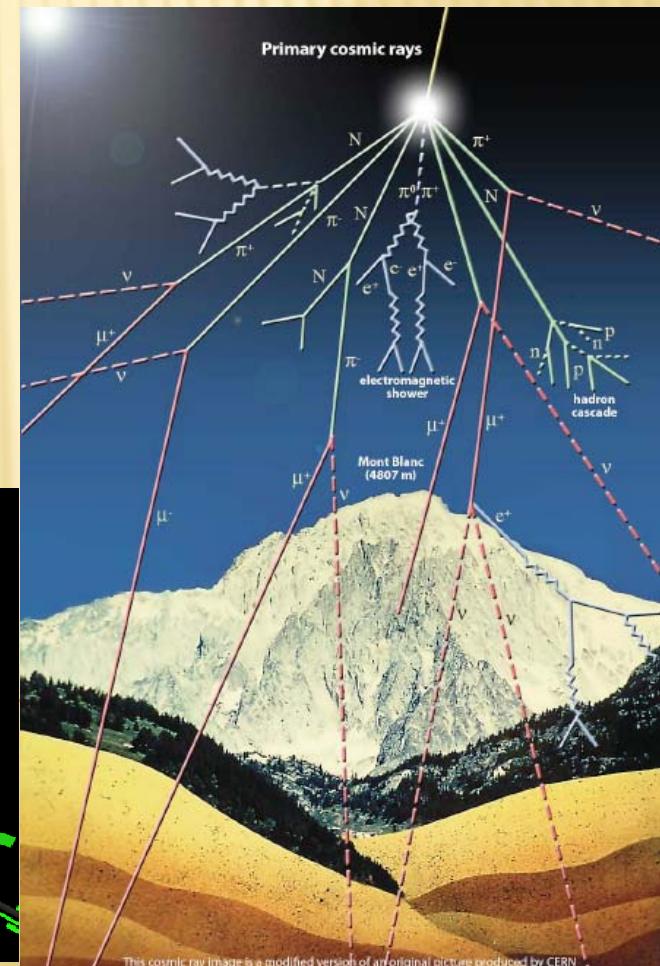
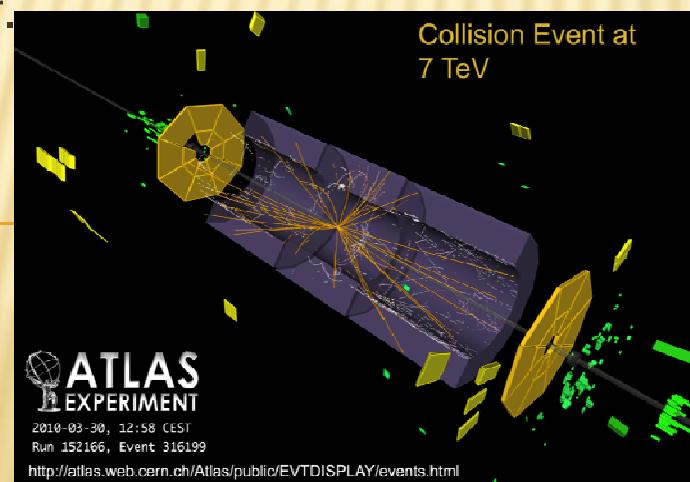


БОЛЬШОЙ АДРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

XI МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА
МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Проф. Л.Н.Смирнова
22 ноября 2010г.
НИИЯФ МГУ



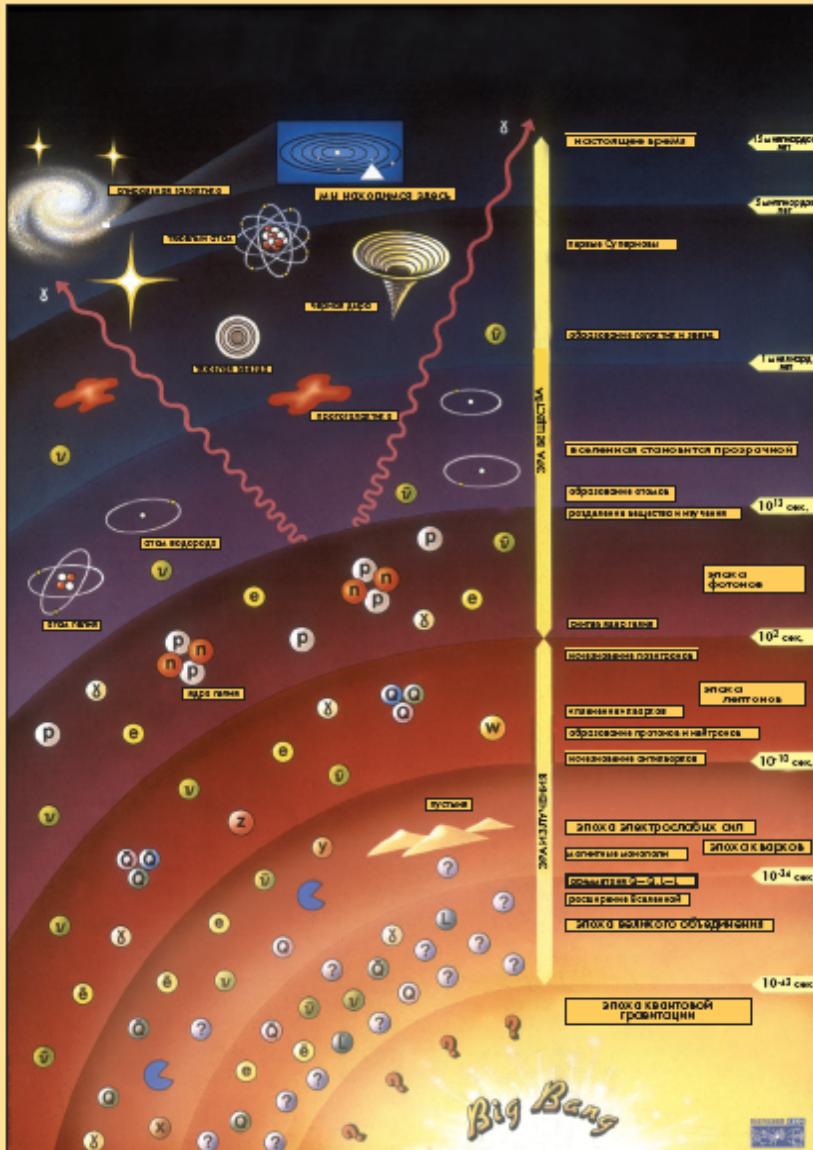
БОЛЬШОЙ АДРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР

- ✖ Открыл новую эру в исследовании Микромира
- ✖ Стандартная модель служит основой современного описания процессов Микромира, единое описание слабого и электромагнитного взаимодействий, сильное взаимодействие
- ✖ Этой модели нужен бозон Хиггса, который ещё не найден
- ✖ Фундаментальные процессы, изучаемые в физике микромира, оказались связанными с процессами в Мегамире, формированием Вселенной – гравитация, темная масса
 - это области исследований БАК

История Вселенной

- Чем обусловлены массы фундаментальных частиц?
 - Какова природа темной материи, обеспечивающей стабильность галлактик?
 - Почему нет антивещества в окружающем нас мире?
 - В каком состоянии находилось вещество в первые мгновения жизни Вселенной?

Эксперименты на Большом адронном коллайдере откроют путь к разгадке этих тайн Вселенной.



ШКАЛА РАЗМЕРОВ

БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

ПРИБОРЫ

Ускорители
БАК
ЛЭП

РАДИОТЕЛЕСКОП

ОБЪЕКТЫ

Частины SUSY

HIGGS (диапазон слабых сил)

Z/W

кварки, глюоны
ПРОТОН

ЯДРО

ATOM

АТОМ (д)

ВИРУС

КЛЕТКА

NIETRA

РАДИУС ЗЕМЛИ

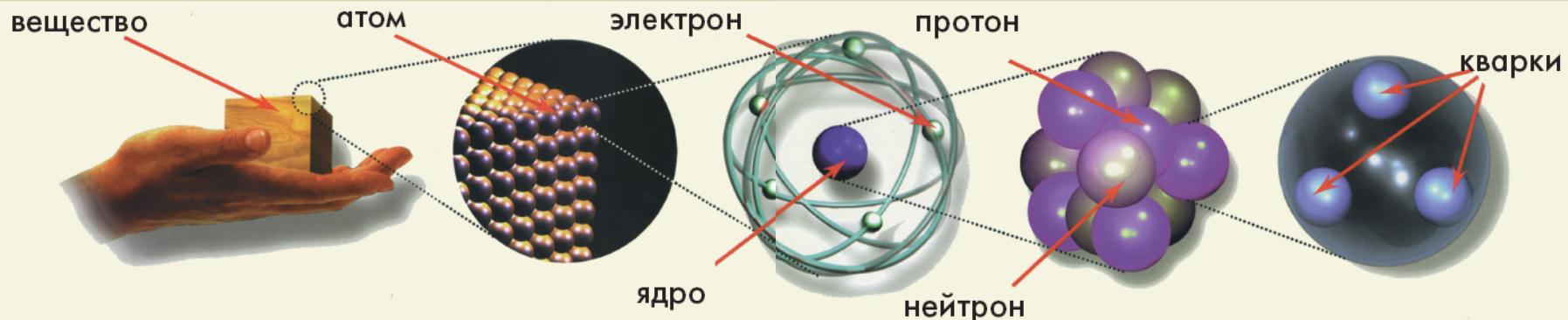
10 of 10

100

ГАЛАКТИКИ

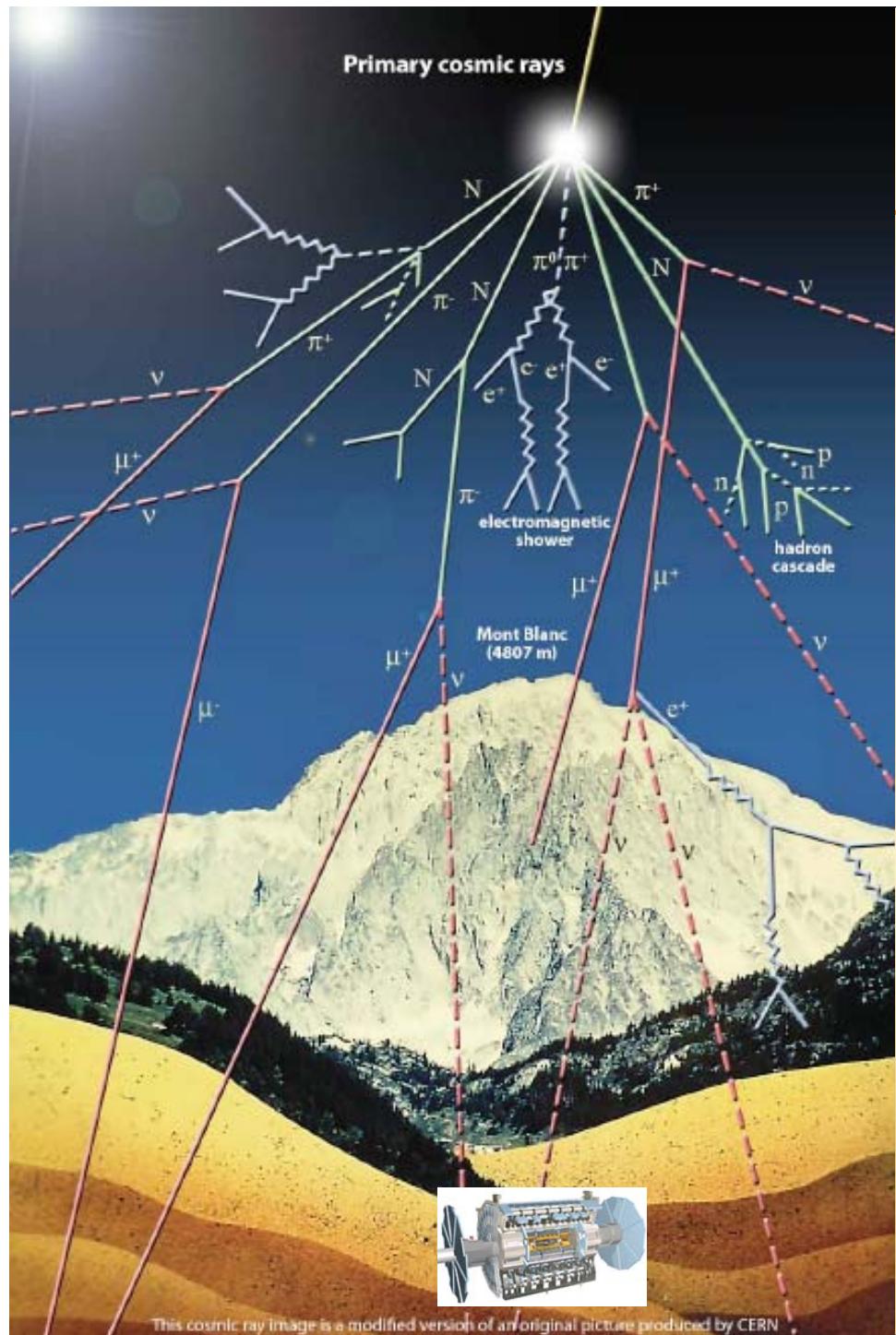
РАДИУС НАБЛЮДАЕМЫХ ГАЛАКТИК

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЧАСТИЦЫ

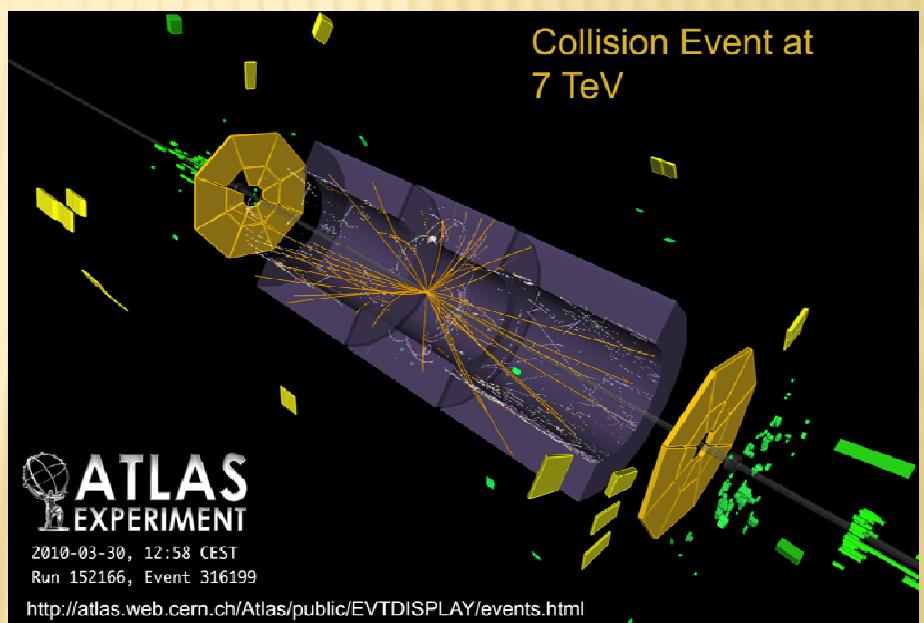


Фундаментальные фермионы		ЛЕПТОНЫ		КВАРКИ	
Электрический заряд	Частицы окружающего мира принадлежат этой группе.	-1	0	+2/3	-1/3
Первое поколение	Электрон переносит электрический ток $M = 0.511 \text{ МэВ}/c^2$		Электронное нейтрино играет фундаментальную роль при горении солнца, каждую секунду сквозь вас пролетают миллиарды этих частиц		
Второе поколение	Мюон аналог электрона, время жизни – 2 микросекунды $M = 106 \text{ МэВ}/c^2$		Мюонное нейтрино образуется при рождении и распаде мюонов $M < 0.2 \text{ МэВ}/c^2$		
Третье поколение	Тау аналог электрона, время жизни – 3×10^{-13} $M = 1777 \text{ МэВ}/c^2$		Тау нейтрино образуется при рождении и распаде тау лептонов, открыто в 1975 г. $M < 20 \text{ МэВ}/c^2$		
				u-кварк входит в состав протонов и нейтронов $M \approx 3 \text{ МэВ}/c^2$	d-кварк входит в состав протонов и нейтронов $M \approx 6 \text{ МэВ}/c^2$
				c-кварк (очарованный) открыт в 1974 г. $M \approx 1300 \text{ МэВ}/c^2$	s-кварк (странный) открыт в 1964 г. $M \approx 100 \text{ МэВ}/c^2$
				t-кварк открыт в 1995 г. $M \approx 17500 \text{ МэВ}/c^2$	b-кварк (прелестный) открыт в 1977 г. $M \approx 4300 \text{ МэВ}/c^2$

Кванты фундаментальных полей	Глюоны кванты сильных взаимодействий		Фотоны кванты электромагнитных полей		Промежуточные векторные бозоны кванты слабых взаимодействий		Гравитоны кванты гравитации	
	кварки и глюоны			Все заряженные частицы		кварки, лептоны, промежуточные бозоны		все частицы
Взаимодействуют:								
	протон, нейtron, атомные ядра, пи-мезон и др. мезоны		атомы, молекулы					
Объекты:	протон, нейtron, атомные ядра, пи-мезон и др. мезоны		атомы, молекулы		солнечная система, галактики, черные дыры		притяжение тел	
Процессы:	деление и синтез атомных ядер		электричество, магнетизм, распространение света, радиоволны		бета-распад ядер, распад нейтрона и мюона			



ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ ВОКРУГ НАС И В ПРОТОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ



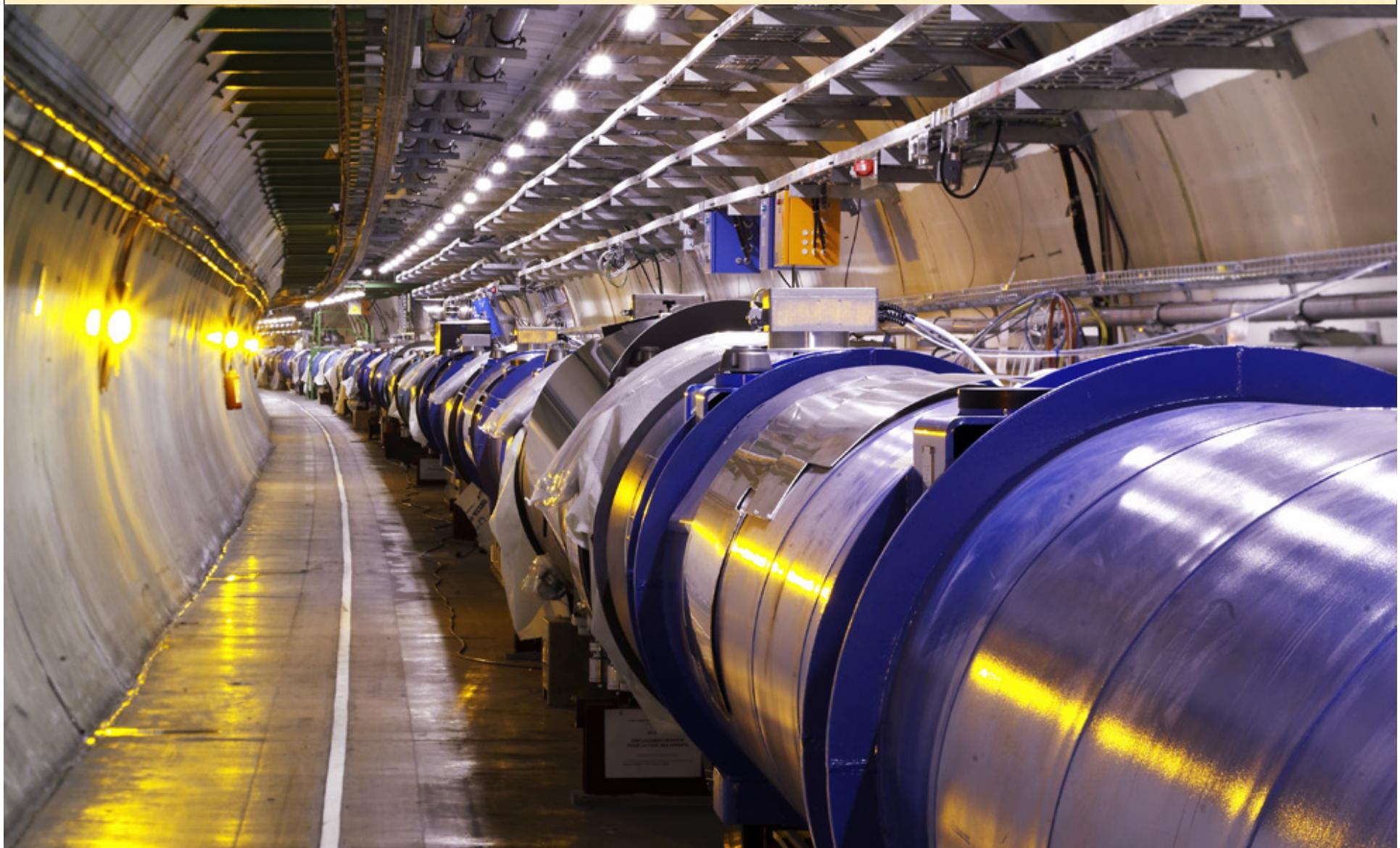


Географическое положение Большого адронного коллайдера ЦЕРН

CERN - ЦЕРН

– European Organization for Nuclear Research – самая
большая в мире
лаборатория физики элементарных частиц





Сверхпроводящие магниты в тоннеле
БАК

ЧЕМ ОТЛИЧАЕТСЯ БАК:

Размеры:

- ✖ Длина тоннеля 27 км
- ✖ Магнитное поле 8.3 Т
- ✖ Энергия соударения -
7 – 14 ТэВ **выше в 4-7 раз**

Превышает
предыдущие
коллайдеры в **два**
раза по магнитному
полю и в **4** по
размерам
(ДЕЗИ, Теватрон)

