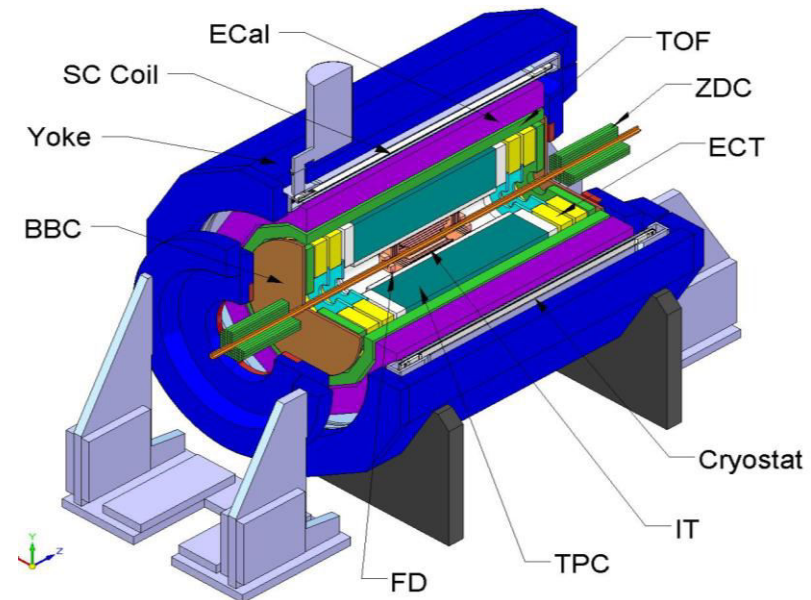
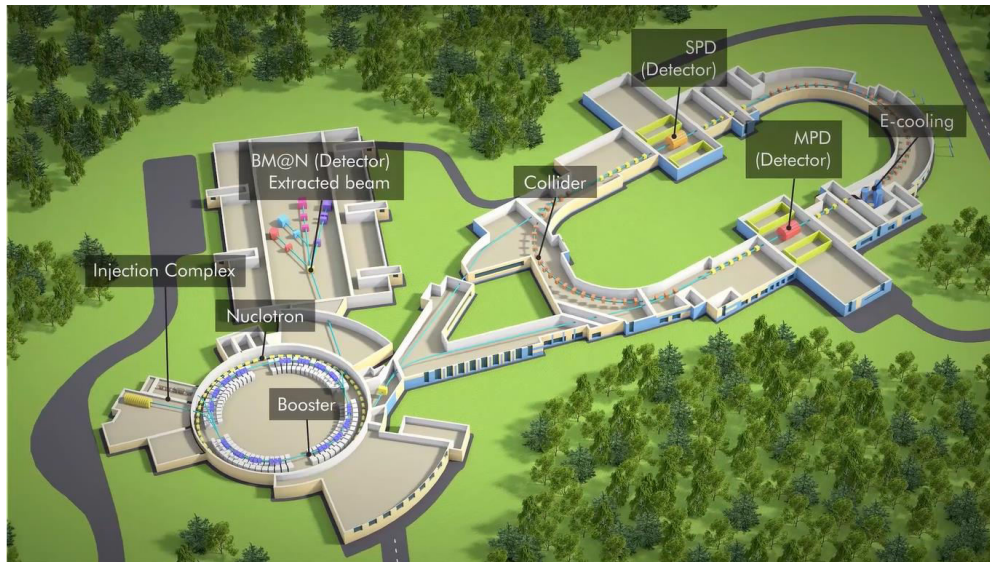


Проект NICA

В. Рябов, ЛРЯФ ОФВЭ

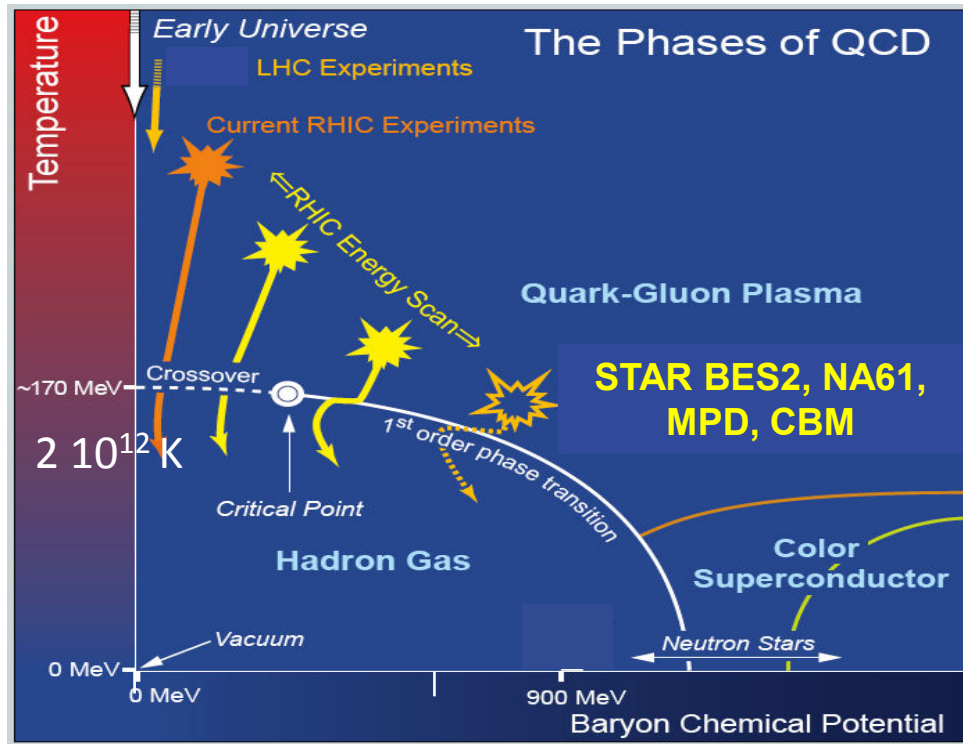


Nuclotron based Ion Collider facility



Цели проекта NICA/MPD

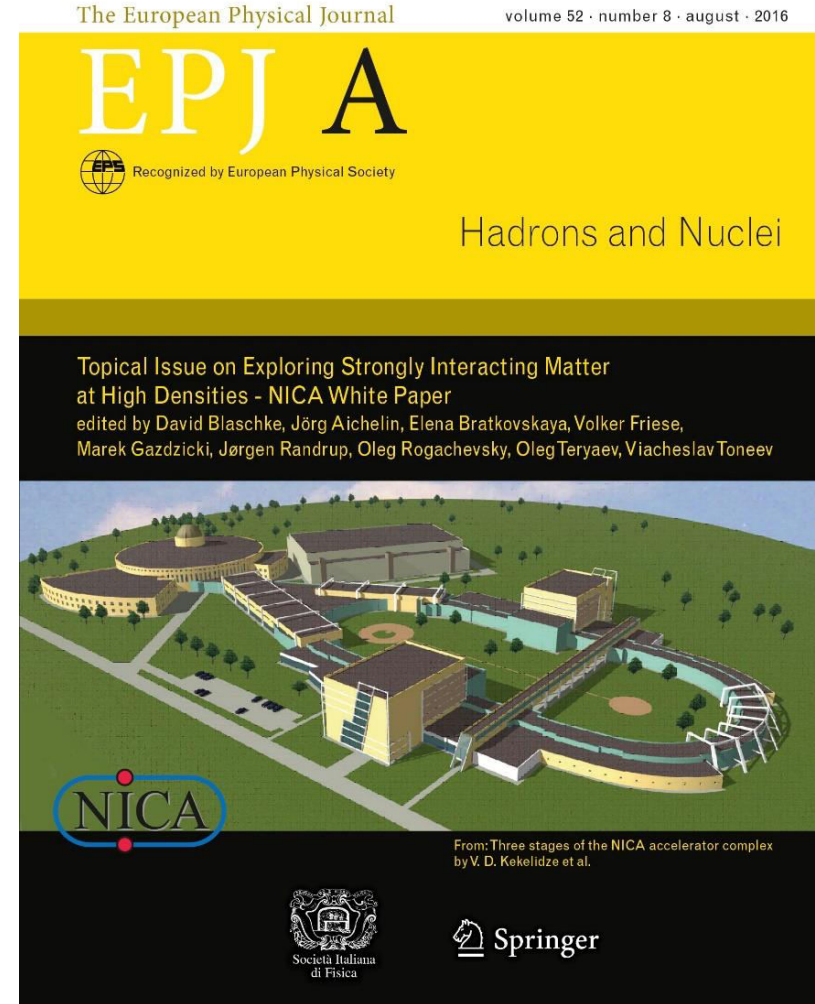
- Изучение плотной и горячей ядерной материи, образующейся в столкновениях тяжелых ионов, в области энергий взаимодействия, соответствующей максимальной барионной плотности
- Продолжение экспериментов на RHIC и LHC при существенно меньших энергиях взаимодействия, 100-1000 ГэВ → 4- 11 ГэВ



