

Лаборатория Физики
Высоких Энергий
им. В.И.Векслера и А.М.Балдина
(образована 4 мая 2008)

перспективы развития

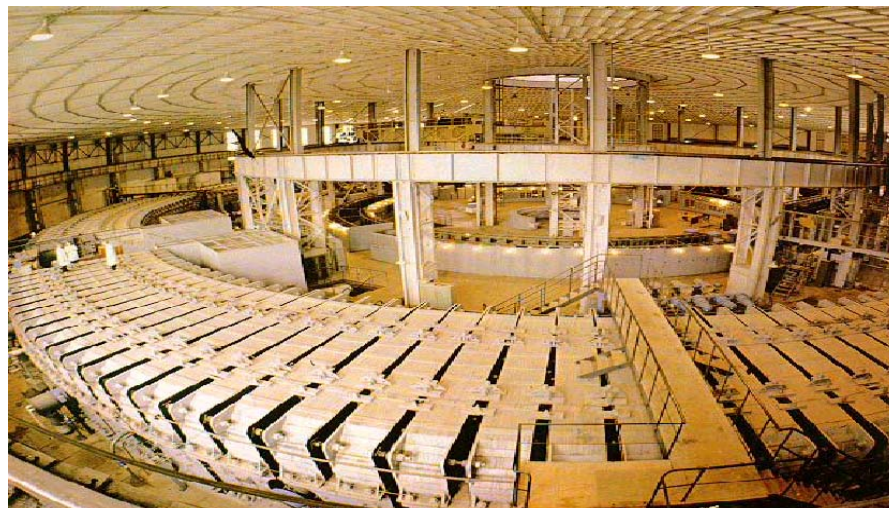
В.Кекелидзе, Балдин-85

28 февраля 2011



В.И.Векслер

1957 – синхрофазотрон
– начало ФВЭ



А.М.Балдин

Нуклотрон – первый СП ускоритель; запущен в 1993



В.Кекелидзе, Балдин-85

28 февраля 2011

Основные проекты Лаборатории

Heavy Ions

- **MPD (NICA)**
- **BMN (Nuclotron)**
- PHASA-3
(Nuclotron-M)

- NA61 (CERN, SPS)
- ALICE (CERN, LHC)

- STAR (BNL, RHIC)
- HADES/CBM
(GSI, SIS-18/100/300)

Spin Physics

- **SPD (NICA)**
- ALPOM-2, DSS
(Nuclotron-M)

- COMPASS (CERN, SPS)

- STAR (BNL, RHIC)

Particle Physics

- HyperNIS
(Nuclotron-M)

- CMS (CERN, LHC)
- ATLAS (CERN, LHC)

- NA48/2 (CERN, SPS)
- NA62 (CERN, SPS)

- Termalisation (Y-70)

Ускорительная физика: ILC, LHC Dampher, UA9

Инновации: STRAW, DVIN, Углеродная терапия, ...

**Флагманский проект ОИЯИ
в области
физики высоких энергий
NICA / MPD**

**Предложен и разработан под руководством
А.Н.Сисакяна (1944-2010)**

Физика на **NICA/MPD**

□ изучение **плотной барионной материи** позволит получить информацию о:

- свойствах адронов в среде

и уравнении состояний в ядерной среде

- *границах деконфаймента и восстановления*

киральной симметрии

- *фазовых переходах, смешанной фазе и критической точке*

- *возможности наблюдать локальное нарушение четности*

В Сильных взаимодействиях

□ изучение **физики спина** нацелено на то, чтобы

- *пролить свет на происхождение и природу спина*

- *определить спиновую структуру нуклона*

Физика на LHC и SPS CERN

- Проверка и дальнейшее развитие СМ
в новой области энергий (*поиск **H***)
- Новая Физика за пределами СМ
- Поиск новых частиц
- Дальнейшее изучение свойств
известных частиц и их взаимодействий

Вклад в создание установок на LHC

CMS

- ✓ End-cap Hadron Calorimeter
- ✓ Part of muon system (ME1)
- ✓ Preshower (participation)

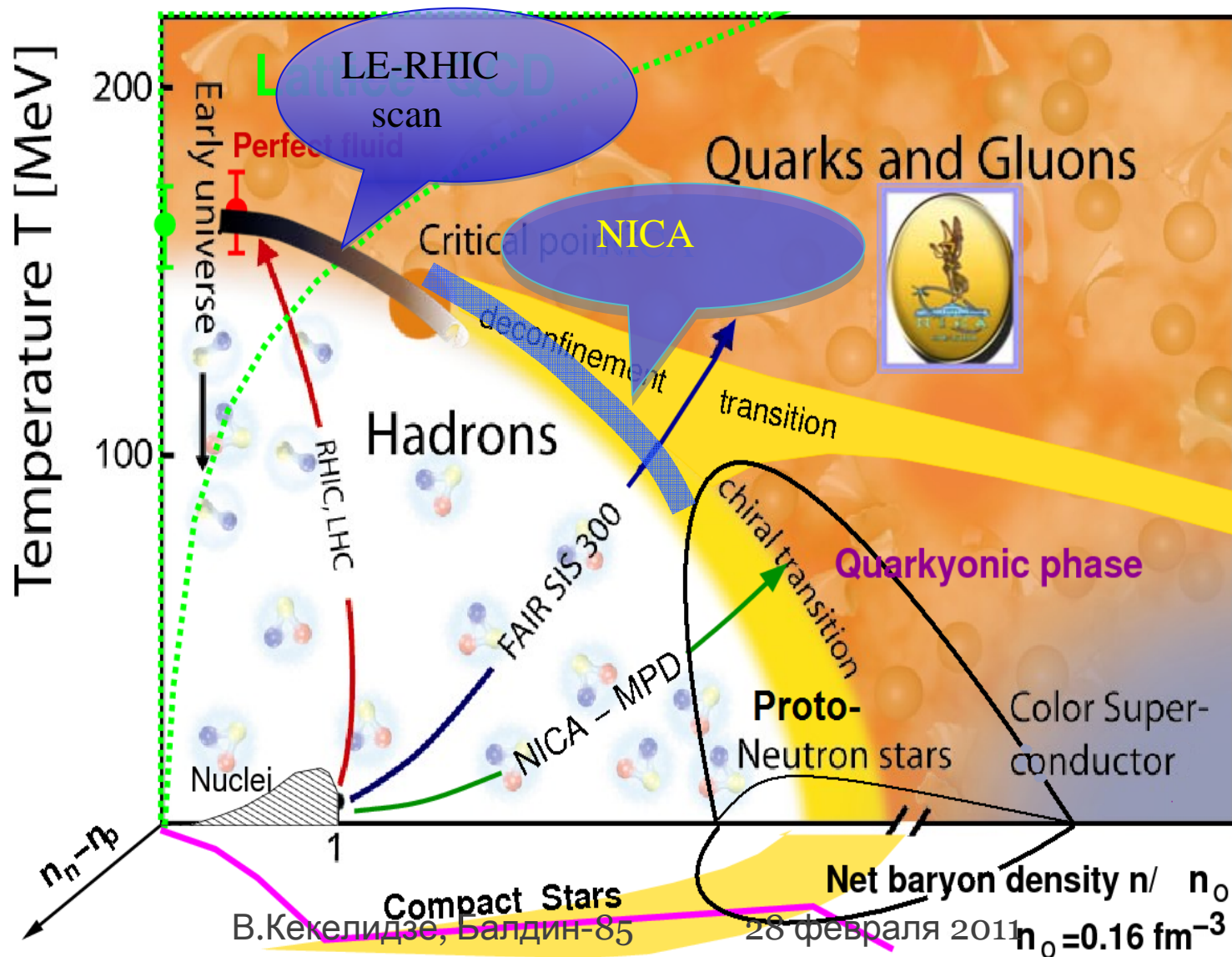
ATLAS

- ✓ TRT (34 straw wheels 3072 ch.each)
- ✓ Liq. Ar endcap Hadron Calorimeter (40%)
- ✓ Temperature and rad.tests (IBR-2)

ALICE

- ✓ TRD (127 modules)
- ✓ Dipole magnet (forward μ spectrometer)
- ✓ 800 PWO crystals for PHOS

