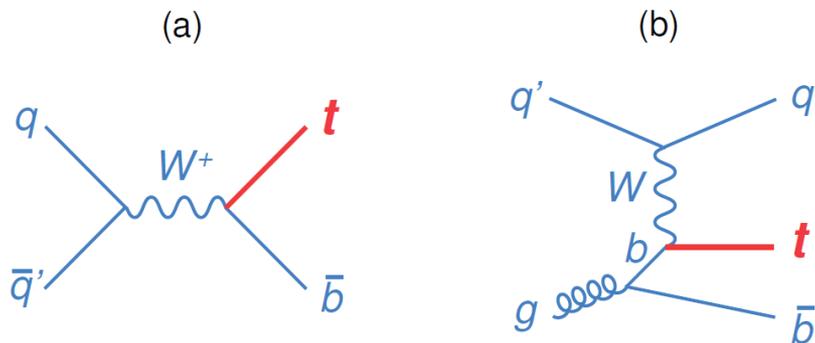
## D0 + CDF, 2014

$$M_t = 174.34 \pm 0.64 \text{ ГэВ}/c^2$$

$$\Delta M_t / M_t = 0.37\%$$

# D0 2013 – свидетельство рождения одиночного $t$ -кварка в $s$ -канале

## D0+CDF 2014 – наблюдение рождения одиночного $t$ -кварка в $s$ -канале



(a) – рождение  $t$ -кварка в  $s$ -канале  
 (b) – рождение  $t$ -кварка в  $t$ -канале

Впервые рождение одиночных  $t$ -кварков наблюдалось в экспериментах D0 и CDF в 2009 г. Одиночное рождение  $t$ -кварков в  $t$  канале впервые наблюдалось в эксперименте D0 в 2011 г.

Эксперимент –  $\sigma_t(s) = 1.29 \pm 0.25$  пбн

Теория –  $\sigma_t(s) = 1.05 \pm 0.06$  пбн

$s$ -channel single top quark, Tevatron Run II,  $L_{\text{int}} \leq 9.7 \text{ fb}^{-1}$

Measurement Cross section [pb]

CDF  $l$ +jets  $1.41^{+0.44}_{-0.42}$

CDF  $\cancel{e}e$ +jets  $1.12^{+0.61}_{-0.57}$

CDF combined  $1.36^{+0.37}_{-0.32}$

D0  $l$ +jets  $1.10^{+0.33}_{-0.31}$

Tevatron combined  $1.29^{+0.26}_{-0.24}$

Theory (NLO+NNLL)

$1.05 \pm 0.06$  pb [PRD 81, 054028, 2010]



