

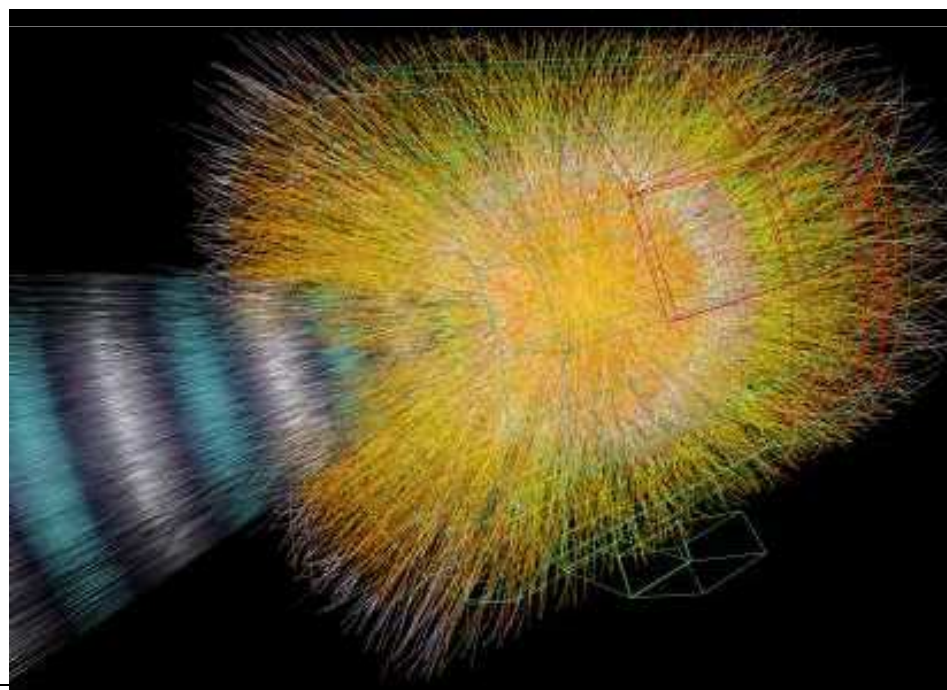


# Эксперимент ALICE в 2010 году

Научная сессия ученого совета ОФВЭ ПИЯФ

28 декабря 2010

Е. Крышень



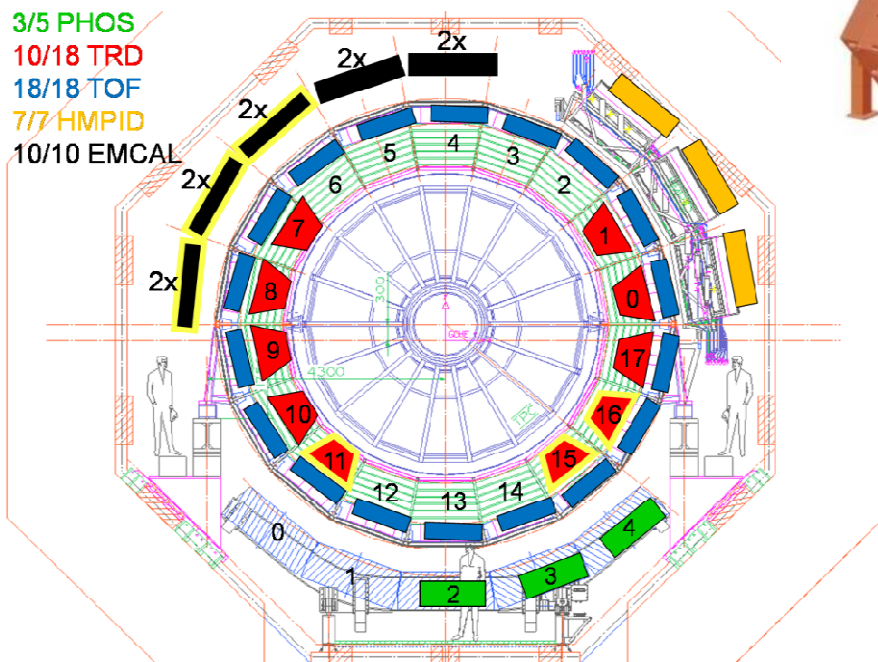
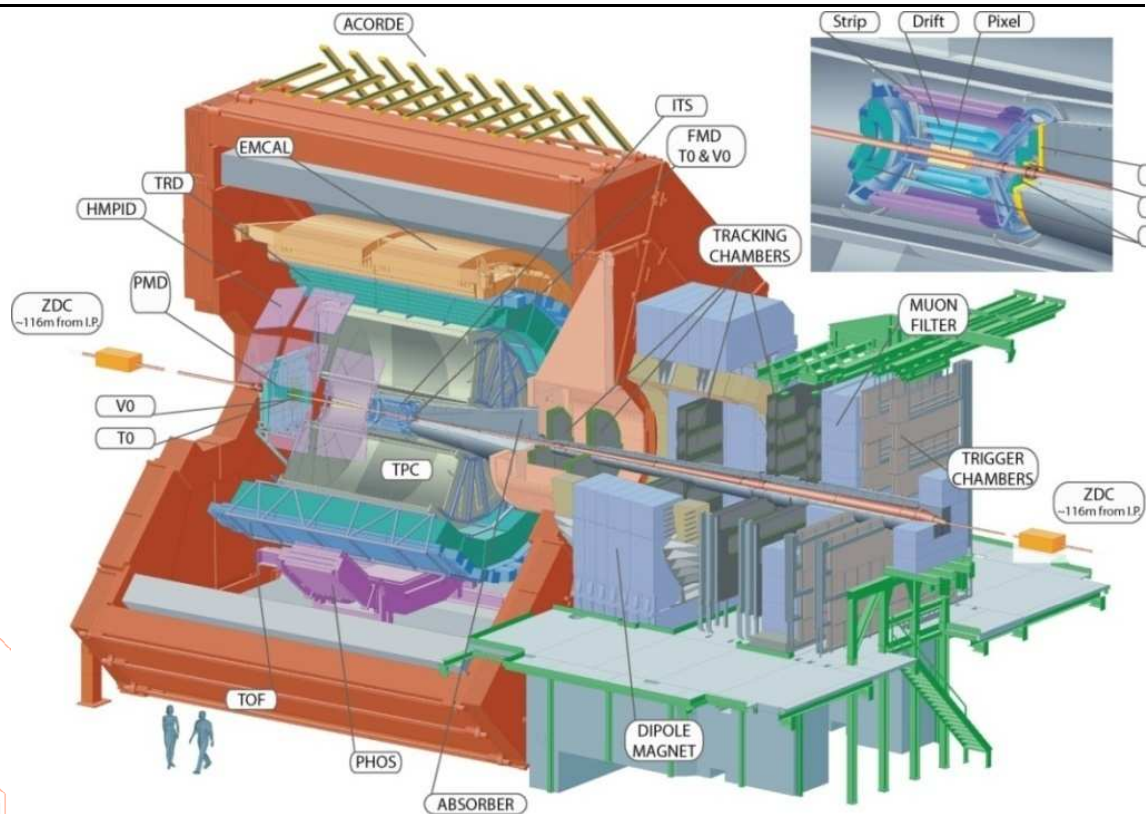
# Статус эксперимента ALICE

Проектная светимость pp:  $5 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Акцептанс:  $-4 < \eta < 5$

Акцептанс трекинга:

- Центральный баррель:  
 $|\eta| < 0.9$ ;  
 $0.1 \text{ GeV} < p_T < 10 \text{ GeV}$
- Мюонный спектрометр:  
 $-4 < \eta < -2.4$   
 $\sigma(\text{J/}\psi) \sim 70 \text{ MeV}$



Возможности PID:

- ITS  $dE/dx$  от 100 МэВ
- TPC  $dE/dx$  до 1 ГэВ
- TOF  $p_T$  до 2.5 ГэВ

# Data taking in 2010

## pp:

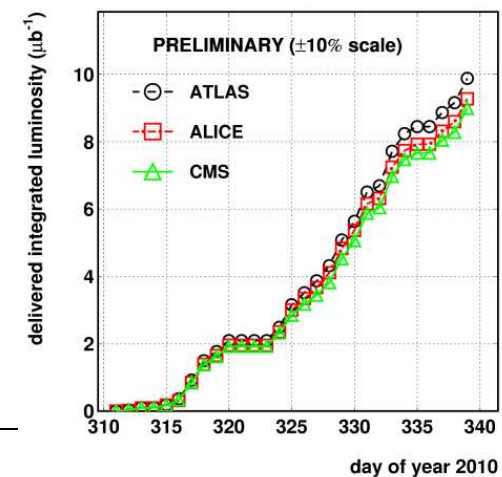
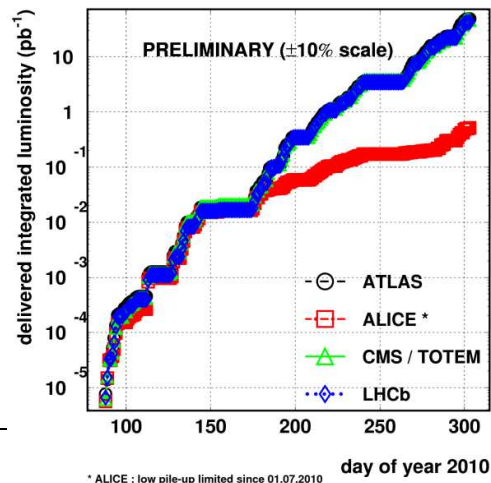
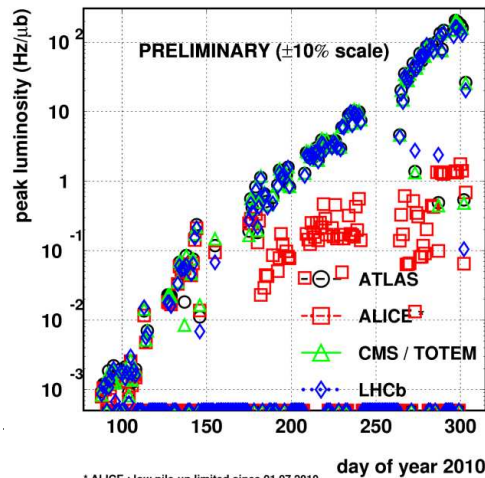
- апрель – июнь: min. bias + мюонный триггер
- июль – сентябрь: min.bias + мюонный триггер  
+ триггер на высокую множественность
- Пучки разведены на  $\sim 3.8 \sigma$   
 $L \sim 0.15 \text{ Hz/ub} \rightarrow \mu \sim 0.05$  (кол-во столкновений/банч-кроссинг)
- октябрь: раны с высокой светимостью для мюонных измерений  
 $L \sim 1 \text{ Hz/ub}$
- 851 ч стабильных пучков
- Полная интегральная светимость  $\sim 0.5 \text{ pb}^{-1}$   
( $\sim 100$  раз меньше, чем в ATLAS/CMS)



## PbPb

- 7 – 20 Nov: min. bias + полуцентральный триггер
- 20 Nov – 6 Dec: min. bias + триггер на высокую множественность + ультрапериферический триггер
- $L \sim 20 - 30 \text{ Hz/b}$
- 223 ч стабильных пучков
- Интегральная светимость  $\sim 10 \text{ ub}^{-1}$
- Recorded  $\sim 90 \text{ mln. events}$  ( $\sim 30 \text{ mln. high-mult events}$ )

Эффективность (часть времени “stable beams”, когда ALICE работал в активном режиме)  $\sim 80\%$



# ALICE в pp

## Задачи эксперимента Alice в pp физике:

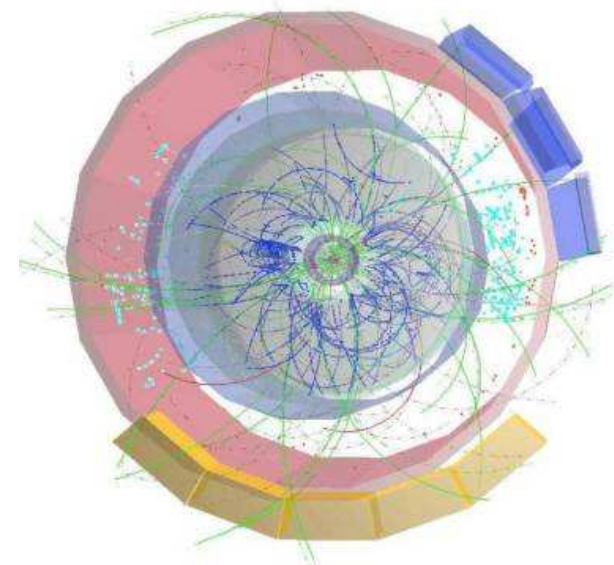
- набор pp данных для нормировки ядро-ядерных результатов;
- всестороннее изучение minimum-bias событий на LHC, подстройка Монте-Карло моделей
- изучение мягких и полужестких процессов КХД
  - дополняющих измерения других экспериментов LHC
  - изучение отдельных открытых вопросов КХД

