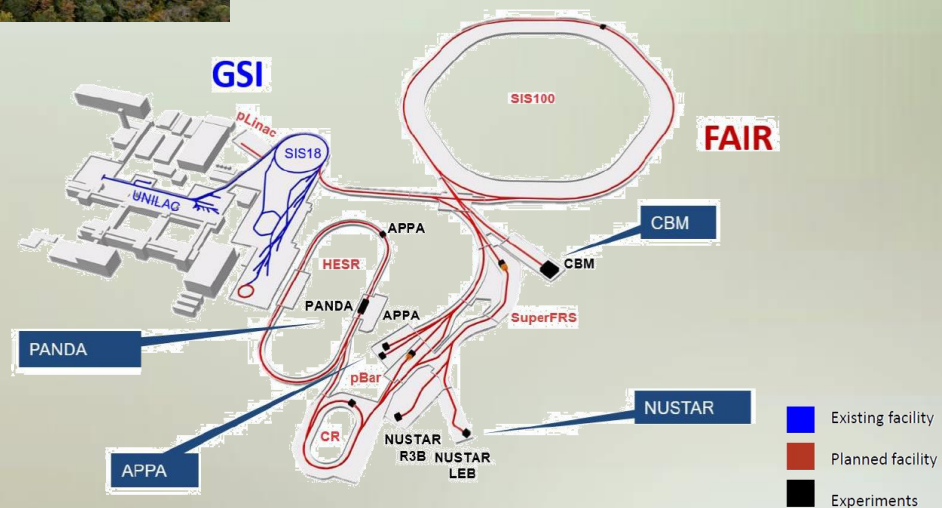


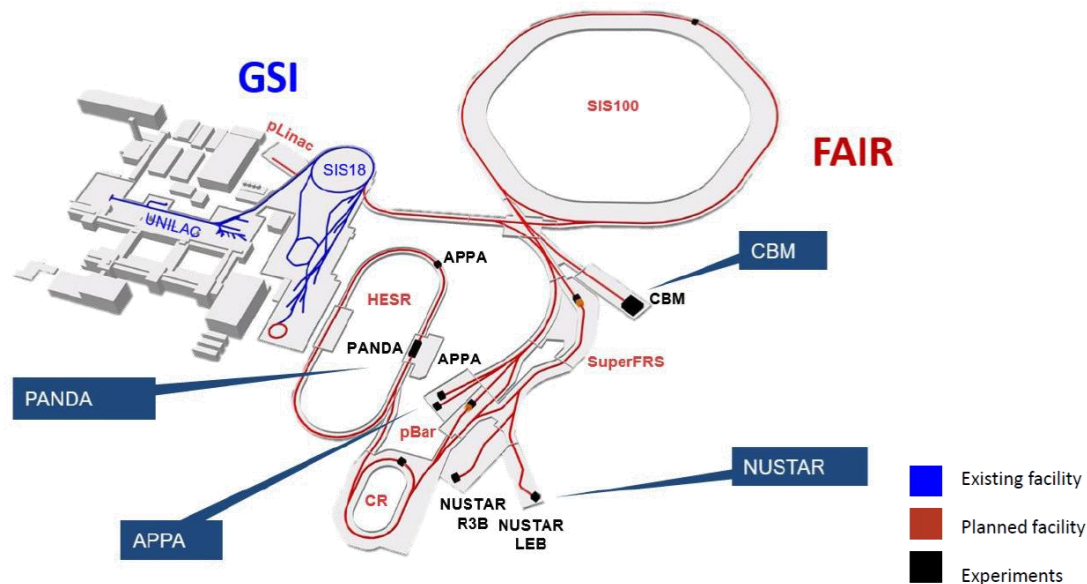
Статус FAIR.



Ю. Рябов, ЛРЯФ ОФВЭ

FAIR – Facility for Antiproton and Ion Research – принятый к осуществлению международный проект в GSI, Дармштадт. (~ 3 000 users from ~ 50 countries)

Страны-участники – Австрия, Китай, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Индия, Италия, Польша, Румыния, Россия, Словения, Словакия, Испания, Швеция, Англия



Существующий ускорительный комплекс GSI, содержащий линейный ускоритель UNILAC, синхротрон тяжелых ионов SIS18, фрагмент-сепаратор FRS и накопительное кольцо ESR (показано серым), и новый проект, включающий двойное кольцо синхротронов SIS100/300, высокоэнергичное накопительное кольцо HESR, коллекторное кольцо CR, новое накопительное кольцо NESR и фрагмент-сепаратор Super-FRS (показано красным).

Научная программа, одобренная интернациональным комитетом в 2006 г., содержит 4 направления (14 экспериментов):

APPA – атомная физика и физика плазмы, прикладные исследования в биологии и медицине, материаловедение

CBM – физика адронов и кварков в плотной ядерной материи, гиперядерная материя

NuSTAR – структура ядер, ядерные реакции, астрофизика, пучки радиоактивных ионов

PANDA – структура и спектроскопия адрона, странная и очарованная физика, гиперядерная физика на антипротонных пучках

Первичные пучки

- $10^{12}/s$, 1.5–2 GeV/u, ионы до ^{238}U
- $2 \times 10^{13}/s$, 30 GeV, протоны
- вплоть до 90 GeV, протоны
- $10^{10}/s$, 8 - 40 GeV/u, ионы до ^{238}U

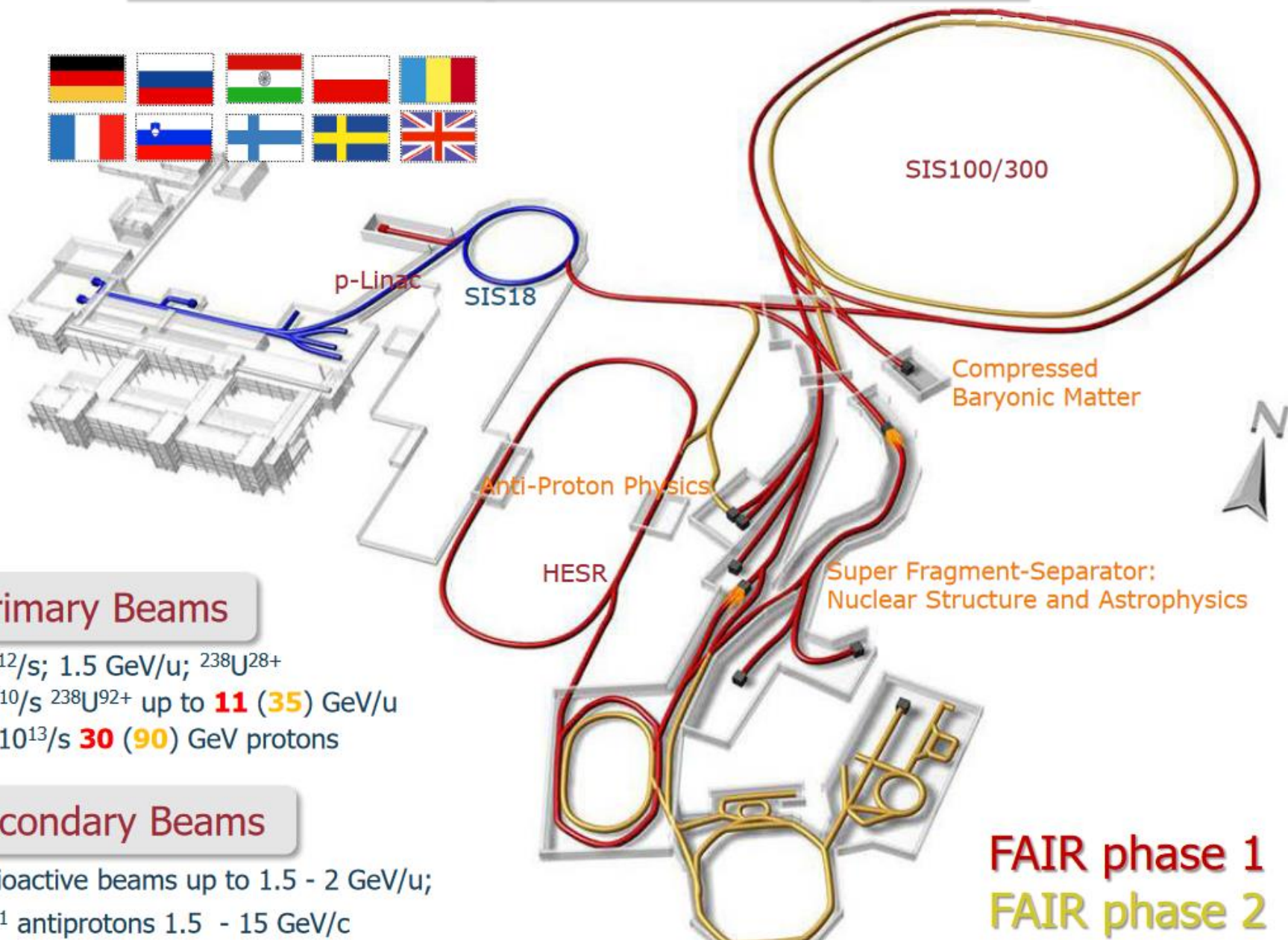
Вторичные пучки

- широкий набор радиоактивных пучков, 1.5–2 GeV/u
- антипротоны, 3–30 GeV

Накопительные кольца

- радиоактивные пучки
- e-A коллайдер
- $10^{11}/s$, накопленные и охлажденные антипротоны, 0.8–14.5 GeV

