

Лаборатория релятивистской ядерной физики ОФВЭ, ПИЯФ РАН

В. Самсонов

- Введение
- RHENIX-2003
- ALICE-2003
- Теоретические результаты-2003
- Планы на будущее
- Публикации-2003
- Заключение

Сессия ОФВЭ, декабрь 2003

Лаборатория релятивистской ядерной физики

Состав лаборатории в 2003 году

Вед.научн.сотрудник	2 (док. ф.-м. наук)
Старш.научн.сотрудник	4 (канд. ф.-м. наук)+1 б/ст.
Научн.сотрудник	1 (канд. ф.-м. наук)+3 б/ст.
Вед. инженер	7
Механик	4
Лаборанты, монтажницы	4
Всего:	26 человек

Сессия ОФВЭ, декабрь 2003

Лаборатория релятивистской ядерной физики

Публикации 2003 года

•Phys.Rev.Lett.	4	Эксп.
•Pramana	1	Эксп.
•NIM	2	Эксп
•Phys.Rev. C	2	Теор.
•Phys.Lett.	1	Теор.
•JHEP	1	Теор.
•Acta Phys. Pol.	1	Теор.
•e-aRxiv	6	(Submitted PRL -2 эксп., Phys. Rev. C -4 эксп.)

Всего: 18

Сессия ОФВЭ, декабрь 2003

Лаборатория релятивистской ядерной физики

Финансовое обеспечение в 2003 году

Тема «БАК-АЛИСА» (Минпромнаука) 1270 тыс.руб.

Тема «ФЕНИКС» (Минпромнаука) 360 тыс.руб.

Визиты:

ЦЕРН (АЛИСА) 50 кCHF (Минпромнаука)

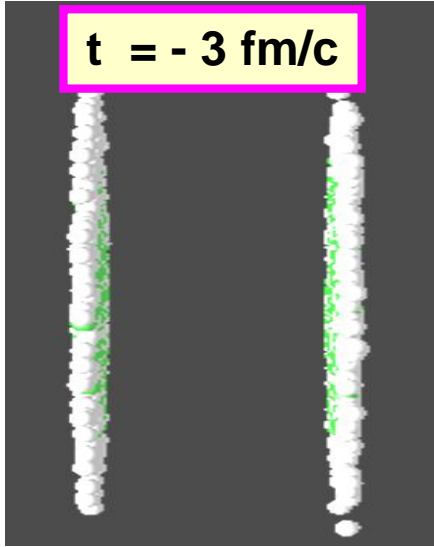
+16 кCHF (ЦЕРН)

БНЛ (ФЕНИКС) 58.3 к\$ (Минпромнаука)

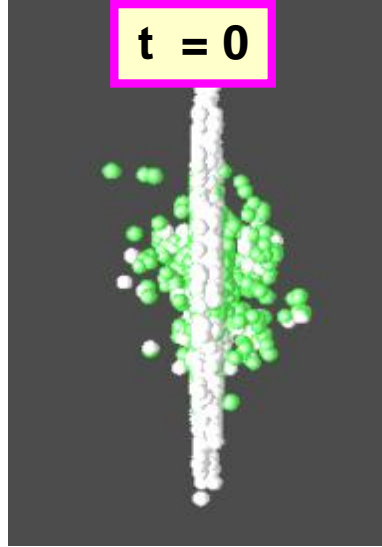
+ 44.2 к\$ (ЦЕРН)

Сессия ОФВЭ, декабрь 2003

$t = -3 \text{ fm/c}$

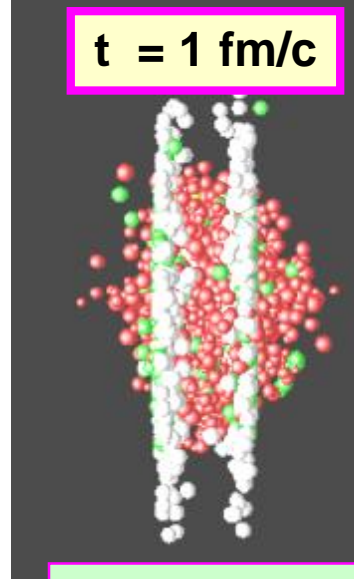


$t = 0$



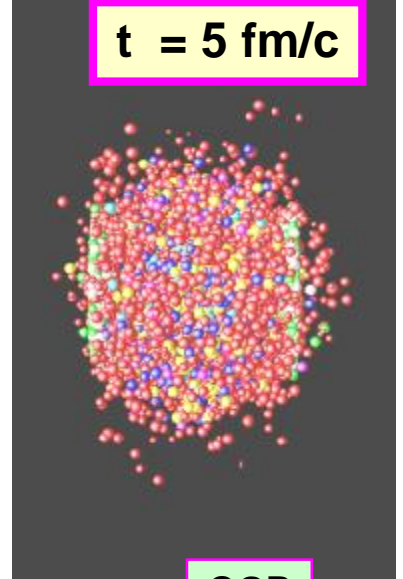
hard collisions

$t = 1 \text{ fm/c}$



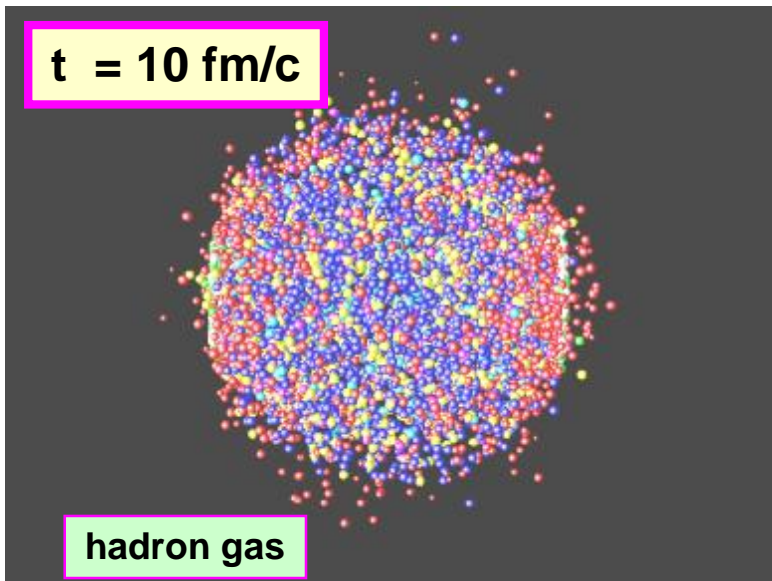
pre-equilibrium

$t = 5 \text{ fm/c}$



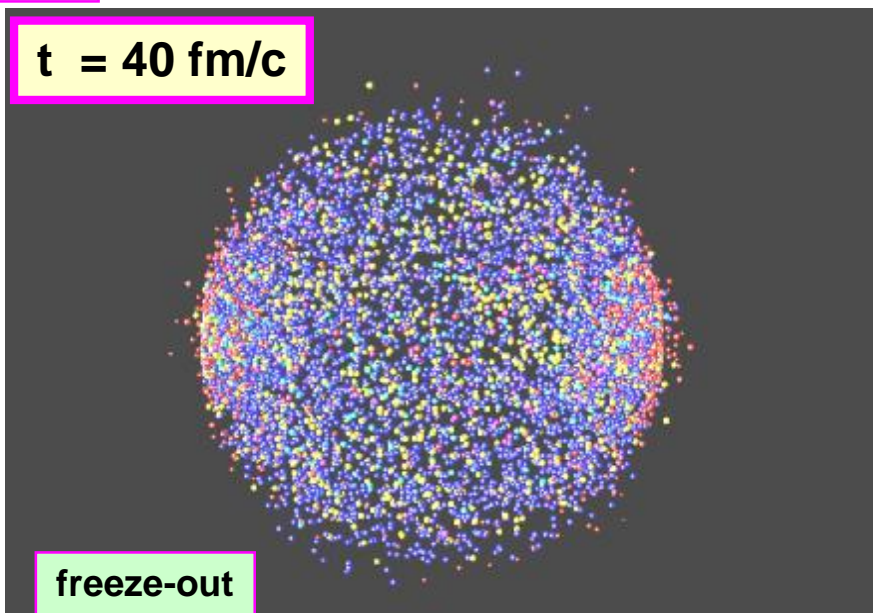
QGP

$t = 10 \text{ fm/c}$



hadron gas

$t = 40 \text{ fm/c}$



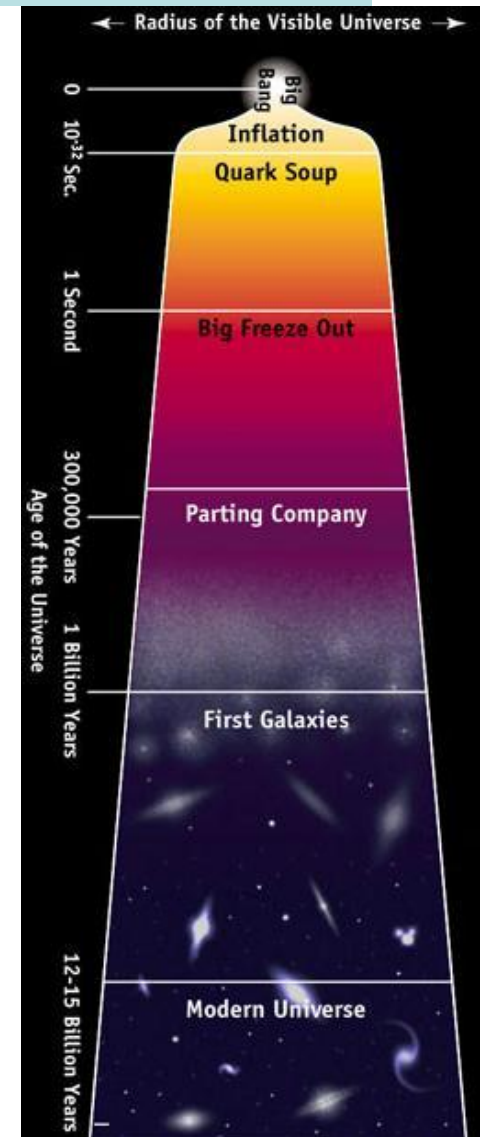
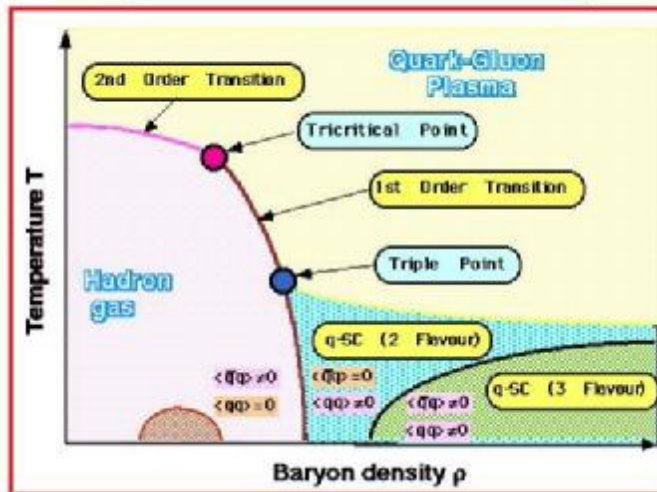
freeze-out

Heavy Ion Collisions: What for ?

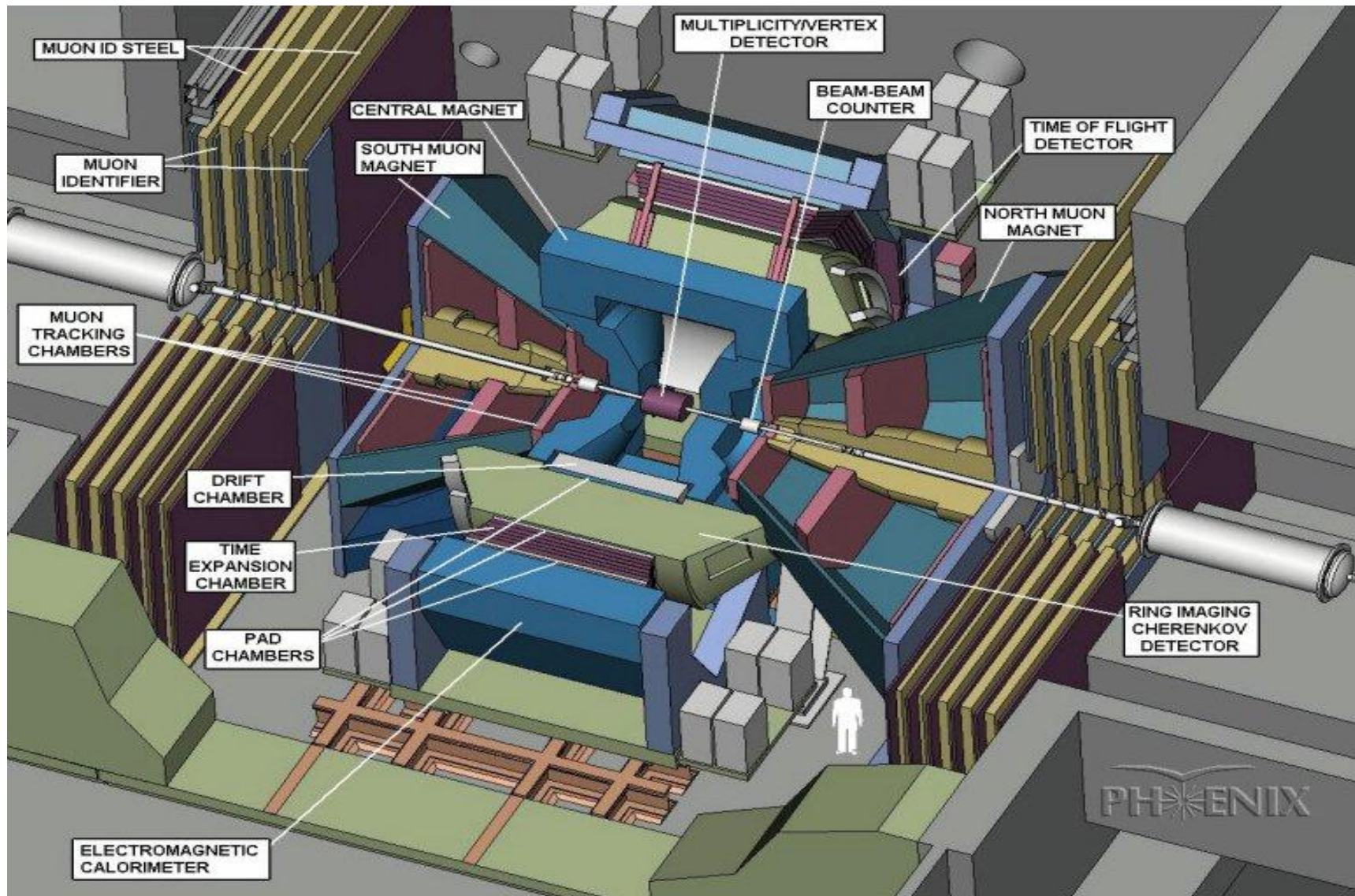
Investigation of the **hadron matter states** at extreme temperatures and densities is important for understanding of:

