



# Эксперимент ALICE в 2009 году

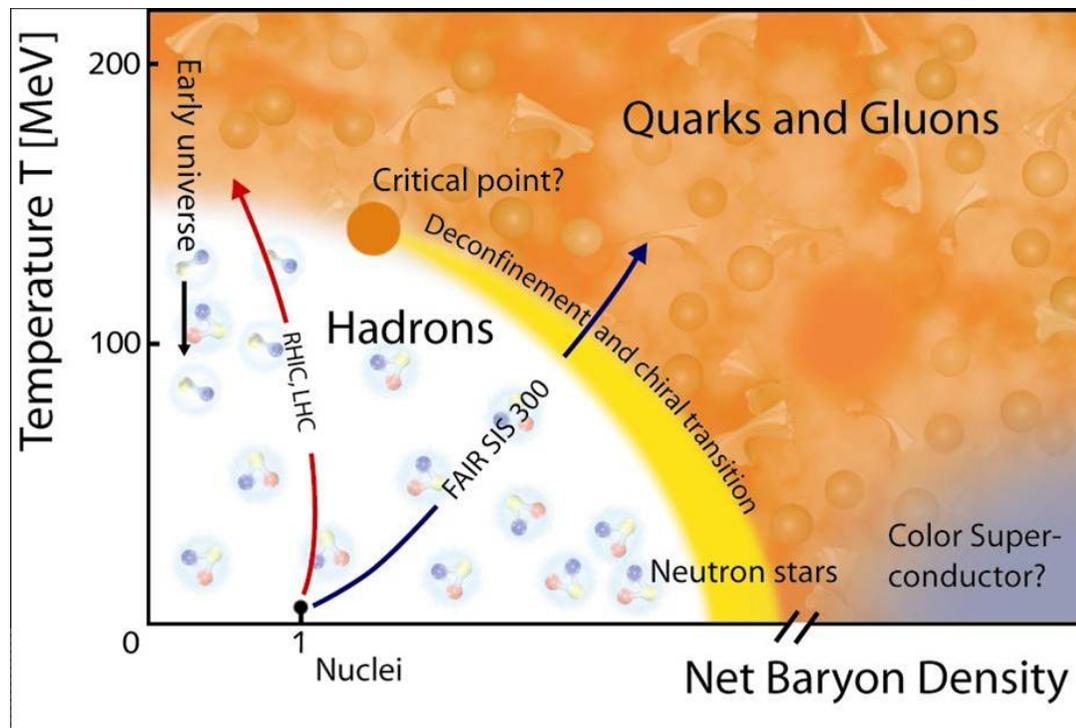
Научная сессия ученого совета ОФВЭ ПИЯФ

23 декабря 2009

Е. Крышень

ALICE – эксперимент, нацеленный на изучение физики столкновений тяжелых ионов при энергиях LHC, исследование ядерной материи в условиях экстремальных плотностей энергии, при которых предсказывают переход в состояние кварк-глюонной плазмы. Изучение этой фазы – ключ к пониманию конфайнмента КХД и механизма восстановления киральной симметрии.

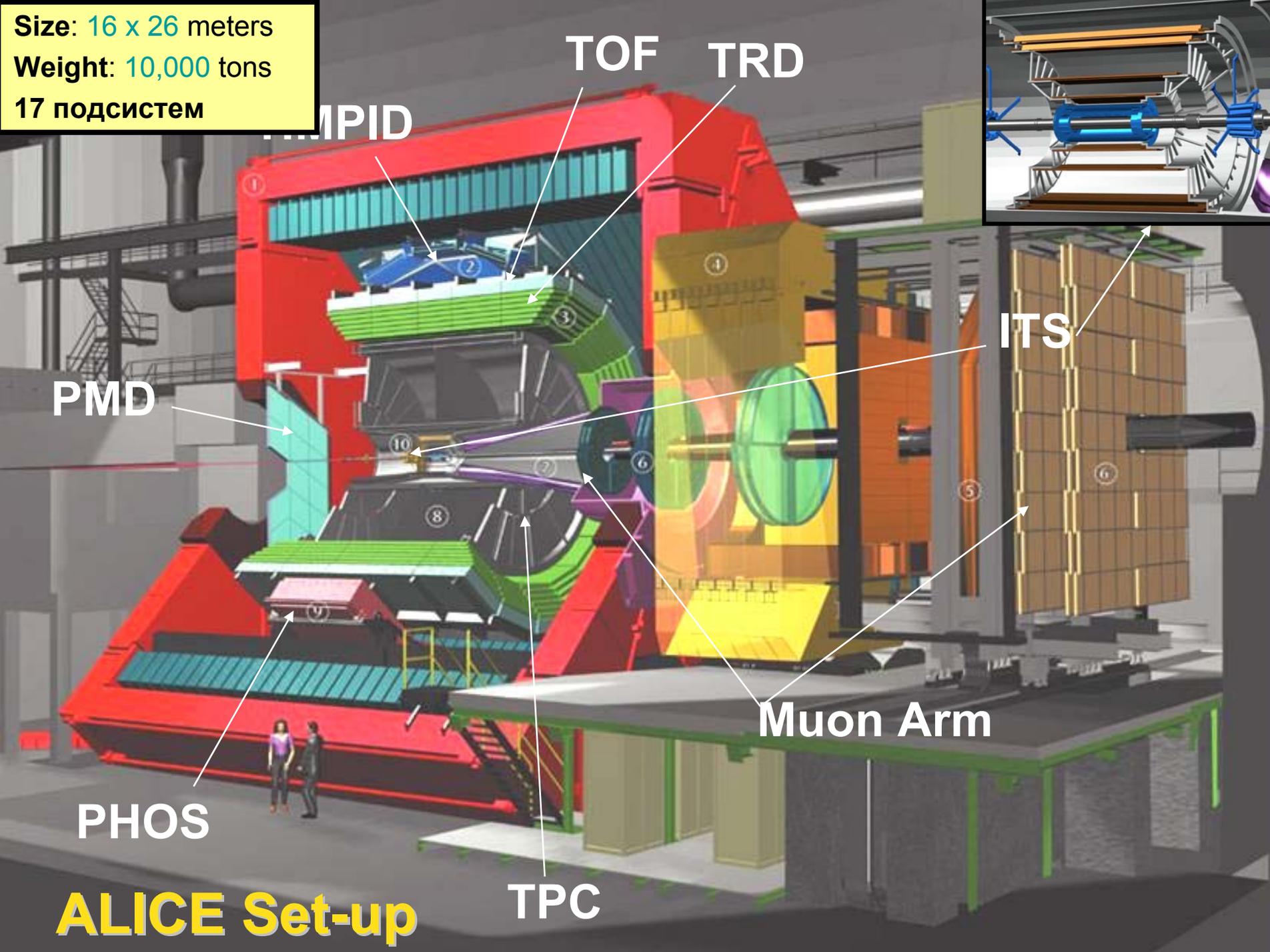
ALICE будет производить всестороннее изучение адронов, электронов, мюонов и фотонов в столкновениях тяжелых ионов, а также изучать физику pp столкновений для сравнения результатов с PbPb данными и для получения результатов в тех областях, где ALICE имеет преимущества по сравнению с другими экспериментами LHC.



В работе Алисы в 2009 году можно выделить три ключевые стадии:

1. Shutdown and commissioning
2. Тесты с космическими мюонами
3. Первые столкновения при энергии 900 ГэВ (23.11.2009 – 16.12.2009)

