JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH
International Intergovernmental Organization

Объединенный институт ядерных исследований сегодня

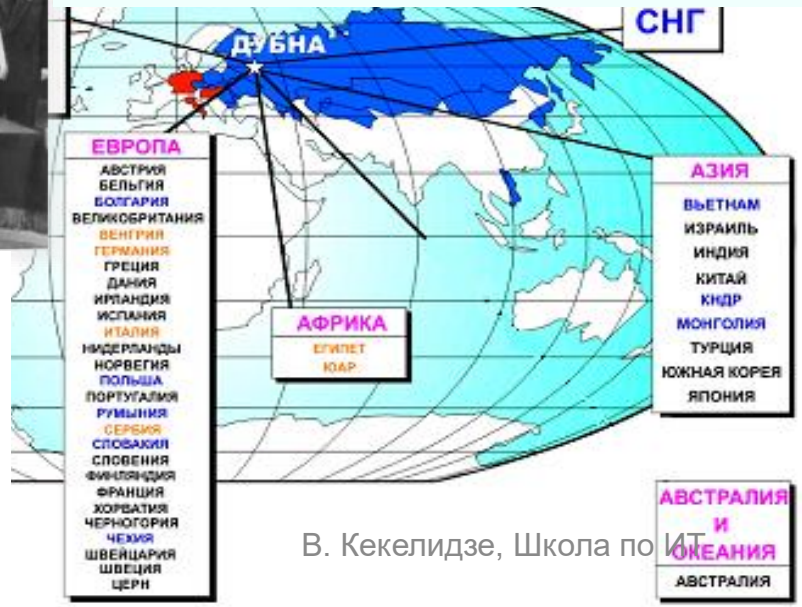
Владимир Кекелидзе

Осенняя Школа по информационным технологиям ОИЯИ
Дубна, 16 октября 2023

Joint Institute for Nuclear Research (JINR)
International Intergovernmental Scientific Organization,
founded in 1956 by agreement between 12 countries, located in Dubna, Moscow region
Registered in UN, the JINR charter - in the UN Secretariat (№3686, 01/02/1957)

JINR member states

Cooperation with
~ 900 institutions
from ~ 70 countries



16 member states
+ 4 associated

Bogolyubov Laboratory of theoretical physics (BLTP)

Theory of Fundamental Interactions

Theo of Ato Nucle

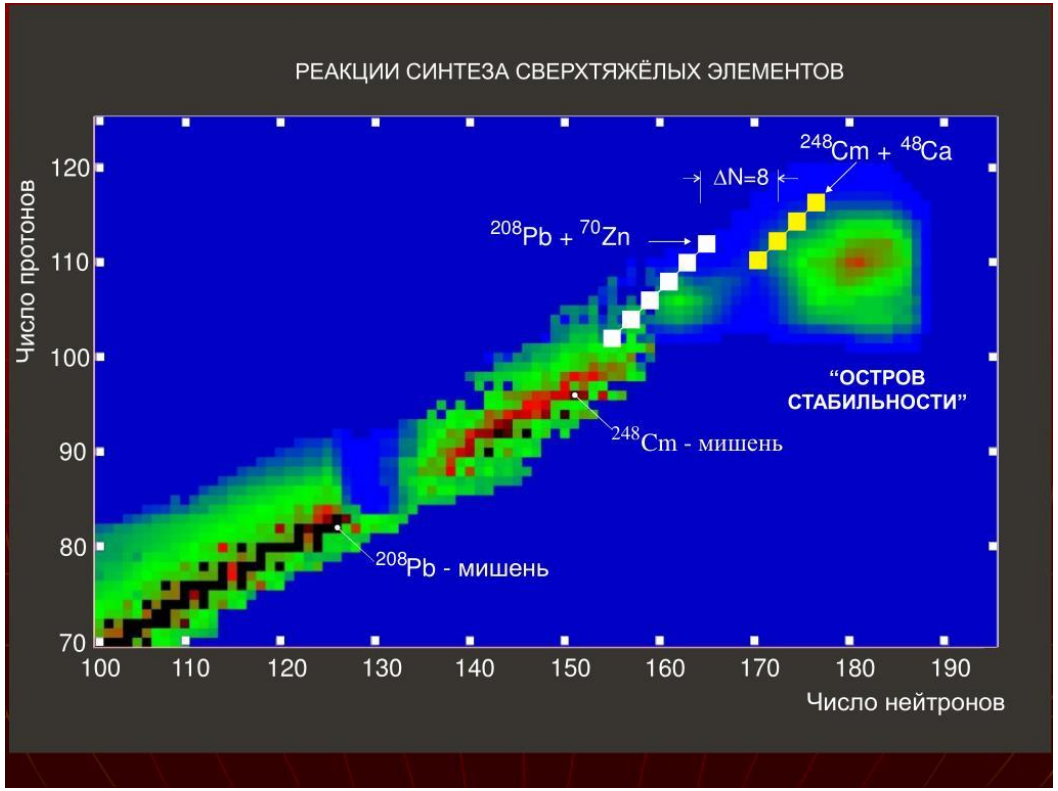
Theory of Condensed Matter

Mode Mathem Phys

Н.Н. Боголюбов
Д.И. Блохинцев,
М.А. Марков,
А.А. Логунов,
А.Н. Тавхелидзе,
В.Г. Кадышевский,
В.А. Рубаков,
В.И. Огиевецкий,
А.В. Ефремов,
А.Т. Филиппов,
В.А. Соловьев,
…
..

BLTP: ~240 staff, 20 countries, 300-350 articles + 150-250 proceedings, 10-12 conferences + 3-4 schools

FLEROV LABORATORY of NUCLEAR REACTIONS



Периодическая таблица элементов Д.И. Менделеева

D.I. Mendeleev's Periodic Table of Elements

	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	H Водород 1 1,00794 Hydrogen																	He Гелий 2 4,0026 Helium
2	Li Литий 3 6,941 Lithium	Be Бериллий 4 9,01218 Beryllium											B Бор 5 10,811 Boron	C Углерод 6 12,011 Carbon	N Азот 7 14,0067 Nitrogen	O Кислород 8 15,9994 Oxygen	F Фтор 9 18,9984 Fluorine	Ne Неон 10 20,1797 Neon
3	Na Натрий 11 22,989768 Sodium	Mg Магний 12 24,3050 Magnesium											Al Алюминий 13 26,981539 Aluminum	Si Кремний 14 28,0855 Silicon	P Фосфор 15 30,97376 Phosphorus	S Сера 16 32,066 Sulfur	Cl Хлор 17 35,4527 Chlorine	Ar Аргон 18 39,948 Argon
4	K Калий 19 39,0983 Potassium	Ca Кальций 20 40,078 Calcium	Sc Скандий 21 44,95591 Scandium	Ti Титан 22 47,88 Titanium	V Ванадий 23 50,9415 Vanadium	Cr Хром 24 51,9961 Chromium	Mn Марганец 25 54,93805 Manganese	Fe Железо 26 55,847 Iron	Co Кобальт 27 58,93320 Cobalt	Ni Никель 28 58,6934 Nickel	Cu Медь 29 63,546 Copper	Zn Цинк 30 65,39 Zinc	Ga Галлий 31 69,723 Gallium	Ge Германий 32 72,61 Germanium	As Мышьяк 33 74,92159 Arsenic	Se Селен 34 78,96 Selenium	Br Бром 35 79,904 Bromine	Kr Криптон 36 83,80 Krypton
5	Rb Рубидий 37 85,4678 Rubidium	Sr Стронций 38 87,62 Strontium	Y Иттрий 39 88,90585 Yttrium	Zr Цирконий 40 91,224 Zirkonium	Nb Ниобий 41 92,90638 Niobium	Mo Молибден 42 95,94 Molybdenum	Tc Технеций 43 [98] Technetium	Ru Рутений 44 101,07 Ruthenium	Rh Родий 45 102,90550 Rhodium	Pd Палладий 46 106,42 Palladium	Ag Серебро 47 107,8682 Silver	Cd Кадмий 48 112,411 Cadmium	In Индий 49 114,818 Indium	Sn Олово 50 118,710 Tin	Sb Сурьма 51 121,757 Antimony	Te Теллур 52 127,60 Tellurium	I Йод 53 126,90447 Iodine	Xe Ксенон 54 131,29 Xenon
6	Cs Цезий 55 132,90543 Cesium	Ba Барий 56 137,327 Barium	La Лантан 57 138,9055 Lanthanum	Hf Гафний 72 178,49 Hafnium	Ta Тантал 73 180,9479 Tantalum	W Вольфрам 74 183,84 Tungsten	Re Рений 75 186,207 Rhenium	Os Осмий 76 190,23 Osmium	Ir Иридий 77 192,22 Iridium	Pt Платина 78 195,08 Platinum	Au Золото 79 196,96654 Gold	Hg Ртуть 80 200,59 Mercury	Tl Таллий 81 204,3833 Thallium	Pb Свинец 82 207,2 Lead	Bi Висмут 83 208,98037 Bismuth	Po Полоний 84 [209] Polonium	At Астат 85 [210] Astatine	Rn Радон 86 [222] Radon
7	Fr Франций 87 [223] Francium	Ra Радий 88 226,025 Radium	Ac Актиний 89 [227] Actinium	Rf Резерфордий 104 [267] Rutherfordium	Db Дубний 105 [268] Dubnium	Sg Сиборгий 106 [271] Seaborgium	Bh Борий 107 [274] Bohrium	Hs Хассий 108 [277] Hassium	Mt Мейтнерий 109 [278] Meitnerium	Ds Дармштадтий 110 [281] Darmstadtium	Rg Рентгений 111 [282] Roentgenium	Cn Коперниций 112 [285] Copernicium	Nh Нихоний 113 [286] Nihonium	Fl Флеровий 114 [289] Flerovium	Mc Московий 115 [290] Moscovium	Lv Ливерморий 116 [293] Livermorium	Ts Теннессин 117 [294] Tennessine	Og Оганесон 118 [294] Oganesson
8	119	120																

Лантаноиды Lanthanoides

Ce Церий 58 140,115 Cerium	Pr Празеодим 59 140,90765 Praseodymium	Nd Неодим 60 144,24 Neodymium	Pm Прометий 61 [145] Promethium	Sm Самарий 62 150,36 Samarium	Eu Европий 63 151,965 Europium	Gd Гадолиний 64 157,25 Gadolinium	Tb Тербий 65 158,92534 Terbium	Dy Диспрозий 66 162,50 Dysprosium	Ho Гольмий 67 164,93032 Holmium	Er Эрбий 68 167,26 Erbium	Tm Тулий 69 168,93421 Thulium	Yb Иттербий 70 173,04 Ytterbium	Lu Лютеций 71 174,967 Lutetium

