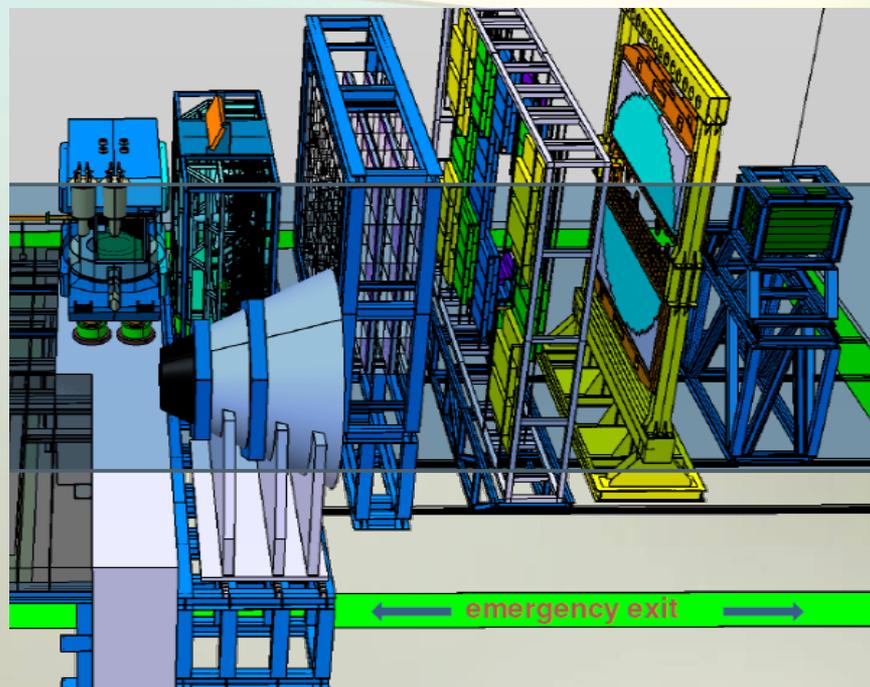


Эксперимент СВМ FAIR.



Ю. Рябов, ЛРЯФ ОФВЭ

FAIR. Стартовая версия



Коллаборация:

11 стран;

> 50 институтов (университетов);

> 400 участников.

Большое российское участие,

9 институтов.

CBM (Compressed Baryonic Matter)

– эксперимент по изучению ядро - ядерных и протон - ядерных взаимодействий на выведенном пучке.

Основная цель эксперимента — исследование сверхплотного барионного состояния материи.

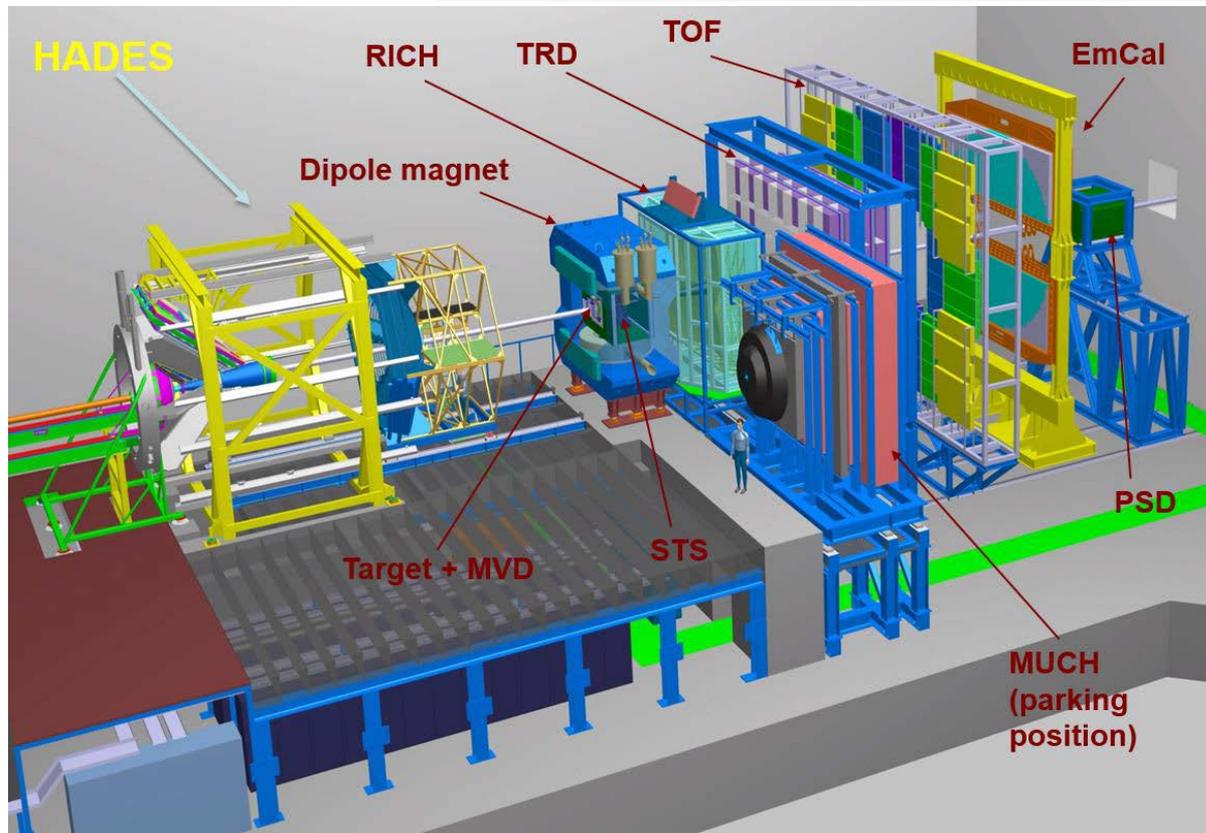
SIS100 в расположение CBM будет поставлять пучки Au(Ca) с энергией до 11(14) АГэВ и протонов до 29 ГэВ

