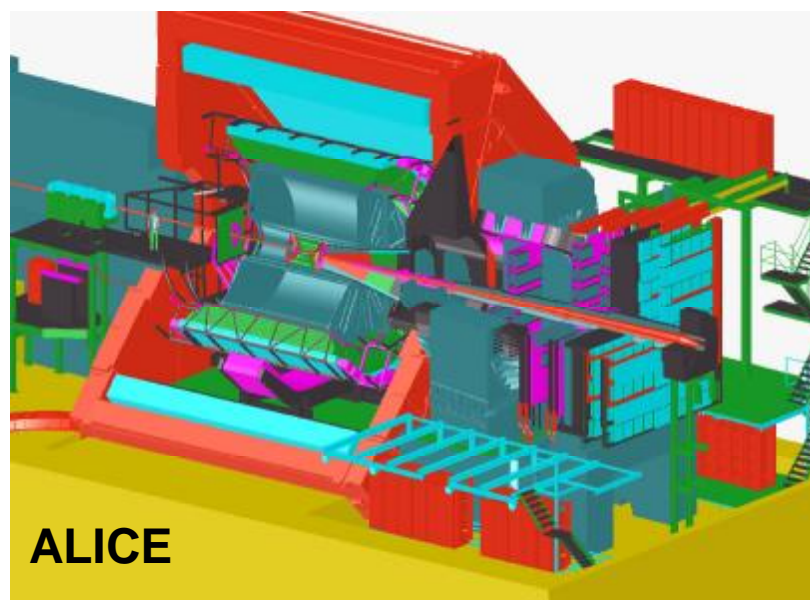


Лаборатория релятивистской ядерной физики в 2006 году ОФВЭ, ПИЯФ РАН

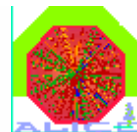
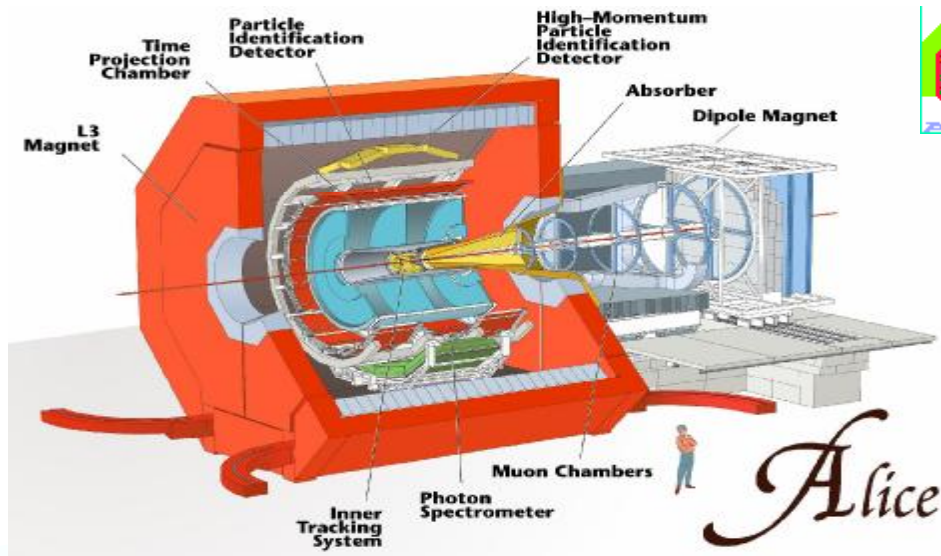
В. Самсонов

• **ALICE-2006 (CERN, Швейцария)**

27 декабря 2006



ALICE



Alice collaboration

online system

*multi-level trigger
filter out background
reduce data volume*

Total weight	10,000t
Overall diameter	16.00m
Overall length	25m
Magnetic Field	0.4Tesla

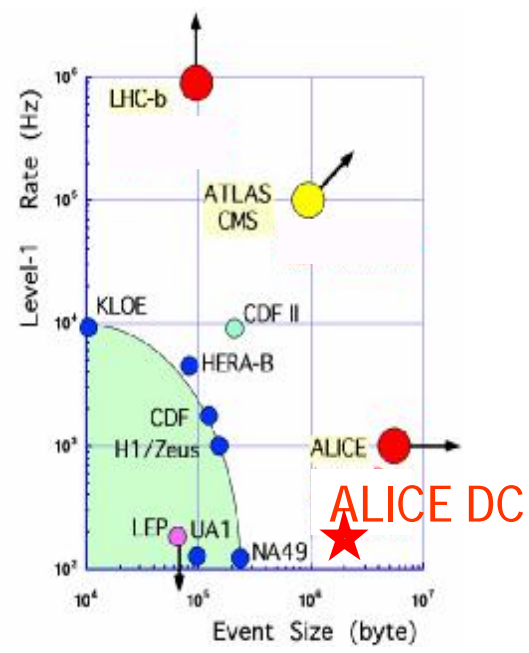
8 kHz (160 GB/sec)
level 0 - special hardware

200 Hz (4 GB/sec)
level 1 - embedded processors

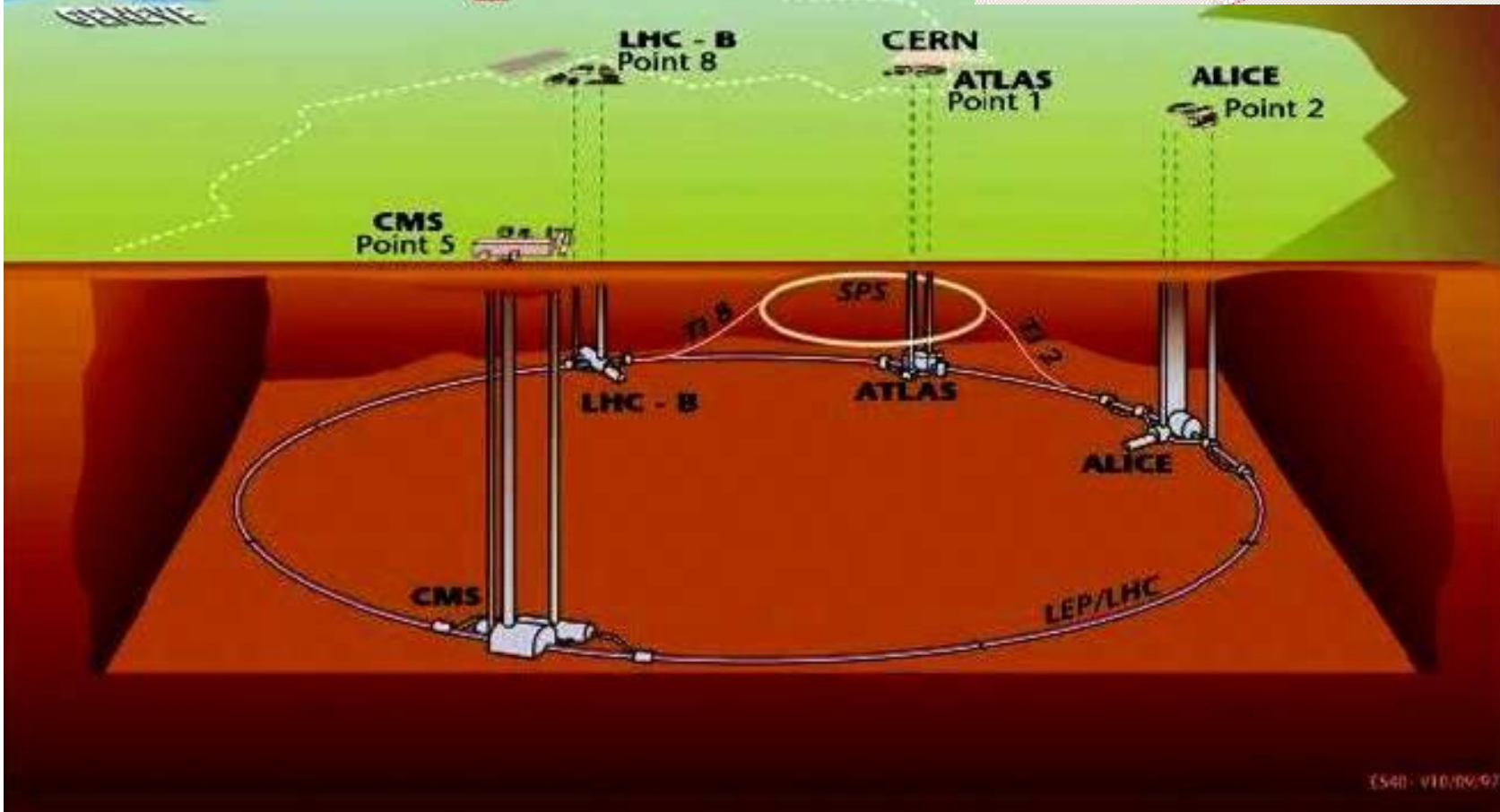
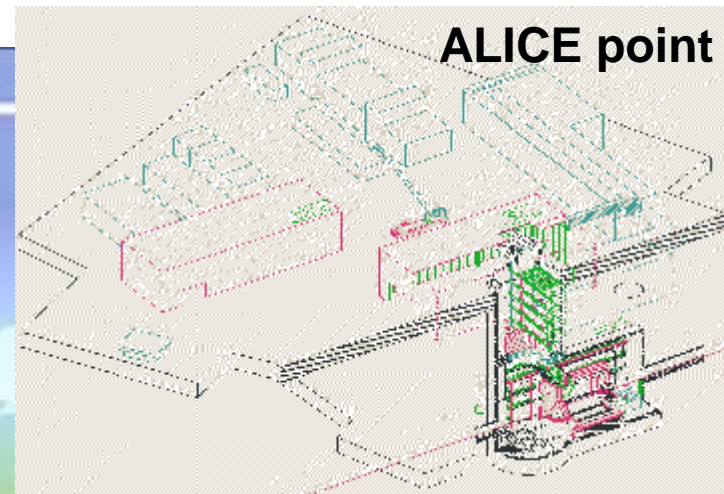
30 Hz (2.5 GB/sec)
level 2 - PCs

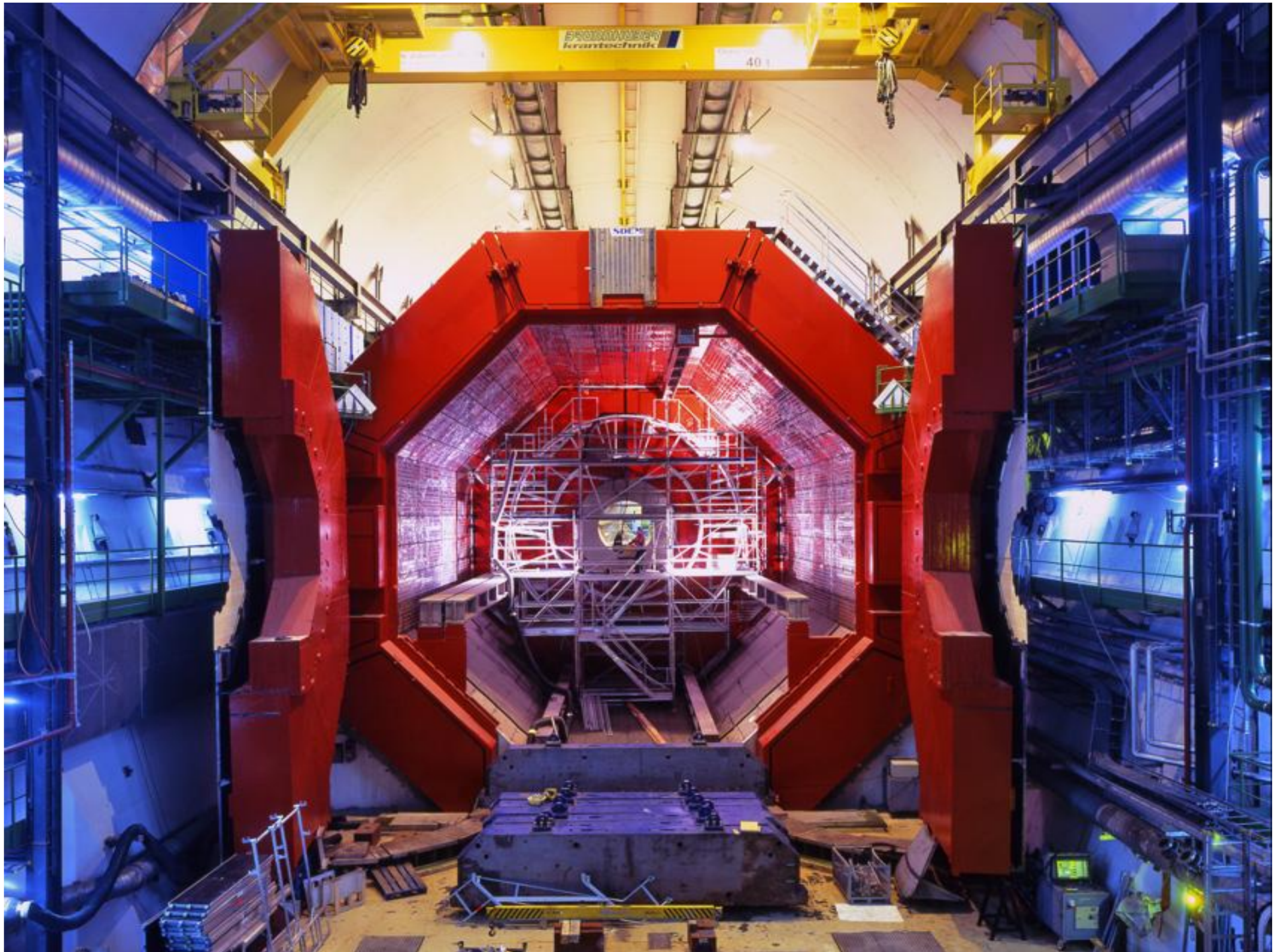
30 Hz (1.25 GB/sec)
data recording & offline analysis

The ALICE collaboration includes 1223 collaborators from 85 different institutes from 27 countries.