Актиноиды Actinoides

105

Db

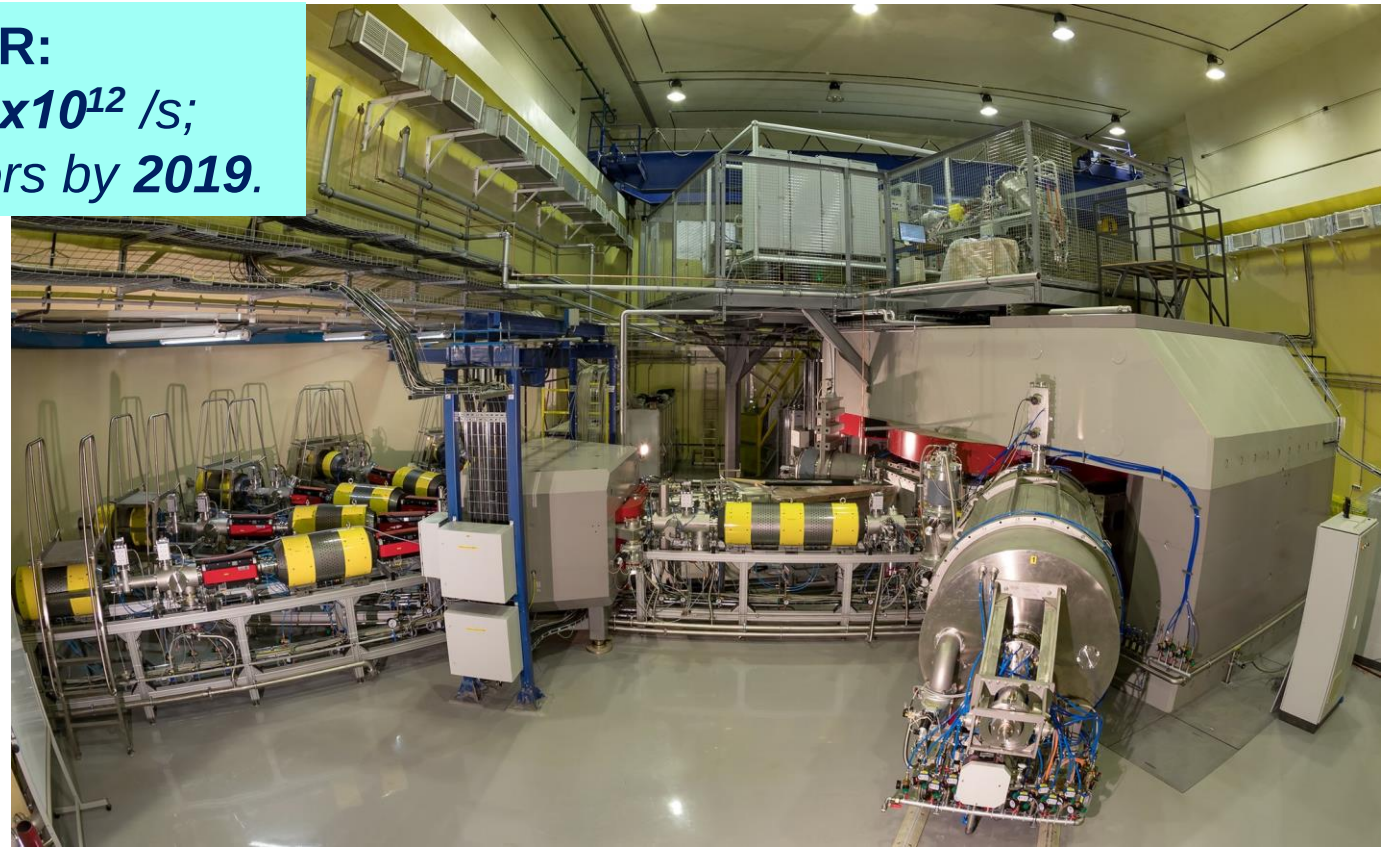
Dubnium

(268)

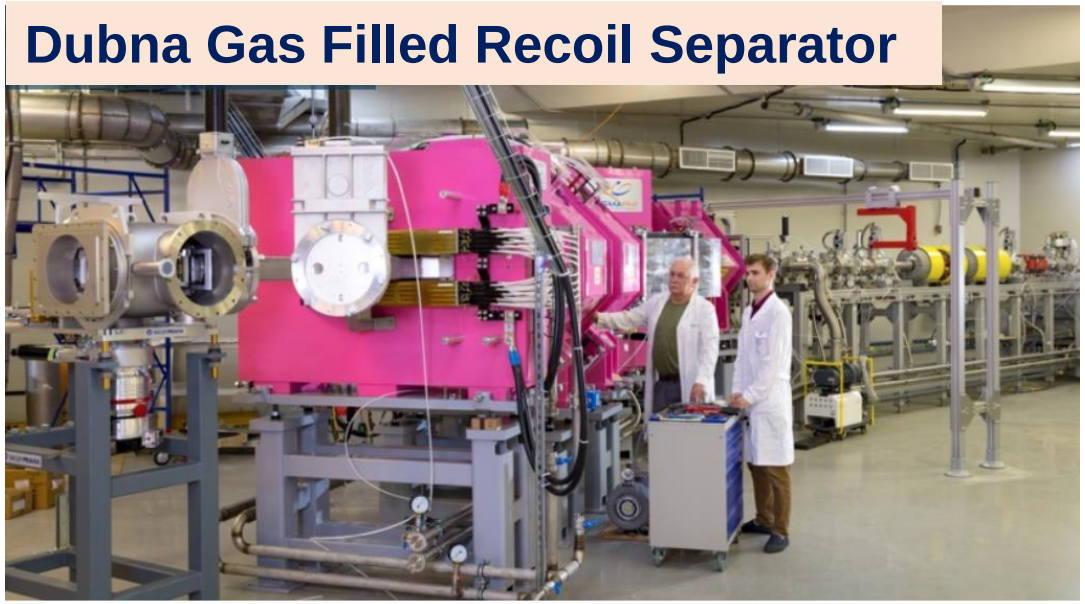
2023

Флеровий 114	Московий 115	Ливерморий 116	Теннессин 117	Оганесон 118
Fl	Mc	Lv	Ts	Og
Flerovium	Moscovium	Livermorium	Tennessine	Oganesson

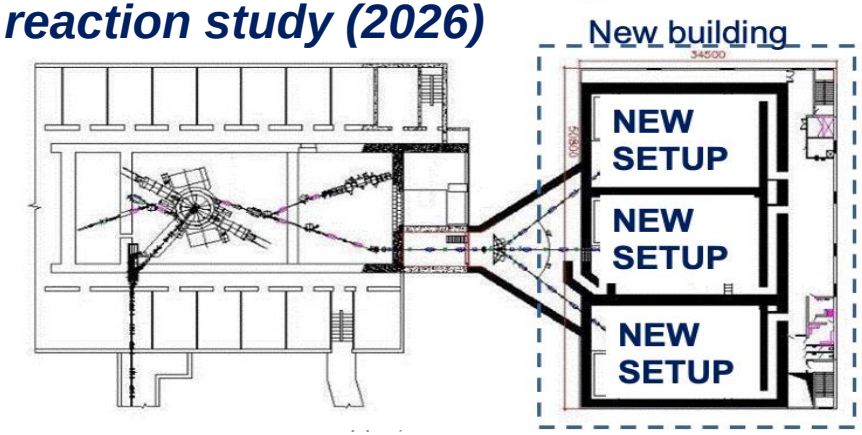
DC-280 – Super heavy Elements Factory, LNR:
- *project intensity of **Calcium-48** ion beam - **60x10^{12}** /s;*
- ***10** times higher intensity than other accelerators by **2019**.*



Dubna Gas Filled Recoil Separator



U400R: *up to **2.6 mA (U-**beam**) 10$^{10\text{-}11}$, smooth energy variation for nuclear reaction study (2026)*



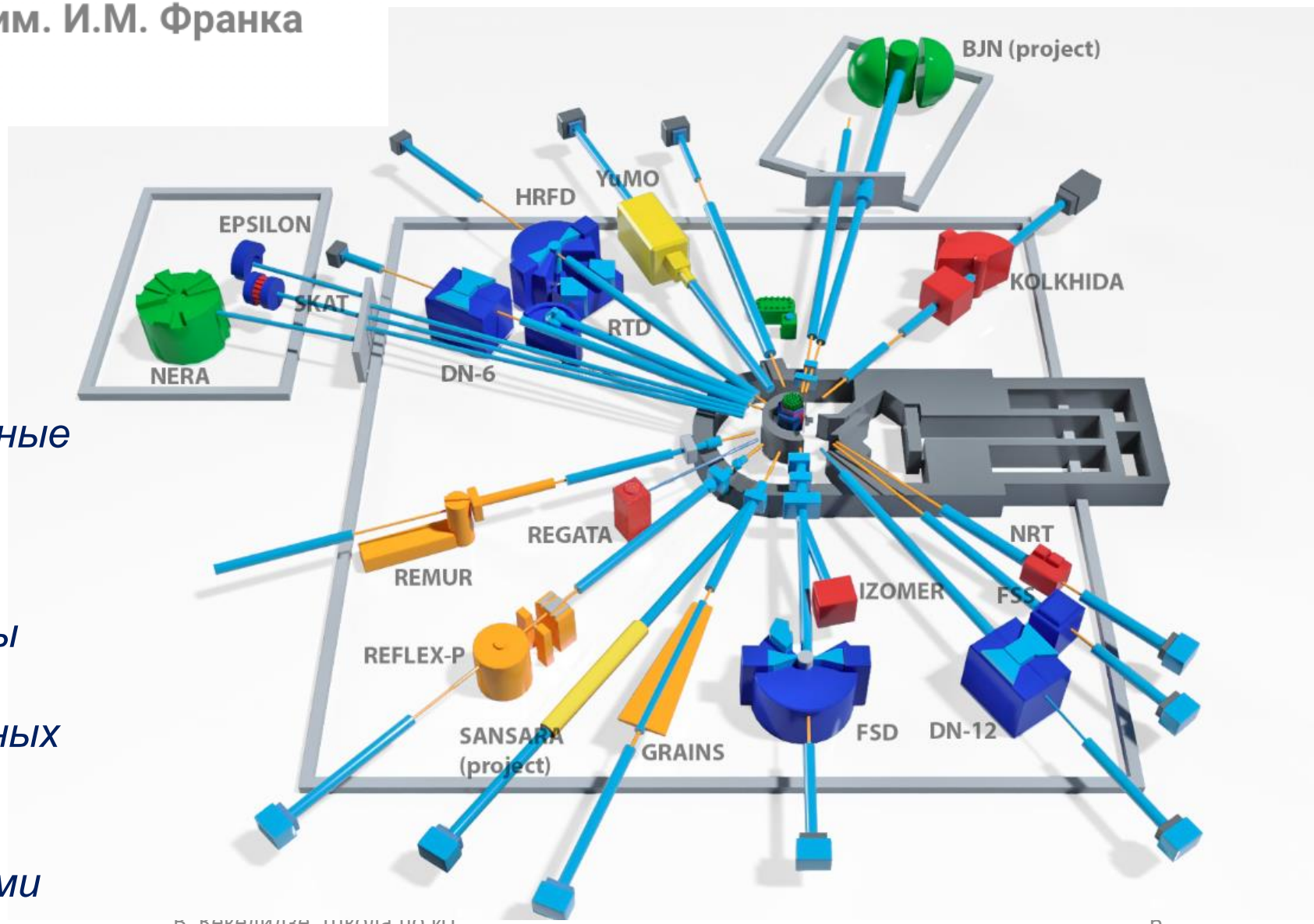
U400M: ***Radioactive Ion-Beam research (2023)***