## Опубликованные результаты:

- Множественность заряженных частиц:
  - 900 ГэВ: **EPJC** 65 (2010) 111
  - 900 ГэВ, 2.36 ТэВ: **EPJC** 68 (2010) 89
  - 7 ТэВ : **EPJC** 68 (2010) 345
- Отношение выхода  $p_{bar}/p$  @ 900 ГэВ & 7 ТэВ: **PRL** 105 (2010) 072002
- Распределения по поперечному импульсу @ 900 ГэВ: **PLB** 693 (2010) 53
- Выход странных частиц ( $K^0, \Lambda, \Xi, \Omega, \phi$ ) @ 900 ГэВ : arXiv:1012.3257, sub. **EPJC**
- HBT корреляции:
  - 900 ГэВ: **PRD** 82 (2010) 052001
  - 7 ТэВ: next week to **PRD**
- Идентификация частиц ( $\pi, K, p$ ) @ 900 ГэВ: next week to **EPJC**

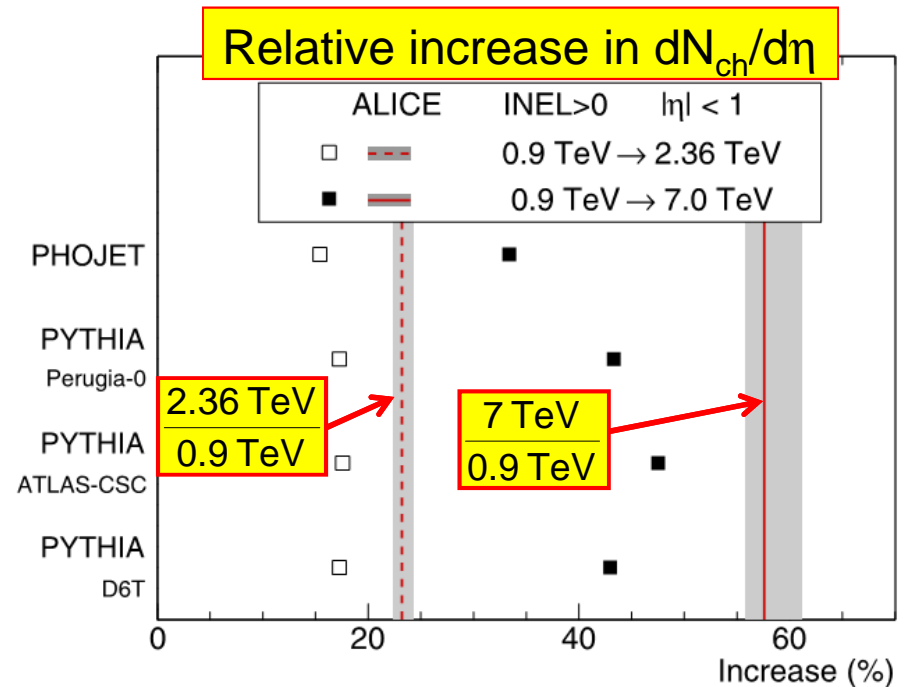
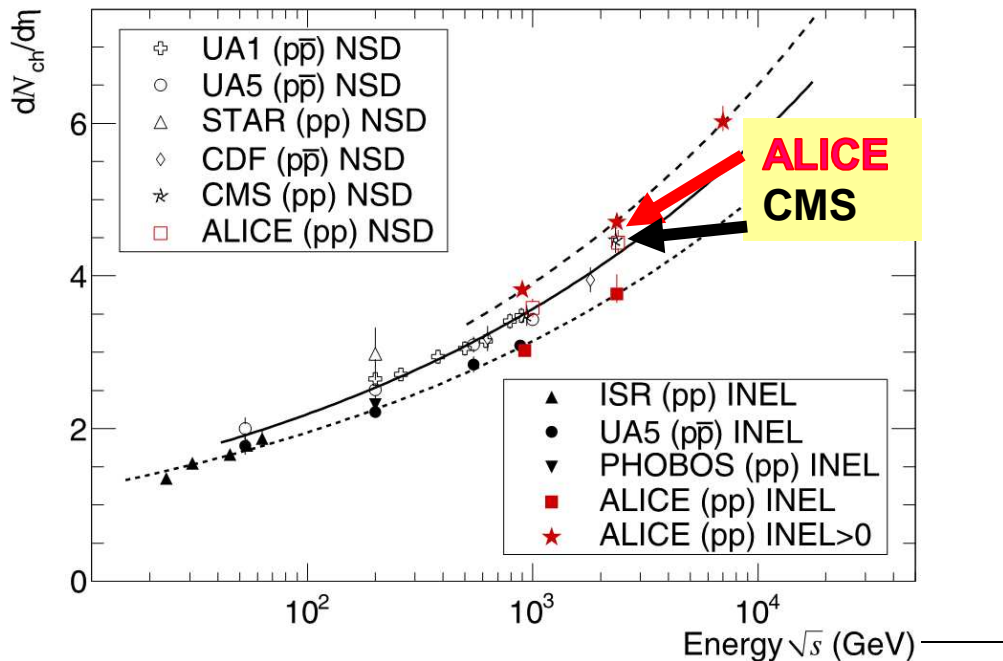
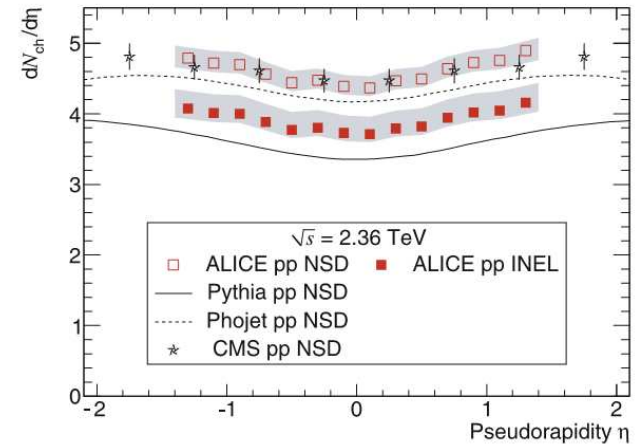
## Много статей на стадии подготовки:

- Свойства событий @ 7 ТэВ: спектры, PID, странные частицы
- Open charm:  $D^0, D^+, D^*$
- $J/\psi \rightarrow \mu\mu, ee$
- Полулептонные распады тяжелых кварков  $\rightarrow \mu, e$
- pQCD: топология событий, фрагментация струй, корреляции
- Свойства событий с высокой множественностью
- ...



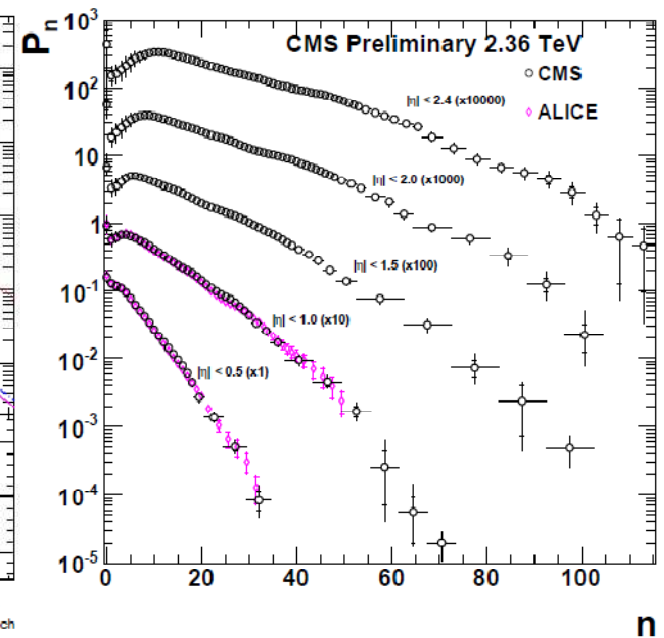
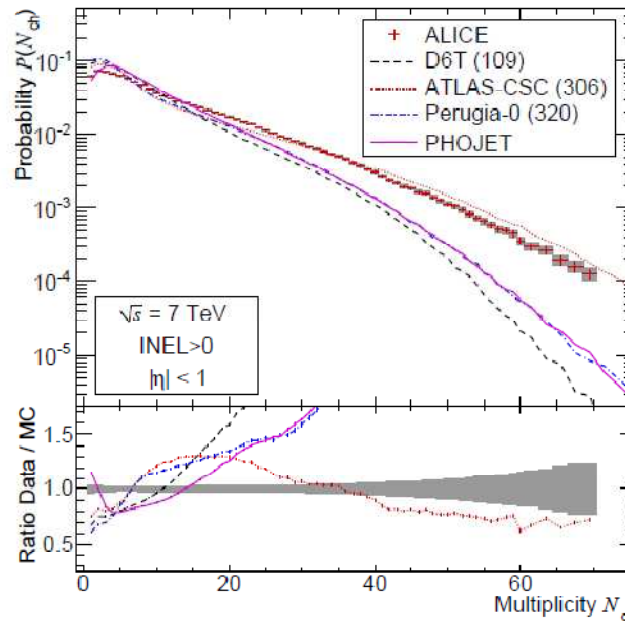
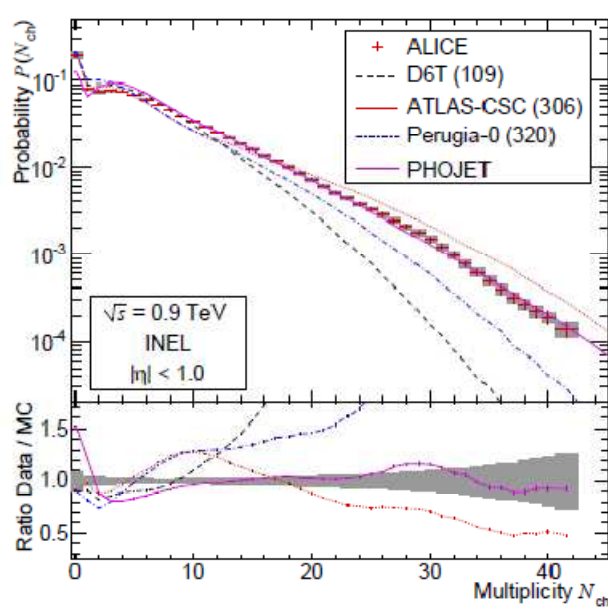
# Распределения множественности

- Измерения при 0.9 ТэВ согласуются с данными UA5
- Хорошее согласие между ALICE и CMS в пределах  $1\sigma$  ( $< 3\%$ )
- Тренд между 0.9 ТэВ и 2.36 ТэВ для NSD и INEL подтверждается новыми данными при более высокой энергии (только для специального класса  $INEL_{N>0}$ )
- Рост  $dN_{ch}/d\eta$  с  $\sqrt{s}$  хорошо описывается степенным законом.
- Средние множественности, а также относительный рост множественности плохо описываются в моделях, рост множественности с энергией значительно больше чем в Монте-Карло генераторах



# Распределения множественности

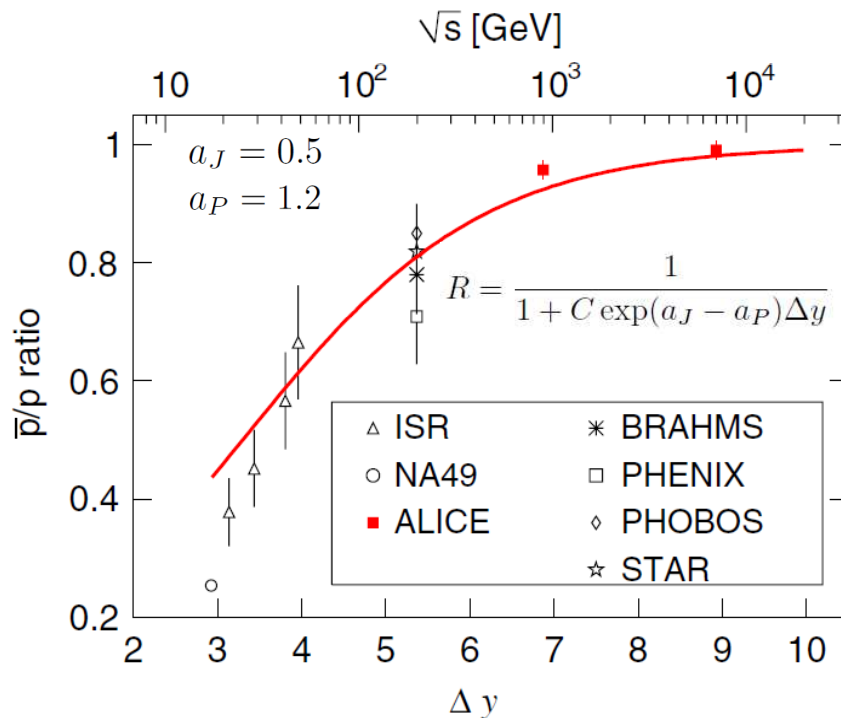
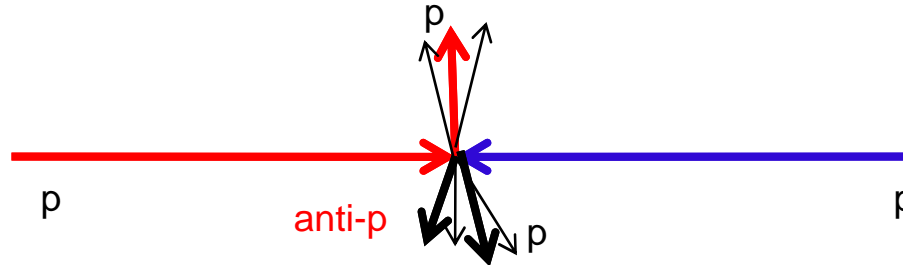
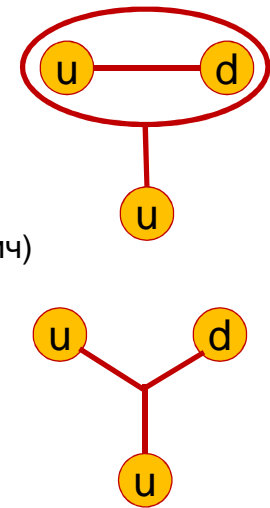
- Получены результаты распределения множественности при трех энергиях: 0.9, 2.36 и 7 ТэВ.
- Распределения получены в нескольких диапазонах по псевдобыстроте до  $|\eta| < 1.3$ .
- Распределения множественности хорошо описываются отрицательным биномиальным распределением.
- PHOJET неплохо описывает большие множественности при 0.9 и 2.36 ТэВ.
- Ни одна из моделей не описывает полученные данные при 7 ТэВ, особенно при большой множественности, где сильны эффекты мульти-партоновых взаимодействий.
- Хорошее согласие с UA5 при 0.9 ТэВ и CMS при энергиях 0.9 и 2.36 ТэВ для класса NSD.