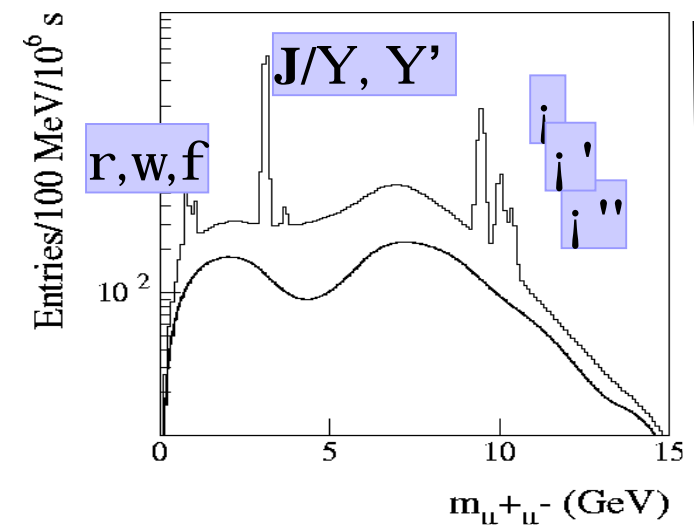
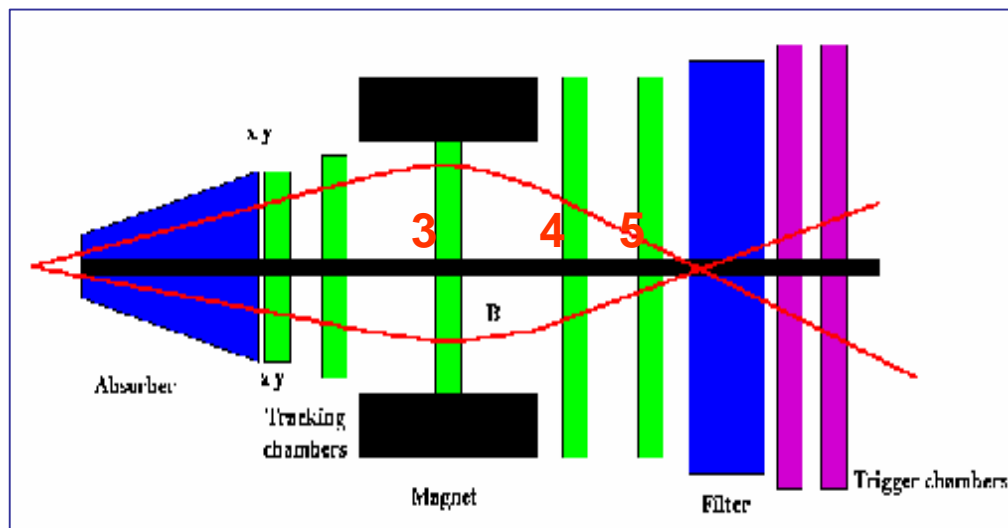
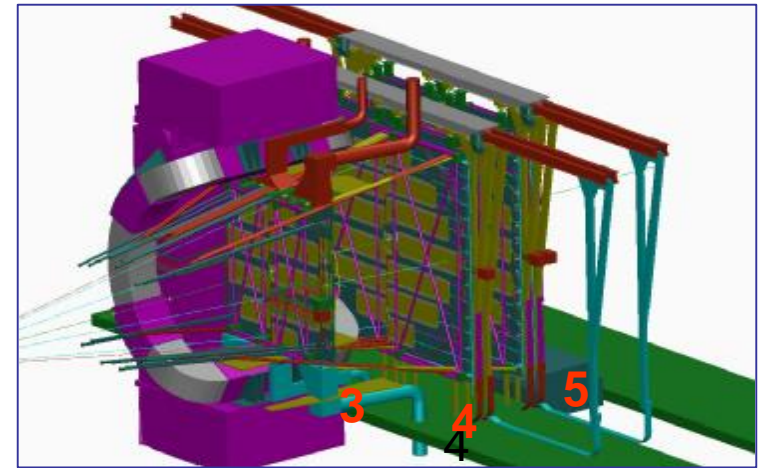
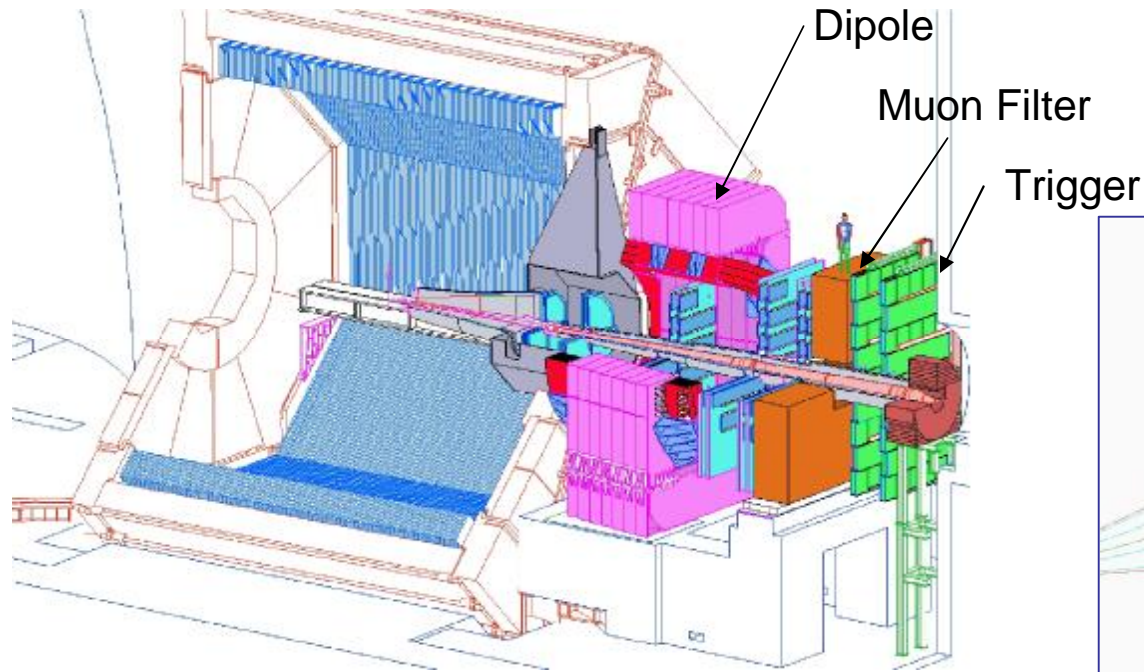
Overall view of the LHC experiments.







Мюонный спектрометр



ПИЯФ в эксперименте ALICE

- **Участие в создании мюонного спектрометра:**
 - Ø **Трековой системы - станции 3,4,5**
 - разработка и изготовление технологического и контрольного оборудования для сборки модулей камер
 - производство $\frac{1}{4}$ части всех модулей
 - тестирование модулей в ЦЕРН перед установкой в экспериментальный зал
 - сборка камер и эксплуатация в сеансах
 - Ø **Проектирование мюонного фильтра**
 - Ø **Проектирование суперструктуры (конструкций закрепления камер на детекторе)**
- **Обоснование и моделирование условий для измерений выхода J/ψ и Y при ультрапериферических столкновениях ядер**
- **Обоснование и моделирование условий для измерений степени поляризации J/ψ**
- **Участие в обработке экспериментальных данных после запуска**



**Разработка и
изготовление
технологического и
контрольного
оборудования для
 сборки модулей камер**





**Изготовление
модулей для
трековых
станций 3-4-5
мюонного
спектрометра**





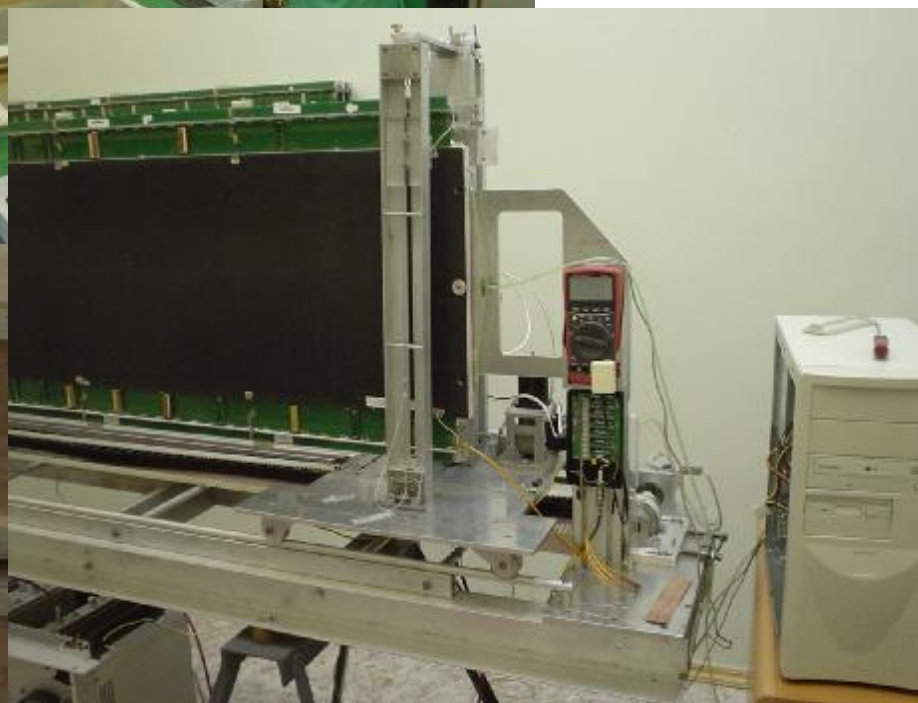
Slat Production at PNPI: Planning

No	Type	Start	Assemble	Tested	Station	Plan
1	333000_GAT_01				4	
2	333000_GAT_02				4	
3	333000_GAT_03				4	
4	333000_GAT_04				4	
5	333000_GAT_05				4	
6	333000_GAT_06				4	
7	333000_GAT_07				4	
8	333000_GAT_08				4	Nov 2004
9	333000_GAT_09				5	
10	333000_GAT_10				5	
11	333000_GAT_11	17-Jan	25-Jan	28-Jan	5	
12	333000_GAT_12	25-Jan	2-Feb	7-Feb	5	
13	333000_GAT_13	2-Feb	14-Feb	18-Feb	5	
14	333000_GAT_14	15-Feb	28_feb	4-Mar	5	
15	333000_GAT_15	1-Mar	14-Mar	18-Mar	5	
16	333000_GAT_16	15-Mar	25-Mar	31-Mar	5	
17	333300_GAT_01	28-Mar	7-Apr	13-Apr	5	
18	333300_GAT_02	8-Apr	20-Apr	26-Apr	5	
19	333300_GAT_03	21-Apr	5-May	12-May	5	
20	333300_GAT_04	6-May	19-May	25-May	5	
21	112233_GAT_01	20-May	1-Jun	7-Jun	5	
22	112233_GAT_02	2-Jun	15-Jun	21-Jun	5	
23	112233_GAT_03	16-Jun	28-Jun	4-Jul	5	
24	112233_GAT_04	29-Jun	11-Jul	15-Jul	5	
25	112233_GAT_05	12Jul	22-Jul	28-Jul	5	
26	112233_GAT_06	25Jul	4-Aug	10-Aug	5	
27	112233_GAT_07	5-Aug	17-Aug	23-Aug	5	
28	112233_GAT_08	18-Aug	30-Aug	5-Sep	5	July 2005
29	220000_GAT_01	31-Aug	12-Sep	16-Sep	3	
30	220000_GAT_02	13-Sep	23-Sep	29-Sep	3	
31	220000_GAT_03	26-Sep	6-Oct	12-Oct	3	
32	220000_GAT_04	7-Oct	19-Oct	25-Oct	3	
33	220000_GAT_05	20-Oct	1-Nov	8-Nov	3	
34	220000_GAT_06	2-Nov	15-Nov	21-Nov	3	
35	220000_GAT_07	16-Nov	28-Nov	2-Dec	3	
36	220000_GAT_08	29-Nov	9-Dec	16-Dec	3	Nov 2005
37	333000_GAT_17	13_Dec	23-Dec	29-Dec	Spare	
38	333000_GAT_18	26_Dec			Spare	
39	333300_GAT_05				Spare	
40	112233_GAT_09				Spare	Feb 2006
41	220000_GAT_09				Spare	