- ∅ The fundamental properties and QCD predictions such as:
 - § **Confinement**
 - § QCD **mass generation** via broken chiral symmetry
- ∅ The physics of the **early Universe evolution**

Phase Structure of QCD



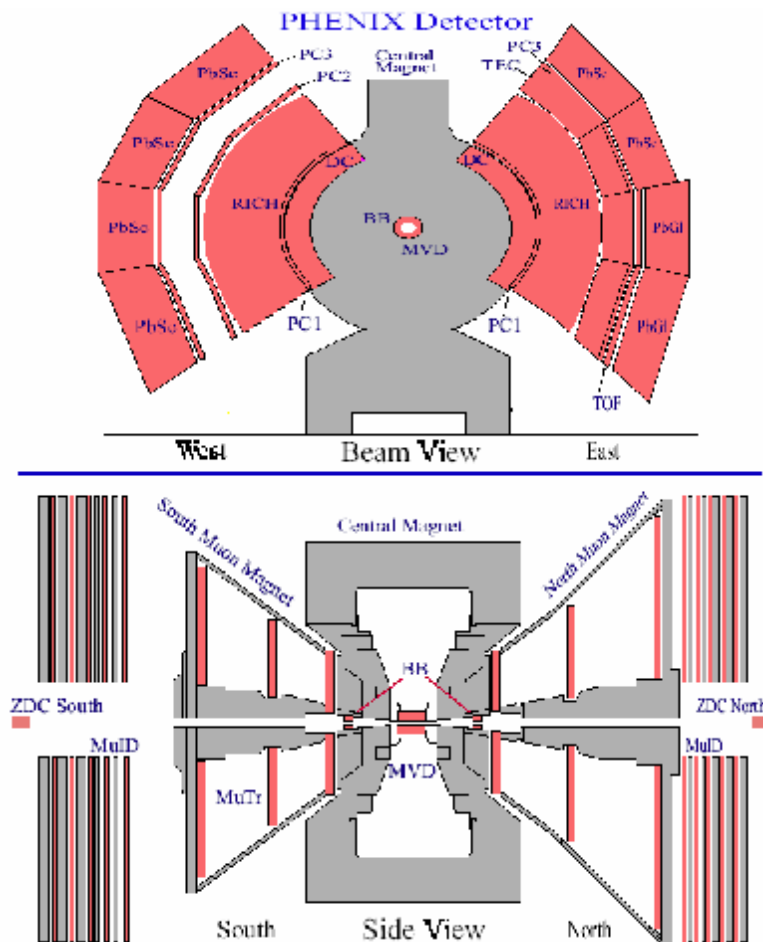
Общий вид экспериментальной установки ФЕНИКС





PHENIX Run 3

Detector



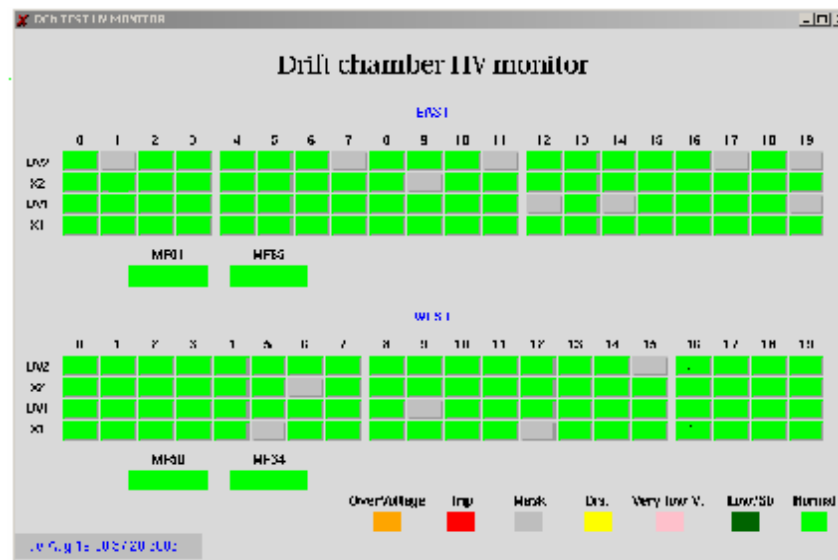
Physics: pp, dA

- Измерение выхода J/ψ в широком диапазоне изменения кинематических переменных, включая малые x , что позволяет изучать ядерное экранирование глюонов при малых x .
- Измерение выхода очарованных частиц и изучение распространения тяжелых кварков в холодных ядрах через регистрацию лептонов с большим поперечным импульсом.
- Изучение энергетических потерь партонов и охлаждение струй в холодной ядерной материи через измерение спектров поперечного импульса адронов.
- Изучение зависимостей наблюдаемых величин от числа "серых треков" зарегистрированных в калориметре малых углов (Forward Angle Calorimeter).
- Измерение dN/dh , dET/dh , эллиптических потоков, угловых корреляций идентичных частиц (НВТ), отношения выхода античастиц к частицам, выхода F^- - мезонов.

Работы, выполненные группой ЛРЯФ (Баублис, Взнуздаев, Комков, Рябов В., Рябов Ю., Самсонов, Ханзадеев) в эксперименте ФЕНИКС в 2003 г.

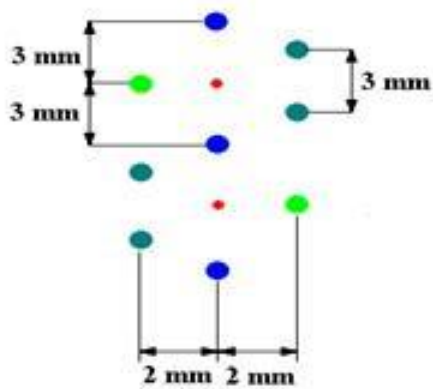
Создание новой высоковольтной системы ДК со следующими свойствами:

- а. гибкое управление более чем 600-ами высоковольтными каналами в ДК.
- б. автоматическое отслеживание и восстановление возможных трипов за как можно меньший промежуток времени.
- с. возможность контроля за состоянием ДК в режиме реального времени.

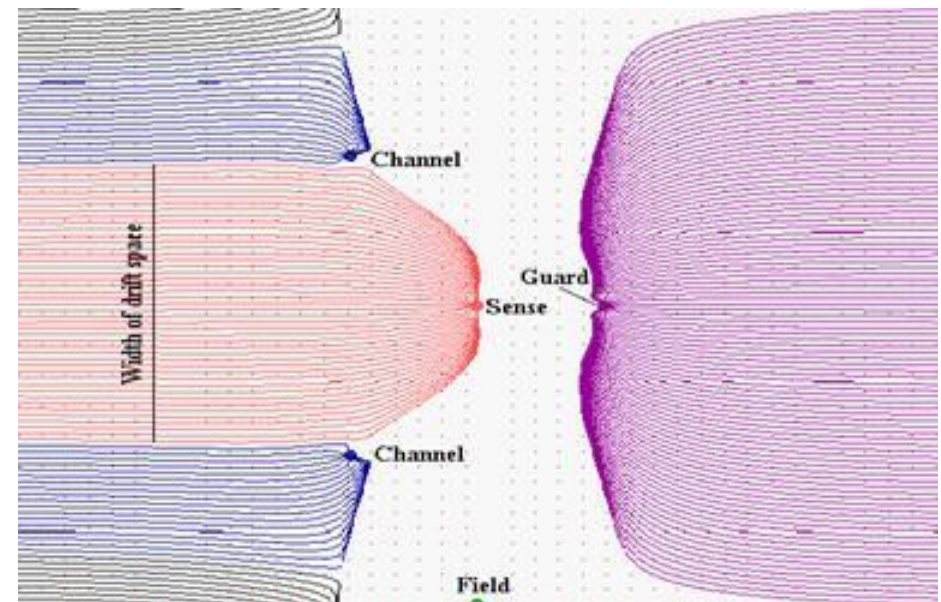


Внешний вид оболочки клиент-программы для управления высоковольтной системой ДК.

Структура ячейки дрейфовой камеры трековой системы ФЕНИКС



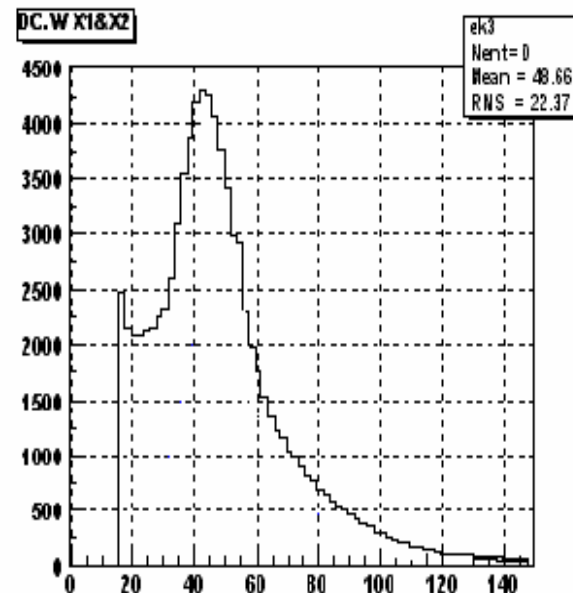
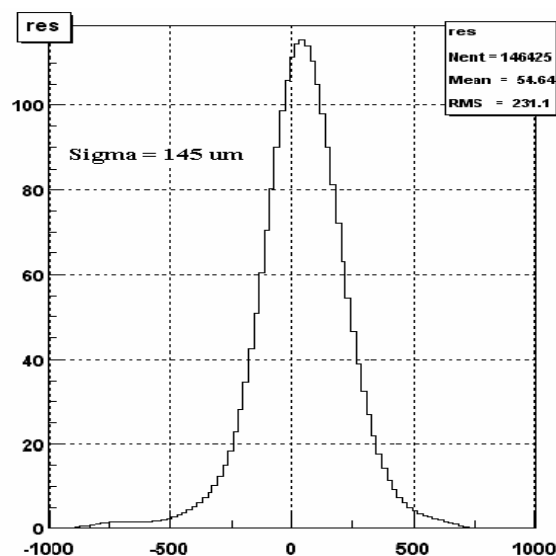
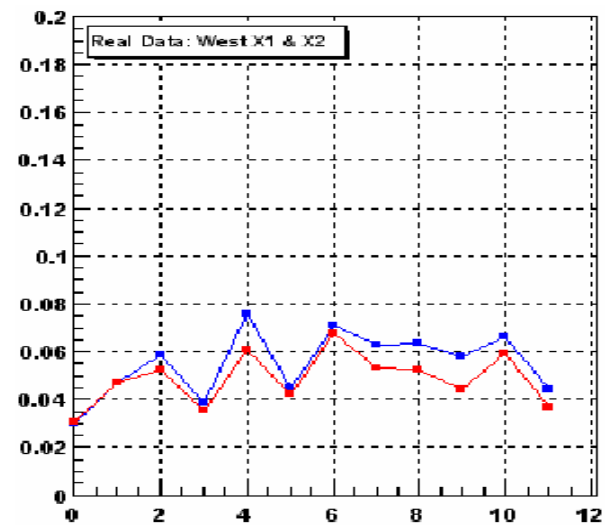
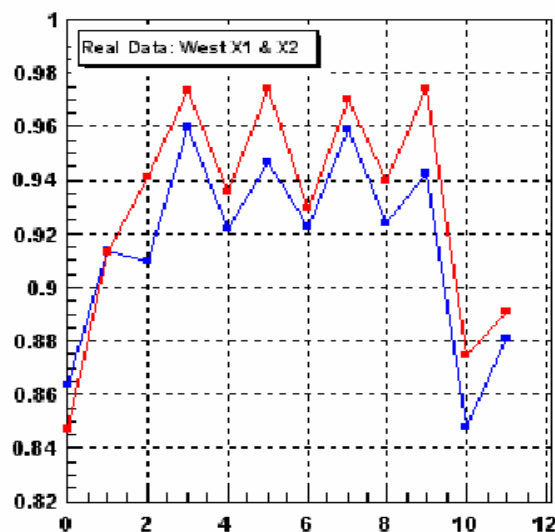
- S - sense (anode) wire (25 mkm - W(Au))
- C - channel wire (90 mkm - Cu(Be))
- F - field wire (90 mkm - Cu(Be))
- G - guard wire (90 mkm - Cu(Be))
- Ch - cathode wire (90 mkm - Cu(Be))



Настройка высоковольтных режимов, анализ рабочих параметров и мертвых зон. Создание карт эффективности:

Критерии отбора:

- Средняя однопроволочная эффективность не меньше 90%.
Зависимость эффективности в X1 (синий) и X2 (красный) слоях от номера анодной нитки
- Средняя обратная однопроволочная эффективность не выше 10%.
- Пространственное разрешение не хуже 150 мкм.
- Двухтрековое разрешение ~ 2 мм.



Создание и тестирование мониторинговой камеры предназначенной для измерения дрейфовой скорости электронов в рабочем газе дрейфовой камеры.