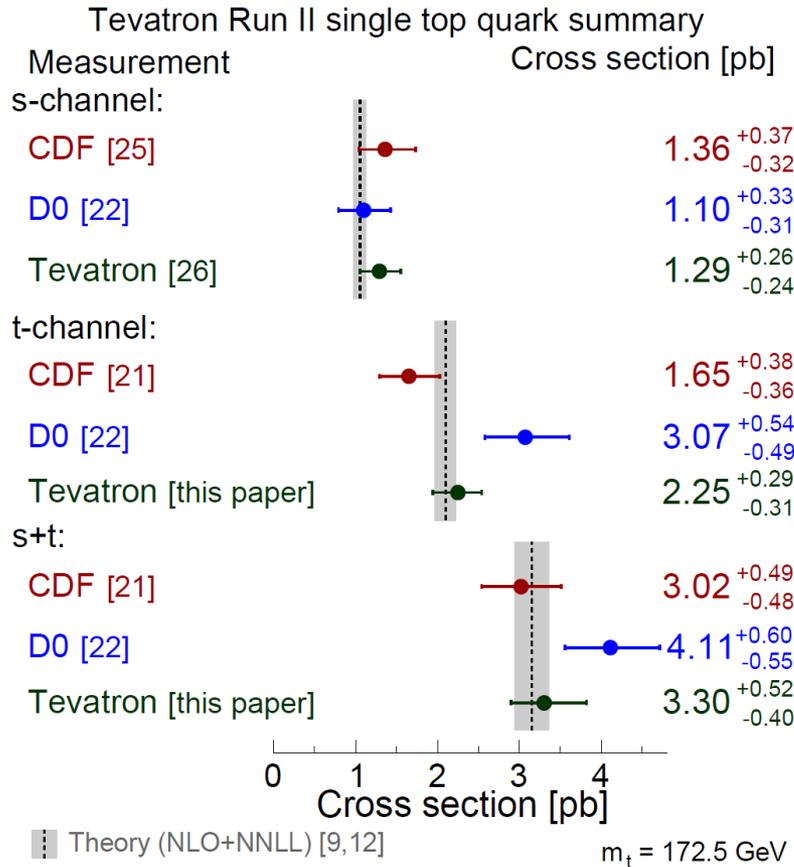
$m_{\text{top}} = 172.5 \text{ GeV}$

Cross section [pb]

Вероятность статистической флуктуации фона –  $1.8 \times 10^{-10}$ .  
 Значимость –  $6.3\sigma$

ЛHC -  $\sigma_t(s)$  в  $\sim 5$  раз больше при 8 ТэВ, но фон больше в  $\sim 40$  раз.

# D0 + CDF, 2015



$$\sigma_t(s) = 1.29 (0.25) \text{ пбн}$$

$$\sigma_t(t) = 2.25 (0.30) \text{ пбн}$$

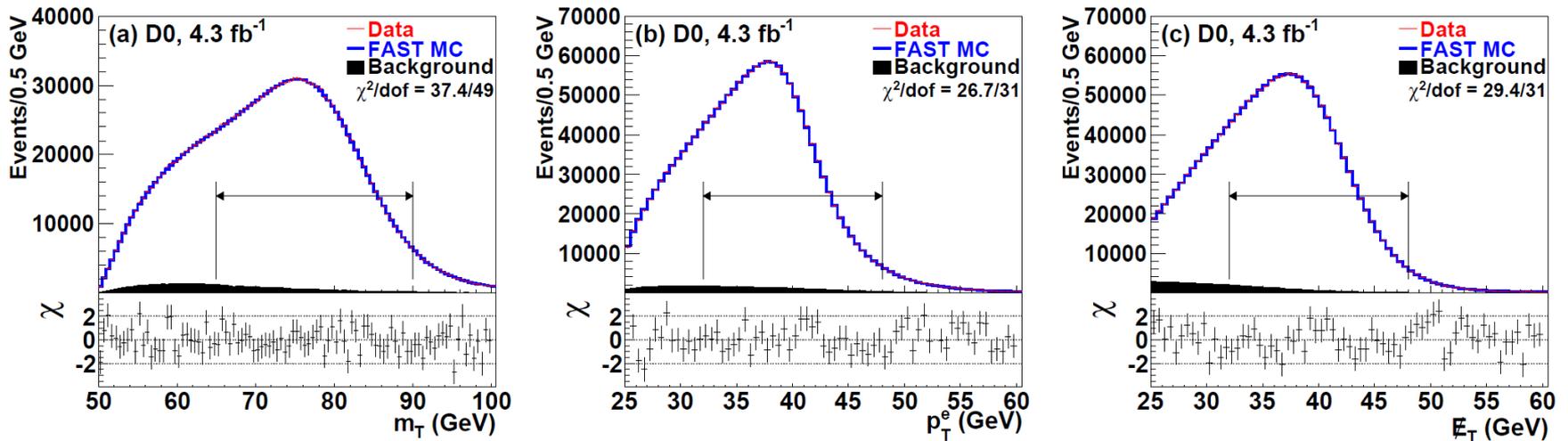
$$\sigma_t(s+t) = 3.30 (0.46) \text{ пбн}$$