Трековые камеры для мюонного спектрометра: ПИЯФ успешно завершил производство

Камеры отправлены в
ЦЕРН и монтируются

Май'06



Мюонные камеры: Тестирование и сборка в ЦЕРН

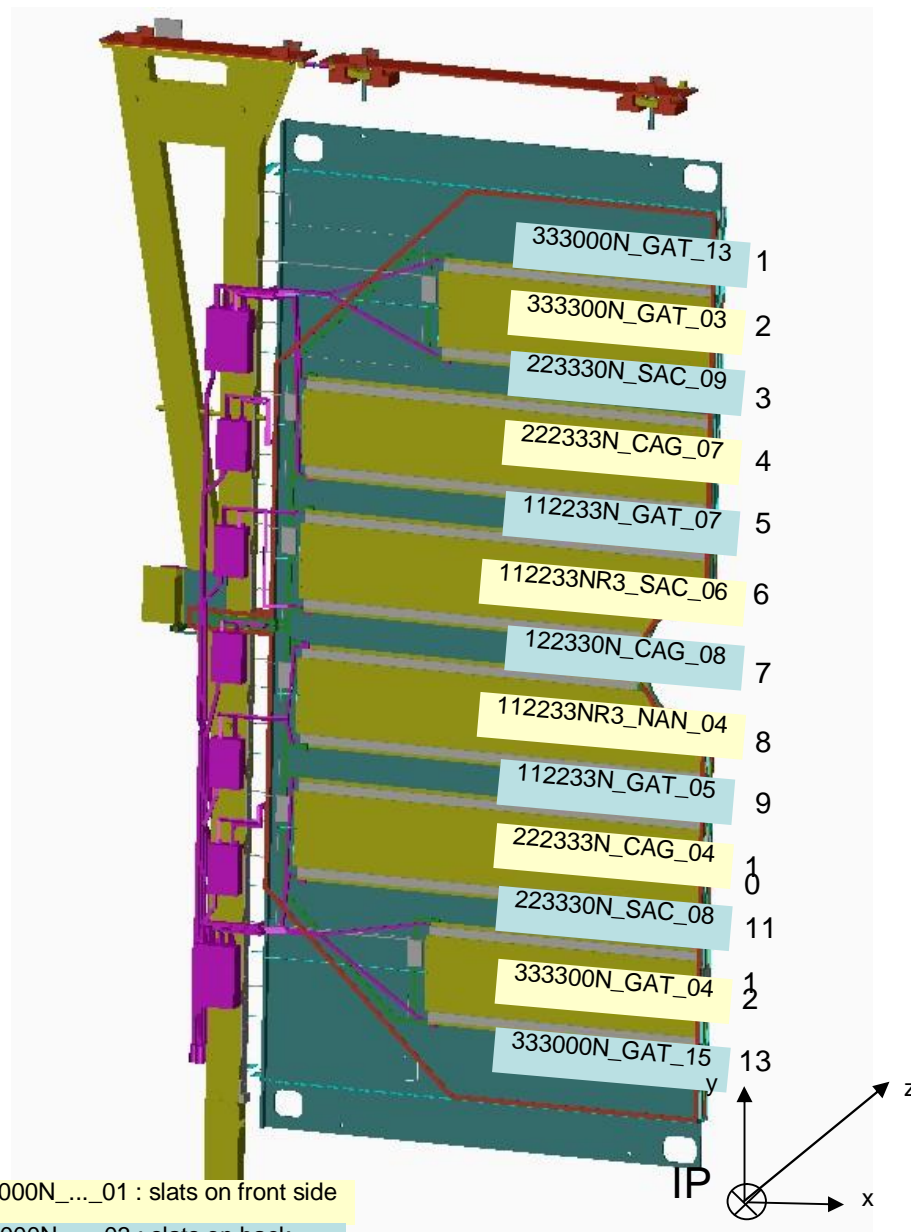
Обязательства ПИЯФ – участие в производстве трековых камер для мюонного плеча успешно выполнены: камеры перевезены в ЦЕРН и проходят испытания и установку



Июнь '06

STATION 5

CHAMBER 9 LEFT - *OUTSIDE*



Пример расположения
 слатов на полуплоскости
 CAG - Кальяри
 GAT - Гатчина
 NAN - Нант
 SAC - Сакле

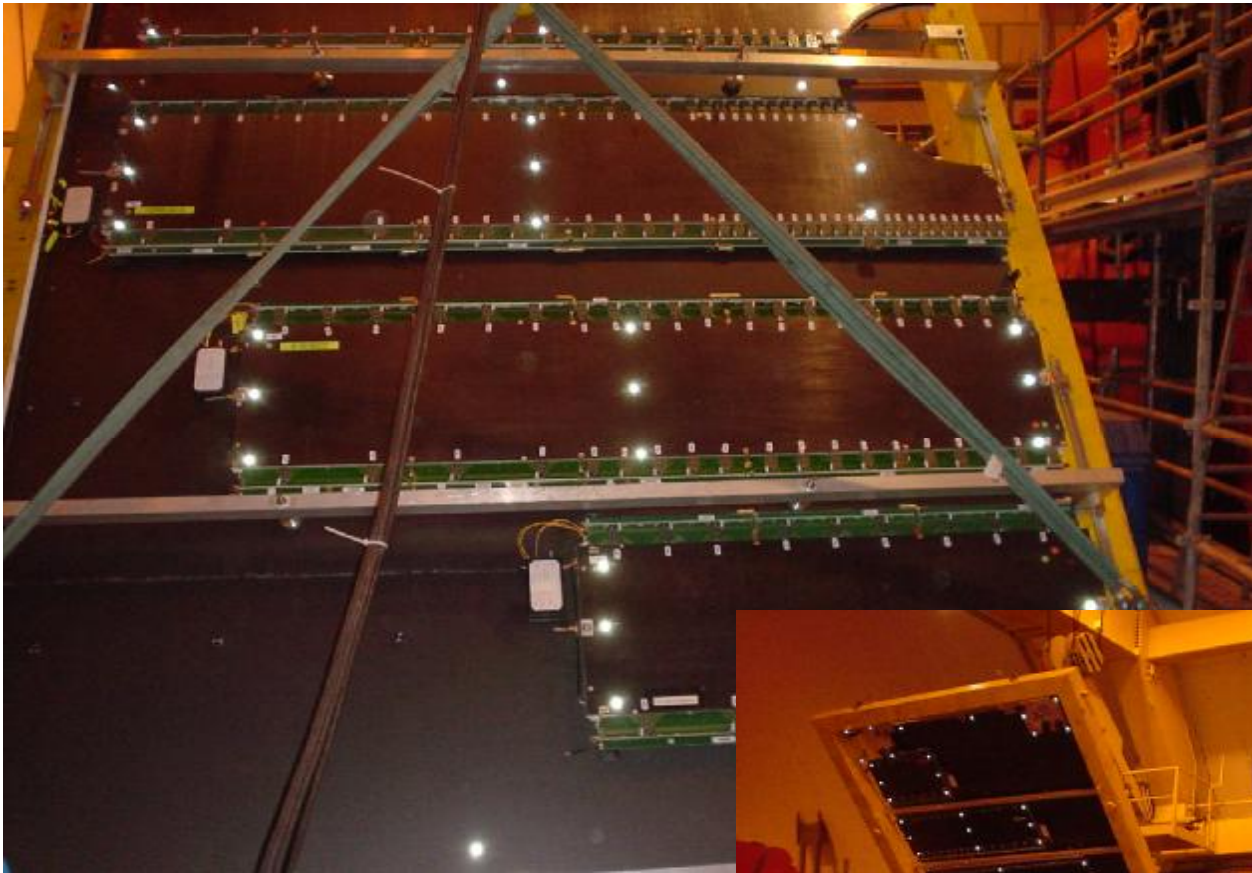




Команда принимает активное участие в тестировании, сборке и отладке камер.