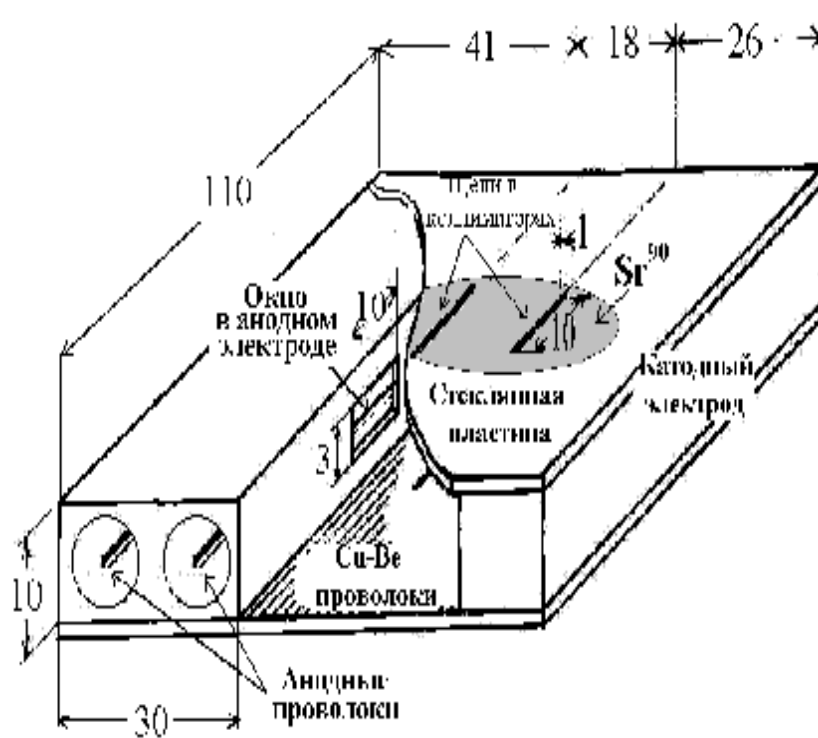
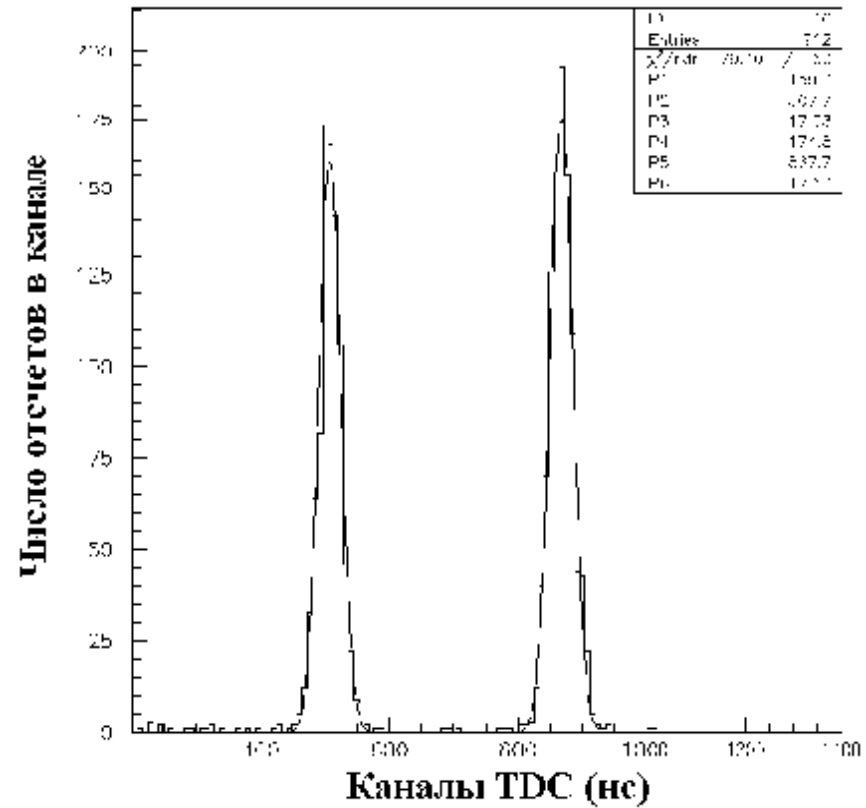
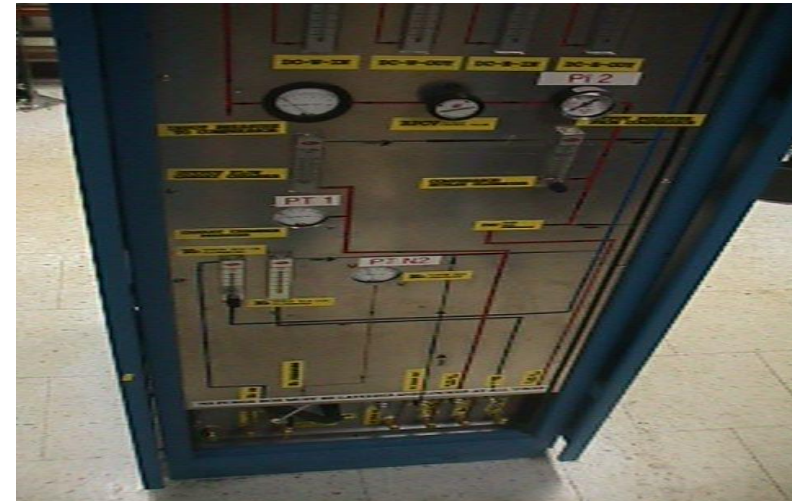
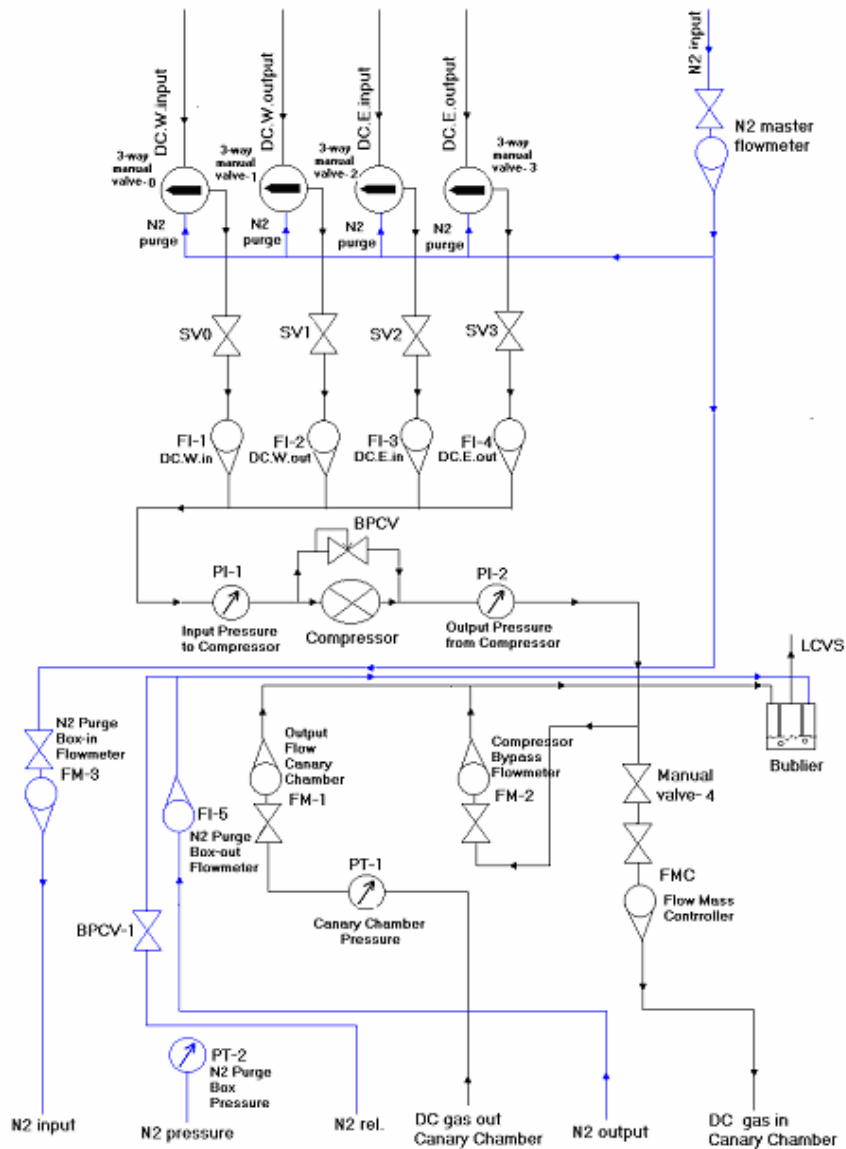


Схема мониторинговой камеры.



• Два пика в спектре времен дрейфа.

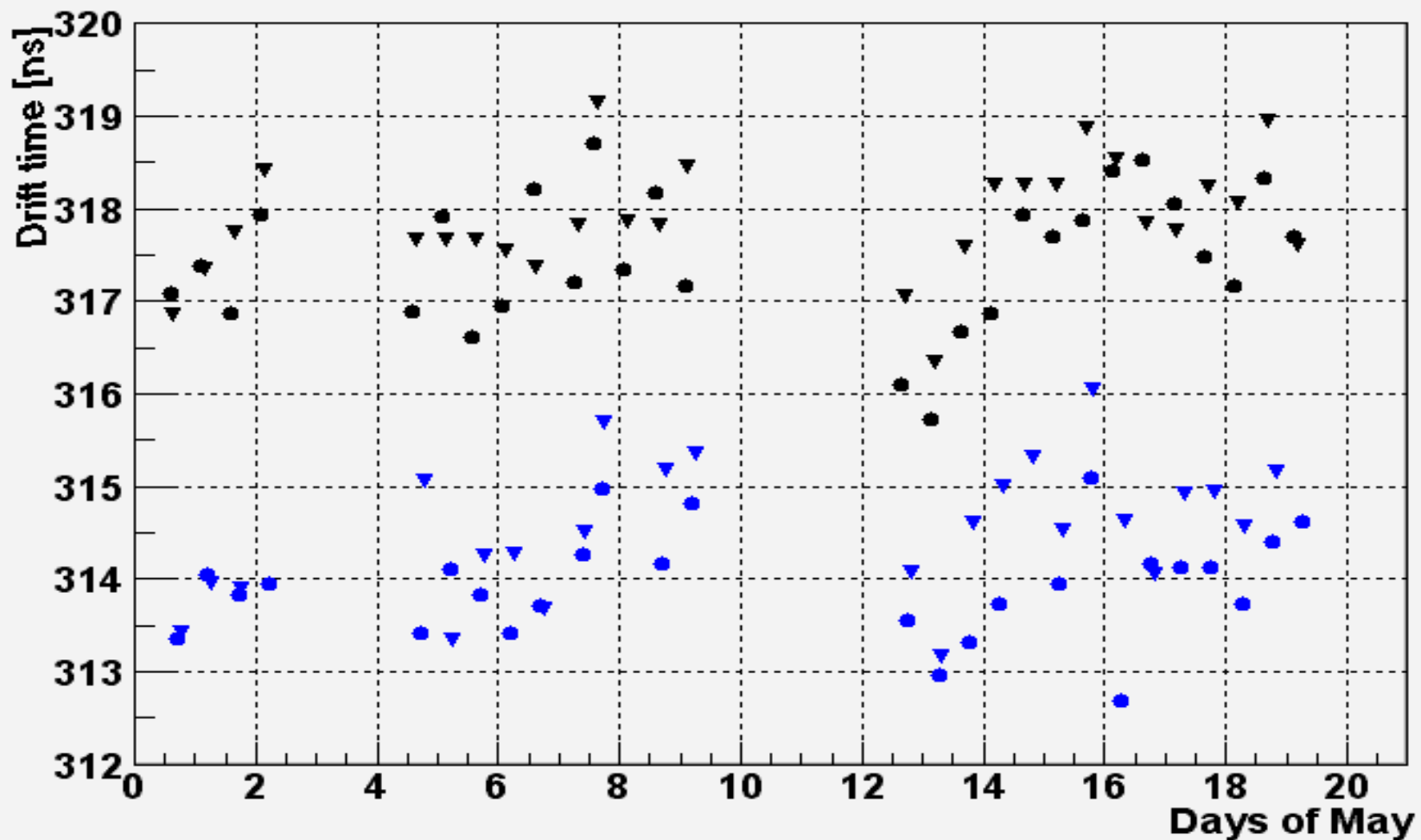
Интеграция системы мониторинга в газовую систему эксперимента ФЕНИКС.



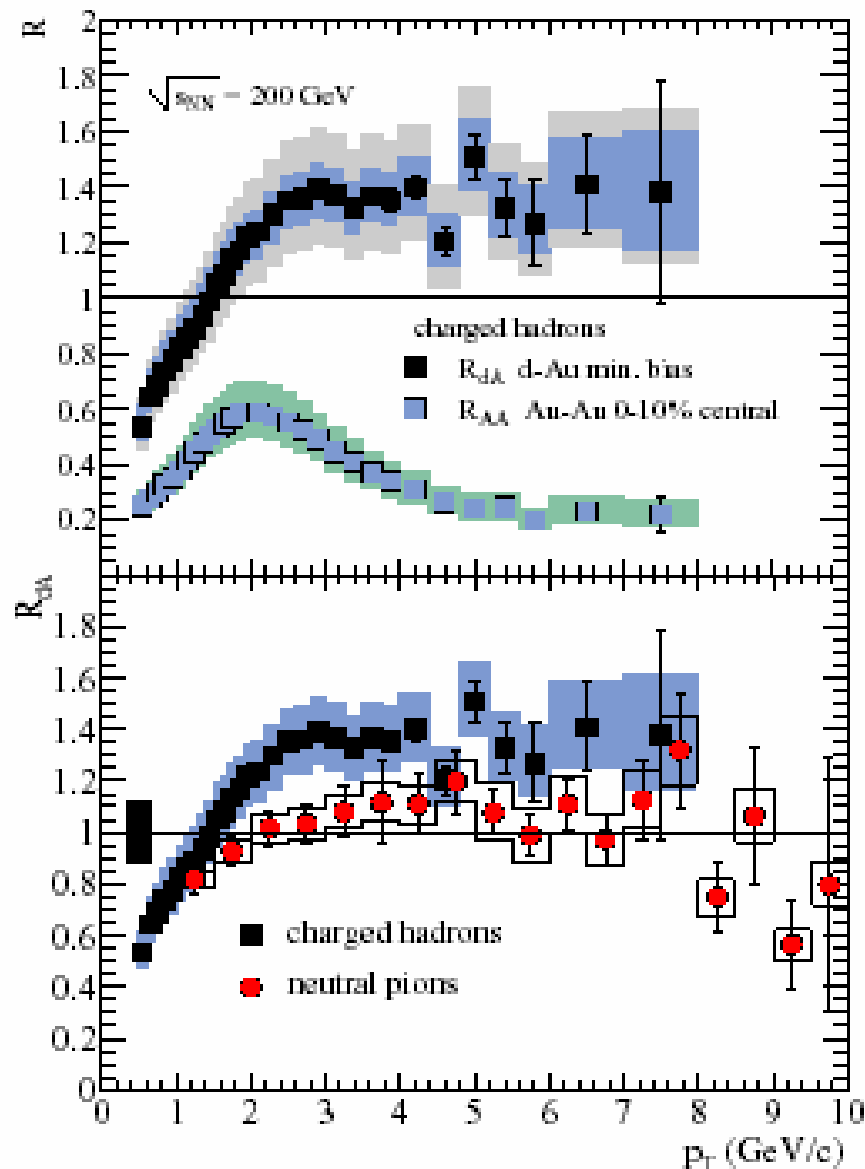
Изменение дрейфового времени электронов в дрейфовом промежутке ДК ФЕНИКС со временем

(круглые точки – вход камер, ромбики – выход)

Integral $dr/Vdr(r)$ from 0.3 cm to 1.9 cm, X2, Blue - East, Black - West



Участие в получении результатов в 3-ем цикле работы коллайдера RHIC- 2003



Top:

- Nuclear modification factor R_{dA} for $(h++h-)/2$ in minimum bias d+Au compared to R_{AA} in the 10% most central Au+Au collisions. Inner bands show systematic errors which can vary with p_T , and outer bands include also the normalization uncertainty.