**Size:** 16 x 26 meters  
**Weight:** 10,000 tons  
**17 подсистем**



TOF TRD

PMD

PMD

ITS

Muon Arm

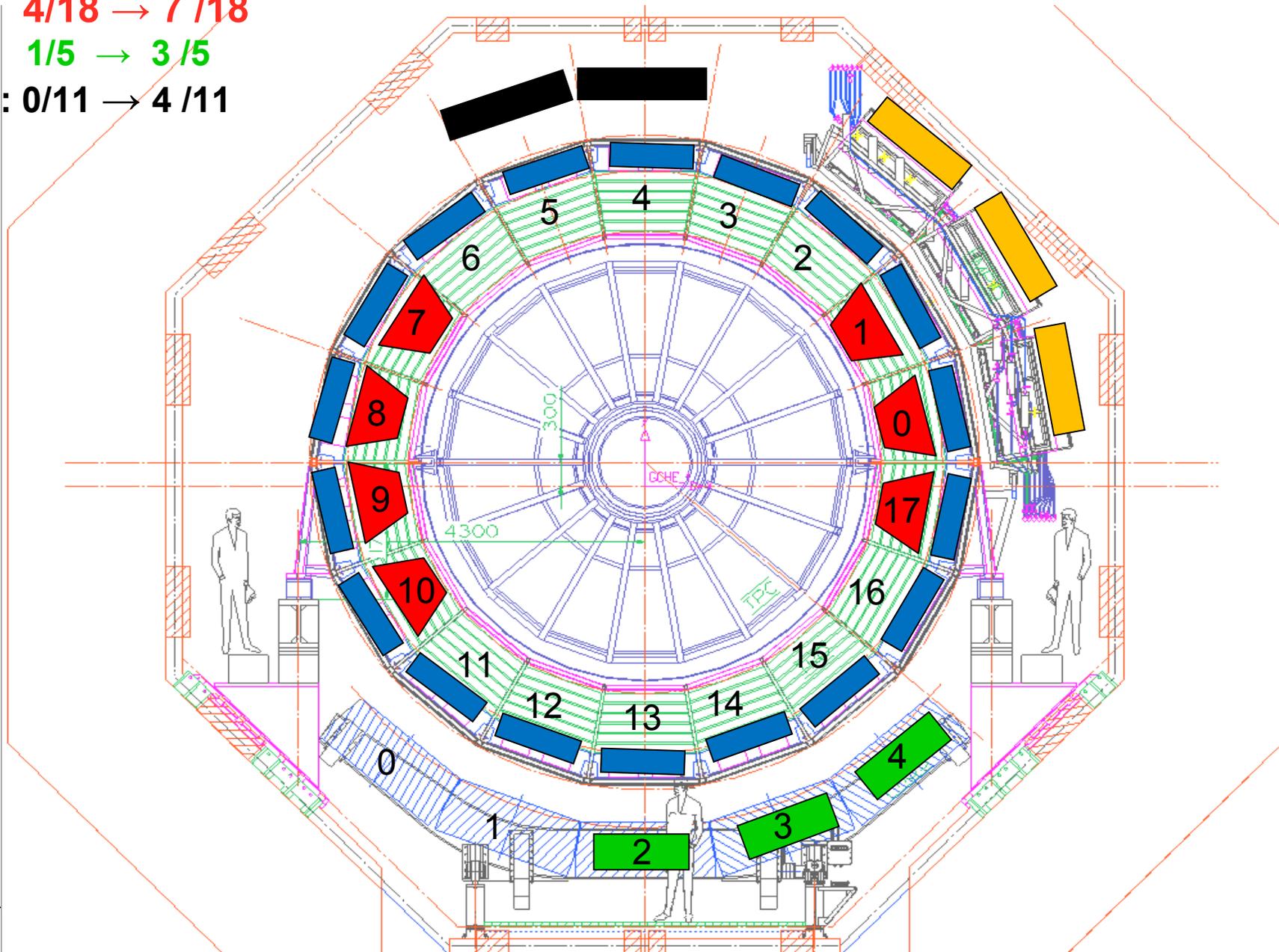
PHOS

TPC

**ALICE Set-up**

# Detector status by the end of the shutdown

**TRD:** 4/18 → 7 /18  
**PHOS:** 1/5 → 3 /5  
**EMCAL:** 0/11 → 4 /11



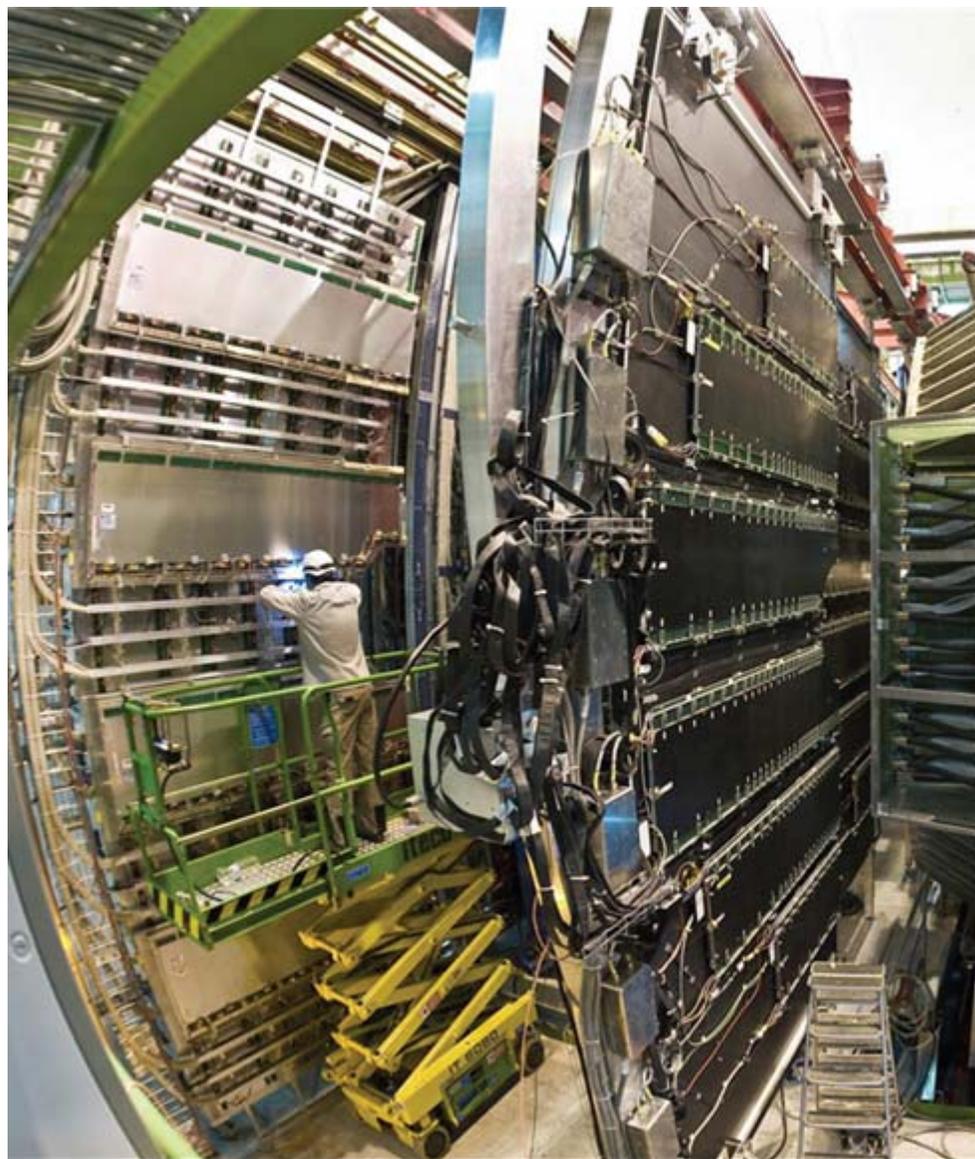
# Участие в отладке трековых камер мюонного спектрометра

В конце 2008 года только 65% камер мюонного спектрометра были в рабочем состоянии.

Основные причины отказов оборудования:

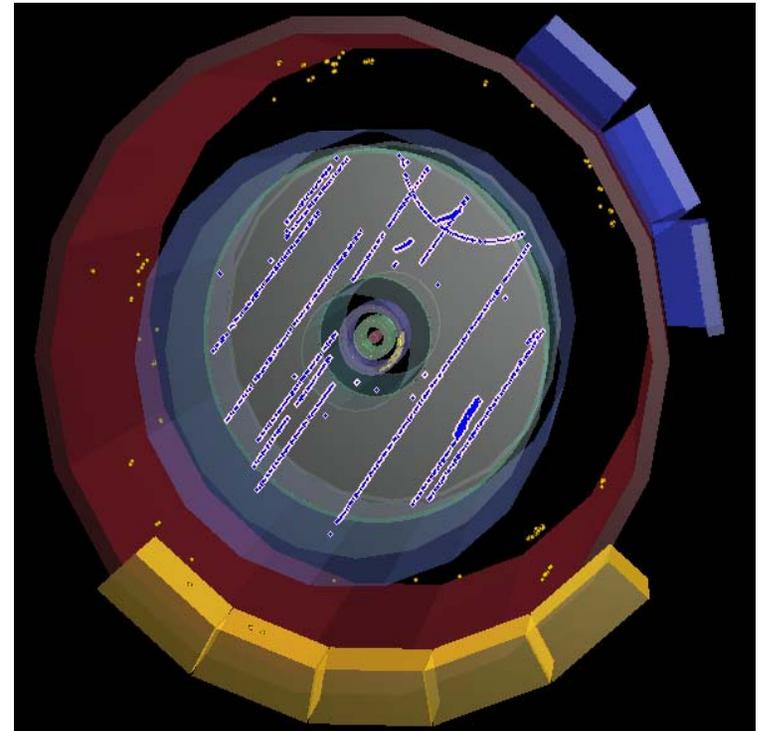
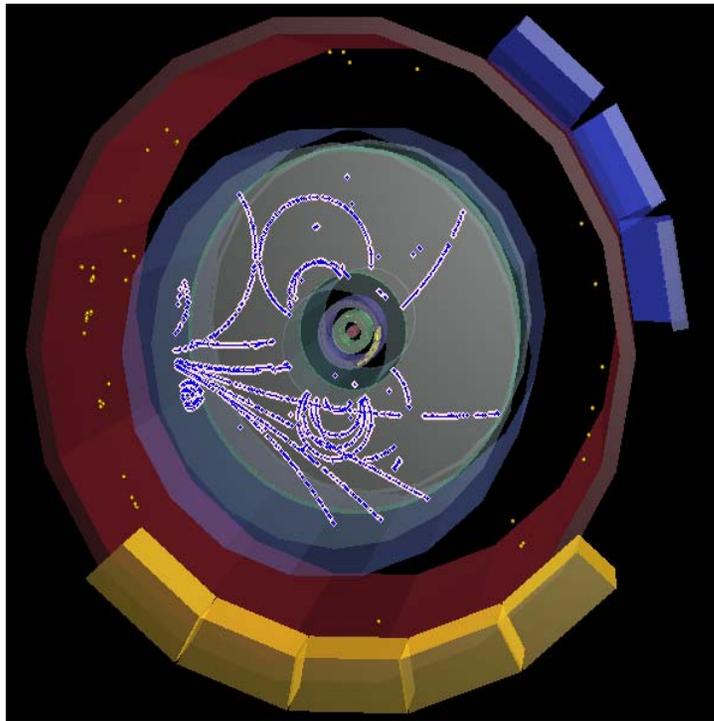
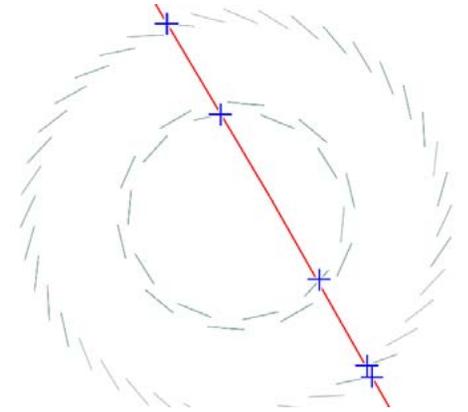
- 1) Контактные эффекты: нарушение пайки в шинах низковольтного питания и загрязнения разъемов карт MANU (в частности паяльным флюсом).
- 2) Некачественные источники низковольтного питания, в частности, имеющие высокочастотные компоненты на его выходе.
- 3) Высокочастотные наводки в шахте (внутри дипольного магнита).