**Сталкиваются пучки ускоренных
протонов**

Светимость (частота столкновений в
секунду на 1 см^2) - **выше в 4 и более
раз**

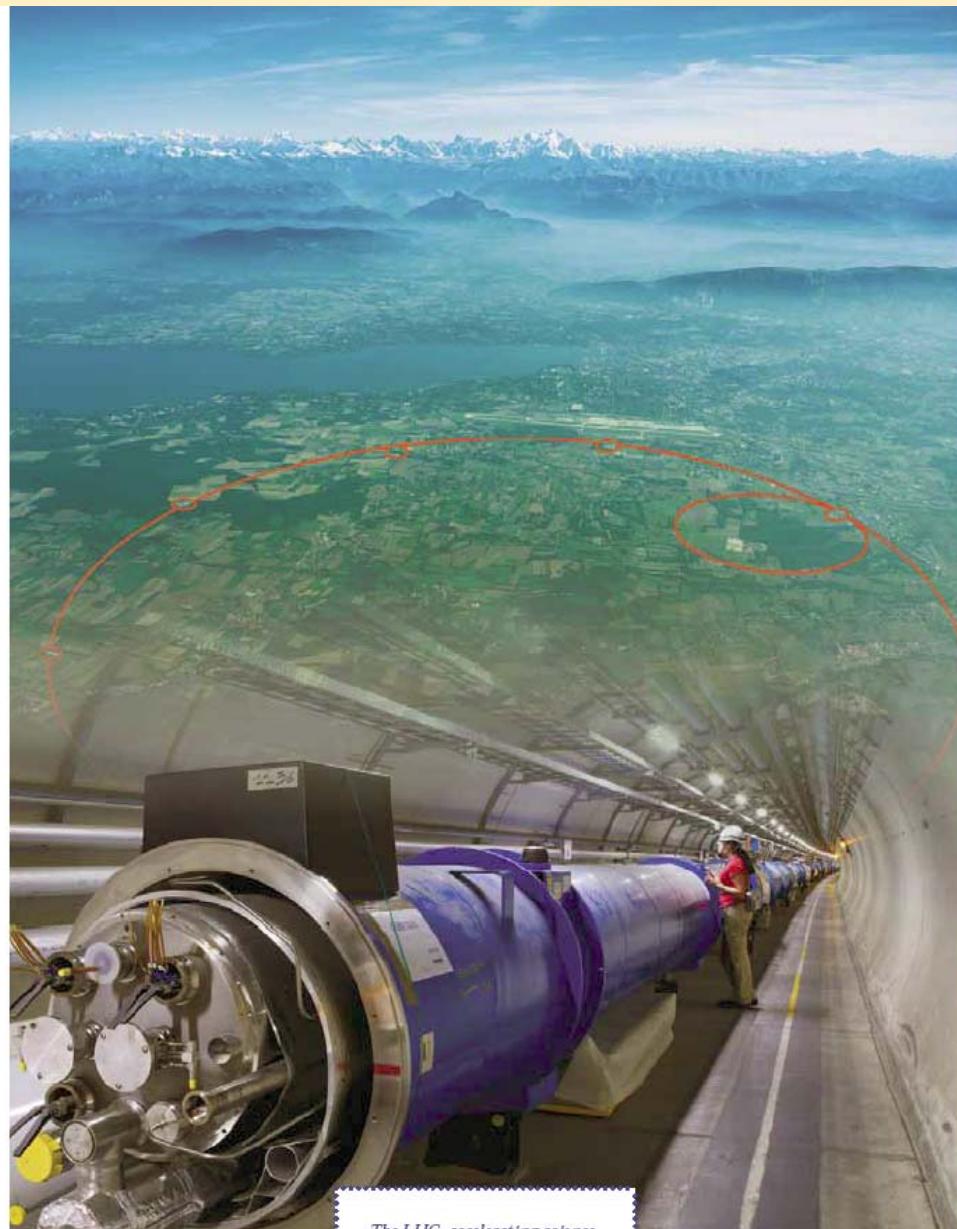
СРАВНЕНИЕ:

Энергия А380,
летящего со
скоростью 700 км/час
соответствует
энергии, заключенной
в магнитах БАК: её
достаточно, чтобы
нагреть и расплавить
12 тонн меди



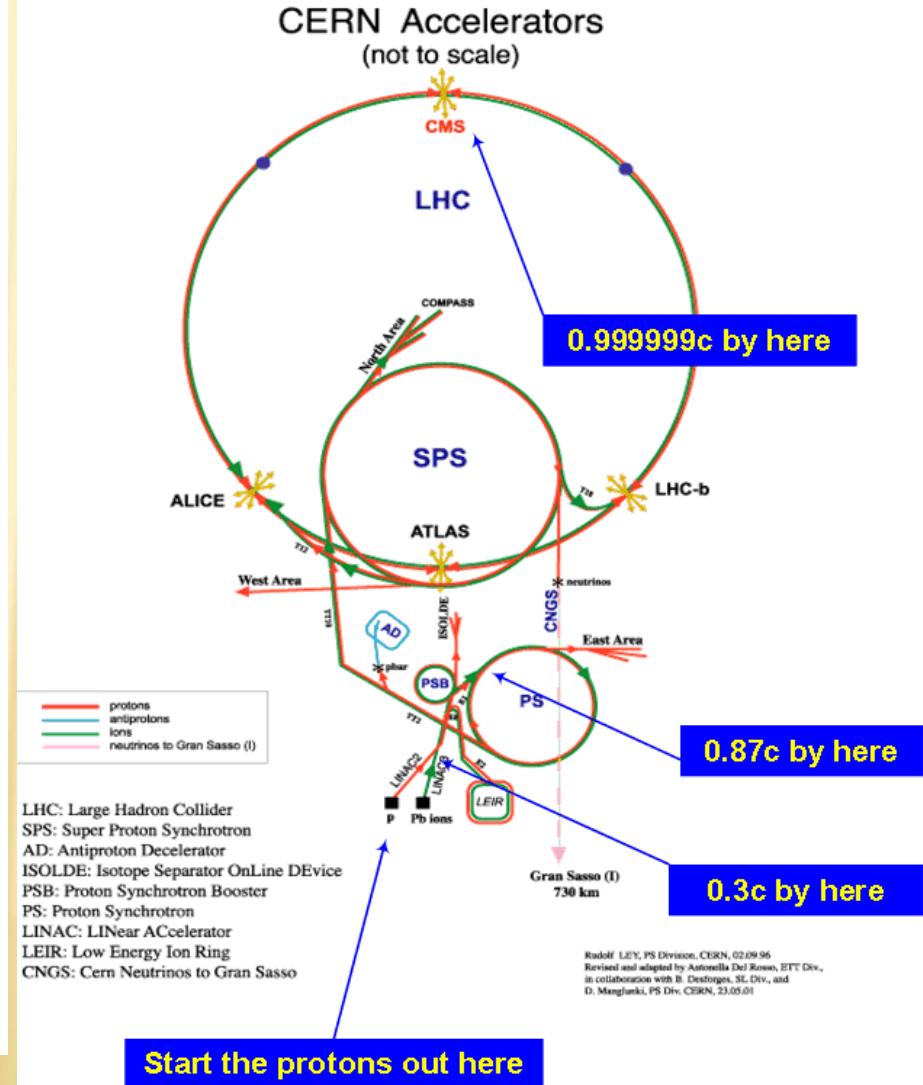
Энергия пучка протонов БАК
эквивалентна 90 кг
тринитротолуола





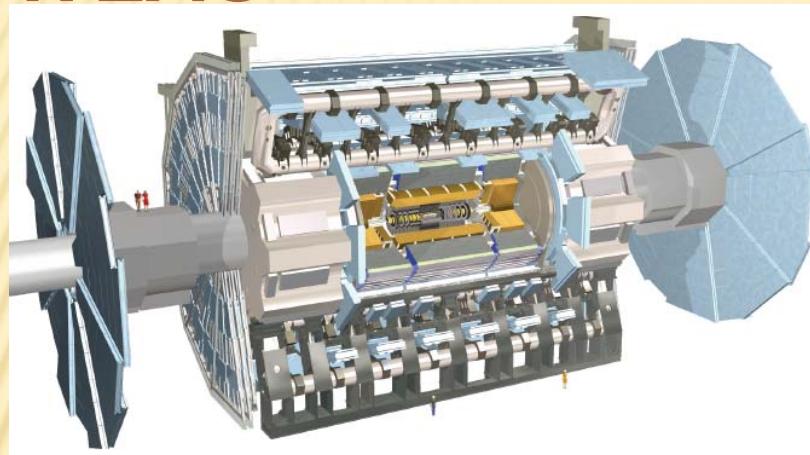
The LHC, accelerating science

СХЕМА УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЦЕРН

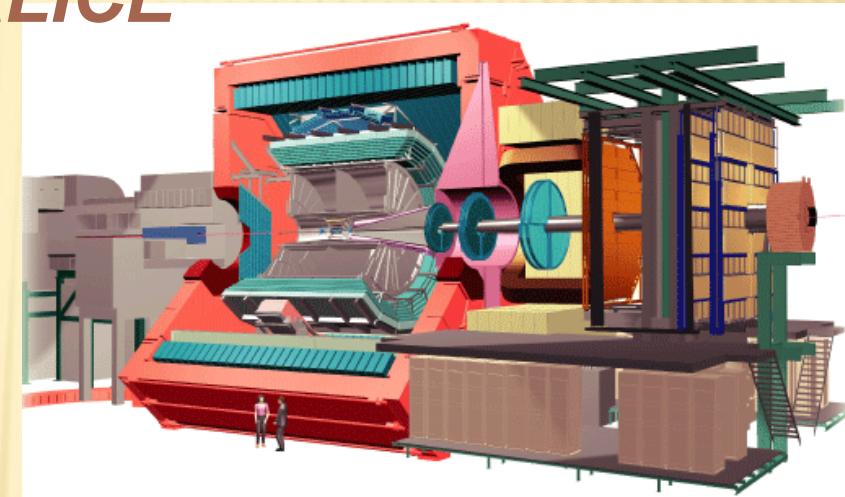


УСТАНОВКИ БАК

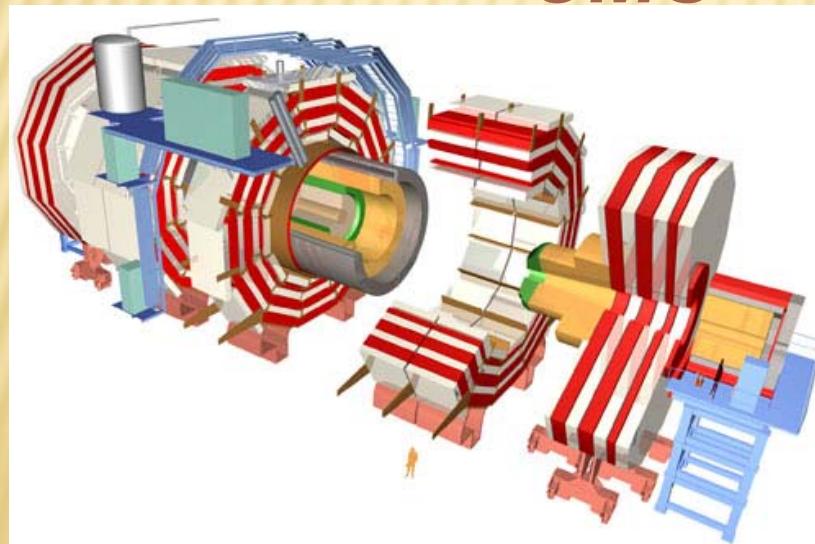
ATLAS



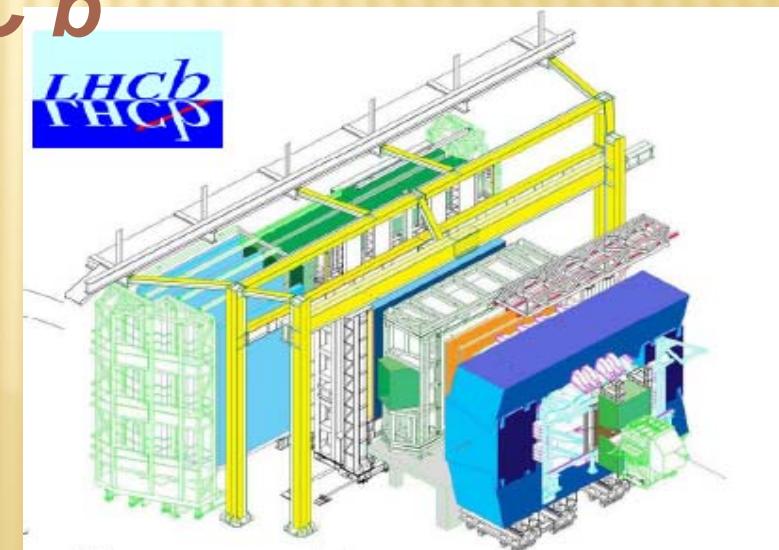
ALICE

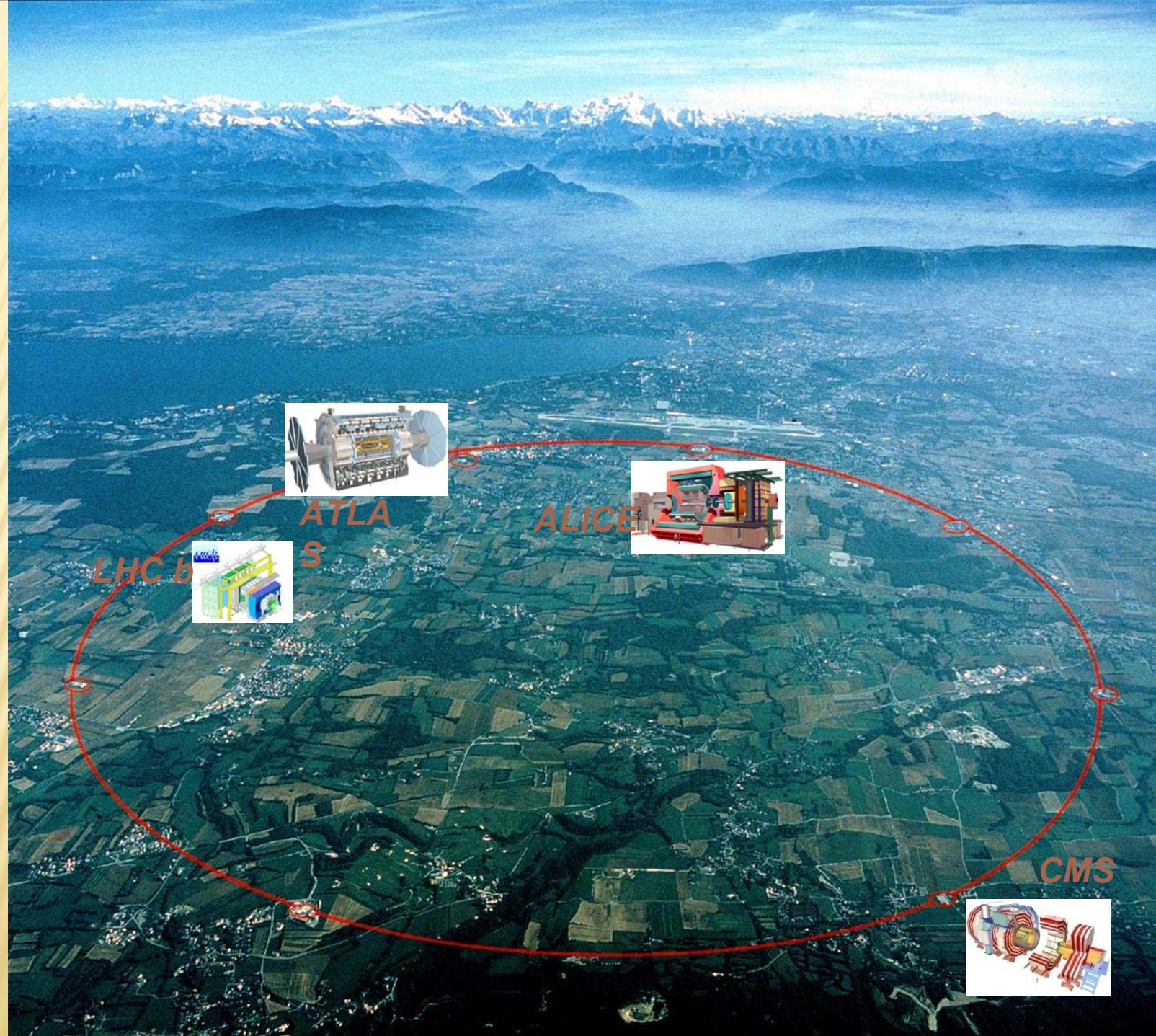


CMS



LHC b





ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ ЧАСТИЦ

- ✖ Чем обусловлены массы частиц? – *ATLAS, CMS*
- ✖ Какова природа темной материи? – *ATLAS, CMS*
- ✖ Почему нет антивещества в окружающем нас мире? – *LHCb, ATLAS, CMS*
- ✖ В каком состоянии находилось вещество в первые мгновения жизни Вселенной? – *ALICE, ATLAS, CMS*

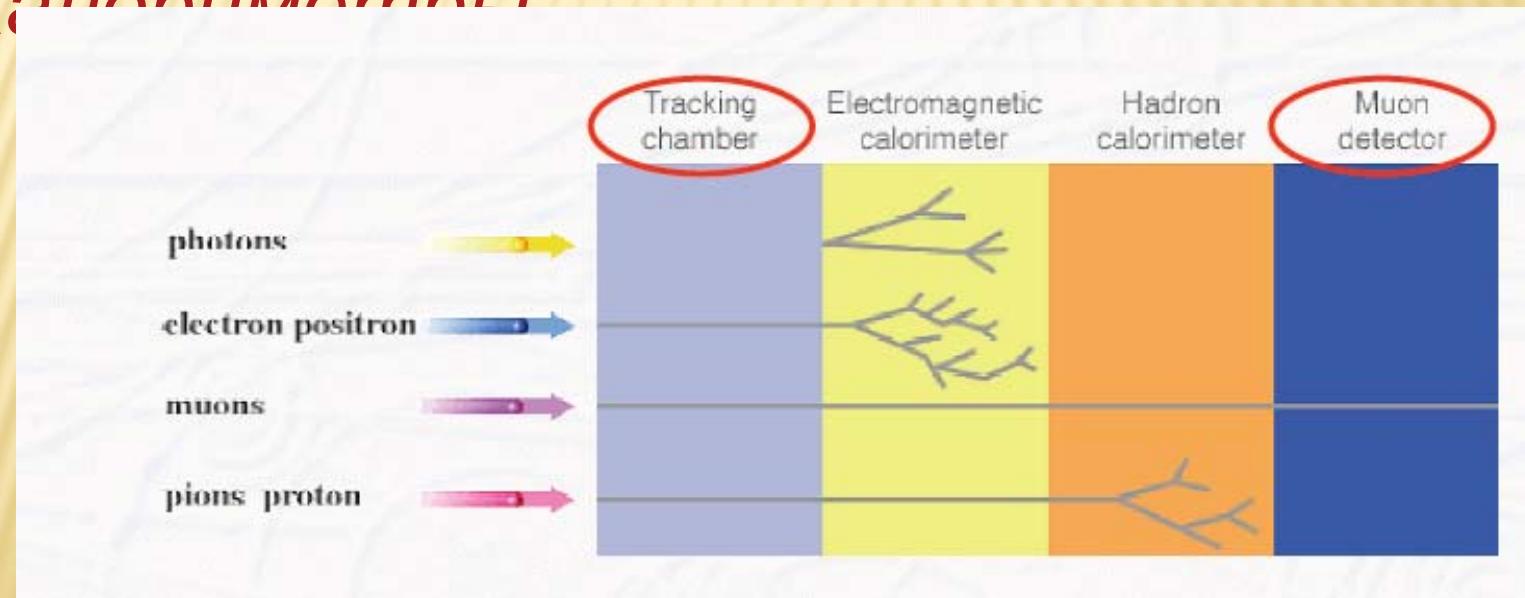
На эти вопросы должны ответить эксперименты на Большом адронном коллайдере

Размещение установки ATLAS



СТРУКТУРА ДЕТЕКТОРА

- × Трековая система: Внутренний детектор и Мюонный спектрометр
- × Электромагнитный и адронный калориметры