# «Остановка бариона» и отношение выхода протонов и антипротонов

Два основных вклада в транспорт барионного числа:

- Барион связанное кварк-дикварковое состояние. При энергиях LHC асимметрия  $\sim 0$  (Барионное число не транспортируется в область средних быстрот).
- String Junction. Остановка бариона возможна даже при больших энергиях  $A \sim \exp[(a_J - 1)\Delta y]$ , где  $a_J$  – интерсепт соответствующего реджеона.
  - 1)  $a_J \sim 0.5 \rightarrow$  Вероятность остановки бариона экспоненциально спадает с  $\Delta y$
  - 2)  $a_J \sim 1.0 \rightarrow$  Вероятность остановки бариона выходит на константу: асимметрия  $A = 0.035$  (Копелиович)



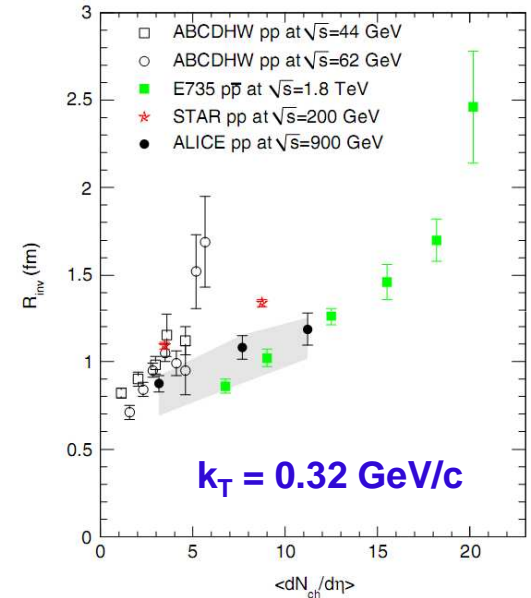
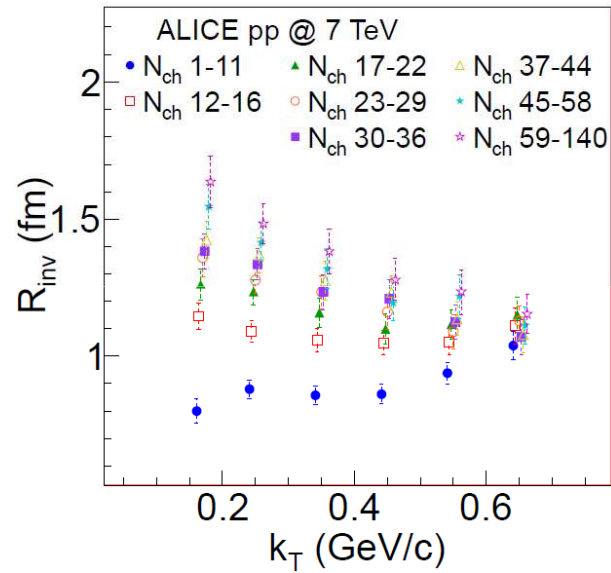
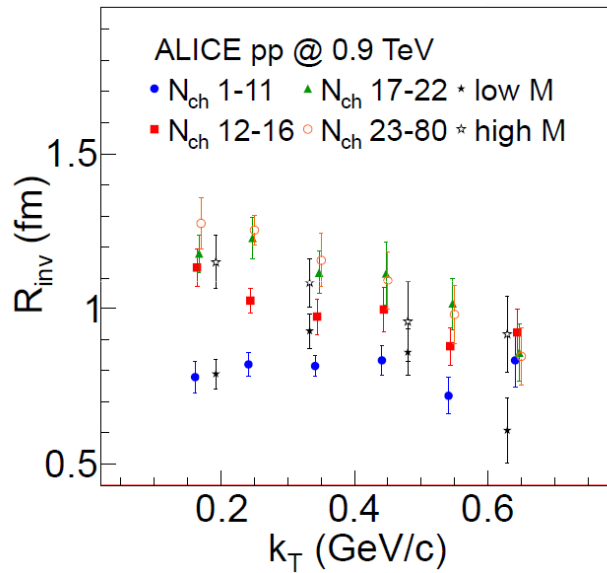
0.9 TeV:  $\bar{p}/p = 0.957 \pm 0.006(\text{stat}) \pm 0.014(\text{syst})$   
 7 TeV:  $\bar{p}/p = 0.991 \pm 0.005(\text{stat}) \pm 0.014(\text{syst})$

Energy [TeV]		0.9	7
ALICE		$0.957 \pm 0.015$	$0.991 \pm 0.015$
	ATLAS-CSC tune (306)	0.96	1.0
PYTHIA	Perugia-0 tune (320)	0.95	1.0
	Perugia-SOFT tune (322)	0.88	0.94
	$\epsilon = 0$	0.98	1.0
QGSM	$\epsilon = 0.076, \alpha_J = 0.5$	0.96	0.99
	$\epsilon = 0.024, \alpha_J = 0.9$	0.89	0.95
HJING/B		0.83	0.97

**anti-p/p ratio at mid rapidity goes to one → you cant's stop a proton at LHC !**

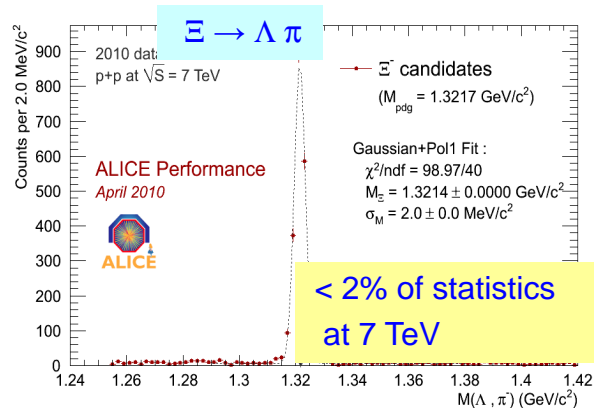
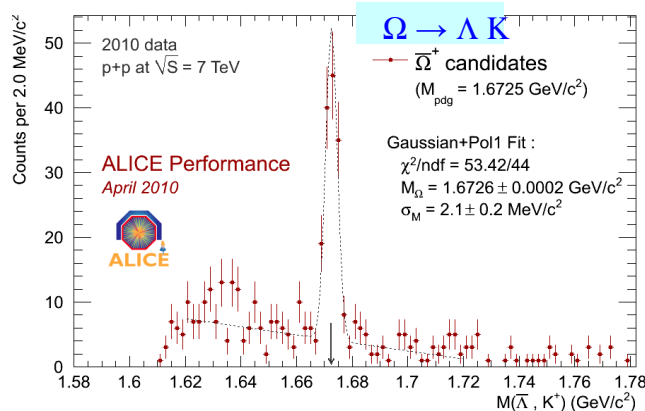
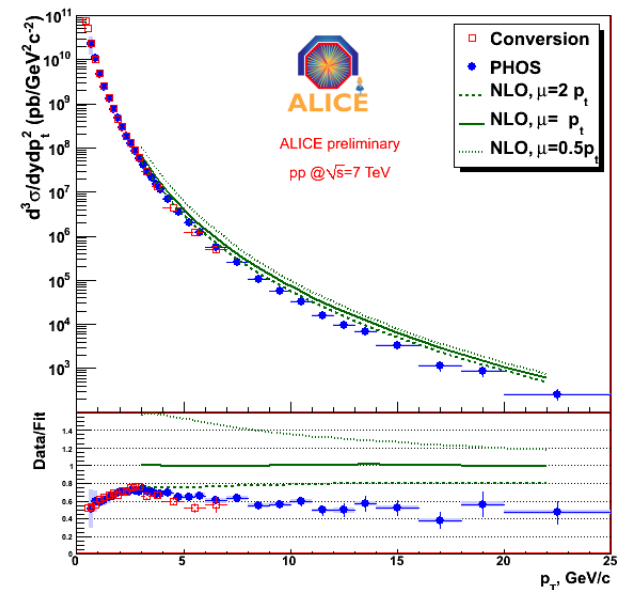
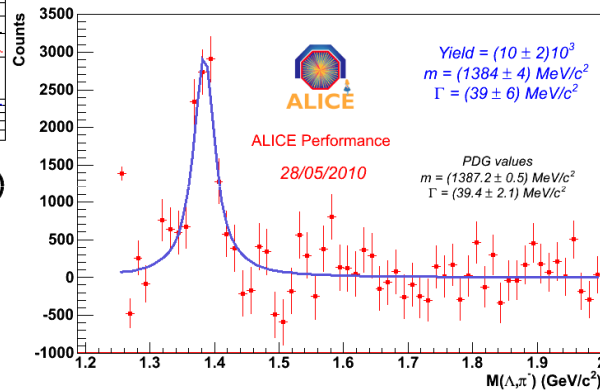
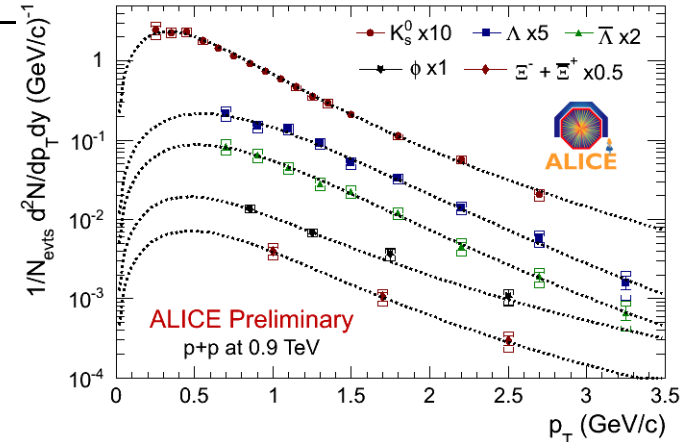
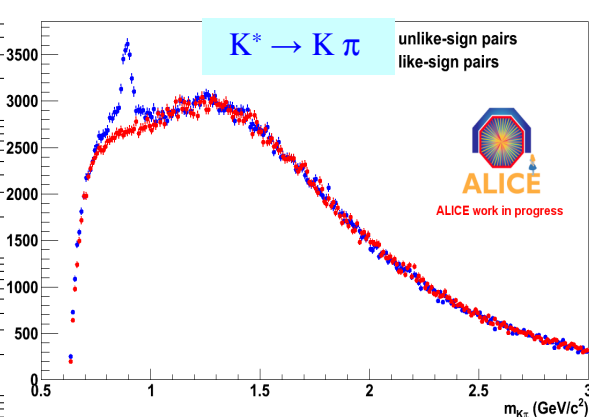
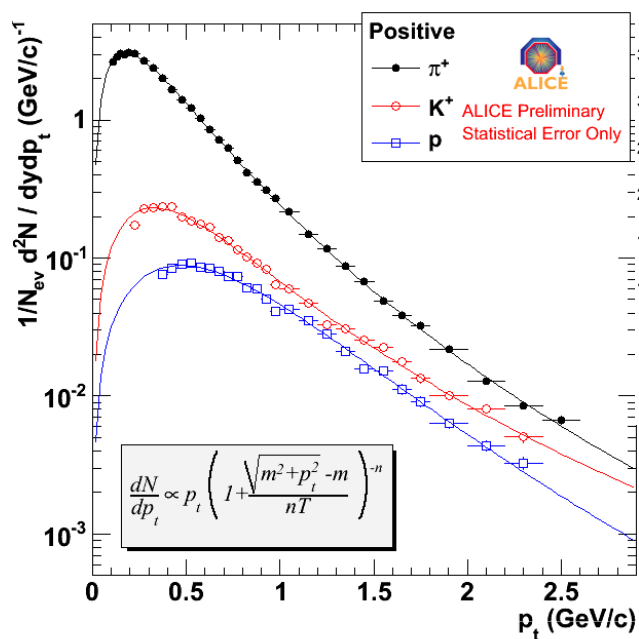
# Двухпионные НВТ корреляции (1D фит)

$$C(q_{inv}) = (1 - \lambda) + \lambda K(q_{inv}) [1 + \exp(-R_{inv}^2 q_{inv}^2)]$$