К концу шатдауна были введены в строй более 95% каналов. Группа ПИЯФ (В. Иванов, Е. Роцин, В. Никулин) принимала активное участие (отработано более 10 человеко-месяцев). Н. Мифтахов принимал участие в деятельности группы геодезического обеспечения эксперимента.



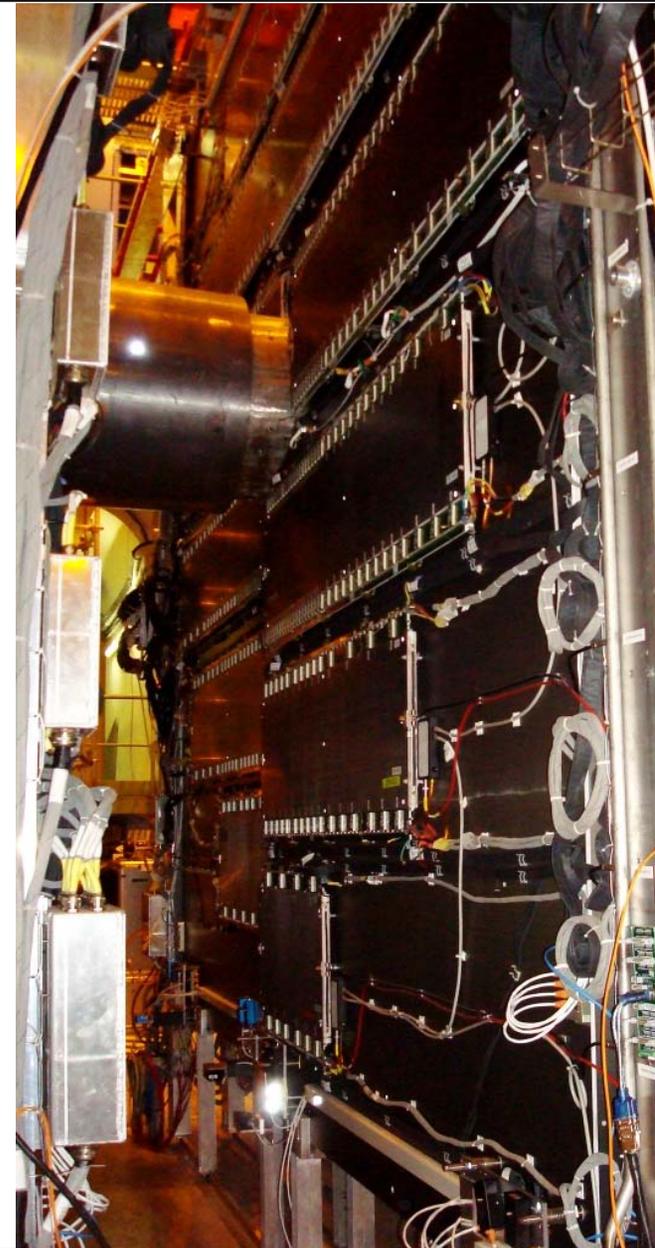
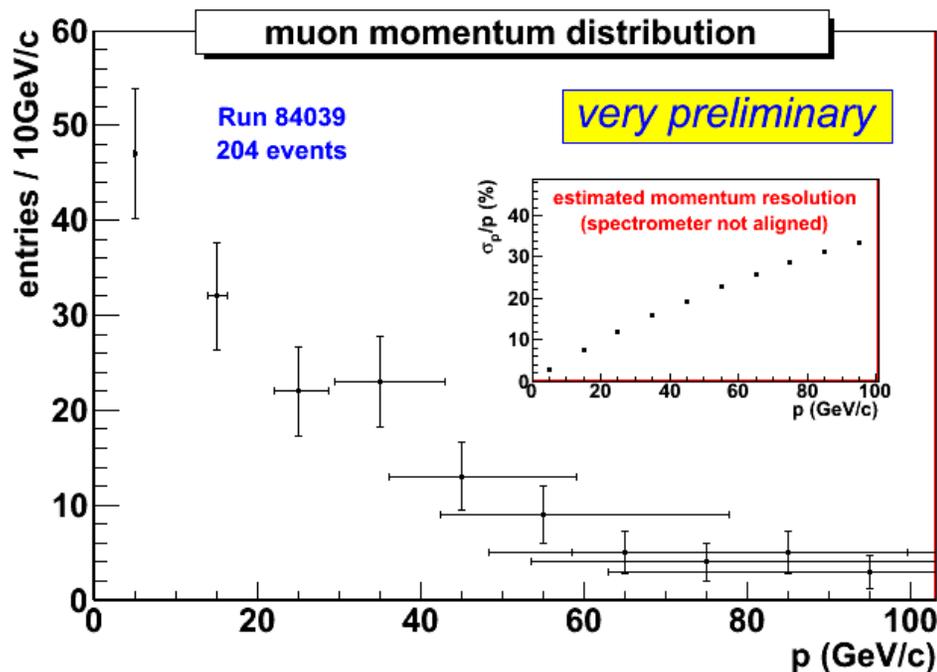
# Регистрация космических мюонов

- Собрано ~ 500 млн. космических событий
- Триггеры:
  - Rate: SPD trigger – 0.18 Hz
  - ACORDE ~single muon 70 Hz
  - ACORDE ~multi muon 1 Hz
  - TOF ~100 Hz
- Алайнмент SPD < 10 мкм. Статья «Alignment of the ALICE Inner Tracking System with cosmic-ray tracks» принята к публикации в JINST



# Космика на мюонном спектрометре

- Набрано более 200 000 событий с различными конфигурациями магнитного поля.
- Хорошая стабильность спектрометра (сбой за 3-5 дней).
- Доля работоспособных каналов за два месяца уменьшилась с 95.7% до 95.3%.
- Шумовыми сигналами – не более 1%.
- Типичное время считывания ~ 340 мкс.
- Оценка ошибки выстройки  $\pm 4$  мм – 10% разрешение по импульсу космических мюонов.
- Ожидается выстройка на треках с точностью около 0.2 мм (200 микрон)



# Участие в работе триггерной группы

- Разработка генератора искусственных триггерных сигналов для тестирования работы детектора ALICE (постер на конференции CHEP в марте 2009, Proceedings submitted to Journal of Physics).
- Подготовка и участие в тестах ERP, моделирующих условия в первых физических столкновениях.
- Синхронизация триггерных сигналов
- Участие в разработке триггерной стратегии и подготовка необходимых конфигураций
- Расчеты «расписания» столкновений (bunch crossing numbers)
- Оценка эффективности SPD триггера
- Оценка доли beam-background событий

**Development of a simulated trigger generator for the ALICE commissioning**  
 Filippo Costa, Csaba Soós, Evgeny Kryshen  
 V. Altini, F. Carena, W. Carena, S. Chapeland, V. Chibante Barroso, R. Divià, U. Fuchs, I. Makhlyueva, F. Roukoutakis, K. Schossmaier, P. Vande Vyvre, B. von Haller

**ALICE (A Large Ion Collider Experiment)**  
 It is a detector specialized in studying nuclear collisions using the properties of **QUARK GLUON PLASMA** a state of matter whose quarks and gluons, under conditions of very high temperatures and densities, are no longer confined inside hadrons.  
 Such a state of matter probably existed just after the **BIG BANG** before particles such as protons and neutrons were formed.