Полуплоскость трековой камеры

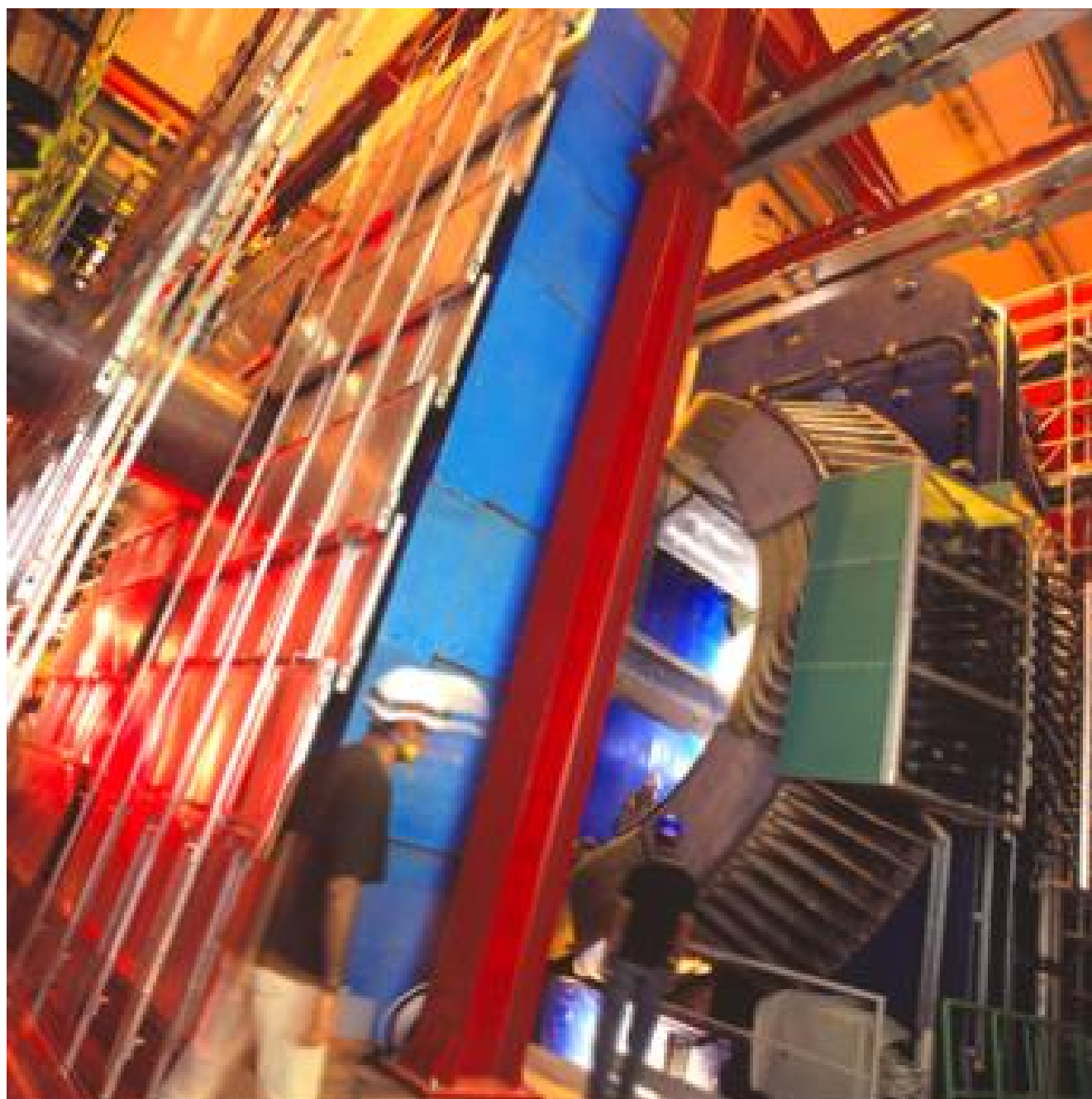




Установка трековой
полуплоскости в пещере
детектора ALICE



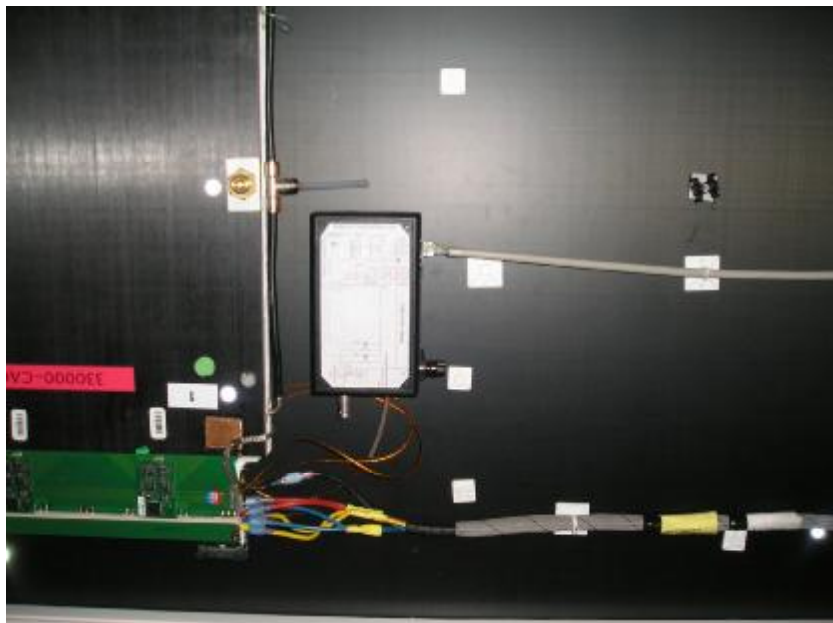
**Станция 4
в исходной
позиции**



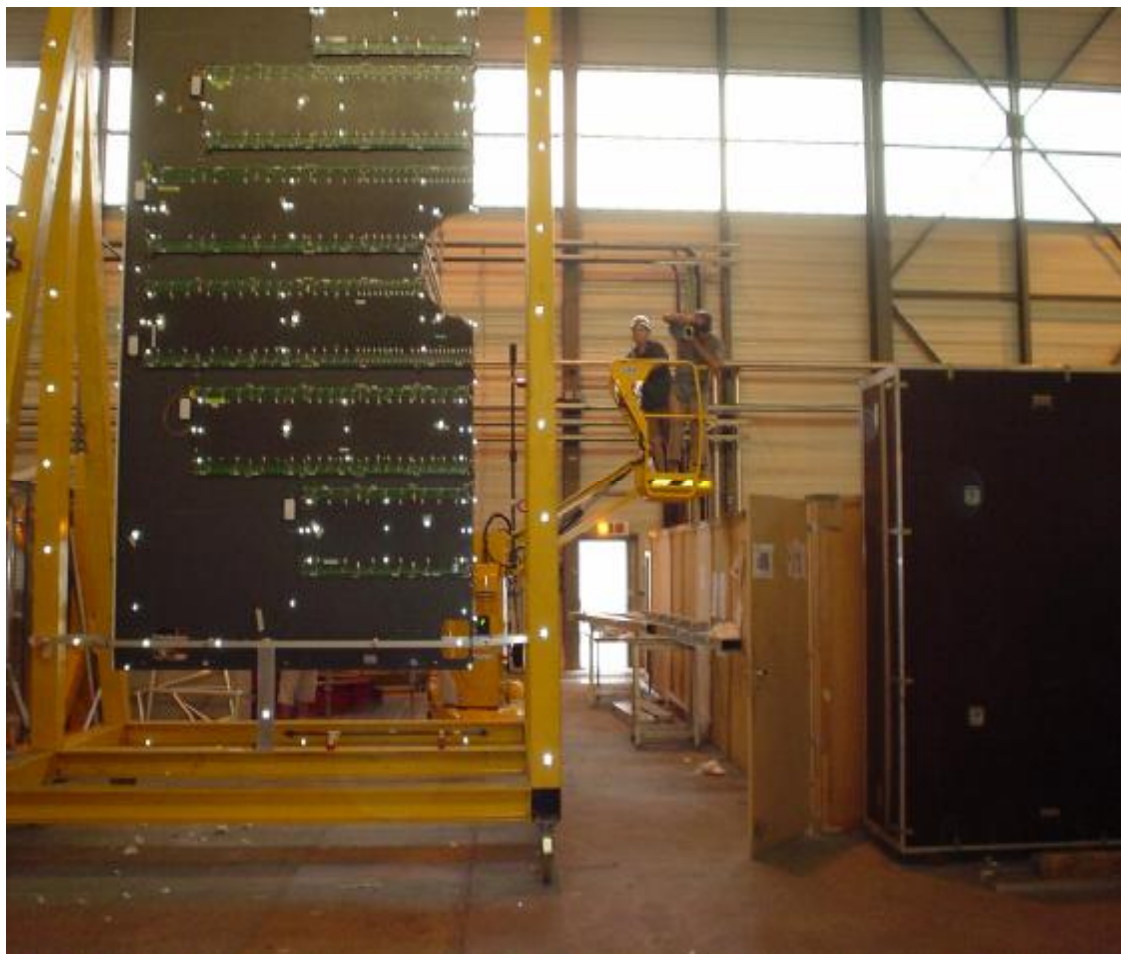
Суперструктура поддержки трековых камер



Подводы служб к камерам
(газ, низкое.высокое
напряжение, DAQ)



Наиль Мифтахов обеспечивает
геодезическую привязку детекторов
(по 3-летнему контракту)



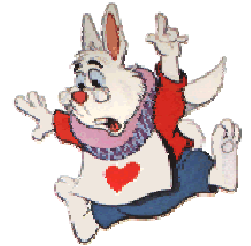
Июль '06



Да, нелегкая ж это работа... (фотограмметрия)



Текущие проблемы



- TOF выступает из магнита L3 почти на 40 см!
- Orsay – у квадранта #9 за лето порвалось ~40% проволочек, значительное количество - с ослабленным натяжением.
- 2000 нестандартных болтов из крепления абсорбера и первых станций оказались ферромагнитными – надо менятью
- Индусы: натяжение 65+-5 г, предел текучести -75 г! Решили, что сейчас самое время ставить поддержки(?!)
- Ожидается ощутимая вибрация от вентиляторов.
- Обнаружено несколько случаев монтажа MANASов из разных партий (с разным усилением) на одну карту MANU.
- Проблемы со слатами (неправильная сборка, искрение, невозможность чтения).

Пока ни один слат производства ПИЯФ (серия GAT) не имел серьезных проблем.

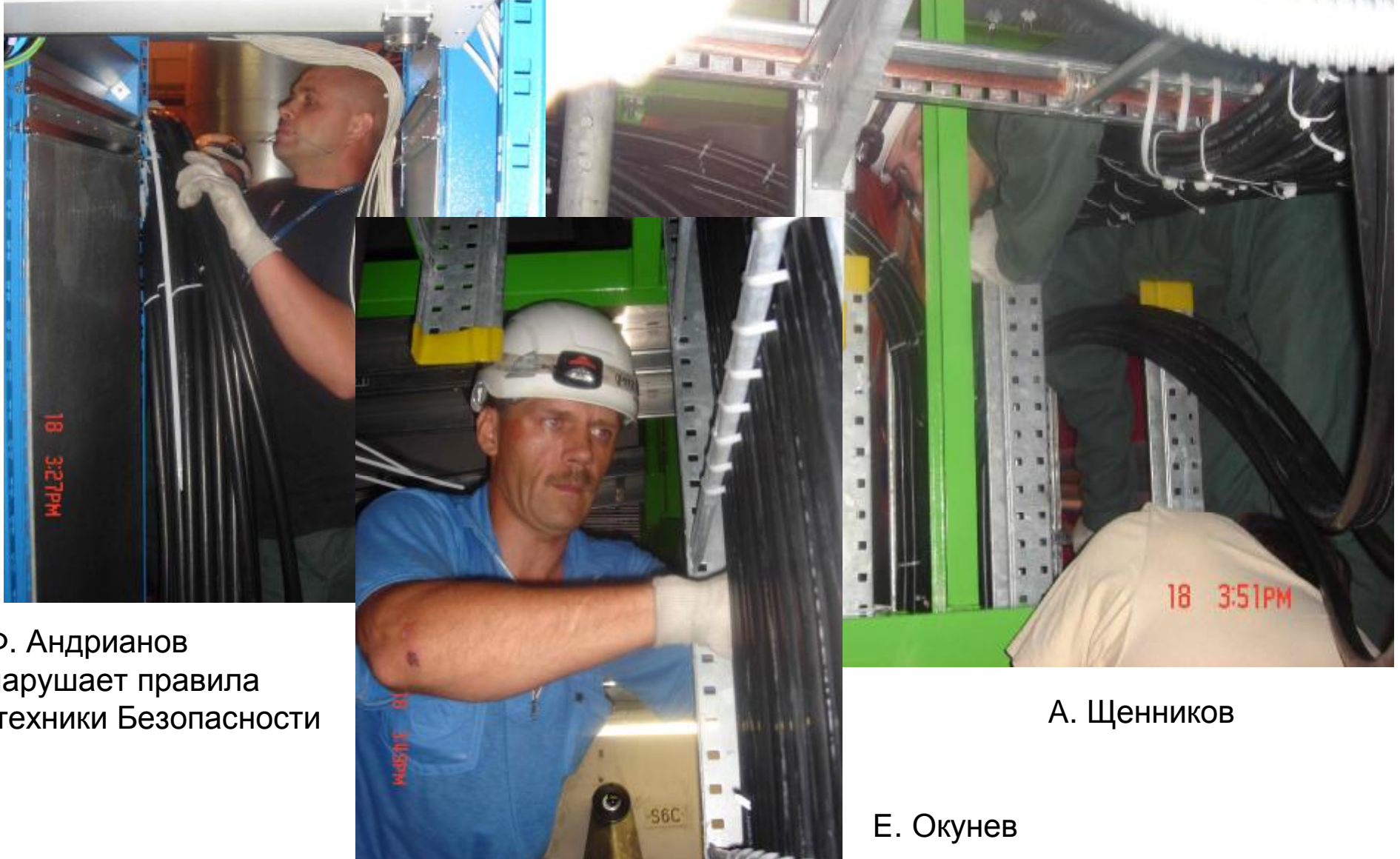
In GAT we trust!



Протяжка кабелей

Июль'06

3 человека из ПИЯФ
тянут кабели в
пещере ALICE



Ф. Андрианов
нарушает правила
техники Безопасности

А. Щенников

Е. Окунев



Еще раз протяжка кабелей:

Е. Окунев с дубненским коллегой на магните ALICE.

Физика

- † Представлена к публикации нота **“Измерение натяжения проволок в трековых камерах мюонного спектрометра ALICE”**.
- † Представлен доклад на 3-ем совещании DimuonNet (Alessandria, March 29-31, 2006) на тему **“Исследования поляризации кваркониев на ALICE”** (Е. Крышень).
- † Е. Крышень, **“Зависимость аксептанса ALICE от количества и положения супермодулей TRD”** – доклад на митинге PWG-3, 18 апреля, 2006.