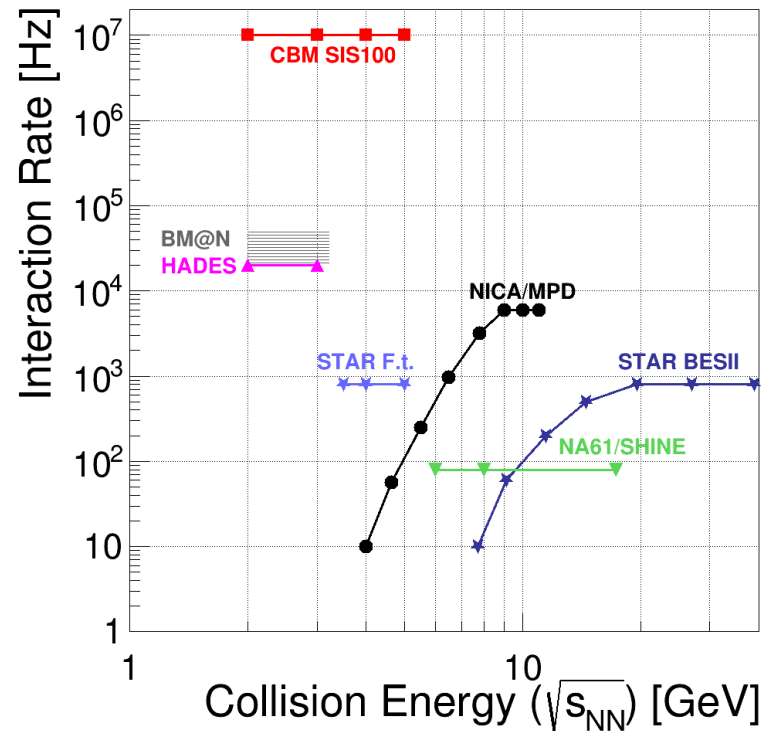
NICA/MPD, физическая программа

Physics targets for the exploration of the QCD phase diagram accessible to NICA and possible observables for a “mixed phase“ in the release of the “NICA White Paper” as a Topical Issue of the EPJ A (July 2016).

- Bulk properties, EOS:
 - particle spectra & ratios
 - HBT femtoscopy
 - flow
- In-medium modification of hadron properties
 - onset of low-mass dilepton enhancement, LVM
- Strange DoF in nuclei, Y-N interactions:
 - hypernuclei
- Deconfinement, chiral phase transition:
 - strangeness production
 - chiral magnetic effect, Λ polarization
- QCD Critical Point:
 - event-by-event fluctuations & correlations

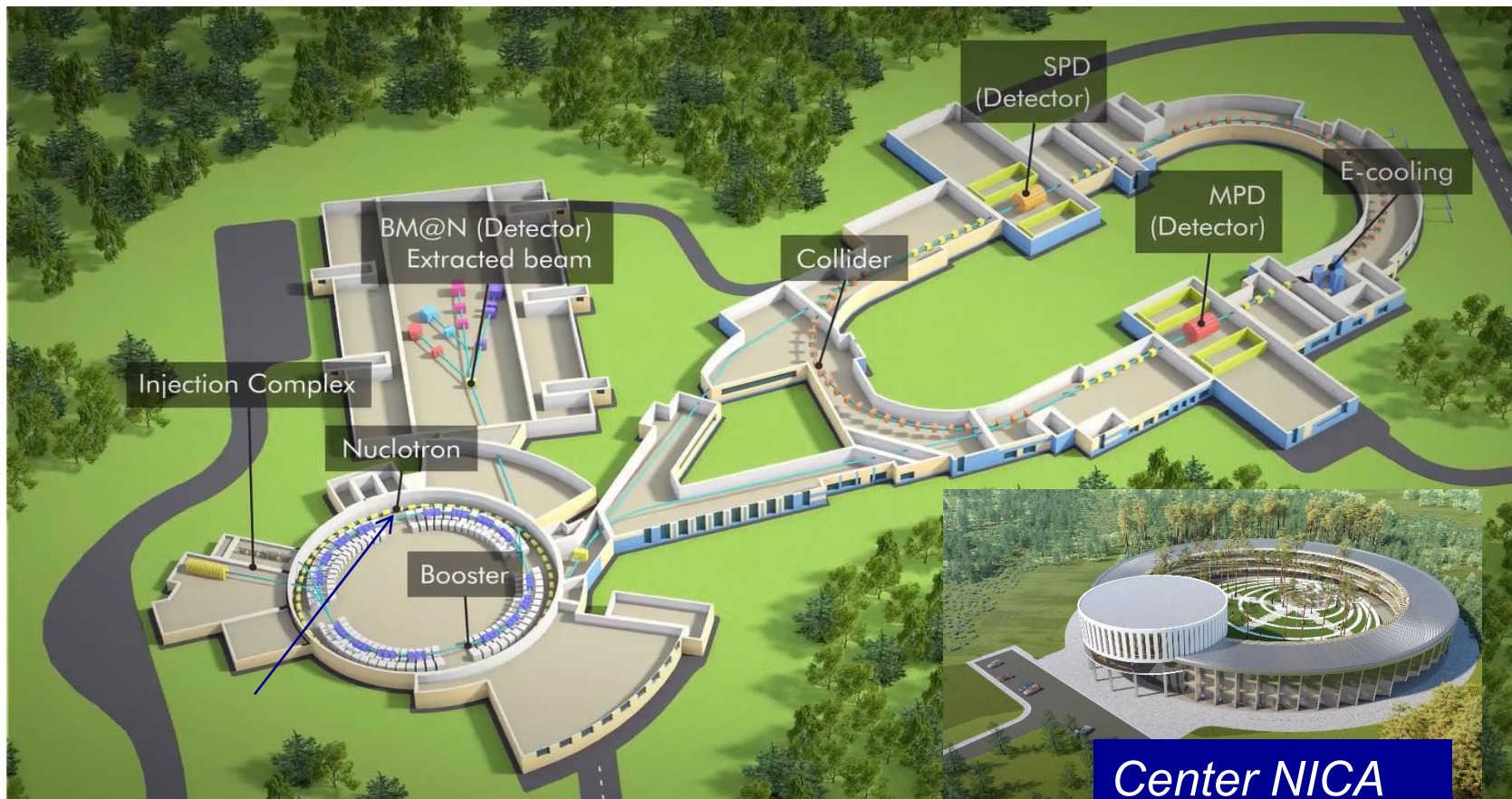


NICA/MPD \leftrightarrow STAR/NA61/CBM



- Все эксперименты имеют сравнимое покрытие по энергии взаимодействия
- Специализированные установки (CBM, NICA/MPD) позволяют изучать редкие сигналы за счет более высокого темпа набора статистики
- NICA/MPD – коллайдерная установка, одновременно обладающая симметричным акцептансом и позволяющая измерять редкие сигналы