Лаборатория
Нейтронной Физики
им. И.М. Франка

Лаборатория предлагает :

- *широкий круг исследований, центральное место среди которых занимают нейтронные методы;*

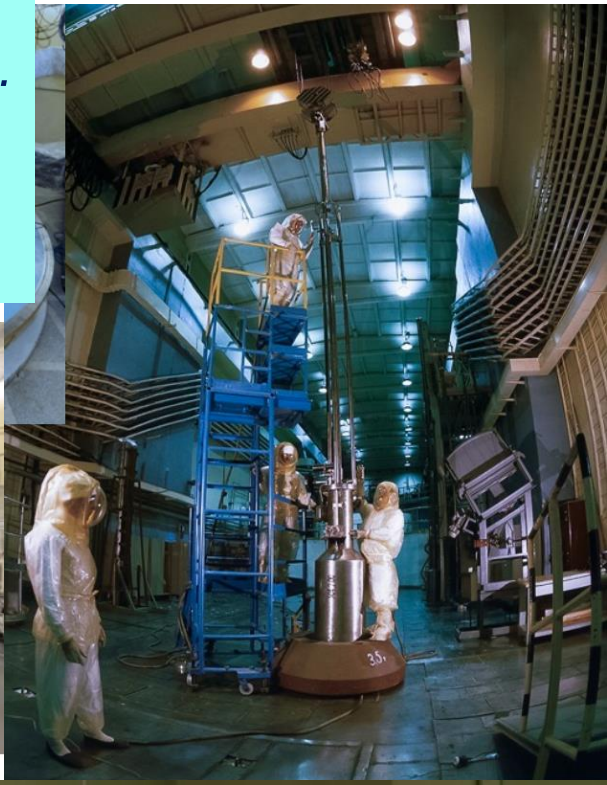
- *пользовательские программы User Club, открытость к работе с коллегами из смежных областей науки и гибкие форматы работы с индустриальными партнерами*



Frank Laboratory of Neutron Physics

IBR-2 - *Fast Pulse Reactor with periodic activity*:

- *neutron fluxes at the moderator surface ~**2,4** x **10^{16}** n/cm^2/s; **1850** MW in pulse.*
- *frequency – **5** Hz; pulse width (WN) – **320** mksec;*
- *study neutrons & condense matter properties;*
- *user policy: ~ **250** experiments / year by researches from up ~ **30** countries*



Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Джелепова

14 декабря 1949 *г. произошло историческое событие — состоялся запуск синхроциклотрона, первой базовой установки ОИЯИ,*

Основные направления исследований **Лаборатории ядерных проблем** (ЛЯП):

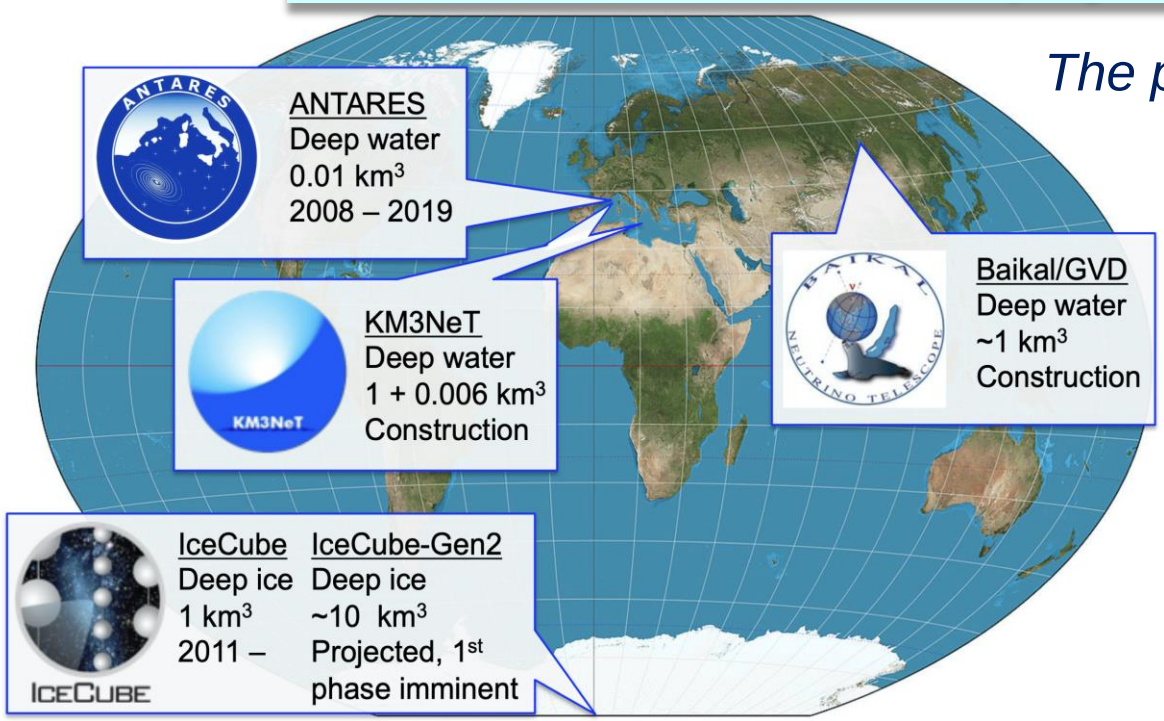
*– физика **нейтрино и астрофизика;***

- *исследования по физике частиц высоких энергий;*
- *разработка и создание современной измерительной аппаратуры;*
- *прикладные исследования, в частности, протонная терапия и разработка медицинского ускорительного комплекса.*

Изучение свойств нейтрино *– традиционная область исследований в **ЛЯП**, основанная **Бруно Понтекорво**.*

Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems

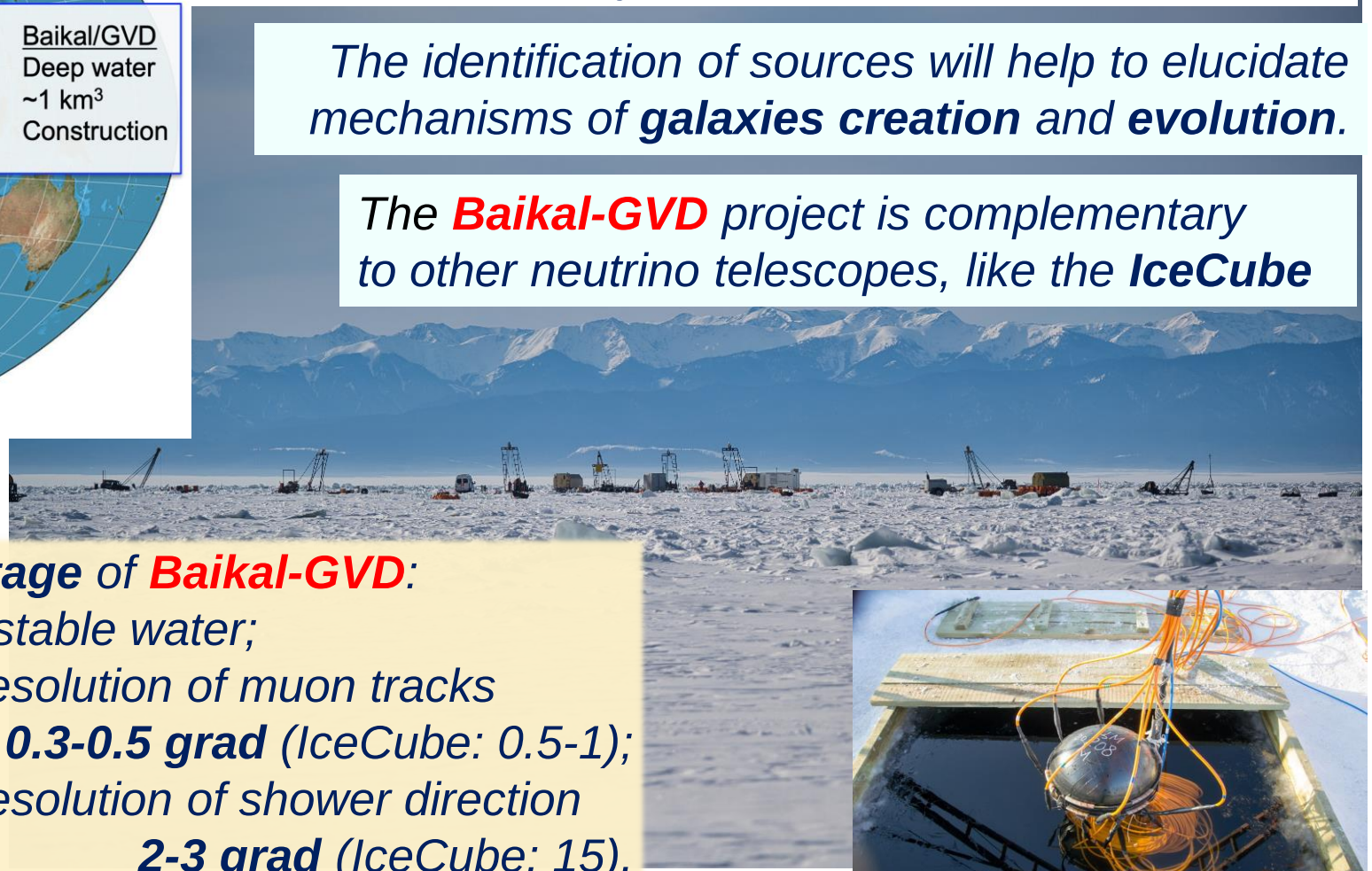
Baikal-GVD- word leading project in neutrino astrophysics, the largest in the Northern Hemisphere



*The project is aiming to identify of **astrophysical sources** of ultra-high energy (exceeding **tens of TeV**) neutrinos. Actuality: their sources are **still unknown**.*

*The identification of sources will help to elucidate mechanisms of **galaxies creation** and **evolution**.*

*The **Baikal-GVD** project is complementary to other neutrino telescopes, like the **IceCube***