FAIR. Стартовая версия



Primary Beams

- $10^{12}/s$; 1.5 GeV/u; $^{238}\text{U}^{28+}$
- $10^{10}/s$ $^{238}\text{U}^{92+}$ up to **11** (**35**) GeV/u
- $3 \times 10^{13}/s$ **30** (**90**) GeV protons

Secondary Beams

- radioactive beams up to 1.5 - 2 GeV/u;
- 10^{11} antiprotons 1.5 - 15 GeV/c

FAIR. Стартовая версия

FAIR Project Time schedule



FAIR Council decided in February 2020 the Intermediate Objective (IO) (marked dark green) as an interim step towards full MSV.

The IO comprises

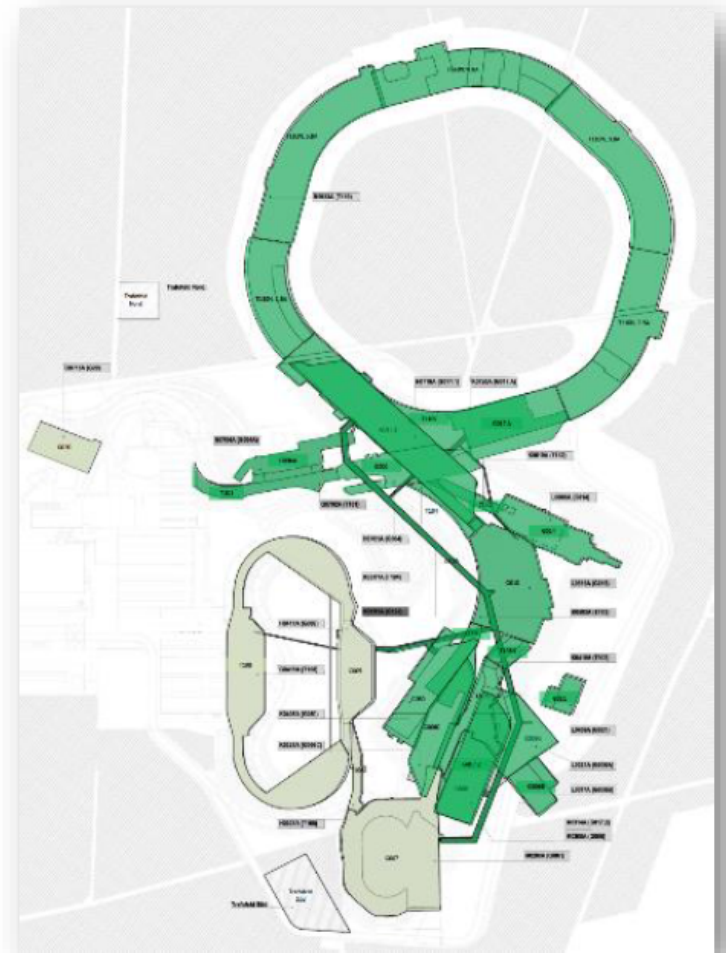
- the full scope of accelerator and experiments for the MSV
- the realization of the buildings for MSV except the buildings for CR, HESR and pLinac.

The engineering for the buildings HESR, CR and pLinac (marked light green) is continuing, while these buildings will be realized when funding is approved by FAIR Council.

Start of Early science IO is planned for end 2025 with parts of NUSTAR and APPA Cave.

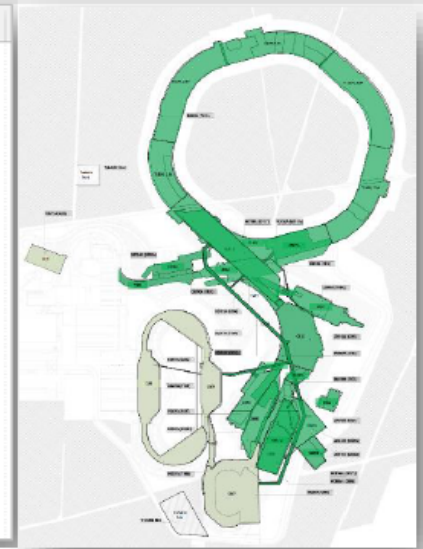
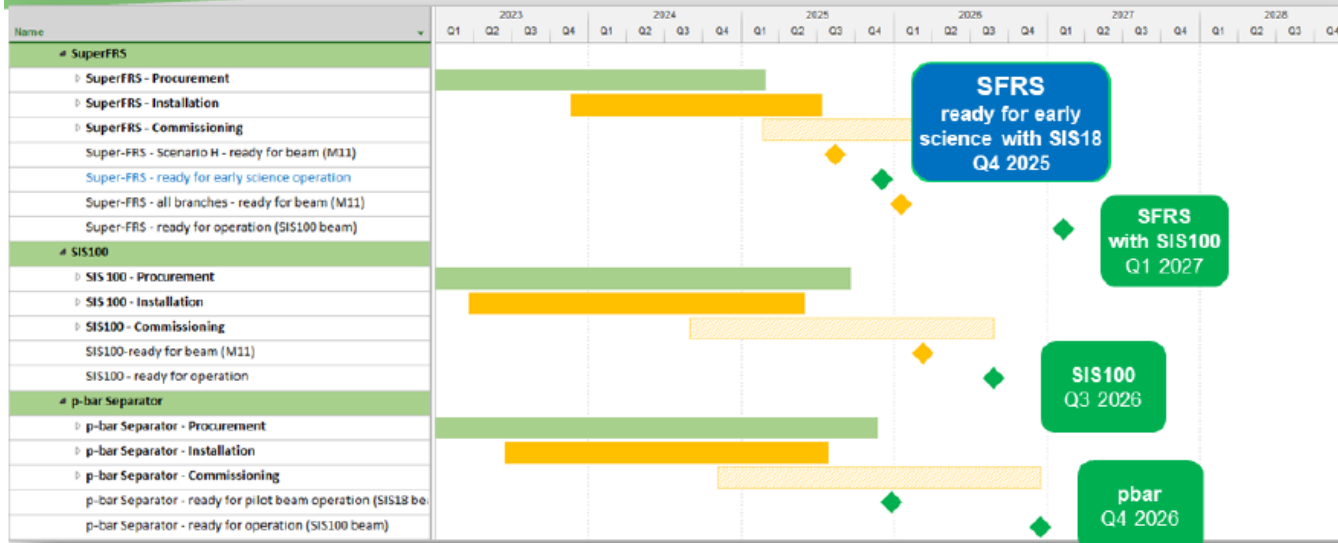
The completion of IO is foreseen in 2027.