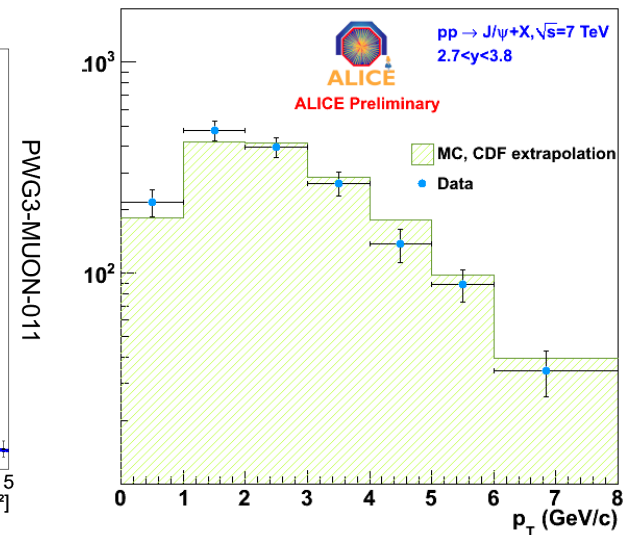
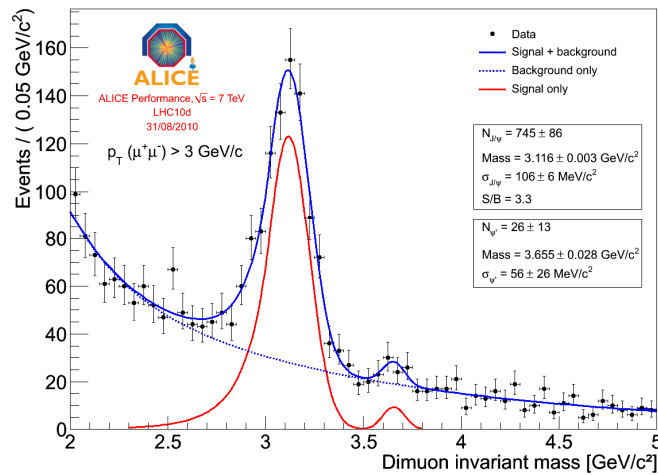
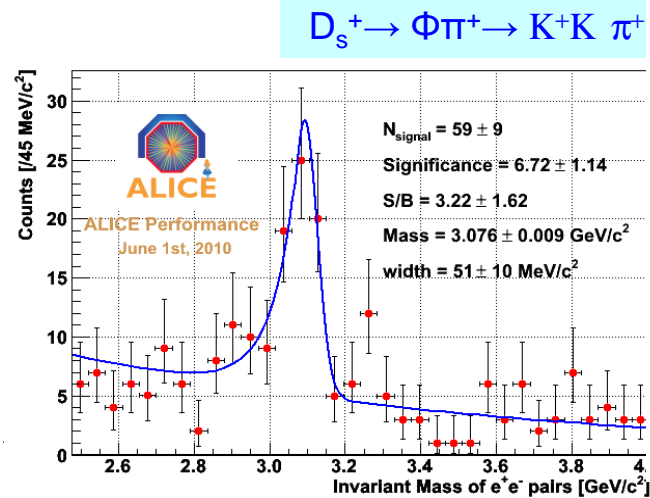
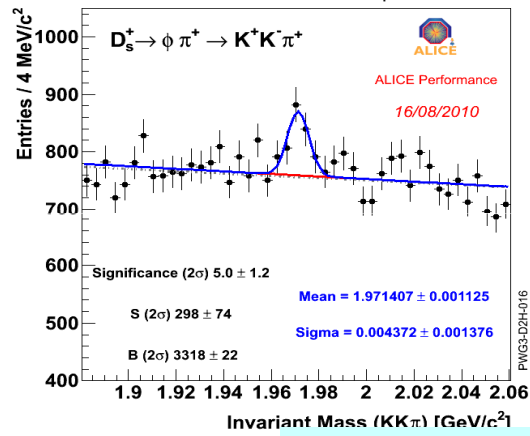
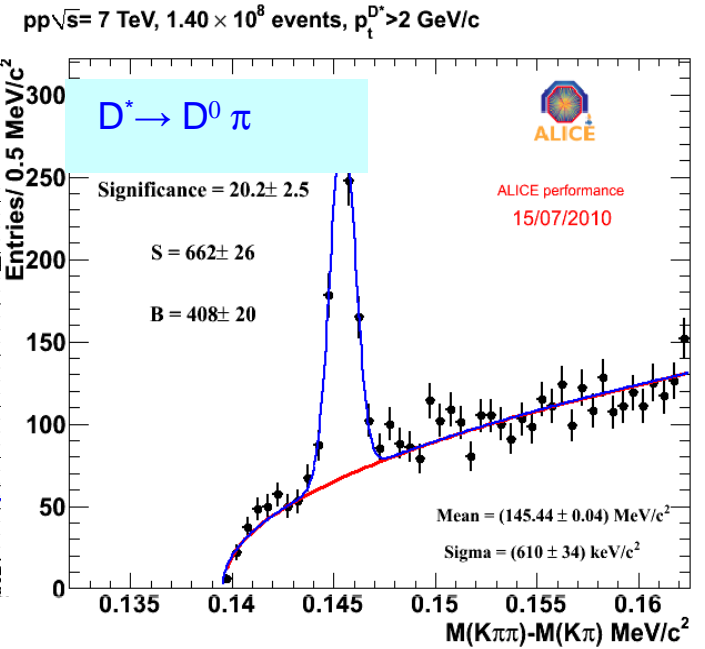
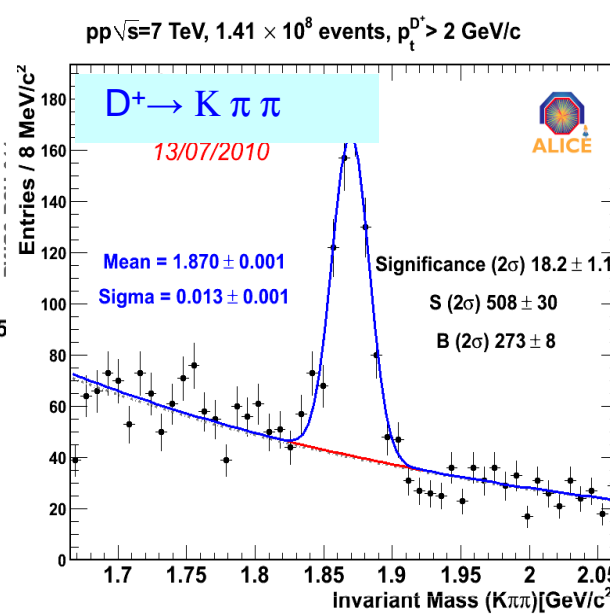
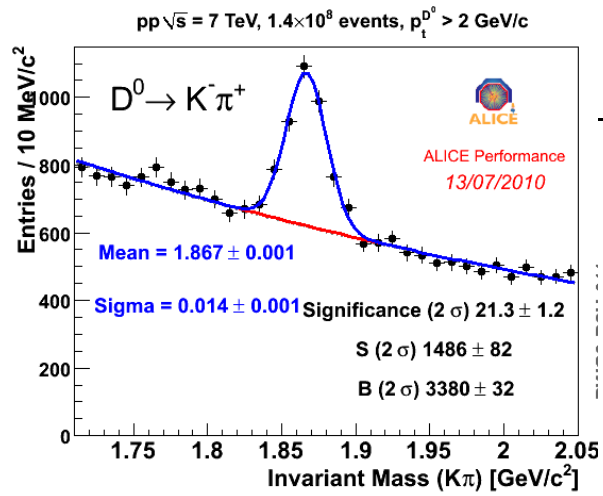




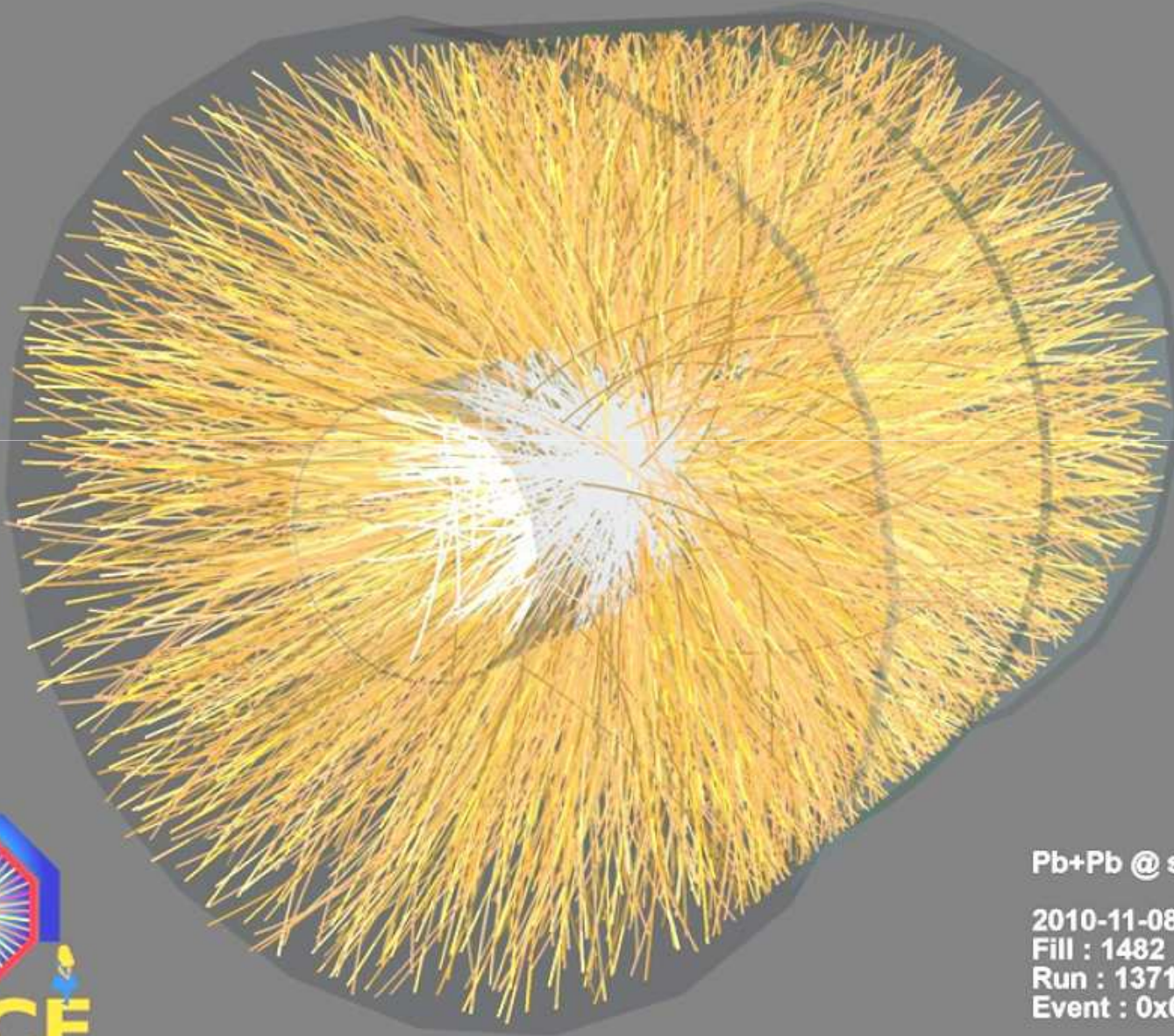
# Preliminary results in soft physics



# Preliminary results in charm physics



# 7 Nov 2010: First Heavy Ion Collision



Pb+Pb @  $\sqrt{s} = 2.76$  ATeV

2010-11-08 11:30:46

Fill : 1482

Run : 137124

Event : 0x00000000D3BBE693

**Charged-Particle Multiplicity Density at Midrapidity in Central Pb-Pb Collisions  
at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**

PRL 105, 252302 (2010)

Selected for a Viewpoint in *Physics*  
PHYSICAL REVIEW LETTERSweek ending  
17 DECEMBER 2010**Elliptic Flow of Charged Particles in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV****Suppression of Charged Particle Production at Large Transverse  
Momentum in Central Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**K. Aamodt *et al.*\*(ALICE Collaboration)  
Published 13 December 2010We study the elliptic flow in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV with the ALICE detector at the Large Hadron Collider. The measurement is performed in