QCD phase diagram of strong interactive (hadron) matter



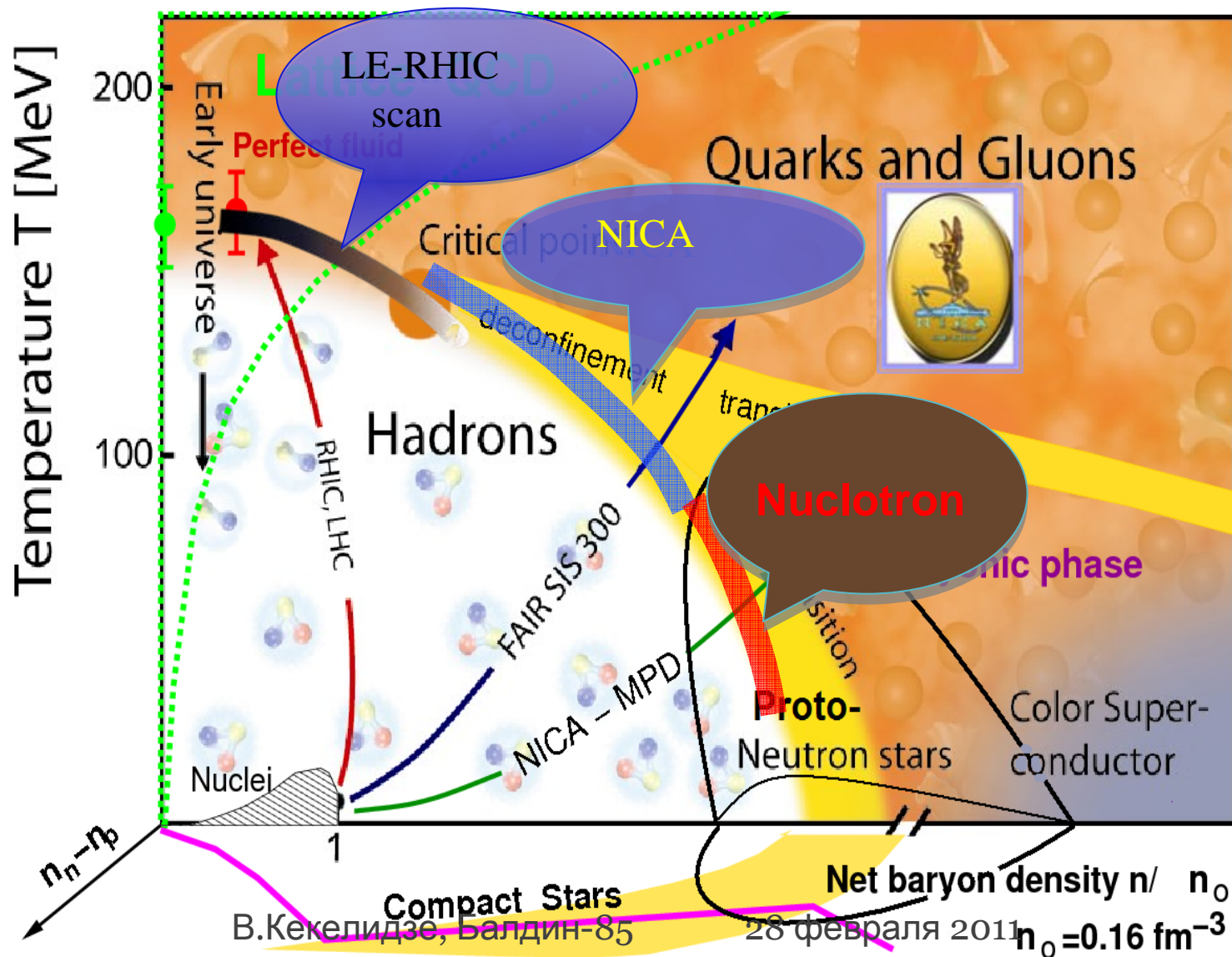
Critical point and onset of deconfinement - CPOD-2010

22-29 August, 2010, Dubna

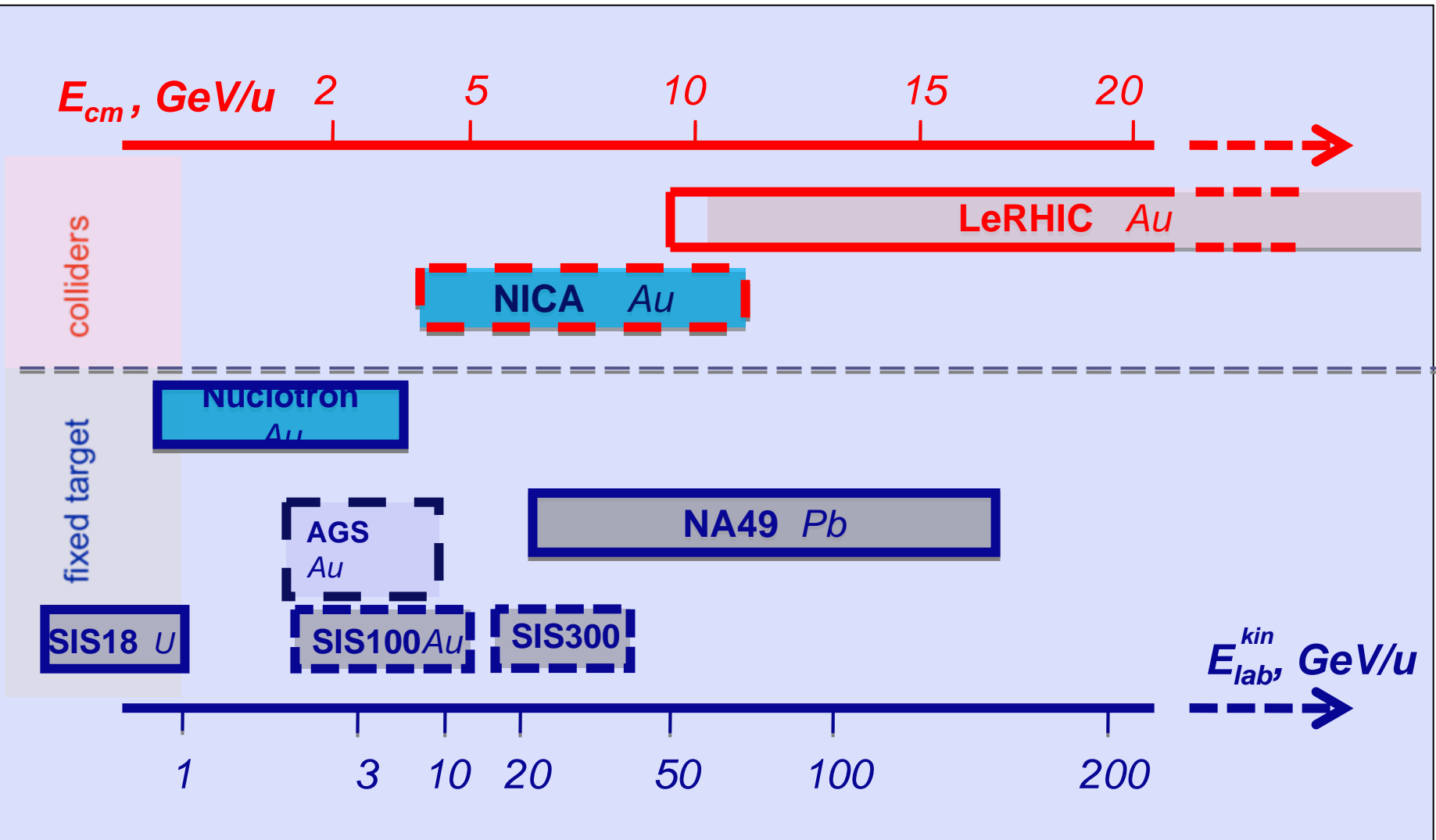
- very fruitful discussions on the **NICA/MPD** program have indicated a great interest of the community to **this project**
- an importance of experiments at **Nuclotron** was emphasized
- essential contribution to the **NICA White Book** (**114** authors, **19** countr.)



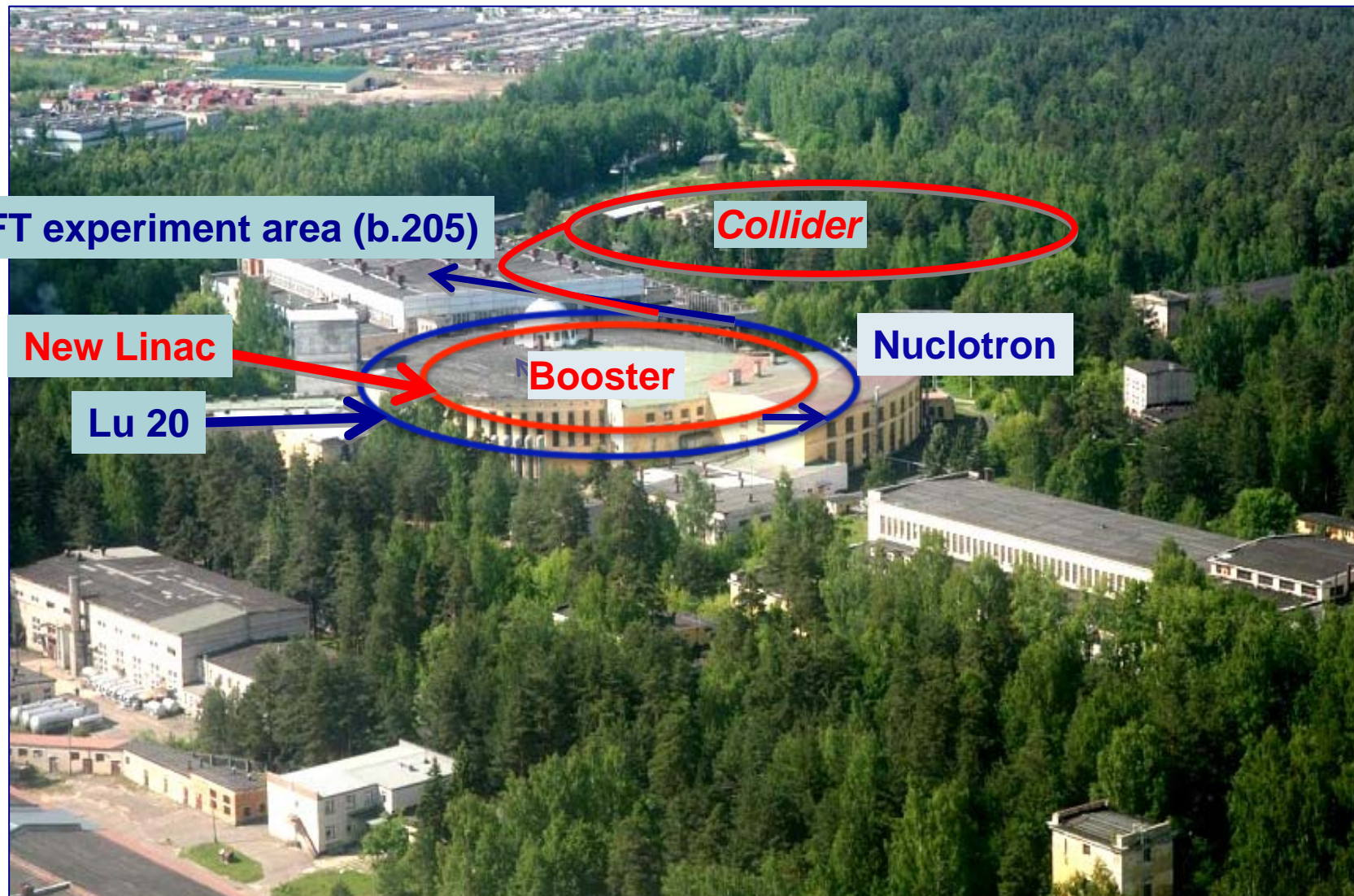
QCD phase diagram of strong interactive (hadron) matter