$$\sigma_t \sim |V_{tb}|^2 \quad |V_{tb}| = 1.02 (+0.06 -0.05) \quad |V_{tb}| > 0.92 \text{ (95\% CL)}$$

$$\text{SM} \rightarrow |V_{tb}| = 0.9991$$

## Масса $W$ бозона

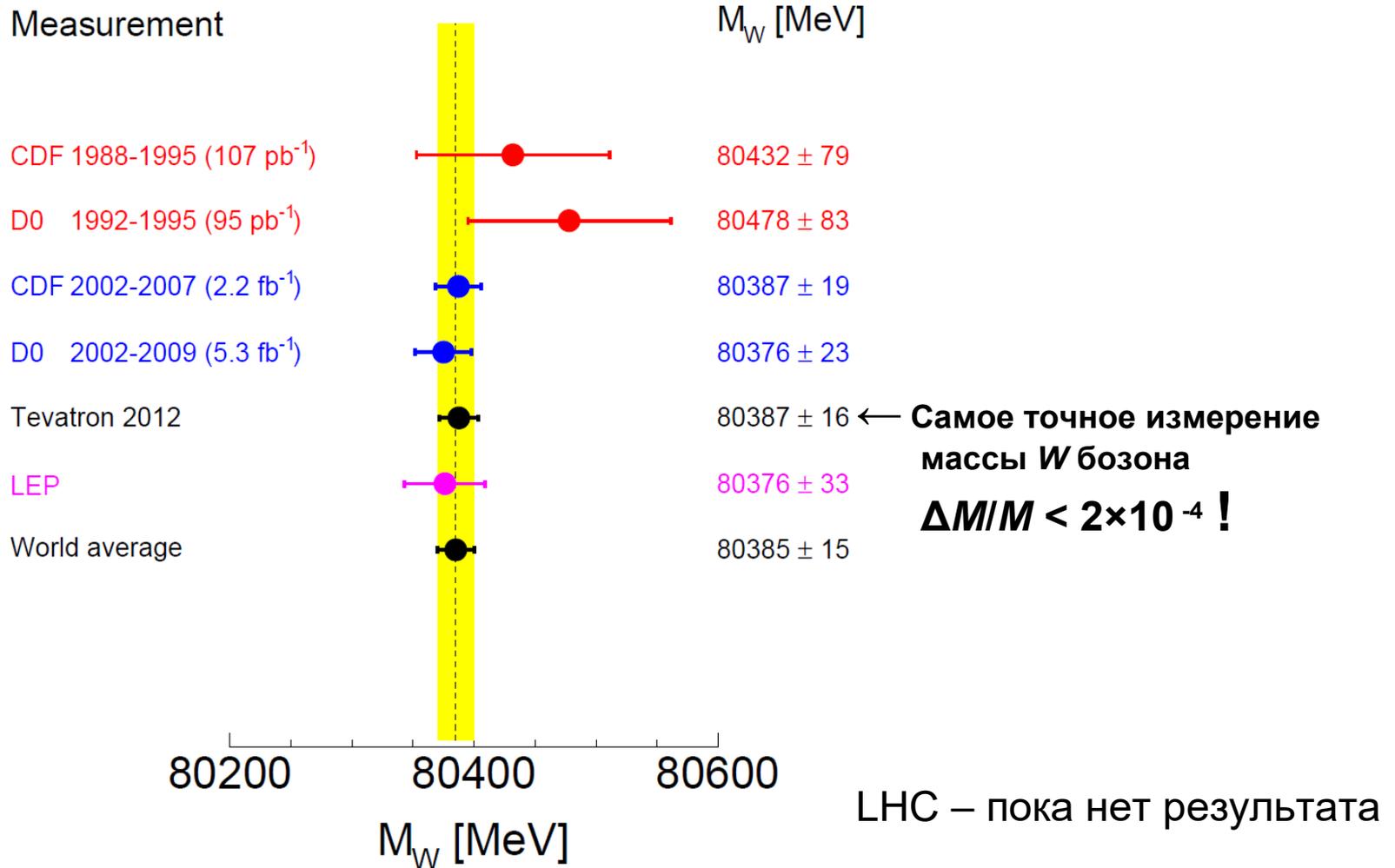
Масса  $W$  бозона определялась сравнением экспериментальных спектров  $M_T$ ,  $p_T^\ell$  и  $E_{T(\text{miss})}$  с теоретическими при предполагаемых значениях массы  $W$  бозона