The ALICE

**Two-pion Bose-Einstein correlations in central Pb-Pb collisions  
at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**Inclusive transverse momentum spectra at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV for central collisions are compared to the corresponding nucleon-nucleon collisions. The ratio  $R_{AA}$  is found to be larger at larger  $p_T$ . The data are compared with models based on different mechanisms for particle production in nuclear collisions.**Centrality dependence of the charged-particle multiplicity density  
at mid-rapidity in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV**

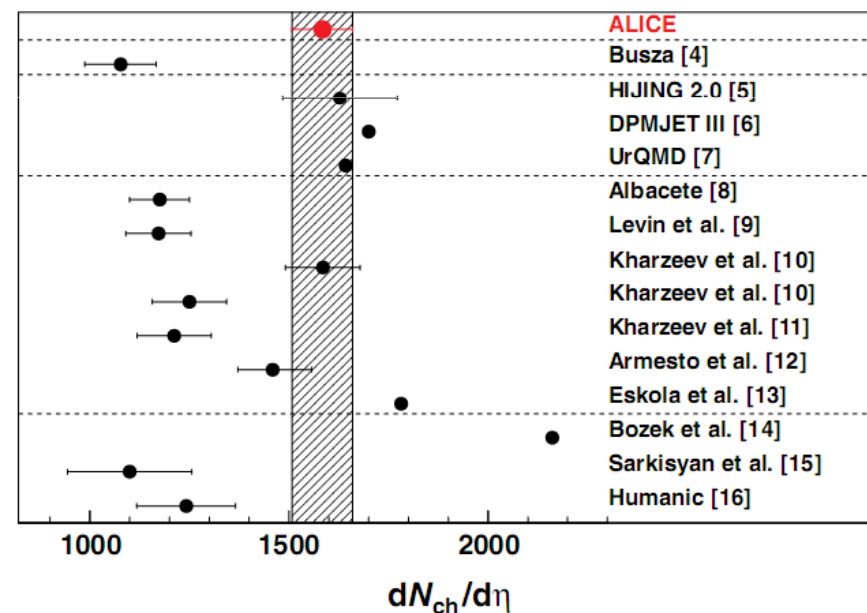
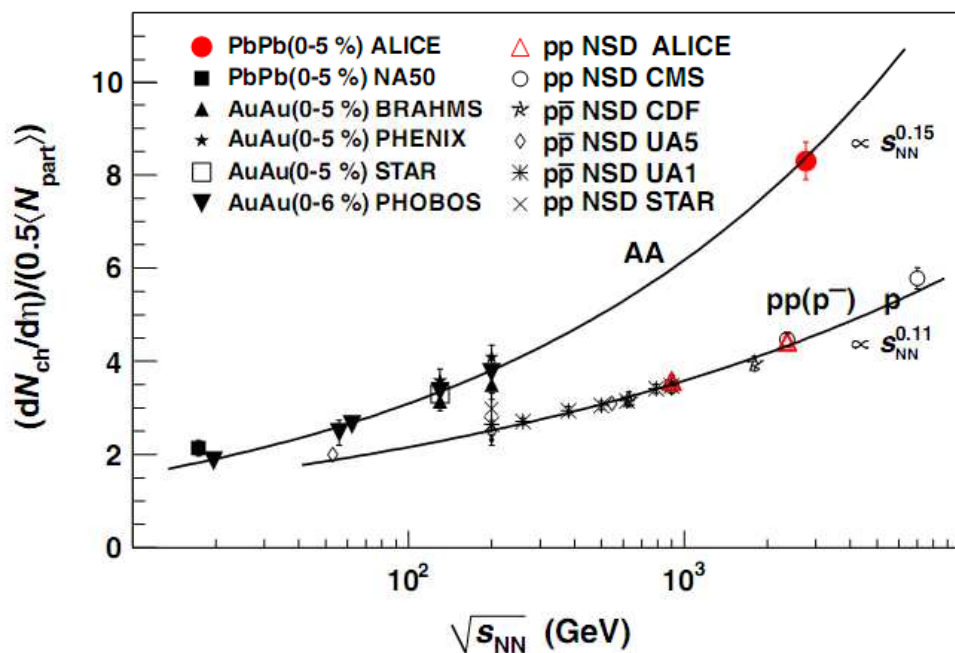
The ALICE Collaboration\*

Aggarwal<sup>a</sup>, G. Aglieri Rinella<sup>f</sup>,  
A. Adare<sup>g</sup>, S.U. Ahn<sup>h,i</sup>, A. Alkinin<sup>l</sup>,  
Almaráz Aviña<sup>h</sup>, T. Alt<sup>g</sup>, V. Altini<sup>e</sup>,  
Andersson<sup>w</sup>, T. Antičić<sup>x</sup>, E. Antinori<sup>y</sup>**Abstract**

The centrality dependence of the charged-particle multiplicity density at mid-rapidity in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV is presented. The charged-particle density normalized per participating nucleon pair increases by about a factor 2 from peripheral (70–80%) to central (0–5%) collisions. The centrality dependence is found to be similar to that observed at lower collision energies. The data are compared with models based on different mechanisms for particle production in nuclear collisions.

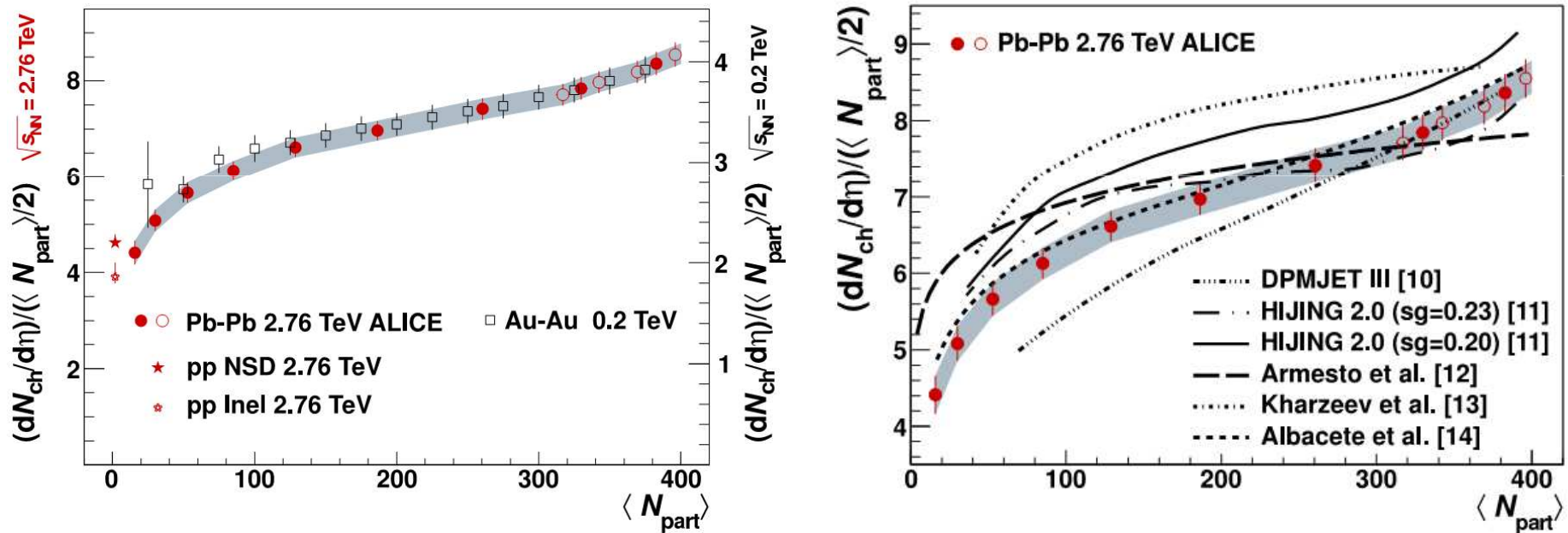
# Множественность заряженных частиц

- проектная множественность: до  $dN/d\eta \sim 8000$  зч.
- Результат @ 2.76 ТэВ:  $dN/d\eta = 1584 \pm 4$  (stat)  $\pm 76$  (syst)
- Всего  $\sim 30000$  частиц на центральное событие, в  $\sim 400$  раз больше чем в pp
- Множественность на нуклон-нуклонное столкновение в 1.9 раз больше чем в pp
- Множественность в 2.2 раза больше чем на RHIC при 0.2 ТэВ
- Множественность растет с энергией быстрее в AA, чем в pp



# Множественность заряженных частиц vs центральность

- $\langle N_{\text{part}} \rangle$  из Глауберовских расчетов
- Зависимость от центральности оказывается практически одинаковой для 2.76 и 0.2 ТэВ



# Размер среды и время жизни из пионных НВТ корреляций

Трехмерная корреляционная функция:

$$C(\mathbf{q}) = (1 - \lambda) + \lambda K(q_{inv}) [1 + G(\mathbf{q})]$$

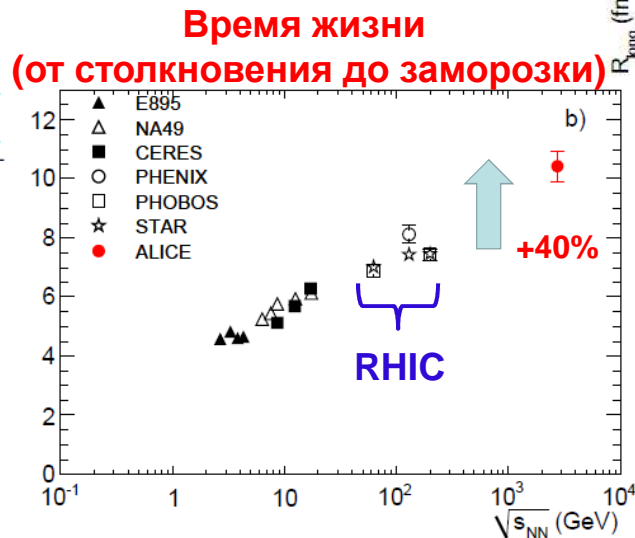
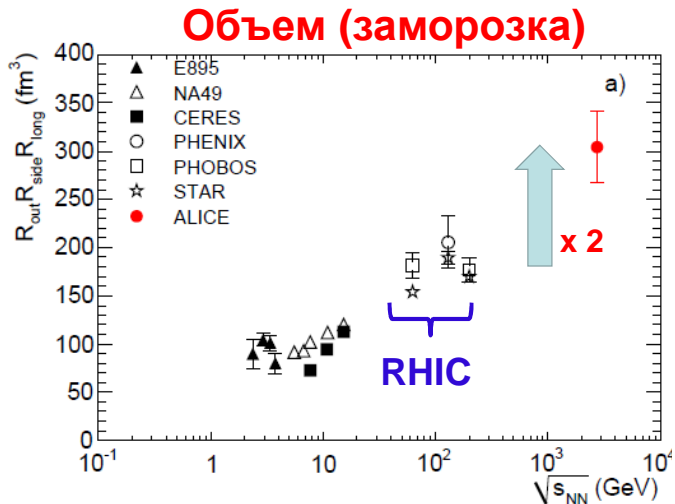
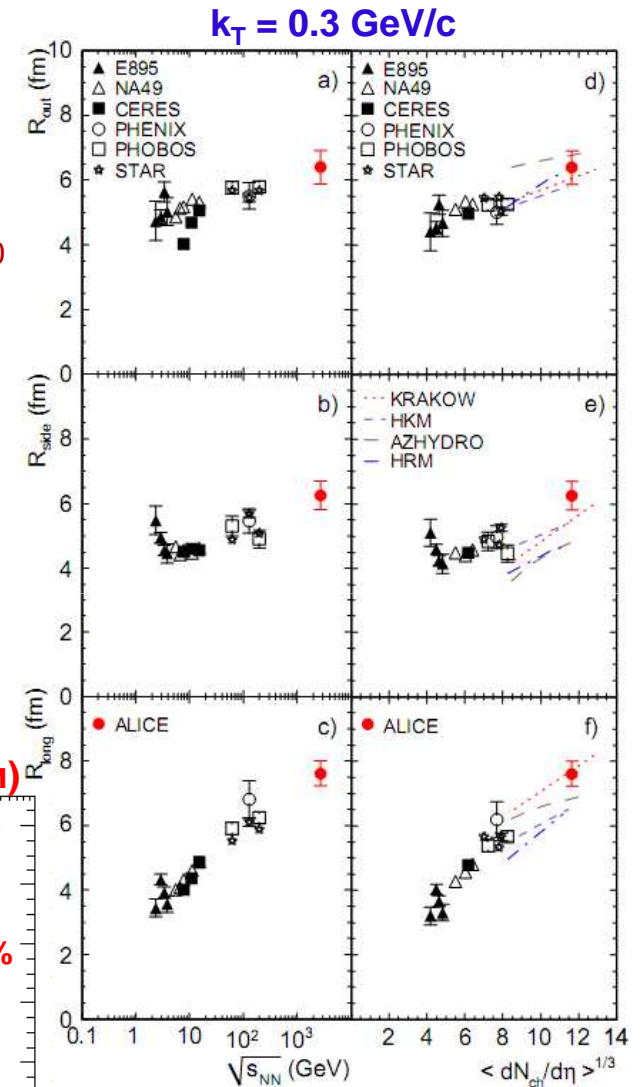
$$G(\mathbf{q}) = \exp(- (R_{out}^2 q_{out}^2 + R_{side}^2 q_{side}^2 + R_{long}^2 q_{long}^2 + |R_{ol}| R_{ol} q_{out} q_{long}))$$