Energy regions covered by present & future experiments



Структура ускорительного комплекса



Nuclotron external beam lines (P.Rukoyatkin, N.Topilin)

Parameter	Value
Momentum range ($z/A=1/2$), GeV/c/u	0.6 – 6.8
Momentum spread, σ	0.04 – 0.08
Extraction time, s	10
Beam emittance (max)	2π
Beam size in a waist, σ	≤ 1
Extraction efficiency, %	> 90

Bending magnets



Quadrupole lenses



Dump, shield



f3 experimental area



Polarized Proton Target

Polarization studies with polarized d, p, n

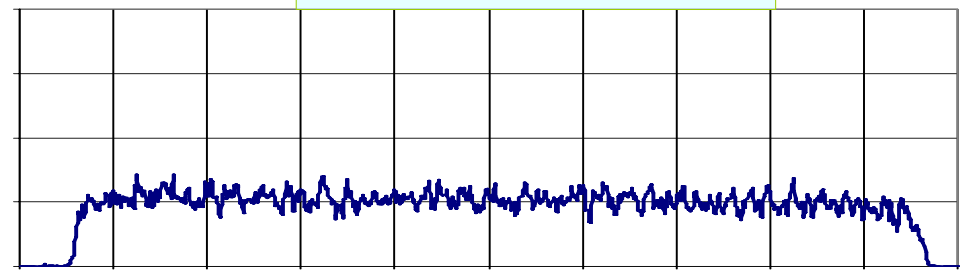
Compressed baryon matter (cold & hot) particles in medium

Hypernuclear physics, strangeness, particles in medium

R&D with π, p, d, A

Energy range, GeV/amu	0.2 - 6.0
Duration, s, from up to	0.01 - 10
Extraction efficiency, %	95
Cycle	1 Hz

An extracted beam spill



Collider–general parameters (*preliminary*)

$B\rho$ max [T·m]	45.0
Ion kinetic energy (Au79+), [GeV/u]	1.0 ÷ 4.56
Dipole field (max), [T]	2.0
Free space at IP (for detector)	9 m
Beam crossing angle at IP	0
Vacuum, [Torr]	10^{-11}
Luminosity per one IP, $\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	$0.02\div 5.0 \cdot 10^{27}$

Structure & details of the storage rings
*- subject of consideration by the forthcoming **MAC***

MPD Collaboration

+ Nuclotron-M/NICA/MPD/SPD cooperation

Members of the Collaboration

- ❑ Joint Institute for Nuclear Research, RU
- ❑ Institute for Nuclear Research, RAS, RF
- ❑ Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, NAS, Ukraine
- ❑ Nuclear Physics Institute of MSU, RF
- ❑ Institute Theoretical & Experimental Physics, RF
- ❑ St.Petersburg State University, RF
- ❑ Institute of Applied Physics, AS, Moldova
- ❑ Institute for Nuclear Research & Nuclear Energy BAS, Sofia, Bulgaria
- ❑ Institute for Scintillation Materials, Kharkov, Ukraine
- ❑ State Enterprise Scientific & Technological Research Institute for Apparatus construction, Kharkov, Ukraine
- ❑ Particle Physics Center of Belarusian State University, Belarus
- ❑ Department of Engineering Physics, Tsinghua University, Beijing, China
- ❑ Physics Institute Az.AS, Azerbaijan

The Collaboration is permanently growing

New participants – are welcome !

Institutions

JINR

12 institutes from 7 countries

Other Institutes 54

100

- **Nuclotron-M** - *проект завершен*
- **Nuclotron-NICA** - *начата реализация проекта*
- **NICA** - *R&D и оптимизация структуры*
- *техническое проектирование*
- **MPD** - *R&D, создание прототипов*
- *развитие систем моделирования и анализа*
- *оптимизация детектора и его подсистем*
- *подготовка технического проекта*
- **BMN** - *подготовка проекта*
- **теория** - *развитие моделей, оптимизация задач*
и требований к условиям эксперимента
- **IT обеспечение**
- **инженерная инфраструктура** - *развитие сетей, ремонты*
основных зданий

Нуклотрон-М

- криогеника
- инъекционный блок
 - модернизация ЛУ-20*
 - КРИОН*
 - источник поляризованных ионов*
- кольцо ускорителя
 - вакуумная система*
 - ВЧ система*
 - каналы*
- системы питания
 - система эвакуации энергии*
 - источники питания корректоров*
- системы управление
 - модернизация/автоматизация*
 - АСУ нуклотрона*
 - диагностика пучка*
- эксплуатация

Модернизация криогенного комплекса



вакуум & cryogen KRION-6T
в.кекелидзе, Балдин

Новые высокоточные источники питания



Новая система питания (впервые с 1973 г.)

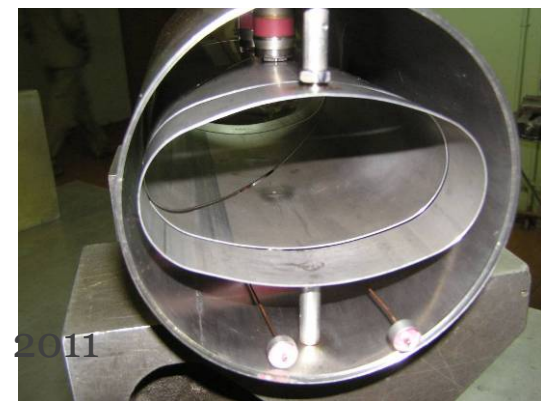
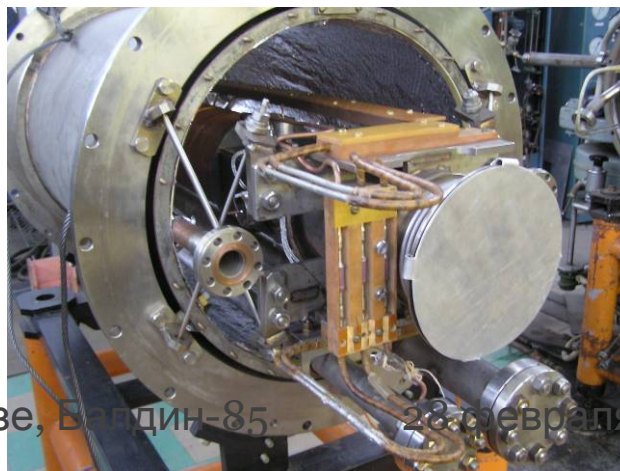
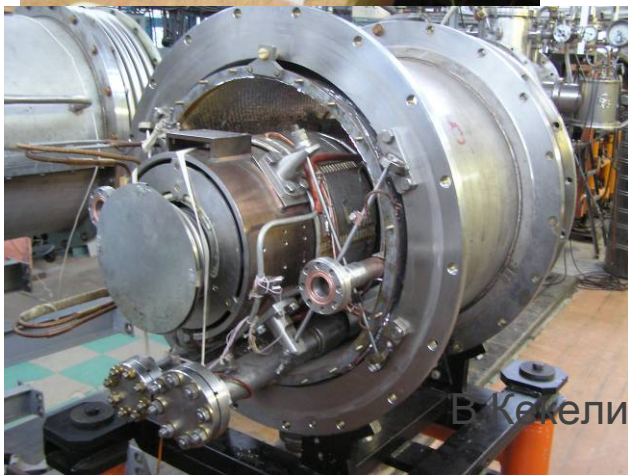
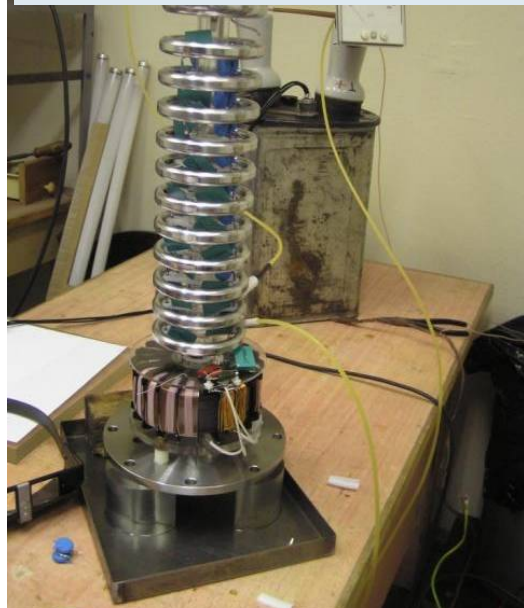


я 2011

Новая диагностика (hi-tes) – *Болгария, Словакия, Германия.*

Впервые с 2000 года в кольцо новые элементы:

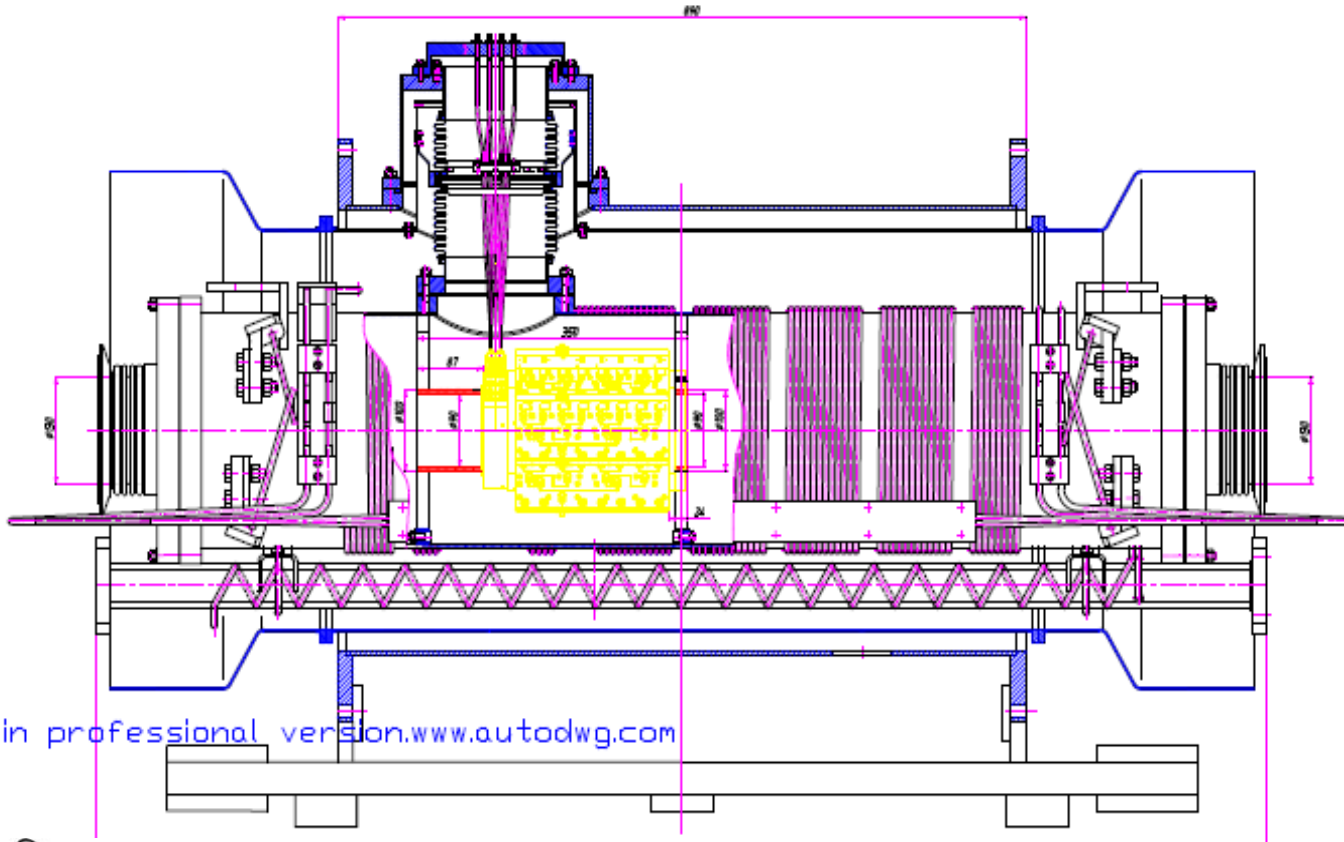
*эллиптический пикап, квадрупольная линза,
токовводы для системы (АСУ) вывода пучка в к.205*



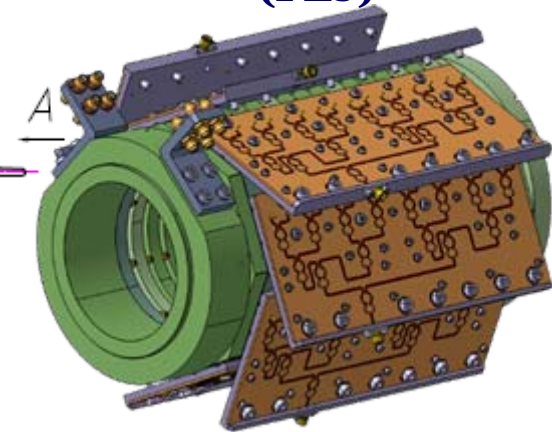
Nuclotron-NICA project

**Test experiment on stochastic cooling at Nuclotron
JINR (G.Trubnikov, N.Shurkhno) / FZ Jülich (R.Stassen)**

2 ÷ 4 GHz, 100W, d or C beams at few GeV energies



**Cryostat with
slot-coupler
(FZJ)**



**Slot-coupler structure is
made at FZJ for JINR**

in professional version. www.autodwg.com

Nuclotron-M status

Results of ESIS, LINAC, Vacuum and RF improvement
(E.Donets, A.Govorov, A.Butenko, V.Slepnev, O.Brovko)

41st run at Nuclotron, 2010:

Kr, Xe generation for the 1st time at VBLHEP

Xe beam ($A=124$, $Z=42+$) was accelerated up to 570 MeV/n & 1 GeV/n, and successfully extracted.

Signal of the Xe beam from low-intensity detector at the ring

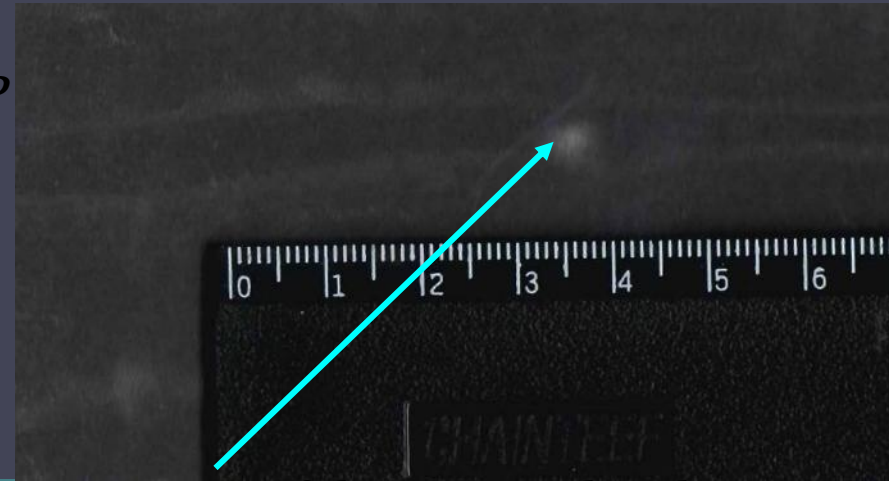
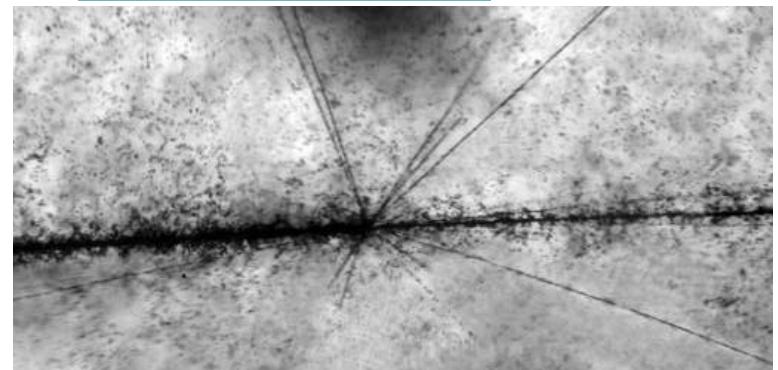
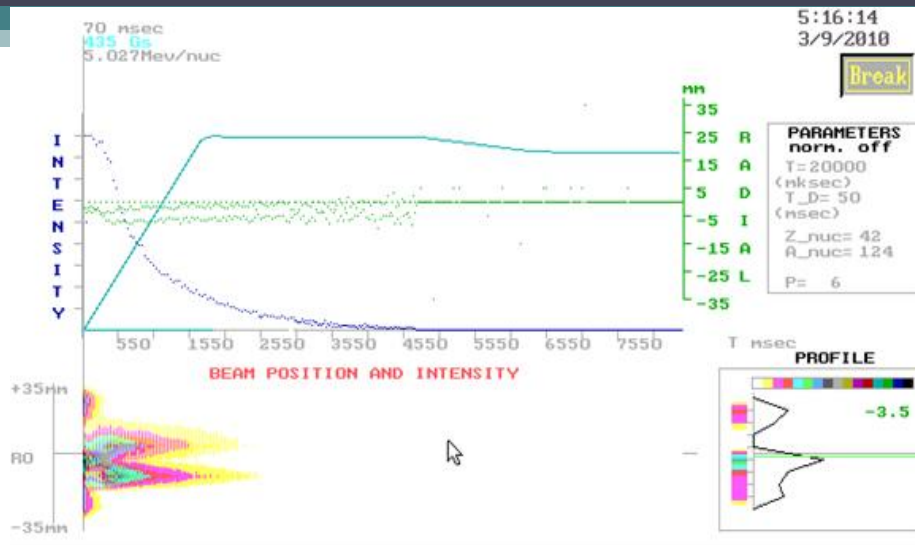
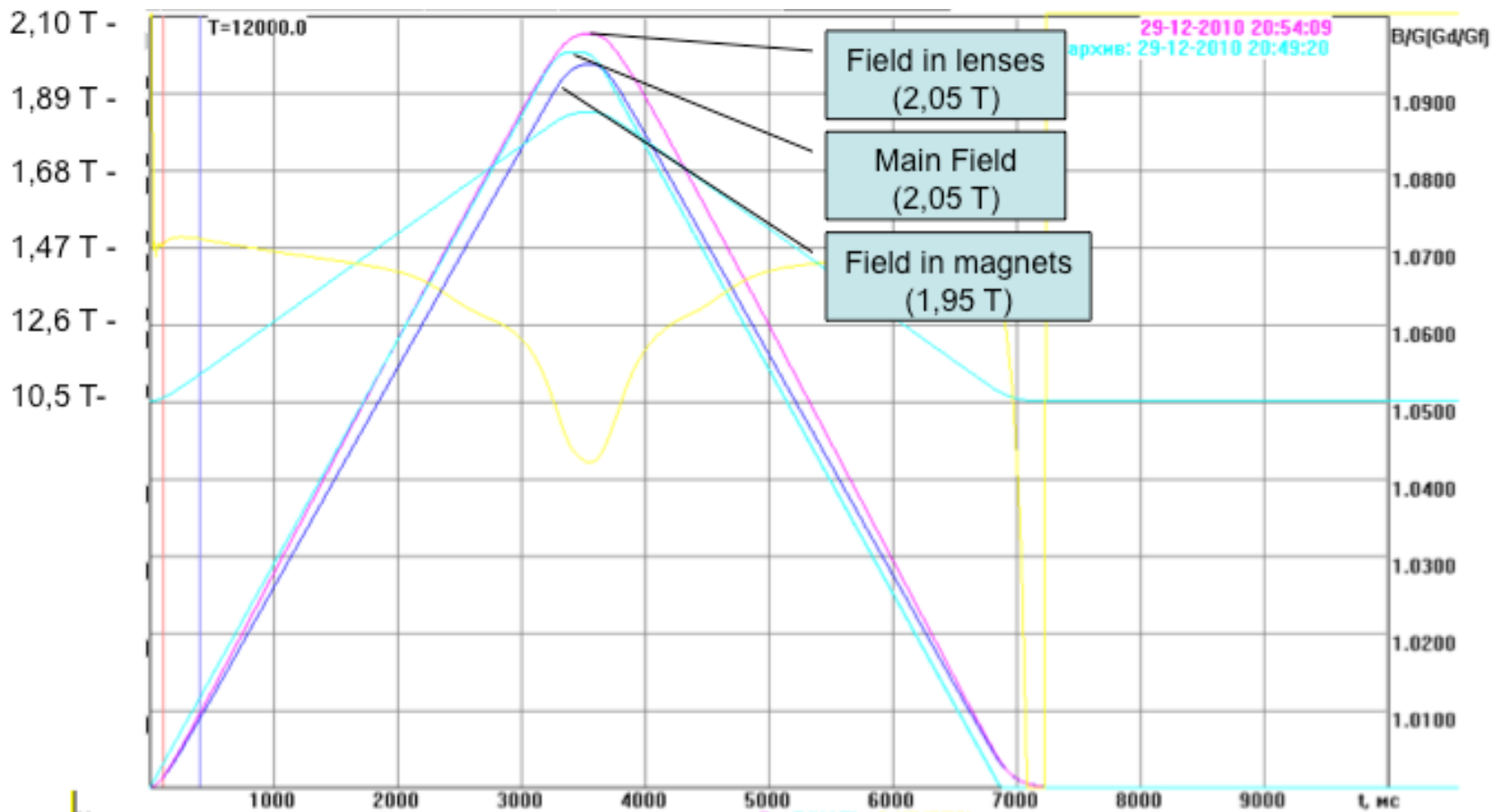