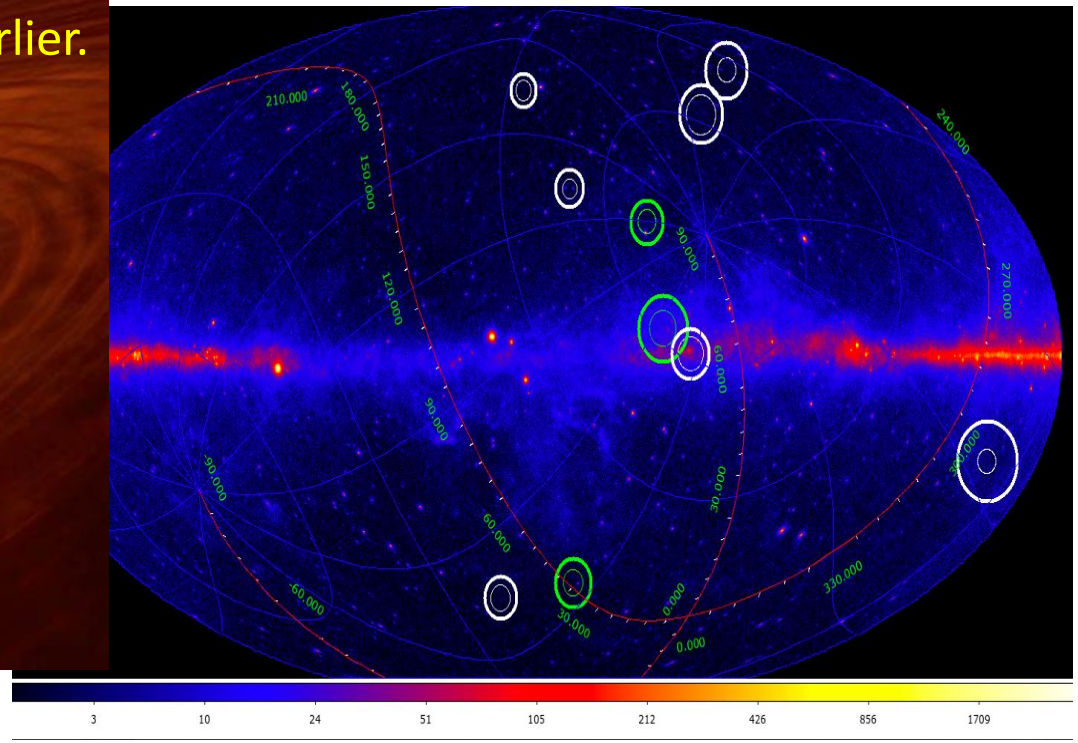
*main **advantage** of **Baikal-GVD**:*
- pure and t-stable water;
*- angular resolution of muon tracks **0.3-0.5 grad** (IceCube: 0.5-1);*
*- angular resolution of shower direction **2-3 grad** (IceCube: 15),*

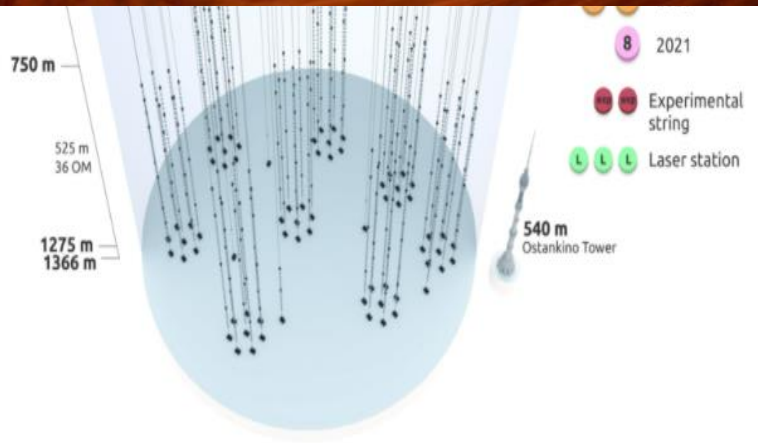
Dec. 8, 2021: **Baikal-GVD** detected neutrino with an energy of **43** TeV (*ATel astronomer's telegram #15112*), which confirms the observation of the blazar **PKS 0735+17** by the **IceCube**

4 hours earlier.

Baikal-GVD joined the Global Neutrino Network (GNN)

st 10 events *were selected as astrophysical*
o candidates based on the ***2018-2020*** *data*





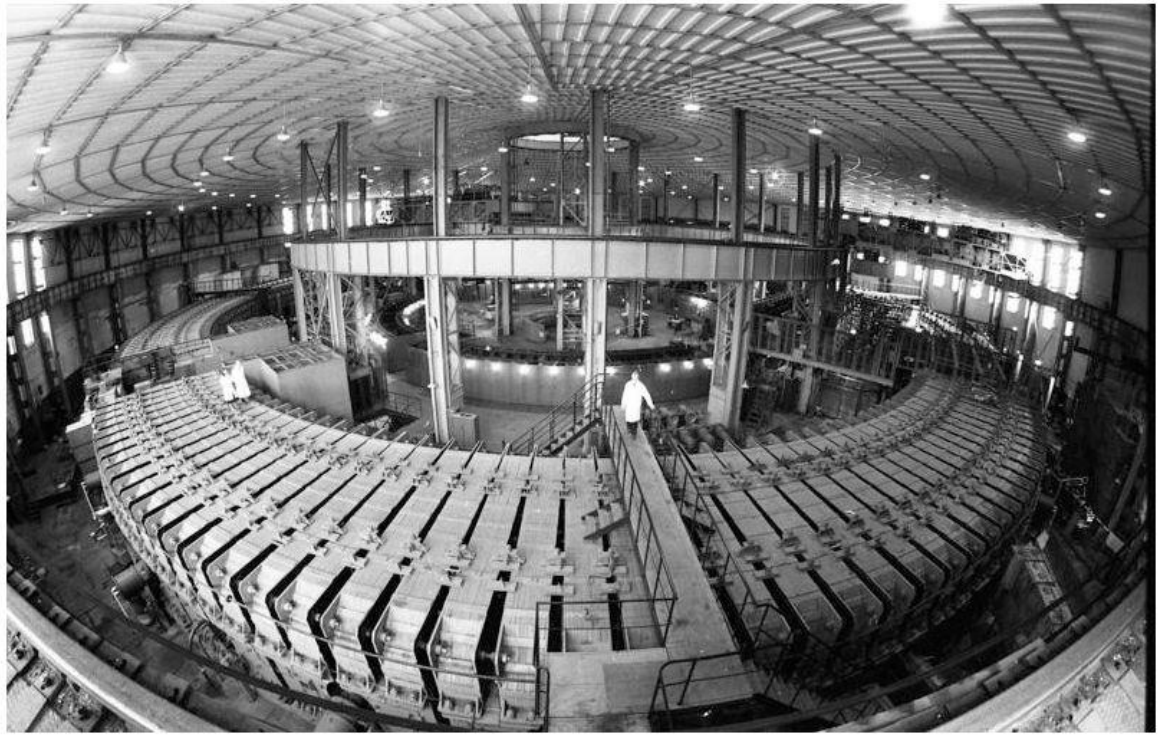
2020	7	2016
2021	8	2304
2022	10	2880
2023	12	3456
2024	14	4032

Position of the first ***10*** *candidates for astrophysical neutrino events on a celestial map with* ***FERMI-LAT*** *sources in the galactic coordinate system*
(the inner and outer circles correspond to the 50% and 90% detection probability).

ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИМЕНИ В.И.ВЕКСЛЕРА И А.М.БАЛДИНА

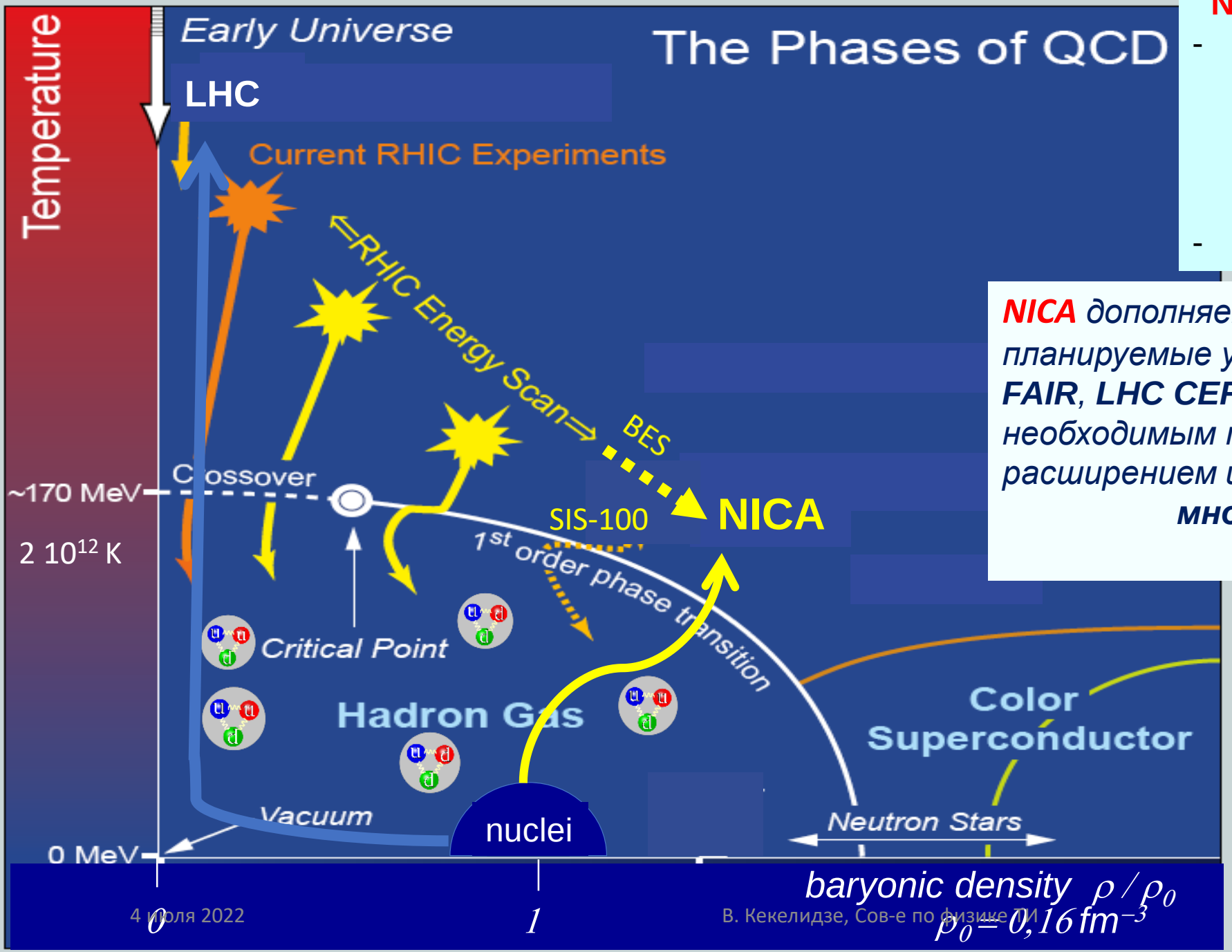
Синхрофазотрон *спроектирован и запущен в* ***1957*** *г. под руководством* ***В.И. Векслера****; впервые в истории энергия протонов –* ***10 ГэВ***