**ALICE is composed by 18 sub-detectors:**  
 ALICE will operate in several different running modes with significantly different detector configurations.  
 Each mode will be used for different physics goals.  
 All major sub-detectors and ALICE will receive the trigger signals from the Random Trigger Generator.  
 In order to minimize the trigger latency in the detector, the RTG has been developed to provide **8 Trigger sequencers at the same time with different probabilities.**

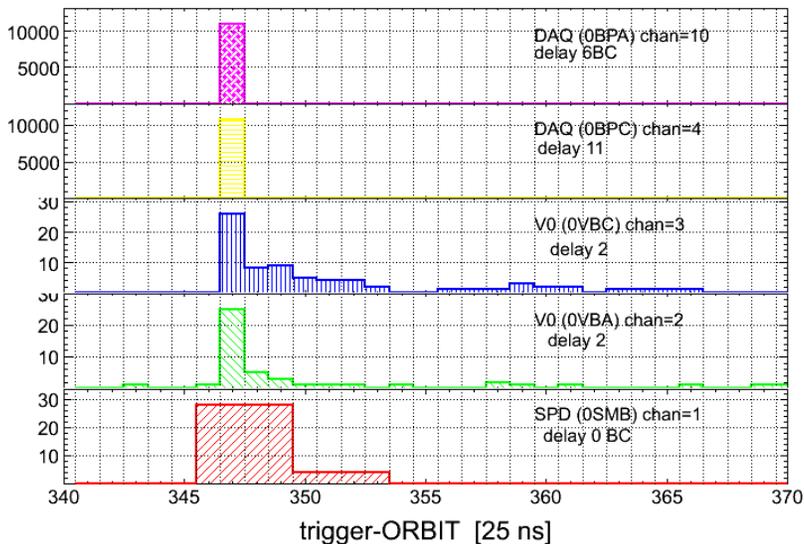
**WORKING PRINCIPLE:**  
 The RTG is implemented in software and a hardware part.  
 The software part is implemented in the RTG software.  
 It is used to create the trigger sequences and to test the RTG.  
 The hardware part is implemented in the RTG card installed in a PC and it must be tested in the laboratory.  
 It is used to generate the trigger signals and to test the RTG.  
 It is used to generate the trigger signals and to test the RTG.

**HARDWARE COMPONENTS:**  
 1. daughter card + 2 x TTCq  
 2. D-RORPC + X = RTG board  
 3. RTG board + PC = RTG

**3 X** TRIGGER SEQUENCES

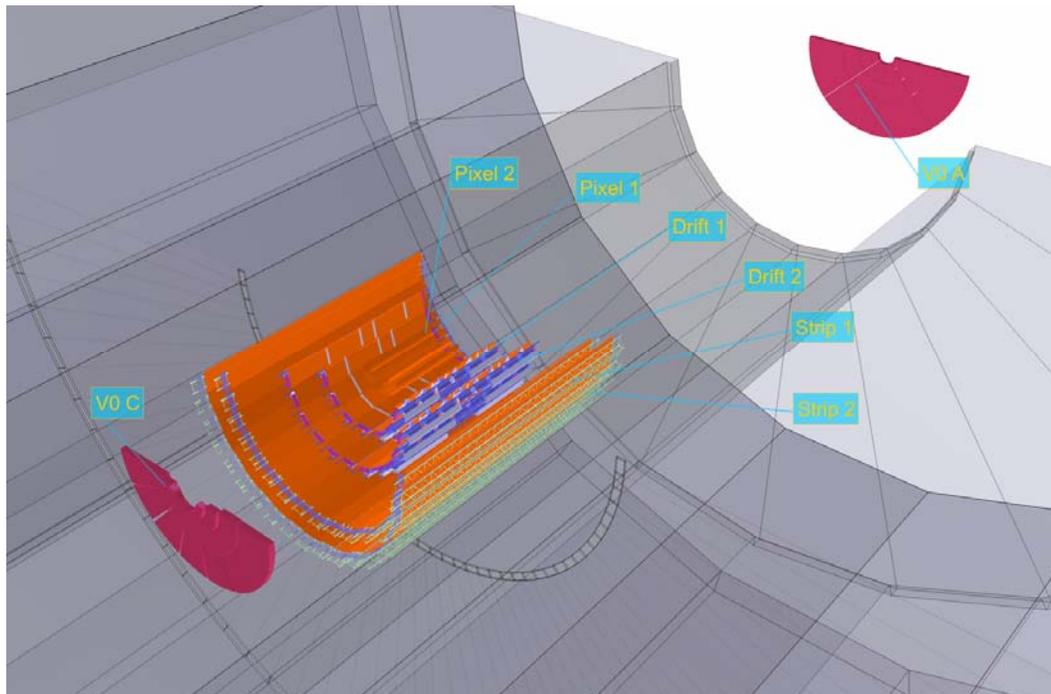
**The Random Trigger Generator** is physically installed in the ALICE Point 2 control room.  
 They are plugged in one PC. Then there they provide up to 8 trigger sequences through a CAN bus system connected to the CTP system, installed in the ALICE experimental centre.  
 Everything is controlled remotely from one machine installed in the ALICE ALICE Control Room using standard web connections to trigger the machine.

**ALICE Commissioning Logbook**  
 The Random Trigger Generator has been successfully installed in the ALICE Point 2 providing 'artificial' real trigger sequences for all the sub-detectors.  
 It has been used for 880 runs for a total of 228 hours (#204187-123 sub-events).  
 All the detectors installed in ALICE have been tested using the RTG during the ALICE commissioning in 2008. For that occasion more than 40 trigger sequences with different characteristics have been created using the RTG software to test all the single detector in STANALONE runs or combining them in GLOBAL runs.  
 The RTG works and well! It has been used successfully during the ALICE commissioning in the 2008, and it will be used again as soon as the ALICE commissioning re-starts in the middle of 2009.

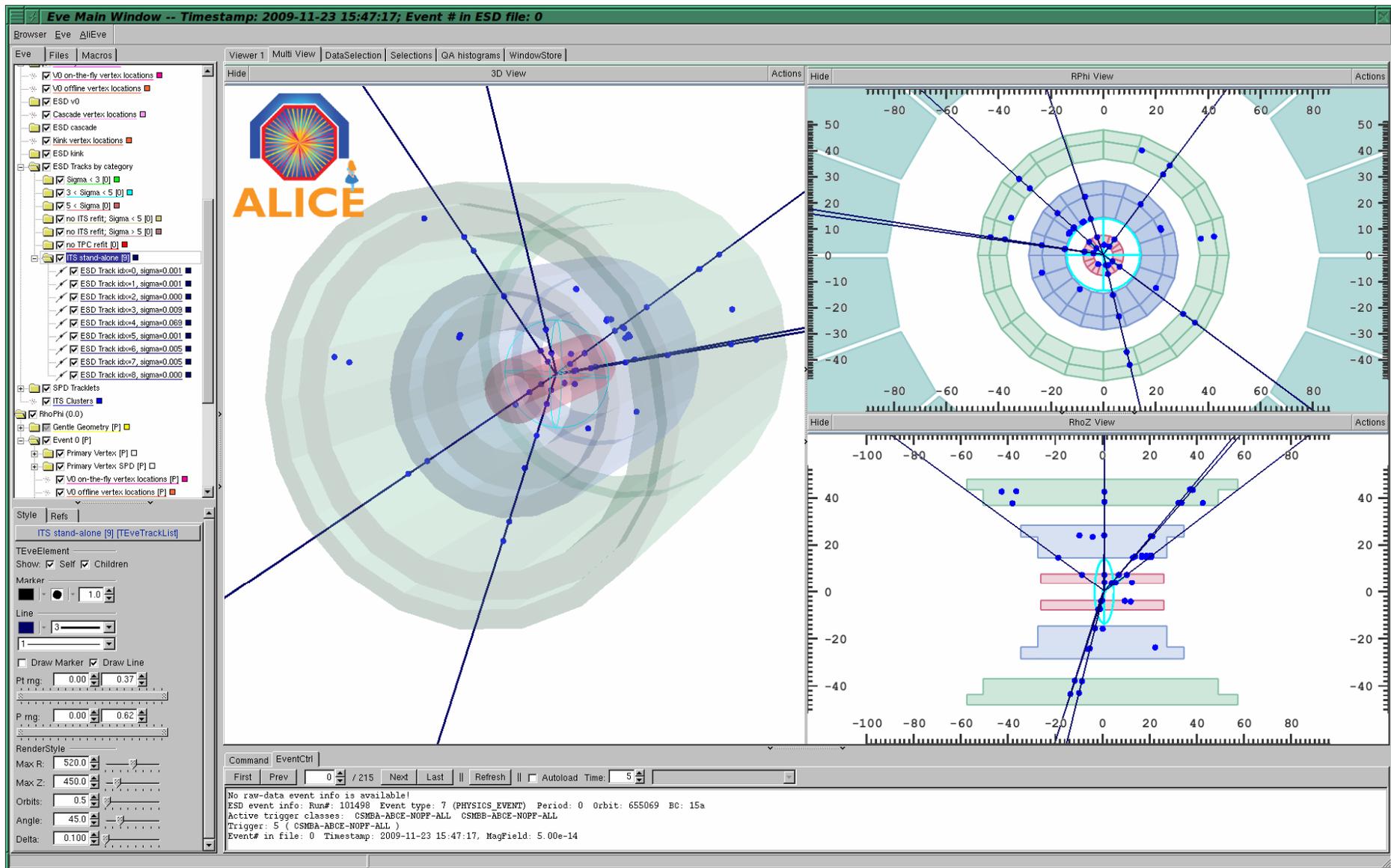


# Первые pp столкновения в ALICE

- 23 ноября – первые столкновения на LHC при энергии 450+450 ГэВ
- Нестабильные пучки - в регистрации первых столкновений принимали участие только детекторы, устойчивые к возможным всплескам загрузок:
  - Inner Tracking System (6 слоев)
  - V0 сцинтилляторы
  - Калориметры: PHOS, EMCAL, ZDC.
- Триггер SPD+Beam pickup on both sides.
- Без магнитного поля
- В течение 40 минут АЛИСА зарегистрировала 284 события