Image of the extracted Xe beam ($E = 0,6$ GeV/n) on photoplate



Xe (1 GeV/n) trace on photoemulsion (experiment "Becquerel")

Nuclotron-M status



На график выдается: опорная функция реальное поле градиент D B(ЦАП) Gd/B(RTS)

мс	Gc - Bo	B	Gd	Gl	Gd-B	Gd-kB	нВ - Ub	Ug	Ib	Ig	Bo	B	G	kB	kB'	k	
инж.	113.2	677.5	289.0	309.4	249.7	20.4	20.4	1332.3	14.3	63.0	1.0	258.7	112.2	9730.3	8425.5	6899.8	1.00000
400.0	2423.6	1850.2	1981.7	0.0	131.5	131.5	1824.0	14.6	405.6	0.0	927.7	707.4	9700.0	8409.6	6905.5	1.00000	
6517.0	2165.3	2681.6	2867.0	0.0	105.4	105.4	-1615.3	10.4	570.0	1.7	800.0	1003.9	9712.7	8422.2	6890.2	1.00000	

R&D NICA

криомагнитный стенд, магнитные системы бустера

системы охлаждения (прототип сист. стох. охл.)

HI Linac

ВЧ бустера

магниты коллайдера

источники питания

АСУ

R&D коллайдера

Nuclotron-NICA project. Booster

SC magnetic system: manufacturing of magnet prototypes (H.Khodzhibagiyan)

Curved winding for Booster dipole



Full-scale Booster curved dipole prototype ($L = 2,2$ m, $\rho = 14,1$ m)
Produced at JINR workshops



Booster RF (2 stations):
design and manufacturing
(Budker INP, by contract)

Machine Advisory Committee, 4-5 October, 2010



В.Кекелидзе, Балдин-85

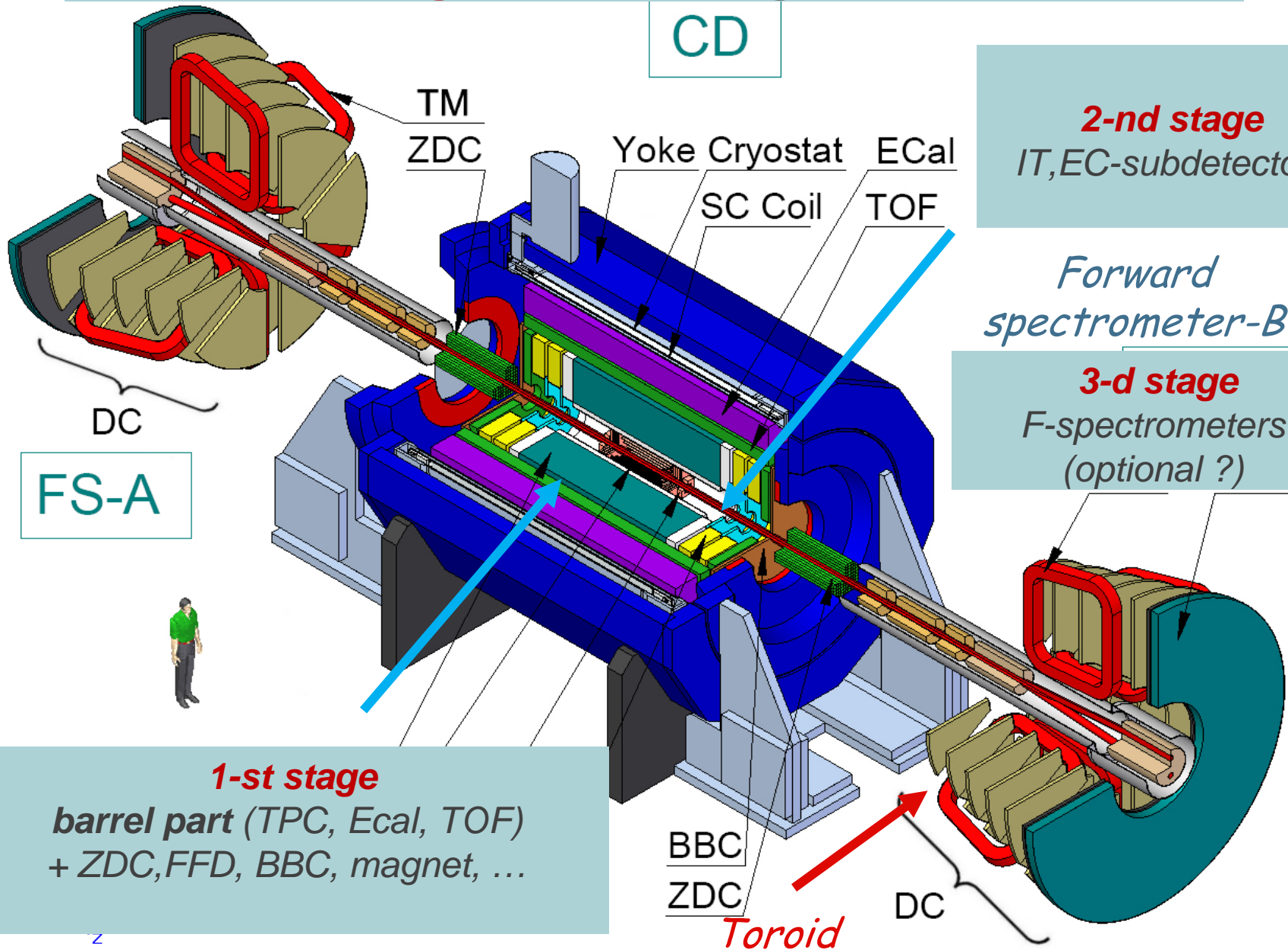
28 февраля 2011

MPD

- ❑ Concept of universal detector for collider experiments; a central part inserted into **0.5T** superconducting solenoid ($D=5m$, $L=8m$)
- ❑ Could be used for both studies: **DBM & SP**
- ❑ **Three** stages of putting in operation

MPD: 3 stages of putting into operation

CD



2-nd stage
IT, EC-subdetectors

Forward spectrometer-B

3-d stage
F-spectrometers
(optional ?)

1-st stage
barrel part (TPC, Ecal, TOF)
+ ZDC, FFD, BBC, magnet, ...