Critical Path of the FAIR project is the on-time delivery of ACC components as per Baseline 2021

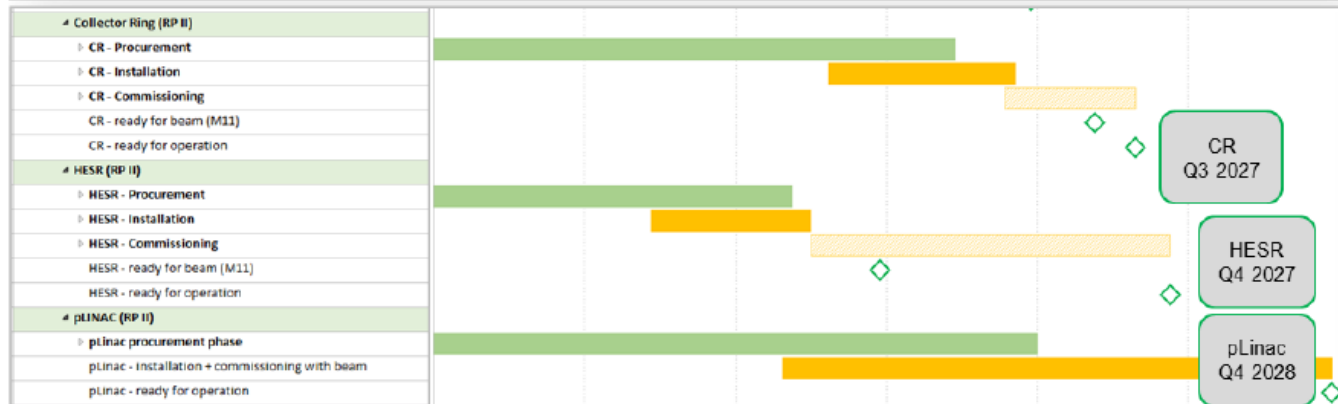


FAIR. Стартовая версия

FAIR Baseline schedule 2021



Critical Path of the FAIR project is the on-time delivery of ACC components as per Baseline 2021

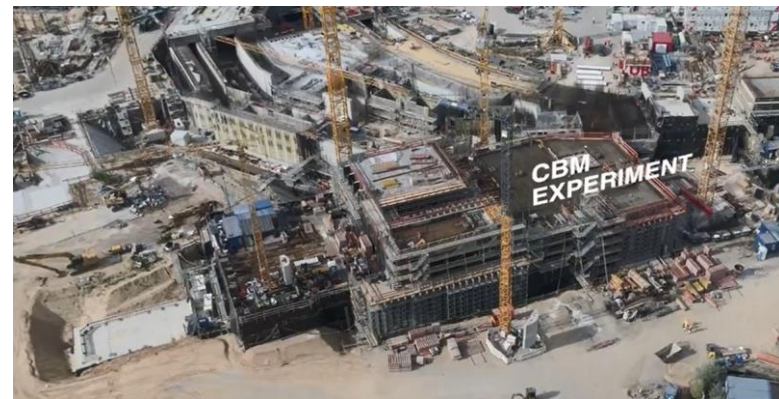


Realization timeline of the buildings for CR, HESR and pLinac currently not secured - awaiting the funding approval by FAIR Council

FAIR. Стартовая версия



November 2022



Сессия УС ОФВЭ, 22 декабря 2022



Novemb

FAIR. Новый план.

Experiments:



Contracted:

IHEP: PANDA PWO crystals (1981 pcs.), (II.19.1):	23.327 M€
IHEP: PANDA Barrel base materials, 1.4.1.10.1.8.1 (XX.13.24):	1.006 M€
IHEP: PANDA mechanical structure of EM calorimeter, (VI.11.2):	0.680 M€
IHEP: HEDGeHOB for high-gradient quadrupoles, (XI.19.3):	2.844 M€
Budker: PANDA - yoke for SC solenoid, (VI.11.3):	2.800 M€
Budker: PANDA SC. solenoid (besides yoke), (XI.19.4):	1.000 M€
Budker: CBM- SC. dipole, contract negotiations, (XI.19.5):	4.420 M€
JINR: CBM -Ladders for STS tracking system, (IX.18.4):	3.758 M€
PNPI NUSTAR HV distribution system NeuLAND, (VIII.19.5):	2.115 M€
PNPI: Mech. structure of CBM RICH detector, (XI.19.6): (0.250 M€ more in Priority 2, total price: 1.450 M€)	0.415 M€
PNPI: Components for CBM-MUCH, (XVI.12.4): (1.200 M€ more in Priority 2, total price: 3.022 M€)	1.200 M€
PNPI: NUSTAR – Tracking Detectors, 1.2.5.1.2.1.4 (XXI.6.9):	1.822 M€
INR- Modules for CBM – PSD, (XVI.12.3):	0.489 M€
	0.778 M€

Assignments: (this also includes the Priority 2 components)

IHEP: PANDA Forward Shashlyk Calorimeter, 1.4.1.11.1 (XXI.6.10)	7.648 M€	(Priority 2)
JINR: PANDA – Muon System, 1.4.1.13.5 (XXI.6.11)	1.352 M€	(Priority 2)
JINR: NUSTAR – R3B, 1.2.5.1.2.3.2.2 (XXII.13.4)	2.318 M€	
PNPI: NUSTAR – Sci. bars & Read-out Elec. NeuLAND, (VIII.19.4):	0.300 M€	(Priority 2)
PNPI: Components for CBM-RICH, 1.1.1.3.1.2.2 (XI.19.6)	0.585 M€	(Priority 2 part)
PNPI: Components for CBM – MUCH, 1.1.1.3.2.3.2 (XVI.12.4):	0.250 M€	(Priority 2 part)
PNPI NUSTAR ACTAF-2 small chamber work packageCo1, (XXIII.12.8)	1.200 M€	
ITEP: TOF detector for CBM, 1.1.1.5.4 (XXI.6.8)	0.175 M€	
ITEP: APPA Wobbler, 1.3.2.1.4.1 (XXI.6.12):	0.468 M€	(Priority 2)
	1.000 M€	

Commitment (all figures Jan. 2005 prices):(Convention, signed)

Cash, including:	178.050 M€
Cash (beyond contributions to ACC. & EXP.:	178.050 M€
Accountable contribution to accelerators:	44.500 M€
Of which assigned and partly contracted: 65.236 M€	66.314 M€
of which manpower (not acc. cost book): 6.314 M€	
Accountable contribution to experiments:	24.270 M€
(of which assigned: 24.270 M€ + Priority 2 components = 30.975 M€)	
Planned additional contribution to experiments acc. to Russian Eols:	29.290 M€
Planned but not specified cash contribution to accelerators:	13.676 M€

Required additional commitment in cash (XVII.6.3):

By June 2016	43.100 M€
Status of Commitment: Confirmed (Statement 25 th Council Meeting).	27.500 M€
By 2019	15.600 M€
Status of Commitment: Confirmed (Statement 25 th Council Meeting).	

5b) Termination of Russian Contracts – consequences



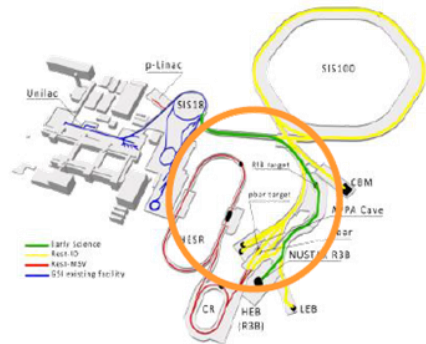
International Partners of FAIR	Contract Status
Joint Institute for Nuclear Research	all contracts continue
Russian Partners of FAIR	Contract Status
PNPI Petersburg Nuclear Physics	all contracts terminated
Budker Institute of Nuclear Physics	all contracts terminated
Institute for Nuclear Research	all contracts terminated
Institute for High Energy Physics	all contracts terminated
Innovation Center ITEP	all contracts terminated
D.V. Efremov Scientific Research	all contracts terminated
Ioffe Institute	all contracts terminated

CC cancelled and not fully delivered

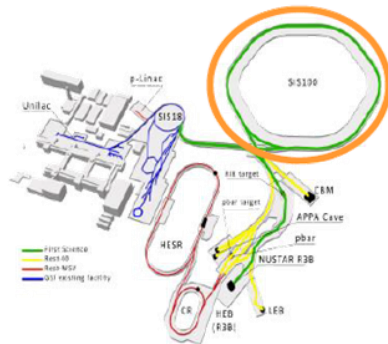


Pillar	Provider	Contract name	Main PSP	Costbook-Value [€ 2005]	Contracting Value [€]	Costbook Incurred (spent&lost) [€ 2005]	
CBM	PNPI	CC1.1.1.3.1.2.1 RICH	1.1.1.3.1.2.1	1,200,000	1,615,237	585,839	First Science +
CBM	PNPI	CC1.1.1.3.2.3.1 MUCH	1.1.1.3.2.3.1	1,822,000	2,457,436	759,899	
CBM	INR	CC1.1.1.6.2.1 PSD	1.1.1.6.2.1	778,000	993,034	737,337	
CBM	BINP	CC1.1.1.7 SC dipole magnet	1.1.1.7	3,758,000	4,961,650	2,155,741	Time-critical
NUSTAR	PNPI	CC1.2.5.1.2.1.4 Proton arm spectrometer	1.2.5.1.2.1.4	489,300	720,300	256,203	Early Science
NUSTAR	PNPI	CC1.2.5.1.2.5.4 NeuLAND - HV distribution system	1.2.5.1.2.5.4	415,000	571,370	402,586	
NUSTAR	PNPI	CC1.2.5.2.3.2.1 ACTAF 2	1.2.5.2.3.2.1	174,700	272,900	83,734	
APPA	IHEP	CC1.3.2.1.2.1 Supercond. large aperture quadrupole magnets	1.3.2.1.2.1	2,800,000	3,802,143	1,968,144	First Science ++
PANDA	IHEP	CC1.4.1.10 Barrel EMC Mechanics, IHEP	1.4.1.10.1.1.1	2,844,000	3,857,509	2,680,315	MSV
PANDA	BINP	CC1.4.1.15 Superconducting Solenoid, BINP	1.4.1.15	5,420,000	7,270,000	3,637,088	
				19,701,000	26,521,579	13,246,884	

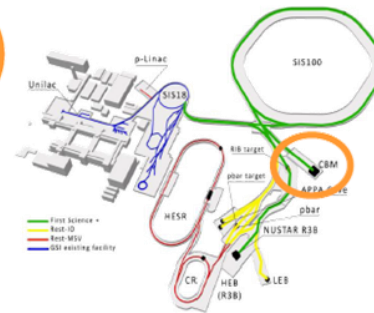
FAIR. Новый план.