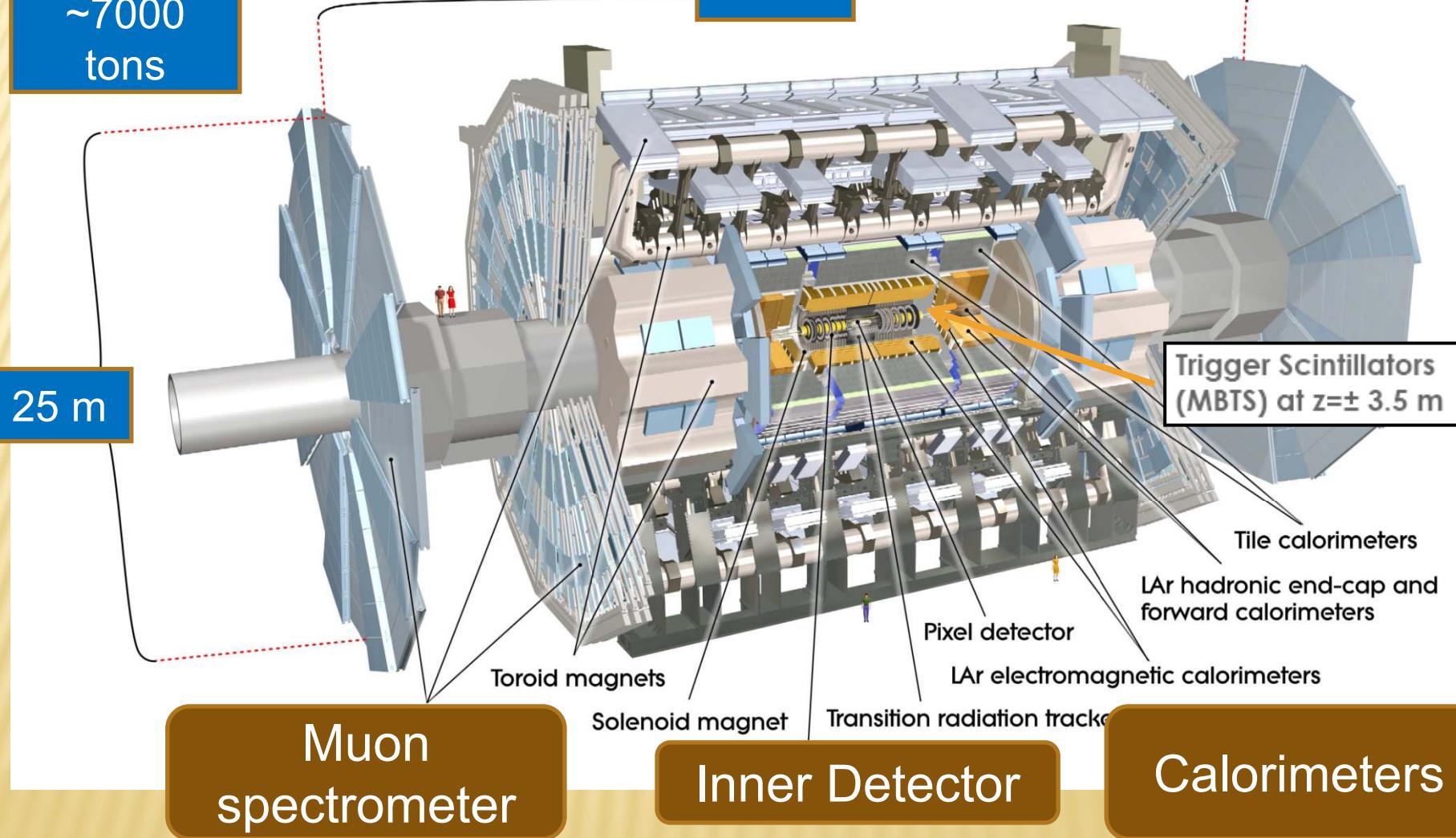
ATLAS DETECTOR

*Final
installation –
August 2008*

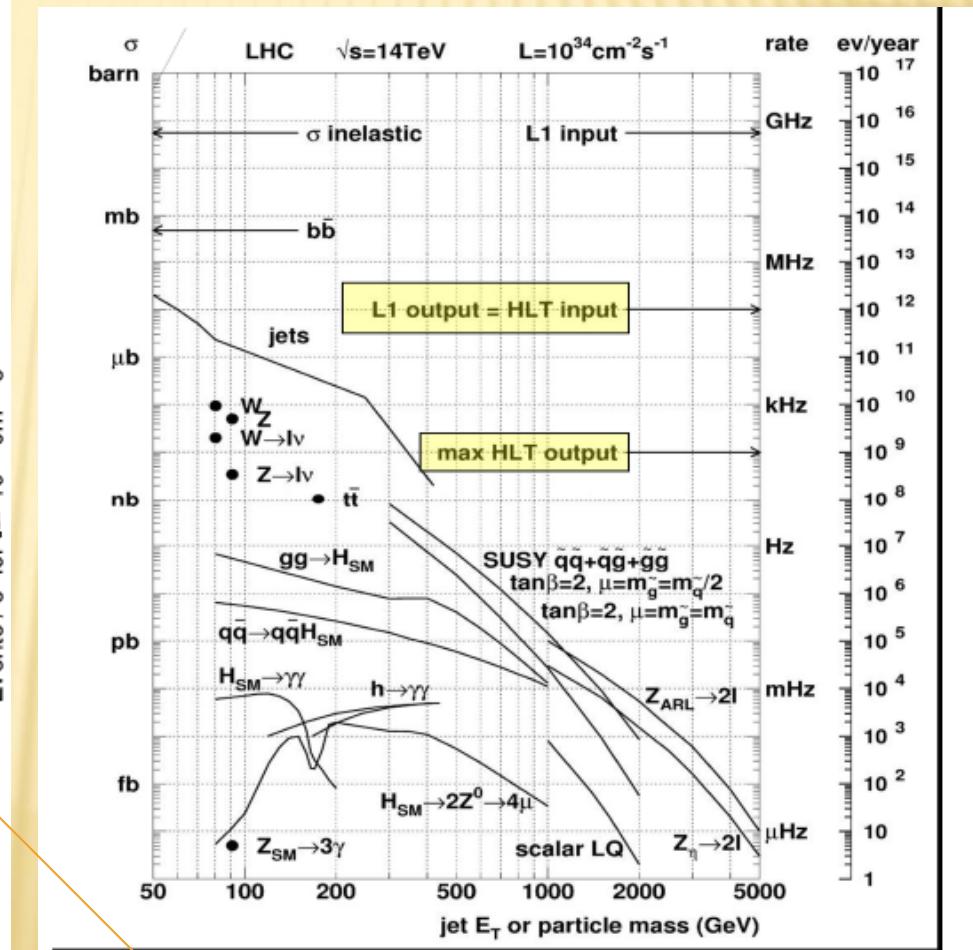
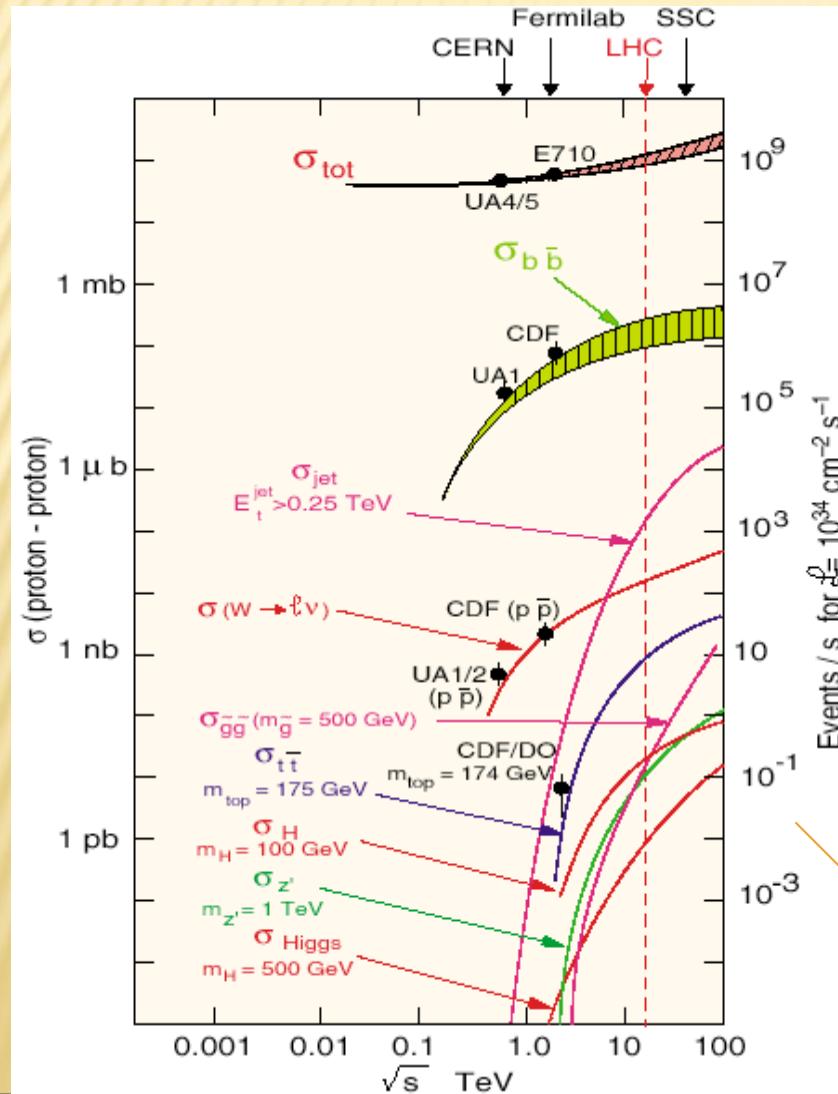
JINST 3 (2008) S08003

~7000
tons

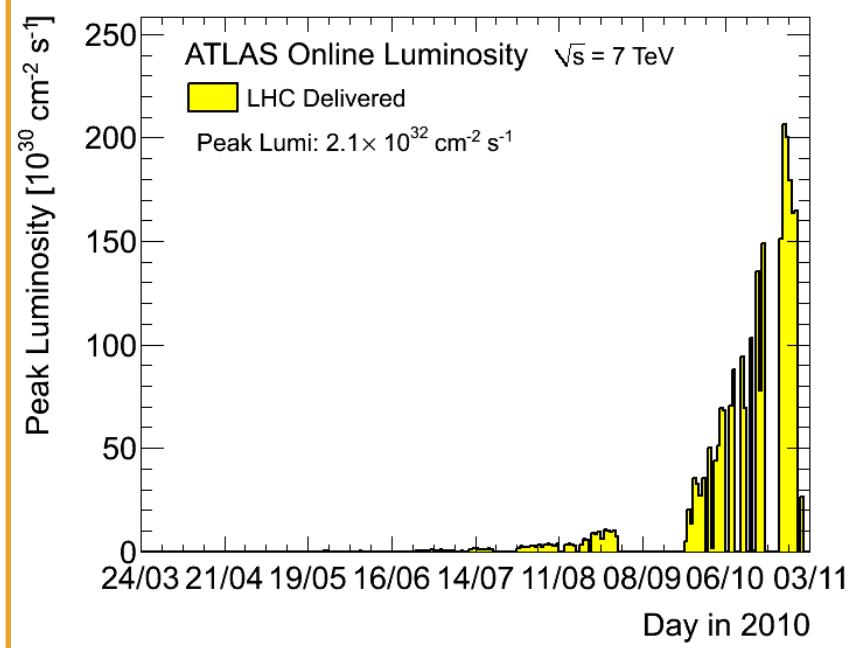
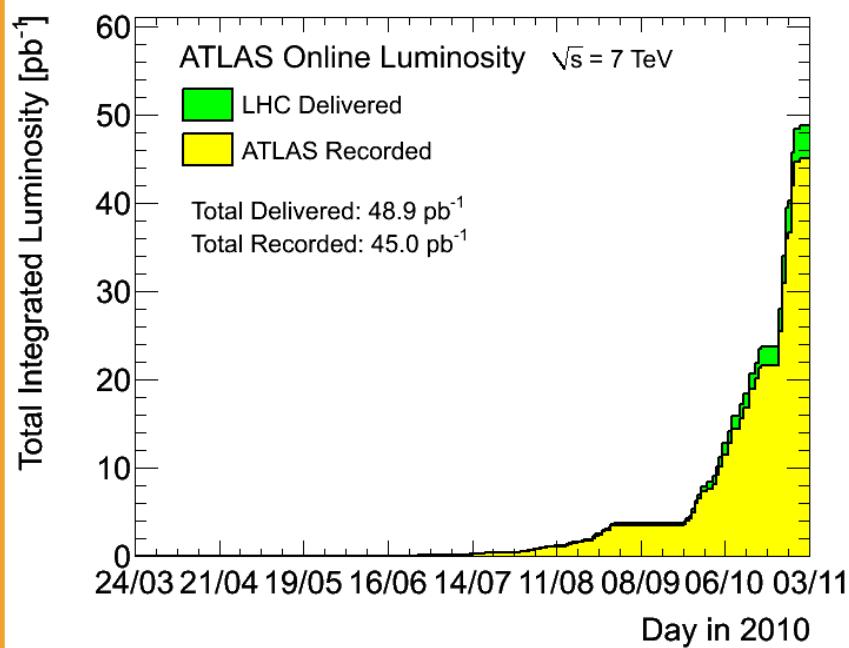
44 m



СЕЧЕНИЯ И СКОРОСТИ ПОТОКА СООТВЕТСТВУЮЩИХ СОБЫТИЙ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РР-ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ ЭНЕРГИИ И СВЕТИМОСТИ ЛНС 14 ТЭВ И $10^{34} \text{ см}^{-2}\text{s}^{-1}$

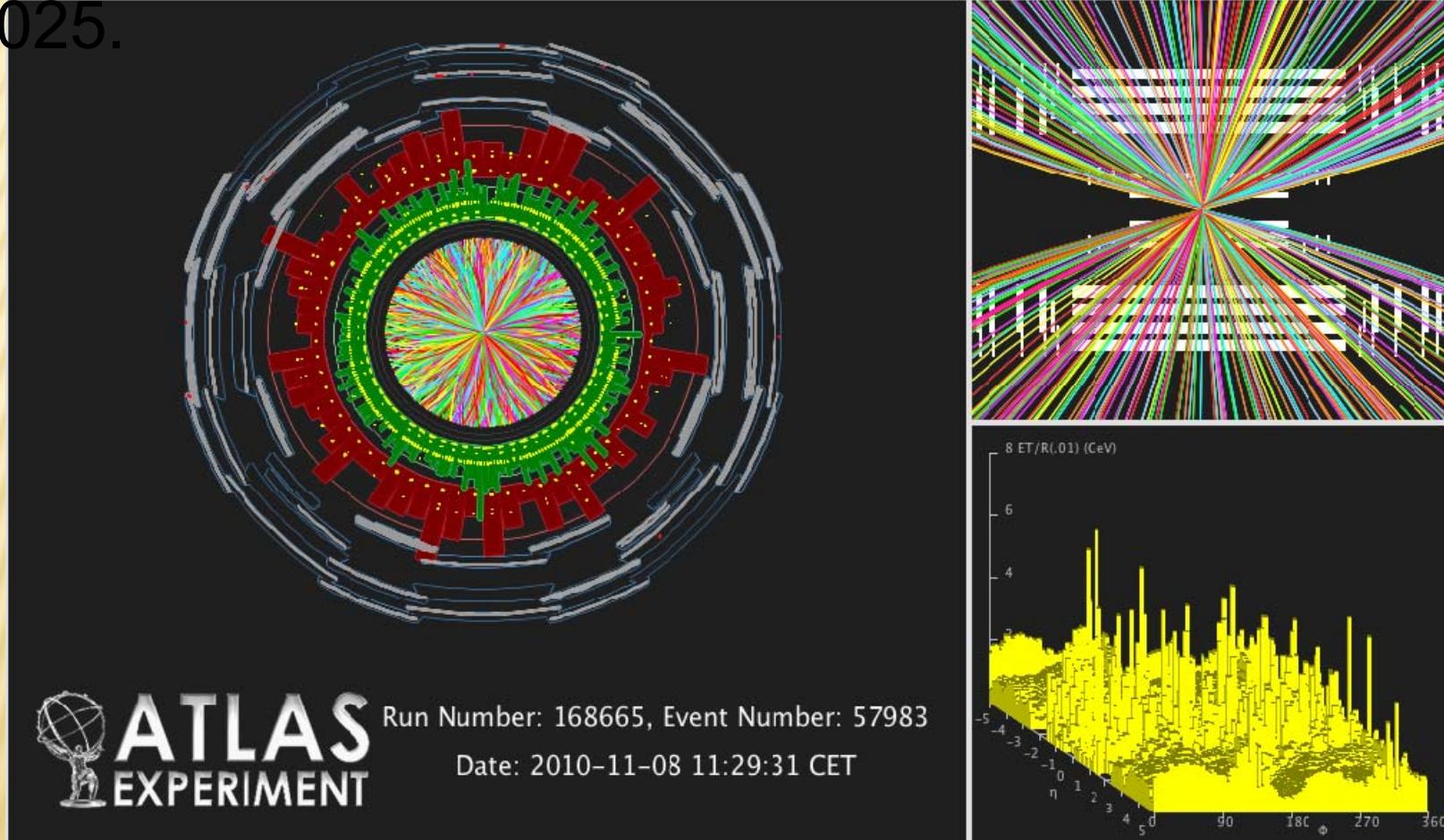


ИНТЕГРАЛЬНАЯ СВЕТИМОСТЬ РР ПУЧКОВ ПРИ 7 ТЭВ В 2010

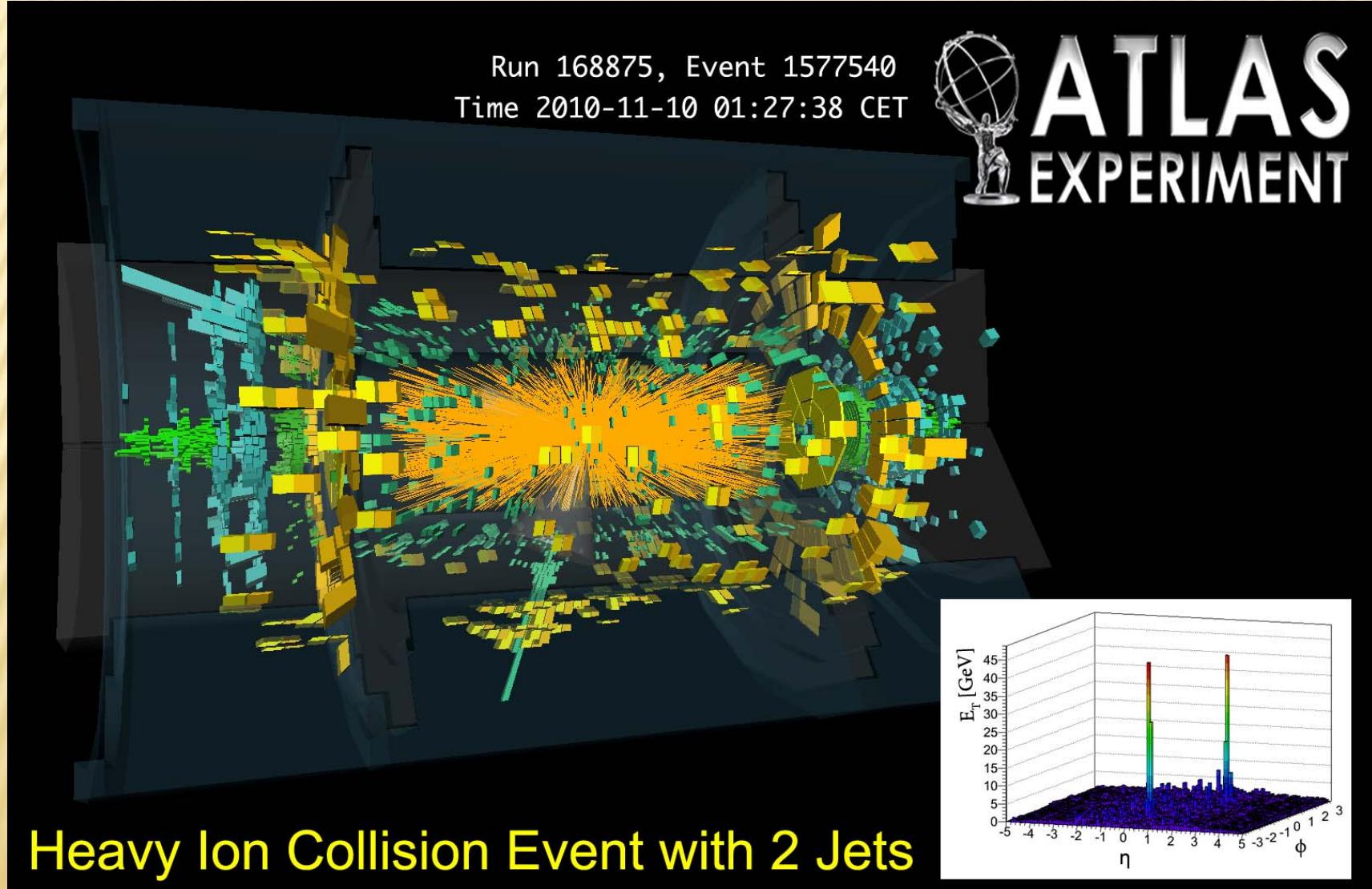


8 ноября 2010 в Большом Адронном Коллайдере
впервые осуществлены столкновения ядер свинца с
энергией 2,76 ТэВ на нуклон-нуклонное соударение.
Соенс продлится до 6 декабря 2010.

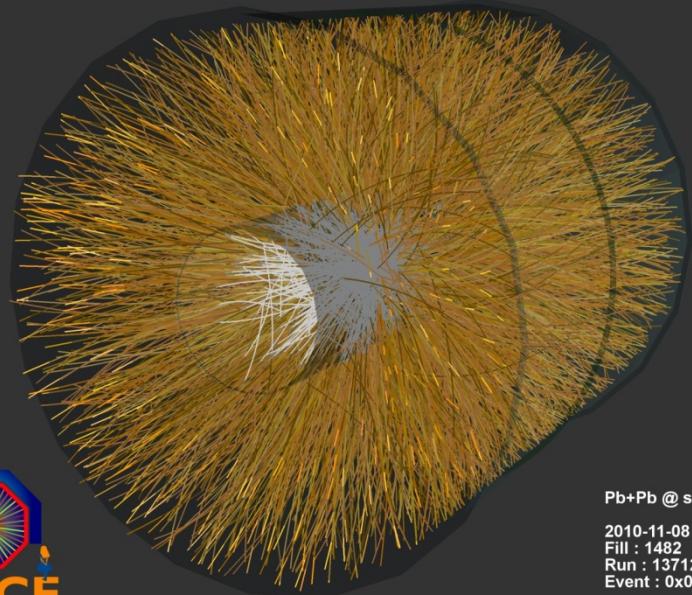
Early heavy ion event in first heavy-ion fill with stable beam collisions, 8 November 2010. Raw number of reconstructed tracks with $p_T > 1$ GeV is 1025.



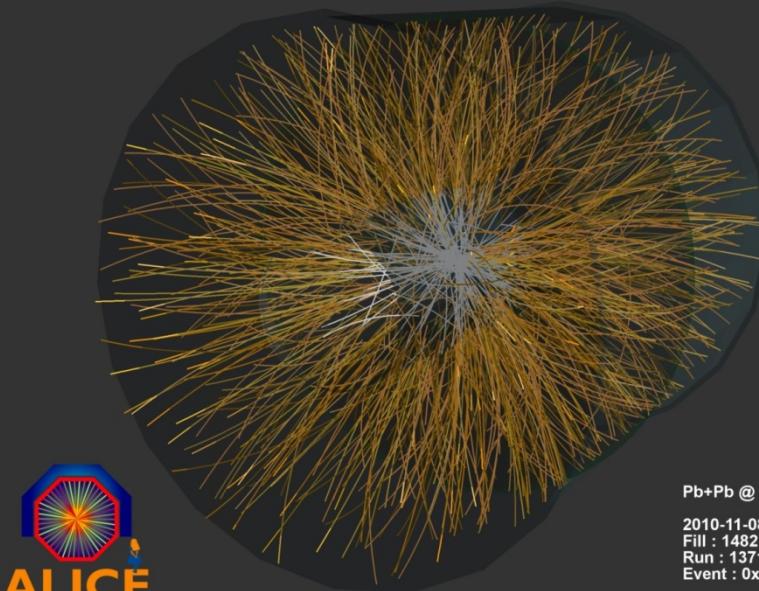
A HEAVY ION COLLISION WITH TWO JETS.
PRELIMINARY ESTIMATES OF THE JET E_T 'S ARE THAT
THEY ARE AROUND 160 GEV.



These are online reconstructed events from the High Level Trigger,
showing tracks from the Inner Tracking System and the Time Projection
Chamber of ALICE.