Инфраструктура NICA



Ring circumference, m	503,04
Number of bunches	22
r.m.s. bunch length, m	0,6
max. int. Energy, GeV/u	11,0
r.m.s. $\Delta p/p$, 10 ⁻³	1,6
Luminosity, cm ⁻² s ⁻¹	1x10 ²⁷

- Modernization of existing accelerator facility
- Construction of collider complex to collide:
 - relativistic ions from p to Au, $\sqrt{s_{NN}} = 4-11$ GeV
 - polarized p and d, $\sqrt{s_{NN}} = 27$ GeV (p)

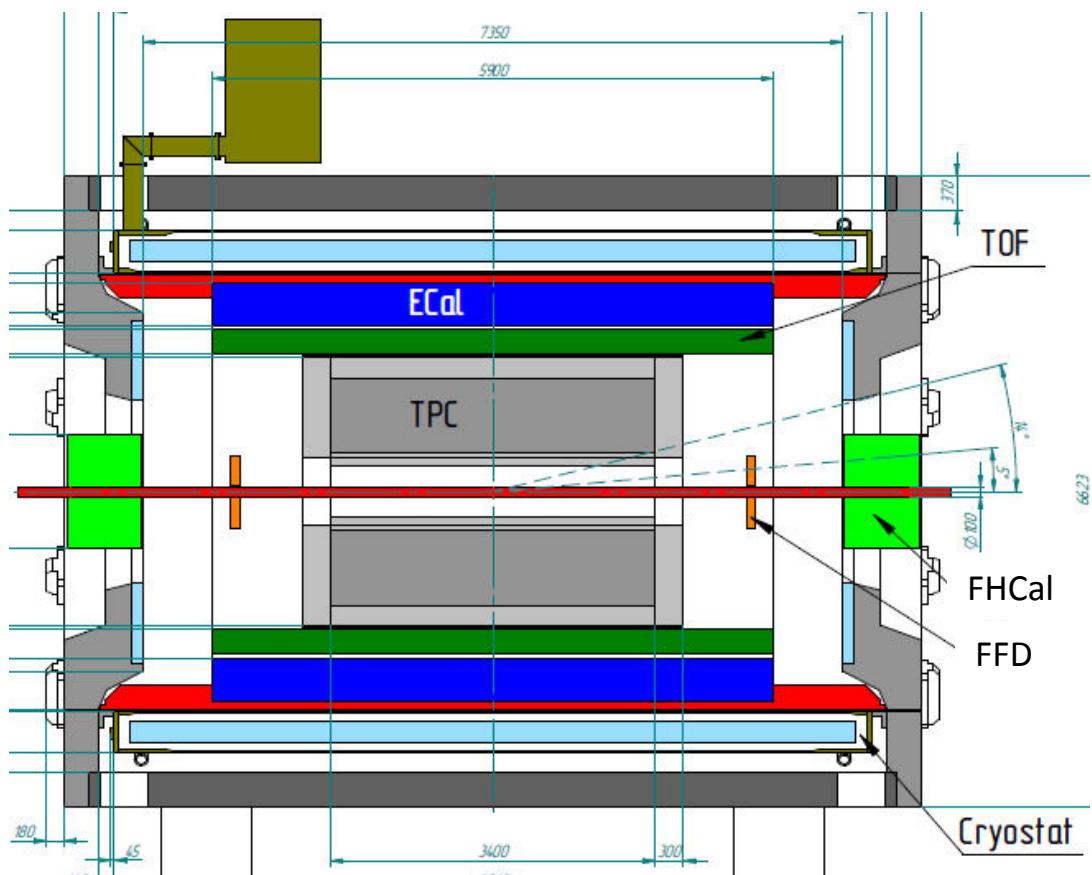
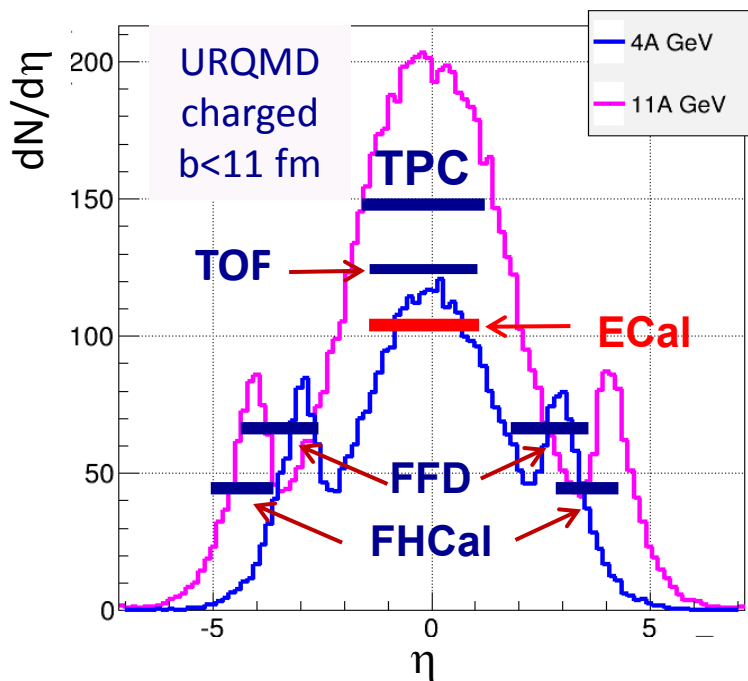
В. Рябов, 2018