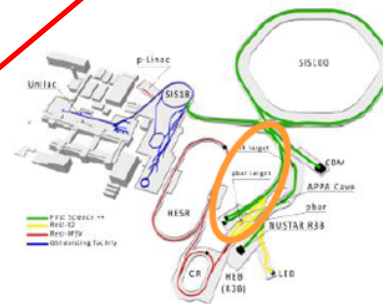
Early Science



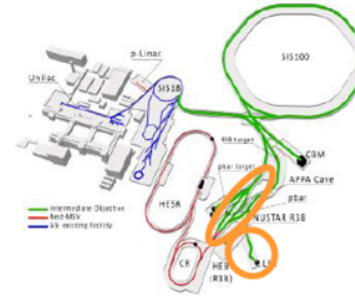
First Science



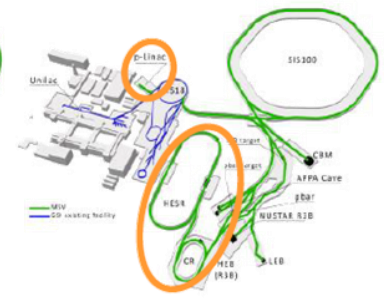
First Science +



First Science ++



Intermediate Objective



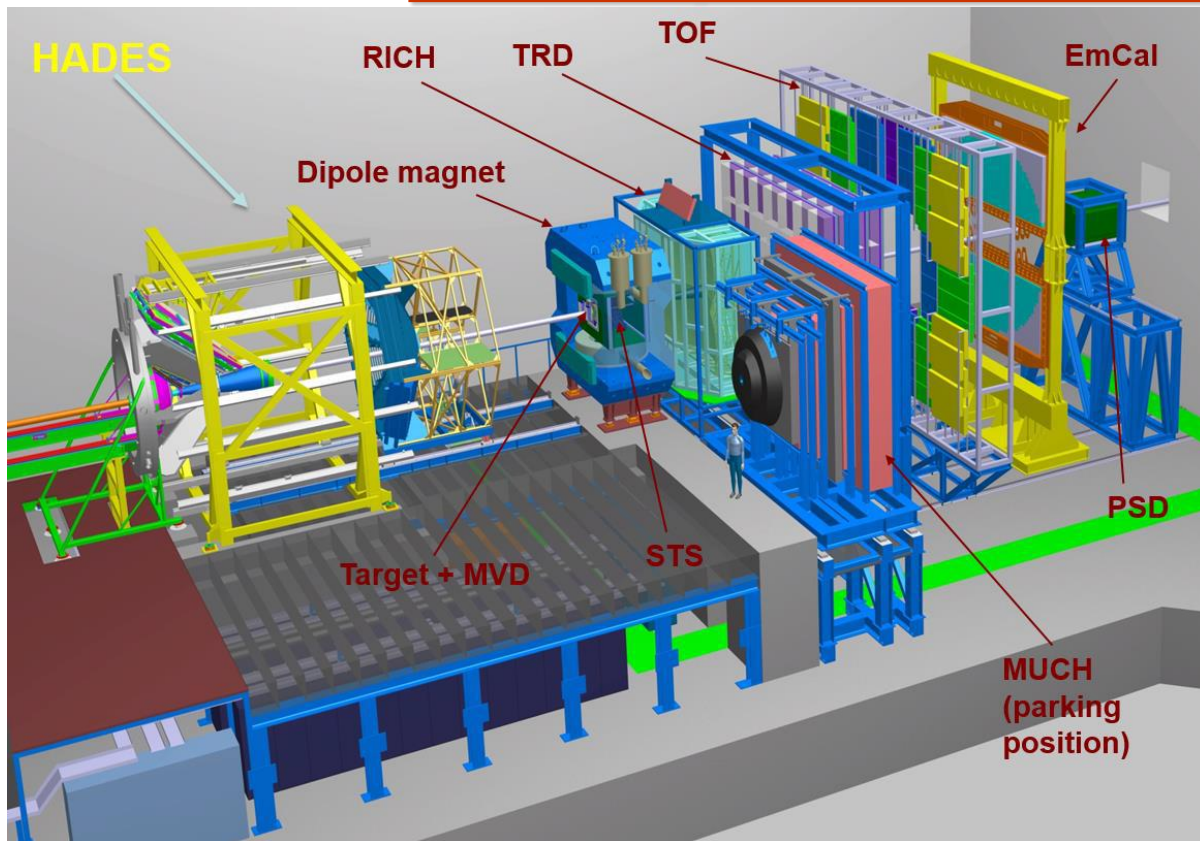
Modulare Startversion

Report
from the Committee for
First-Science and Staging
Review of the FAIR Project
Submitted to FAIR Council,
October 2022

The committee also outlined recommendations specific for the FAIR Council:

- The committee recommends a budget cap of an additional 500 million euro beyond the already approved 2.151 billion euro to complete the phase of the project that includes SIS100, S-FRS into HEB and CBM. This budget cap includes the funds needed to replace the missing Russian (hardware) components.

Эксперимент CBM.



CBM (Compressed Baryonic Matter) – эксперимент по изучению ядро - ядерных и протон - ядерных взаимодействий на выведенном пучке.

Основная цель эксперимента — исследование сверхплотного барионного состояния материи.

Концепция эксперимента
– сверхпроводящий дипольный магнит, трековая система (8 станций силиконовых камер), затем PID.

$dp/p \approx 1.8\%$ ($p > 1 \text{ GeV/c}$, 1 Tm field)

Идентификация лептонов необходима для выполнения программы эксперимента (л.в.м (ω, ρ, ϕ), ($J/\Psi, \Psi'$), ди-лептонный континуум, лептоны от распадов тяжелых ароматов и т.д.).

Необходимо подавление пионов $> 1/5000$ (сейчас по проекту 1/10000) (RICH ($>1/100$ до 7-10 ГэВ/с) + TRD).

Эксперимент CBM.

ПИАФ участвует в создании двух детекторов лептонной идентификации RICH и MuCh.

Decision XI.19.6:

The Council agrees to the collaboration between FAIR GmbH and the NRC Kurchatov Institute, Gatchina (PNPI) regarding the production of the following components of the detector of the CBM collaboration:

- Mechanical Support Structures including Shielding Box for Camera and Gas System for the Ring Imaging Cherenkov Detector (RICH), (PSP 1.1.1.3.1.2)

This agreement is valid under the assumption that PNPI provides these components for the 2005-price including an inflation correction similar to that for cash contributions, according to FAIR Council Resolution V.10.1, and according to the technical specifications in the approved "Technical Design Report for the CBM Ring Imaging Cherenkov detector (RICH)". The 2005-price for these components shall be considered as Russian contribution to experiments, within the contribution to experiments from the Russian commitment.

A complete collaboration contract including all annexes and technical specifications, according to FAIR Council Resolution III.10.1, is to be concluded.

(For information: The total cost-book value of this item amounts to 1,450,000.00 €. The corresponding Collaboration Contract is planned to be ready for signing during the fourth quarter of 2014.)

Decision XVI.12.4

The Council agrees to the collaboration between FAIR GmbH and the NRC Kurchatov Institute (PNPI), Gatchina regarding the production of the following components of the detector of the CBM collaboration:

- Absorbers, Mechanical Structures, Gas System and contribution to LV, HV, Safety, Spare Parts, Alignment, Transport, Infrastructure and Installation for the Muon Chamber System (MUCH) (PSP 1.1.1.3.2.3)

This agreement is valid under the assumption that PNPI provides these components for the 2005-price including an inflation correction similar to that for cash contributions, according to FAIR Council Resolution V.10.1, and according to the technical specifications in the approved "Technical Design Report for the CBM Muon Chamber System (MUCH)". The 2005-price for these components shall be considered as Russian contribution to experiments.