Bottom:

- Comparison of R_{dA} for $(h++h-)/2$ and the average of the 0 measurements in d+Au. The bar at the left indicates the systematic uncertainty in common for the charged and 0 measurements

J/ψ production

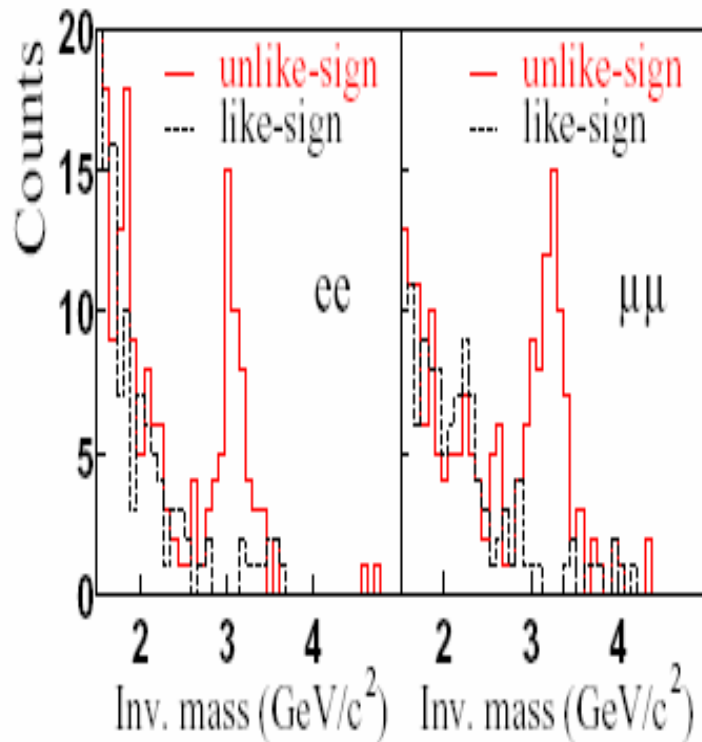


FIG. 1: The invariant mass spectra for dielectron and dimuon pairs. Unlike-sign pairs are shown as solid lines, the sum of like-sign pairs as dashed lines.

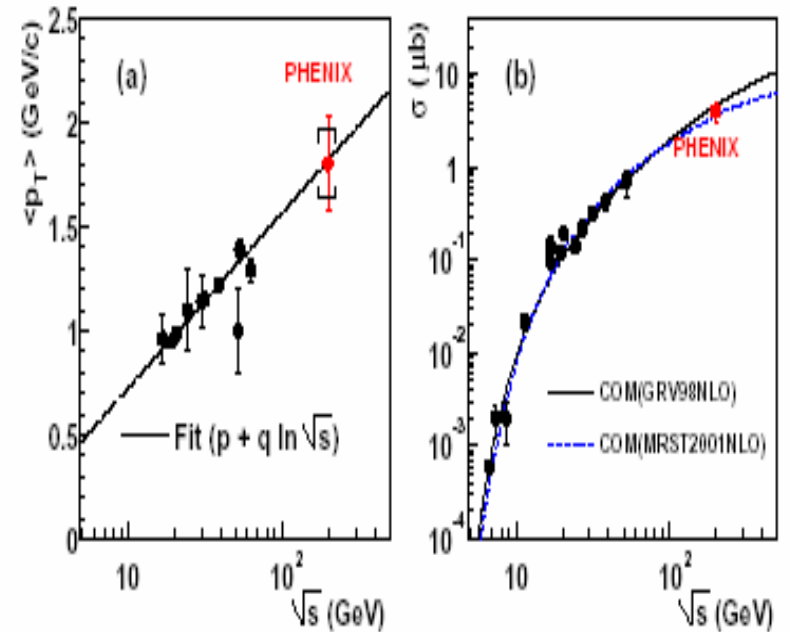


FIG. 4: (a) The present J/ψ mean p_T value compared with previous measurements at lower energy. The linear fit parameters are $p = 0.53$, $q = 0.19$. (b) The present J/ψ total cross section compared with previous measurements at other values of \sqrt{s} . The curves are discussed in the text.

DRAFT PHENIX 5-year planning template
Info to be provided by Accelerator, Detector and RCF groups

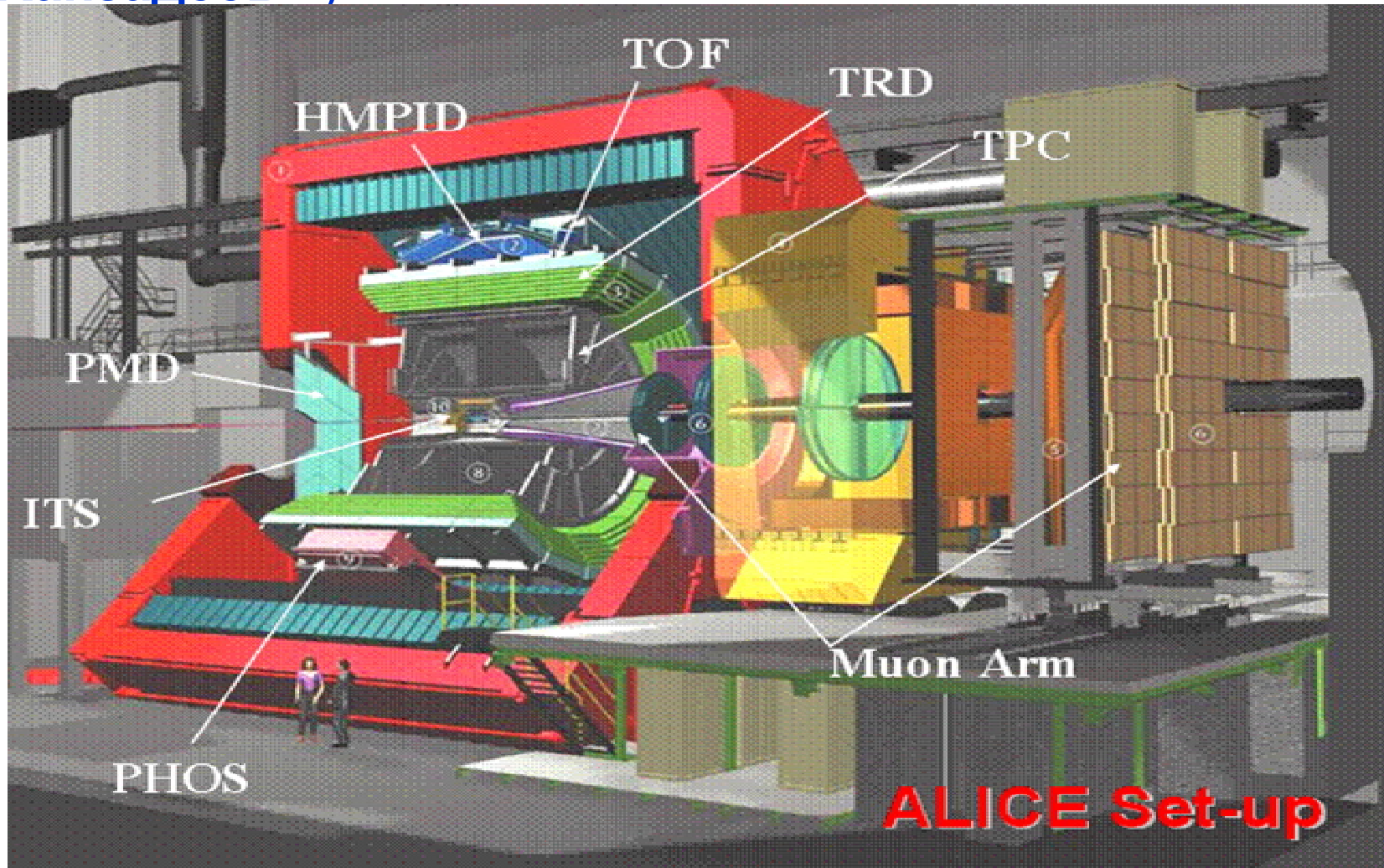
Fiscal Year	2003 ¹	2004	2005	2006	2007	2008
Run Plan² Run Mode 1 Run Mode 2 (27 Weeks)	d+Au 200 GeV 16 weeks, 2.7 nb-1 p+p 200 GeV 10 weeks, 0.35 pb-1, 27%	Au+Au 200 GeV 5+14 weeks, 123 ub-1 p+p 200 GeV 5+0 weeks beam development	Si+Si 200 GeV 5+9 weeks, 2.2 nb-1 p+p 200 GeV 5+5 weeks, 1.2 pb-1 50%	Au+Au 62.4 GeV 5+19 weeks, 45 ub-1	p+p 200 GeV 5+19 weeks, 62 ub-1 60%	Au+Au 200 GeV 5+19 weeks, 840 ub-1
Ops cost³ Base cost Incr. Cost/week running Incr. Cost/week Breakdown	\$6.0M \$24k/wk	\$6.3M \$27k/wk = \$14k media \$11k gas \$ 2k Visitor incre.	\$6.6M \$42k/wk = \$31k media \$11k gas \$ 2k Visitor Incr.e	\$6.8M \$42k/wk = \$31k media \$11k gas \$ 2k Visitor Incr.e	\$7.1M \$42k/wk = \$31k media \$11k gas \$ 2k Visitor Incr.e	\$7.4M \$42k/wk = \$31k media \$11k gas \$ 2k Visitor Incr.e
R&D Plan R&D Projects Annual funding required ³	VTX brl/endcp \$85k HBD \$50k TPC \$45k DAQ \$40k	VTX brl/endcp \$400k HBD \$250k TPC \$300k DAQ \$200k	VTX endcp \$450k TPC \$300k DAQ \$200k	VTX endcp \$300k TPC \$300k		
Capital Equipment Capital projects/upgrades Annual funding required ³	Operating Cap \$500k	Operating Cap \$500k	VTX brl \$2000k HBD \$ 750k DAQ \$ 100k Operating Cap \$500k	VTX brl \$2000k HBD \$ 750k DAQ \$ 200k Operating Cap \$500k	VTX brl/endcp \$2000k TPC \$2000k DAQ \$ 200k Operating Cap \$ 500k	VTX endcp \$2000k TPC \$2500k Operating Cap \$ 500k
Non-DOE funded Equipment		VTX barrel RIKEN	VTX barrel RIKEN Muon Trig Det NSF	VTX barrel RIKEN Muon Trig Det NSF	Muon Trig Det NSF	
Data Produced		540 TB raw data	1200 TB raw data	1600 TB raw data	1600 TB raw data	1600 TB raw data

Notes:

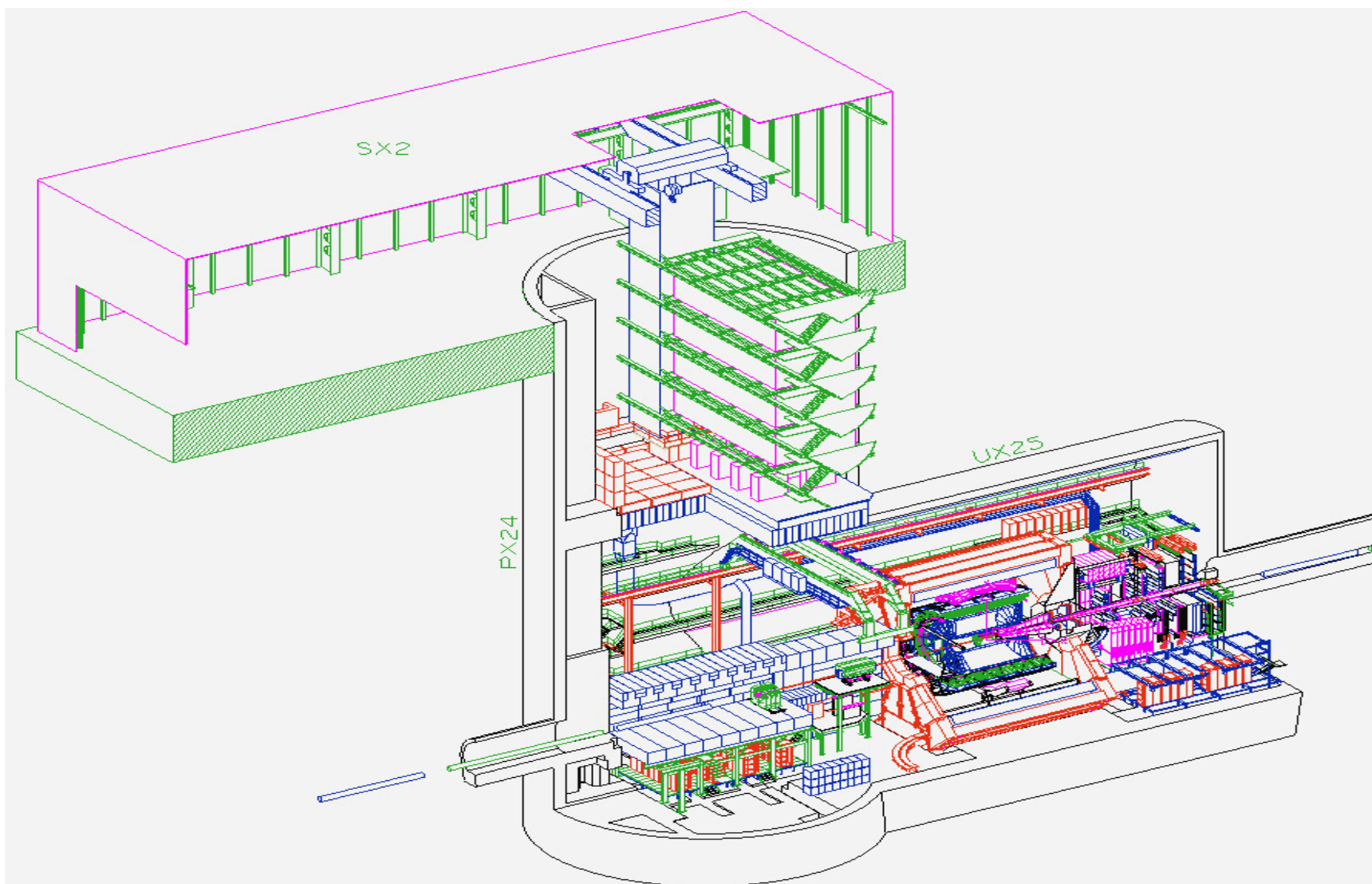
1. Enter the "as run" data from FY03. This gives us a base point for extrapolating various budget scenarios (e.g. constant effort)
2. For each run mode enter primary physics goals, required data sample (beam, energy, integrated luminosity), and number of cryo weeks (using C-A guidance for collider projections)
3. Ops cost = manpower and consumables supported by the RHIC operations budget to run the machine, detectors and RCF. The sum of Ops cost + R&D funding + Cap equip funding should equal the total RHIC budget under KB0202011 (Accelerator Operations) and KB0202012 (Experiment Support) and KB0201021 (Exp. Equipment for RHIC Research [ex-AEE])

ПИЯФ в АЛИСЕ

(Никулин, Комков, Мифтахов, Поляков, Рязанов, Роцин, Самсонов, Тарасенкова, Тараканов, Ханзадеев...)