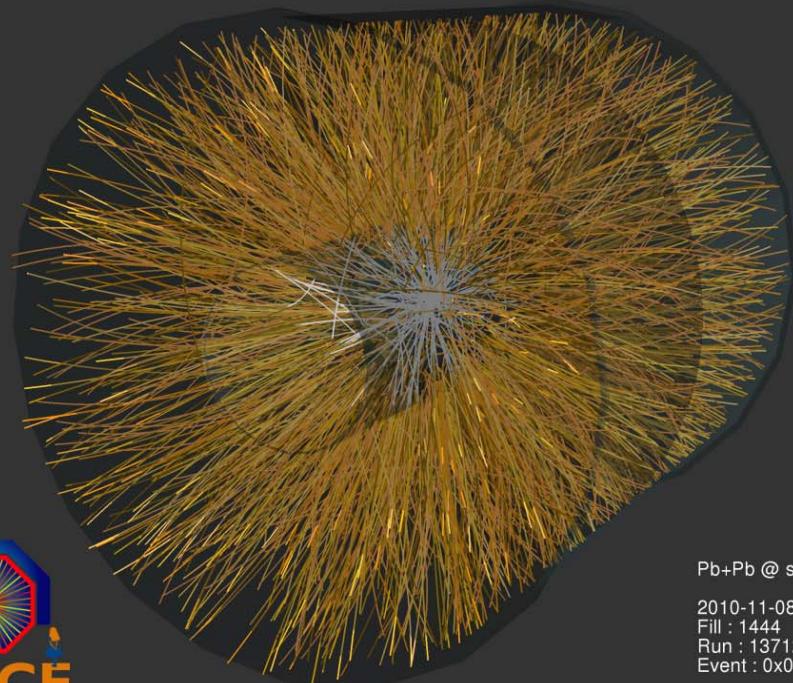


Pb+Pb @ $\text{sqrt}(s) = 2.76$
2010-11-08 11:30:46
Fill : 1482
Run : 137124
Event : 0x00000000D3E

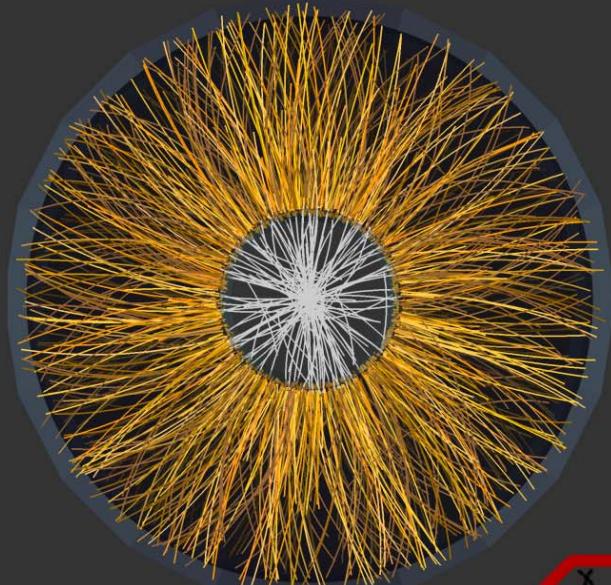


Pb+Pb @ $\text{sqrt}(s) = 2.76 \text{ ATeV}$
2010-11-08 11:36:37
Fill : 1482
Run : 137124
Event : 0x00000000D4C1693

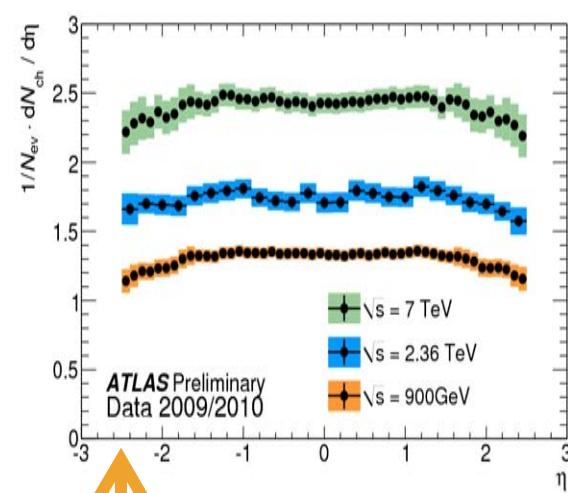
ONE OF THE FIRST EVENTS FROM LEAD-LEAD COLLISIONS AT A CENTRE-OF-MASS ENERGY OF 2.76 TEV PER NUCLEON PAIR. AN ONLINE RECONSTRUCTED EVENT FROM THE HIGH LEVEL TRIGGER (HLT), SHOWING TRACKS FROM THE INNER TRACKING SYSTEM (ITS) AND THE TIME PROJECTION CHAMBER (TPC) OF ALICE.



Pb+Pb @ $\text{sqrt}(s) = 2.76 \text{ ATeV}$
2010-11-08 11:29:42
Fill : 1444
Run : 137124
Event : 0x0000000271EC693

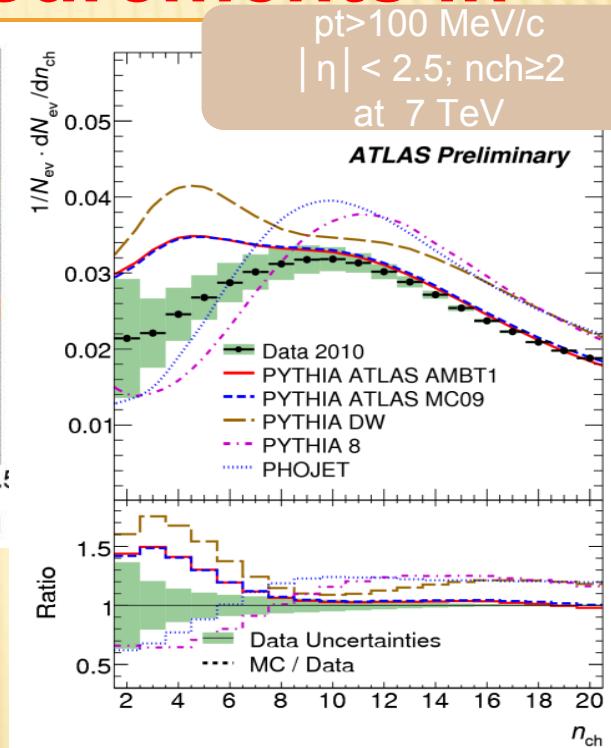
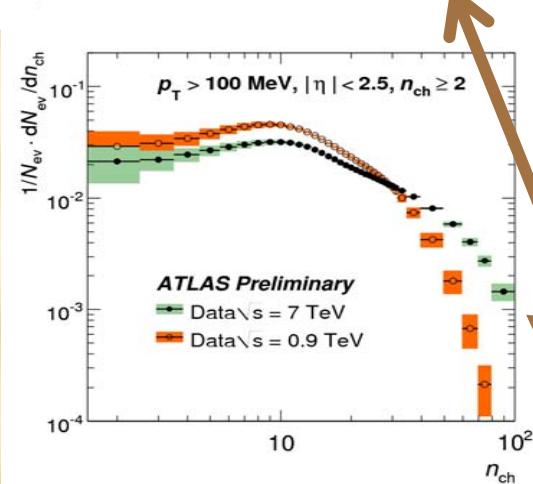
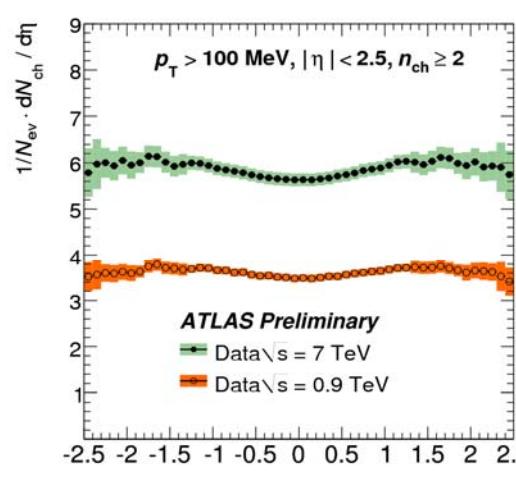


Particle multiplicities measurements in



Charged particles with
 $p_T > 500 \text{ MeV}/c$
 $|\eta| < 2.5$; $n_{\text{ch}} \geq 1$
at 0.9, 2.36 and 7 TeV

- No subtraction for single/double diffractive components
- Distributions corrected back to hadron level

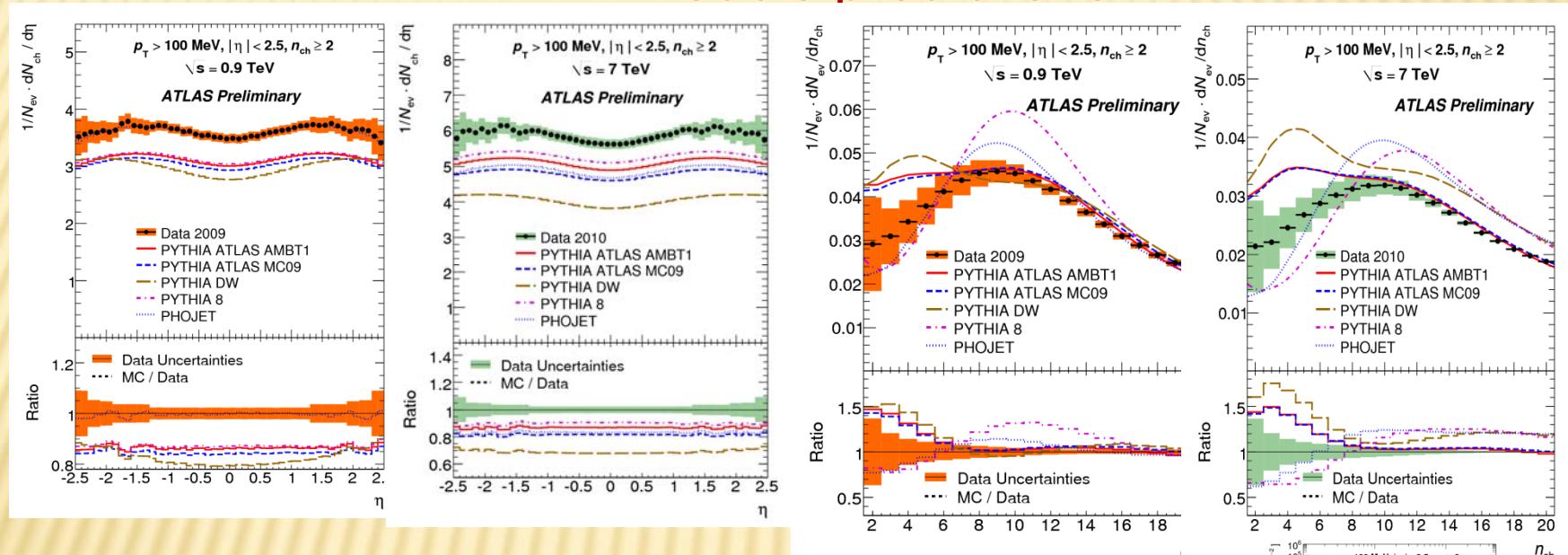


Charged particles with
 $p_T > 100 \text{ MeV}/c$
 $|\eta| < 2.5$; $n_{\text{ch}} \geq 2$
at 0.9 and 7 TeV

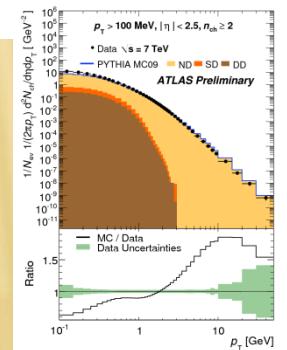
ATLAS PERFORMANCE AND RESULTS

Particle Multiplicities at 0.9 and 7 TeV

on η and n_{ch} for $p_T > 100 \text{ MeV}/c$ and $|n| < 2.5$; $n_{\text{ch}} \geq 2$
with models predictions

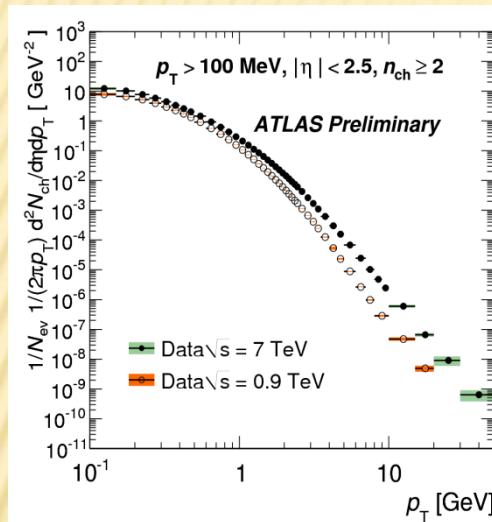


- Measured over a well-defined kinematic region
- No subtraction for single/double diffractive components
- Distributions corrected back to hadron level
- High-precision minimally model-dependent measurements
- Provide strong experimental constraints on MC models



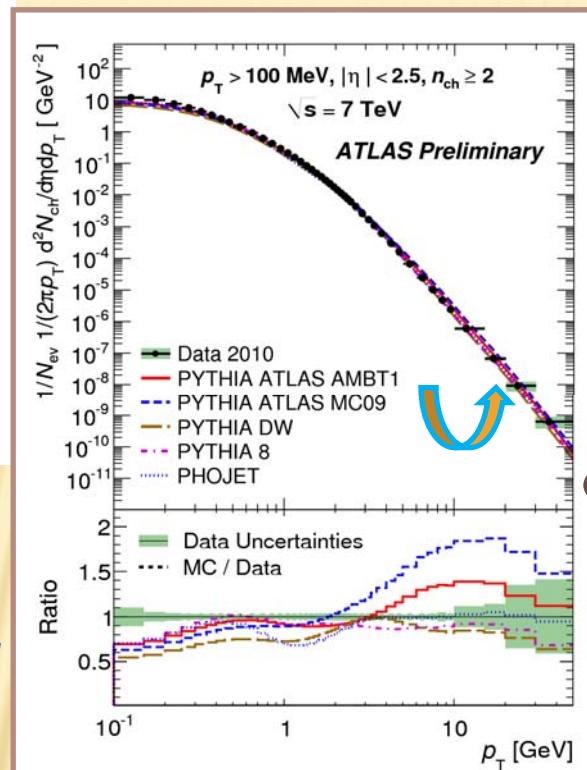
Pt measurements for charged particles with $p_T > 100$ MeV/c $|\eta| < 2.5$; $n_{ch} \geq 2$

at 0.9 and 7 TeV

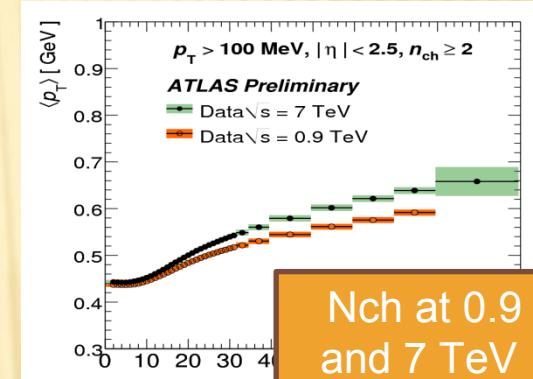


Pt at 0.9 and 7 TeV

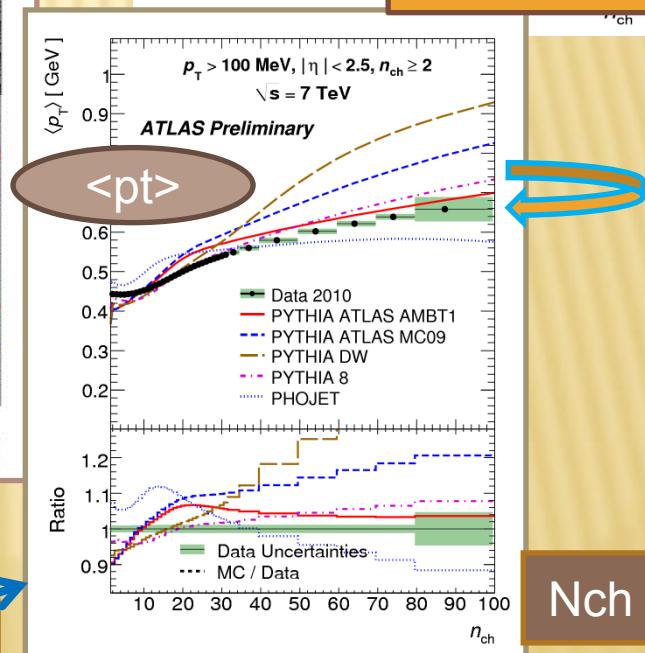
Pt at 7 TeV vs models



Data 7 TeV vs models



Nch at 0.9 and 7 TeV



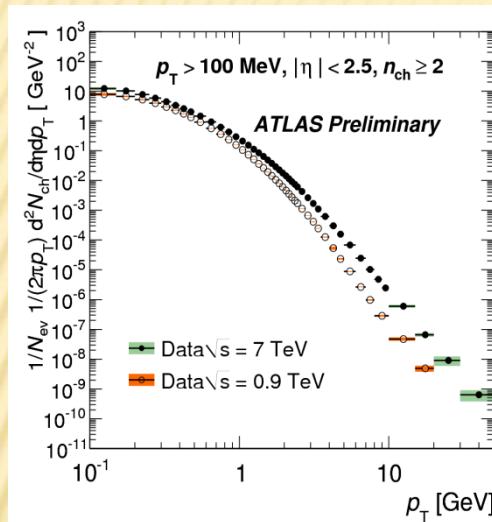
Nch

ATLAS PERFORMANCE AND RESULTS

Pt measurements for charged particles with $p_T > 100$ MeV/c

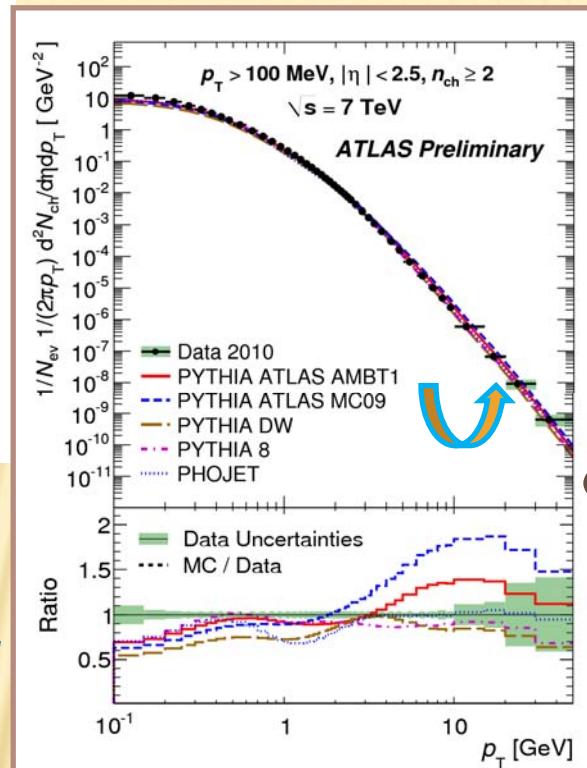
$| \eta | < 2.5; N_{ch} \geq 2$

at 0.9 and 7 TeV

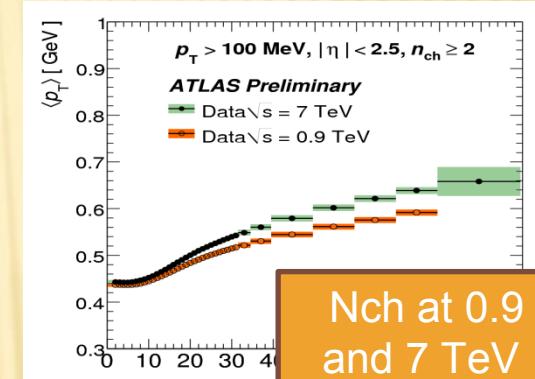


Pt at 0.9 and 7 TeV

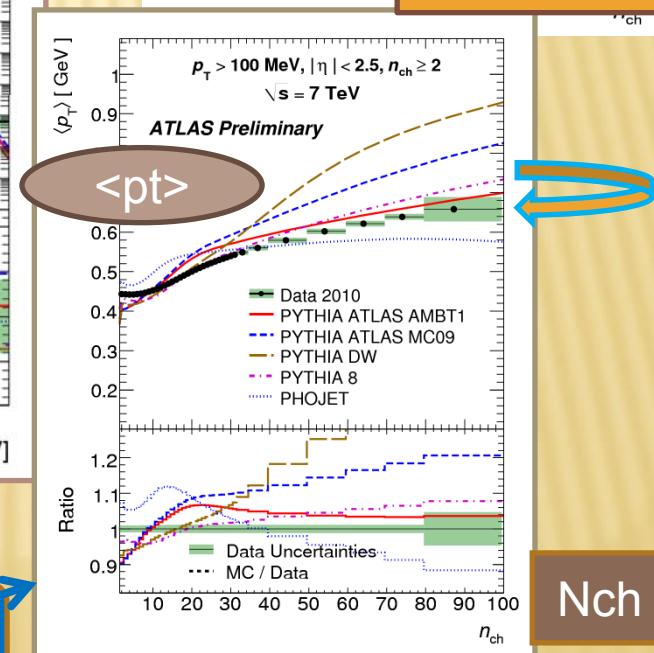
Pt at 7 TeV vs models



Data 7 TeV vs models



Nch at 0.9 and 7 TeV

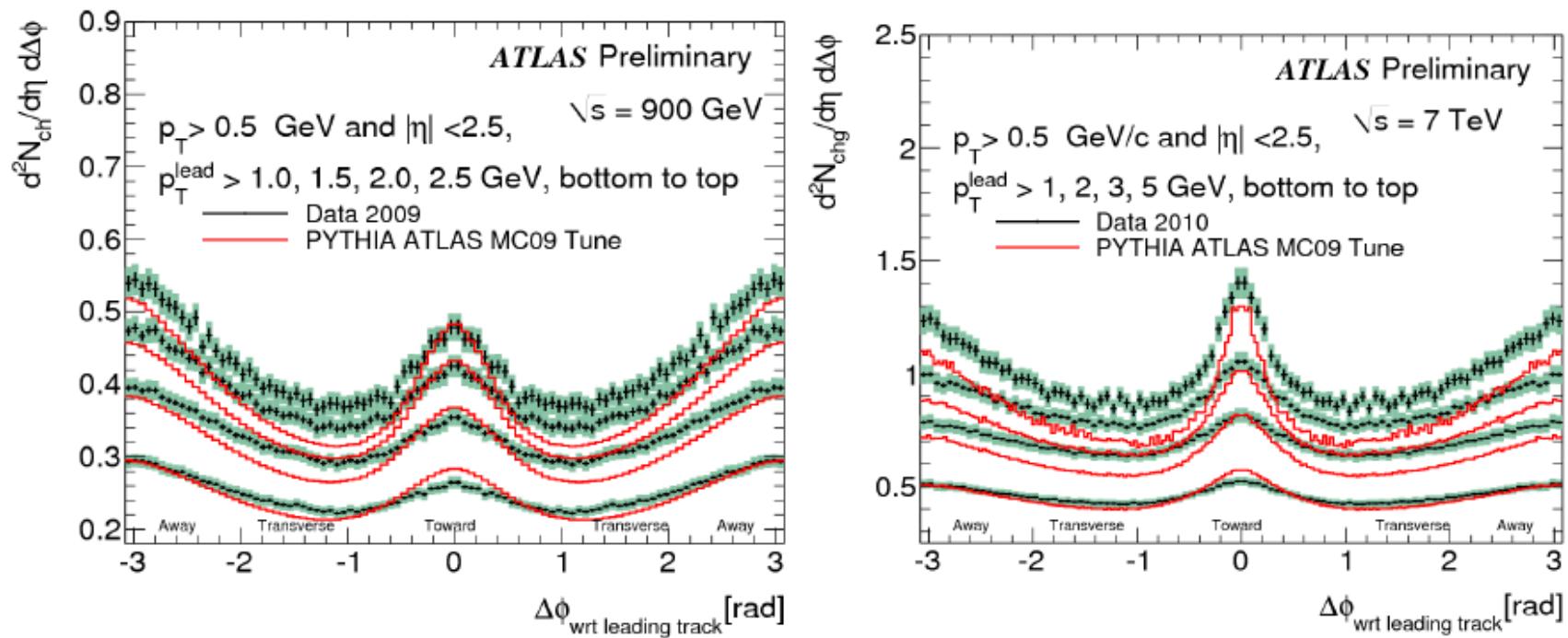


Nch

ATLAS PERFORMANCE AND RESULTS

Particle Density Angular Correlation

- ▶ Define the event orientation by the azimuthal angle of the track with the highest p_T
- ▶ Plots are reflected about $\phi=0$; highest p_T track is not included