A complete collaboration contract including all annexes and technical specifications, according to FAIR Council Resolution III.10.1, is to be concluded.

For information:

The total cost-book value of this item amounts to 3,022,000.00 €. This project is one out of four summarised in the CB work package: Muon Detector (MUCH), PSP code 1.1.1.3.2, with a full cost-book value of 7,677,700.00 €. The corresponding Collaboration Contract is planned to be ready for signing during the fourth quarter of 2015.

Подписаны контракты на производство обоих детекторов. Ответственность ПИАФ – механическая структура + газовая система CBM (ПИАФ) (RICH и MuCh)

V. Dobyrn, D. Ivanishev, V. Ivanov, A. Khanzadeev, L. Kochenda, B. Komkov, V. Kozlov, P. Kravtsov, E. Kryshen, L. Kudin, N. Miftakhov, V. Nikulin, E. Rostchin, Yu. Ryabov, V. Samsonov, O. Tarassenkova, S. Volkov, A. Firsov, M. Vznuzdaev, M. Zhalov, D. Tyts, M. Malaev, A. Ryabov, I. Solovyev, A. Solovev, G. Rybakov.

В 2021 году были утверждены эскизные проекты (CDR). Подготовка EDR мех. структуры обоих детекторов и их газовых систем – задача 2022.

СВМ. Детектор RCH.

Классическая схема с радиатором и сферическим зеркалом.

$$\beta = \frac{v}{c} > \frac{1}{n}$$

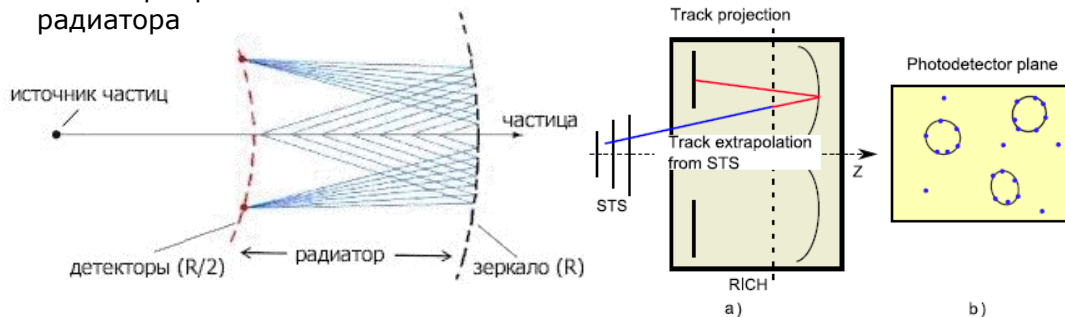
Условие возникновения черенковского излучения

$$\cos \theta = \frac{1}{\beta n}$$

Излучение идет вдоль поверхности конуса (изотропн. среда)

n – коэф. преломления радиатора

$$\beta = \frac{v}{c} \quad m = p \sqrt{1 - \beta^2} / \beta c$$



Регистрация черенковского излучения – возникает при движении заряженной частицы в прозрачной среде со скоростью большей скорости света в этой среде.

электроны начинают излучать черенковский свет, имея импульсы, гораздо меньшие, чем даже пионы из-за разницы в массах. Поэтому до определенных значений импульсов заряженных частиц электроны будут выдавать “круги”, а остальные частицы нет.

Радиатор – CO₂;

Стеклянное зеркало. Отражающее покрытие – тонкий слой Al.

Дополнительная защита (от коррозии) – MnF₂.

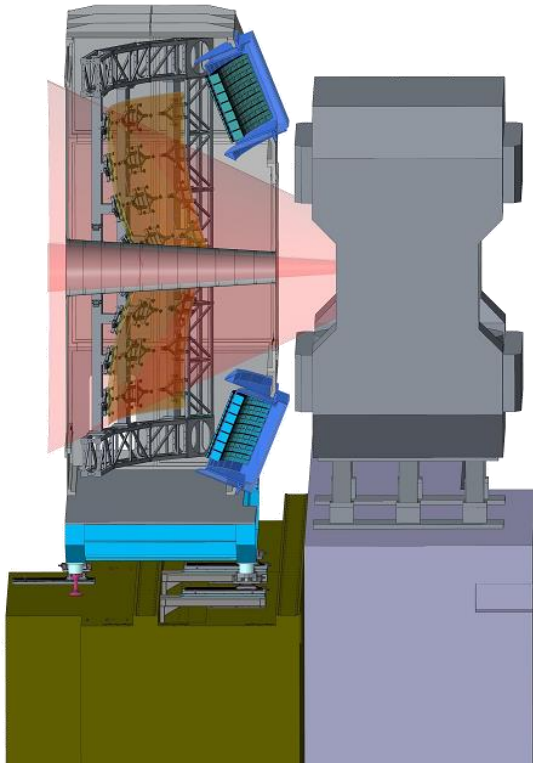
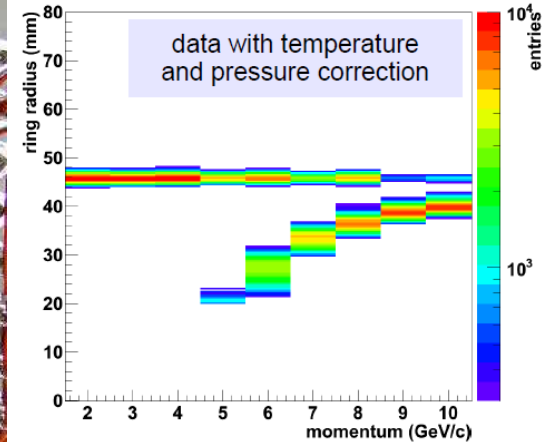
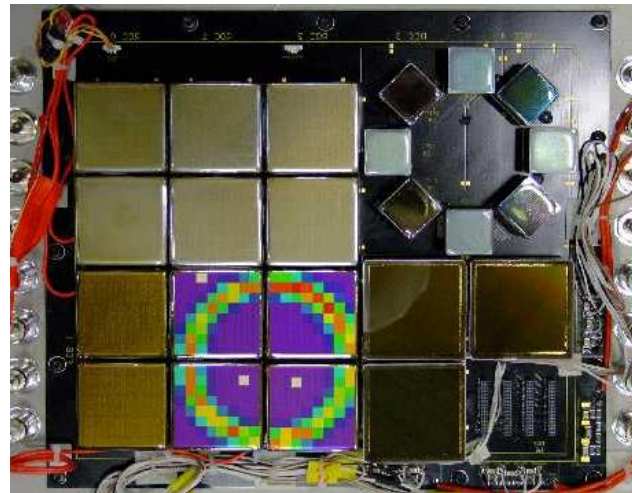
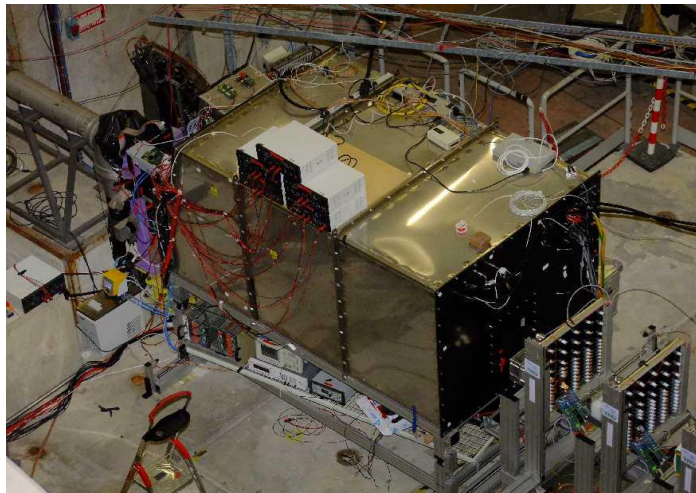
R = 3 м.

Размер 6.0 x 6.0 мм² позволяет различать радиусы и доводить разделение электронов и пионов до 8-10 ГэВ/с по импульсу.



H8500 C/D
64ch, 52x52mm²

СВМ. Детектор RCH.