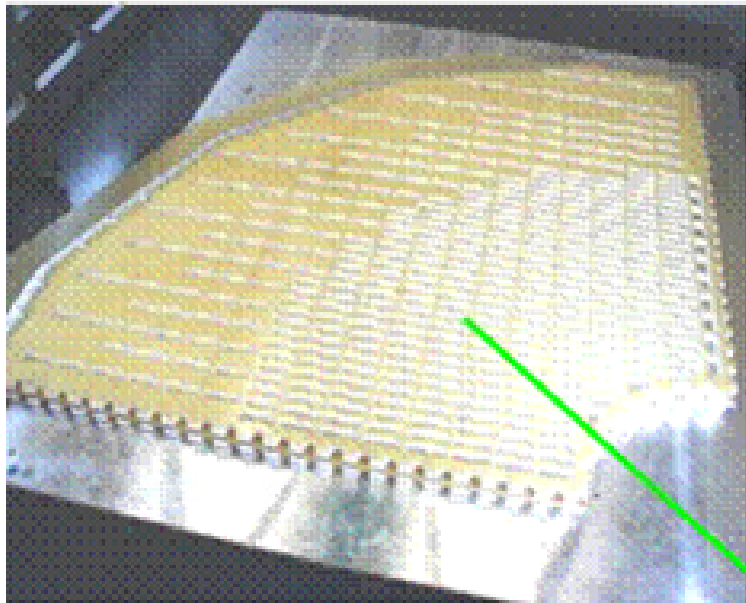
Шахта с установкой АЛИСА



Dimuon Spectrometer

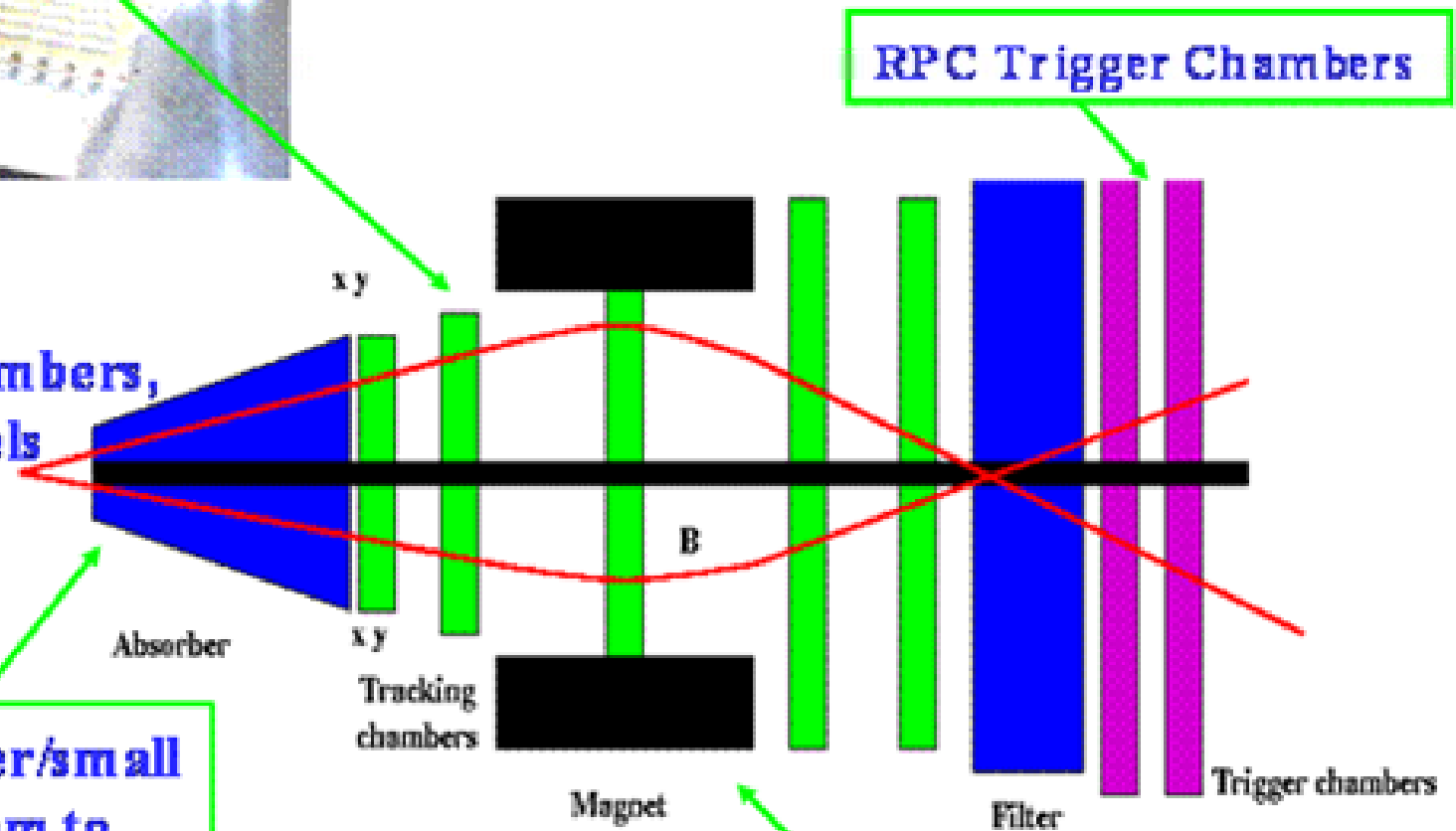


- Study the production of the J/Ψ , Ψ' , Y , Y' and Y'' decaying in 2 muons, $2.4 < \eta < 4$
- Resolution of 70 MeV at the J/Ψ and 100 MeV at the Y



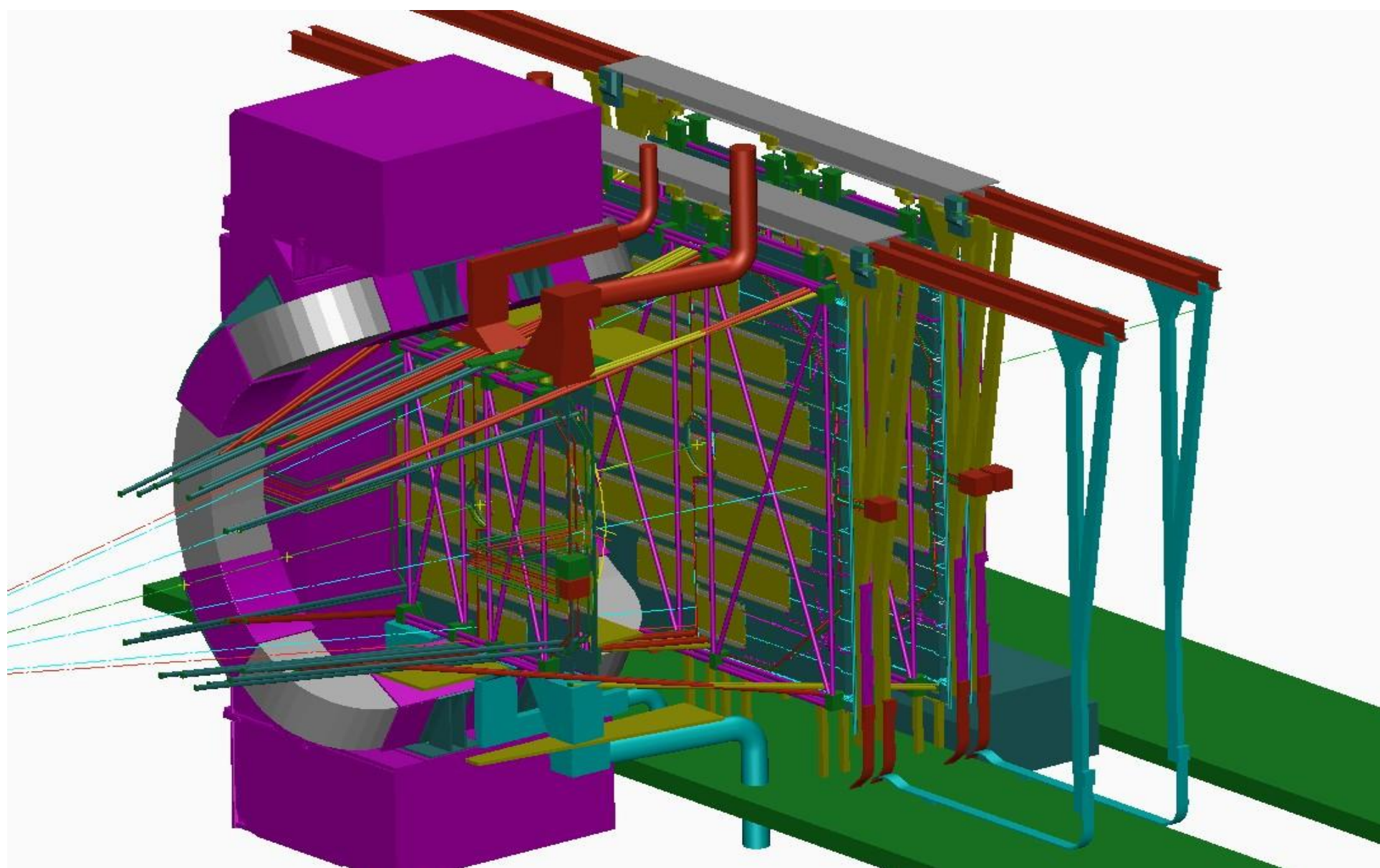
5 stations of high granularity pad tracking chambers, over 800k channels

Complex absorber/small angle shield system to minimize background (90 cm from vertex)



Dipole Magnet: bending power 3 Tm

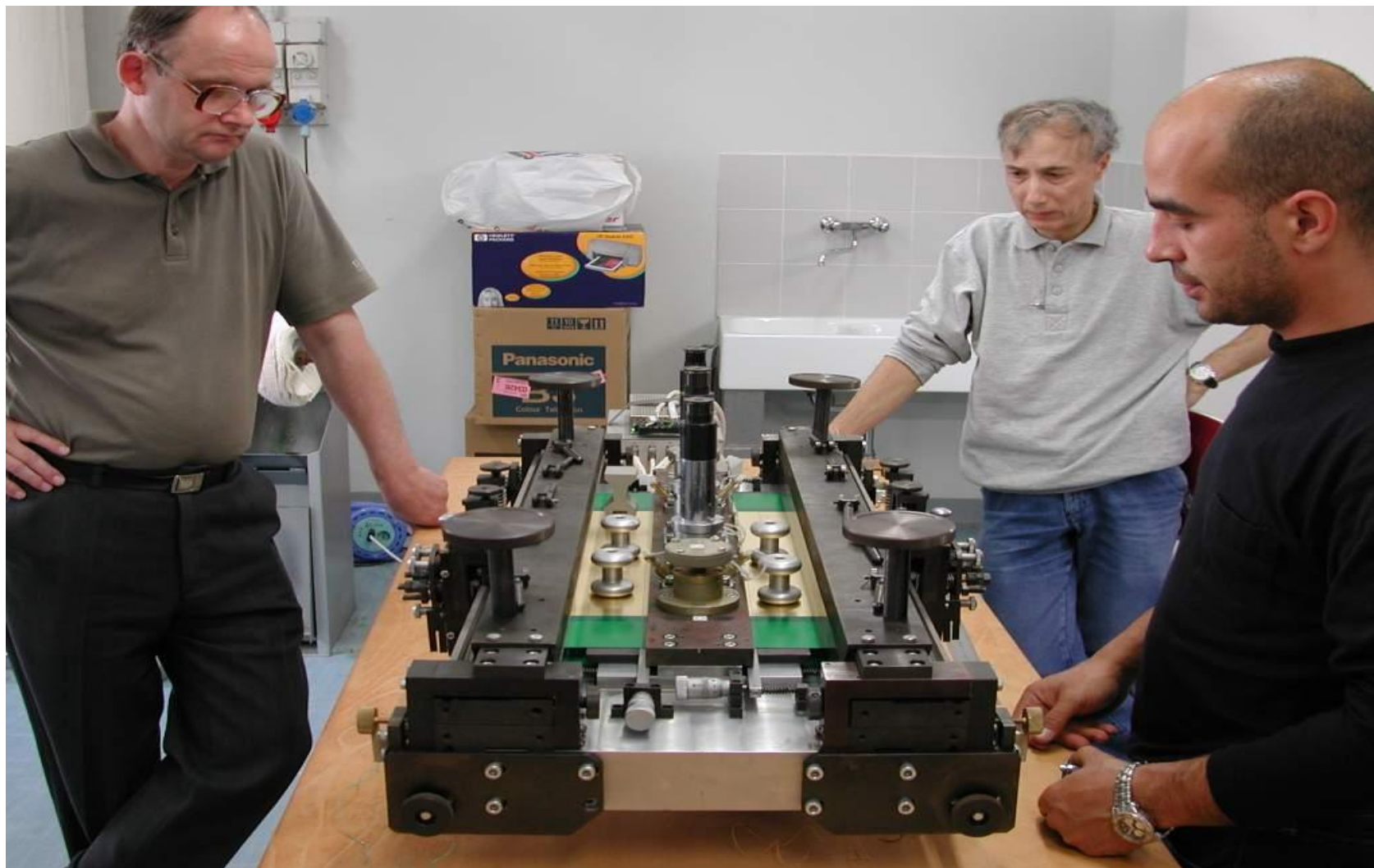
Muon Stations 3-4-5



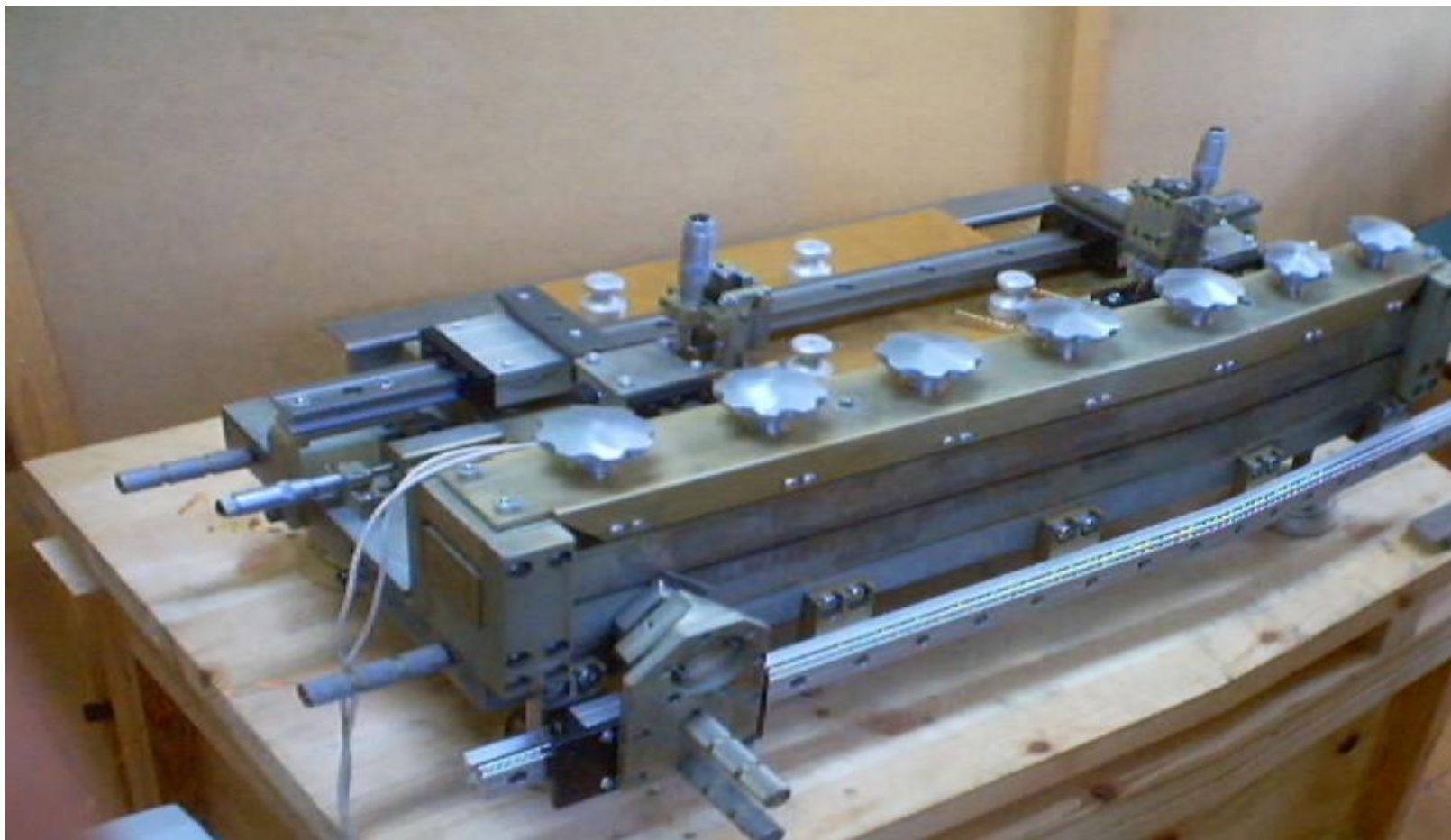
В 2003 году проведена работа по подготовке производства мюонных камер