- ▶ Monte Carlo tunes only reproduce the general features
 - ▶ Disagreement in rates both in the transverse region (UE) and in the Toward and Away regions (MPI/Hard Core)

КОРРЕЛЯЦИИ В РР СОУДАРЕНИЯХ

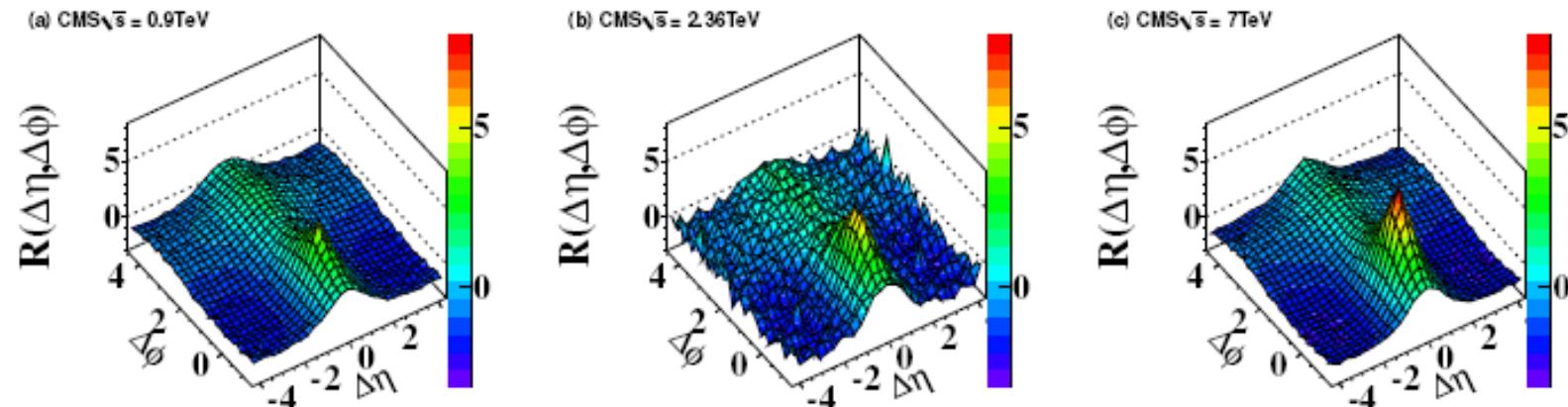


Figure 2. Two-particle correlation functions versus $\Delta\eta$ and $\Delta\phi$ in pp collisions at \sqrt{s} = (a) 0.9, (b) 2.36, and (c) 7 TeV.

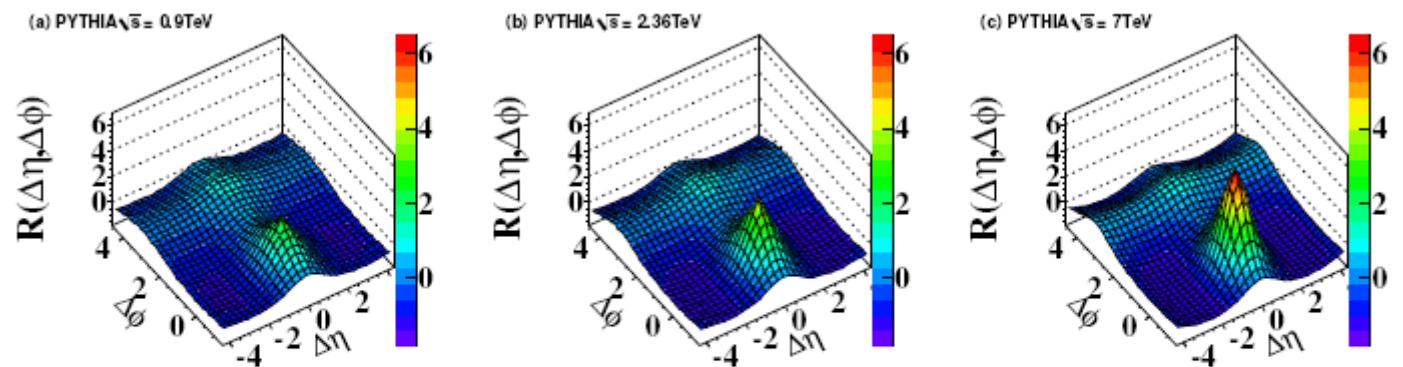
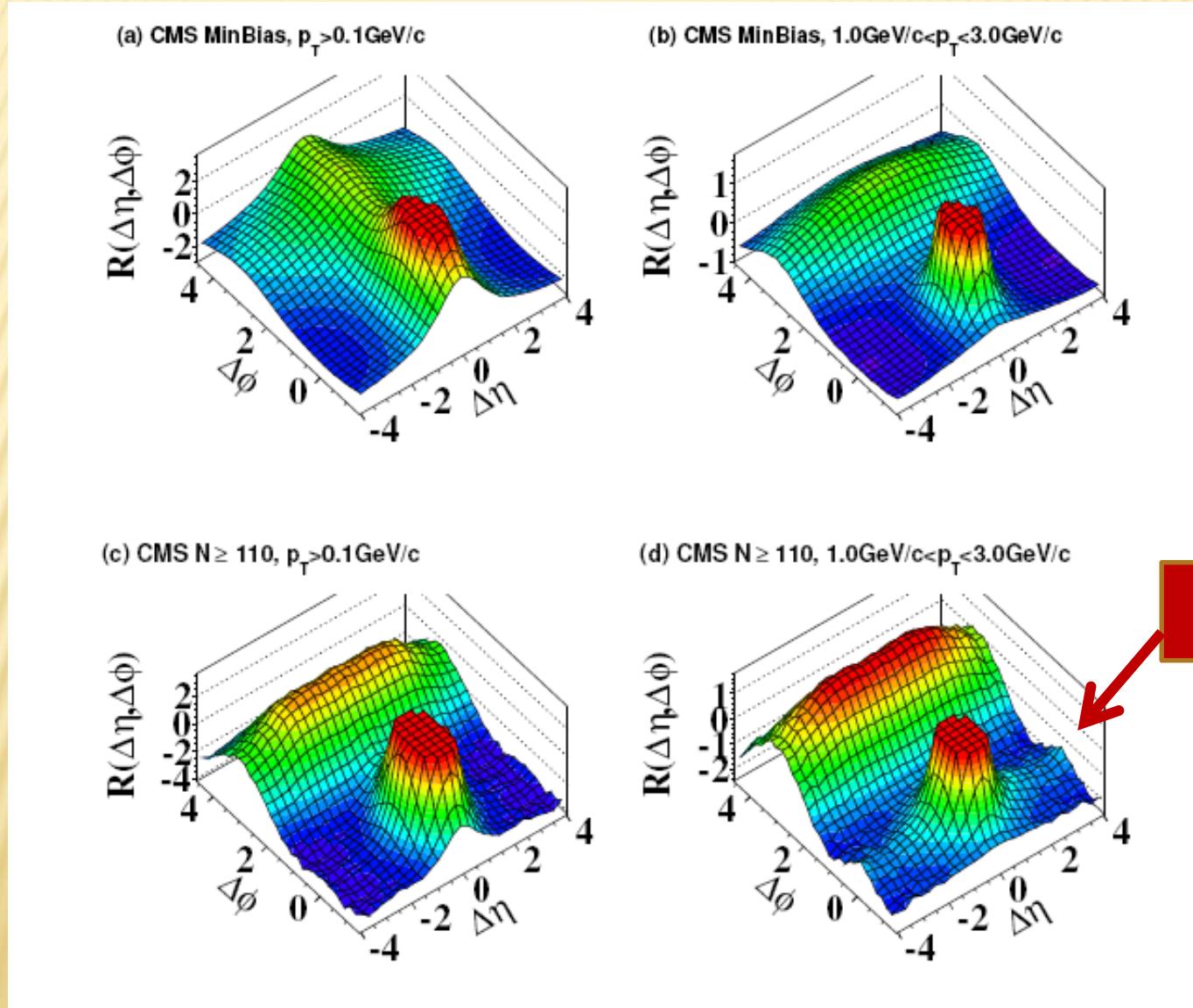


Figure 3. Two-particle correlation functions versus $\Delta\eta$ and $\Delta\phi$ in PYTHIA D6T tune at \sqrt{s} = (a) 0.9, (b) 2.36, and (c) 7 TeV.

ПРОЯВЛЕНИЕ RIDGE - ЭФФЕКТА



Ridge –
Эффект
В одномерных
распределени
ях

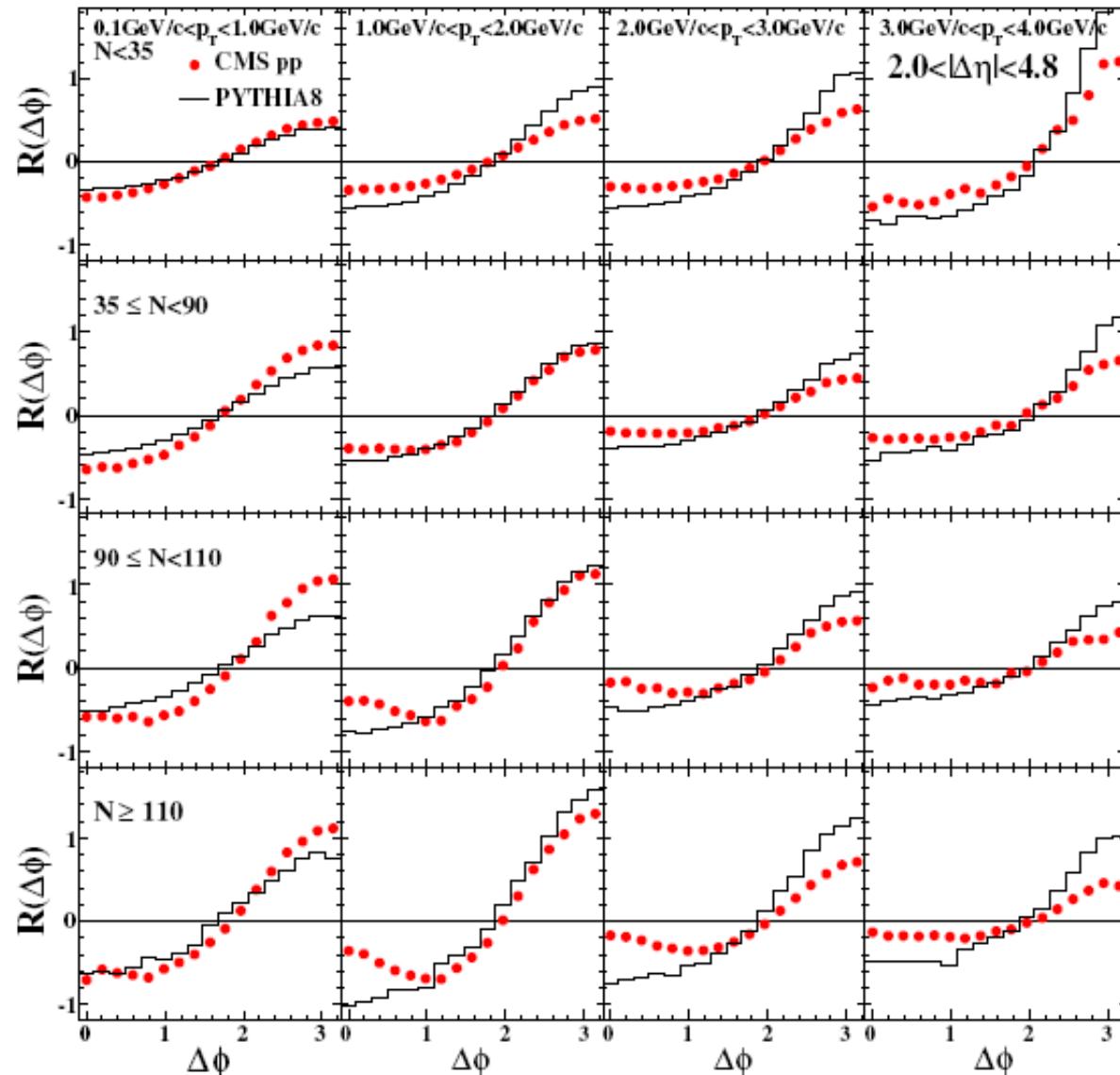
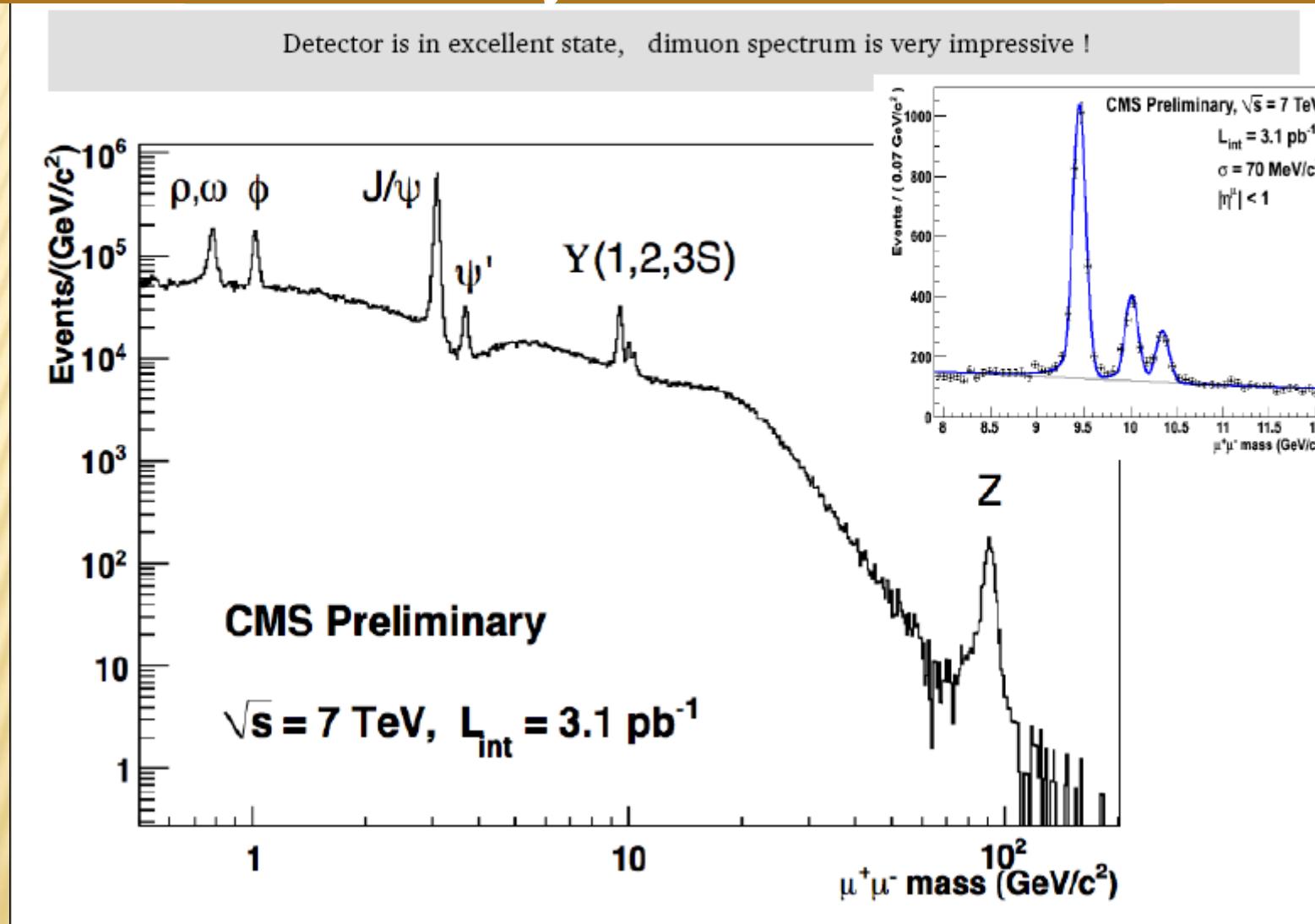
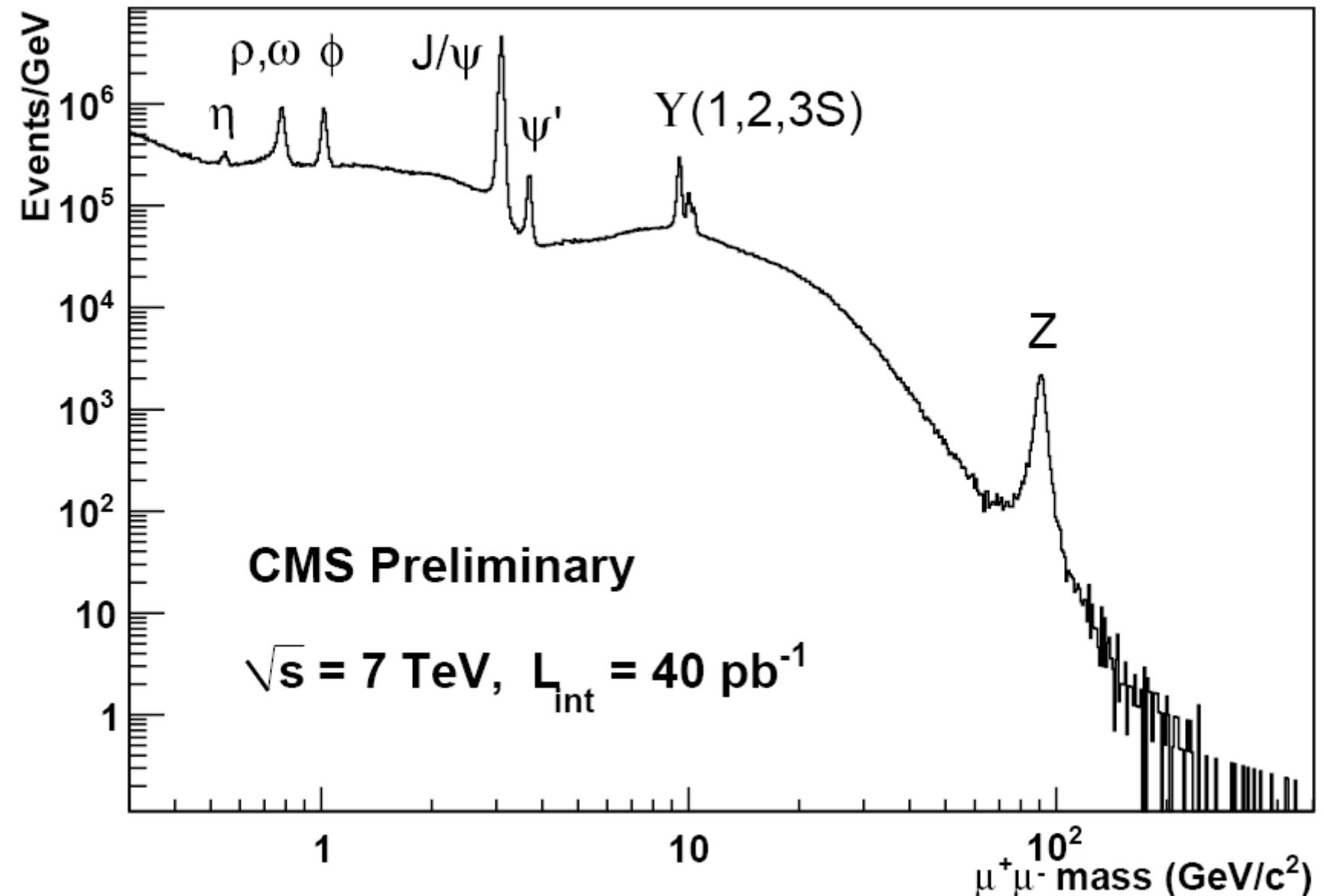


Figure 8. Projections of 2-D correlation functions onto $\Delta\phi$ for $2.0 < |\Delta\eta| < 4.8$ in different p_T and multiplicity bins for fully corrected 7 TeV pp data and reconstructed PYTHIA8 simulations. Error bars are smaller than the symbols.