Строительство коллайдера NICA

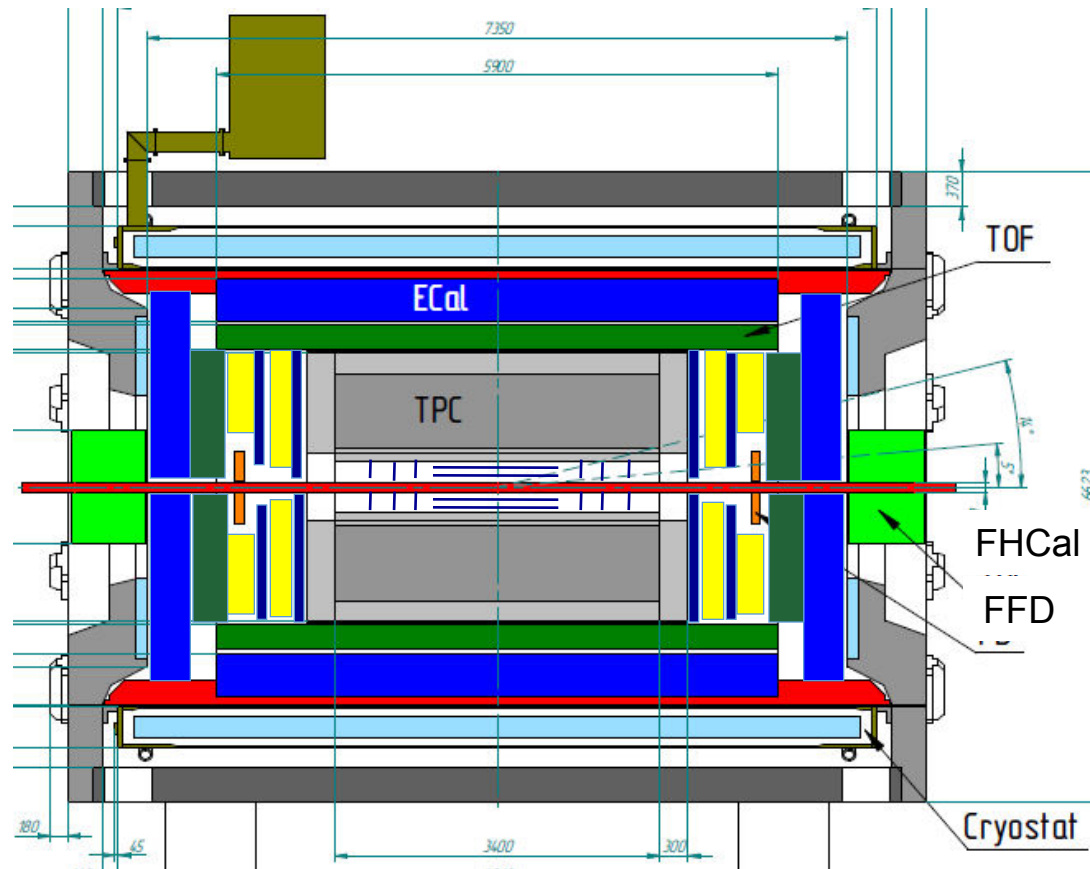
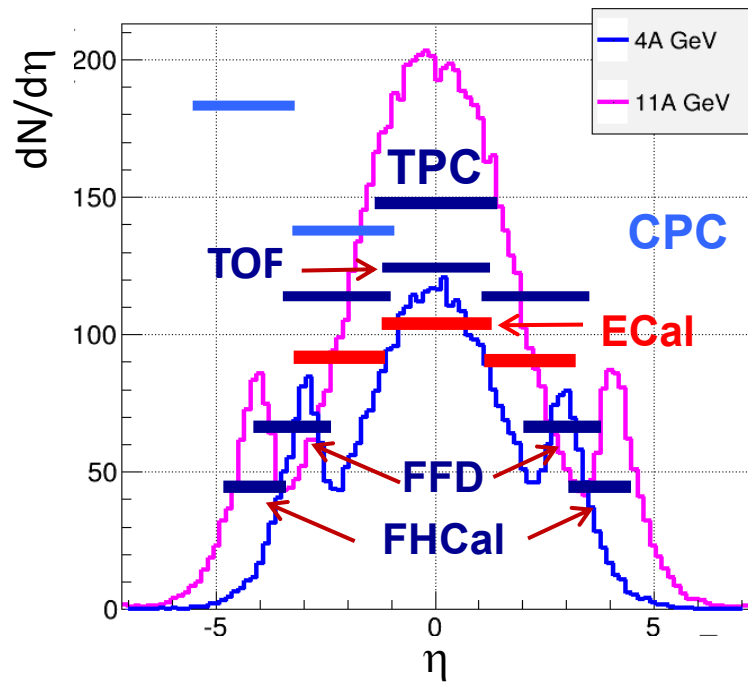


- Система инъекции (источники ионов, & Linacs) – запущены в 2016
- Магниты – производятся в Дубне (готовы для Booster), там же где и для SIS-100/FAIR
- Booster – в процессе строительства, монтаж магнитов с 09.2018, запуск в 2019
- Система электронного охлаждения – финальная стадия испытаний и запуска
- NICA/MPD – строительство тоннелей и экспериментальных залов
- MPD зал должен быть готов к установке оборудования в 2019 году

- Стадия I: **TPC, TOF, FFD, FCAL** и **ECAL**
- Запуск в строй начнется в 2020



- Стадия I: **TPC, TOF, FFD, FCAL и ECAL**
- Стадия II: ... + **ITS + EndCap (CPC, Straw, TOF, ECAL)**

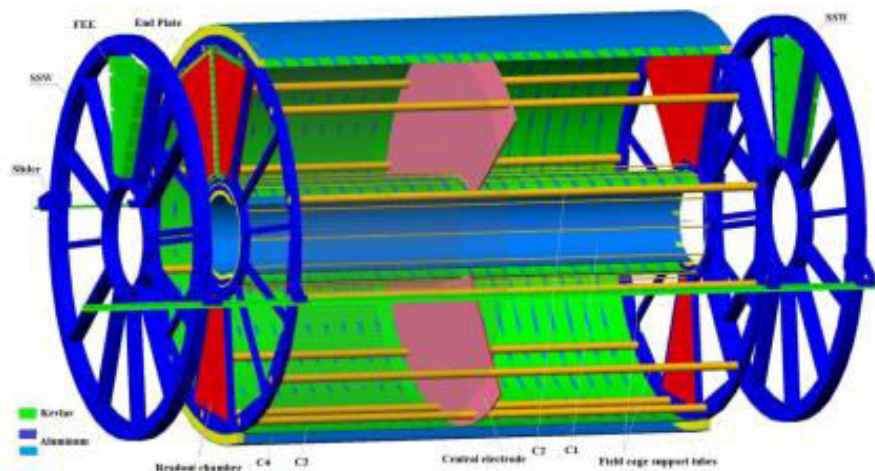


MPD – центральный магнит

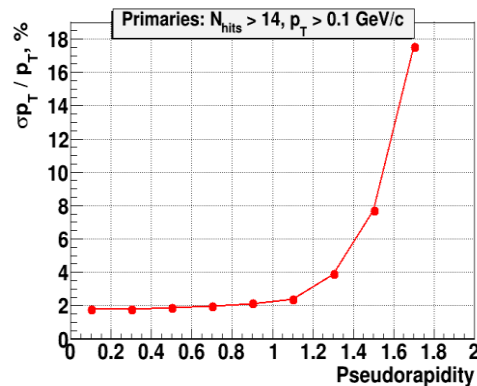
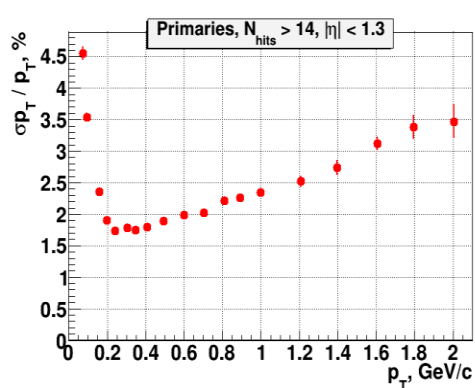
- Производители: ASG (Genova) и Vitkovice HM
- План производства:
 - ✓ конец 2018 – сборка и испытание сверхпроводящих обмоток
 - ✓ март 2019 – готовность соленоида
 - ✓ май 2019 – транспортировка в Дубну
 - ✓ октябрь 2019 – сборка магнита в экспериментальном зале