Экспериментальные и теоретические распределения  $M_T$ ,  $p_T^e$  и  $E_T(\text{miss})$ ,

$$\chi = (N_{\text{эксп}} - N_{\text{теор}}) / \Delta N$$

# Mass of the W Boson



$M_H \approx 95 \pm 27 \text{ ГэВ}/c^2$

$M_H < 152 \text{ ГэВ}/c^2$

# D0 + CDF 2012

## Измерение спиральности $W$ бозона при распаде $t$ кварка

D0 2012:

$$f_0 = 0.67 \pm 0.10$$

$$f_+ = 0.02 \pm 0.05$$

$$(f_- + f_+ + f_0 = 1.0)$$

D0 + CDF 2012:

$$f_0 = 0.72 \pm 0.08$$

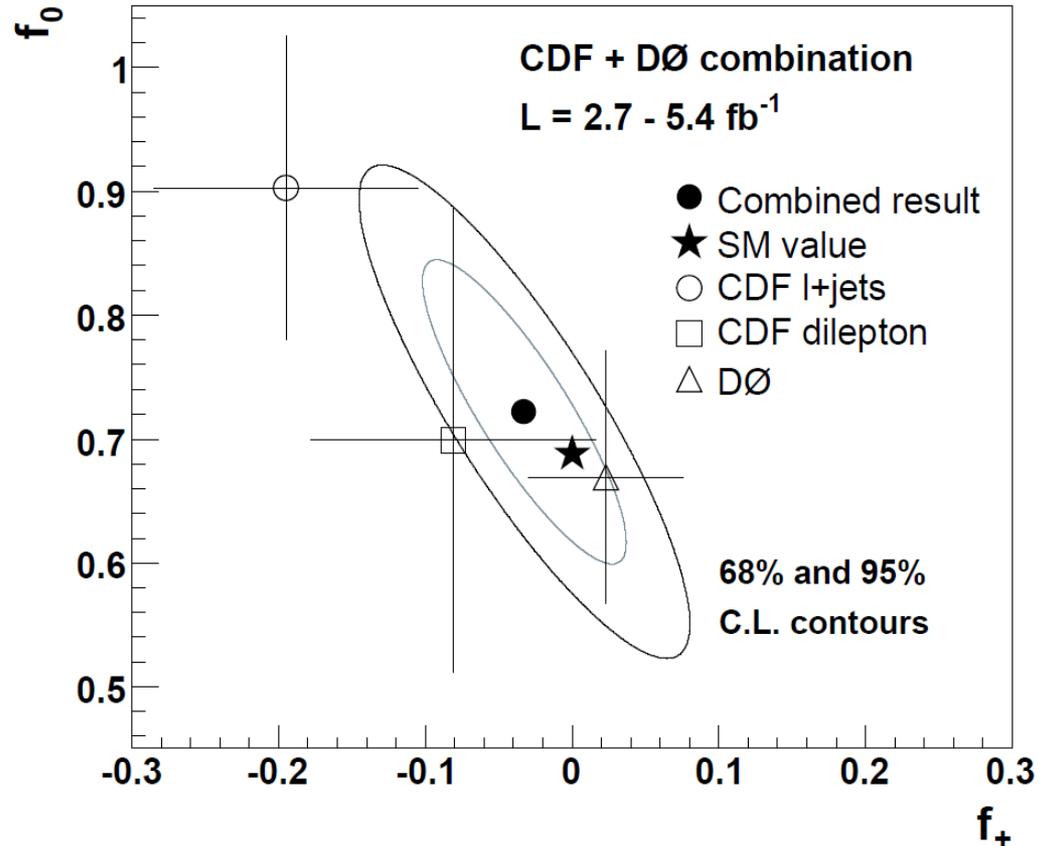
$$f_+ = -0.03 \pm 0.05$$

Предсказания СМ:

$$f_0 = 0.69$$

$$f_+ = 0.002$$

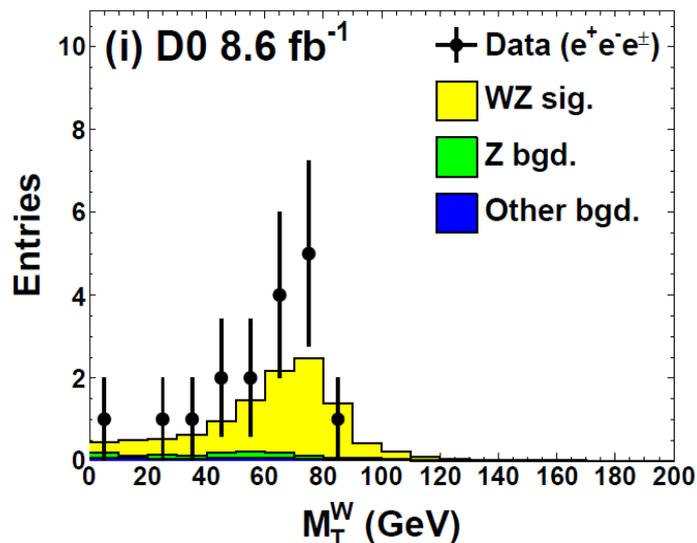
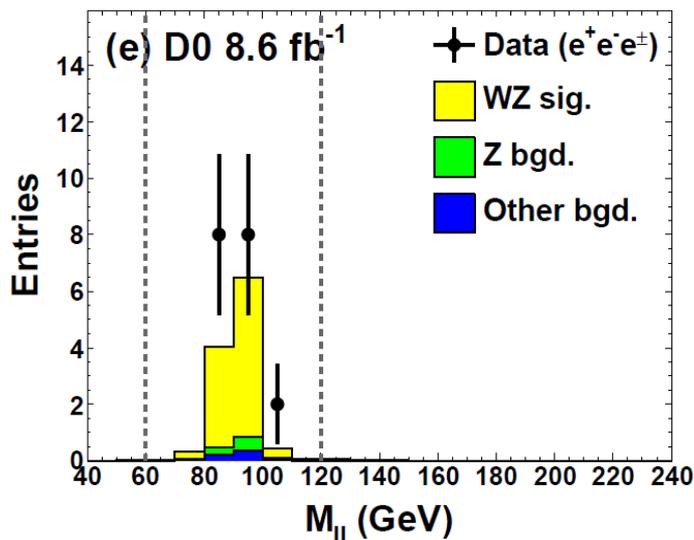
$$f_- = 0.31$$



# D0 2012

## Измерение сечений рождения $WZ$ и $ZZ$ в лептонных каналах

$$pp_{\text{bar}} \rightarrow WZ \rightarrow \ell\nu\ell^+\ell^- \quad \text{и} \quad pp_{\text{bar}} \rightarrow ZZ \rightarrow \ell^+\ell^-\nu\nu \quad (Z \rightarrow \ell^+\ell^- \quad Z \rightarrow \nu\nu)$$