Первые результаты, которые войдут в учебники



Первые результаты, которые войдут в учебники



CMS EXPERIMENT AT THE LHC MAKES FIRST OBSERVATION OF Z BOSONS IN HEAVY-ION COLLISIONS - 18TH NOVEMBER 2010

Z-бозоны открыты в 1983г. И никогда прежде не наблюдались при соударениях ионов

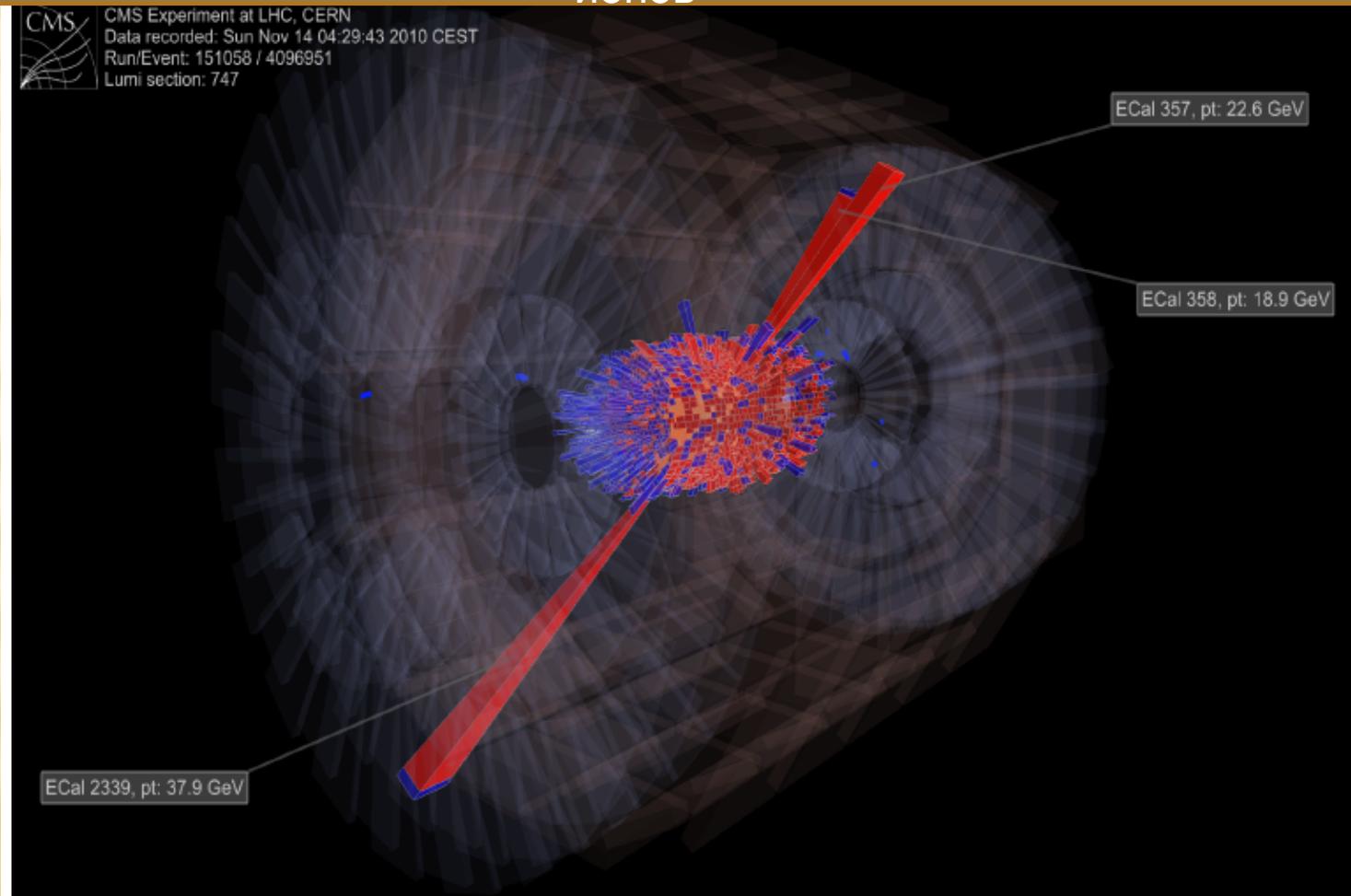
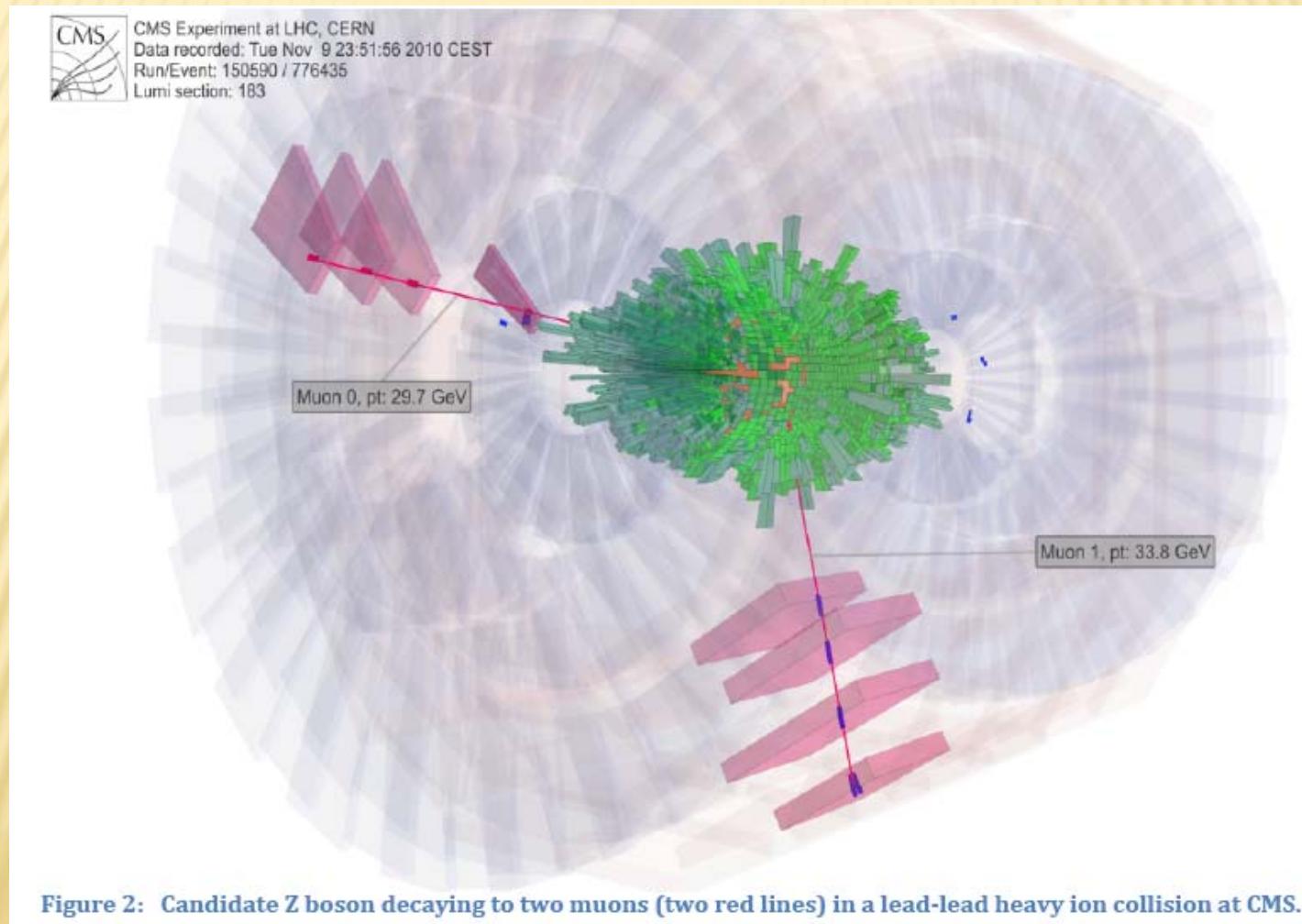


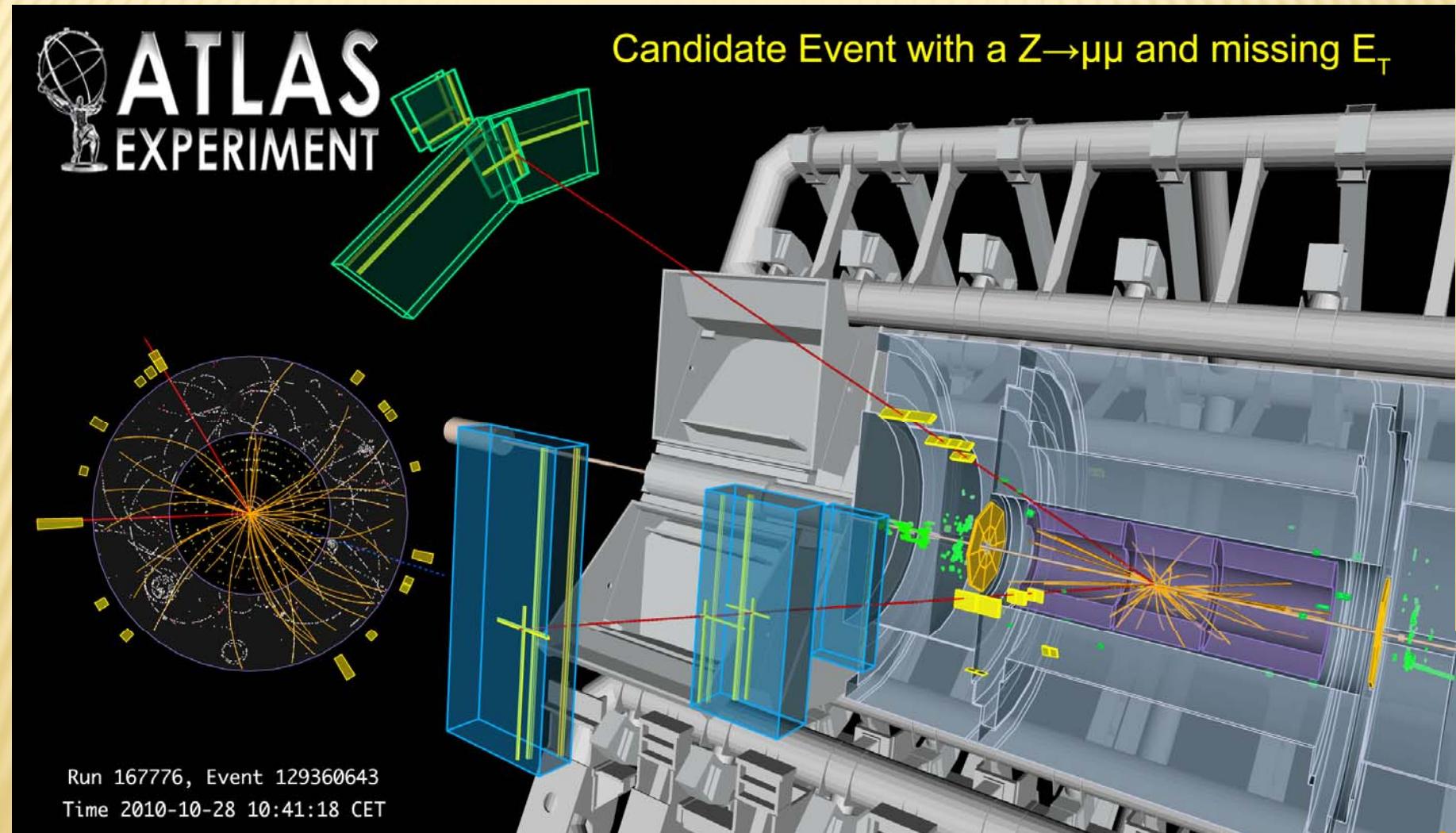
Figure 1: Candidate Z boson decaying to two electrons (two tallest red towers) in a lead-lead heavy ion collision at CMS. The other red and blue towers indicate energy deposits in CMS from other particles produced.

**РЕГИСТРАЦИЯ Z-БОЗОНА ПО РАСПАДУ НА ДВА МЮОНА
ВСЕГО CMS ЗАРЕГИСТРИРОВАЛ 10 КАНДИДАТОВ В Z-БОЗОНЫ НА 20.11.2010**



**Figure 2: Candidate Z boson decaying to two muons (two red lines) in a lead-lead heavy ion collision at CMS.
The green indicates energy deposits in CMS from other particles produced.**

CANDIDATE EVENT WITH A Z DECAY TO MUON PAIRS, RECOILING AGAINST MISSING- E_T . THE MUON CANDIDATES HAVE TRANSVERSE MOMENTA OF 50 AND 126 GEV AND A DIMUON INVARIANT MASS OF 94 GEV; THE MISSING E_T IS MEASURED TO BE 161 GEV.



ИЗМЕРЕНИЕ $Z/\Gamma \rightarrow \text{ЛЕПТОНЫ}$ В ATLAS

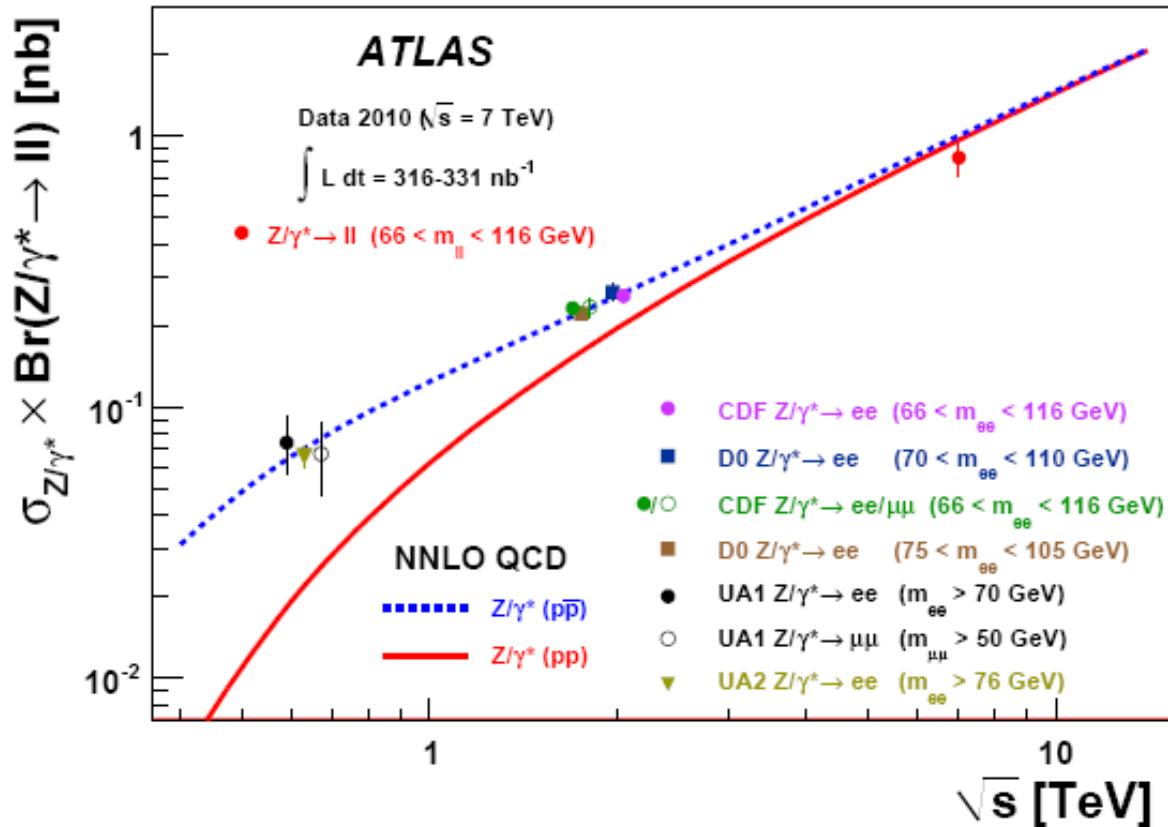


Fig. 13: The measured value of $\sigma_{Z/\gamma^*} \times \text{BR}(Z/\gamma^* \rightarrow ll)$ where the electron and muon channels have been combined, compared to the theoretical predictions based on NNLO QCD calculations (see text). The predictions are shown for both proton-proton and proton-antiproton colliders as a function of \sqrt{s} . In addition, previous measurements at proton-antiproton colliders are shown. The data points at the various energies are staggered to improve readability. The CDF and D0 measurements are shown for both Tevatron collider energies, $\sqrt{s} = 1.8 \text{ TeV}$ and $\sqrt{s} = 1.96 \text{ TeV}$. All data points are displayed with their total uncertainty. The theoretical uncertainties are not shown.

Рождение W
в pp
соударениях
при 7 ТэВ
В
эксперимент
е
ATLAS

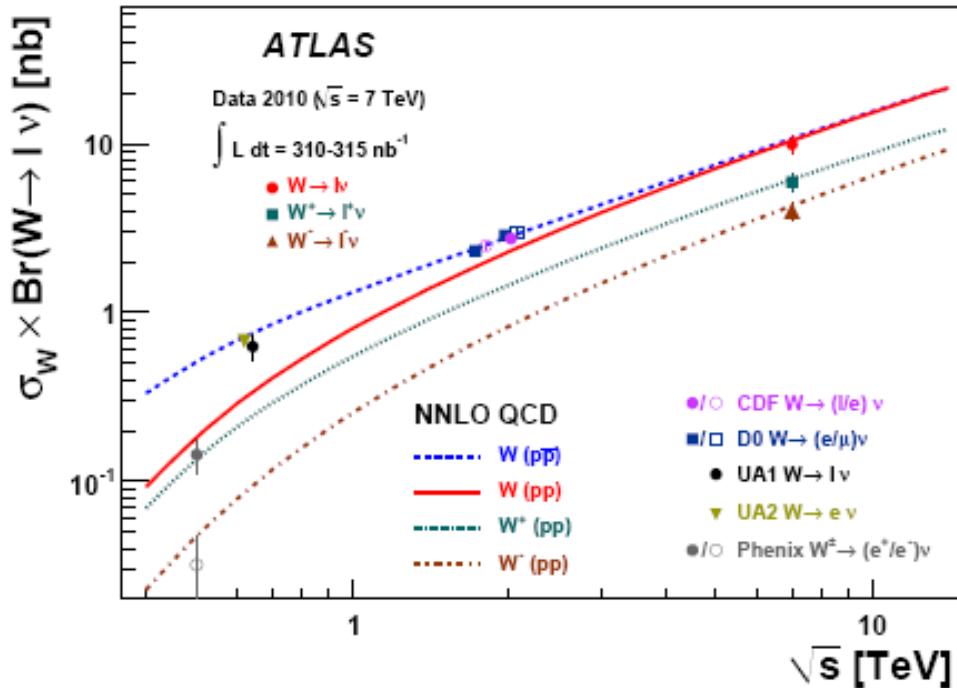


Fig. 12: The measured values of $\sigma_W \cdot \text{BR}(W \rightarrow \ell\nu)$ for W^+ , W^- and for their sum compared to the theoretical predictions based on NNLO QCD calculations (see text). Results are shown for the combined electron-muon results. The predictions are shown for both proton-proton (W^+ , W^- and their sum) and proton-antiproton colliders (W) as a function of \sqrt{s} . In addition, previous measurements at proton-antiproton and proton-proton colliders are shown. The data points at the various energies are staggered to improve readability. The CDF and D0 measurements are shown for both Tevatron collider energies, $\sqrt{s} = 1.8 \text{ TeV}$ and $\sqrt{s} = 1.96 \text{ TeV}$. All data points are displayed with their total uncertainty. The theoretical uncertainties are not shown.

	$R_{W^{(\pm)}/Z}^e$	$R_{W^{(\pm)}/Z}^\mu$
W^+	$8.4 \pm 1.1 \text{ (stat)} \pm 0.6 \text{ (syst)}$	$6.5 \pm 0.7 \text{ (stat)} \pm 0.3 \text{ (syst)}$
W^-	$5.7 \pm 0.7 \text{ (stat)} \pm 0.4 \text{ (syst)}$	$4.4 \pm 0.5 \text{ (stat)} \pm 0.2 \text{ (syst)}$
W	$14.0 \pm 1.8 \text{ (stat)} \pm 0.9 \text{ (syst)}$	$11.0 \pm 1.1 \text{ (stat)} \pm 0.5 \text{ (syst)}$

Table 14: Measured cross-section ratios $R_{W^+/Z}^{e,\mu}$, $R_{W^-/Z}^{e,\mu}$ and $R_{W/Z}^{e,\mu}$ in the electron and muon final states.