BBC
ZDC

Toroid

DC

MPD working packages

& corresponding groups

- Magnet
- TPC (+prototyping)
- ECal
- TOF
- ZCal
- FFD
- CPC
- Straw wheels

- EC DC
- IT
- DAQ
- Slow Control
- Infrastructure & Integration
- Soft ware
- Physics performance

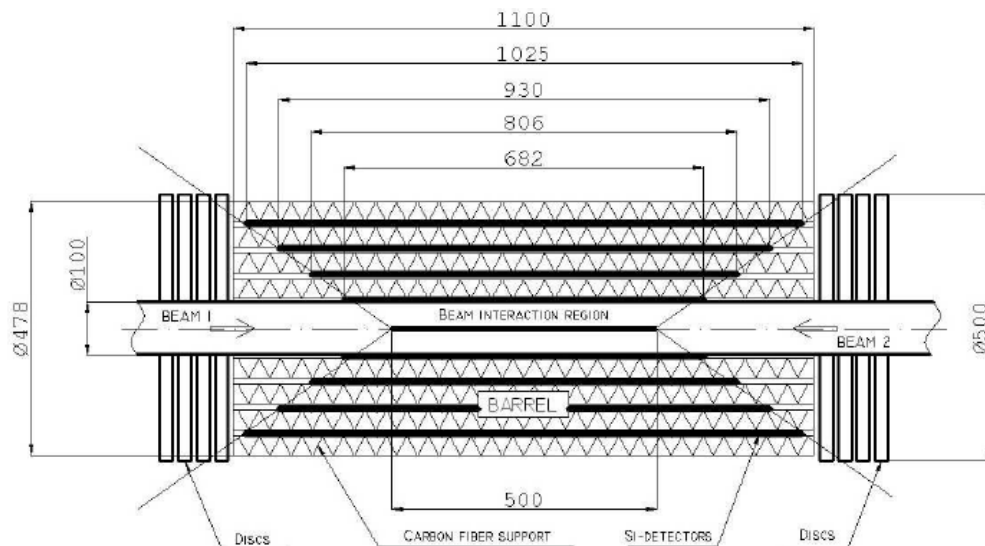
The CBM-MPD SSD consortium:

*GSI - JINR - IHEP - ... in IT silicon module development
is well progressing*

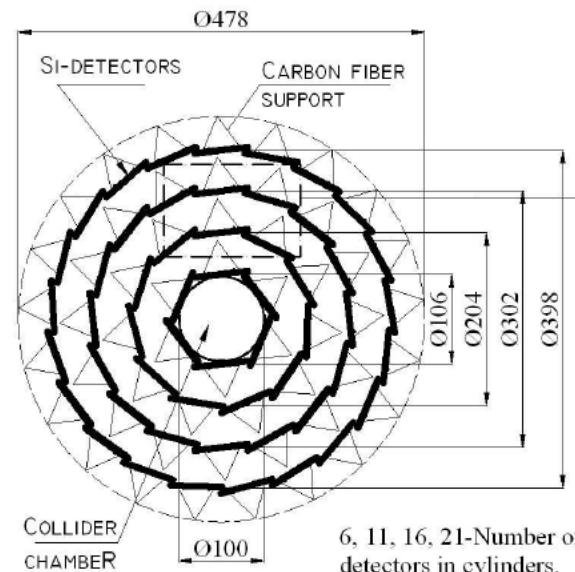
Inner Tracker (IT)



- Based on silicon microstrip detector technology
- Precise collision vertex reconstruction ($\sigma_z = 120 \mu\text{m}$, $\sigma_{r\phi} = 23 \mu\text{m}$)
- Very efficient for V0 reconstruction
- Low momentum PID capability

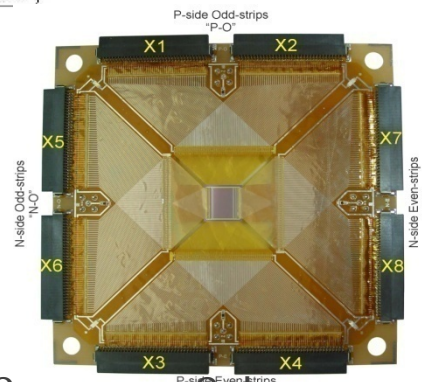


Total number of detectors 806



GSI-JINR + ..consortium

*Superlight cells: designed,
manufactured & tested*

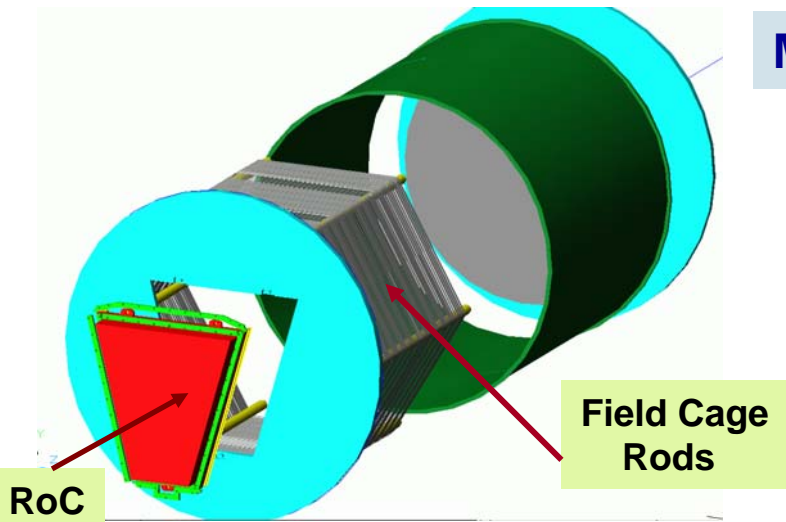


В.Кекелидзе, Балдин-85

28 февраля 2011

Technological Prototype of TPC / MPD

Material: Kevlar laminated by Tedlar film



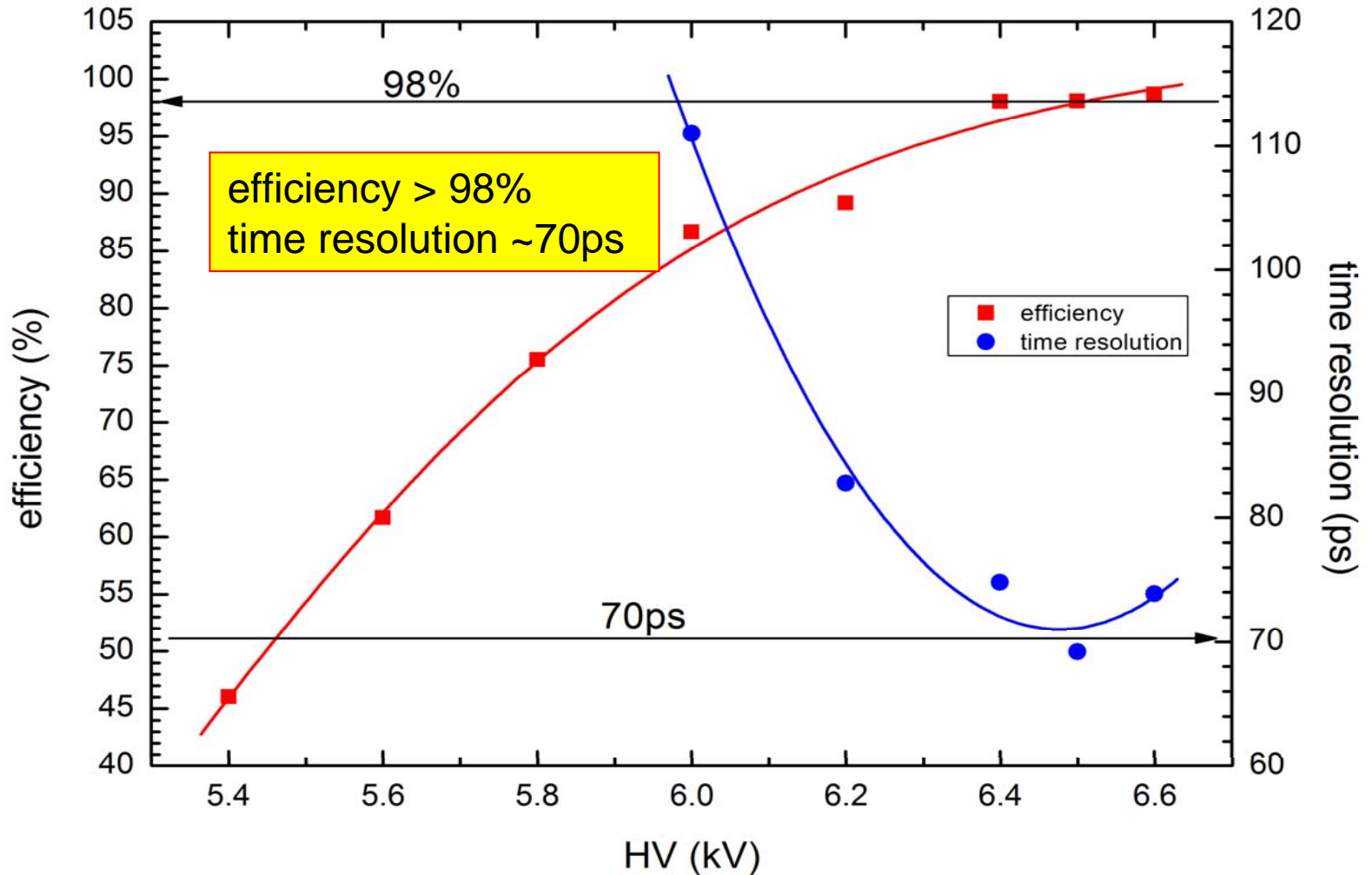
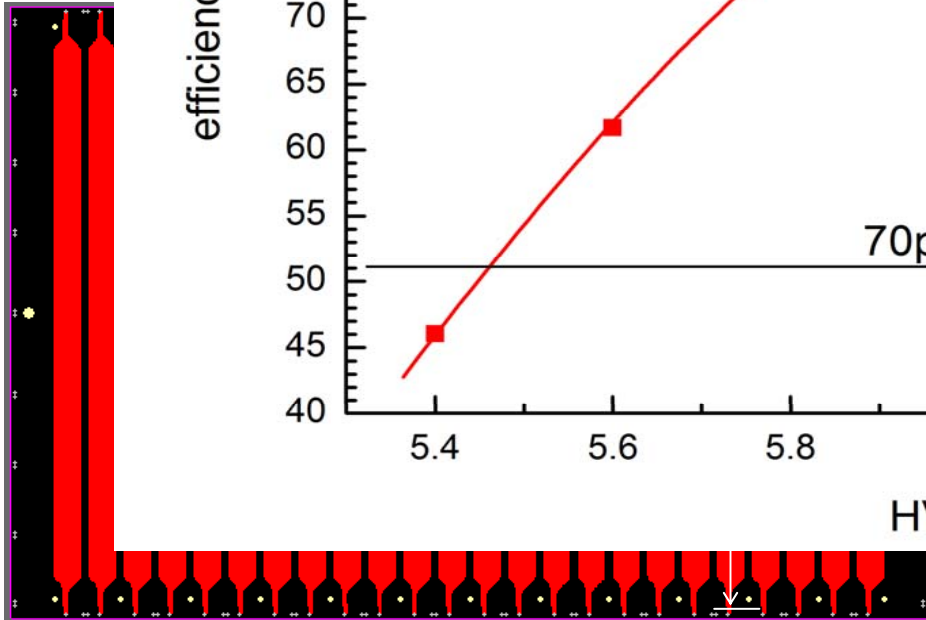
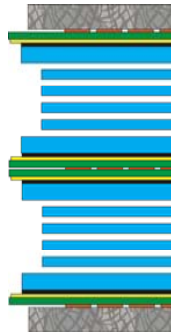
Pad Plane:

- ❑ 2 sets of 4x10 mm & 6x12mm pads
- ❑ 256 channels of readout electronics

**D = 950 mm, L = 900 mm
thickness - 2 mm, weight ~ 9 kg**

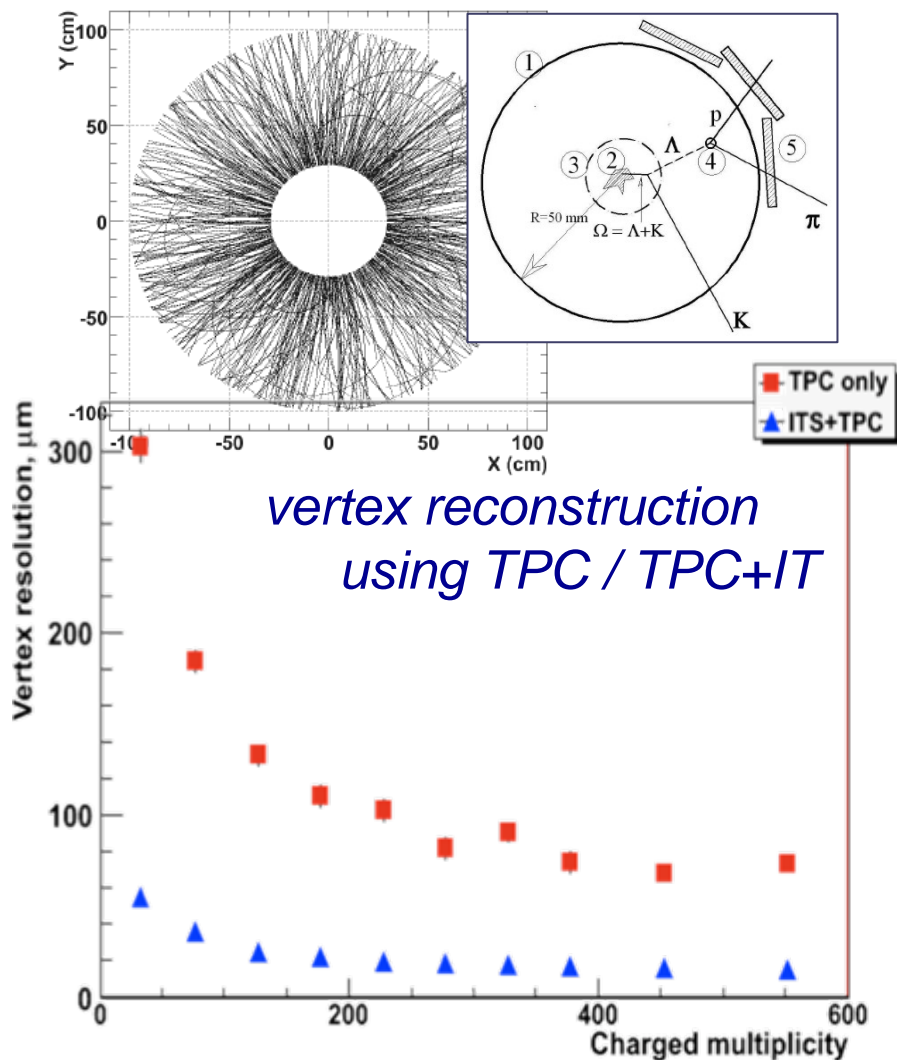


RPC prototype (China group)

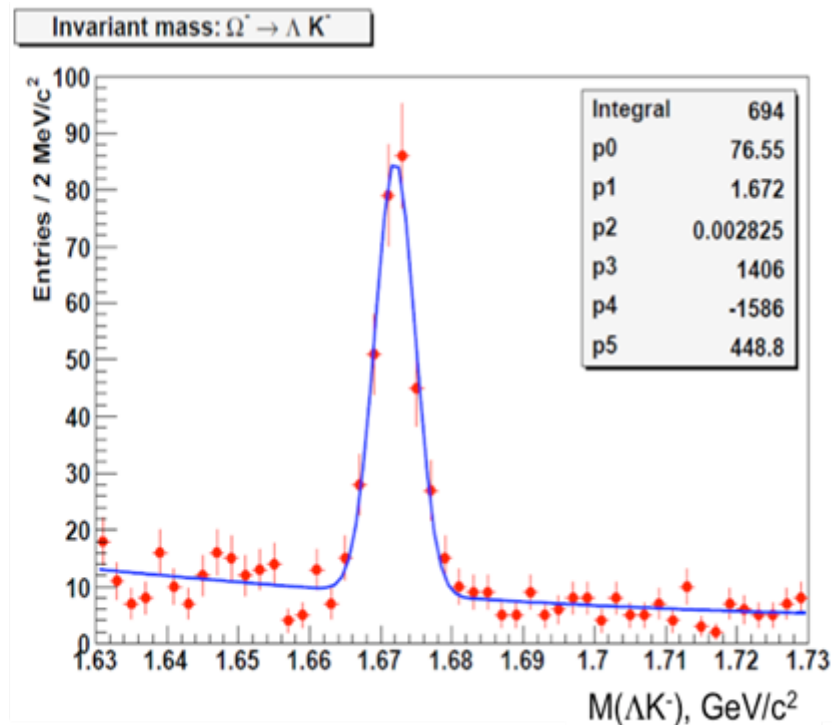


by cosmic ray

Vertex & hyperon decay reconstructions



$\Omega^- \rightarrow \Lambda K^-$ decay reconstruction
(vertex + particle ID)



В.Кекелидзе, Балдин-85

28 февраля 2011

Октябрь 2010

Варшавский Технологический Университет



В.Кекелидзе, Балдин-85

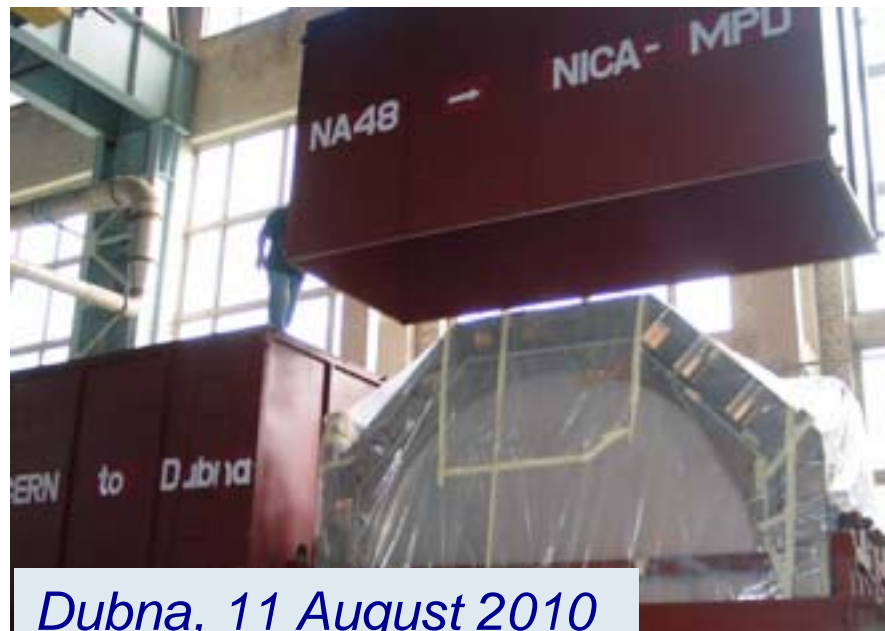
26 февраля 2011

*в рамках соглашения ЦЕРН-ОИЯИ,
подписанного А.Сисакяном и Р.Хойером
в янв.2010, впервые обозначившего
взаимный интерес участия в пректах
ЦЕРНа и ОИЯИ,*