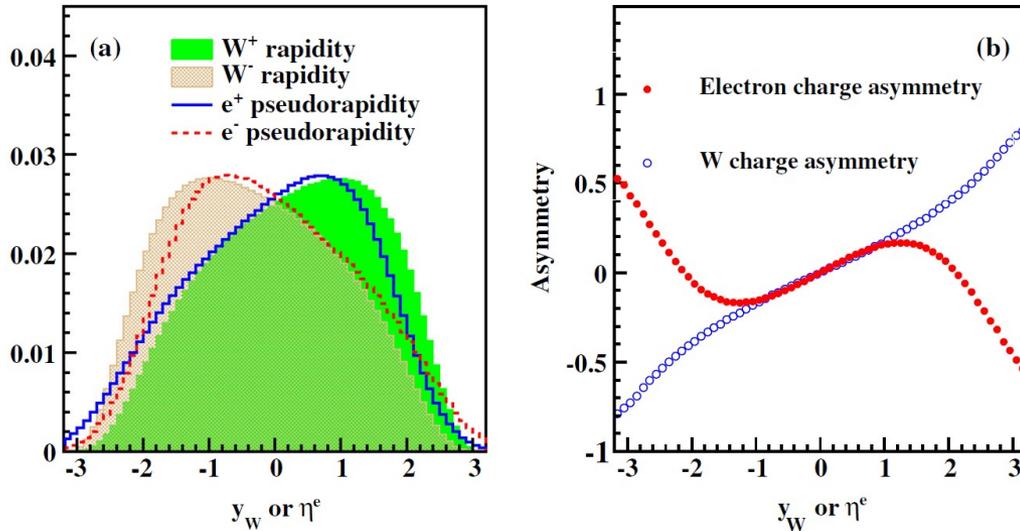


Эксперимент:  $\sigma_{ZZ} = 1.44$  (0.35) пбн; теория:  $\sigma_{ZZ} = 1.30$  (0.10) пбн

Эксперимент:  $\sigma_{WZ} = 4.50$  (0.65) пбн; теория:  $\sigma_{WZ} = 3.21$  (0.19) пбн

# D0 2015

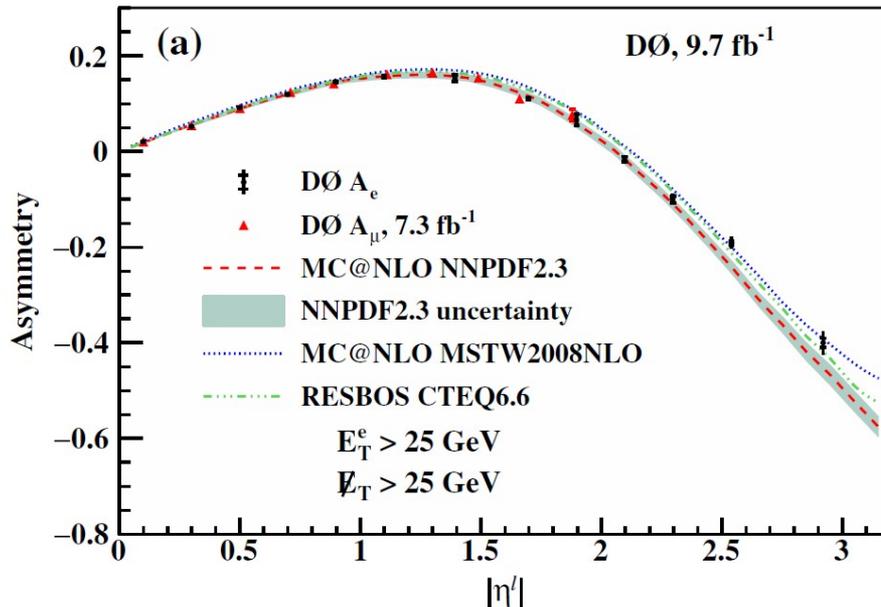
## Измерение зарядовой асимметрии в реакции $pp_{\text{bar}} \rightarrow W + X \rightarrow e\nu + X$



Монте-Карло предсказания (МК-генератор RESBOS) для распределений  $W^{+/-}$  и  $e^{+/-}$  и зарядовая асимметрия  $A$  в зависимости от (псевдо)быстроты

$$A = (N^+ - N^-)/(N^+ + N^-)$$

$A$  зависит от parton density functions (PDFs)