Vector meson photoproduction in UPC at LHC

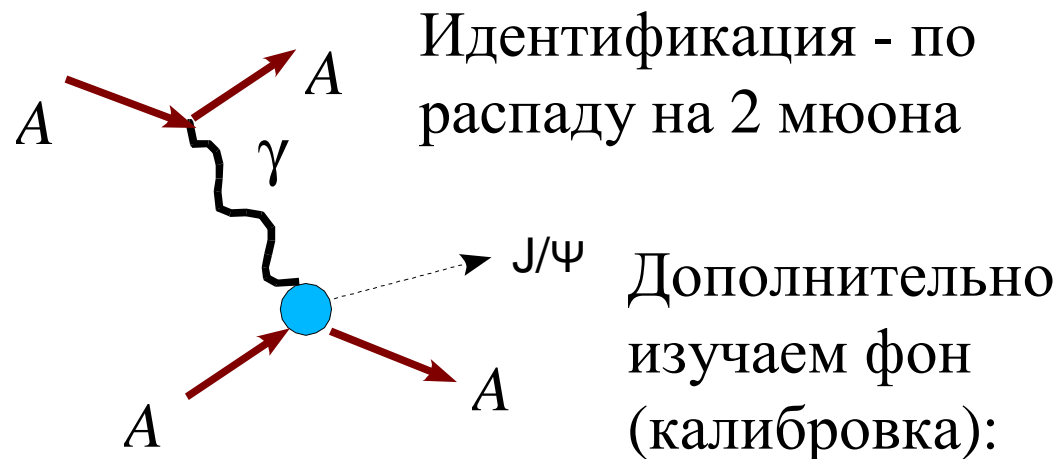
- ◆ **“Elastic and large t rapidity gap vector meson production in ultraperipheral proton-ion collisions”**.
L. Frankfurt (TAU) , M. Strikman(PSU) , M. Zhalov(PNPI) . 21pp.
Published in **Phys.Lett.B640:162-169,2006**
- ◆ **“Large t diffractive rho-meson photoproduction with target dissociation in ultraperipheral pA and AA collisions at LHC.”**
L. Frankfurt(TAU), M. Strikman(PSU), M. Zhalov(PNPI) Dec 2006. 25pp.
e-Print Archive: **hep-ph/0612072**

Ультрапериферические взаимодействия @ ALICE

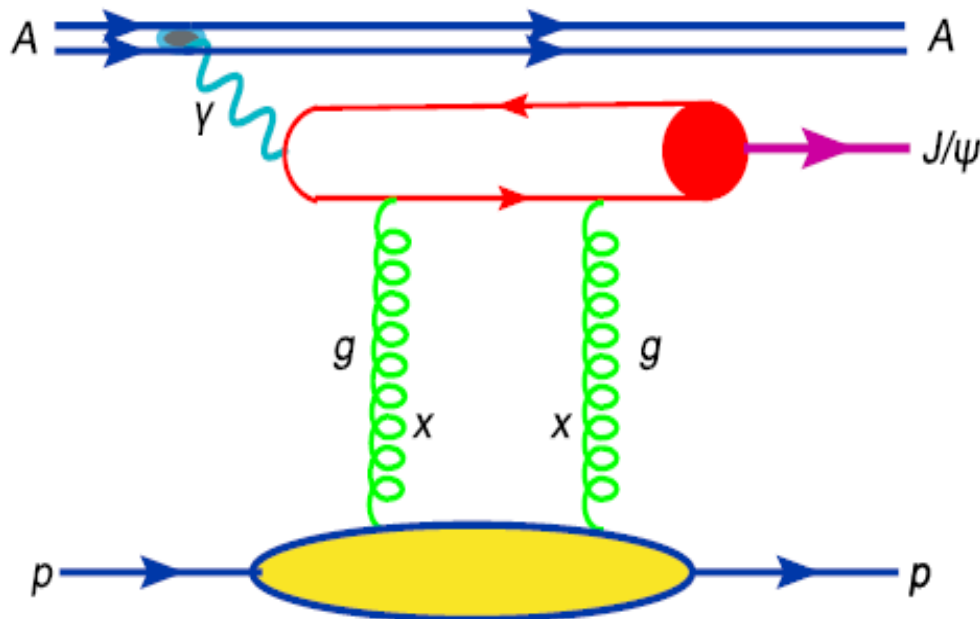


Написаны главы, посвященные фоторождению тяжелых кваркониев в следующие документы :

- [ALICE Physical Performance Report](#), глава 6 ([published. Eur.J. of Physics.](#))
- [Ultrapерipheral interactions at LHC - Yellow Report](#) :will be published in the beginning of 2007 ([Eur. J. of Physics.](#))



Coherent photoproduction of quarkonia in ultraperipheral pA collisions



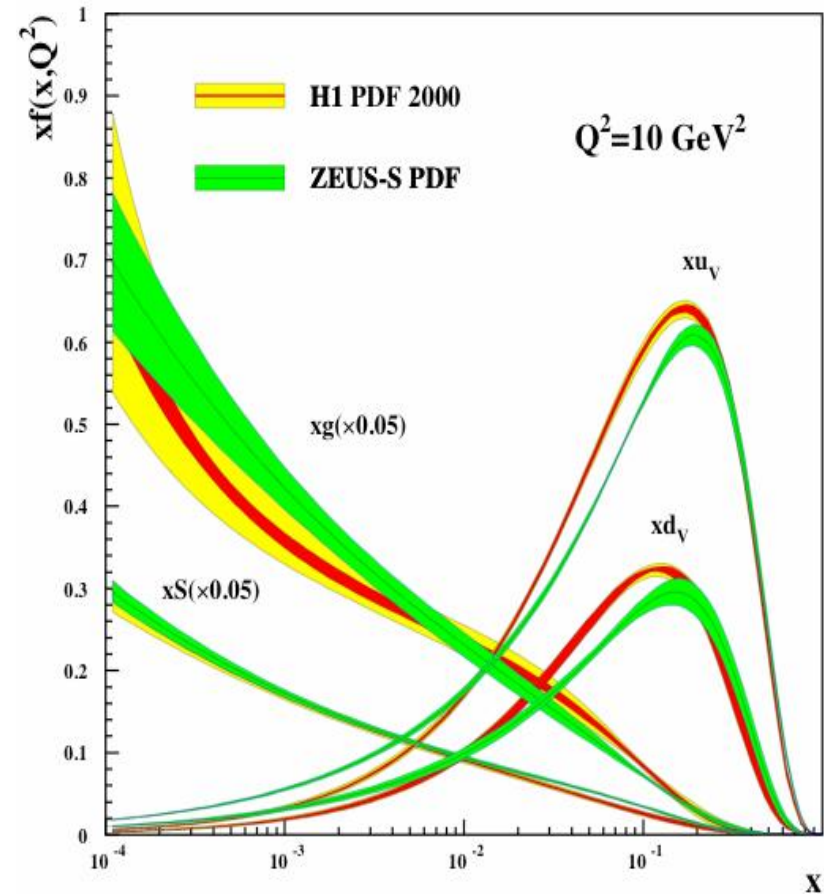
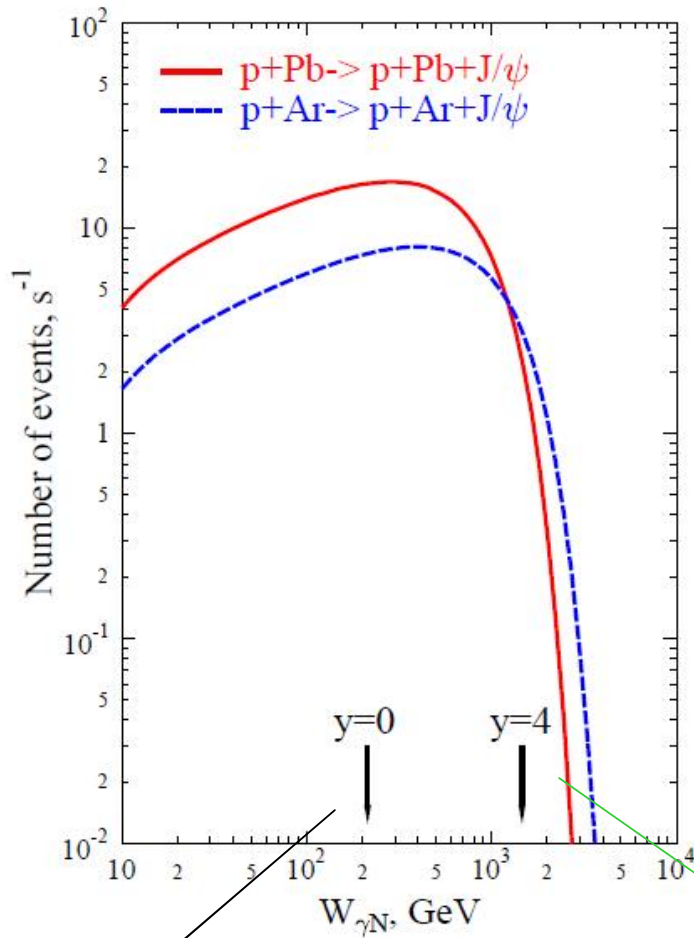
$$x = \frac{M_{J/\Psi}^2}{s}$$

$$s = 4wp$$

$$\frac{dS_{gp \rightarrow pJ/\Psi}(w)}{dt} = \frac{16p^3 a_s^2 d^2 \Gamma_{ee}}{3aM_{J/\Psi}^5} \left| x g_N \left(x, \frac{M_{J/\Psi}^2}{4} \right) \right|^2 F_{2g}^2(t)$$

Measuring the cross section which is proportional to the gluon density squared one can study **gluon density at small x**

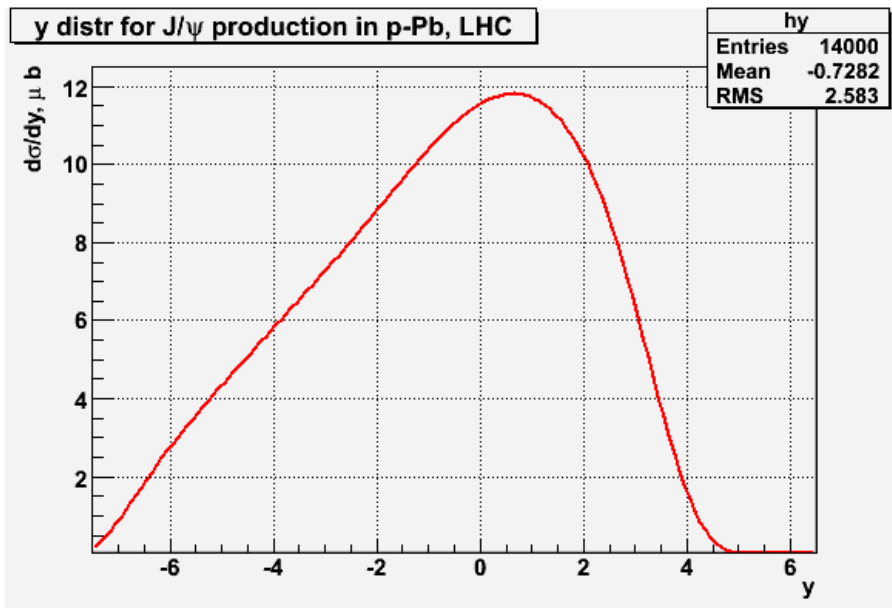
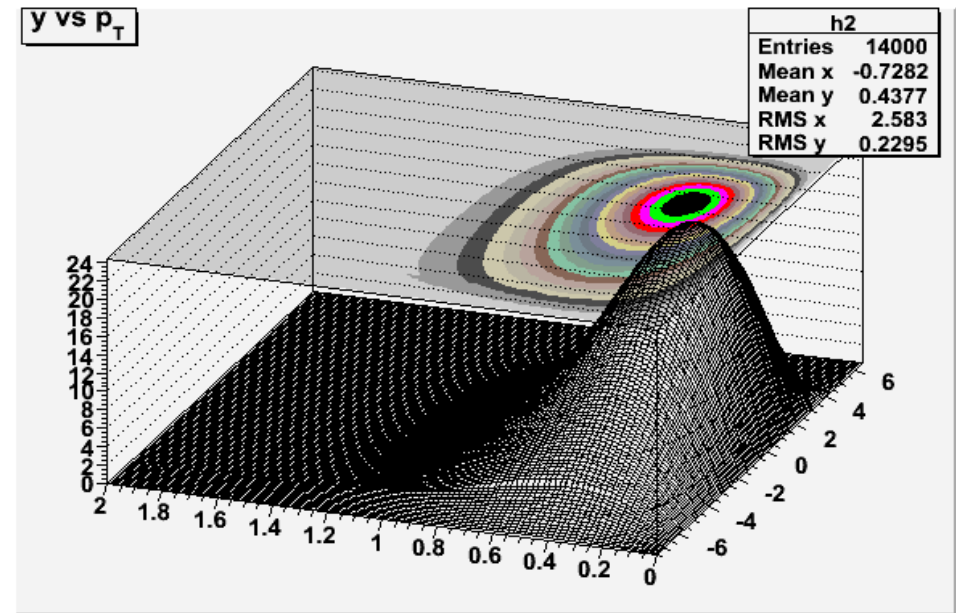
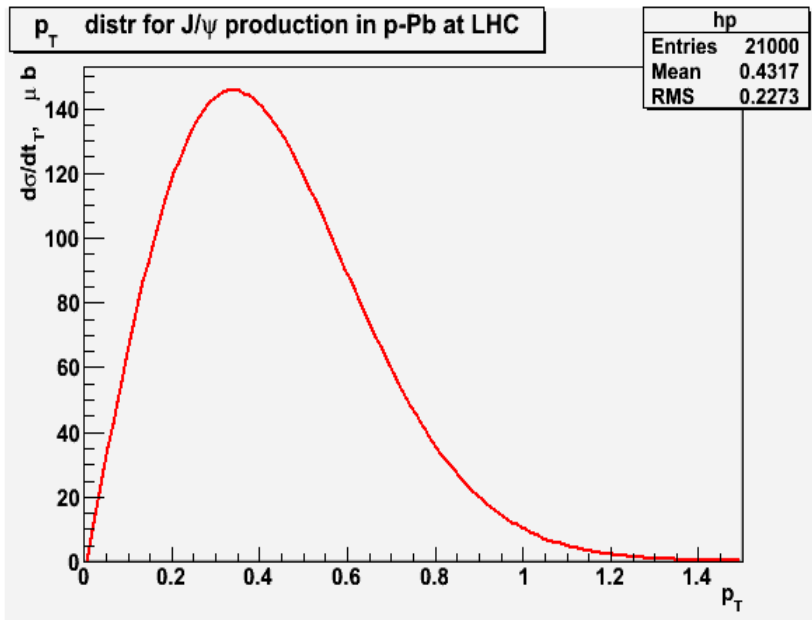
Плотность глюонов с малыми x – ключевой параметр в физике сильных взаимодействий при высоких энергиях, в частности, в центральных взаимодействиях тяжелых ионов на LHC. На RHIC: $dN/dy \sim 1000$ глюонов.