TPC – Time Projection Chamber



Item	Dimension
Length of the TPC	340cm
Outer radius of vessel	140cm
Inner radius of vessel	27 cm
Outer radius of the drift volume	133cm
Inner radius of the drift volume	34cm
Length of the drift volume	170cm (of each half)
HV electrode	Membrane at the center of the TPC
Electric field strength	~140V/cm;
Drift gas	90% Ar+10% Methane, Atmospheric pres. + 2 mbar
Gas amplification factor	~ 10 ⁴
Drift velocity	5.45 cm/μs;
Drift time	< 30μs;
Temperature stability	< 0.5°C
Number of readout chambers	24 (12 per each end-plate)
Segmentation in φ	30°
Pad size	5x12mm ² and 5x18mm ²
Number of pads	95232
Pad raw numbers	53
Maximal event rate	< 7 kHz (Lum. 10 ²⁷)
Electronics shaping time	~180 ns (FWHM)
Signal-to-noise ratio	30:1
Signal dynamical range	10 bits
Sampling rate	10 MHz
Sampling depth	310 time buckets



TPC – Time Projection Chamber

C1



- Length: 3.4 m
- Diameter: 0.54 m

C2



- Length: 3.4 m
- Diameter: 0.676 m

C3



- Length: 3.4 m
- Diameter: 2.66 m

C4



- Length: 3.4 m
- Diameter: 2.814 m

Start TPC assembly

– Dec 2018

FE electronics:

512 ch system
test with ROC chamber.
SAMPA chips (4500 pc)

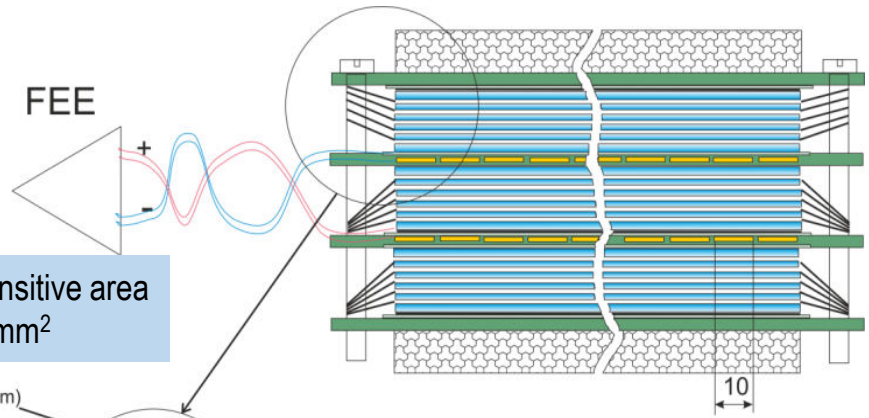
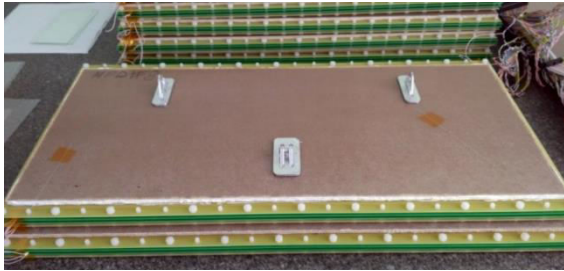
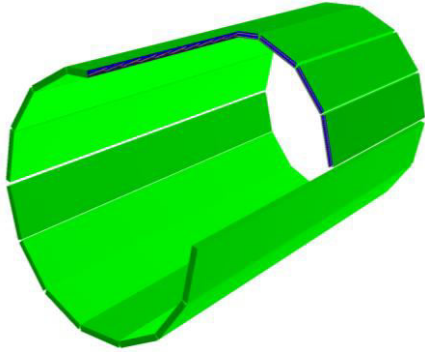
– tests ongoing
– Dec 2018
– payment in progress

ROC chambers:

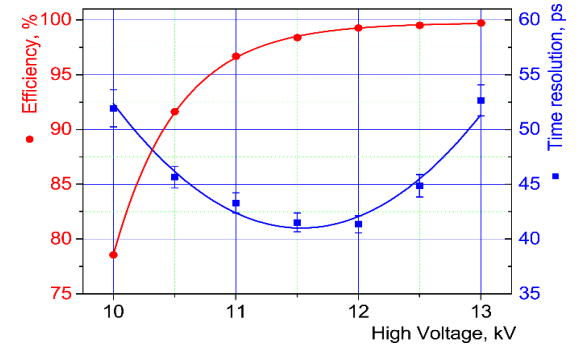
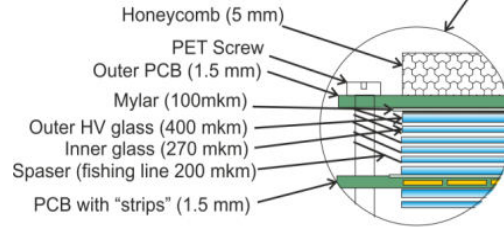
frames (26 pc)
serial pad planes (30 pc)
HV for ROC gate electrode
test chamber with 512 ch r/o system

– ready
– ordering started
– design started
– Dec 2018

TOF – Time Of Flight

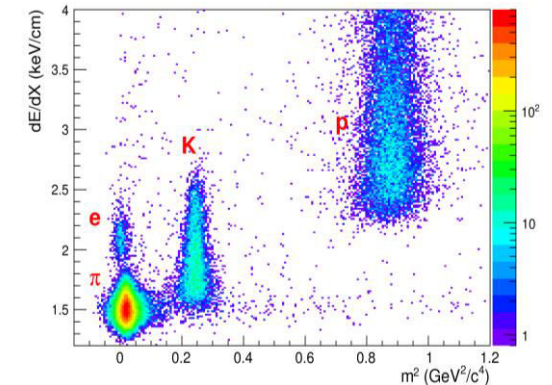


Dimensions of sensitive area
600 x 300 mm²

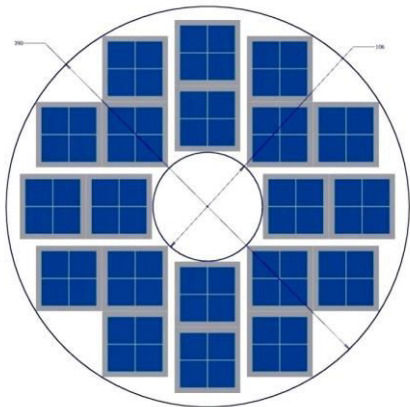


Main parameters of the TOF system.

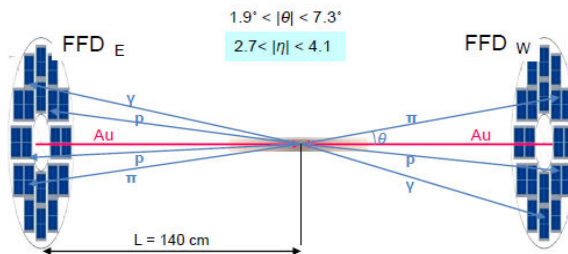
	Number of detectors	Number of readout strips	Sensitive area, m ²	Number of FEE cards	Number of FEE channels
MRPC	1	24	0.192	2	48
Module	10	240	1.848	20	480
Barrel	280	6720	51.8	560	13440 (1680 chips)