Consistent with 0

$$R_{long}^2(k_T) = \frac{\tau_f^2 T}{m_T} \frac{K_2(m_T/T)}{K_1(m_T/T)}, \quad m_T = \sqrt{m_\pi^2 + k_T^2}$$

Размер среды и время жизни:

- $R_{side} \sim R_{out} \sim 6 \text{ fm} \sim \text{RPb}$
- $R_{long} \sim 8 \text{ fm}$
- **Объем  $\approx 2 \times \text{RHIC}$  ( $\approx 300 \text{ fm}^3$ )**
- **Время жизни  $\approx +30\text{-}40\%$  ( $> 10 \text{ fm}/c \sim 3 \times 10^{-23} \text{ s}$ )**

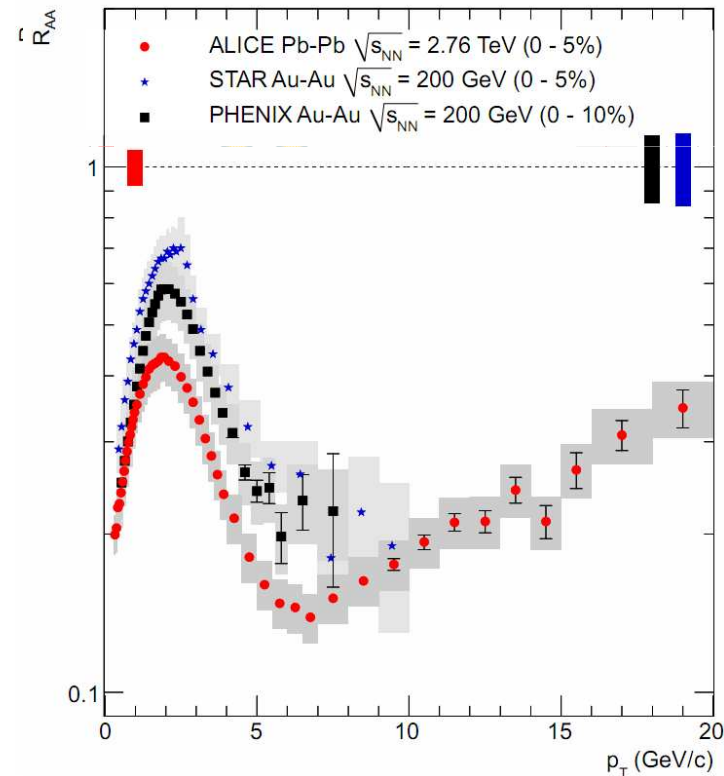
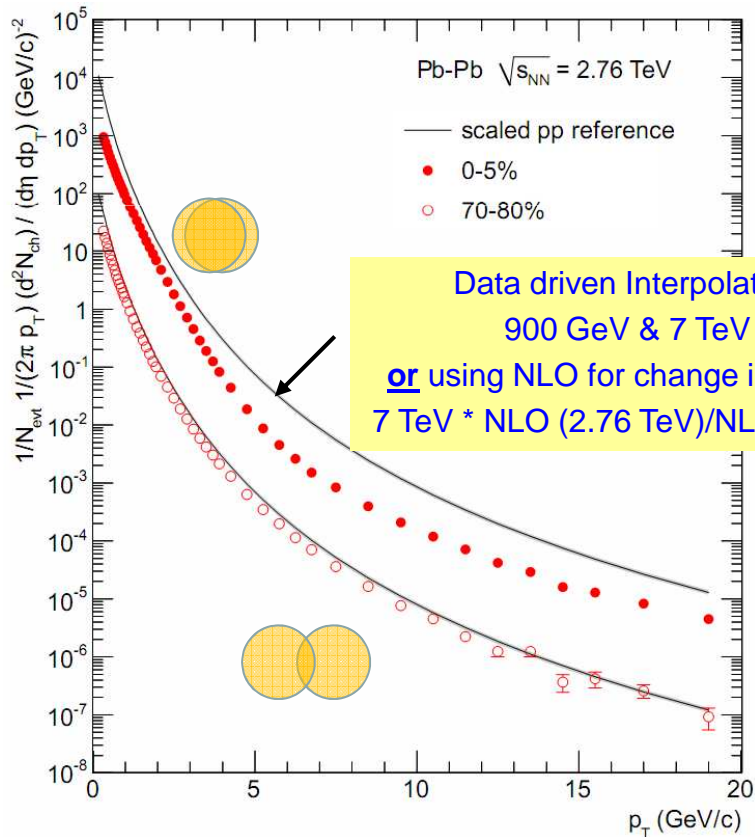
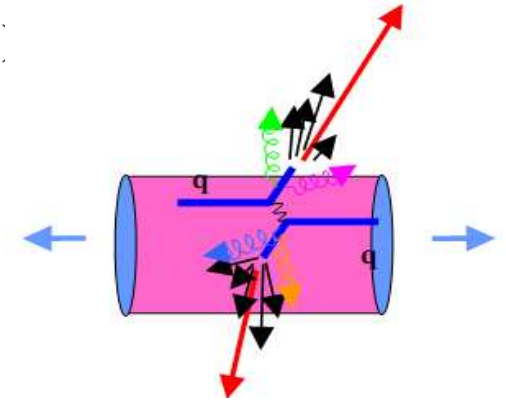


# Подавление рождения заряженных частиц при больших $p_T$

$$R_{AA}(p_T) = \frac{d^2 N^{AA} / dp_T d\eta}{\langle N_{col} \rangle \cdot d^2 N^{pp} / dp_T d\eta}$$

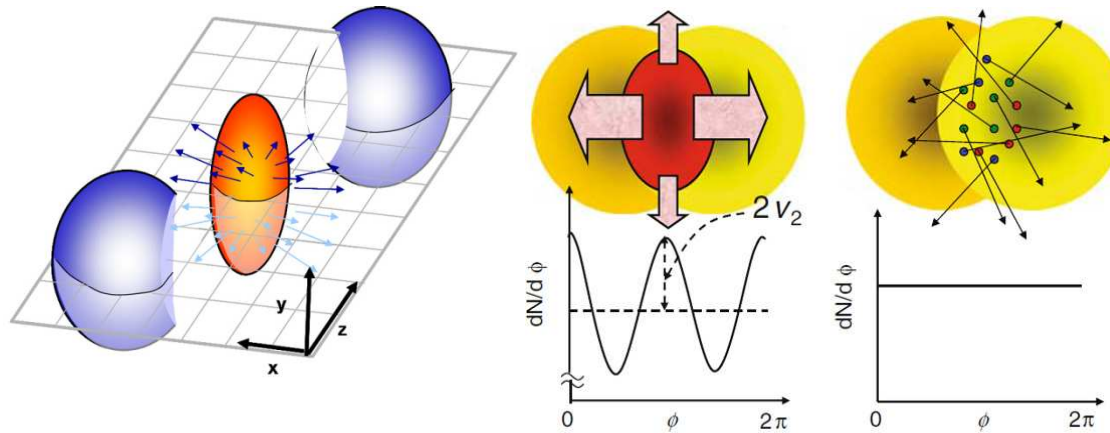
$$Y(2.76)(p_T) = \frac{\sigma_{nlo}(2.76)}{\sigma_{nlo}(0.9;7)}(p_T) \cdot Y(0.9;7)(p_T)$$

- Подавление частиц с высоким  $p_T$  (~ лидирующие фрагменты струй)
- Минимальный  $R_{AA} \sim 1.5 - 2$  раза меньше, чем на RHIC
- $R_{AA}$  **растет** при  $p_T > 7$  ГэВ!
- Точность ограничена отсутствием референсных данных => **необходимы данные pp @ 2.76 ТэВ!**



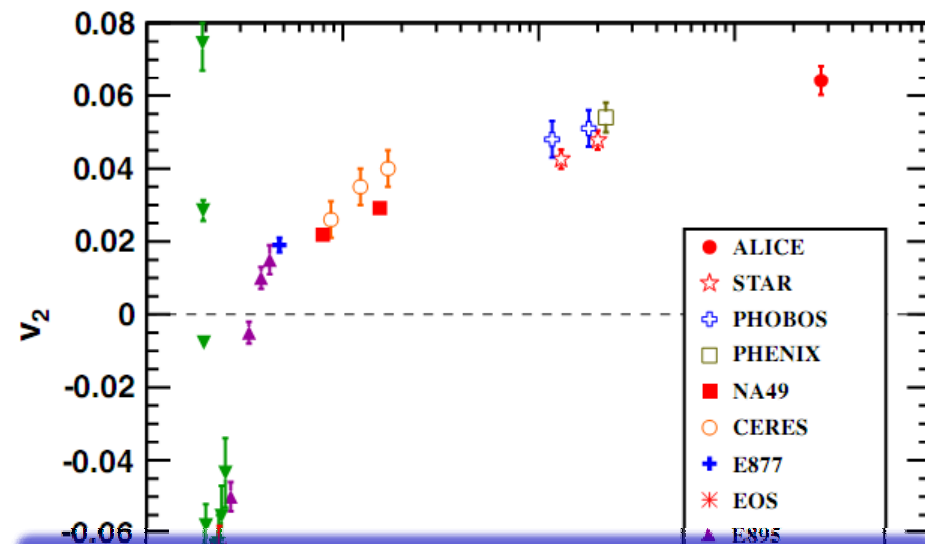
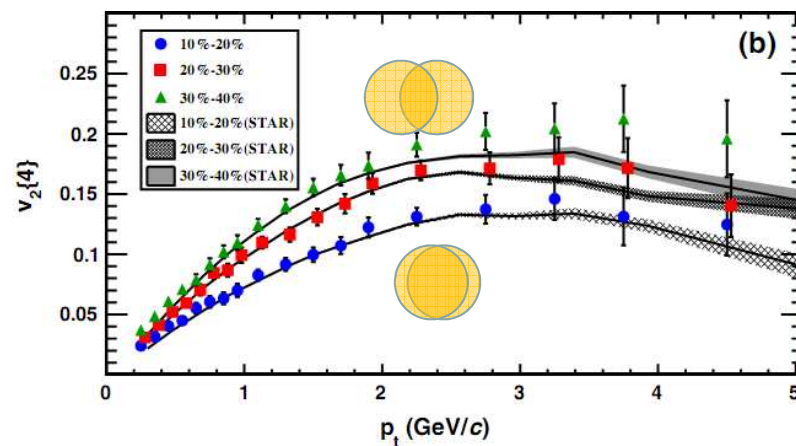


# Эллиптические потоки заряженных частиц



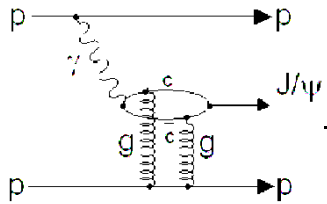
Эллиптический поток как функция  $p_T$ :

- Практически не зависит от энергии!
- Предсказания гидродинамики подтвердились. Плазма на LHC по-прежнему ведет себя почти как идеальная жидкость!