HERA $x \sim 10^{-4}$

$x \sim 5 \cdot 10^{-6}$ can be reached at LHC

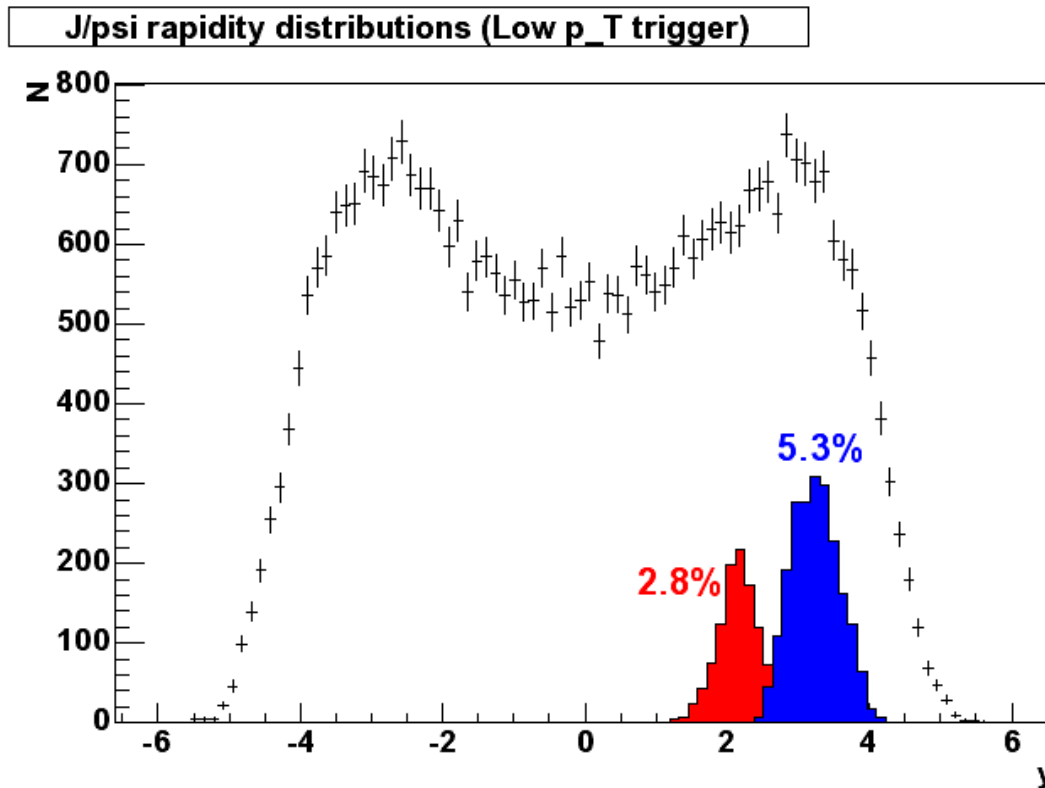
Когерентное фоторождение J/ψ в p-Pb столкновениях



Начата работа по симуляциям процесса когерентного фоторождения при p-A столкновениях (теоретические оценки М. Жалова). Написан генератор в рамках системы AliRoot (В. Никулин)

Монте-Карло симуляции (AliRoot) для PbPb->PbPb J/ψ -разумные

скорости счета и отношения сигнал/фон: ~20,000 J/ψ соб. за 10⁶ сек



Исходный спектр по быстроте Y (точки с ошибками), случай, когда пара мюонов была зарегистрирована димюонным плечом (синий пик), случай, когда один мюон был зарегистрирован димюонным плечом, а второй – баррельной частью детектора ALICE (красный пик.) В.Никулин

Основная проблема - выбор триггера нулевого уровня (ZDC приходит слишком поздно). Возможности:

- Димюонный триггер
- Димюонный триггер + вето от PHOS или ECAL (если удастся)

Измерение поляризации J/ψ в ALICE

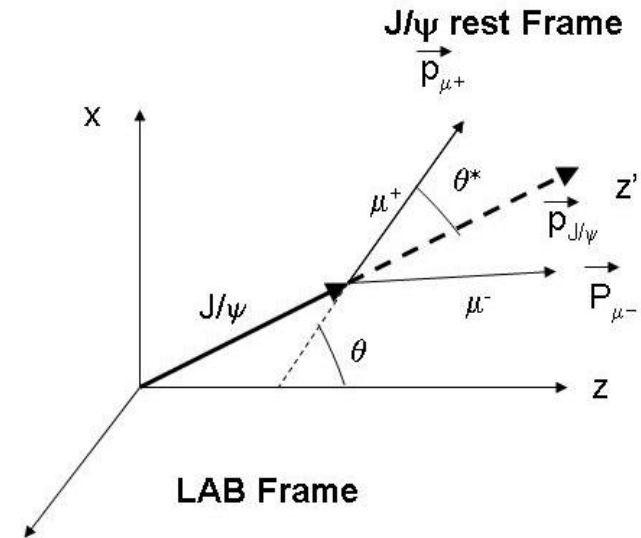
ПИЯФ предложил исследовать вопрос о возможности измерения поляризации кваркония в эксперименте ALICE как в p-p, так и в Pb-Pb столкновениях.

Установка ALICE рассчитана на регистрацию кваркония в диэлектронном и димюонном каналах с хорошим акцептансом, что позволит набрать необходимую статистику для изучения поляризации.

Этим начал заниматься Е.Крышень (студент 6 к. СПбГПУ)

Измерение поляризации J/ψ

Изучение поляризации чармония является важным инструментом для понимания механизма его образования и процесса адронизации.

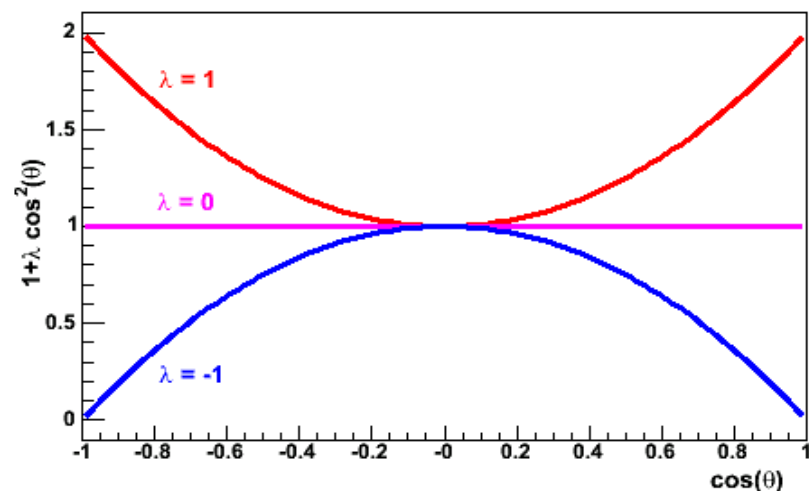


Угловое распределение мюонных пар J/ψ в системе покоя:

$$I(\cos \theta^*) \sim 1 + \lambda \cos^2 \theta^*$$

θ^* - угол, между импульсом лептона в системе покоя J/ψ и импульсом J/ψ

- $\lambda = 0$ – отсутствие поляризации
- $\lambda = 1$ – поперечная поляризация
- $\lambda = -1$ – продольная поляризация



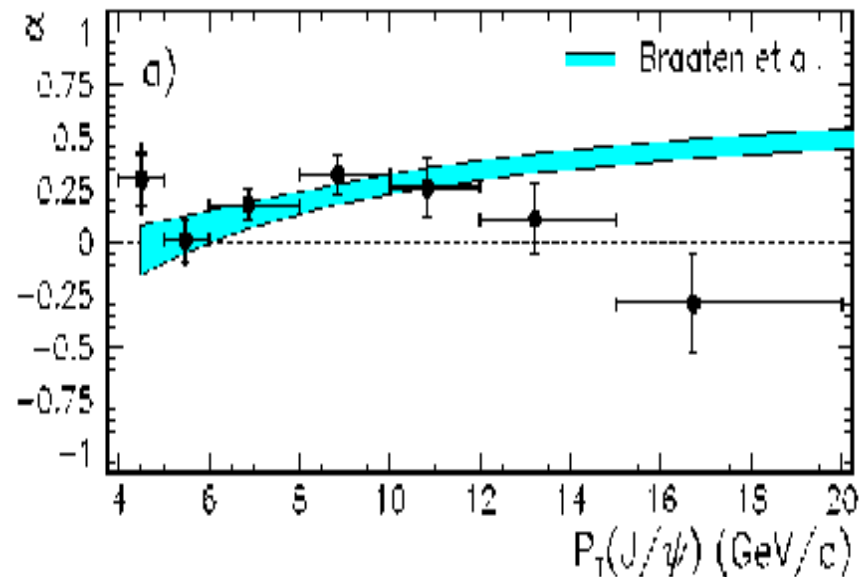
Измерение поляризации J/ψ

- Измерения поляризации чармония в протон-антипротонных столкновениях в Фермилабе показывают **рост поперечной поляризации** при больших поперечных импульсах (> 5 ГэВ/с) в соответствии с обычно используемой моделью в рамках нерелятивистской КХД (NRQCD). Однако при очень больших поперечных импульсах (> 12 ГэВ/с), **поляризация уменьшается и даже становится продольной**.
- Кроме того, эксперимент Fermilab E866/NuSea **обнаружил продольную поляризацию** чармония в протон-ядерных столкновениях, что пока не удалось объяснить в рамках NRQCD.