FFT – Fast Forward Detector

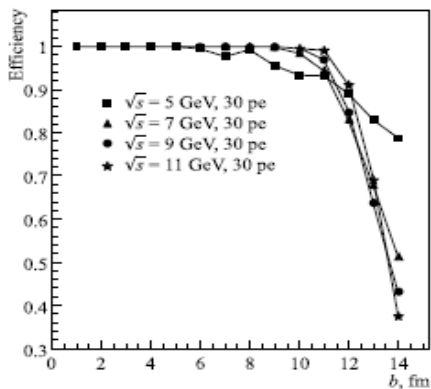


The FFT sub-detector consists of 20 modules based on Planacon MCP-PMTs

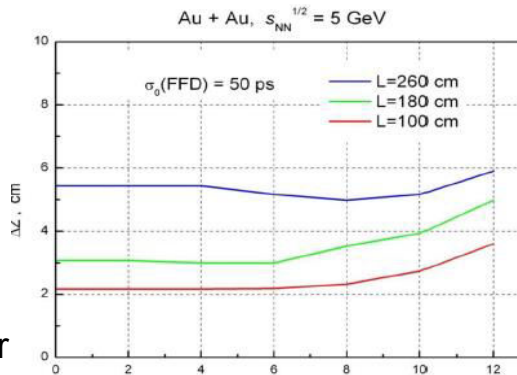


FFT provides information on

- fast triggering of Au-Au collision
- start signal for TOF
- bunch crossing region position



FFT efficiency for peripheral collisions



The vertex resolution for Au-Au collisions at $\sqrt{s}=5\text{GeV}/n$ for three distances from interaction point

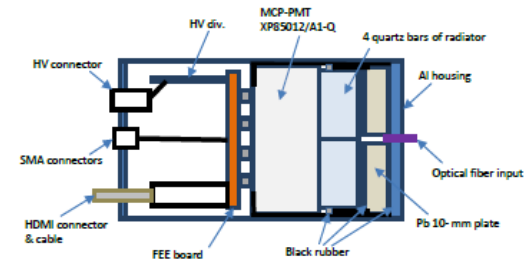
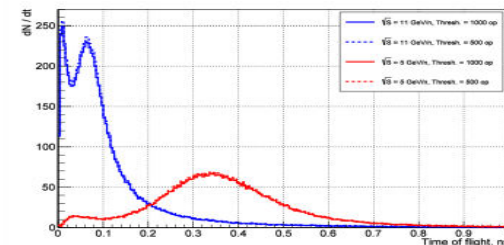


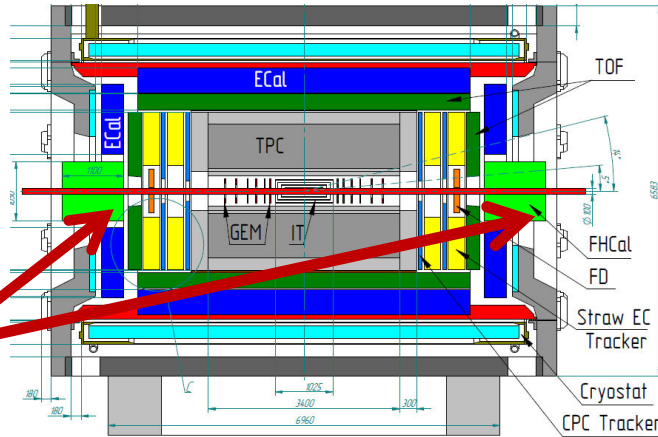
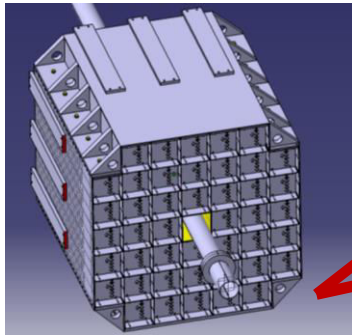
Fig. 4-1. A scheme of the FFT module.

15 mm quartz radiator
10 mm Lead converter



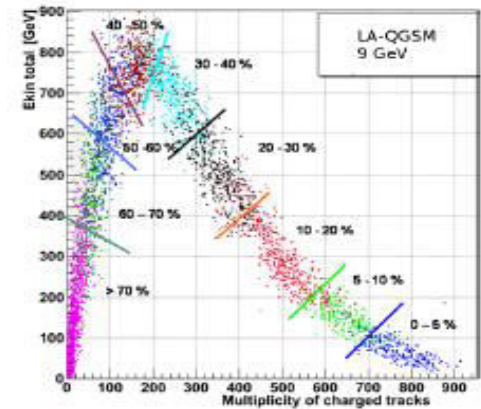
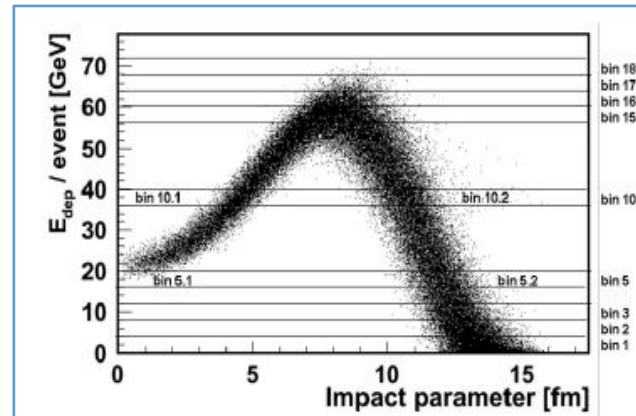
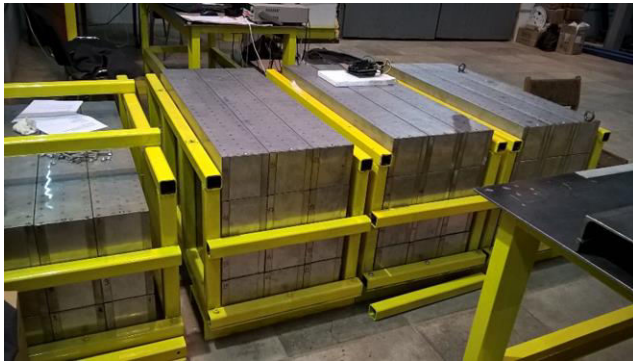
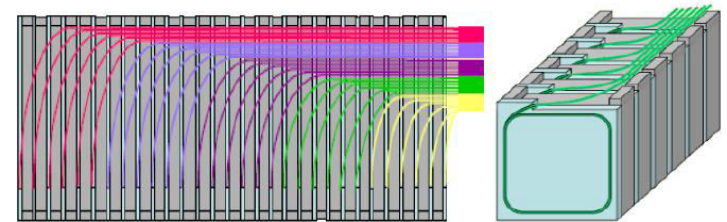
The delay of charged particle arrival in FFT modules in comparison with arrival time of photons for Au + Au collisions at $\sqrt{s}_{NN} = 5$ (red) and 11 (blue) GeV and FFT position of 140 cm.