SIS300 – ядра вплоть до урана с энергией 8-40АГэВ и протоны до 90 ГэВ

Высокая интенсивность пучка ($\sim 10^9$ ядер/с на мишень, что соответствует от 10^5 – 10^7 взаимодействий/сек. (А+А) до 10^7 взаимодействий/сек. (р+А) взаимодействиям)

Высокоскоростная DAQ позволяет обрабатывать всю информацию.

Эксперимент CBM.



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

$dp/p \approx 1.8\%$ ($p > 1$
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. Ivanischev, 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, M. Vznuzdaev, M. Zhalov, D. Tyts, M. Malaev, I. Solovyev, A. Solovev, G. Rybakov.

Детектор RCH.

Классическая схема с радиатором и сферическим зеркалом.

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

Условие возникновения черенковского излучения

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

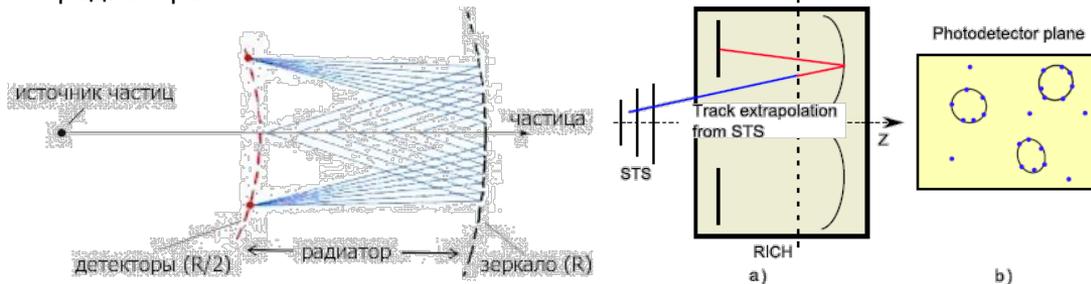
Излучение идет вдоль поверхности конуса (изотропн. среда)

n – коэф. преломления радиатора

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

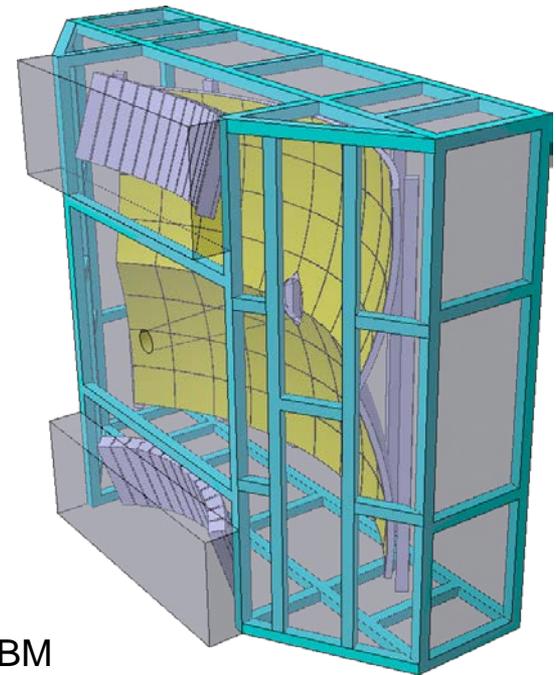
Регистрация черенковского излучения – возникает при движении заряженной частицы в прозрачной среде со скоростью большей скорости света в этой среде.