- Разработаны и изготовлены **устройства для прецизионной обрезки печатных плат**, для института Саха (Калькутта, Индия) и INFN (Каглиари, Италия)
- Разработаны и изготовлены **4 высоковольтных испытательных стендов для модулей**
- Разработана, изготовлена и испытана **намоточная машина**
- Разработаны и изготовлены **4 автоматизированных устройств для измерения натяжения проволок в модуле**
- Разработан, изготовлен и испытан **стенд для испытаний модулей с помощью β -частиц**
- Оборудована и подготовлена к началу серийного производства трековых камер мюонного спектрометра **чистая сборочная зона.**
- **Участие в изготовлении, тестировании и анализе** прототипов модулей трековых камер
- Выполнен проект **Мюонного фильтра**

Устройство для прецизионной обрезки печатных плат,
разработанное и изготовленное для института INFN
(Каглиари, Италия)



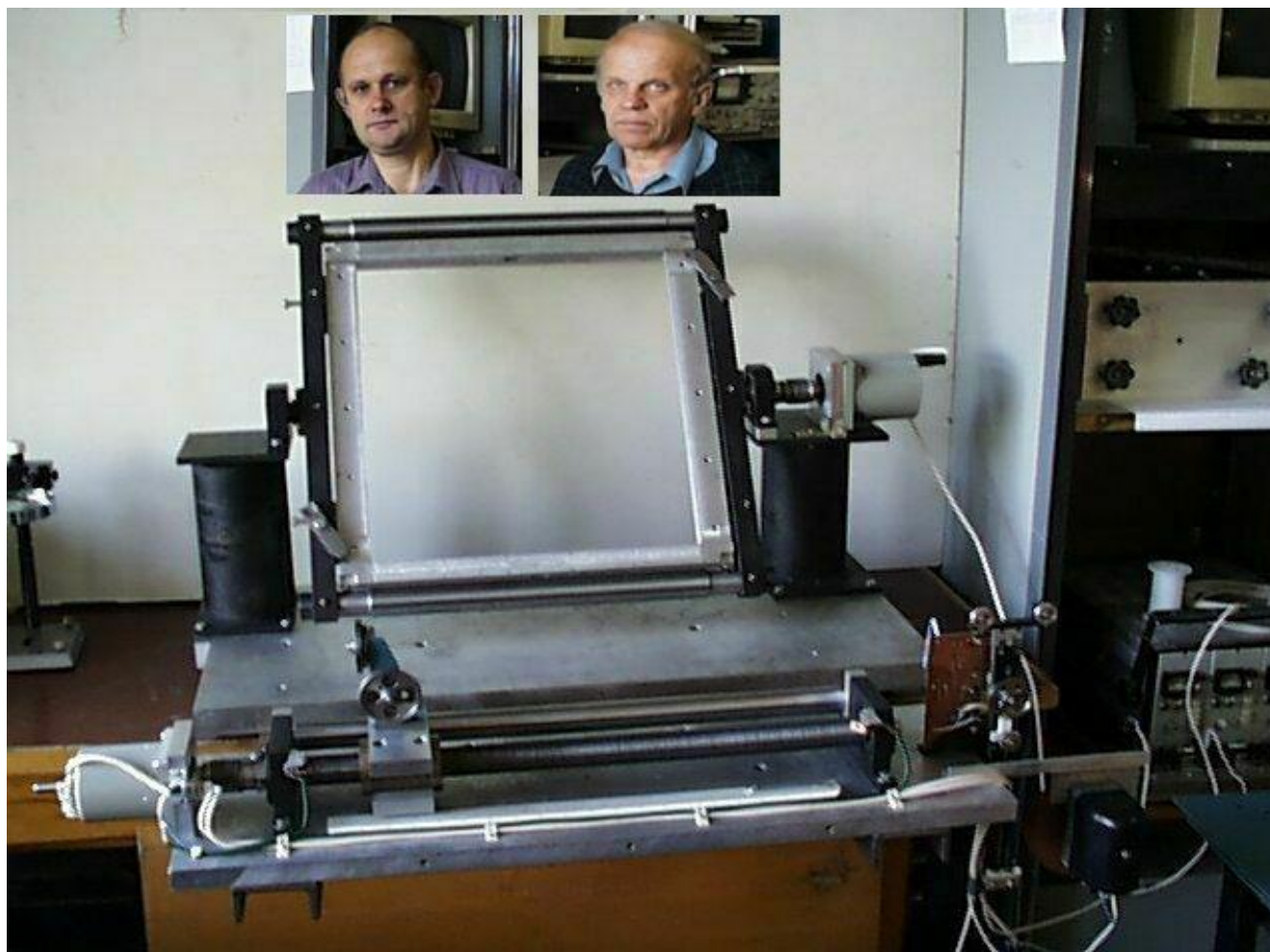
Устройство для прецизионной обрезки печатных плат,
разработанное и изготовленное для института Саха
(Калькутта, Индия)



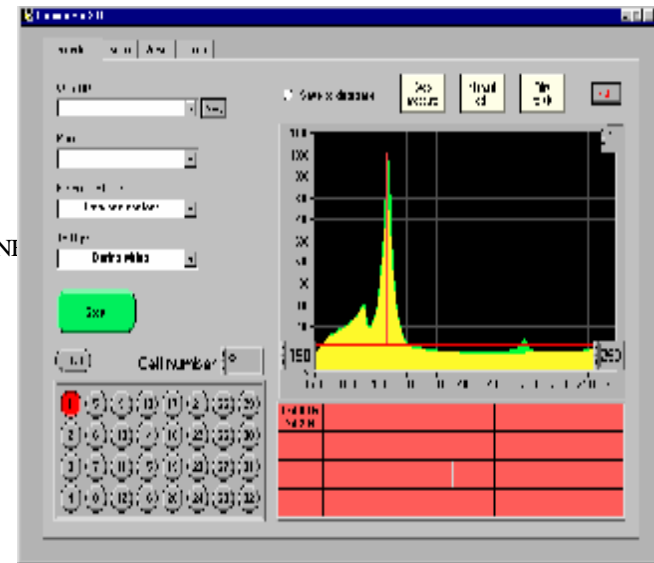
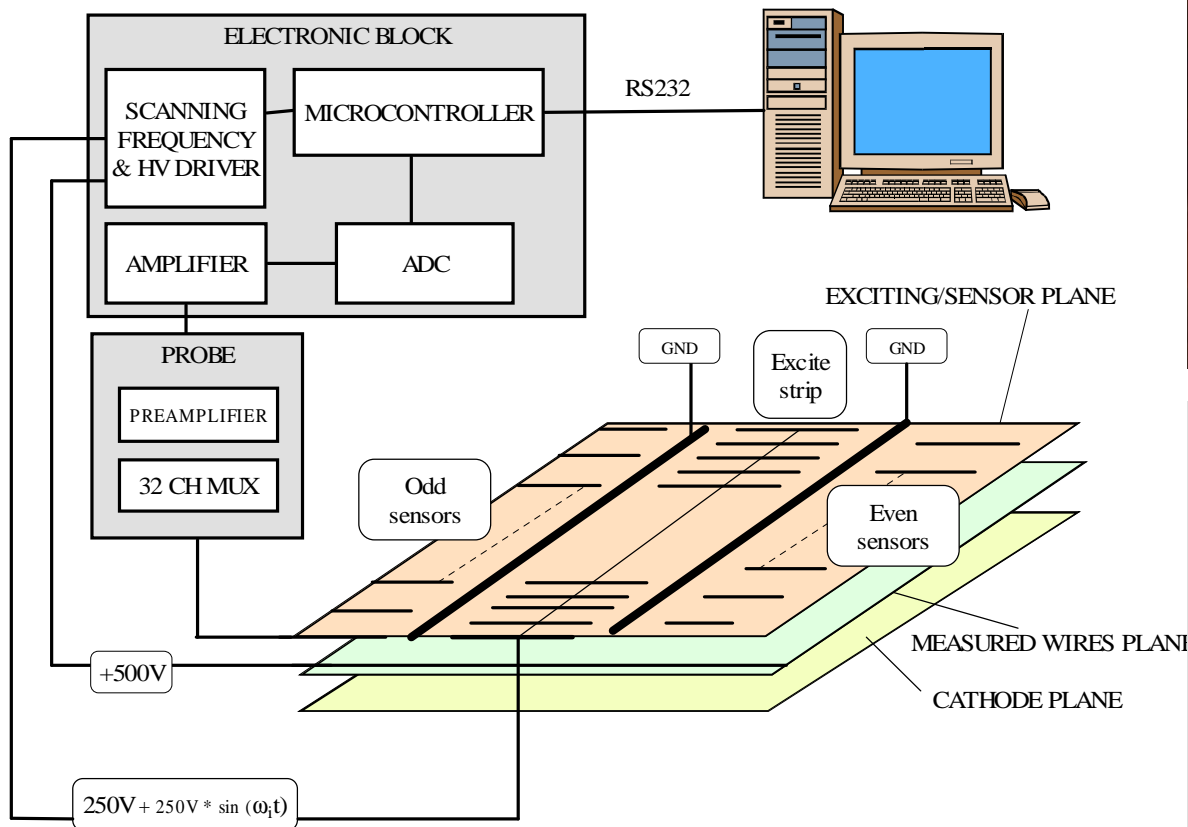
Высоковольтный испытательный стенд



Намоточная машина



Автоматизированная 80-канальная система измерения натяжения проволок



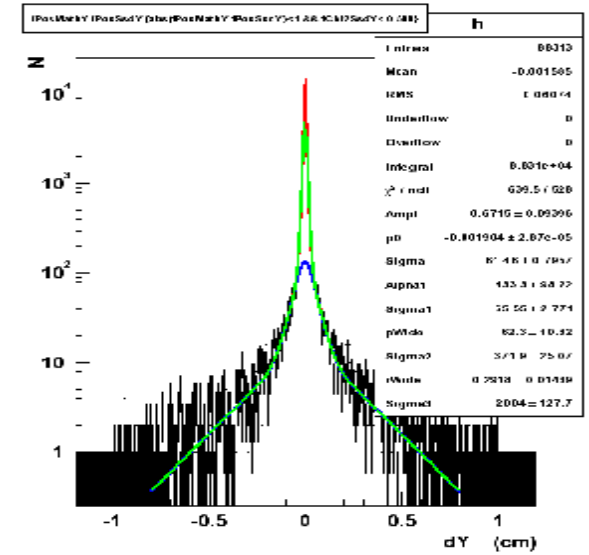
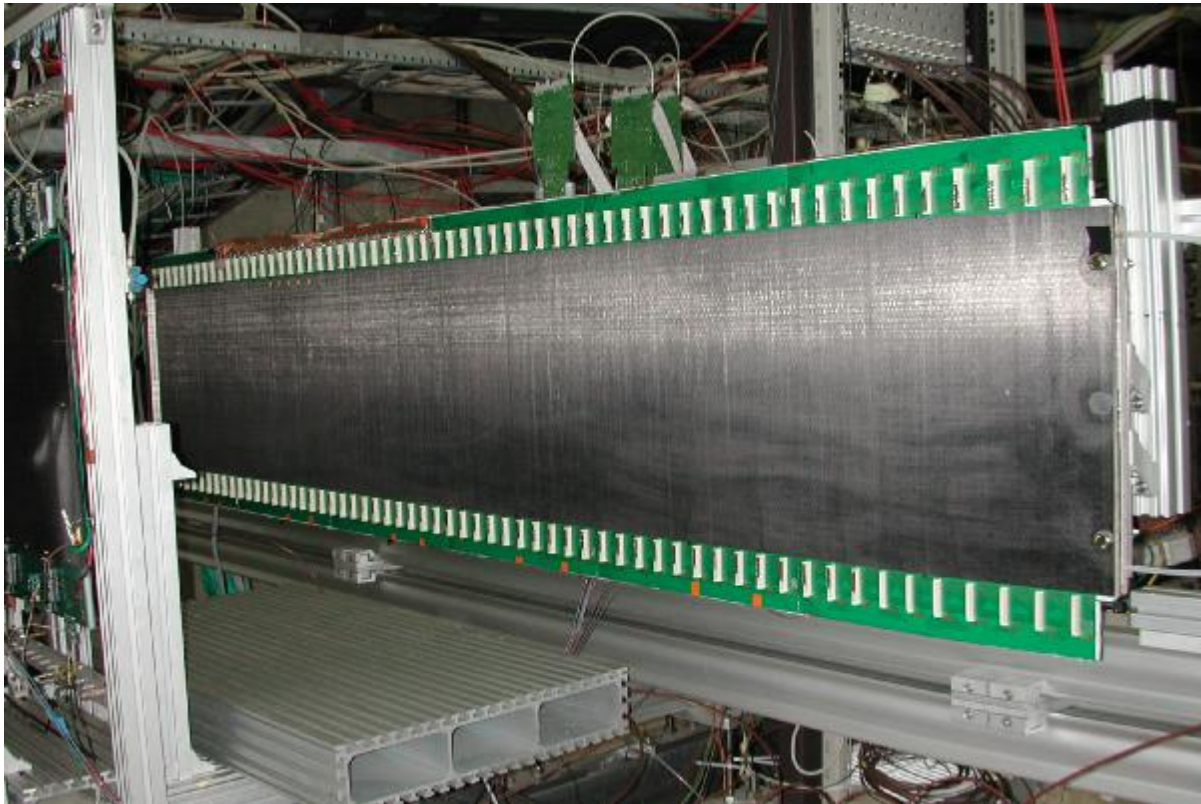
Разработан, изготовлен и испытан прототип станда для испытаний трековых камер с помощью β -частиц



Оборудована и подготовлена к началу серийного производства трековых камер мюонного спектрометра чистая сборочная зона.