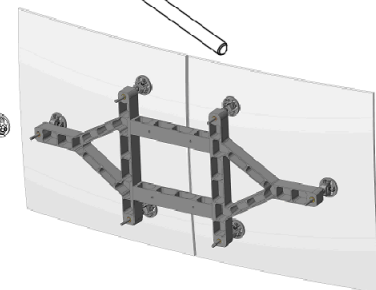
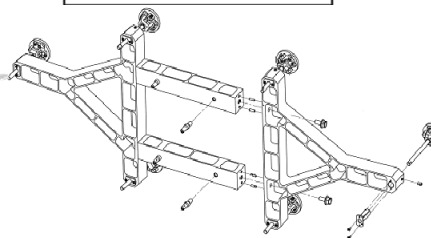
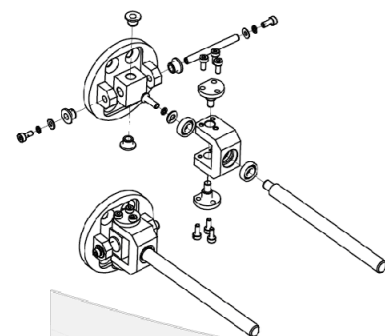
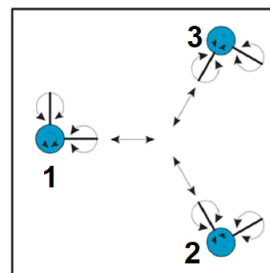
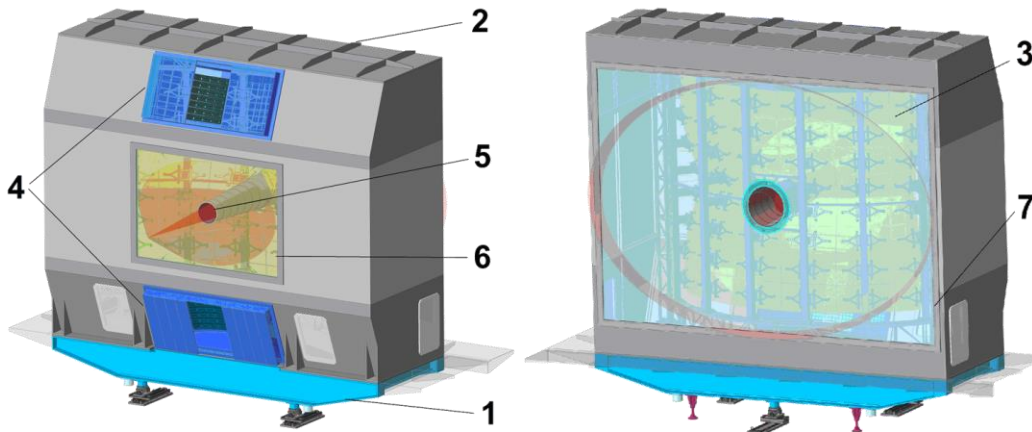
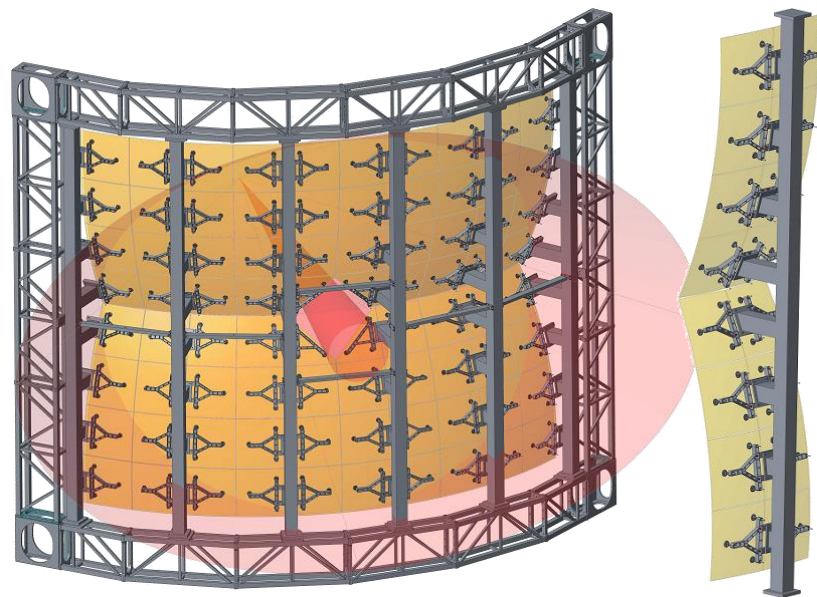
Оптимизированная геометрия.

- ❖ Расположен сразу за магнитом;
- ❖ Апертура 25° по вертикали и 35° по горизонтали;
- ❖ Длина вдоль пучка 2 м.;
- ❖ По вертикали зеркало разделено на 2 части;
- ❖ Радиус зеркала 3м;
- ❖ Два фотодетектора (выше и ниже оси пучка);
- ❖ Радиатор – CO_2 при нормальной T и P.

Детектор RICH.

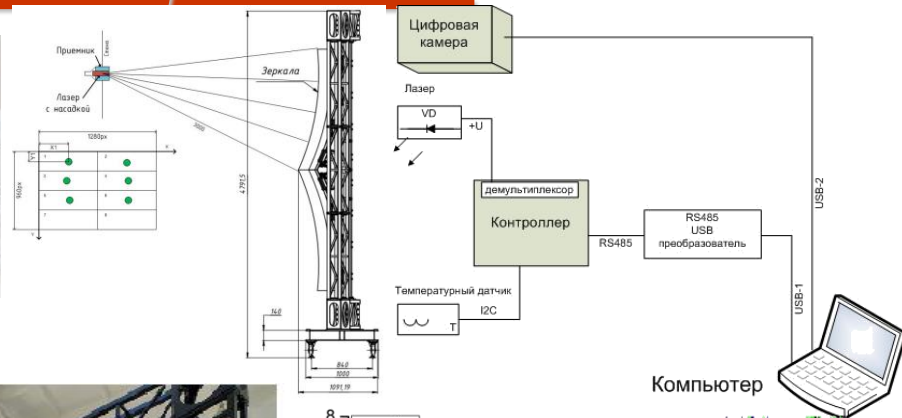
Основные требования к конструкции.

- ❖ Прочности конструкции. Имеем 14 м² хрупкого стекла, весом ~ 180 кг.
- ❖ Стабильность оптической системы. (80 зеркальных плиток с 3-4-миллиметровым зазором) при транспортировке краном;
- ❖ Радиационная прозрачность;
- ❖ Защита фотоумножителей от магнитного поля;
- ❖ Должно соответствовать доступному бюджету.

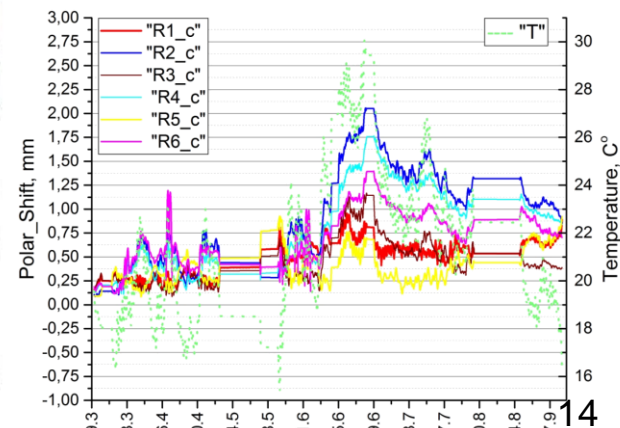
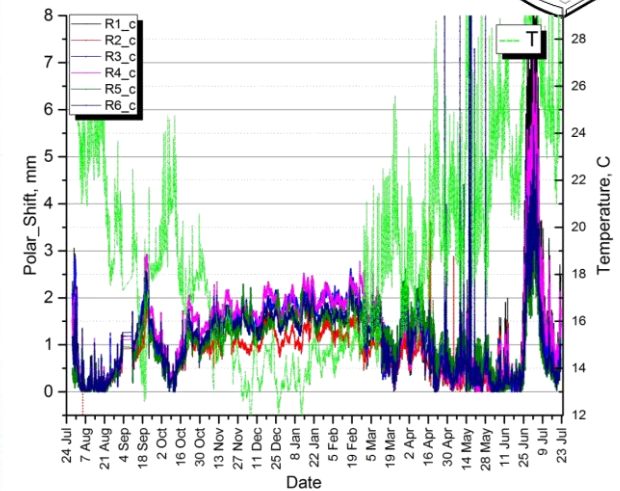
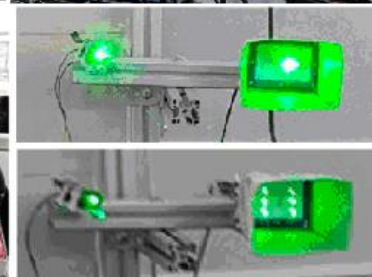
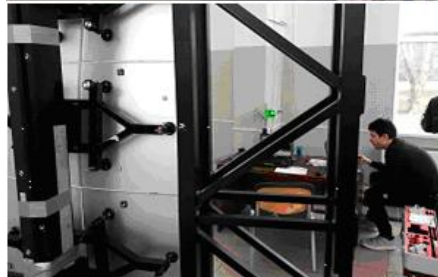


1- опорная платформа и регулируемые шарнирные опоры, 2 – составной газовый бокс, 3 – ферма поддержки зеркал, 4 – коробка магнитной защиты, 5 – тоннель для пучковой трубы, 6 – входное окно, 7 – выходное окно.