ОТНОШЕНИЕ ВЫХОДОВ W^\pm/Z ПРИ 7ТЭВ

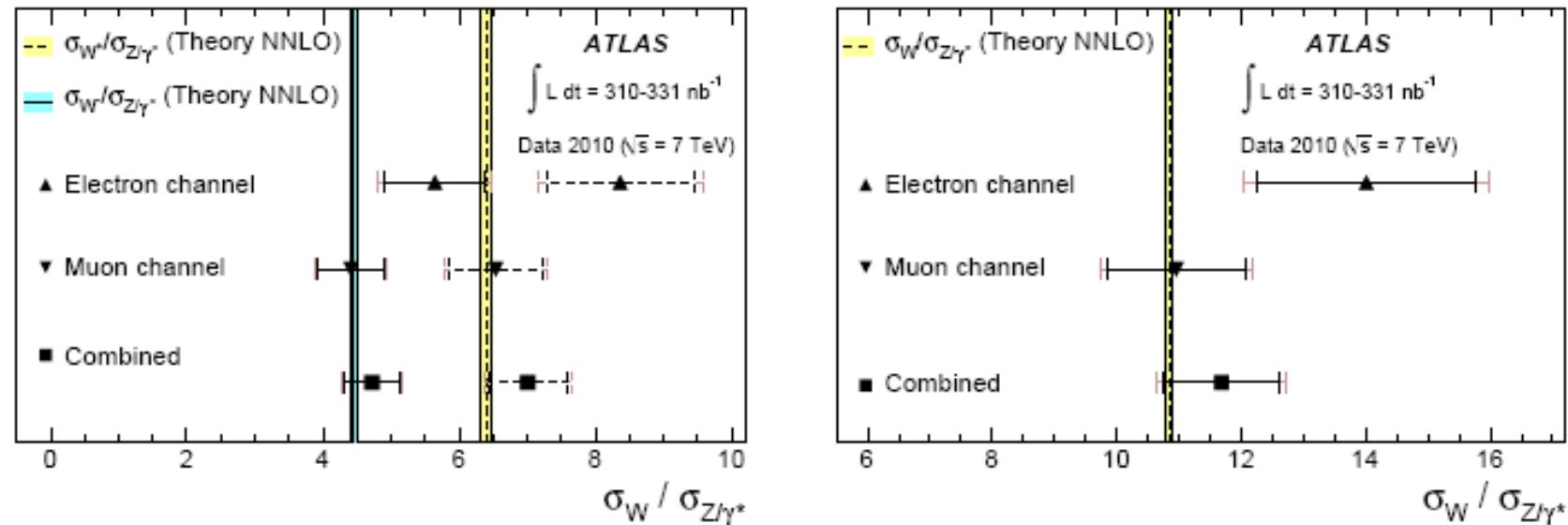
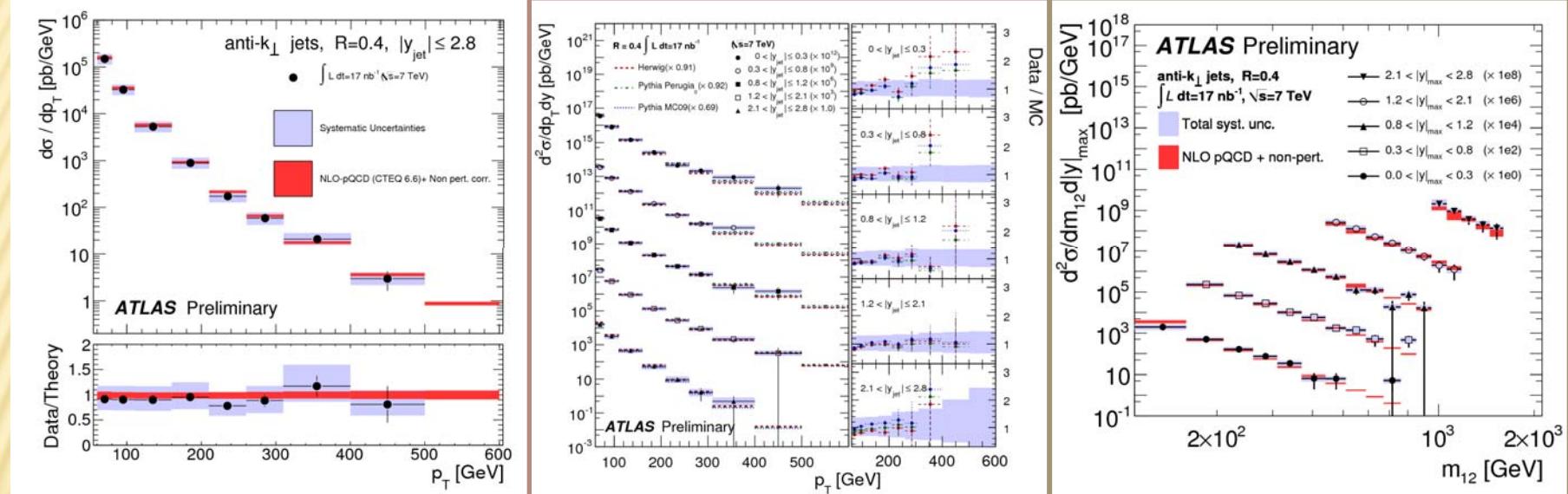


Fig. 14: The measured ratios between the W^+ and W^- and the Z/γ^* cross section (left) in the electron and muon decay channels as well as the combined result (right) compared to the theoretical predictions based on NNLO QCD calculations (see text). The error bars represent successively the statistical, the statistical plus systematic and the total uncertainties (statistical, systematic and luminosity). All uncertainties are added in quadrature.

Jets performance and results

pp 7 TeV, 17 nb-1

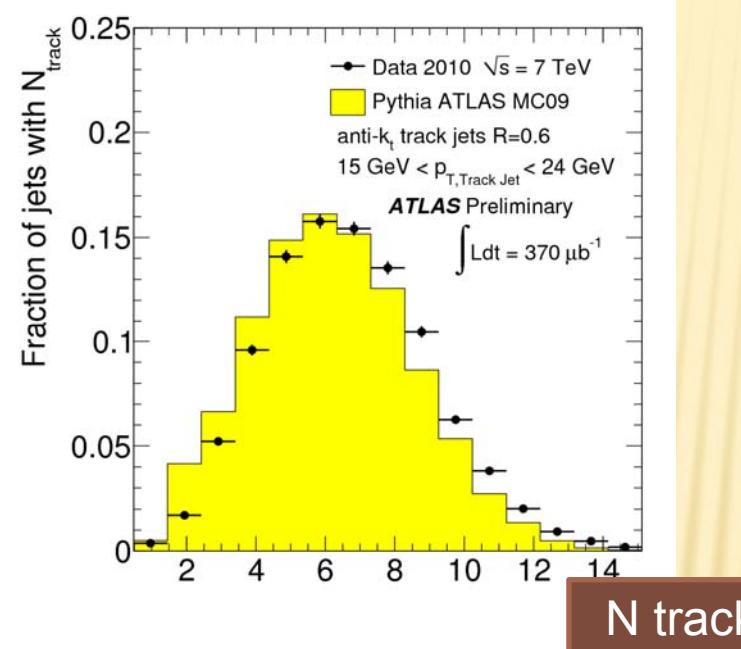


Measured Inclusive jet cross-section extended up to jet $p_T = 500$ GeV/c and dijet masses of 2 TeV

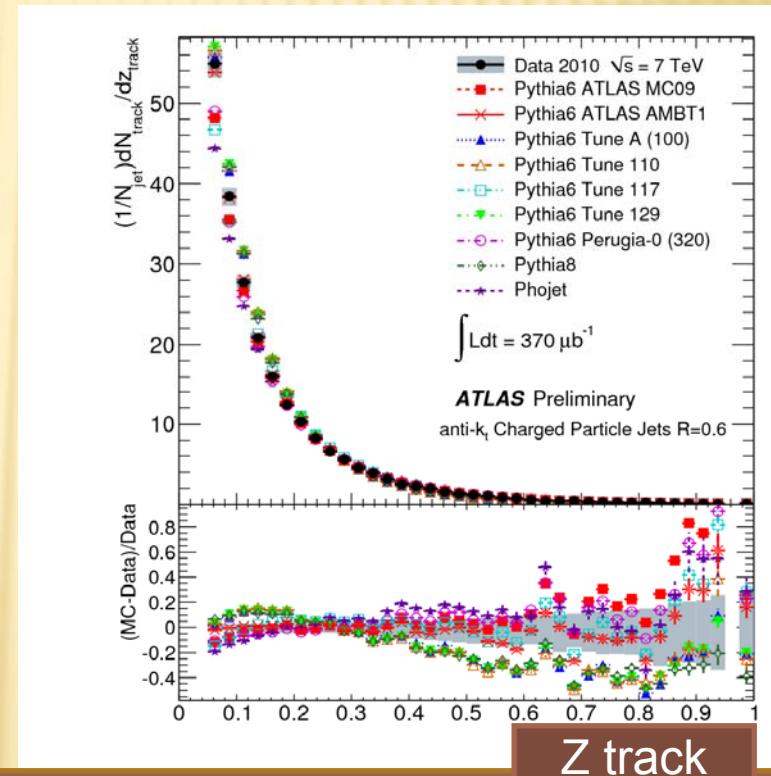
Data are well described by fixed-order NLO pQCD, corrected for non-perturbative effects

Inclusive jet measurements with ID: numbers of track distributions and fragmentation functions

7 TeV

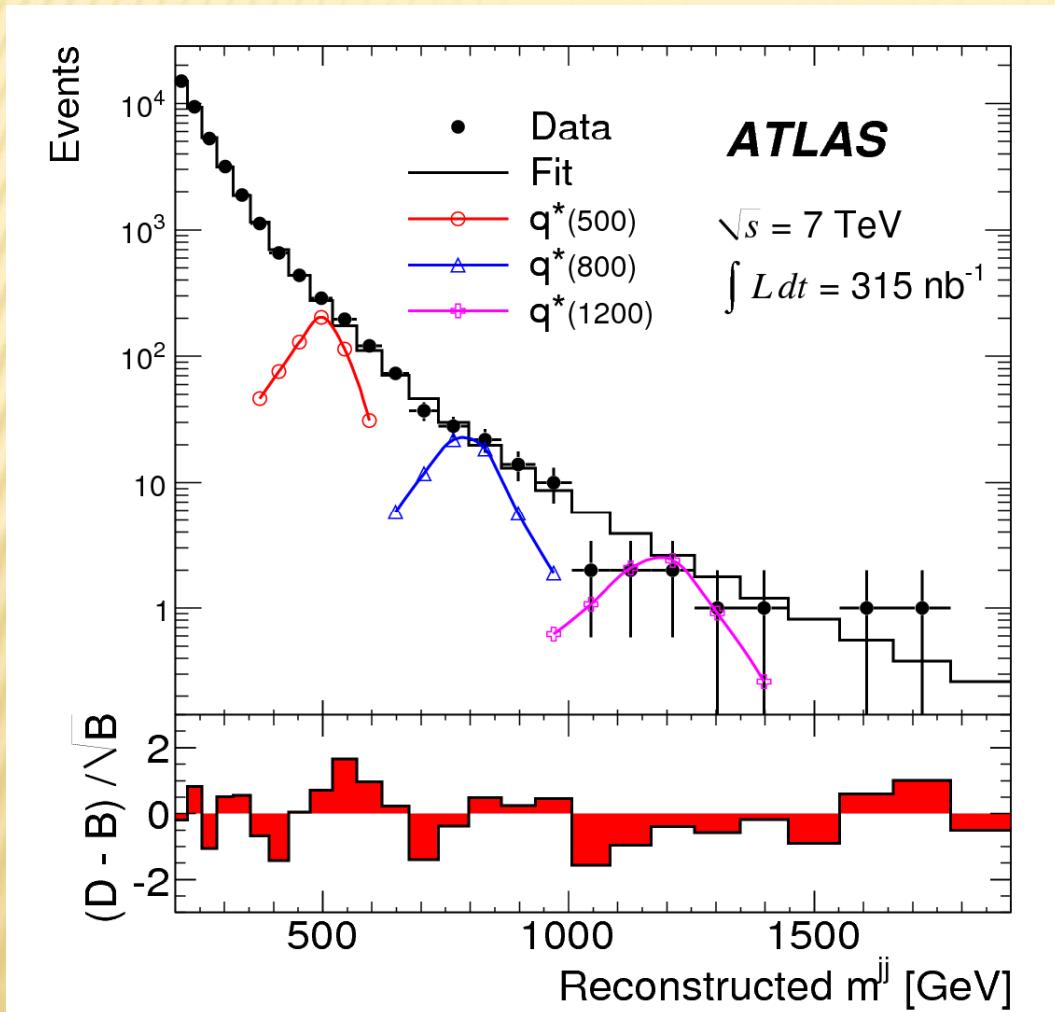


Number of tracks per jet with $R = 0.6$ for jet p_T from 15 GeV to 24 GeV. (Data are not corrected. Differences between data and Pythia MC09 are accounted for the fragmentation/underlying event systematic)



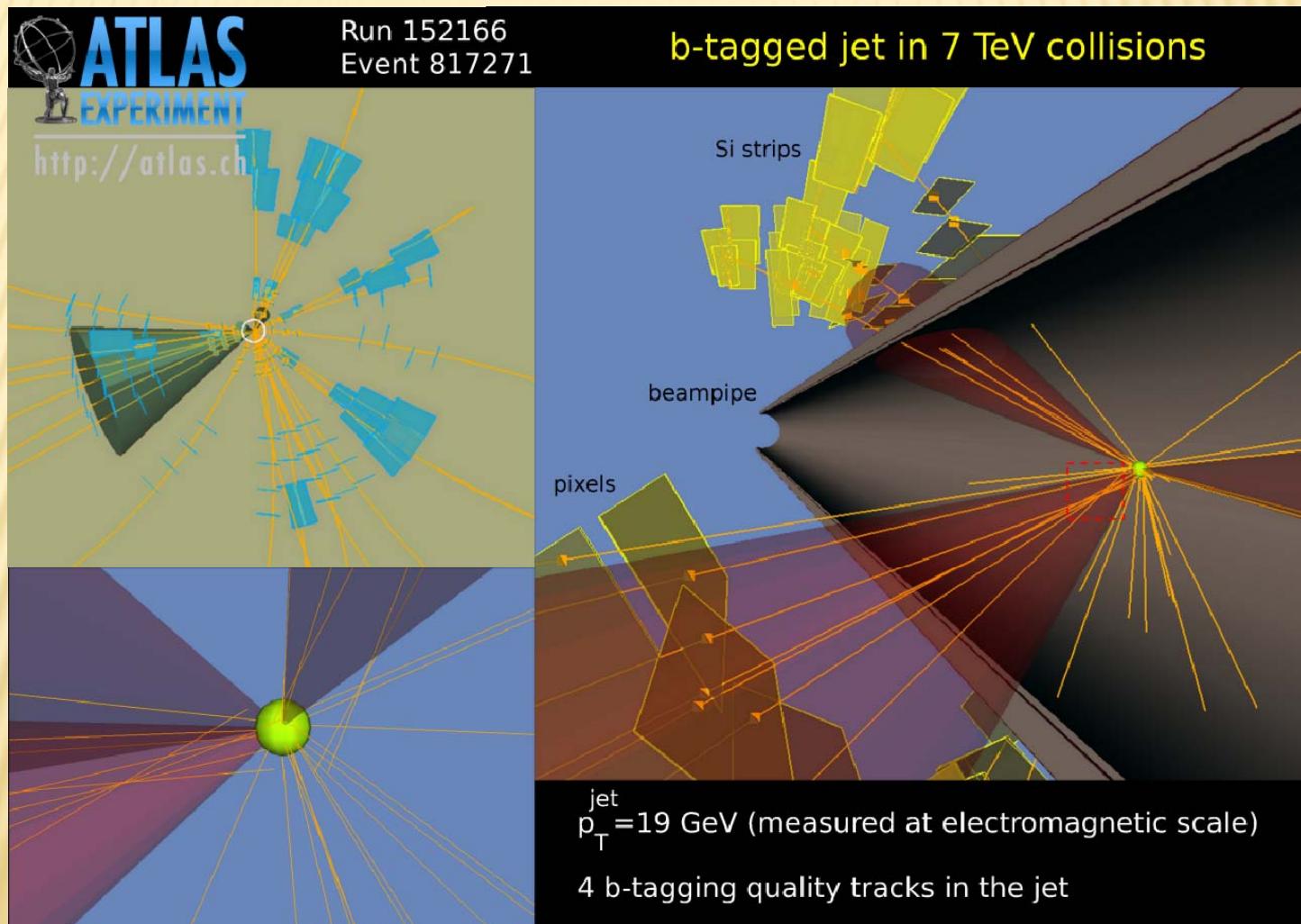
Corrected fragmentation function in anti- k_t jets with $R = 0.6$ for charged jet p_T from 15 - 24 GeV

НОВЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ДЛЯ ШКАЛЫ КОНТАКТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ



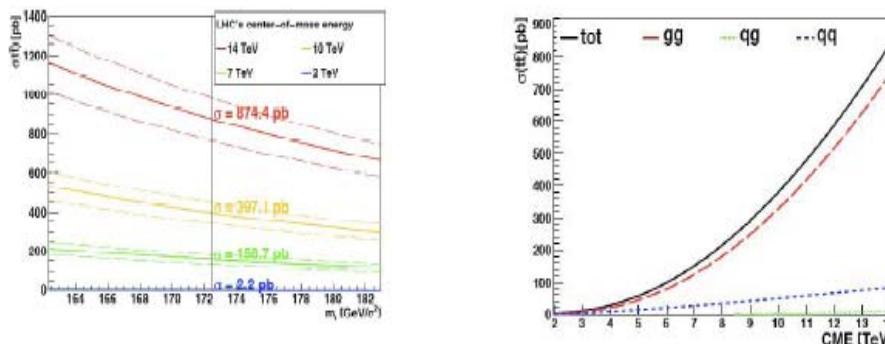
Исключены
контактные
взаимодействия
в модели
составных
кварков для
величины
константы
взаимодействия
ниже 3.4 ТэВ

B-TAGGED JET IN PP COLLISIONS AT 7 TeV



ПРОЦЕССЫ РОЖДЕНИЯ ТОП-КВАРКОВ

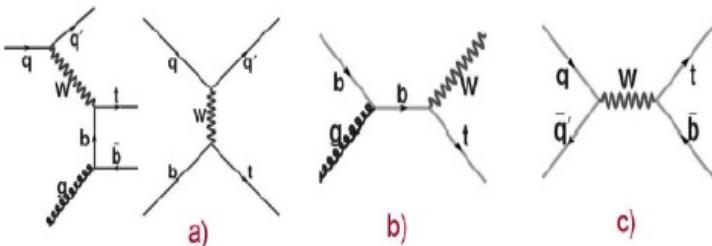
TOP PAIR PRODUCTION



NNLO $t\bar{t}$ cross section in pp collisions - uncertainty about 6%
(scale + PDF - see Langenfeld et al, arXiv:0906.5273):

CME (TeV)	σ_{tot} (pb)	σ_{gg}/σ_{tot}	σ_{qq}/σ_{tot}
14	886	89%	10%
10	403	86%	13%
7	161	55%	18%

SINGLE TOP PRODUCTION



3 channels for single top production.

Cross-sections significantly smaller than for $t\bar{t}$ production. Can hope to measure t -channel production cross-section with early data.

	7 TeV	14 TeV
t -channel (a)	58.7 pb	246.6 pb
s -channel (c)	3.9 pb	10.7 pb
Wt -channel (b)	13.1 pb	66 pb

TOP DECAYS

Tops almost always decay to a W and a b .

Branching ratio of W to leptons - $BR(W \rightarrow l\nu) \approx 0.11$.

- **single lepton** $t\bar{t} \rightarrow b\bar{b}q\bar{q}l\nu$ - 44% . Lepton can be triggered on, missing energy due to neutrino escaping the detector, hadronic top can be reconstructed.
- **dilepton** $t\bar{t} \rightarrow b\bar{b}ll'\nu_1\nu_2$ - 10% - limited statistics, but clean events, small background, easy to trigger on; hard to reconstruct top due to two neutrinos.
- **all-hadronic** $t\bar{t} \rightarrow b\bar{b}qqqq$ - 46% - lots of jet activity, very busy

TOP MEASUREMENTS

Measurements involving top quarks (x-sec, mass) generically involve **leptons**, **jets** (light and **heavy flavour**) and missing energy, and therefore require understanding of most detector components and their performance.

Timeline:

- 1 event displays with $\sim 1\text{pb}^{-1}$ of data
- 2 clear signal with a few pb^{-1}
- 3 subsequently cross section measurement, in the **single lepton** and **dilepton** channels.
- 4 with $\mathcal{O}(100)\text{pb}^{-1}$: rich top physics programme, including top mass measurement, single top, rare decays and more!

All the results in this talk are for 10 or 14 TeV, with scaled expectations for 7 TeV where explicitly stated.

ТОП-КВАРКИ

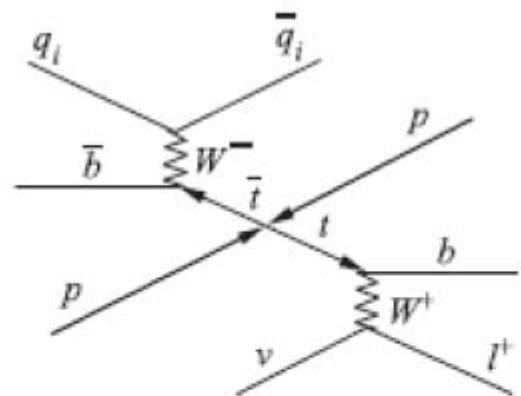
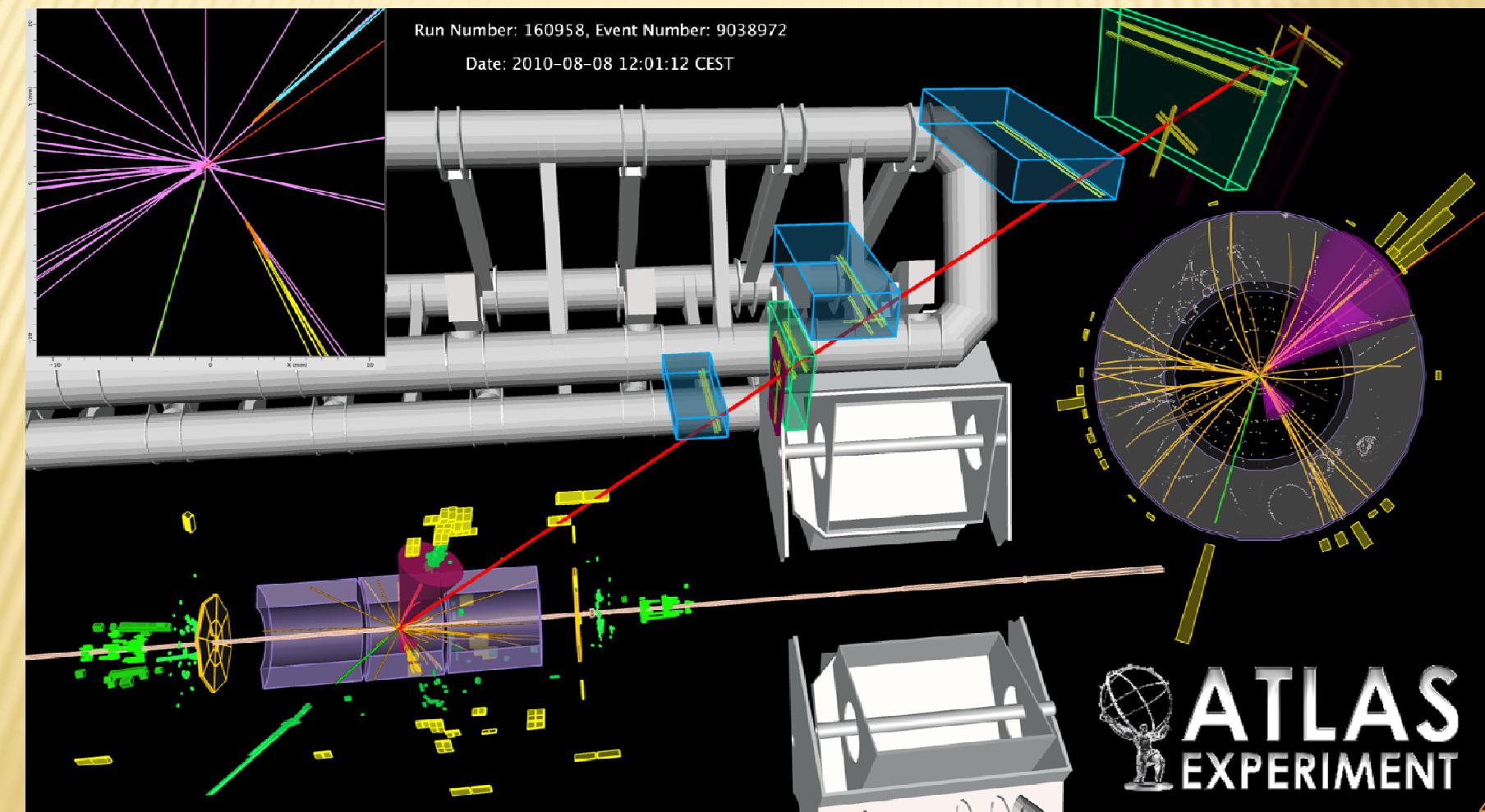


Рис. 2. Лептон-струйный канал распада $t\bar{t}$ -пары. При этом только электрон и мюон принимаются как лептоны

A TOP PAIR E-MU DILEPTON CANDIDATE WITH TWO B-TAGGED JETS.