# Первое событие в ALICE



Eur. Phys. J. C (2010) 65: 111–125  
DOI 10.1140/epjc/s10052-009-1227-4

**THE EUROPEAN  
PHYSICAL JOURNAL C**

Regular Article - Experimental Physics

**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**

The ALICE Collaboration

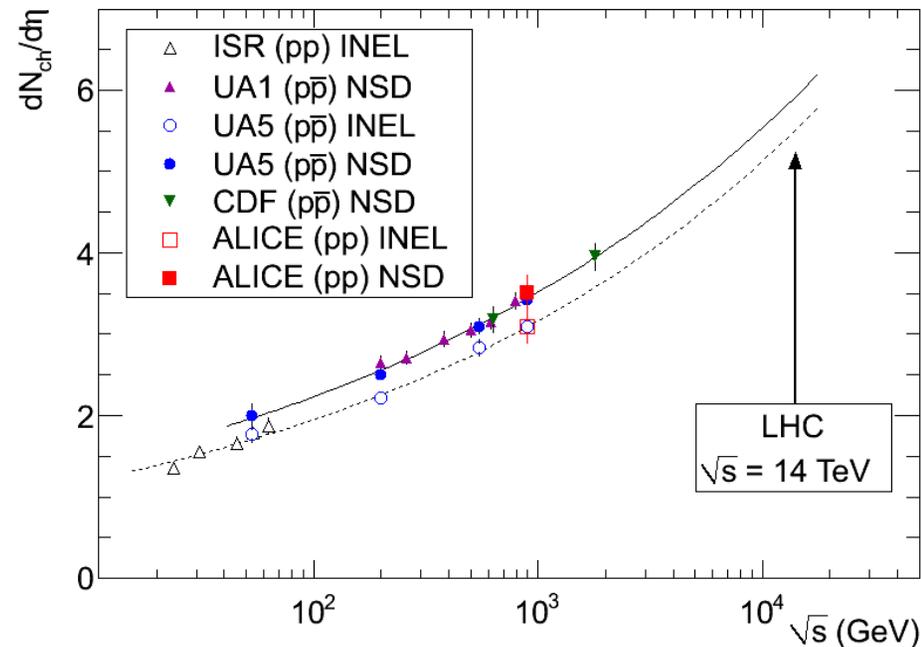
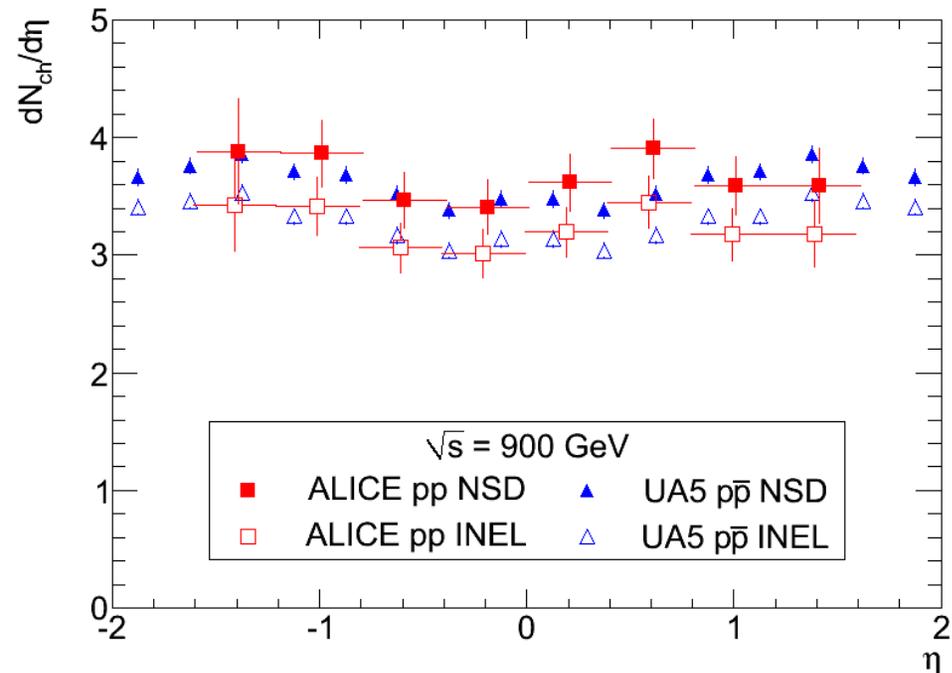
**National Geographic News**

**For the Large Hadron Collider's first result, ALICE found that a proton-proton collision recorded on November 23 created the precise ratio of matter and antimatter particles predicted from theory.**

F. Blanco<sup>23,i</sup>, F. Blanco<sup>63</sup>, D. Blau<sup>70</sup>, C. Blume<sup>37</sup>, M. Boccioni<sup>40</sup>, N. Bock<sup>27</sup>, A. Bøgdanov<sup>69</sup>, H. Bøggild<sup>28</sup>,  
M. Bogolyubsky<sup>83</sup>, J. Bohm<sup>96</sup>, L. Boldizsár<sup>18</sup>, M. Bombara<sup>12,j</sup>, C. Bombonati<sup>79,k</sup>, M. Bondila<sup>49</sup>, H. Borel<sup>89</sup>,

# Первые результаты

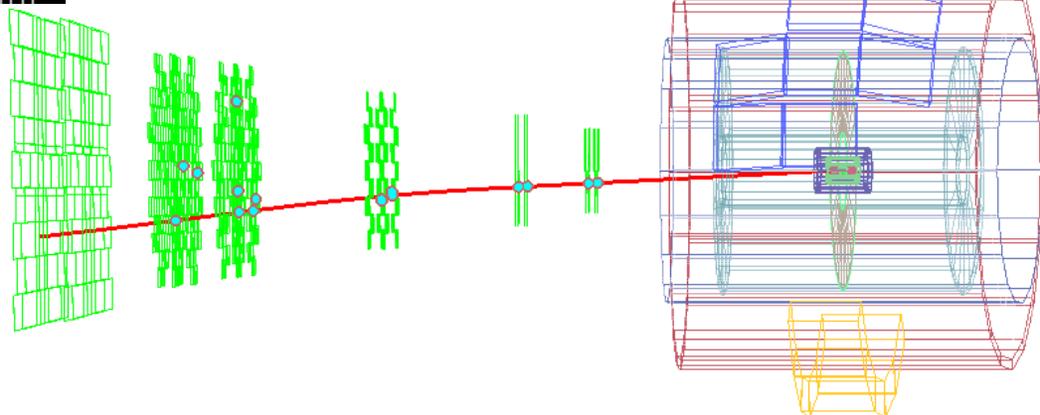
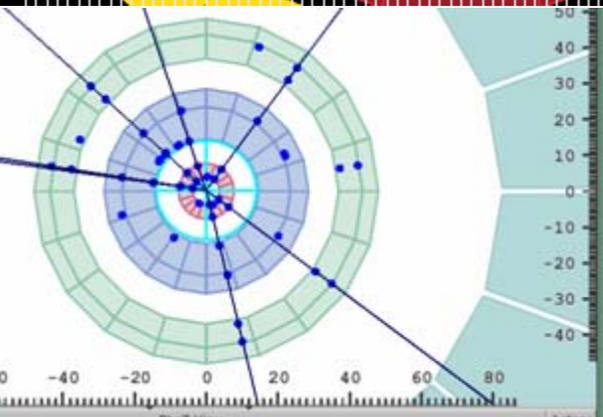
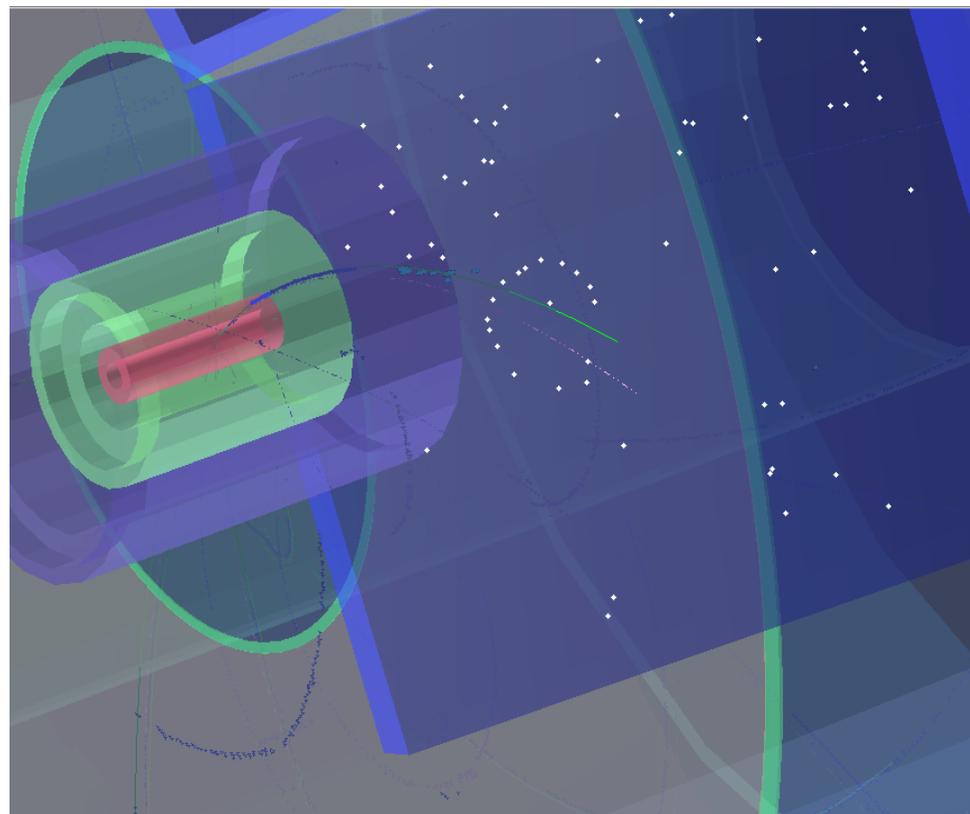
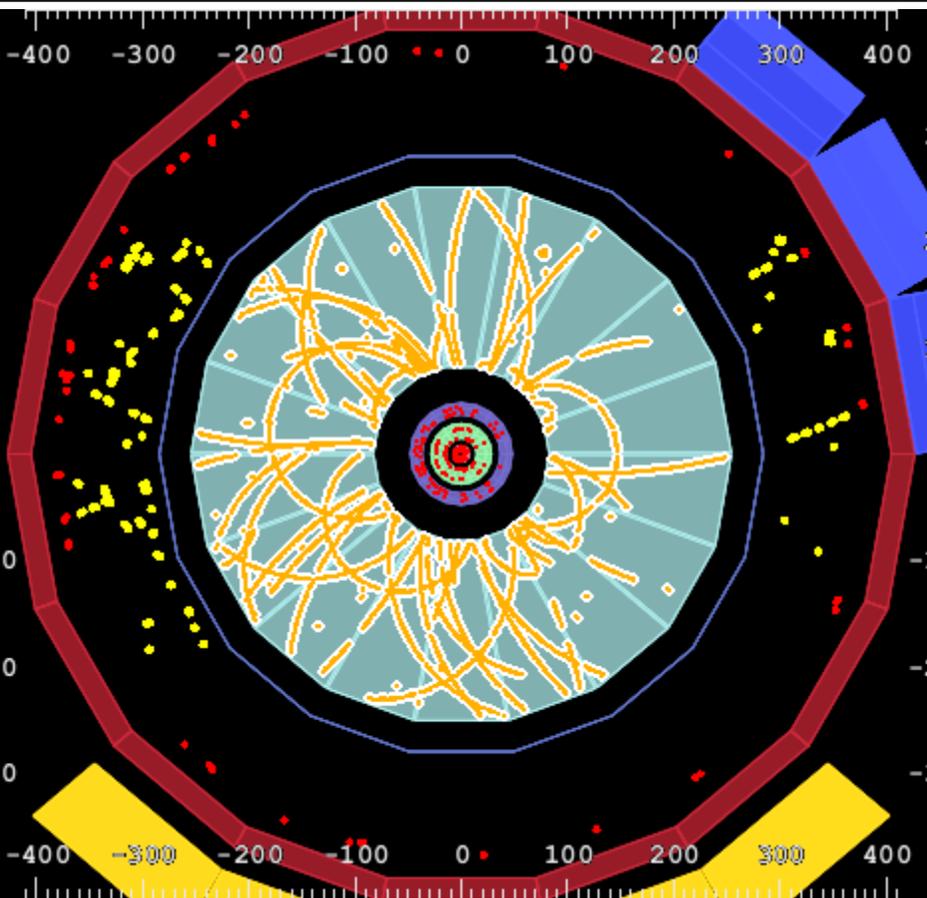
- Измерение распределения плотности заряженных частиц по псевдобыстроте.
- Две нормировки: (центральная область)
  - неэластичные столкновения  $dN_{ch}/d\eta = 3.10 \pm 0.13 \pm 0.22$
  - non-single-diffractive collisions  $dN_{ch}/d\eta = 3.52 \pm 0.15 \pm 0.25$
- Сравнение протон-протонных данных с антипротон-протонными (UA5)
  - При энергии 900 ГэВ теории предсказывают разницу порядка 0.1-0.2%.
  - Большая разница возможна из-за обмена оддероном ( $C=-1$ ).
  - Плотности распределений в протон-протонных и антипротон-протонных столкновениях оказались сопоставимыми.