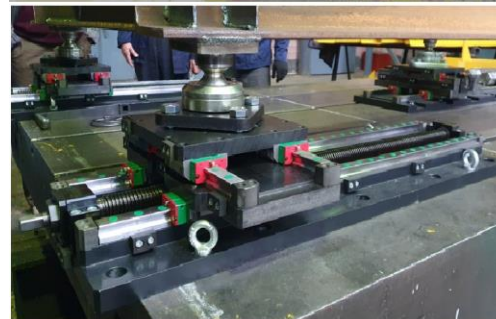
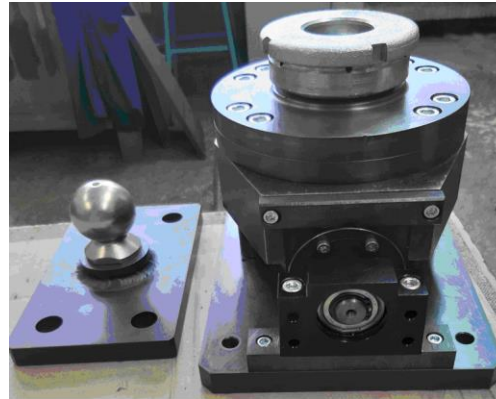
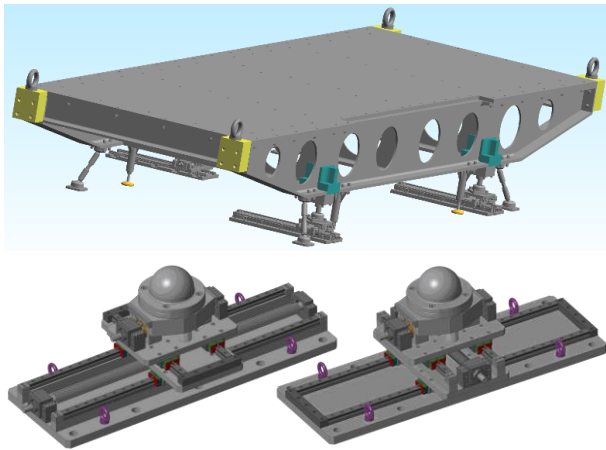
СВМ. Детектор РСН.



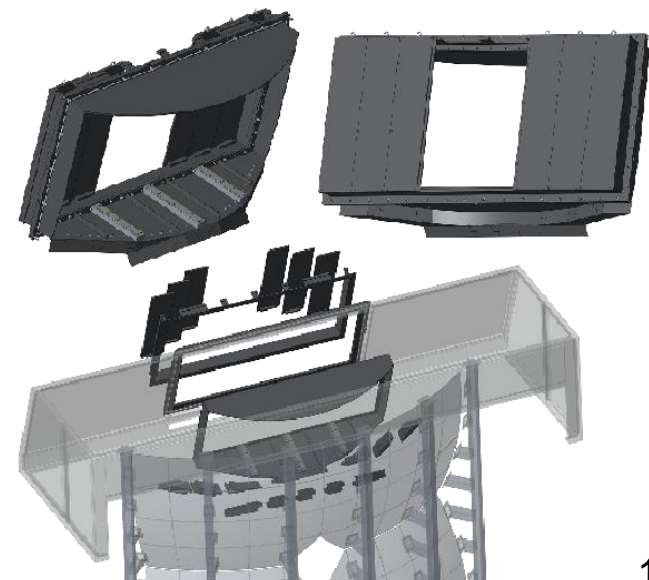
В 2022 году, в рамках подготовки к EDR: продолжались испытания с помощью специально созданного полномасштабного (по высоте) прототипа фермы для поддержки зеркал с целью подтверждения стабильности зеркальной системы.



СВМ. Детектор РСН.

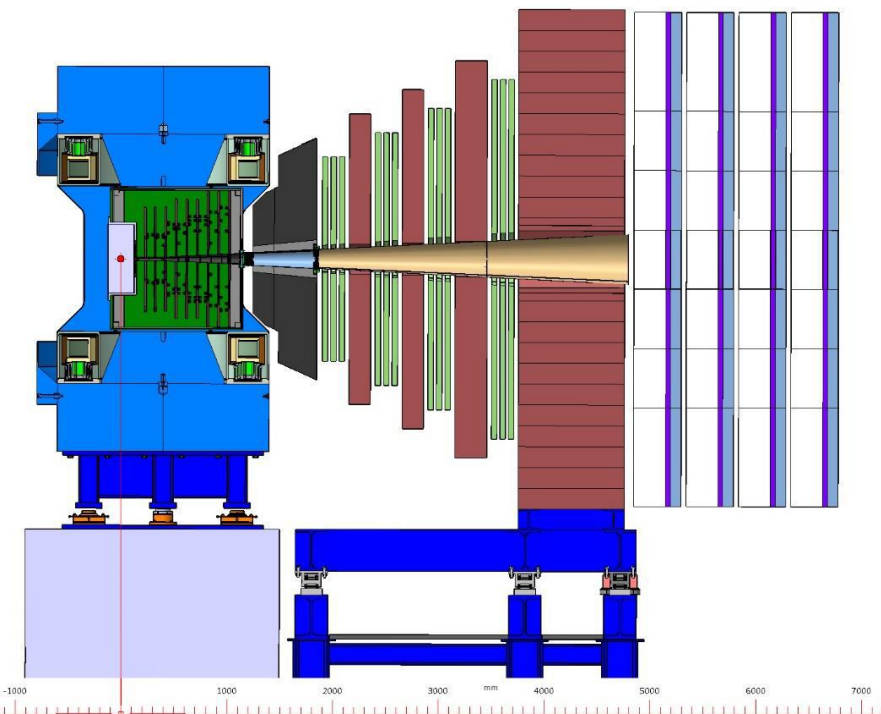


- В 2022 году, в рамках подготовки к EDR:
- предоставлены проработанная модель бокса магнитной защиты ФЭУ;
 - проработанный проект опорной платформы;
 - спроектирована, произведена, собрана и успешно испытан прототип регулируемой опоры;
 - Документ (EDR) в финальной стадии.



СВМ. Детектор MuCh.

Классическая схема с абсорберами и трековыми камерами между.



Пять слоев абсорберов.

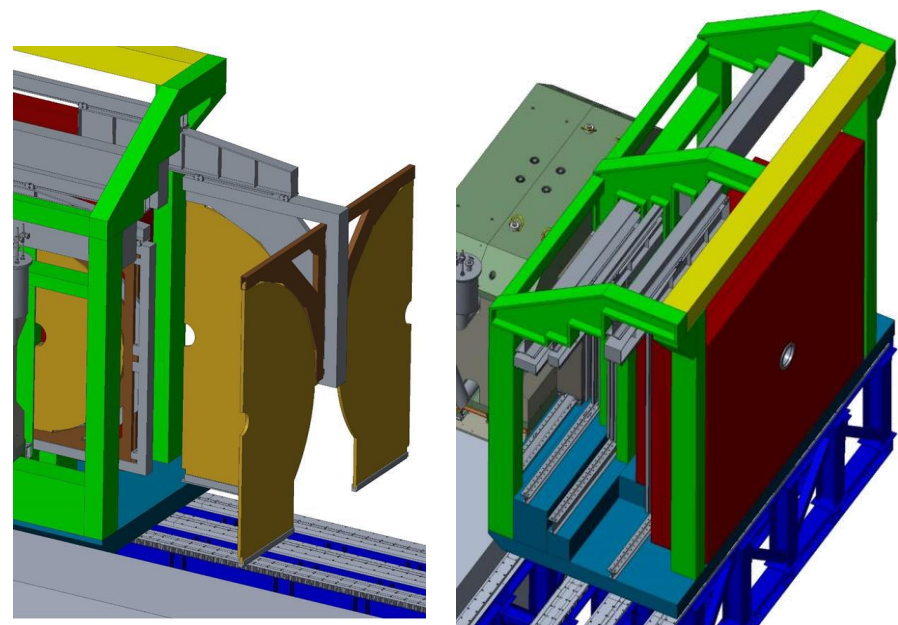
Первый абсорбер – углерод (60 см.).