THE ELECTRON IS SHOWN BY THE GREEN TRACK AND CALORIMETER CLUSTER IN THE 3D VIEW, AND THE MUON BY THE LONG RED TRACK INTERSECTING THE MUON CHAMBERS. THE TWO B-TAGGED JETS ARE SHOWN BY THE PURPLE CONES, WHOSE SIZES ARE PROPORTIONAL TO THE JET ENERGIES. THE INSET SHOWS THE XY VIEW OF THE VERTEX REGION, WITH THE SECONDARY VERTICES OF THE TWO B-TAGGED JETS INDICATED BY THE ORANGE ELLIPSES.



Впервые в Европе наблюдалось рождение топ-кварков и измерена вероятность этого процесса



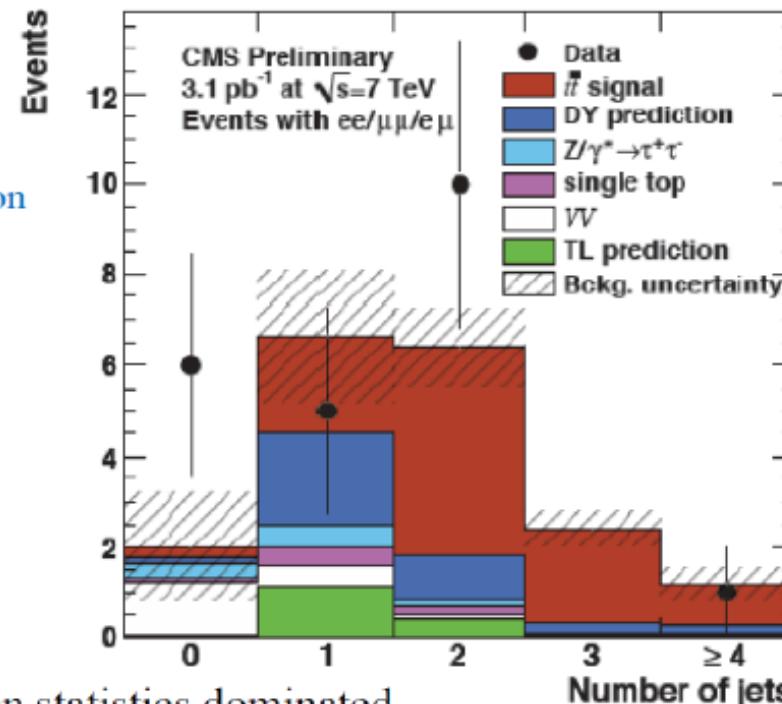
Top Quark Physics at CMS

- First measurement of the top pair production cross section in dilepton channels

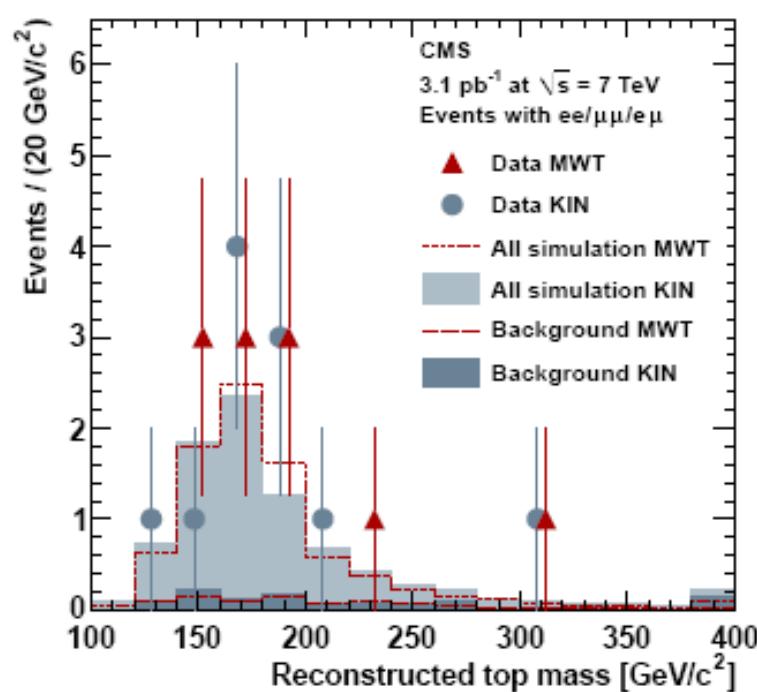
- ttbar, single top,
Drell-Yan-> $\tau\tau$ and double
boson estimate from simulation

- Drell-Yan->ee, $\mu\mu$ and events
with fake leptons estimated
via data-driven techniques

- Uncertainty on cross section statistics dominated



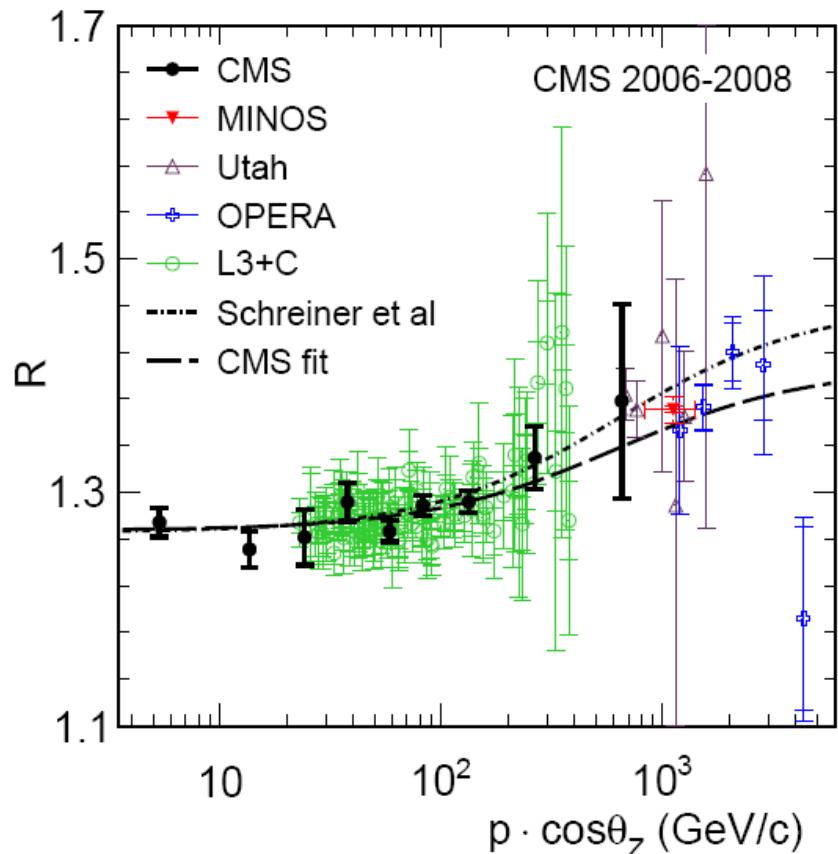
ТОП ИЗМЕРЕНИЯ В ДИЛЕПТОННОМ КАНАЛЕ



Source	Number of events
Expected t <bar>t</bar>	7.7 ± 1.5
Dibosons (VV)	0.13 ± 0.07
Single top (tW)	0.25 ± 0.13
Drell-Yan Z/γ* → τ ⁺ τ ⁻	0.18 ± 0.09
Drell-Yan Z/γ* → e ⁺ e ⁻ , μ ⁺ μ ⁻	1.4 ± 0.5 ± 0.5
Events with non-W/Z leptons	0.1 ± 0.5 ± 0.3
Total backgrounds	2.1 ± 1.0
Expected total, including t <bar>t</bar>	9.8 ± 1.8
Data	11

The first measurement of the cross section for top-quark pair production in pp collisions at the LHC at center-of-mass energy $\sqrt{s} = 7$ TeV has been performed using 3.1 ± 0.3 pb⁻¹ of data recorded by the CMS detector. This result utilizes the final state with two isolated, highly energetic charged leptons, large missing transverse energy, and two or more jets. Backgrounds from Drell-Yan and non-W/Z boson production are estimated from data. Eleven events are observed in the data with 2.1 ± 1.0 events expected from background. The measured cross section is $194 \pm 72(\text{stat.}) \pm 24(\text{syst.}) \pm 21(\text{lumi.})$ pb, consistent with next-to-leading order predictions.

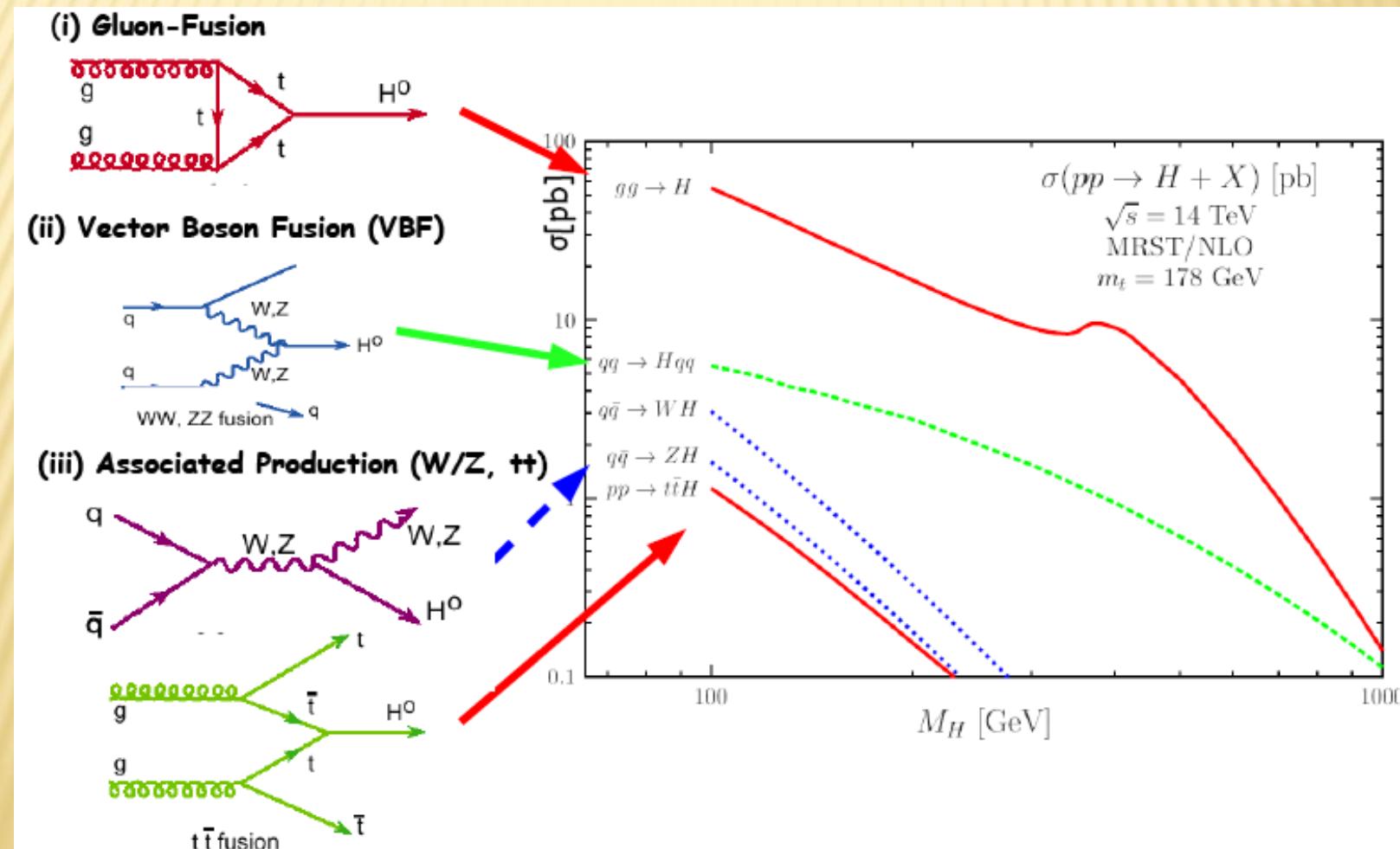
ИЗМЕРЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ МЮОНОВ: ОТНОШЕНИЕ $N\mu^+/N\mu^-$



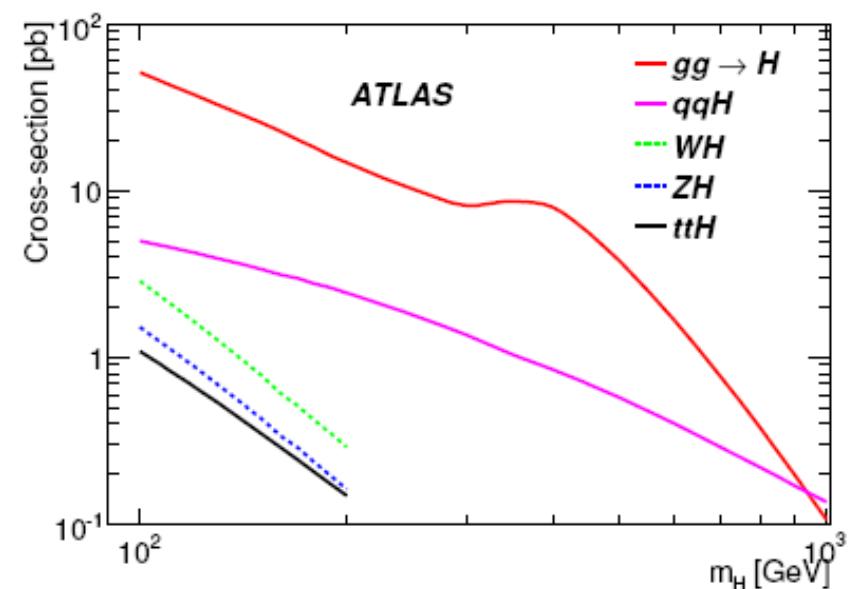
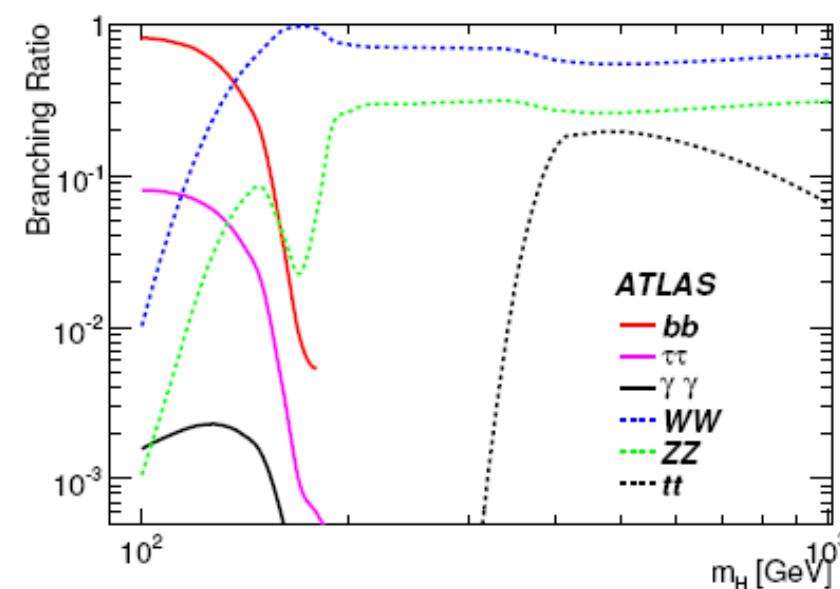
The expected muon spectrum has been parametrized [32] based on the interactions of primary cosmic ray particles and on the decays of secondary particles, and from this parametrization, the charge ratio can be extracted [7] as a function of the fractions of all pion and kaon decays that yield positive muons, f_π and f_K , respectively. These constants are not known *a priori*, and must be inferred from data.

A fit performed to the combined CMS charge ratio measurement in the entire $p \cos\theta_z$ region, with a fixed relative amount of kaon production [32], yields $f_\pi = 0.553 \pm 0.005$, and $f_K = 0.66 \pm 0.06$, with a $\chi^2/\text{ndf} = 7.8/7$. Figure 6 (b) shows the fit to CMS data only, together with a fit performed on some previous measurements by L3+C and MINOS [7].

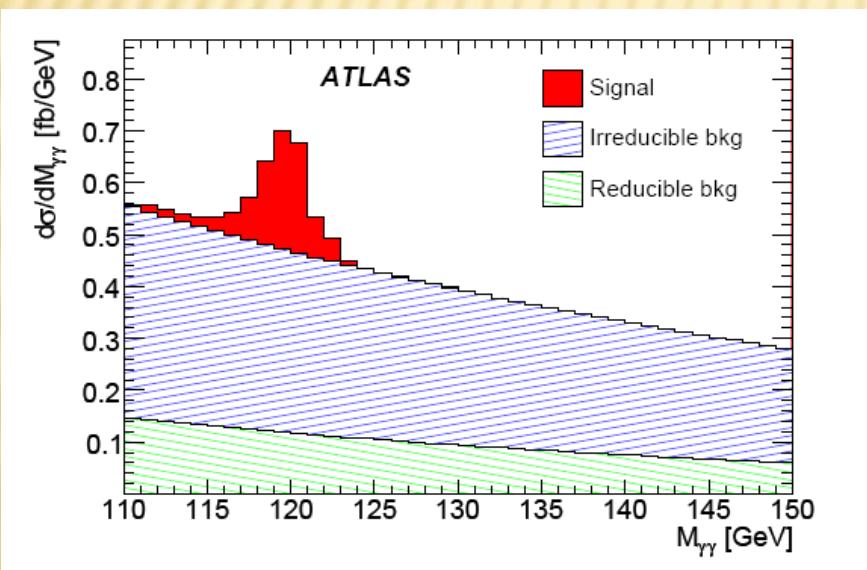
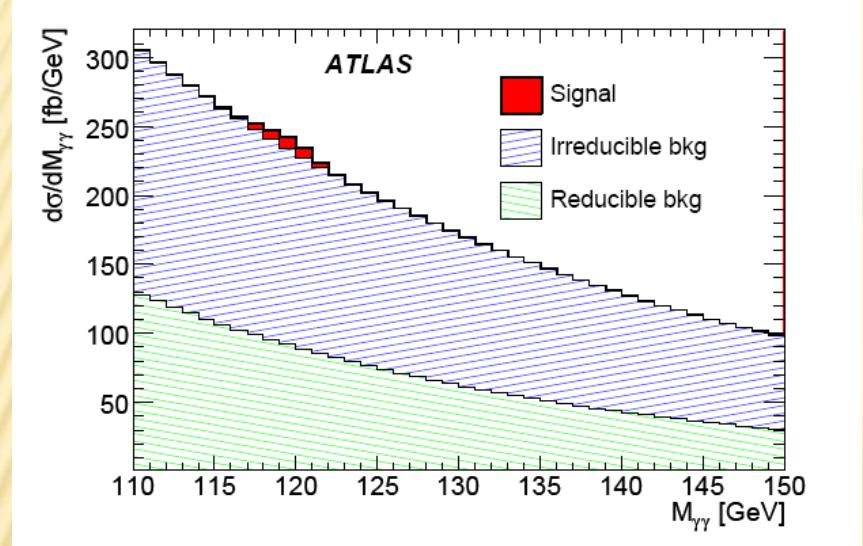
ДИАГРАММЫ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ РАЗЛИЧНЫМ МЕХАНИЗМАМ ОБРАЗОВАНИЯ Н-БОЗОНА: (I) СЛИЯНИЯ ГЛЮОНОВ, (II) СЛИЯНИЕ ВЕКТОРНЫХ БОЗОНОВ (VBF), (III) АССОЦИИРОВАННОЕ РОЖДЕНИЕ (В СОПРОВОЖДЕНИИ W, Z ИЛИ $\tilde{\tau}$).).



ВЕРОЯТНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МОД РАСПАДА БОЗОНА ХИГГСА (СЛЕВА) И СЕЧЕНИЙ РОЖДЕНИЯ БОЗОНА ХИГГСА В СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РАЗНЫХ



ПОИСК БОЗОНА ХИГГСА С МАССОЙ 120 ГЭВ ПО РАСПАДУ НА ДВА ФОТОНА



- ✖ Инклюзивный анализ эффективных масс пар фотонов при отборе лидирующего фотона с поперечным импульсом выше 40 ГэВ и выше 25 ГэВ для следующего за лидирующим.
- ✖ Спектр эффективных масс пар фотонов в событиях, имеющих дополнительно две адронные струи (расчетное сечение процесса 1.2 фб) для 30

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Большой Адронный Коллайдер вывел исследование Микромира на новый уровень
2. Решение поставленных задач будет обеспечено постоянным совершенствованием ускорителя и детекторов
3. Результаты коллайдера позволяют понять процессы Мегамира, развитие Вселенной
4. Детекторы продемонстрировали требуемое качество работы
5. Измерены множественности, корреляции, W/Z , t -кварки, струи.