# Первые данные на «стабильном» пучке

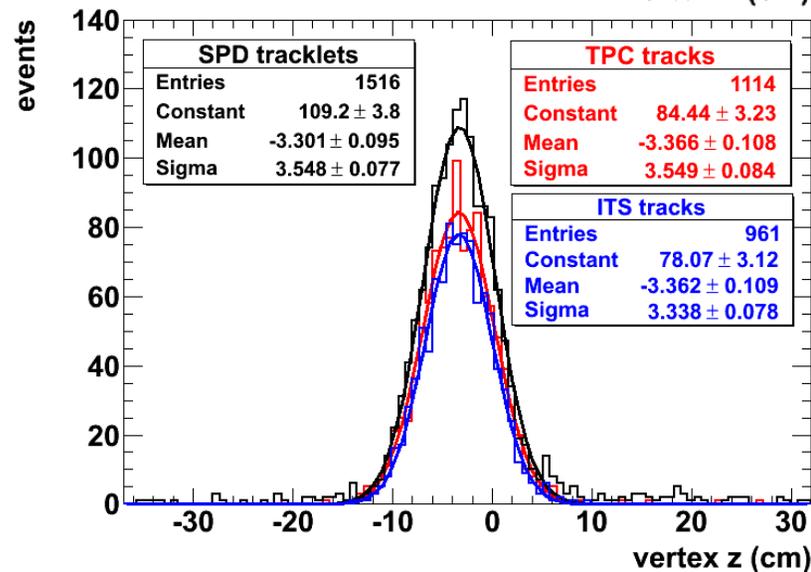
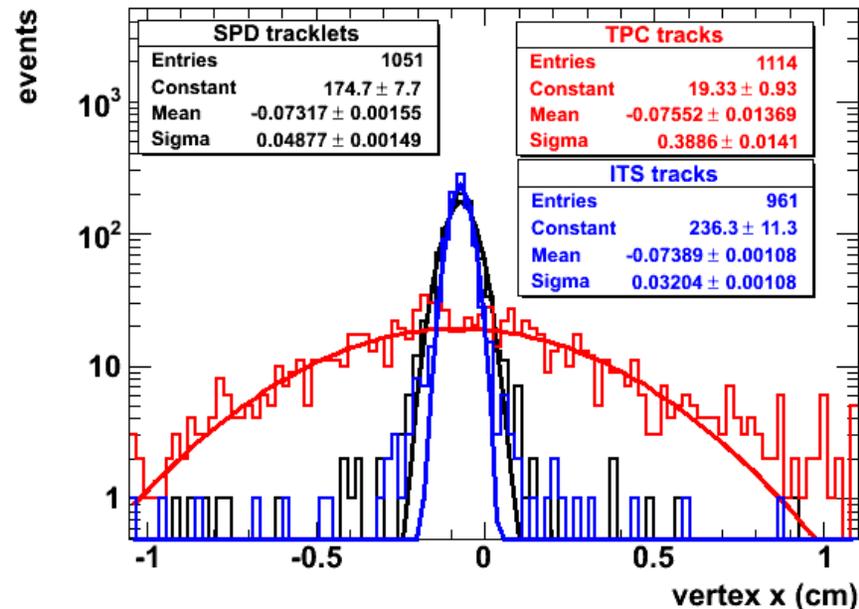
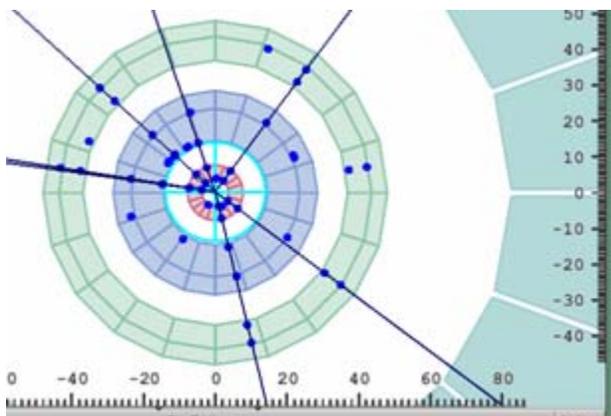
- 6 – 16 декабря – первые данные на «стабильном» пучке
- Все 17 детекторов в рабочем состоянии
- Триггер: (SPD or V0A or V0C) & Beam peak up + мюонный триггер
- ~360 000 “хороших” событий
- Большая доля beam-background событий
- Различные конфигурации магнитного поля
- 14 декабря – 40 000 событий – ITS+PHOS+EMCAL при энергии 2.36 ТэВ
- Расписание LHC = 4x4 => 2 beam-gaz + 2 gaz-beam + 2 collision bunch crossings (в будущем планируется более 2000 bunches/orbit). Rate – до 10 Гц при высокой интенсивности ( $2 \times 10^{10}$  p/bunch).
- 14 декабря - 16x16 => 30 Гц.