*4 больших дрейфовых камеры
эксперимента NA48/2 были доставлены в
Дубну*



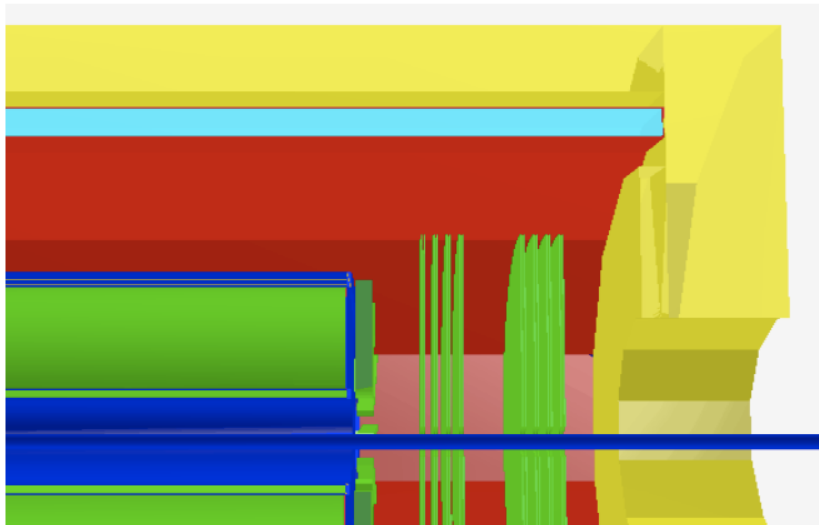
В.Кекелидзе, Балдин-85



Dubna, 11 August 2010
28 февраля 2011

Effect of DCH (NA48//2) implementation

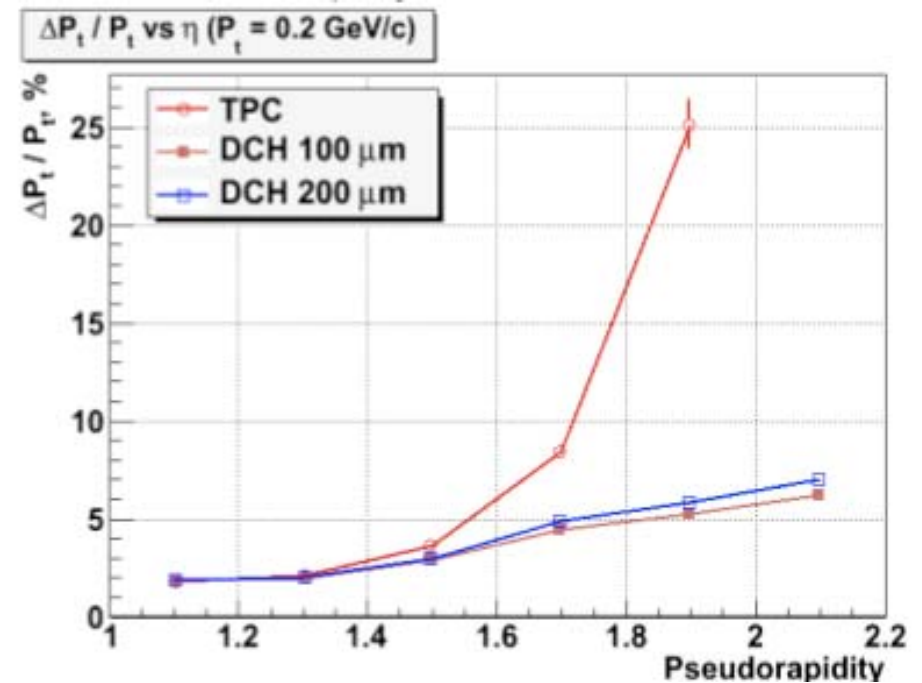
MPD layout with DCH in MC



$R_{min} = 9.6 \text{ cm}$, $R_{max} = 135 \text{ cm}$
 $\eta = 1.09 - 3.61$ (front), $1.31 - 3.87$ (rear)

TPC vs TPC + DCH

Resolution

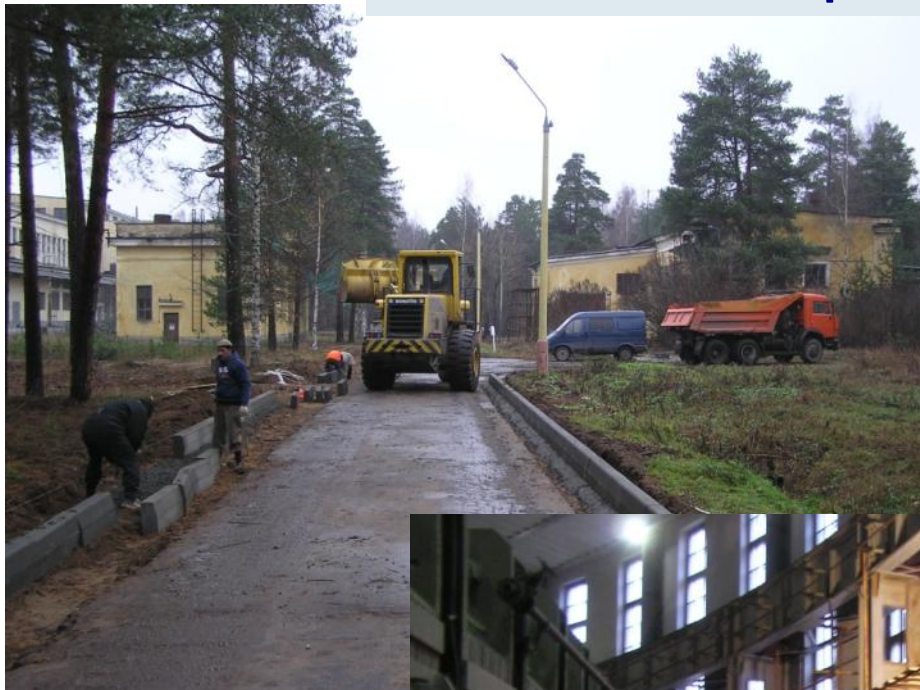




NICA: works schedule

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ESIS KRION	Design	manufacture	Mount.+commis.	commis/opr	operation	operation	operation
LINAC + channel	Design	manufacture	Mount.+commis.	commis/opr	operation	operation	operation
Booster + channel	Design	manufacture	Mount.+commis.	commis/opr	operation	operation	operation
Nuclotron-M	Design	operation	operation	operation	operation	operation	operation
Nuclotron-M→NICA	Design	Design	manufacture	Mount.+commis.	commis/opr	operation	operation
Channel to collider	Design	Design	manufacture	Mount.+commis.	commis/opr	operation	operation
Collider	Design	Design	manufacture	Mount.+commis.	commis/opr	commis/opr	operation
Diagnostics	Design	manufacture	Mount.+commis.	commis/opr	commis/opr	commis/opr	operation
Powes supply	Design	manufacture	Mount.+commis.	commis/opr	commis/opr	commis/opr	operation
Control systems	Design	manufacture	Mount.+commis.	commis/opr	commis/opr	commis/opr	operation
Cryogenics	manufacture	manufacture	commis/opr	commis/opr	operation	operation	operation
MPD	operation	operation	Mount.+commis.	Mount.+commis.	commis/opr	commis/opr	operation
Infrastructure	Mount.+commis.	Mount.+commis.	Mount.+commis.	commis/opr	operation	operation	operation
R & D	Design	manufacture	Mount.+commis.	commis/opr	operation	operation	operation

Ремонты и строительство ...



В.Кекелидзе, Балди-85

28 февраля 2011



зд. 217 (30 x 75 метров)
– для нового криомагнитного стенда
(изготовление, сборка, испытание
с/п магнитов)

для NICA и FAIR

Персонал Лаборатории

2008 год: **1059** = 643 (ЛВЭ) + 416(ЛФЧ)

Высвобождено **296** шт.единиц

Принято на работу **139** сотрудников (в т.ч. **~50%** моложе 35 лет)

2010 год: **872**

Проведена аттестация **527** человек

205 научных сотрудников

319 руководителей и специалистов

Сегодня в Лаборатории **150** сотрудников моложе 35 лет.

~ **60** - н.сотрудники

~ **60** - специалисты

~ **30** – рабочие

Стипендии им. В.И.Векслера:

3 + 3 поощрительные

Стипендии им. М.А.Маркова:

2

17 грантов ОИЯИ для молодежи:

7 - научн. сотр.

6 - специалисты

4 - рабочие

В **2010** г. защищено **2** канд. и **2** док. диссертации

Конференции и совещания в 2010

Лабораторией проведено **более 10** конференций и совещаний

В том числе:

**20-й Балдинский международный семинар по проблемам физики
высоких энергий**

«Релятивистская ядерная физика и квантовая хромодинамика»

Сотрудниками Лаборатории сделано более **сотни**
докладов на различных конференциях и совещаниях

В том числе на конференциях:

INEP-2010 Paris (July 22-28) – 2 устных и 1 постерный доклад

IPAC-2010 Kyoto (May 23-28) – 8 постерных докладов

**RuPAC-2010 Протвино (27.9-01.10) – 5 устных и
12 постерных докладов**

Заключение

*программа развития ЛФВЭ нацелена на решение
важнейших вопросов современной
физики высоких энергий (ФВЭ)
и развитие ряда инновационных проектов*

*в ее основе лежат многие идеи и дела,
заложенные академиком **А.М.Балдиным***

*своевременная реализация намеченных планов
позволит Лаборатории занять лидирующие позиции в
актуальных направлениях исследований современной
ФВЭ*

*«перед прошлым - склоним голову,
перед будущим – засучим рукава!...»
Генри Луис Менкен*

Спасибо за внимание