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

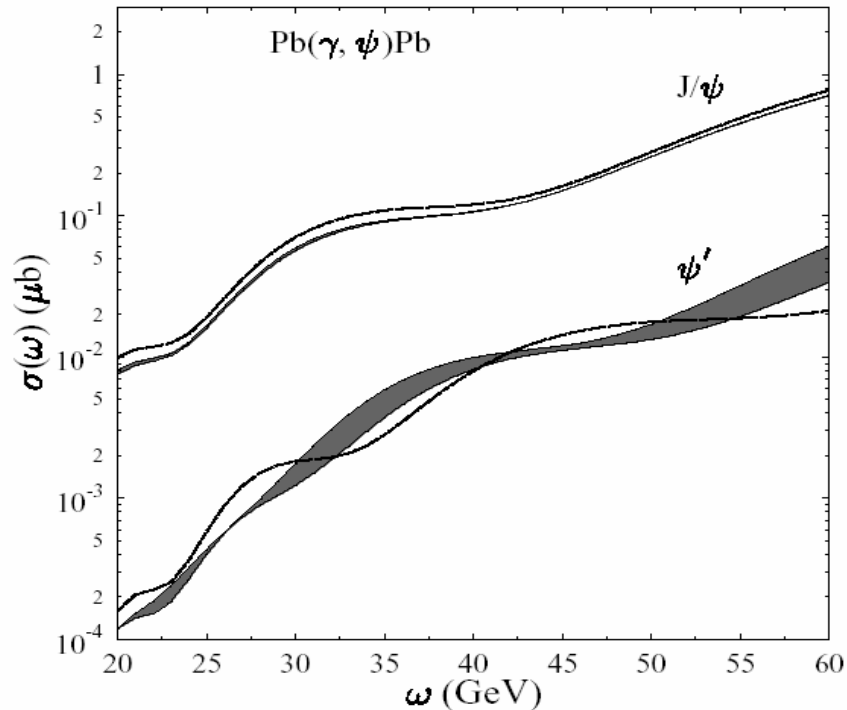


Теоретические результаты в 2003 (Жалов)

1. Фоторождение J/ψ и ψ на ядрах при низких и промежуточных энергиях :

Цель: Изучение возможности извлечения сечений ψN взаимодействия необходимого для оценки подавления выхода чармония в АА столкновениях

Результат: Предсказаны осцилляции сечения когерентного фоторождения чармония на ядрах. Предложен способ определения $\gamma \rightarrow \psi$ и ψN элементарных сечений.



2. Когерентное рождение векторных мезонов в ультрапериферических релятивистских ядро-ядерных столкновениях :

Цель: КХД-динамика ядерных глюонных плотностей в области малых x

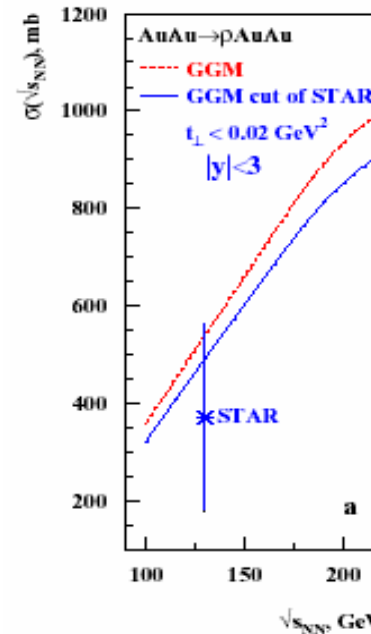
Интерес: В начальной стадии ультрарелятивистских АА столкновений - сверхплотная среда глюонов с малыми x (minijets).

Ряд свойств этой среды-глюонные экранировки, рост глюонных плотностей с уменьшением x - легче изучить в дифракционных процессах когерентного фоторождения кваркониев на ядрах.

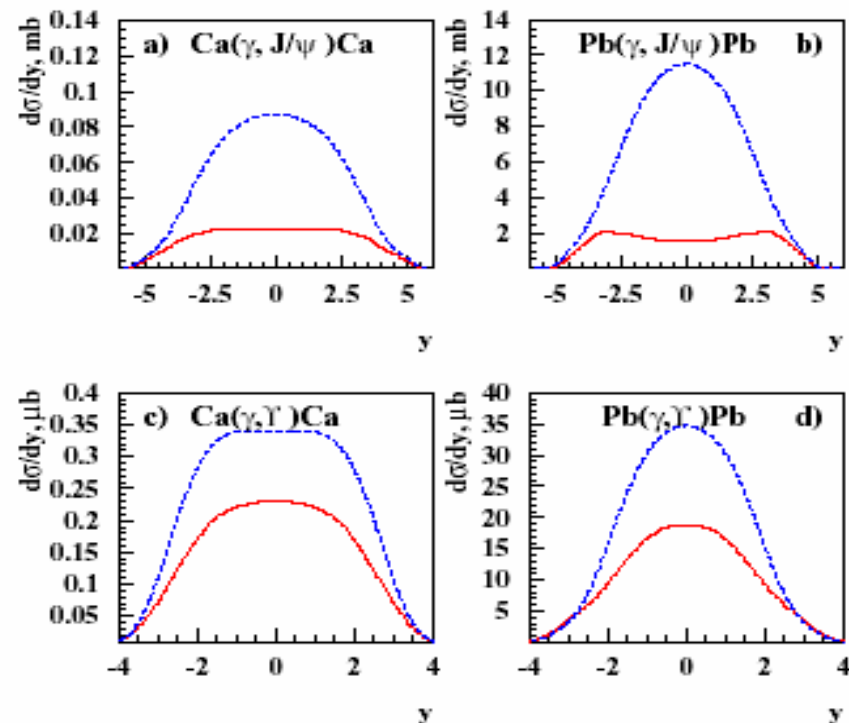
Способ: Ультрарелятивистские ионы – источники потока квазиреальных фотонов. Ультрапериферические столкновения – выделение когерентных дифракционных процессов.

leading twist gluon shadowing (solid line)
the Impulse Approximation (dashed line).

Результат: Доминирующий эффект глюонных экранировок в leading twist approximation.



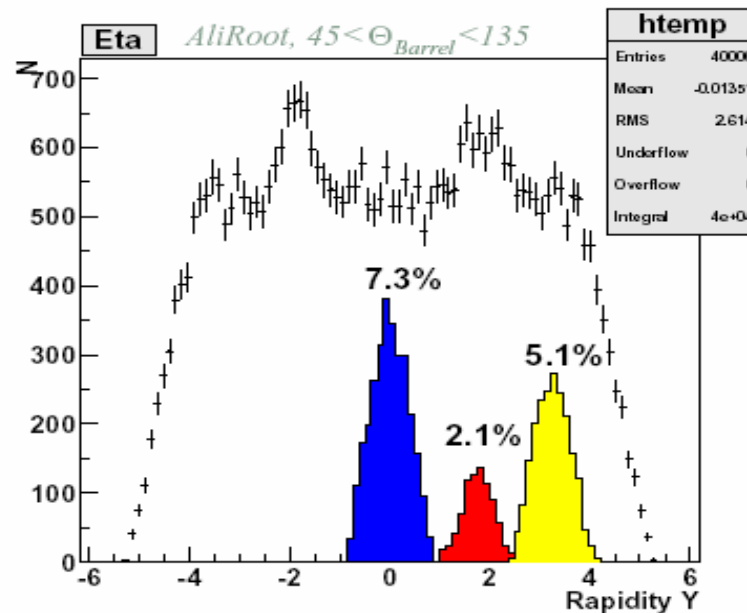
Предсказанное Сечение для ρ подтверждено Данными STAR



J/Ψ production acceptance, AliRoot estimation. The peak at 0 pseudo-rapidity corresponds to the case when both muons are detected in ALICE barrel, the middle | 1 muon is detected by the barrel, another one hit the dimuon spectrometer, the third peak is formed by the muon pair detected by the dimuon arm.

(Никулин)

J/Ψ Pb



Estimated counting rate: 1500 events/day

Результат: Возможность измерения выхода чармония в ультрапериферических столкновениях с ALICE на LHC. Это предполагаемая физическая программа лаборатории в ALICE

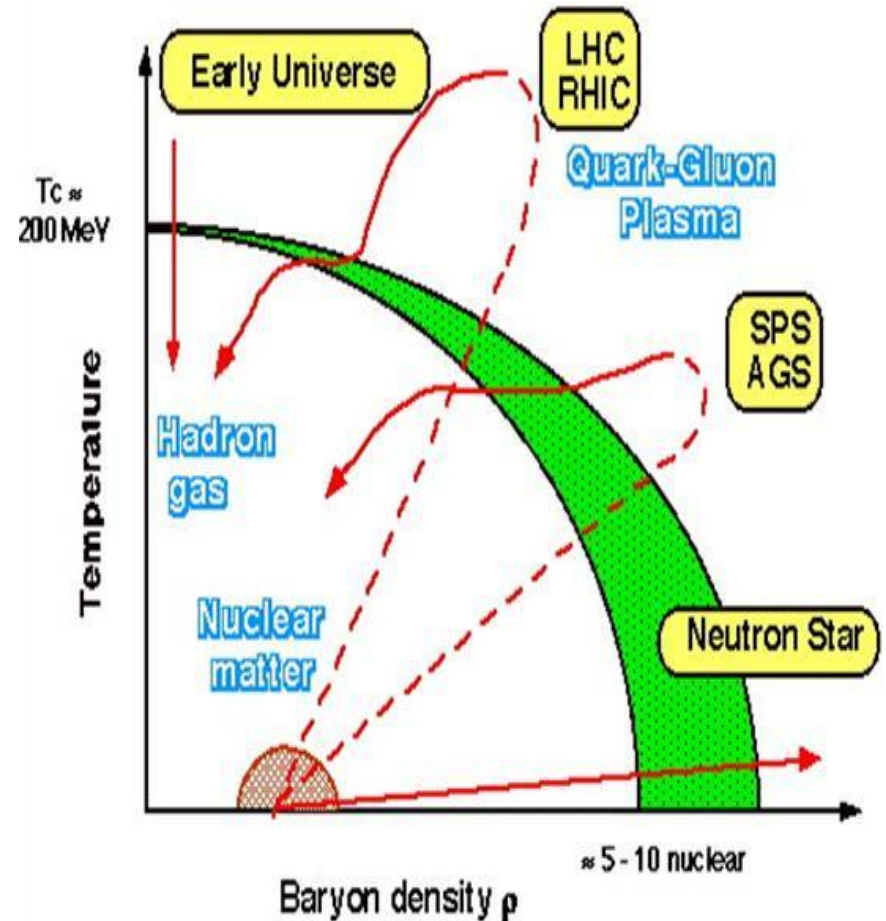
Будущее с CBM в GSI

RHIC&LHC - Collider, pp, pA, AA

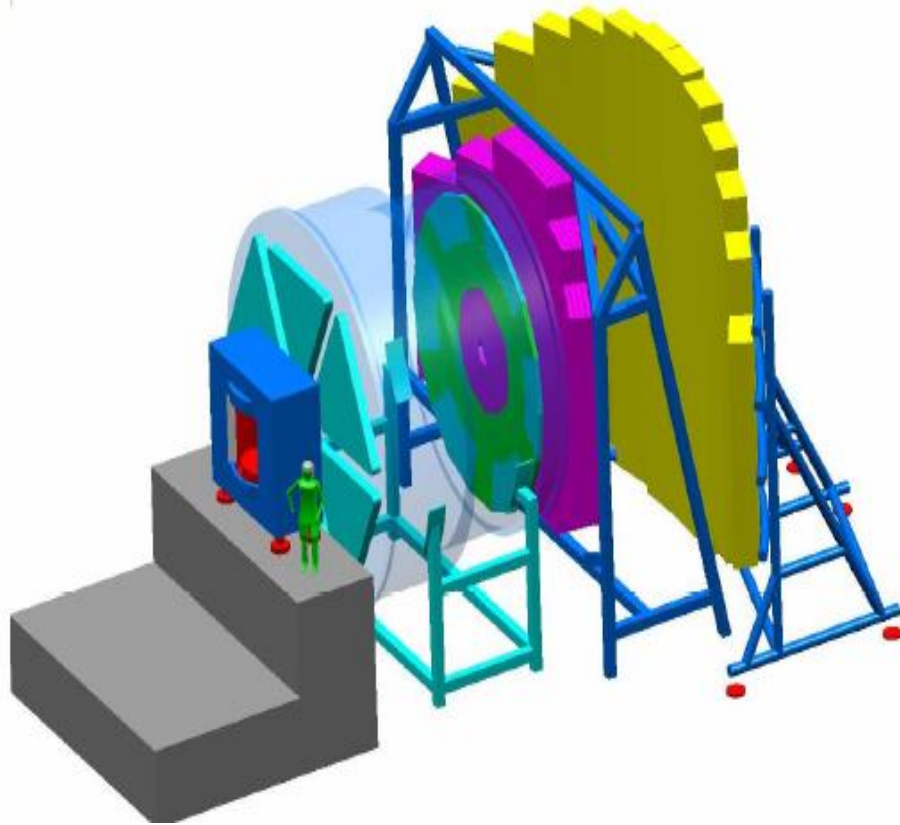
RHENIX&ALICE – высокая температура и плотность энергии : $T > 170-200$ МэВ, $\epsilon \sim 5-200$ ГэВ/фм³, низкая плотность барионов - Кварк-Глюонная Плазма → Ранняя Вселенная

GSI – Fixed target ; pp, pA, AA, + антипротоны Энергия - (7-40)A ГэВ

CBM – в AA низкая температура, высокая барионная плотность – (5-10) ρ → Нейтронные Звезды, → Кварковая Плазма → Цветовая Сверхпроводимость



**Sketch of the CBM setup:
a dipole magnet (blue), a RICH
Detector (turquoise), a TRD detector
(pink) and a RPC TOF wall (yellow).
The Silicon tracker is inside the
magnet.**



- **Предложение ЛРЯФ в программу CBM: “Исследование динамики барионных взаимодействий в области применимости pQCD”**

1. Исследование жестких эксклюзивных процессов протон-протонного и антипротон-протонного взаимодействия ($x=1$) в ядерной среде.