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.



Оптимизированная геометрия.

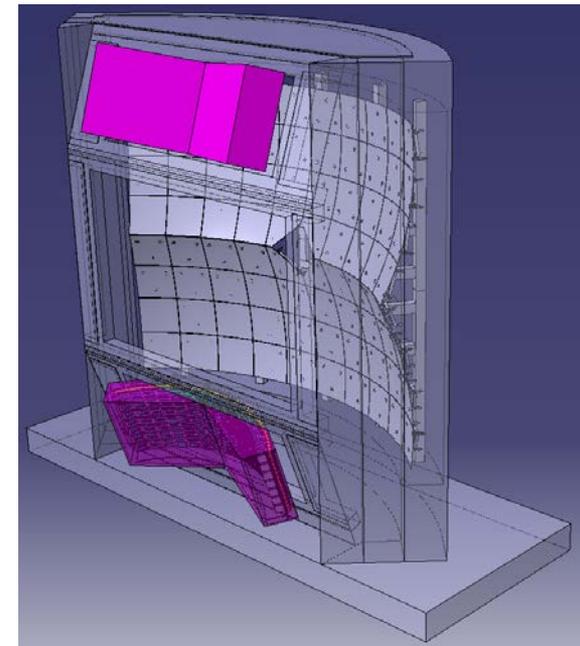
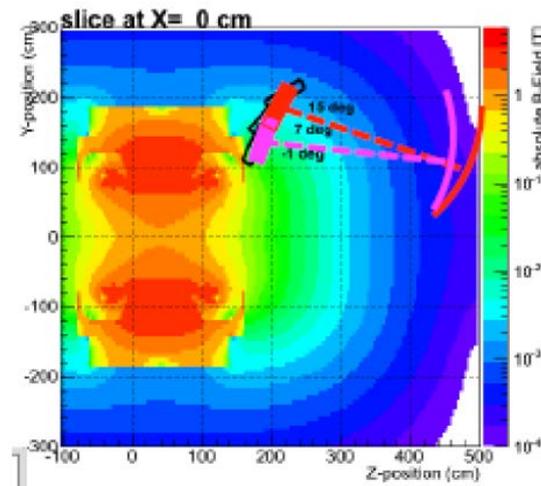
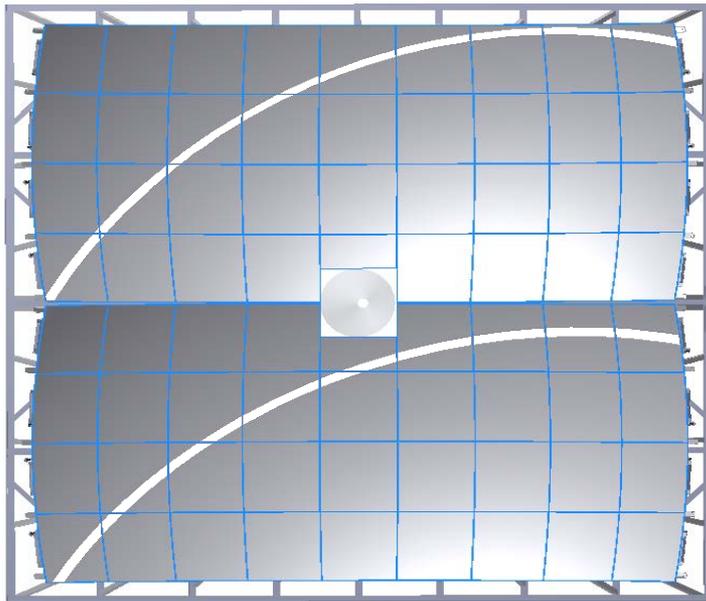
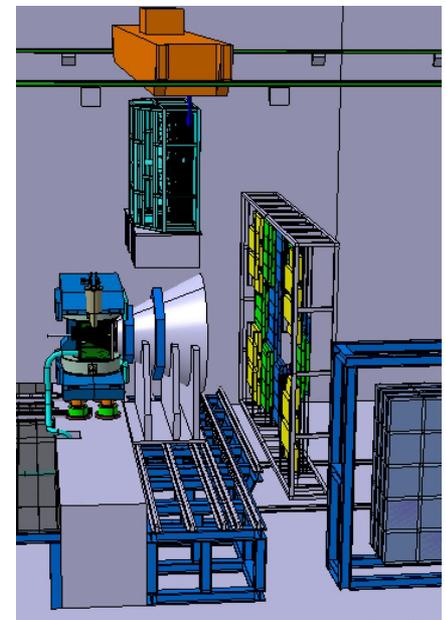
- ❖ Расположен сразу за магнитом;
- ❖ Апертура 25° по вертикали и 35° по горизонтали;
- ❖ Длина вдоль пучка 2 м.;
- ❖ По вертикали зеркало разделено на 2 части;
- ❖ Радиус зеркала 3м;
- ❖ Два фотодетектора (выше и ниже оси пучка);
- ❖ Радиатор – CO_2 при нормальной T и P .
- ❖ 72 плитки стеклянных зеркал (6 мм).
Отражающее покрытие – тонкий слой Al .