# Примеры реконструированных событий

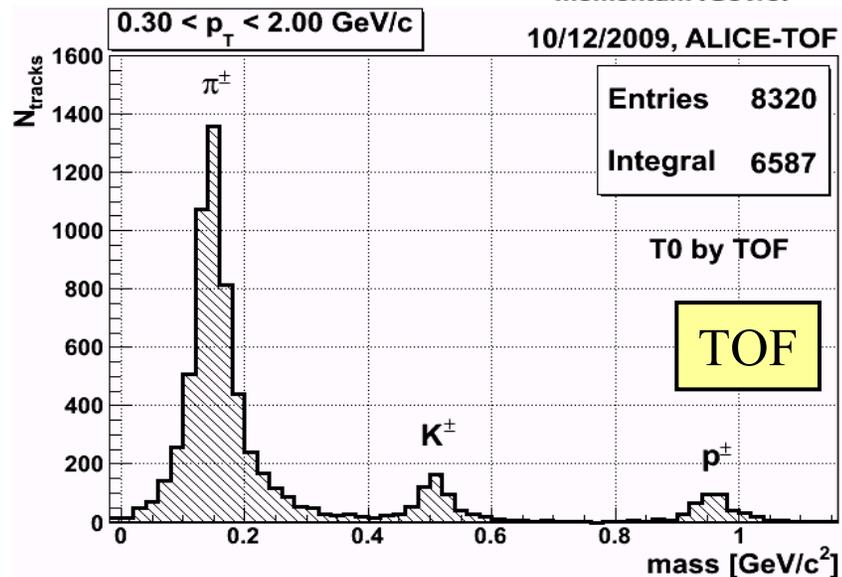
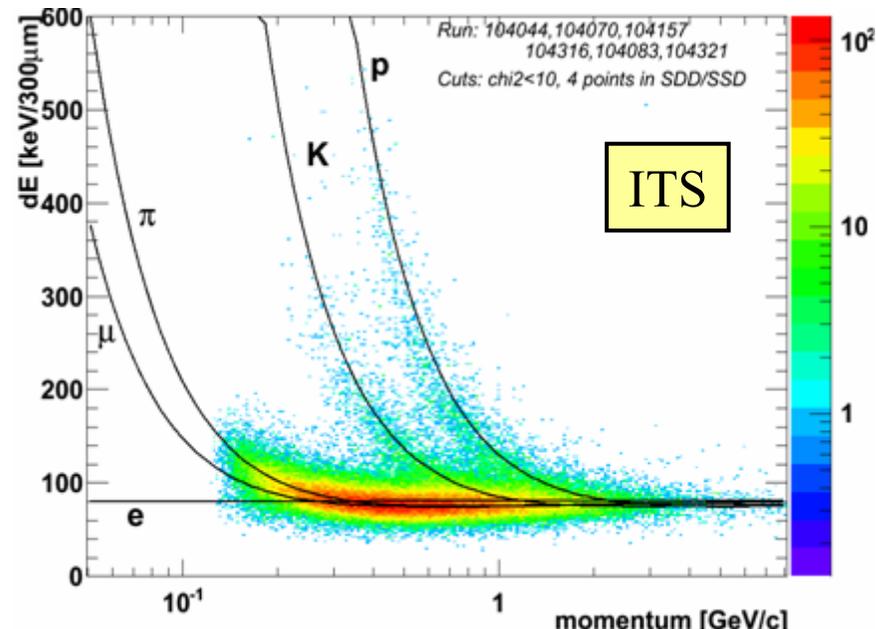
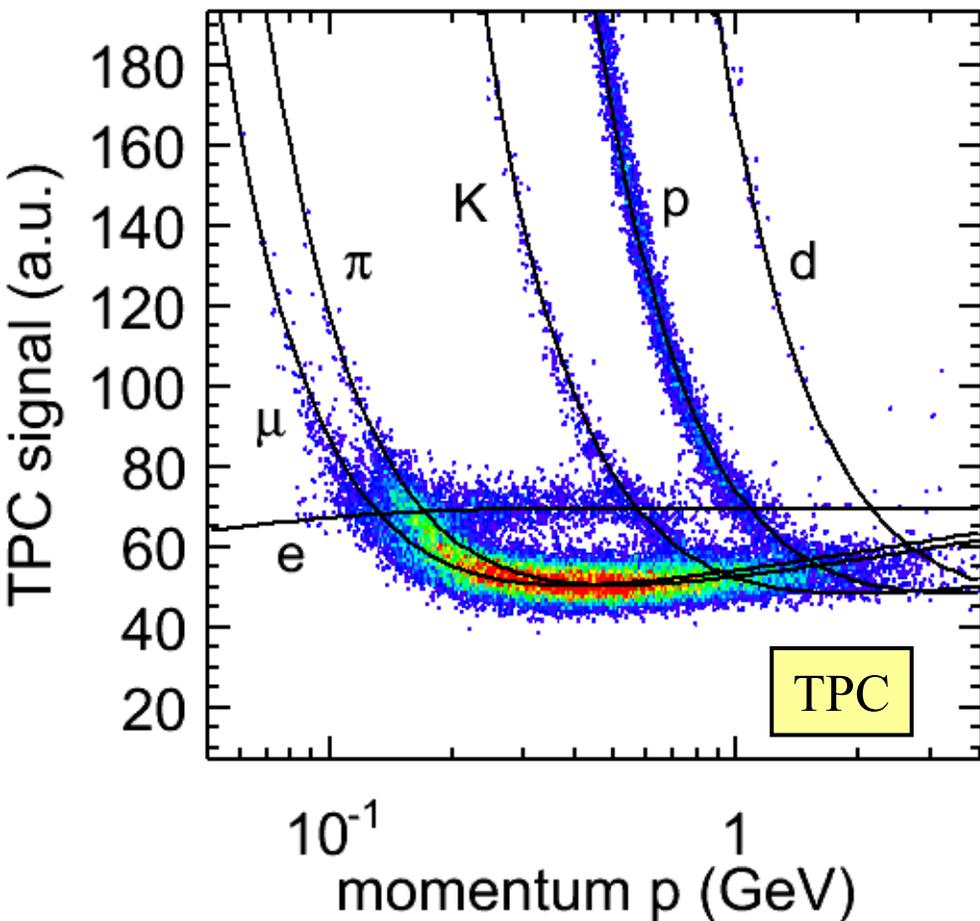


# Восстановление первичной вершины

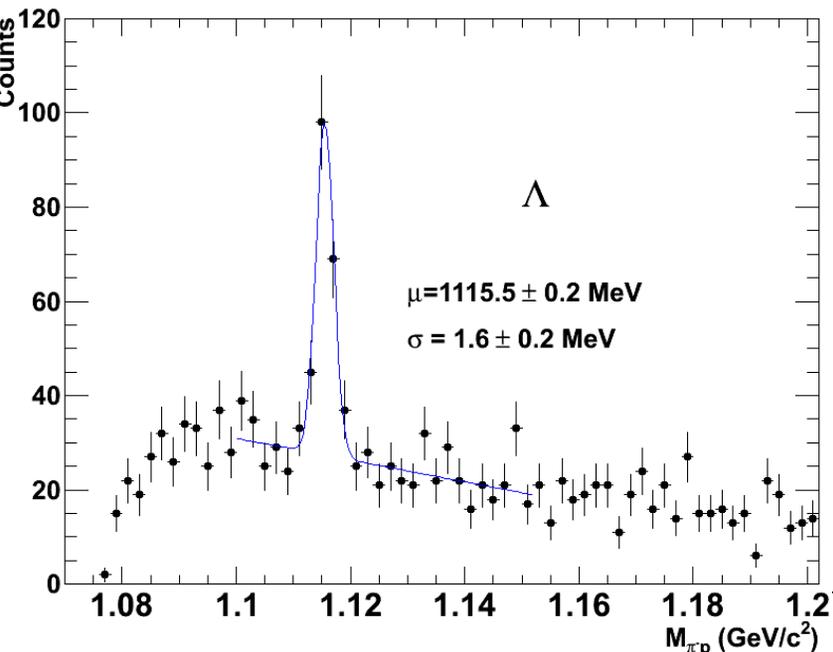
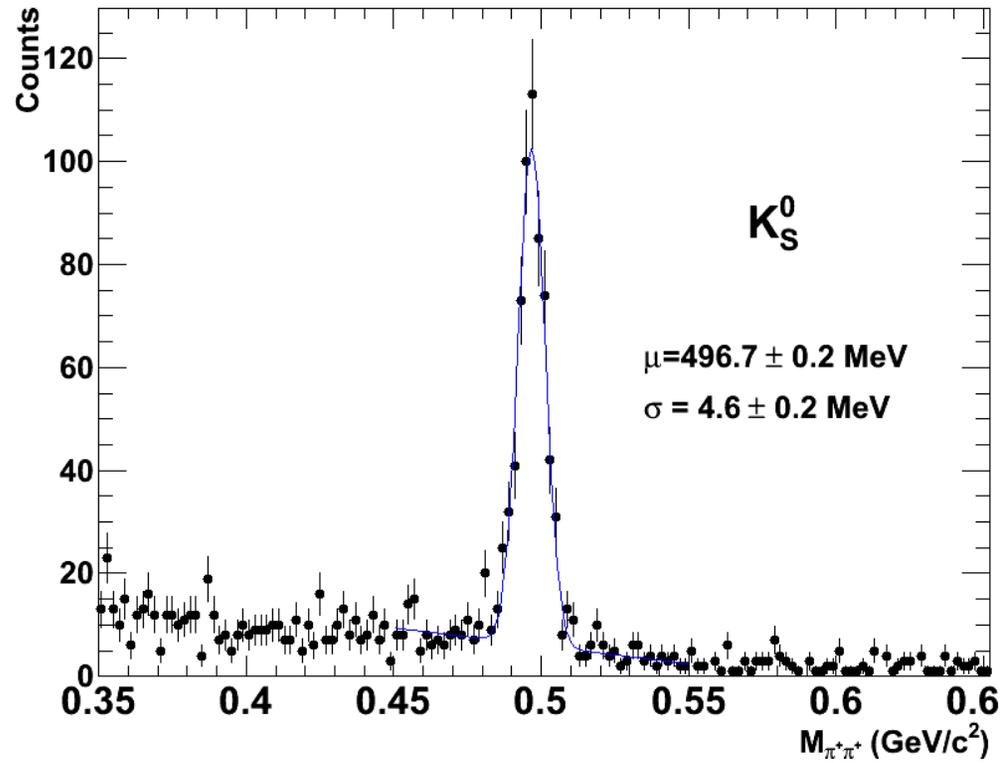
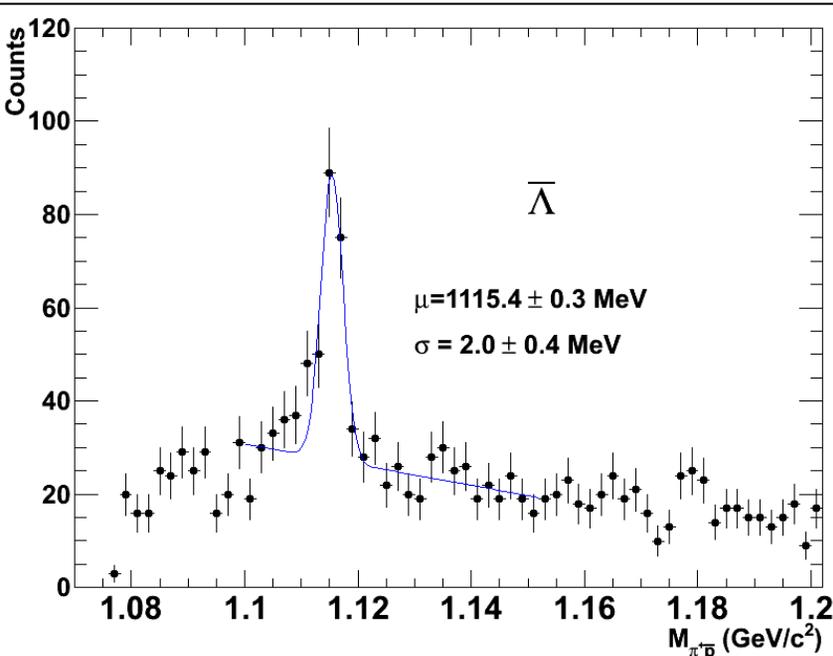
- 3 метода реконструкции первичной вершины:
  - Только SPD (SPD tracklets)
  - ITS целиком (ITS tracks)
  - Только TPC (TPC tracks)
- Разрешение TPC standalone намного хуже разрешения ITS, но положение центра распределения совпадают; т.е. относительное выравнивание хорошее.
- Определение положения пучка с точностью 200 мкм.