FHCAL – Forward Hadron CALorimeter



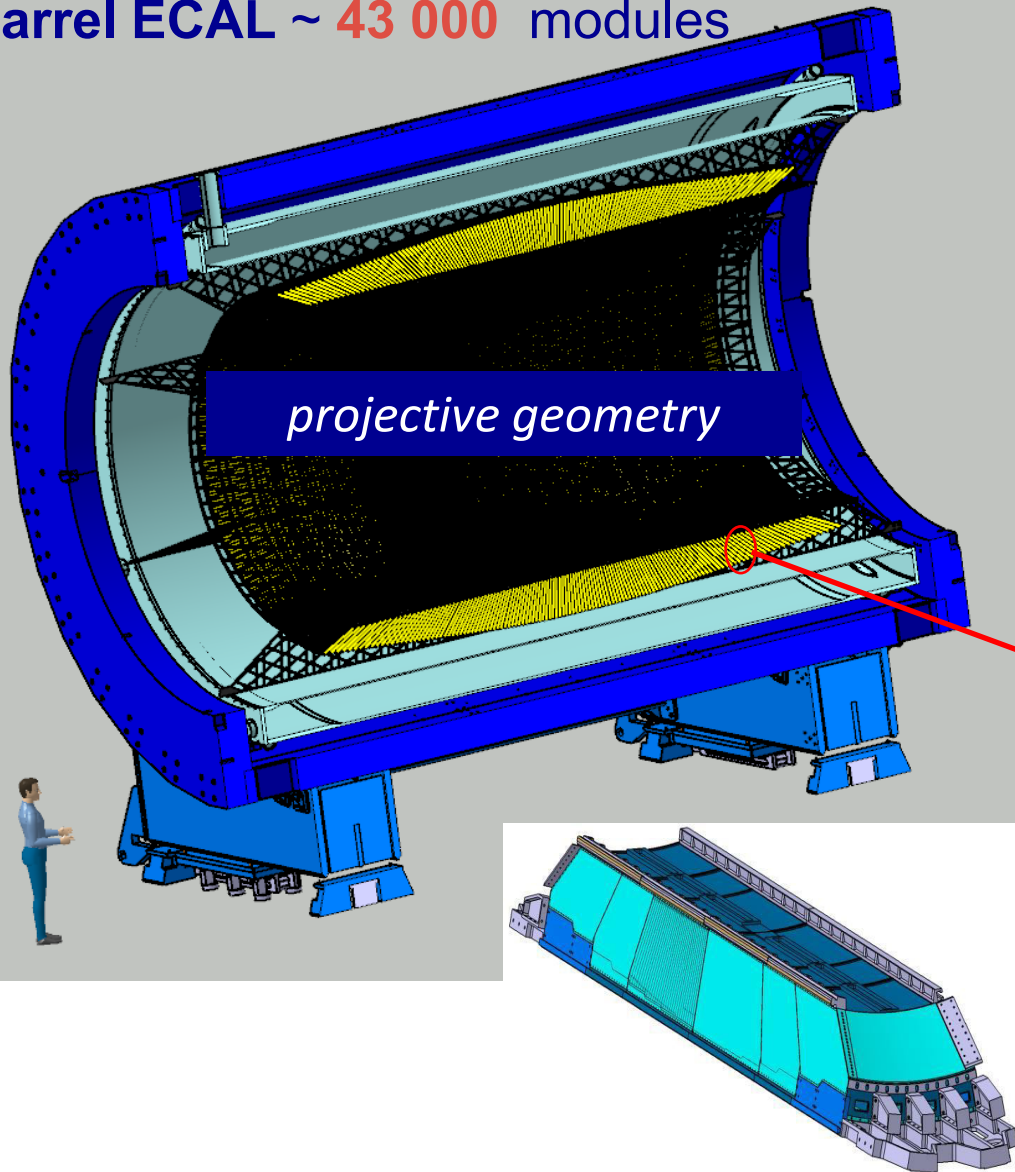
- Two-arms at ~3.2 m from the interaction point.
- Each arm consists of 45 individual modules.
- Module size 150x150x1100cm³ (55 layers)
- Pb(16mm)+Scint.(4mm) sandwich
- 7 longitudinal sections
- 6 WLS-fiber/MAPD per section
- 7 MAPDs/module

$$\sigma(E)/(E) = 56.1\%/VE(\text{GeV}) + 2.1\%$$

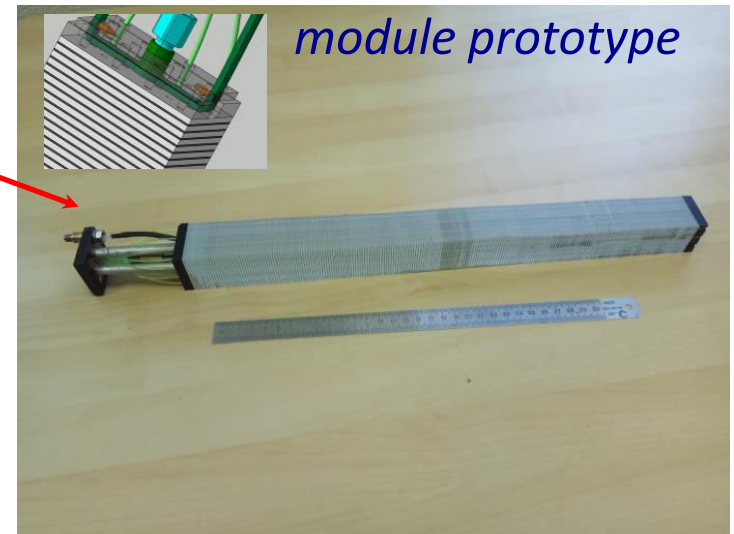


ECAL – Electromagnetic CALorimeter

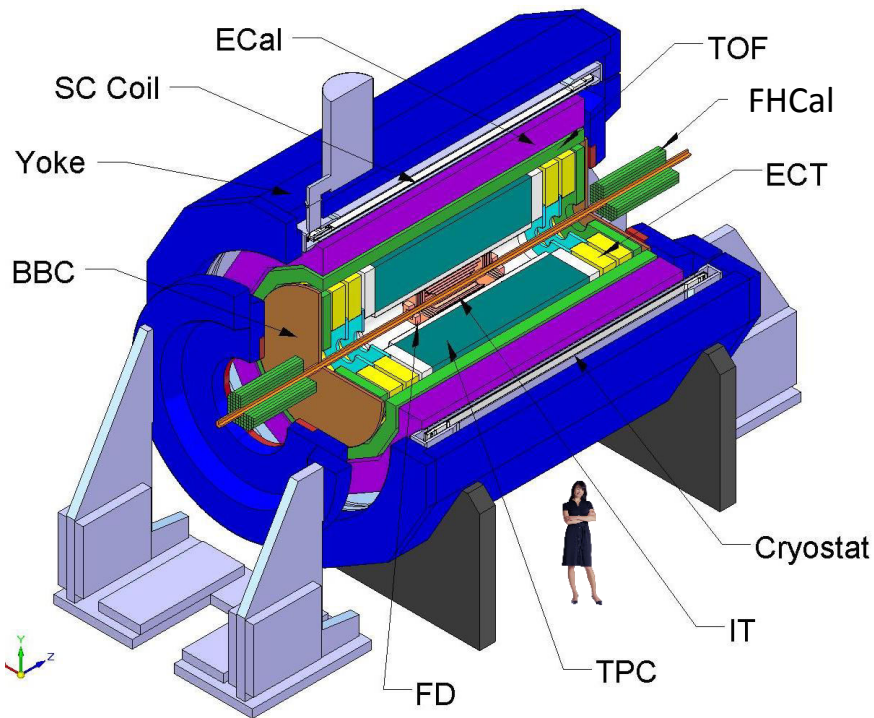
Barrel ECAL ~ 43 000 modules



- ❖ Pb+Sc "Shashlyk"
- ❖ read-out: WLS fibers + MAPD
- ❖ $L \sim 35 \text{ cm}$ ($\sim 14 X_0$)
- ❖ Segmentation ($4 \times 4 \text{ cm}^2$),
- ❖ $\sigma(E)$ better than 5% @ 1 GeV;
- ❖ time resolution $\sim 500 \text{ ps}$