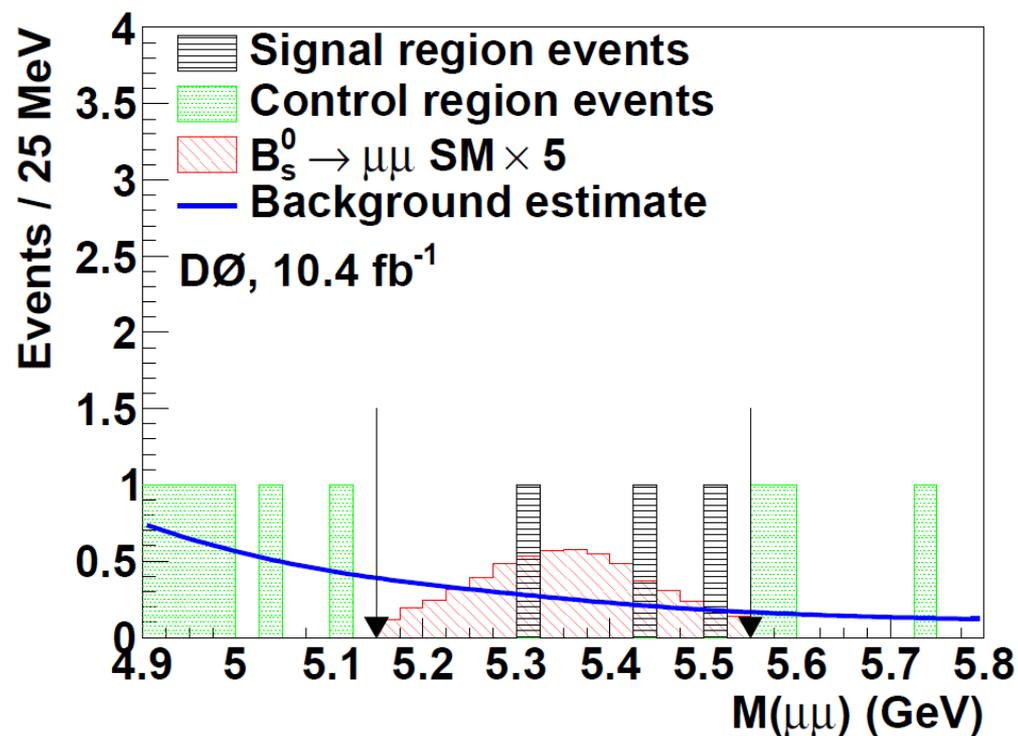
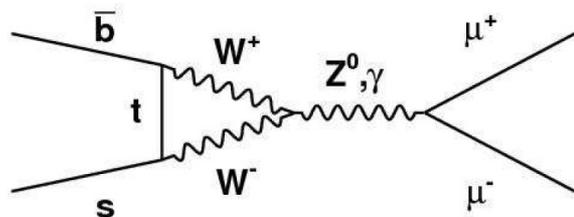
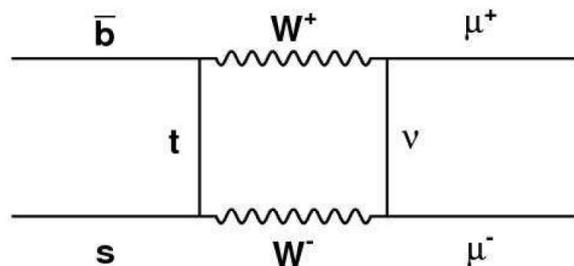


Это наиболее точное измерение зарядовой асимметрии лептонов в реакциях  $pp_{\text{bar}}$  столкновений