Модели:

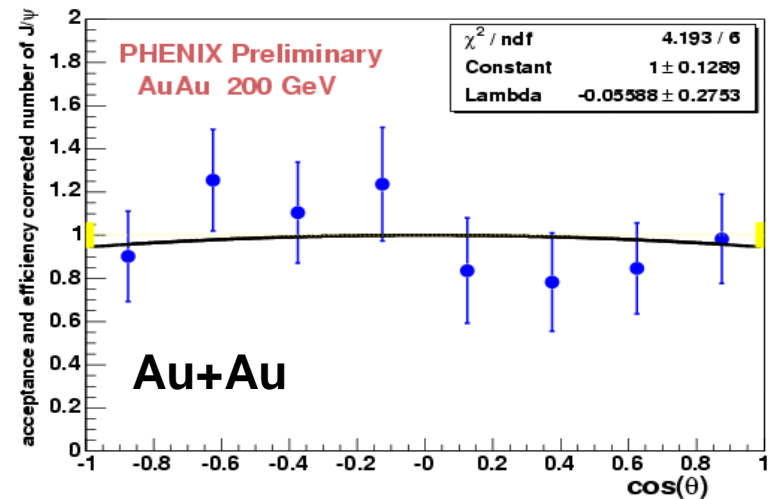
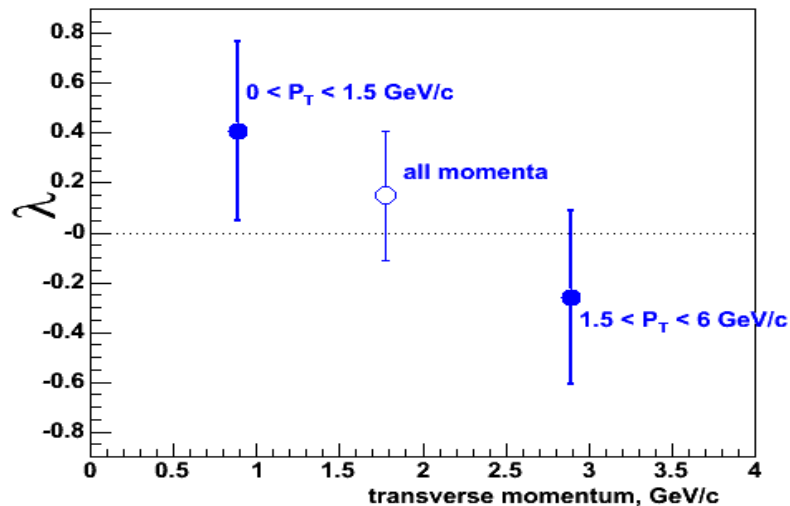
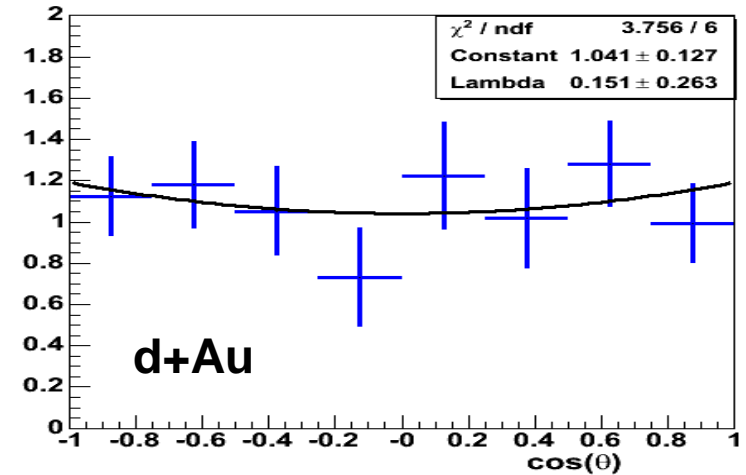
- **CEM, CSM** – отсутствие поляризации
- **NRQCD** – поляризация при $p_t > 6$ ГэВ/с (Braaten et al.)
- **Ioffe and Kharzeev**, PR,C68:061902, 2003: поперечная поляризация ($\sim 0.35-0.40$) при малых p_t
- **Khoze, Martin, Ryskin, and Stirling**, Eur.Phys.J. C39:163-171, 2005: поперечная поляризация при малых p_t и продольная при больших p_t

J/ψ polarization in $p+pbar$ @ 1.8 TeV, CDF



Предварительные результаты PHENIX

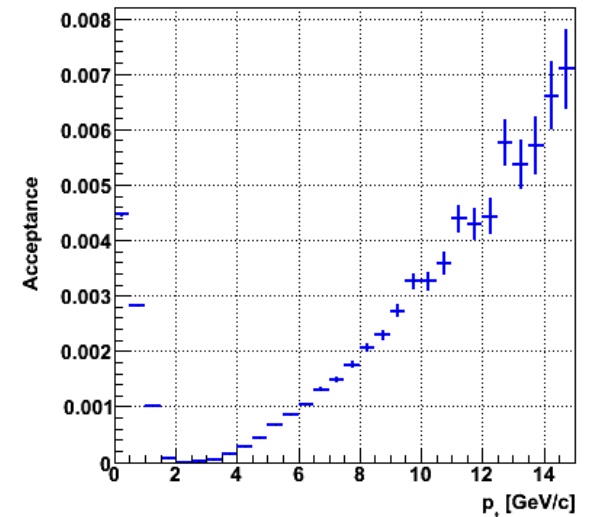
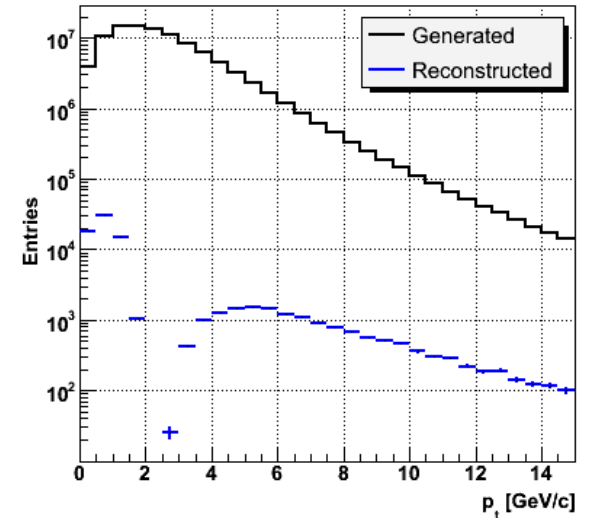
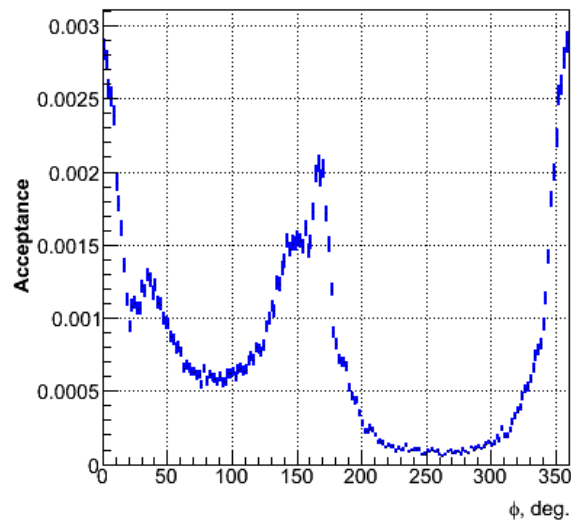
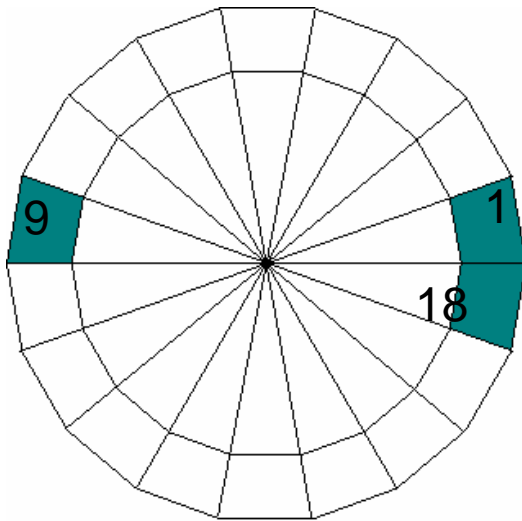
Будущие измерения поляризации чармония на RHIC помогут понять механизм образования чармония. В настоящее время измерения поляризации на PHENIXе имеют очень большую статистическую погрешность, которая не позволяет сделать определенных выводов. Ситуация улучшится, когда RHIC будет работать с более высокой светимостью.



Зависимость акцептанса TRD от числа и положения супермодулей

Возможность 1: 2 плеча TRD в противоположных направлениях

- Интегральный акцептанс: 0.08%
- Хорошее покрытие на малых p_t
- зазор при $p_t \sim M_{J/\psi}$



Планы на 2007 год

- † Принять участие в сборке, испытаниях и подготовке к эксперименту трековых камер мюонного плеча
- † Принять участие в первых измерениях на LHC
- † Подготовить программное обеспечение для анализа ультрапериферических Pb-Pb столкновений, сделать оценки для p-Pb/Pb-p столкновений.
- † Развивать программное обеспечение для анализа поляризации J/ψ
- † Рассмотреть возможность изучения рождения J/ψ при распаде B-мезона
- † Продолжить техническую деятельность (геодезия, протяжка кабелей)

Декабрь 2006, сессия ОФВЭ

ЛРЯФ

Спасибо за внимание



Disney
DESKTOP
STOP

10/6

Walt Disney's
ALICE
in
WONDERLAND

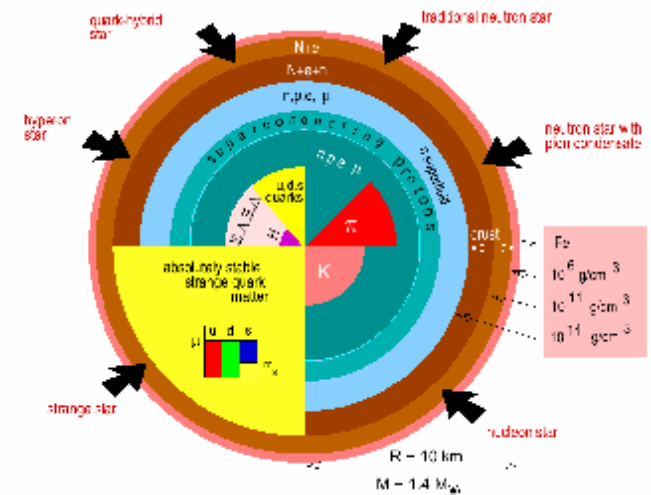
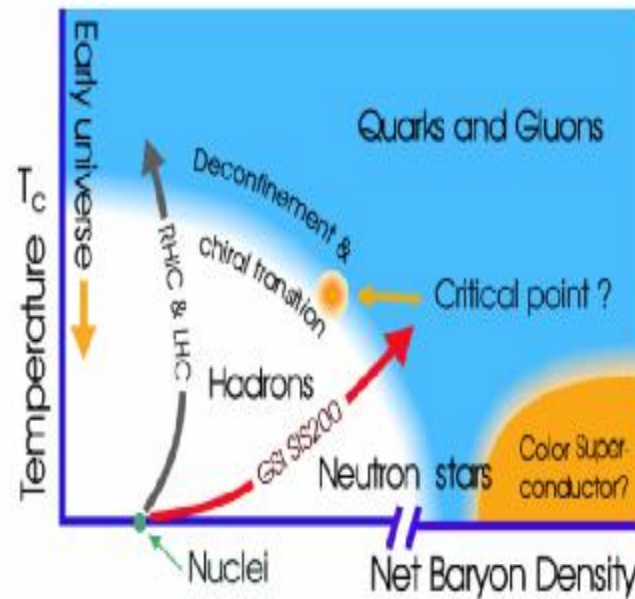
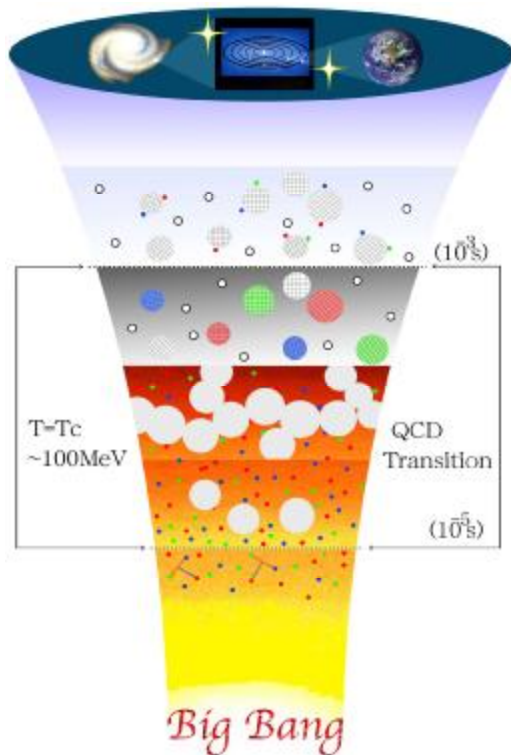
 Disney.com