Цель:

- **Механизм взаимодействия: кварковый обмен, глюонный обмен(Landshoff);**
 - **Ядерный фильтр кварк-глюонных конфигураций различного размера**
 - **Цветовая прозрачность ядер**
- 2. Исследование процессов рождения быстрых мезонов в жестких квазиупругих протон-протонных взаимодействиях($x<1$) в ядерной среде**

Перспектива участия ПИЯФ(ЛРЯФ) в eRHIC

- **Accelerator Design:**
 - 5-10 GeV polarized electrons,
 - 10 GeV polarized positrons,
 - 25-250 GeV polarized protons,
 - 100 GeV/u gold ions

Luminosity:

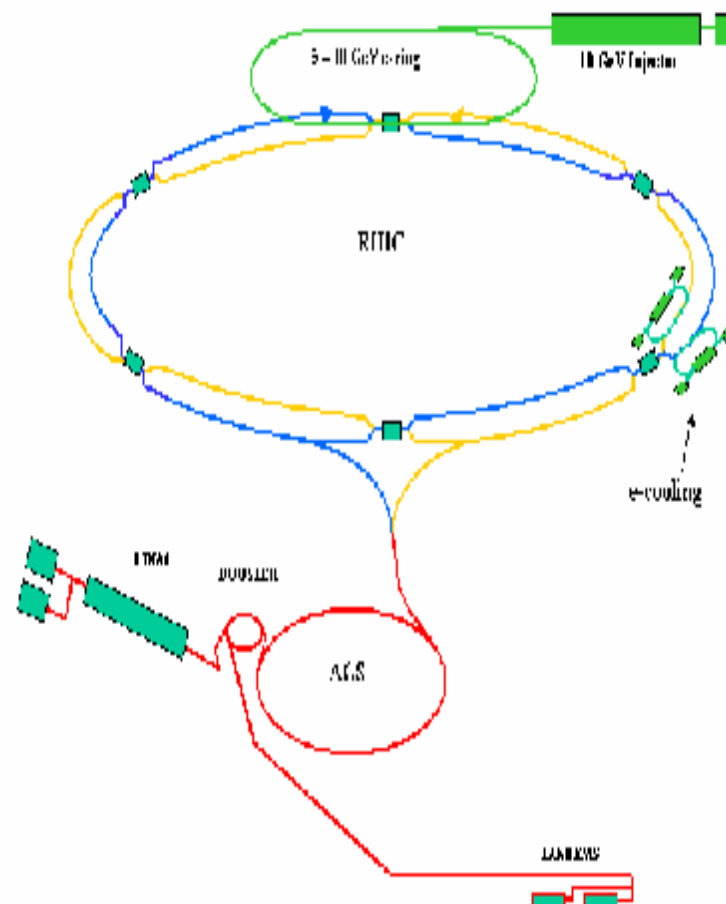
$10^{32} - 10^{33}$ for e-p

70% polarization degree for both lepton and proton

Longitudinal polarization in the collision point for both lepton and proton beams

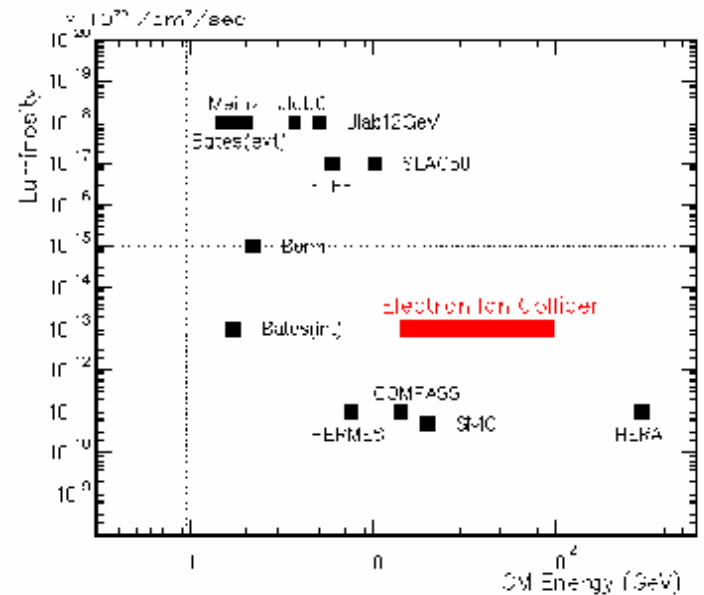
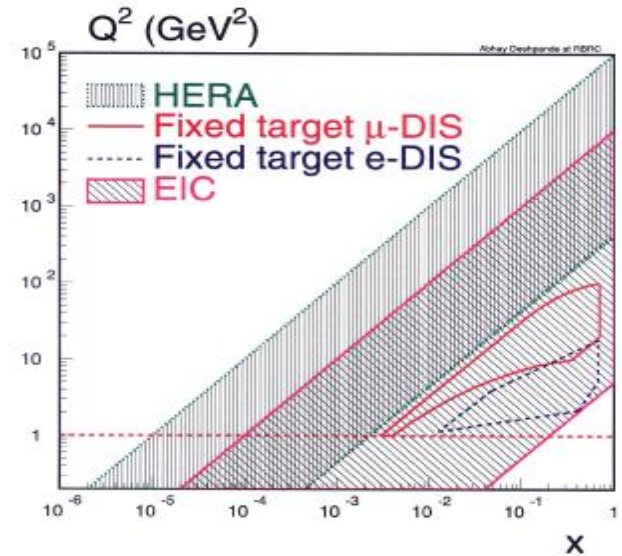
eRHIC approval in 2006

- R&D money - 2007/8
- Construction - 2008/9

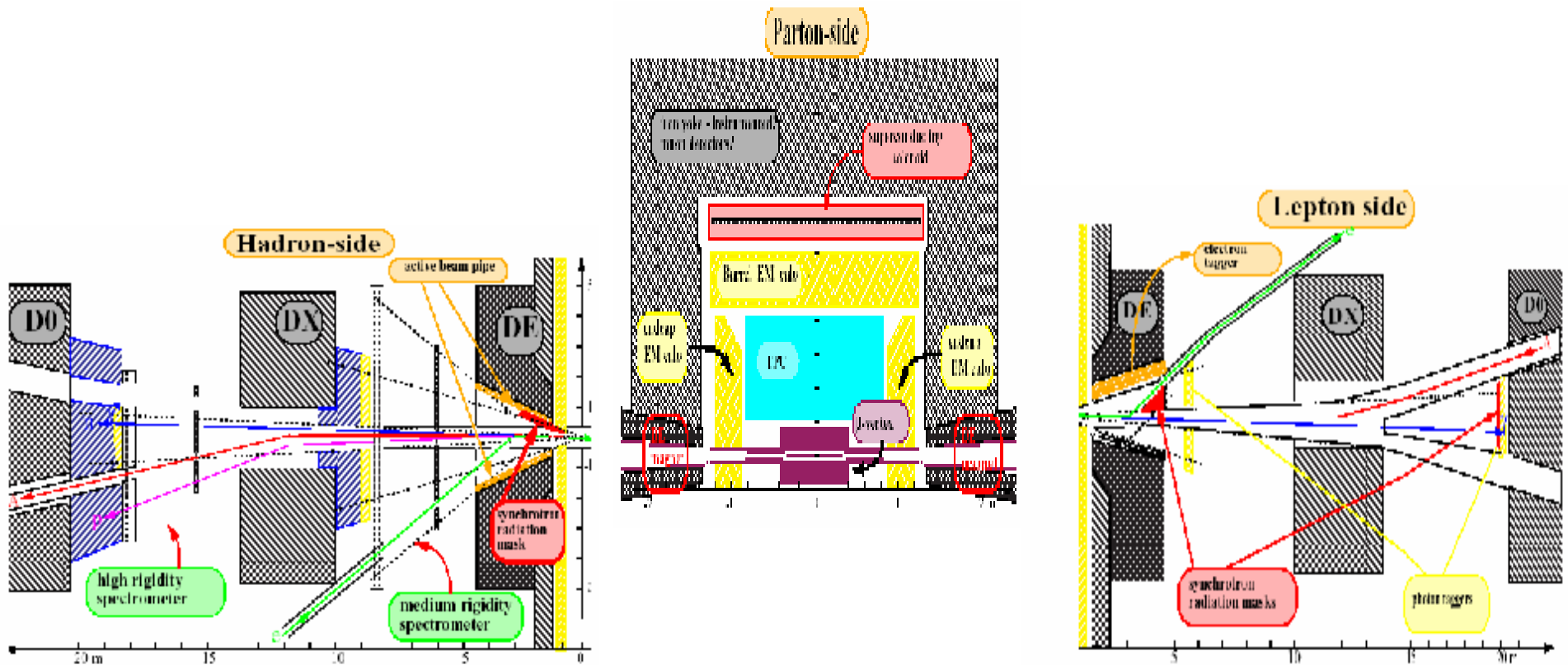


PHYSICS at eRHIC

- First collisions for physics in 2012:
 - Role of quarks and gluons in the nucleon**
 - Spin structure: polarized quark & gluon distributions
 - Unpolarized quark & gluon distributions
 - Correlation between partons & hard exclusive processes leading to GPD's
 - Nuclear structure:** unpolarized e-A scattering; Role of quarks and gluons in nuclei: e-p vs. e-A physics in comparison
 - Hadronization in nucleons and nuclei & effect of nuclear media**
 - Nucleon Structure:** polarized & unpolarized e-p/n scattering.
 - How do partons knocked out of nucleon in DIS evolve in to colorless hadrons?
 - Partonic matter under extreme conditions:**
 - e-A vs. e-p scattering; study as a function of A



Sketch of eRHIC detector



Декабрь 2003, сессия ОФВЭ

ЛРЯФ

Спасибо за внимание

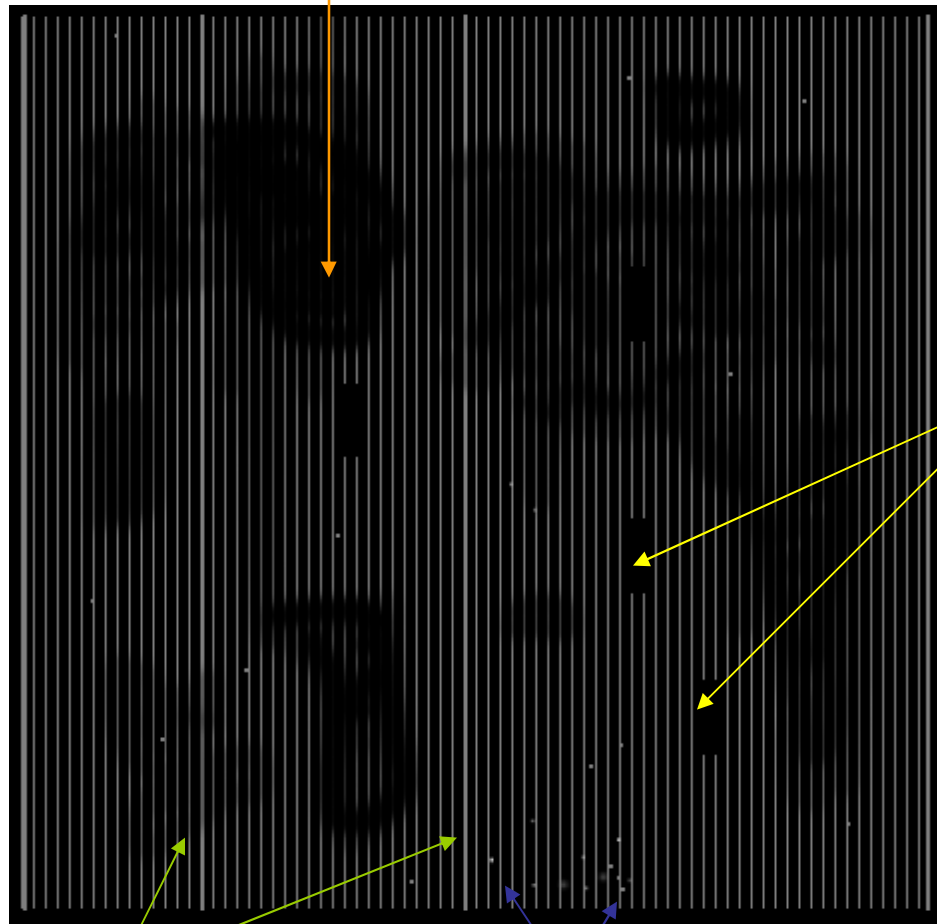
HV Test Bed Can Detect:

Undulations of the cathode surface

The spark-less corona discharge in N₂ burns out the motes

Disconnected pads

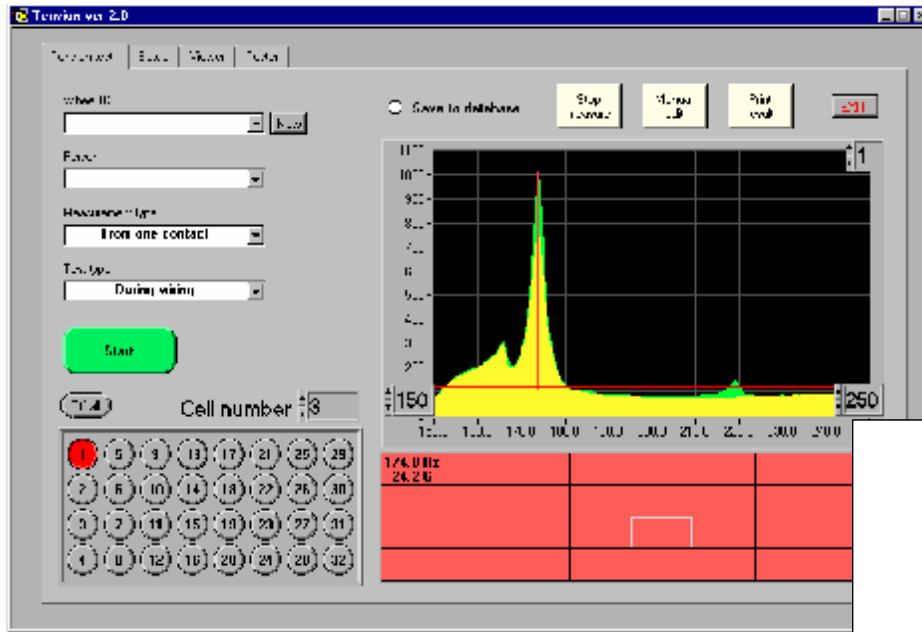
The intensity of the corona glowing is proportional to the electric field intensity



Loose wires

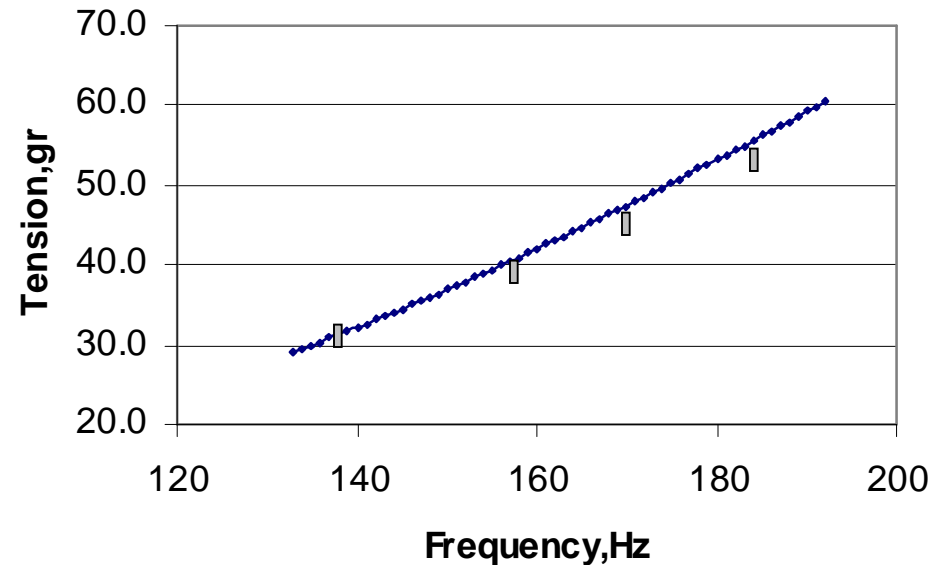
Motes

Wire tension measurements: Results



Calibration points
together with theoretical
curve

Wire 20mk, L=625mm,tungsten



Scan step: 1 Hz

Typical resolution ~ 3%

$$4rL^2 = 1.89 \text{ Hz}^2/\text{g}$$

$$Exp = 1.90 \text{ Hz}^2/\text{g}$$