Нуклотрон – *первый в России синхротрон на основе* ***СП магнитов,*** *разработанных в ОИЯИ и названных «Дубненскими»; построен по инициативе и под руководством* ***А.М. Балдина****; запущен в* ***1993*** *г.*

16 октября 2023

Nuclotron based Ion Collider fAcility



NICA нацелена на изучение:

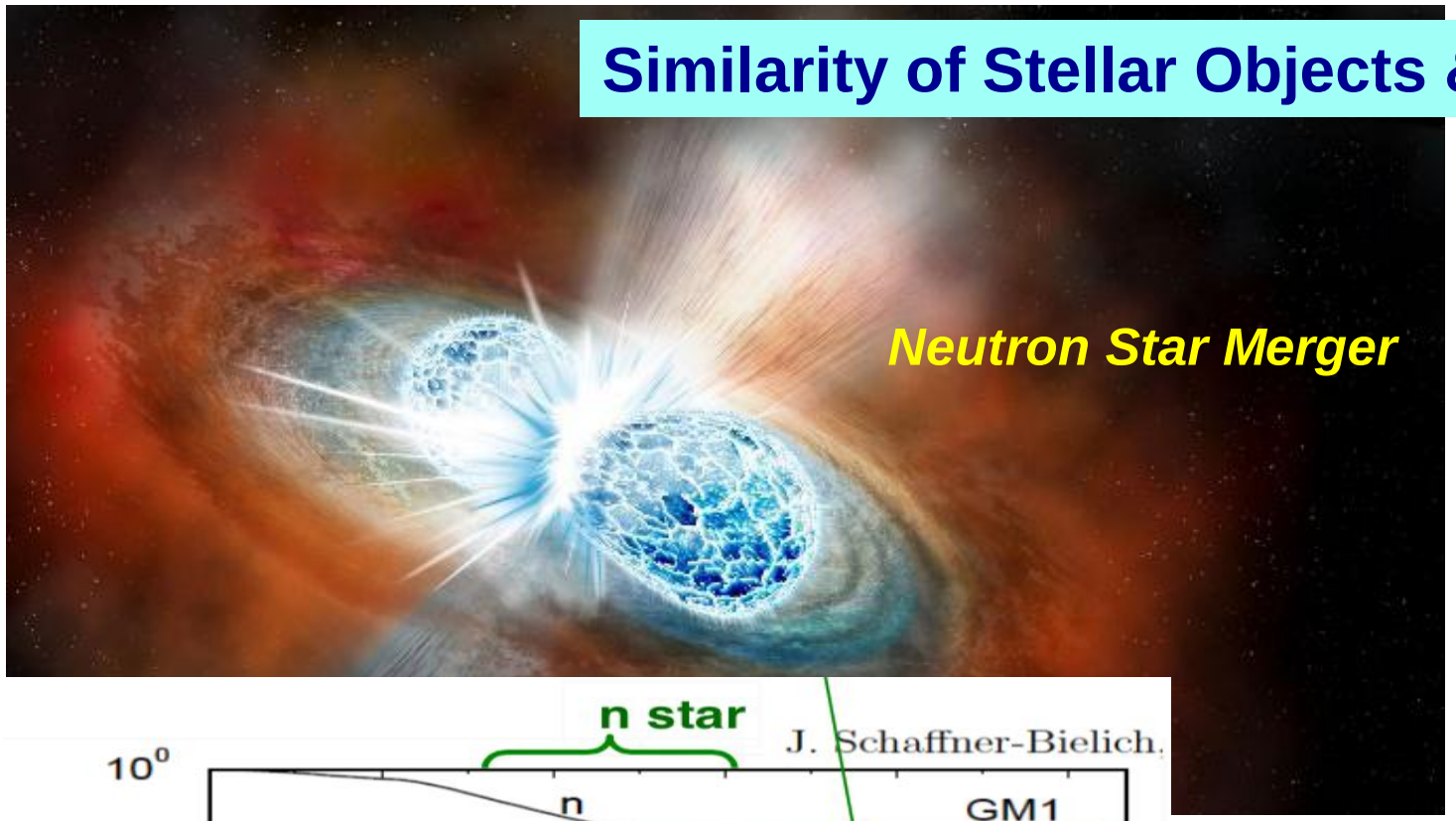
- **КХД диаграммы** в наименее изученной области **большой барионной плотности,** где *применение КХД на решетке не эффективно;*
- *спиновой структуры нуклонов.*

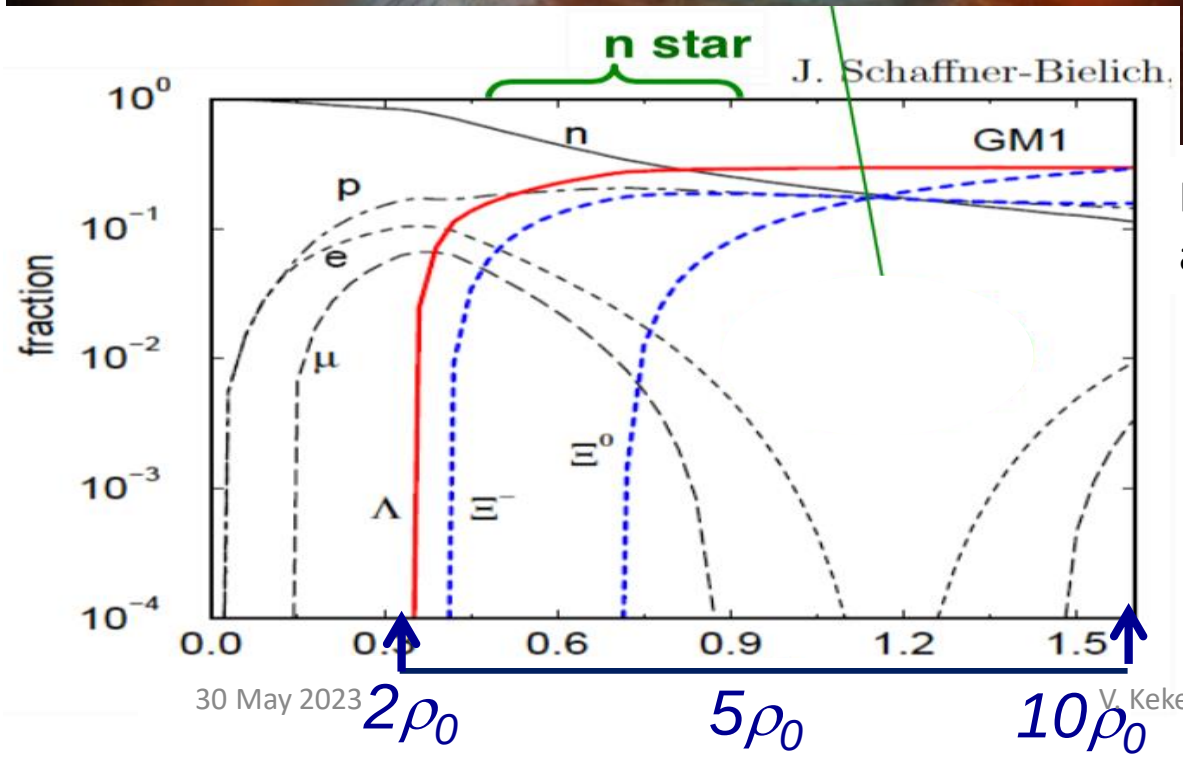
NICA *дополняет существующие и планируемые установки в мире (**SIS-100 FAIR**, **LHC CERN**) и будет необходимым продолжением и значительным расширением исследований на **RHIC BES:***

многообразие систем и энергии, точность.

*Все это также связано с **астрофизическими** исследованиями, которые интенсивно развиваются и могут ставить нам **новые вопросы**.*

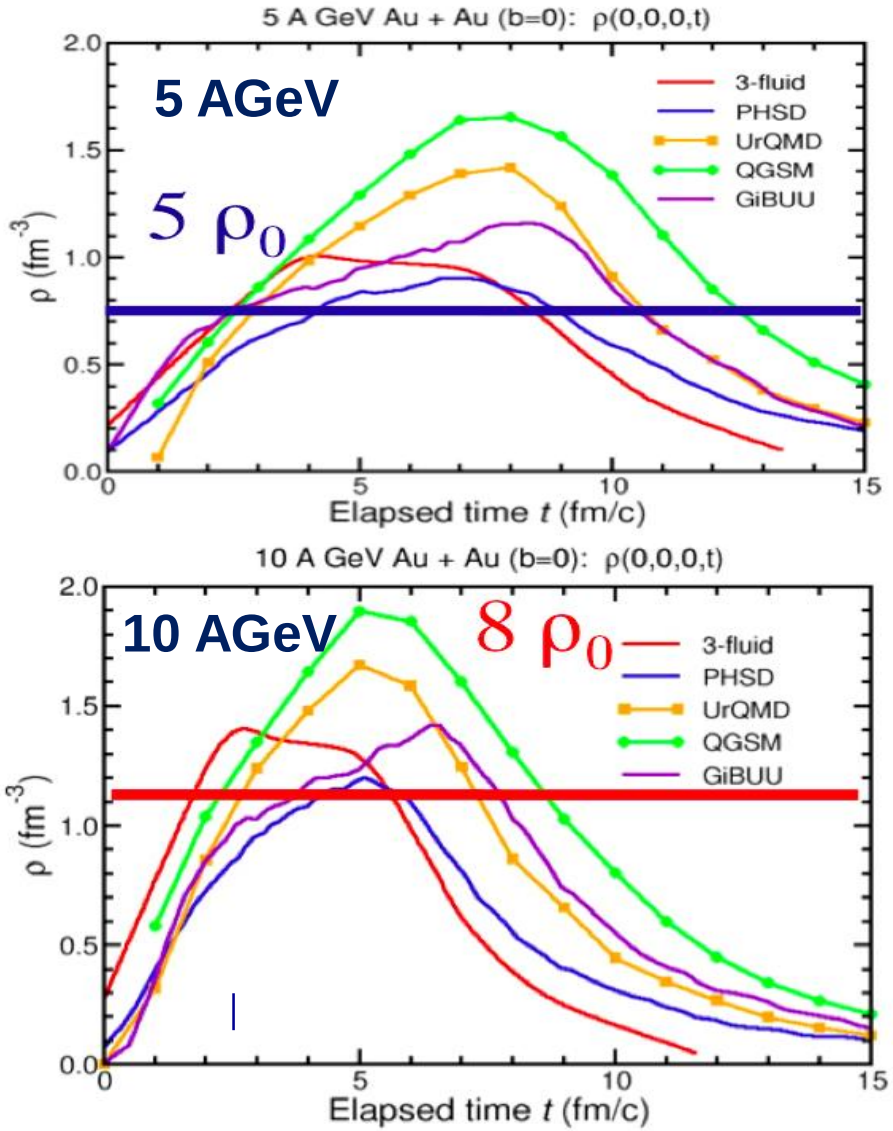
Similarity of Stellar Objects & Heavy Ion Collisions