# Particle identification (Data)



# Восстановление слабых распадов



- Также наблюдаются каскадные распады  $\Xi^-$ ,  $\pi^0 \rightarrow \gamma \gamma$ ,  $\phi \rightarrow K^+ K^-$ , но результаты ещё не допущены для публичных презентаций.
- Реконструированные массы прекрасно согласуются с общемировыми значениями

# Планы ALICE на 2010 год

- Январь – начало февраля – shutdown.
- Февраль – октябрь - ALICE minimum bias program pp на стабильных пучках (цель – энергия 3.5+3.5 ТэВ, светимость  $> 10^{32} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ )
  - QCD, heavy flavour, jets
  - Референсные данные Pb-Pb столкновений
  - Сбор данных при всех промежуточных энергиях
- Программа редких триггеров при более высокой светимости:
  - Триггер на высокую множественность
  - Мюонные, электронные, фотонные триггеры
  - Триггер на дифракционные процессы?
- Ноябрь 2010 - первые PbPb столкновения
- Участие ПИЯФ:
  - Смены (мюонный спектрометр, триггер, DAQ, Offline, shift leader)
  - Участие в триггерной группе (оценка эффективностей триггеров, настройка программного обеспечения, разработка стратегии, участие в тестах с генератором триггерных сигналов)
  - Участие в группе мюонного спектрометра (отладка неисправных камер во время shutdownа, участие в обработке данных)

---

## Участники эксперимента ALICE от ЛРЯФ:

В.Никулин, к.ф.-м.н., снс

Е.Крышень, нс, (гот.канд.дисс.), 30 лет

А.Залите, к.ф.-м.н., снс

М.Жалов, к.ф.-м.н., внс

М.Малаев, аспирант, 23 года

М.Мифтахов, вед. инженер

В.Иванов, к.ф.-м.н., снс

Е.Рощин, вед. инженер

В.Самсонов, д.ф.-м.н., зав. лабораторией

## Финансовое обеспечение участия в эксперименте ALICE:

Визиты:

90 k\$ (Минобрнаука)

14 k\$ (ЦЕРН)

Поддержка участия:

1000 т.руб. (РАН)

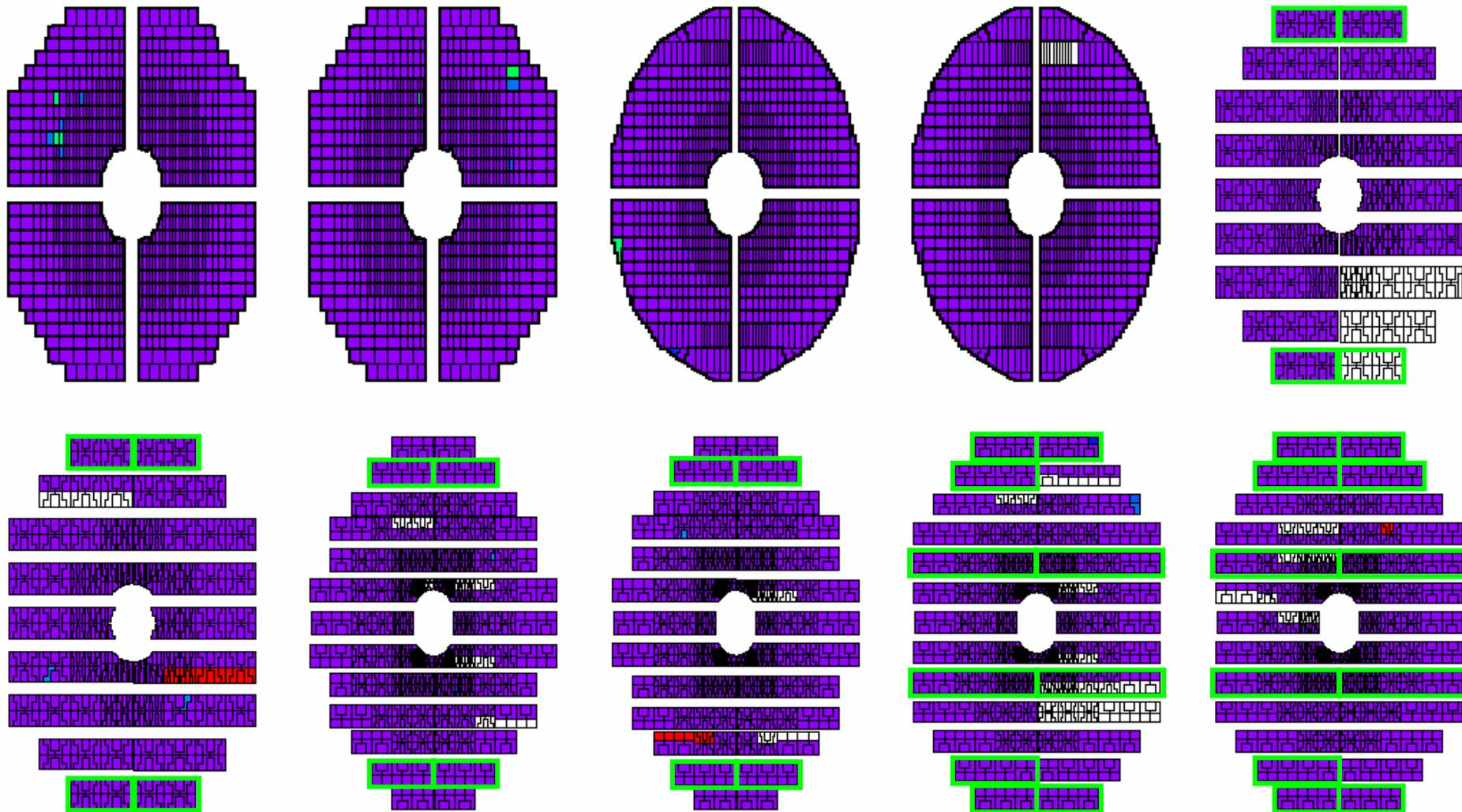
С НОВЫМ ГОДОМ!



---

# **Backup slides**

# Мюонный спектрометр



# Участие в сменах

- Смены в 2009 году:

	Тип смены	Число смен
Залите Андрей	Offline	22
Крышень Евгений	Триггер	31
Крышень Евгений	Shift leader	28
Никулин Владимир	Мюонные спектрометр	25
Итого		78

- В плане на 2010 год (fair share 0.9%) – 136 смен