Остальные абсорберы (2-5) – железо.

Толщина абсорберов оптимизирована для возможности регистрации и идентификации мюонов с малым импульсом.

Первые две трековые станции – по три слоя трехслойных GEM.

Станции 3 и 4 – RPC.



В ответственность ПИЯФ входит разработка:

- ❖ Платформы, обеспечивающей безопасное перемещение детектора общим весом более 300 т;
- ❖ Поглотителей с системой их подставок;
- ❖ Суперструктуры, обеспечивающей подвес и перемещение трековых камер;
- ❖ Газовой системы;
- ❖ Пучковой вакуумной трубы;
- ❖ Системы подводов сервисов;
- ❖ Интеграция в окружении других подсистем СВМ.

СВМ. Детектор MuCh.

Ожидаемая рабочая нагрузка - до 10^6 частиц/см²/с

- Тип детектора
 - Micromegas
 - 3 GEM
 - Micromegas + GEM
 - TGEM

Газовые смеси

Двухкомпонентные (Ar/CO₂, He /CO₂)

Трехкомпонентные (Ar/CF₄/iC₄H₁₀, He/CF₄/iC₄H₁₀)

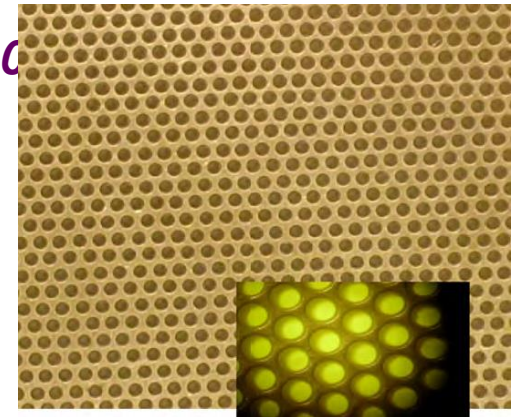
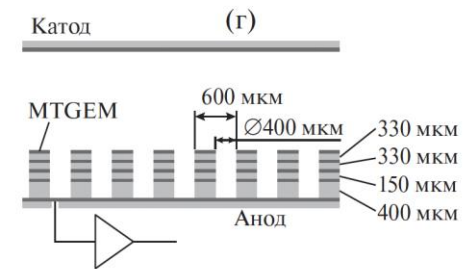
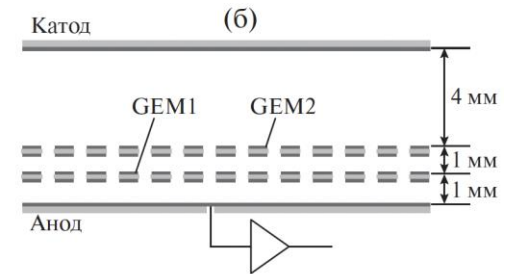
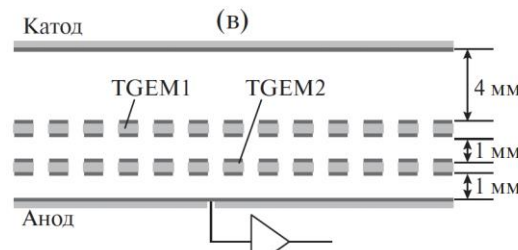
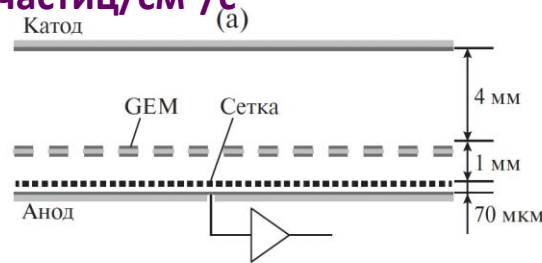
Продемонстрированы:

высокая эффективность детекторов

Уменьшение вероятности разрядов в 1000 раз при использовании 3-компонентной смеси

Цель: разработать промышленную технологию производства детекторов

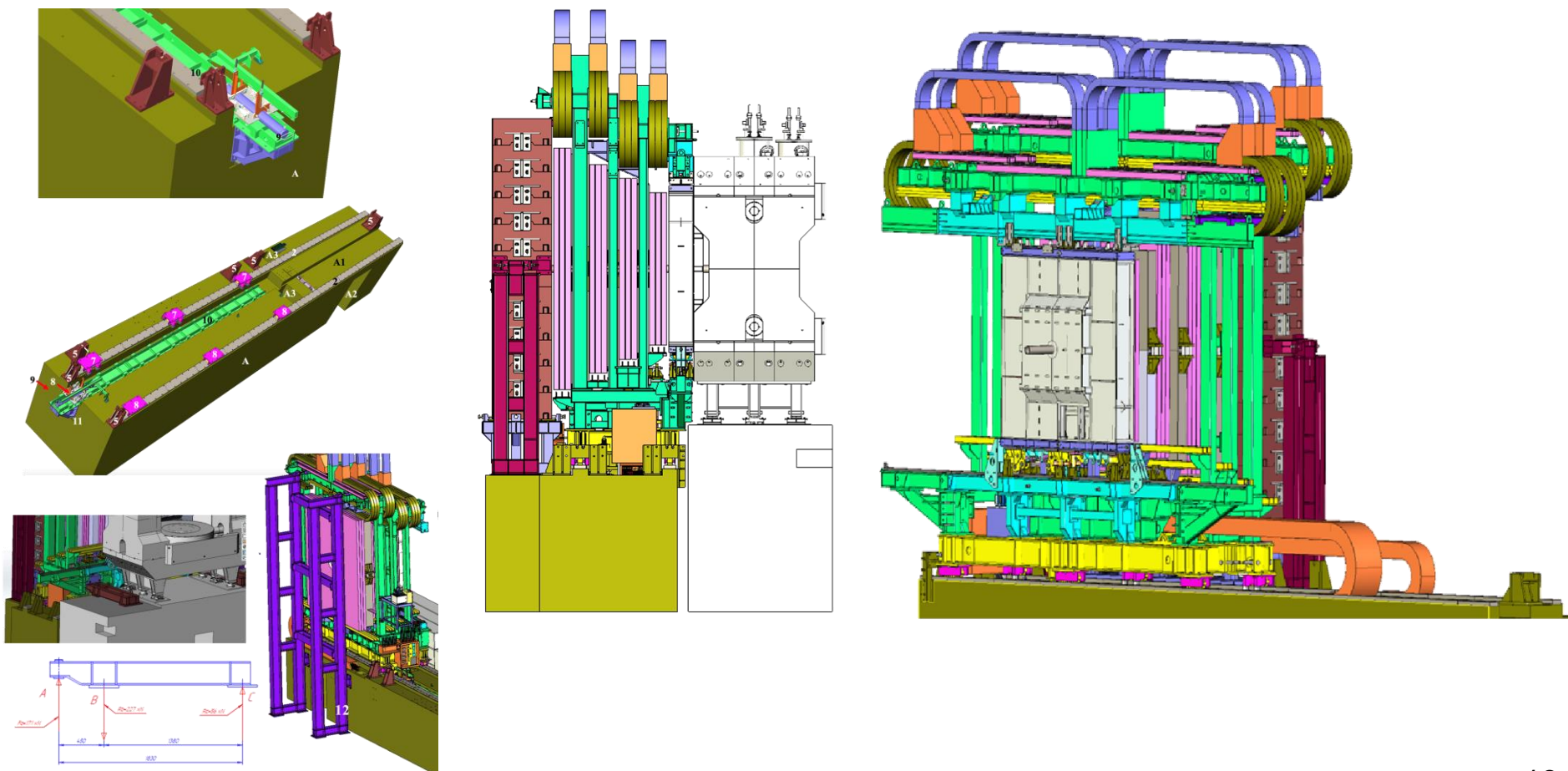
Тема была передана коллегам из Индии



Детектор MuCh.

В прошлом году был утвержден эскизный проект (Conceptual Design Report – CDR) механической структуры детектора MUCN.

В 2022 году занимались окончательной проработкой компонентов конструкции, закрепляющий изменения, предложенные при рассмотрении эскизного проекта. Подготовка документа (EDR) предназначенного для передачи на завод-изготовитель для завершения инженерного проекта и выпуска рабочих чертежей в завершающей стадии.



Благодарю за внимание !

С наступающим Новым Годом !

Backups