MPD - Collaboration



*IHEP, Beijing, **China**;*
*University of South China, **China**;*
*Palacky University, Olomouc, **Czech Republic**;*
*NPI CAS, Rez, **Czech Republic**;*
*Tbilisi State University, Tbilisi, **Georgia**;*
*Tubingen University, Tubingen, **Germany**;*
*Tel Aviv University, Tel Aviv, **Israel**;*
***Joint Institute for Nuclear Research**;*
*IPT, Almaty, **Kazakhstan**;*
*UNAM, Mexico City, **Mexico**;*
*Institute of Applied Physics, Chisinev, **Moldova**;*
*WUT, Warsaw, **Poland**;*
*NCN, Otwock – Swierk, **Poland**;*
*UW, Wroclaw, **Poland**;*
*Jan Kochanowski University, Kielce, **Poland**;*
*INR RAS, Moscow, **Russia**;*
*MEPhI, Moscow, **Russia**;*
***PNPI, Gatchina, Russia**;*
*INP MSU, Moscow, **Russia**;*
*SPSU - Dept. of NP, **Russia**;*
*St. Petersburg, **Russia**;*
*SPSU – Dept. of HEP, St. Petersburg, **Russia**;*
*KI NRS, Moscow, **Russia**;*

*Baku State University, NNRC, **Azerbaijan**;*
*University of Plovdiv, **Bulgaria**;*
*University Tecnica Federico Santa Maria, Valparaiso, **Chili**;*
*Tsinghua University, Beijing, **China**;*
*USTC, Hefei, **China**;*
*Huizhou University, Huizhou, **China**;*
*Institute of Nuclear and Applied Physics, CAS, Shanghai, **China**;*
*Central China Normal University, **China**;*
*Shandong University, Shandong, **China**;*

MPD – участие ПИЯФ

- Участие в коллаборации MPD:

Country	Institute name	First name(s)	Last name
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Aleksei	Ezhilov
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Oleg	Fedin
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Vadim	Guzey
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Dmitrii	Ivanishchev
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Alexey	Khanzadeev
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Leonid	Kochenda
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Dmitrii	Kotov
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Petr	Kravchov
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Evgeny	Kryshen
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Anna	Kyrianova
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Mikhail	Malayev
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Victor	Maleev
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Yuri	Naryshkin
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Denis	Pudzha
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Yuriy	Riabov
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Vladimir	Samsonov
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Victor	Solovyev
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Alexander	Vasilyev
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Marat	Vznuzdaev
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA	Mikhail	Zhalov
RUSSIA	PNPI, Catchina, RUSSIA / MEPH	Victor	Riabov

Showing 1 to 21 of 21 entries (filtered from 468 total entries)

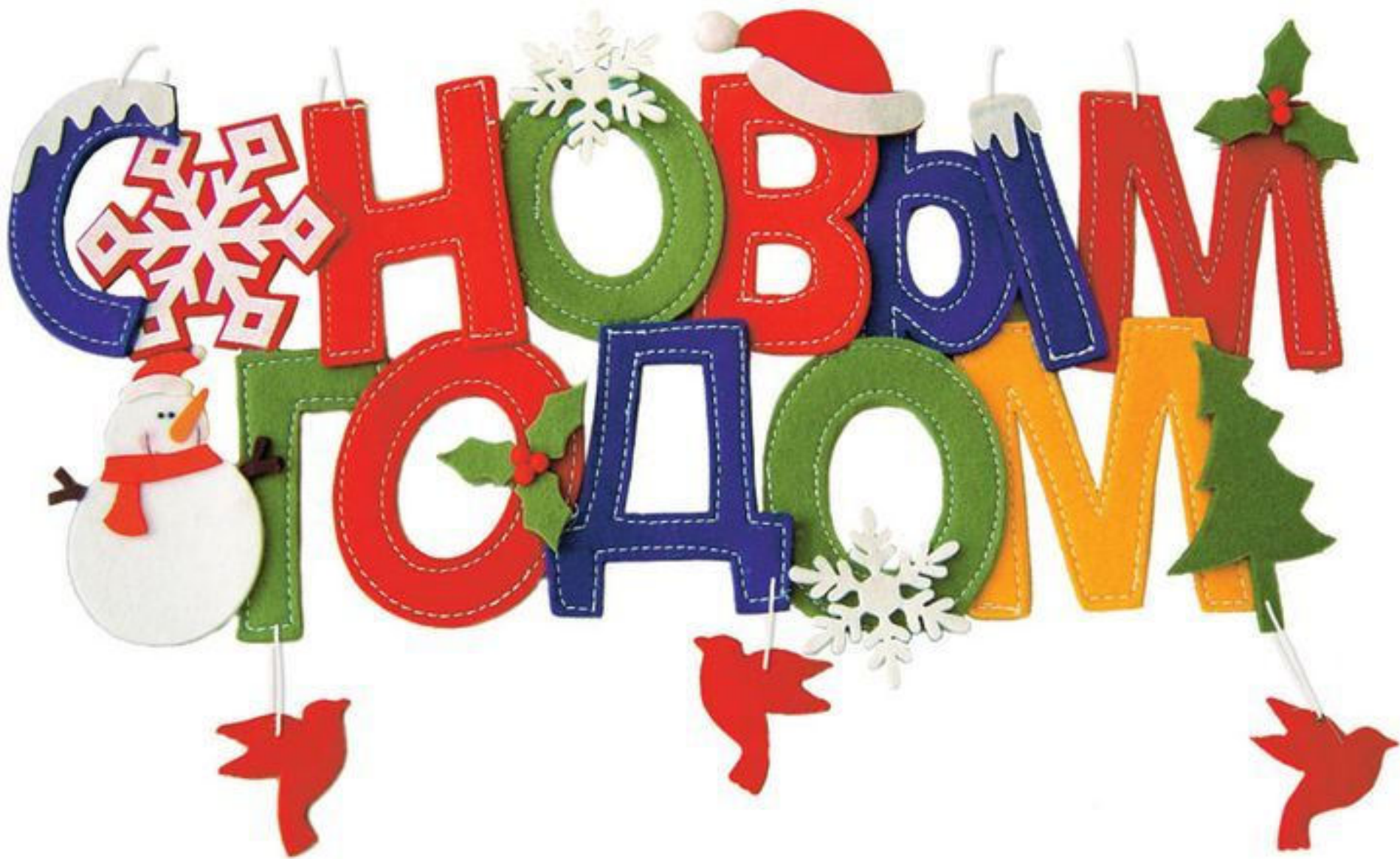
Previous Next

- Вклады:

- ✓ Газовая система TPC и TOF(?)
- ✓ Участие в разработке&производстве трековых (straw) форвардных камер – Стадия-II (?)
- ✓ Участие в производстве ECAL (?)
- ✓ Административное участие
- ✓ Моделирование (резонансы, конверсия, ECAL, ультрапериферия и т.д.)

Заключение

- **Проект NICA/MPD будет реализован со сроками исполнения близкими к плановым показателям**
- **Участие в NICA/MPD является естественным продолжением деятельности ПИЯФ/ОФВЭ, участия в экспериментах RHIC/PHENIX и LHC/ALICE, сотрудничества с FAIR/CBM**
- **ОФВЭ/ПИЯФ обладает достаточными компетенциями для того, чтобы внести существенный вклад в коллаборацию**
- **Организационные вопросы находятся на стадии обсуждения**



MPD

- **Основные детекторы Стадии-I спроектированы, начато массовое производство подсистем**
- **В 2018 году была сформирована международная коллаборация MPD**
- **План работ:**
 - ✓ **2018 –2019** – строительство и запуск **Booster**
 - ✓ **2019** – подготовка экспериментального зала **MPD**
 - ✓ **2019** – окончание строительства и испытания магнита **MPD**
 - ✓ **2020** – окончание строительных работ на площадке
 - ✓ **2020** – сборка и запуск **MPD (Стадия-I)**
 - ✓ **2021** – запуск **Коллайдера**
 - ✓ **2021** – запуск в эксплуатацию **Компьютерного центра**
 - ✓ **2023** – запуск **MPD (Стадия-II)**