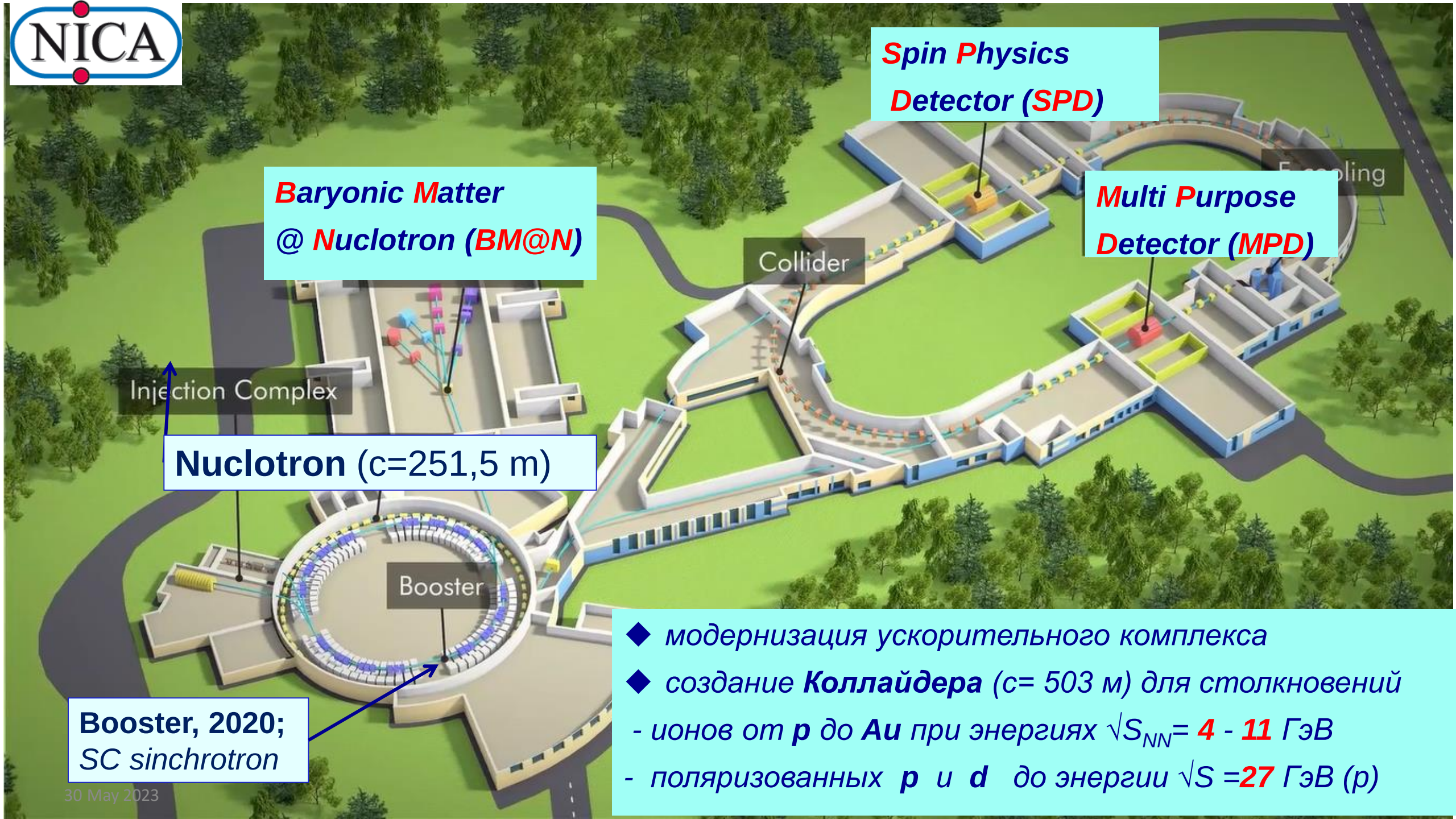


Bauswein et. al., arXiv:1809.01116

net baryonic density in Au + Au coll.



I.C. Arsene at al., Phys. Rev. C75 (2007) 24902.

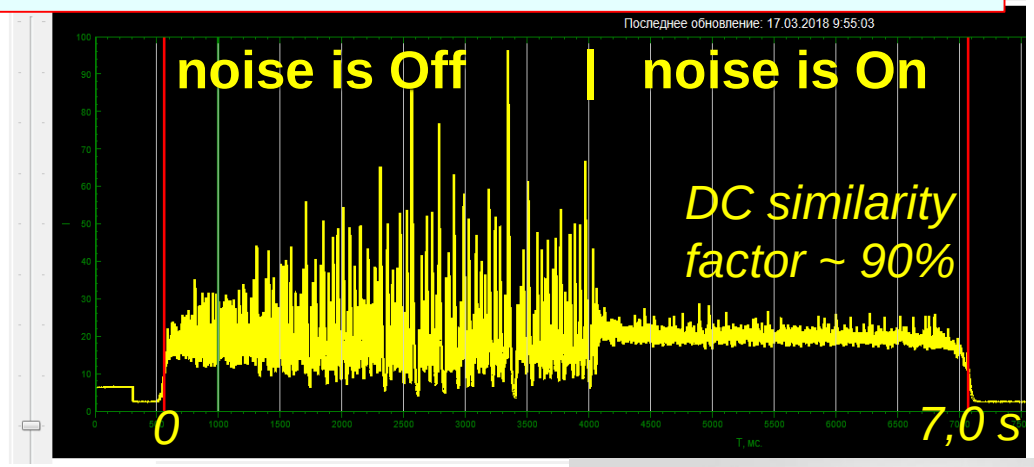


- *модернизация ускорительного комплекса*
- *создание **Коллайдера** (c= 503 м) для столкновений*
  - *ионов от **p** до **Au** при энергиях $\sqrt{S_{NN}}$= **4** - **11** ГэВ*
  - *поляризованных **p** и **d** до энергии $\sqrt{S}$ =**27** ГэВ (p)*

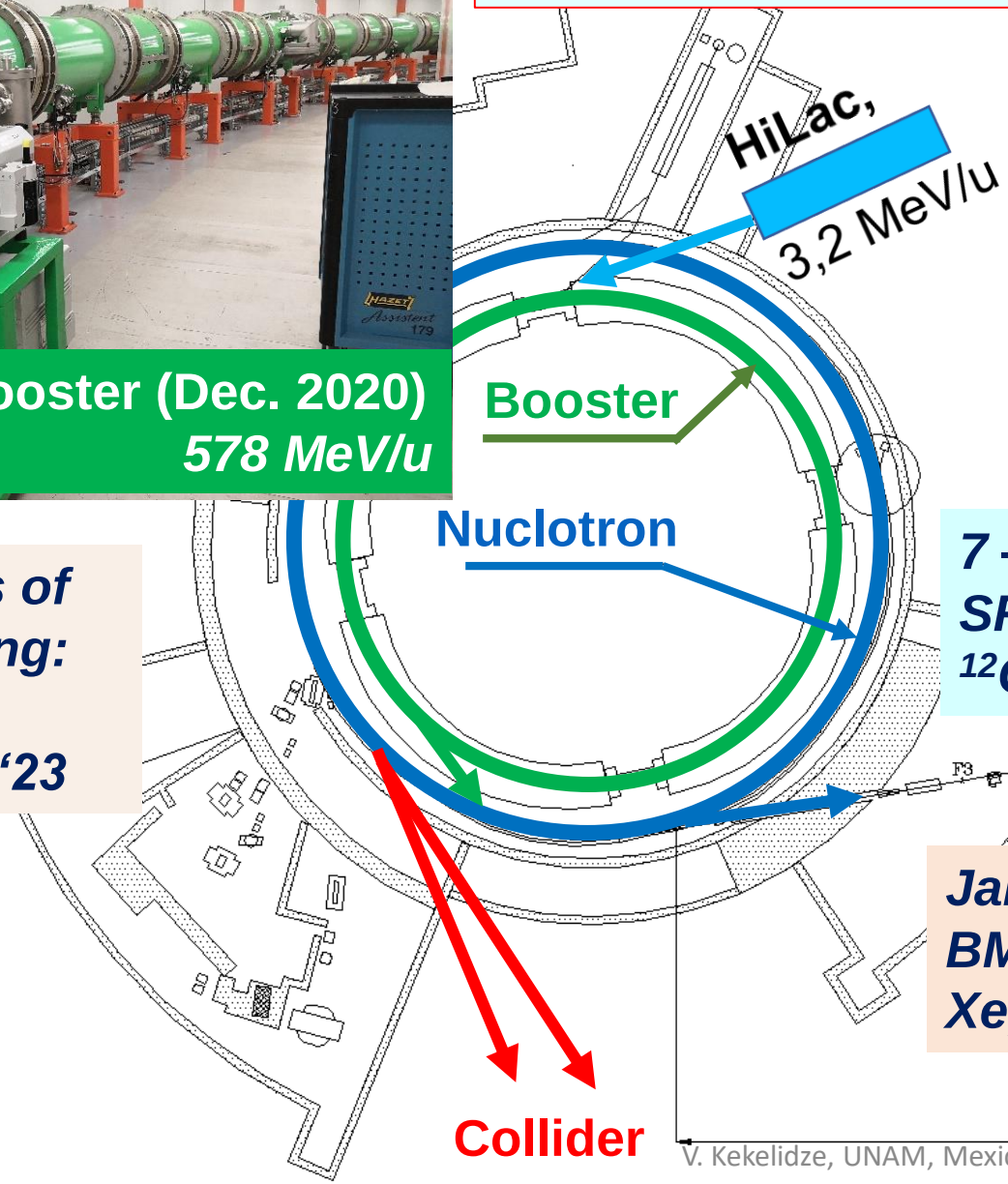
Accelerator chain - Injection System – is constructed & commissioned!

Booster (Dec. 2020)
578 MeV/u

Program of fixed target experiments has started !