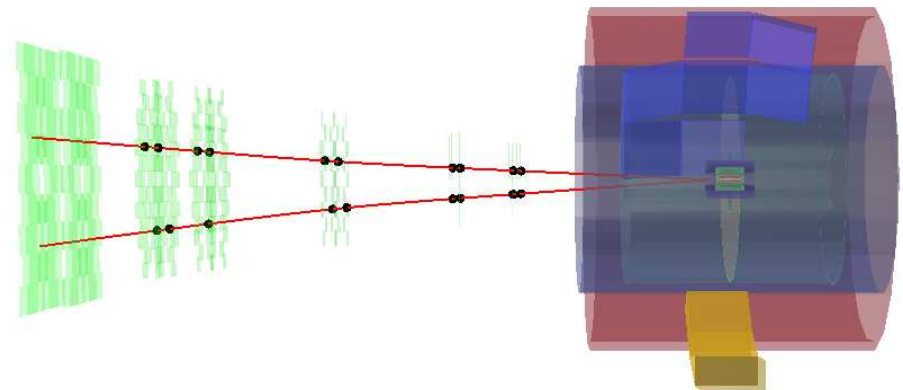
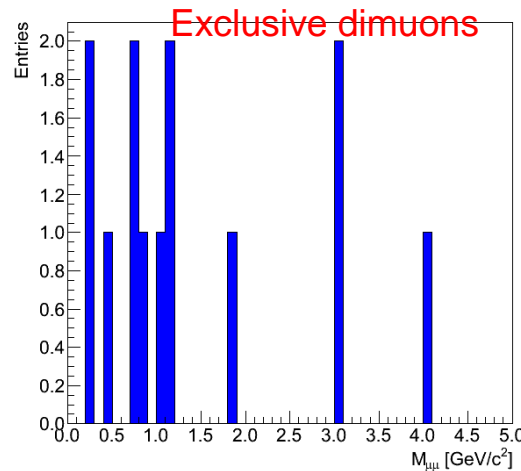
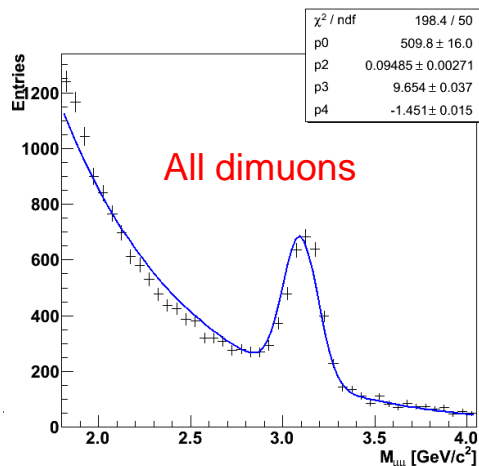
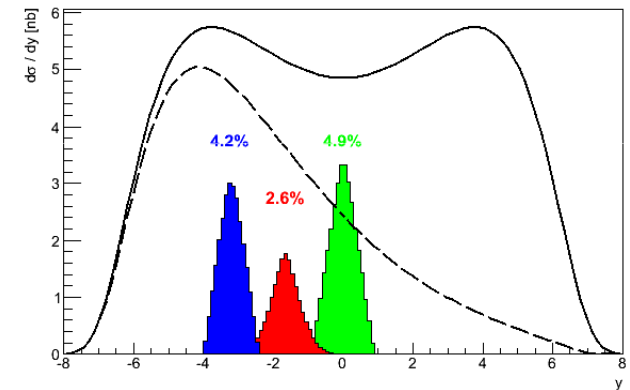
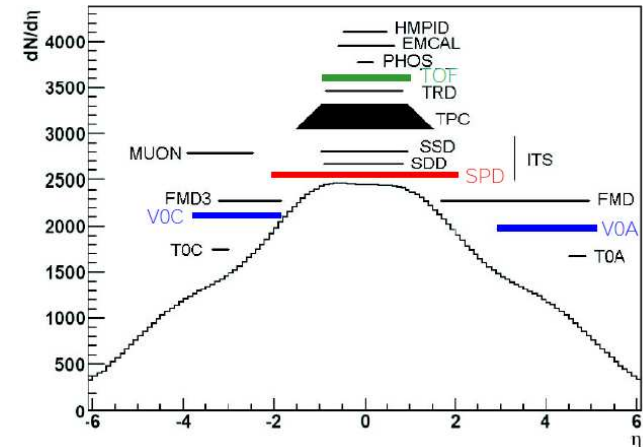
**CERN Press release, November 26, 2010:**  
 'confirms that the much hotter plasma produced at the LHC behaves as a very low viscosity liquid (a perfect fluid)..'

# Эксклюзивное рождение J/psi



- Мотивация: измерение поведения глюонной плотности до  $x \sim 10^{-5}$
- Разработан генератор когерентных J/psi.
- Изучен аксептанс в трех вариантах:
  - Muon arm
  - Muon arm + barrel
  - Barrel
- Разработана триггерная стратегия
- Показана возможность выделения эксклюзивных J/psi на данных 2010 года
- В 2011 году ожидается значимая статистика (несколько сотен J/psi)

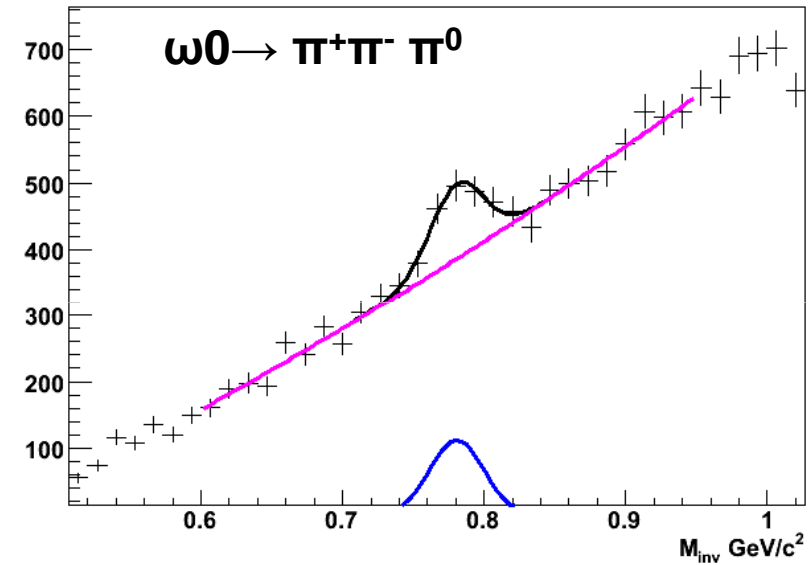
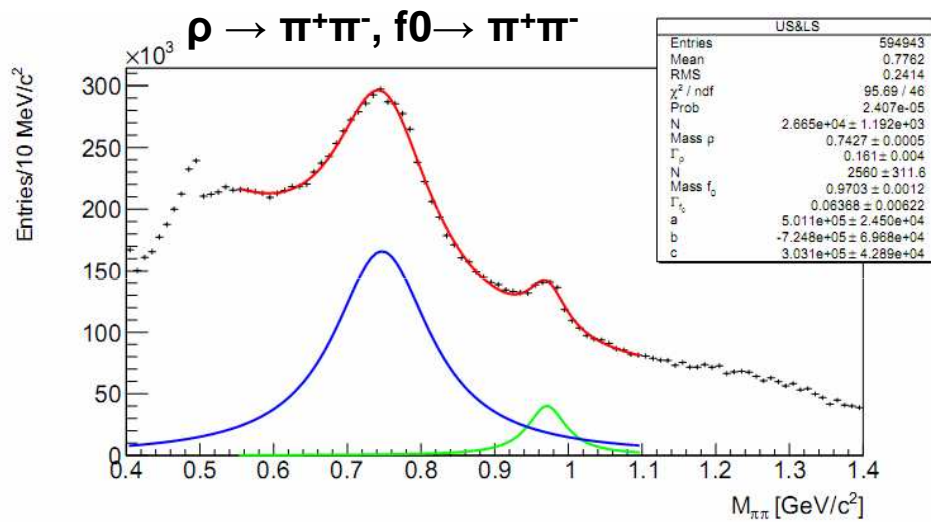
Period	Total
Number of runs:	152
Hours of data taking:	168
Events analysed:	293 168 486
Muon triggers analysed:	15 643 171
Dimuon & !SPD & !V0A & V0C	573
Events after <b>SPD</b> selection	570
Events after <b>V0</b> selection	64
Events after <b>FMD</b> selection	51
Events after <b>ZDC</b> selection	29
Events after <b>TPC</b> selection	13



# Физика резонансов ( $\rho \rightarrow \pi^+\pi^-$ , $f_0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ , $\omega_0 \rightarrow \pi^+\pi^- \pi^0$ )

Мотивация:

- Измерение выходов  $\rho$  и  $f_0$  мезонов позволяет улучшить настройку моделей, основанных на КХД (PYTHIA и др.)
- Модификация ширины и массы резонансов может сигнализировать о частичном восстановлении киральной симметрии;
- Фактор ядерной модификации  $f_0$  резонанса чувствителен к его кварковой структуре;



# Разработка программы онлайн-мониторинга триггерных данных

**Trigger Monitoring Tool using Amore**

The Amore trigger monitoring tool consists of two parts:

- amoreAgentTRI01 - an agent which takes information from the trigger system (GTR) via local network, logs it, and sends it to the AmoreAgentTRI01. AmoreAgentTRI01 can be started at a time. Amore agent is now set in production mode and should always be active. AmoreAgentTRI01
- Amore UI - graphical user interface is used to display histograms from the Amore server. Several instances of the UI can be started at any time.

**How to start amore UI**

Go to the /usr/local/ALICE/.../bin directory.

```
cd /usr/local/ALICE/.../bin
```

Check Distribution Entry.

By default, the Amore agent is set to 127.0.0.1 (it is set to 127.0.0.1 for the Amore agent in the Amore agent). You can modify the Amore agent.

```
amore -c /usr/local/ALICE/.../bin/amore.conf
```

When you start the Amore agent, it will start the Amore agent in the Amore agent.

```
amoreSizeX 1000  
amoreSizeY 1000
```

This configuration can be used for a high-resolution big server (i.e. 127.0.0.1).

**How to start amoreAgentTRI01**

Go to the /usr/local/ALICE/.../bin directory. Run amoreAgentTRI01. The Amore agent will be started.

AMORE agents manager

# Список публикаций

---

## pp:

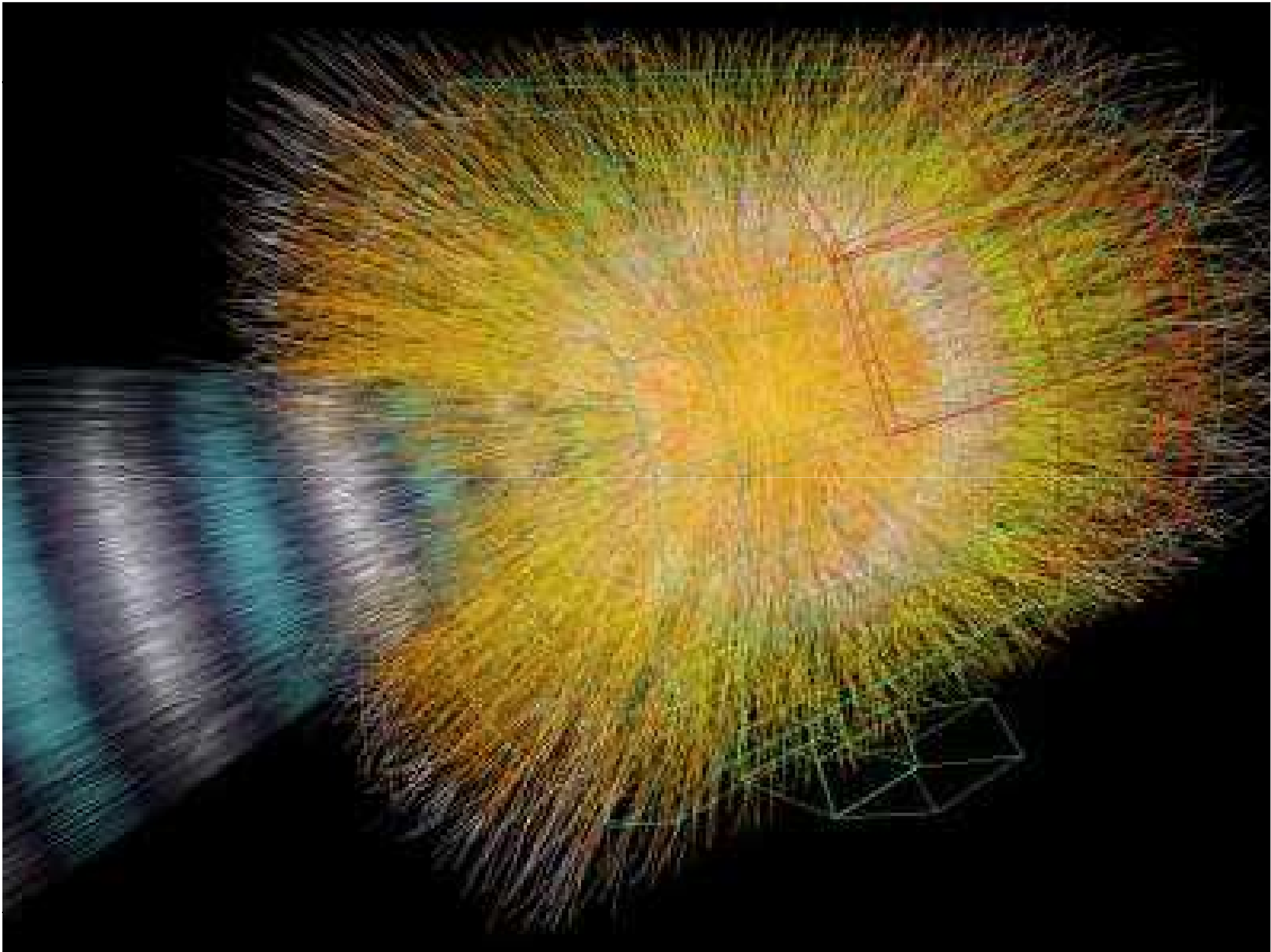
1. *First proton-proton collisions at the LHC as observed with the ALICE detector: Measurement of the charged particle pseudorapidity density at  $\sqrt{s} = 900$  GeV.*  
Eur. Phys. J. C65, 111 (2010).
2. *Charged-particle multiplicity measurement in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  and 2.36 TeV with ALICE at LHC.*  
Eur. Phys. J. C68, 89 (2010).
3. *Charged-particle multiplicity measurement in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with ALICE at LHC.*  
Eur. Phys. J. C68, 345 (2010).
4. *Transverse momentum spectra of charged particles in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 900$  GeV with ALICE at the LHC.*  
Phys. Lett. B693, 53 (2010).
5. *Midrapidity antiproton-to-proton ratio in pp collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  and 7 TeV measured by the ALICE experiment.*  
Phys. Rev. Lett. 105, 072002 (2010).
6. *Two-pion Bose-Einstein correlations in pp collisions at  $\sqrt{s} = 900$  GeV.*  
Phys. Rev. D 82, 052001 (2010).
7. *Strange particle production in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  TeV with ALICE at the LHC.*  
e-Print: arXiv:1012.3257 [hep-ex]. Submitted to EPJC.