Сравнение теории (NNPDF2.3, MSTW2008NLO и CTEQ6.6 PDFs) с экспериментом

# D0 2013

## Поиск процесса $B_s \rightarrow \mu\mu$



Стандартная модель:

$$\text{Br}(B_s \rightarrow \mu\mu) = (3.5 \pm 0.2) \times 10^{-9}$$

Эксперимент:

$$\text{Br}(B_s \rightarrow \mu\mu) < 15 \times 10^{-9} \text{ 95\% CL}$$

Ожидаемый фон:  $4.0 \pm 1.5$  событий

# D0 2012, 2015

## Измерение времен жизни частиц $\Lambda_b^0$ , $B_s^0$ , $B^0$

$$\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi \Lambda^0, B^0 \rightarrow J/\psi K_s^0$$

Эксперимент:  $\tau(\Lambda_b^0) = 1.303 \pm 0.083$  пс

$$\tau(B^0) = 1.508 \pm 0.050$$
 пс

Эксперимент:  $\tau(\Lambda_b^0) / \tau(B^0) = 0.864 \pm 0.063$

Теория:  $\tau(\Lambda_b^0) / \tau(B^0) = 0.88 \pm 0.05$

CDF:  $\tau(\Lambda_b^0) / \tau(B^0) = 1.02 \pm 0.03$

$$B_s^0 \rightarrow D_s^- \mu^+ \nu X, B^0 \rightarrow D^- \mu^+ \nu X$$

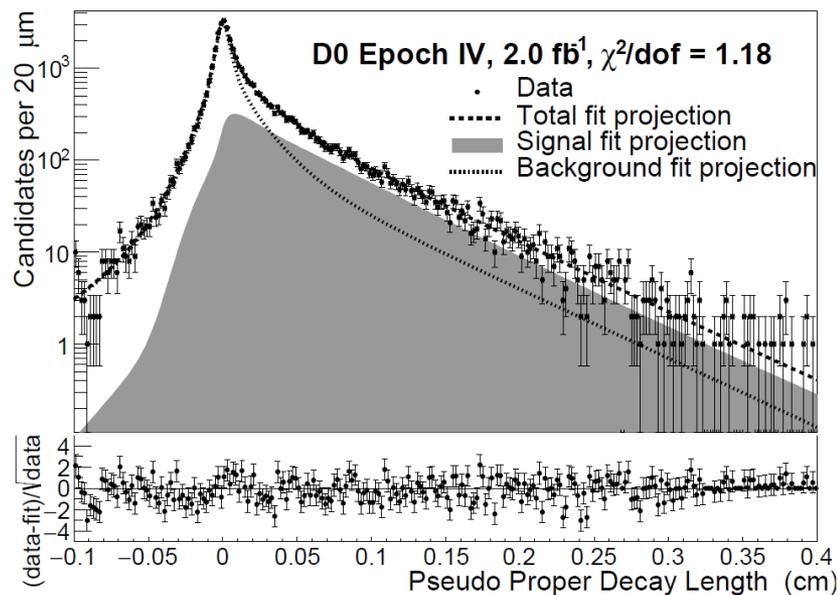
$$D^- \rightarrow \varphi \pi^- \quad \varphi \rightarrow K^+ K^-$$

Эксперимент:  $\tau(B_s^0) = 1.479 \pm 0.023$  пс

$$\tau(B^0) = 1.534 \pm 0.028$$
 пс

Эксперимент:  $\tau(B_s^0) / \tau(B^0) = 0.964 \pm 0.015$

Теория:  $0.996 < \tau(B_s^0) / \tau(B^0) < 1.0$



**Все результаты, полученные в 2012-2015 гг.,  
согласуются с предсказаниями Стандартной Модели**

**В эксперименте D0 выполнено прецизионное  
измерение массы  $t$ -кварка, совместно с CDF  
осуществлено наиболее точное измерение массы  $W$ -  
бозона, выполнено одно из наиболее точных  
измерений времени жизни  $B_s$ -мезона, впервые, и  
пока что только на Тэватроне, наблюдается одиночное  
рождение  $t$ -кварка в  $s$ -канале и получен еще ряд  
других важных результатов.**

**Анализ данных эксперимента D0 продолжается...**