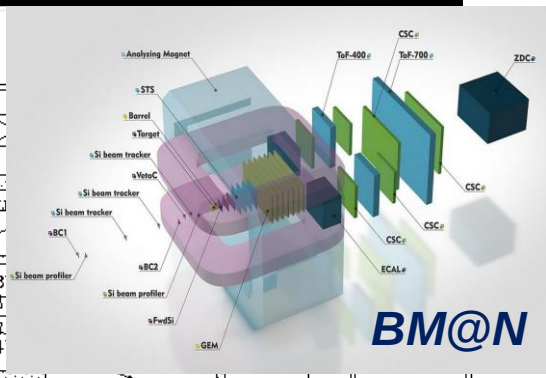


beam spill



resent stages of commissioning:
Jan –Mar ‘22;
Nov ‘22- Feb ‘23

7 – 29.03.2022
SRC experiment:
^{12}C, ~ 3 AGeV



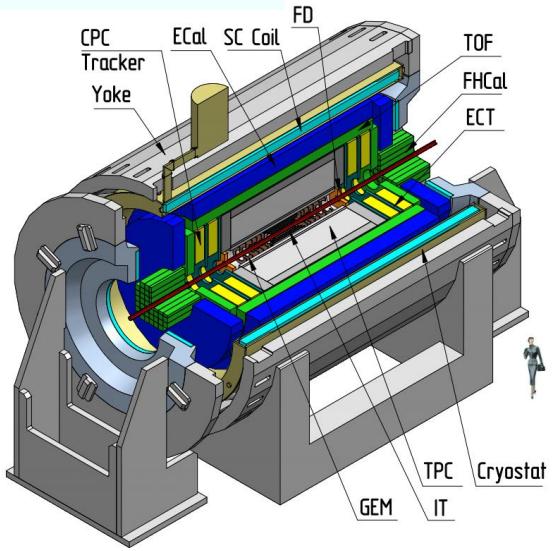
Jan 2023
BM@N experiment:
Xe, 3,8 AGeV

Bld. 205 (10 000 m^2)

This **basic facility** should be utilized by a **global scientific community** of users from the **JINR member states** and the **others**.

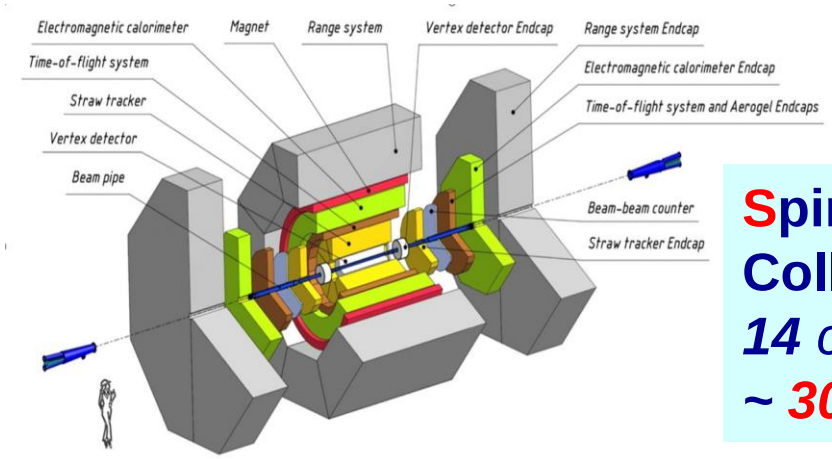
Baryonic Matter at Nuclotron (BM@N) Collaboration:

*7 Countries, **15** Institutions, **222** participants*



Multi Purpose Detector (MPD) Collaboration:

__11__ countries + __JINR__, __37__ Institutes, > __500__ participants

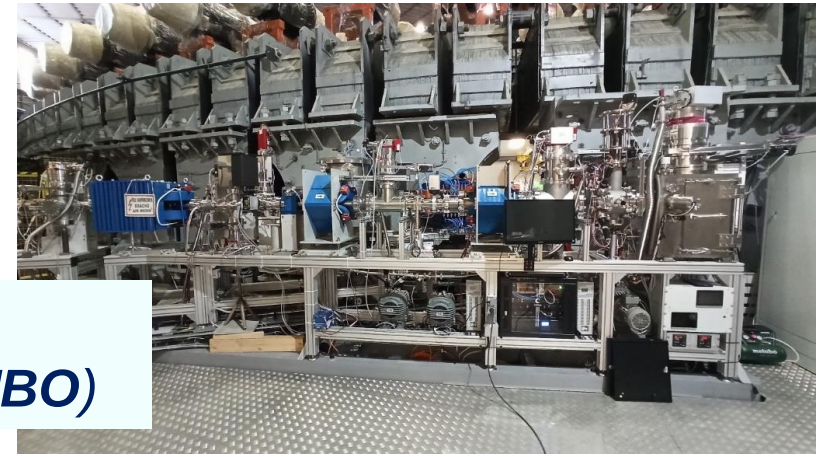


Spin Physics Detector (SPD) Collaboration:

__14__ countries, __32__ Institutes,
~ __300__ participants

ARIADNA

Applied **R**esearch **I**nfrastructure
for **A**dvanced **D**evelopments at **N**ICA f**A**cility



- ***S**tation **O**f **C**hip **I**rradiation (**SOChI**)*
- ***S**etup for **I**nvestigation of **M**edical **B**iological **O**bjects (**SIMBO**)*

Strategy for Information Technology and Scientific Computing at JINR

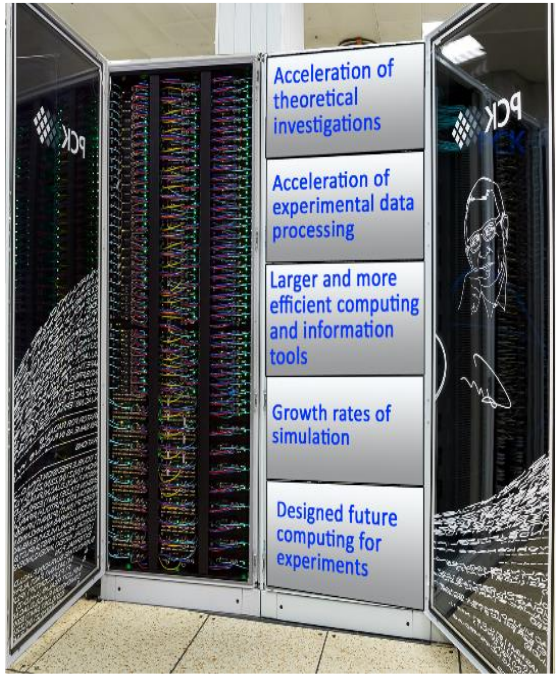
CONCEPT

*of the development of **IT technologies** & **scientific computing** is aimed at solving the strategic tasks of JINR through **advanced IT solutions** integrated into a **unified computing environment** that combines a variety of solutions, concepts and methods.*

*It will be **steady implementation / upgrades** of **Networking** (**Tb/s** range), Computing infrastructure within the **Multifunctional Information & Computing Complex (MICC)** and **"Govorun" Supercomputer**, **Data center** infrastructure, **Data Lake** & **long-term storage** for all the experiments.*

A variety of means will be used for ***IT specialists upskilling.***

Supercomputer "Govorun" Current status:



138 hyperconverged nodes;
40 GPU accelerators;
Total peak performance:
1.1 Pflops DP; 2.2 PFlops SP
Total capacity of Hierarchical Storage: **8.6 PB**
Data IO rate: **300 Gb/s**

MICC as Resources Provider for NICA, LHC, HL LHC, Baikal-GVD, etc.

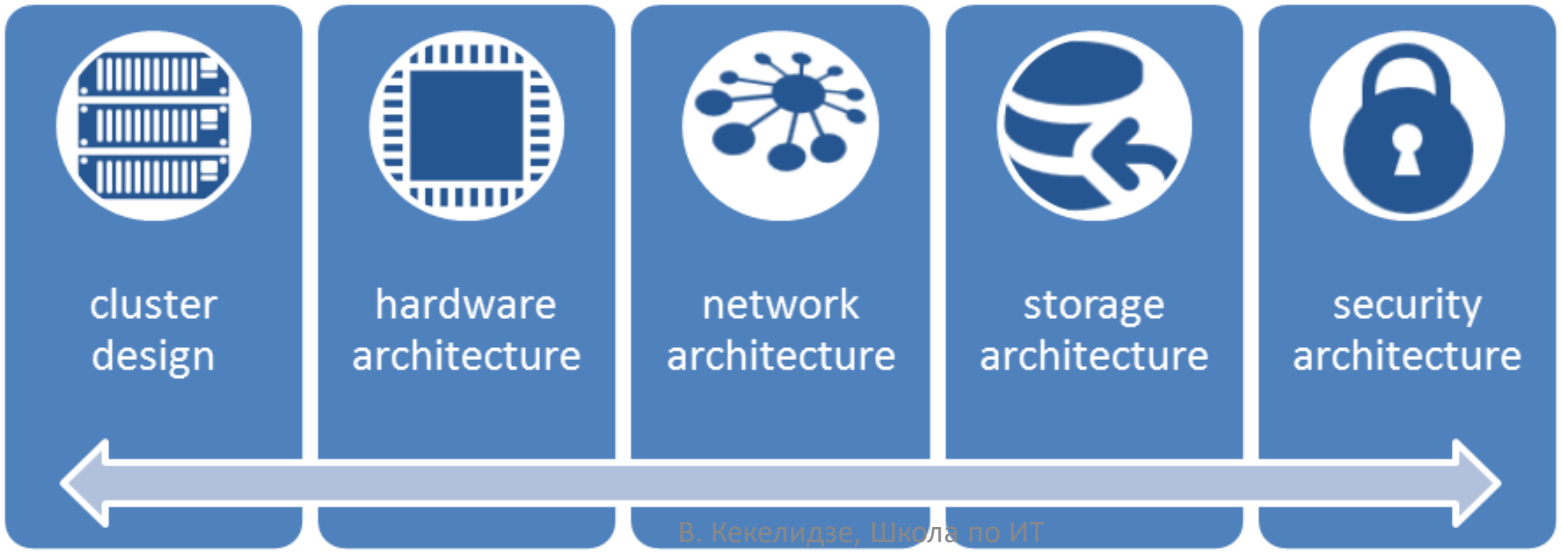
- **HEP projects** deal with a **huge amount** of experimental data.
- **Distributed heterogeneous computing** will be used in future to support all the projects.

Computing needed for: **NICA Tier0 – Tier1 – number of Tier2**

Baikal-GVD, NOVA, JUNO – **all types of resources**

LHC@HL-LHC – Tier1 for CMS, Tier2 for ATLAS, ALICE

Big Data strategy at JINR



Лаборатория радиационной биологии

Объединенный институт ядерных исследований

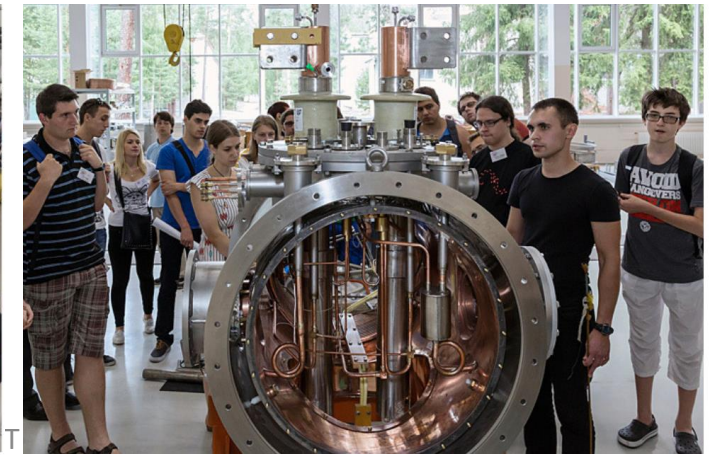
Научные исследования :

- *молекулярная радиобиология;*
- *медицинская радиобиология;*
- *математическое моделирование;*
- *радиационная генетика;*
- *радиационная физиология;*
- *радиационные исследования;*
- *радиационная цитогенетика;*
- *радиационная нейродегенерация;*
- *астробиология.*

Развитие вивария, визуализации и томографии животных, микроскопии сверхвысокого разрешения; оборудование для мульти-OMICS исследований; строительство лабораторных блоков III радиохимического класса; исследования и разработки компактных облучателей для исследований клеток.