© Disney. All Rights Reserved

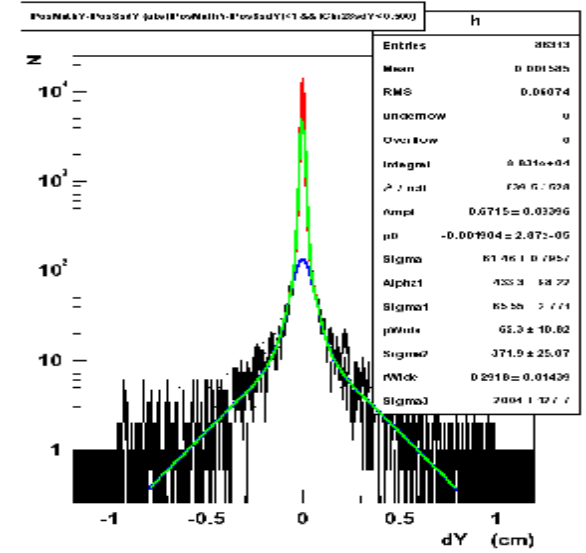
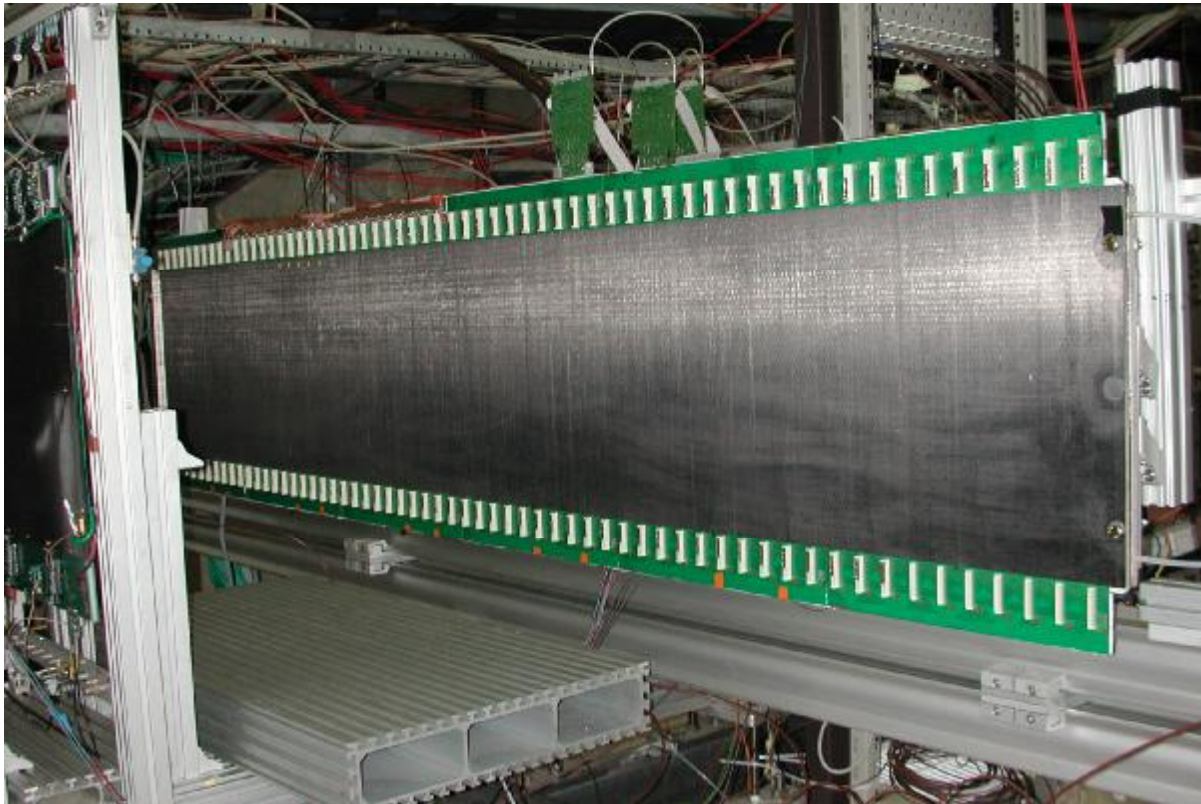
Что мы исследуем?

Исследуем состояния ядерной материи в экстремальных условиях по температуре и плотности:

- ❌ Современная теория QCD предсказывает много необычных свойств у такой материи (см. диаграмму)
- ❌ Важно для понимания эволюции Вселенной и состояния вещества в звездах



Full size (2400 mm) slat prototype on T10 beam line



LHC planning

- Year 1
 - pp detector commissioning & physics data and PbPb : global observables physics
- Year 2 (similar to Year 4)
 - pp physics & baseline and PbPb @ nominal luminosity for rare probes (i.e. ~9000 Upsilon)
- Year 3
 - pPb (or dPb, α Pb) nuclear modification of parton distributions
- Year 5
 - ArAr system

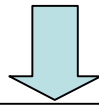
Поляризация: Основные определения

В общем $\frac{d\sigma}{d\Omega} \sim 1 + \alpha \cos^2 \theta + \beta \sin 2\theta \cos \phi + \gamma \sin^2 \theta \cos 2\phi$ векторной частицы:

где θ и ϕ – углы положительного лептона в системе покоя распадающейся частицы

Параметры α, β, γ

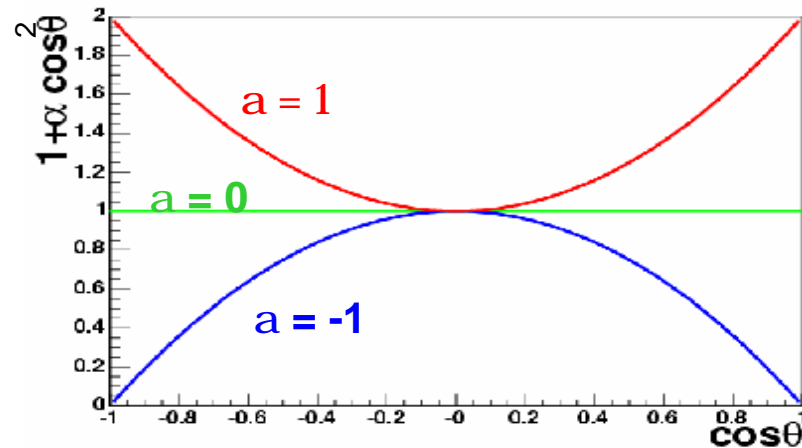
- | относятся к элементам матрицы плотности
- | зависят от кинематических переменных
- | зависят от выбора системы координат



В большинстве экспериментов предполагается плоское распределение по углу и полное сечение измеряется как функция $\cos \theta$:

$$\frac{d\sigma}{d \cos \theta} \sim 1 + \alpha \cos^2 \theta$$

- $\alpha = 0$ – нет поляризации
- $\alpha > 0$ – Поперечная поляризация
- $\alpha < 0$ – Продольная поляризация



C. S. Lam and W.-K. Tung, Phys. Rev. D 18, 2447 (1978)

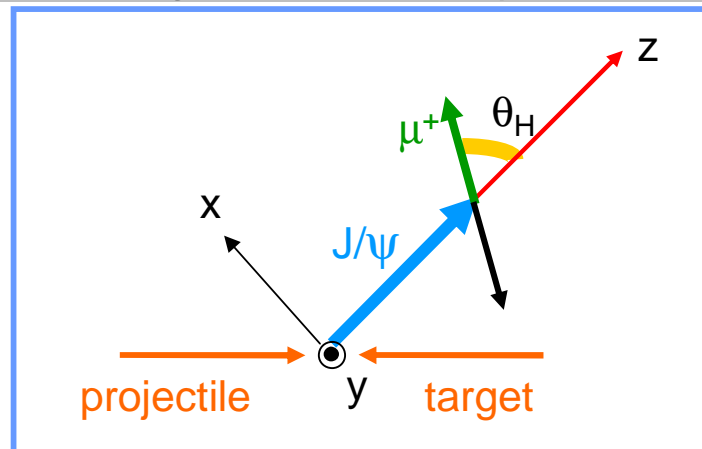
Поляризация: системы отсчета

Угловое распределение продуктов распада зависит от выбора оси поляризации (z). Имеются разные возможности:

- Система координат Готфрида-Джексона
- Система координат Коллинза-Сопера –обычно используется в экспериментах с фиксированной мишенью
- Система координат спиральности – обычно используется в коллайдерных экспериментах (CDF, BaBar etc)

Система координат спиральности (отдачи):

Ось Z совпадает с направлением J/ψ в системе центра масс

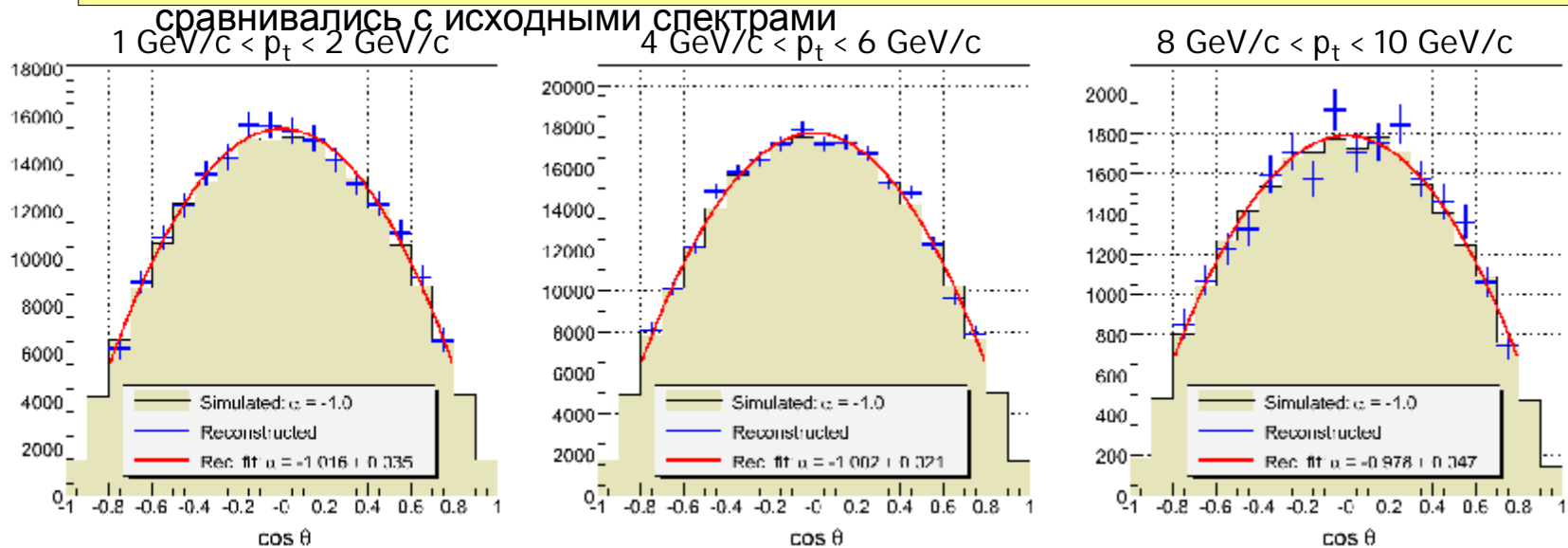


- Все системы отсчета эквивалентны для J/ψ с $p_t = 0$
- При сравнении результатов измерений с теоретическими предсказаниями надо быть очень осторожным

Восстановленные распределения $\cos \theta$ vs p_t

- Распределения по инвариантной массе были восстановлены в ячейках по p_t и $\cos \theta$
- Угловые распределения в бинах по p_t были скорректированы на акцептанс и

сравнивались с исходными спектрами



- неопределенность реконструкции $\alpha \sim 0.02 \div 0.05$
- неопределенность α не очень чувствительна к статистике J/ψ (если она достаточно велика)

диапазон p_t , GeV/c	Восстановленная α
1 ÷ 2	-1.016 ± 0.035
2 ÷ 4	-0.967 ± 0.025
4 ÷ 6	-1.002 ± 0.021
6 ÷ 8	-0.999 ± 0.030
8 ÷ 10	-0.978 ± 0.047