## PbPb

1. *Elliptic flow of charged particles in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV.*  
Phys. Rev. Lett. 105, 252302 (2010).
2. *Charged-particle multiplicity density at mid-rapidity in central Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV.*  
Phys. Rev. Lett. 105, 252301 (2010).
3. *Suppression of charged particle production at large transverse momentum in central Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV.*  
e-Print: arXiv:1012.1004 [nucl-ex].
4. *Two-pion Bose-Einstein correlations in central PbPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV.*  
e-Print: arXiv:1012.4035 [nucl-ex]. Accepted to PLB.
5. *Centrality dependence of the charged-particle multiplicity density at mid-rapidity in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV.*  
e-Print: arXiv:1012.1657 [nucl-ex]. Accepted to PRL.

## Other:

1. V. Rebyakova, M. Strikman and M. Zhalov. *LHC potential for study of the small x gluon physics in ultraperipheral collisions of 3.5 TeV protons*, Phys. Rev. D81, 031501(R) (2010)
2. F. Costa, C. Soós, E. Kryshen et al. *Development of a simulated trigger generator for the ALICE commissioning*.  
J. Phys. Conf. Ser. 219, 032033 (2010).
3. *Alignment of the ALICE Inner Tracking System with cosmic-ray tracks*.  
JINST 5, P03003 (2010).



---

# **Backup slides**

# Участники эксперимента от ЛРЯФ

---

Участники эксперимента ALICE от ЛРЯФ:

- В. Самсонов, д.ф.-м.н., зав. лаб.
- М. Жалов, к.ф.-м.н., внс
- В. Никулин, к.ф.-м.н., снс
- Е. Крышень, нс
- М. Малаев, аспирант
- В. Иванов, к.ф.-м.н., снс
- М. Мифтахов, вед. инженер
- Е. Рощин, вед. инженер
- + В. Рябов, д.ф.-м.н., внс
- + Ю. Рябов, к.ф.-м.н., снс
- + В. Баублис, к.ф.-м.н., снс

Смены в 2010 году (fair share 0.9%) – 136 смен:

	Тип смены	Число смен
Михаил Малаев	DAQ+Trigger	13
Крышень Евгений	Shift leader	30
Никулин Владимир	Мюонный спектрометр	45
Итого		80

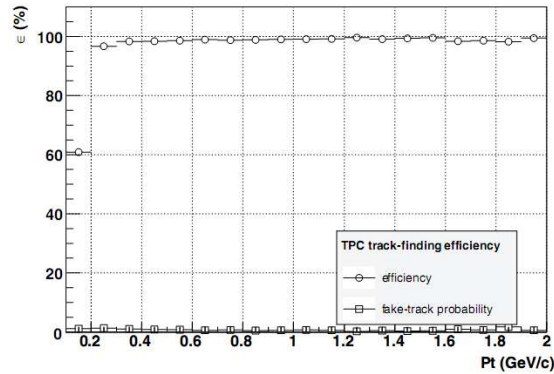


# Доклады ЛРЯФ в 2010 году

---

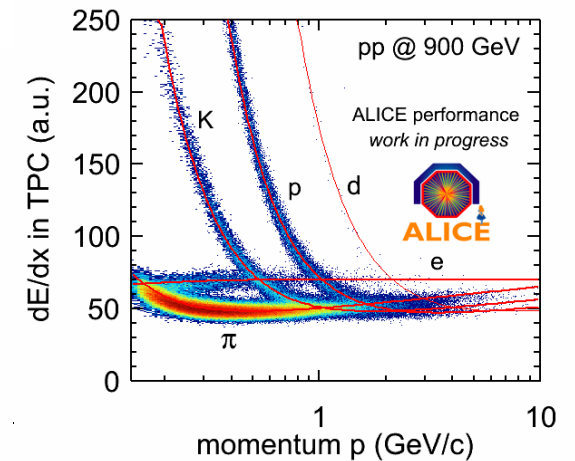
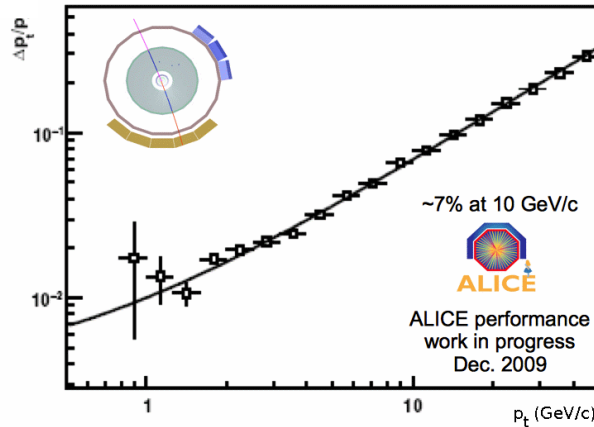
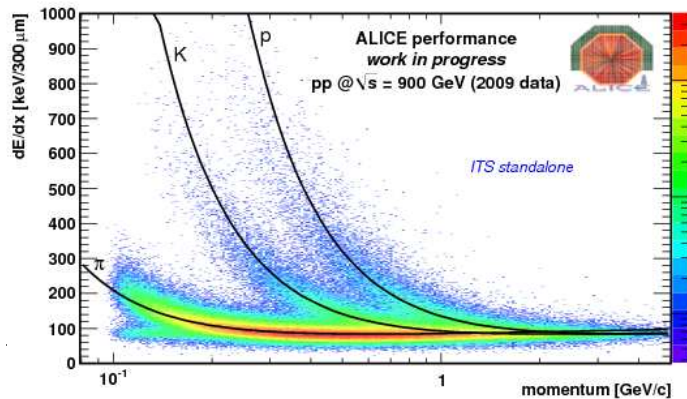
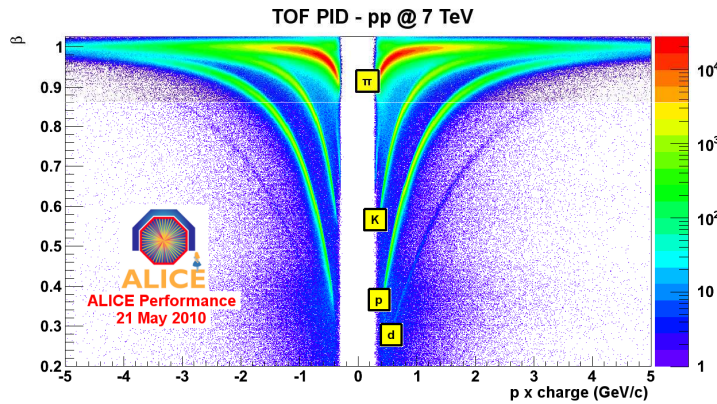
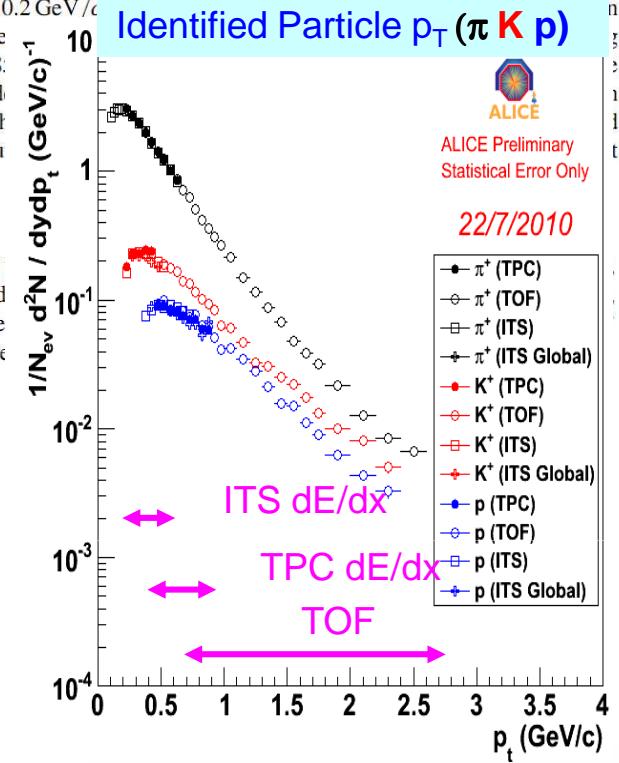
1. 31.05.2010. V. Nikulin. *Coherent photoproduction of  $J/\psi$  in pp UPC's at ALICE at 3.5 TeV.*  
Dimuon meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=95145>
2. 25.06.2010. E. Kryshen. *Dimuon production in coherent pp events: trigger issues.*  
Trigger group meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=79299>
3. 29.06.2010. E. Kryshen. *Dimuon production in coherent pp events: prospects and first results.*  
Diffractive group meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=97187>
4. 29.06.2010. E. Kryshen. *Dimuon production in coherent pp events: prospects and first results.*  
PWG3 meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=99115>
5. 13.07.2010. M. Zhalov. *Vector meson photoproduction in pA and pp ultraperipheral collisions at LHC.*  
CERN Heavy Ion Forum: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=101009>
6. 30.07.2010. E. Kryshen. *Trigger DQM.*  
Trigger group meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=100679>
7. 06.08.2010. M. Malaev. *News on  $f_0$  analysis.*  
Resonance meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=103535>
8. 13.08.2010. E. Kryshen. *Trigger DQM.*  
Trigger group meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=100681>
9. 27.08.2010. E. Kryshen. *Trigger DQM update.*  
Trigger group meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=100683>
10. 17.09.2010. E. Kryshen. *Trigger DQM update.*  
Trigger group meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=100702>
11. 09.11.2010. E. Kryshen. *Exclusive  $J/\psi$  production in pp events.*  
Diffractive group meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=112560>
12. 12.11.2010. E. Kryshen. *Trigger DQM.*  
Trigger group meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=100710>
13. 14.11.2010. E. Kryshen. *Intersection of trigger classes.*  
First Heavy Ion Physics meeting. <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=113454>
14. 17.11.2010. E. Kryshen.  *$J/\psi$  in diffractive events.*  
Dimuon meeting: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=113249>

# Efficiency and PID plots



The track finding in the central detectors starts in the TPC. For tracks with a sufficient number of hits and  $p_t$  above 0.2 GeV/c for charged-particle density efficiency is lower, around 8% of particle decays and the density of tracks reconstructed in the TPC (0.5 T), and the  $dE/dx$  resolution is better than the requirement.

The reconstruction quality in the muon-arm track-finding is better than the requirement.



# Efficiency and PID plots

Uncertainty	$dN_{\text{ch}}/d\eta$ analysis		$P(N_{\text{ch}})$ analysis	
	0.9 TeV	2.36 TeV	0.9 TeV	2.36 TeV
Tracklet selection cuts	negl.	negl.	negl.	negl.
Material budget	negl.	negl.	negl.	negl.
Misalignment	negl.	negl.	negl.	negl.
Particle composition	0.5–1.0 %	0.5–1.0 %	included in detector efficiency	
Transverse-momentum spectrum	0.5 %	0.5 %	included in detector efficiency	
Contribution of diffraction (INEL)	0.7 %	2.6 %	3–0 % (0–5)	5–0 % (0–5)
Contribution of diffraction (NSD)	2.8 %	2.1 %	24–0 % (0–10)	12–0 % (0–10)
Event-generator dependence (INEL)	+1.7 %	+5.9 %	8–0 % (0–5)	25–0 % (0–10)
Event-generator dependence (NSD)	–0.5 %	+2.6 %	3–5–1 % (0–10–40)	32–8–2 % (0–10–40)
Detector efficiency	1.5 %	1.5 %	2–4–15 % (0–20–40)	3–0–9 % (0–8–40)
SPD triggering efficiency	negl.	negl.	negl.	negl.
VZERO triggering efficiency (INEL)	negl.	n/a	negl.	n/a
VZERO triggering efficiency (NSD)	0.5 %	n/a	1 %	n/a
Background events	negl.	negl.	negl.	negl.
Total (INEL)	+2.5 % –1.8 %	+6.7 % –3.4 %	9–4–15 % (0–20–40)	25–0–9 % (0–10–40)
Total (NSD)	+3.3 % –3.3 %	+3.7 % –2.7 %	24–5–15 % (0–10–40)	32–8–9 % (0–10–40)