University Centre

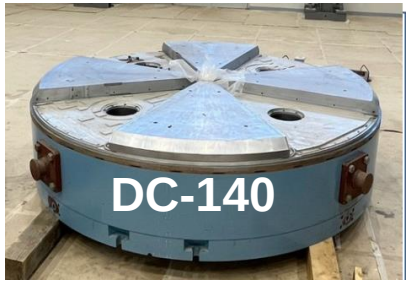
- ***International Student Practice in JINR Fields of Research -*** *a three-week program aimed at attracting talented young people to the Institute;*
- ***START Program for students - STudent Advanced Research Training -*** *helps to find a supervisor for future BSc, MSc, or PhD theses, & increased the chances to join the international team of JINR;*
- ***International Remote Student Training (INTEREST) - n****ew online program for science / engineering / IT students (starting from their 2nd year) & postgraduates from all over the world intended to help to choose a research project in one of the science fields at JINR and facilitate communication with project supervisors;*
- ***Engineering and Physics Training*** *- staff for the Institute & the Member States at the currently operating modern physics facilities. The key feature of EPT is the opportunity to do hands-on work using real equipment.*
- ***Programmes for physics teachers - t****he aim is to reduce the distance between School & fundamental science, to promote scientific knowledge among general public*



INNOVATIONS: International Centre for Nuclear Technologies Research

OMICS@LRB: *neuroradiobiological studies; radiation neuroscience; approaches to increase radio-sensitivity: pharmaceuticals, transgene systems, targeted delivery (molecular vectors) & radionuclide;*

ARIADNA*: applied beams@NICA (ions from MeV/u to GeV/u): radiobiological studies (400-800 MeV/n); radiation testing of micro-electronics (3; 150- 350 MeV/n); nuclear physics @ 1-4.5 GeV/n. SOCHI is ready; full-scale* ***2024****;*



New with ***DC-140*** ***cyclotron*** *for electronic component testing, radiation material science, track pore membrane research and production, etc. ; (****2021 - 23****);*

New research ***proton cyclotron*** ***MSC-230*** *for R&D in beam therapy: treatment planning; radio-modificators for photon & proton therapy, flash-therapy, pencil beam (10 μA, >5 Grey/liter target @ 50 ms pulse); a pilot facility for future medical centre (****2021– 24****).*

Radiochemical Laboratory Class-I *for production of radioisotopes (Ac225, 99mTc) for nuclear medicine in photonuclear reactions @ 40MeV Rhodotron accelerator (****2022–27).***

MAP of the JINR International Scientific Expertise

ряд знаковых событий

Сессия **КПП** в **Болгарии** (*ноябрь **2021***):
принята **Софийская Декларация**

President Rumen Radev at CP session

Сессия **КПП** в **Египте** (*ноябрь **2022***):
представлен **7**-летний план развития **ОИЯИ**

Декларация о кооперации **ОИЯИ –Мексика**
подписанная на **133** сессии **УС**

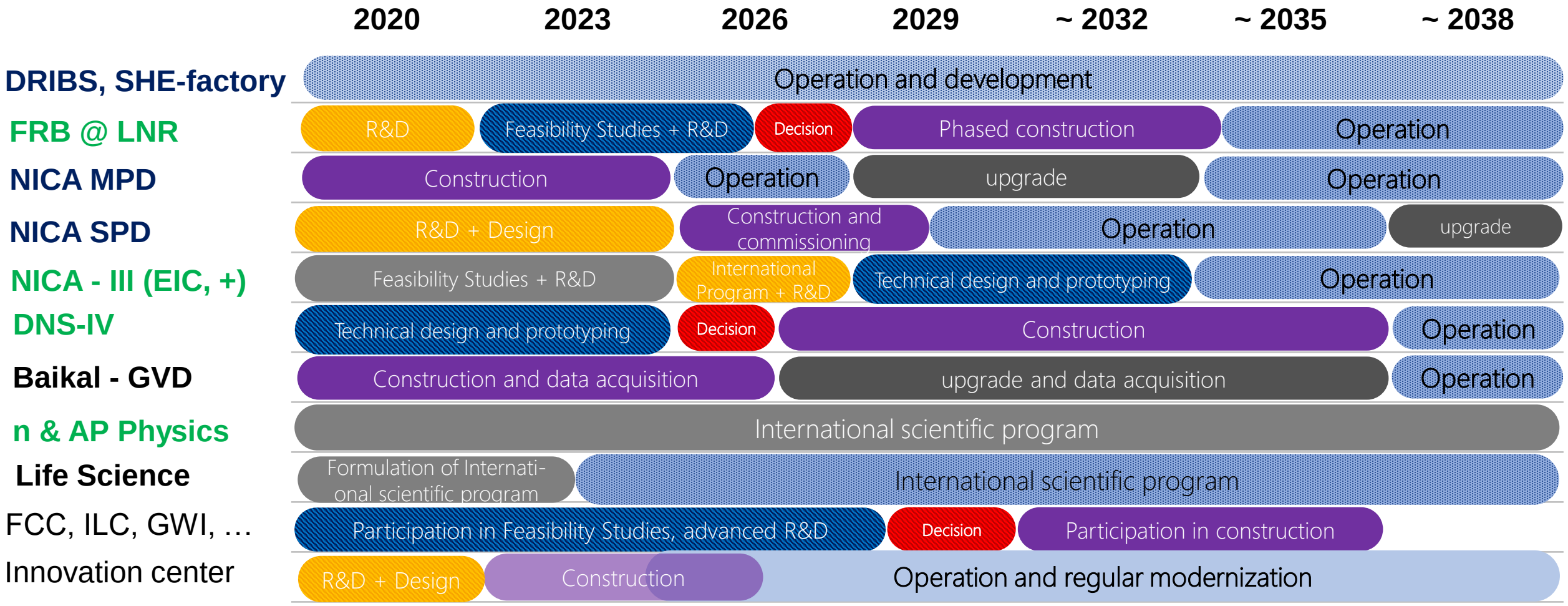
первое заседание
координационного комитета ***Китай-ОИЯИ***

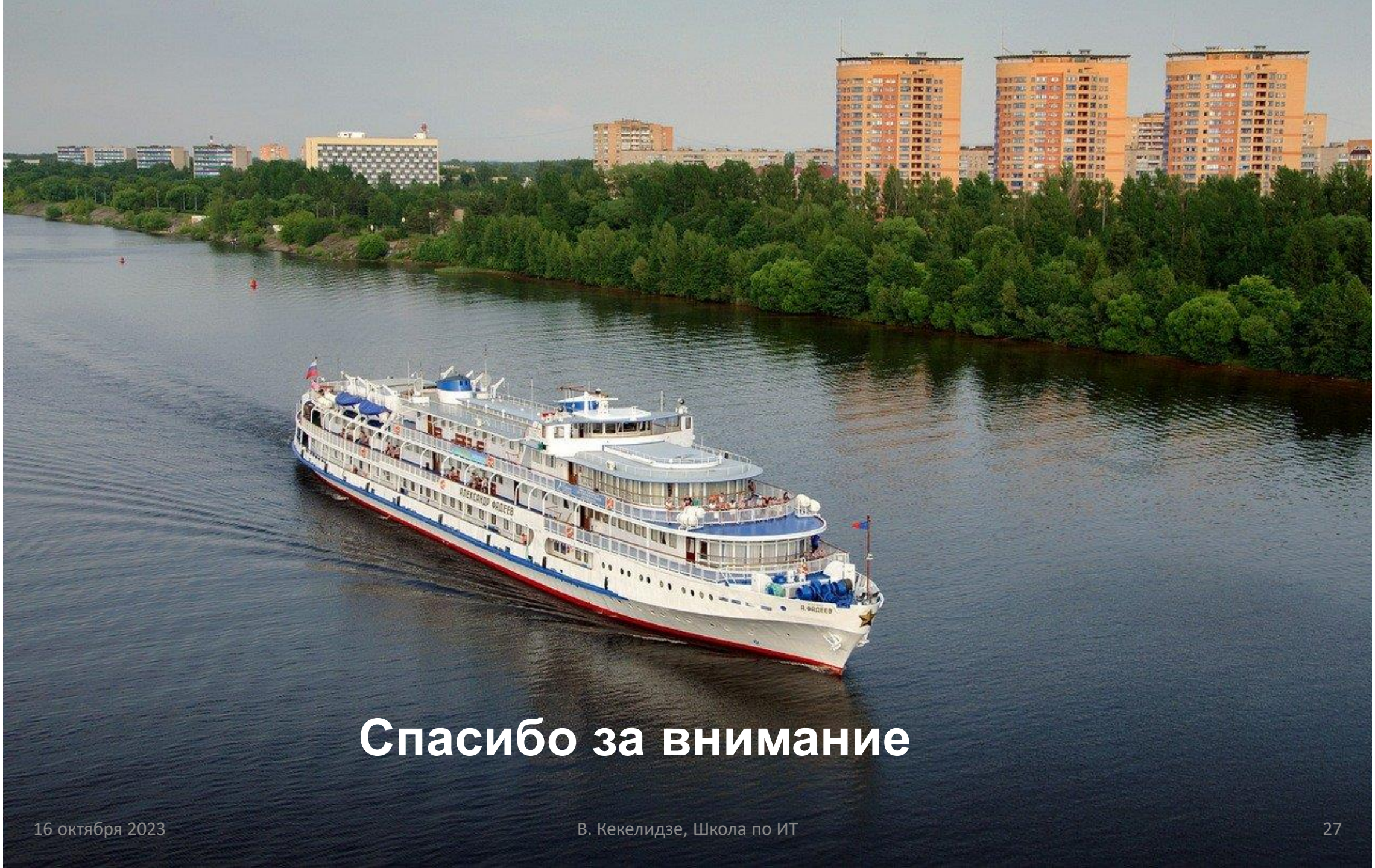
На 134 сессии Ученого Совета ОИЯИ (сентябрь 2023г.) был представлен и одобрен 7-летний план развития Института

The 7-year plan (2024 – 2030) was approved at the CP session

*The long-term development strategic plan of JINR up to **2030** & beyond, along with the improvement of the research infrastructure & the formation of an advanced multidisciplinary scientific programme is aimed at the comprehensive development of intellectual potential & strengthening of the Institute as an international i scientific organization.*

Matrix of JINR Key Projects





Спасибо за внимание