Детектор RCH.

Основные требования к конструкции.

- ❖ Прочности конструкции. Имеем 14 м² хрупкого стекла, весом ~ 180 кг.
- ❖ Стабильность оптической системы. (72 зеркальные плитки с 3-4-миллиметровым зазором) при транспортировке краном;
- ❖ Радиационная прозрачность;
- ❖ Защита фотоумножителей от магнитного поля;
- ❖ Должно соответствовать доступному бюджету.

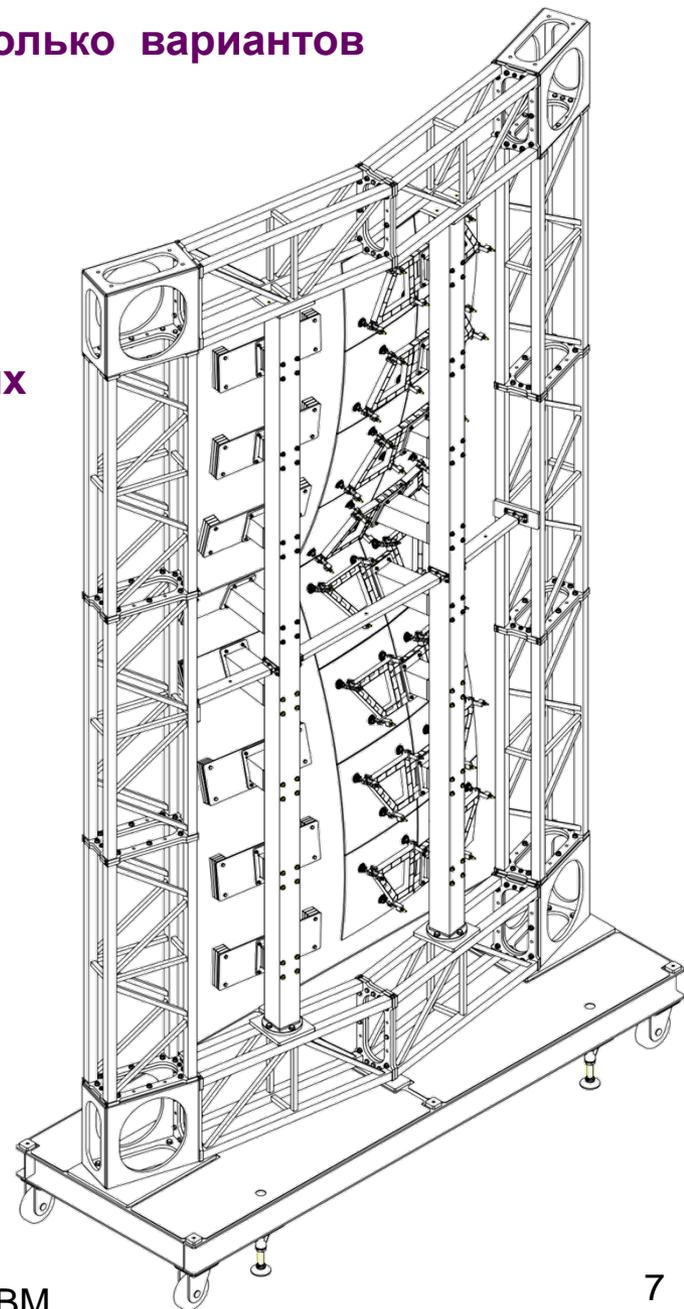
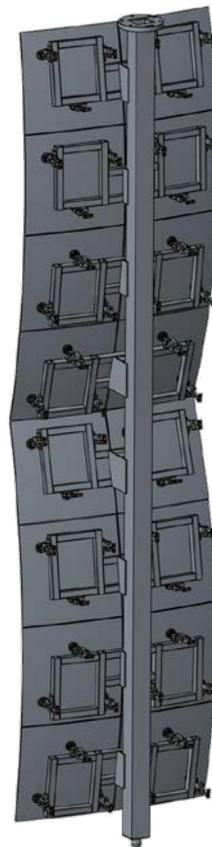
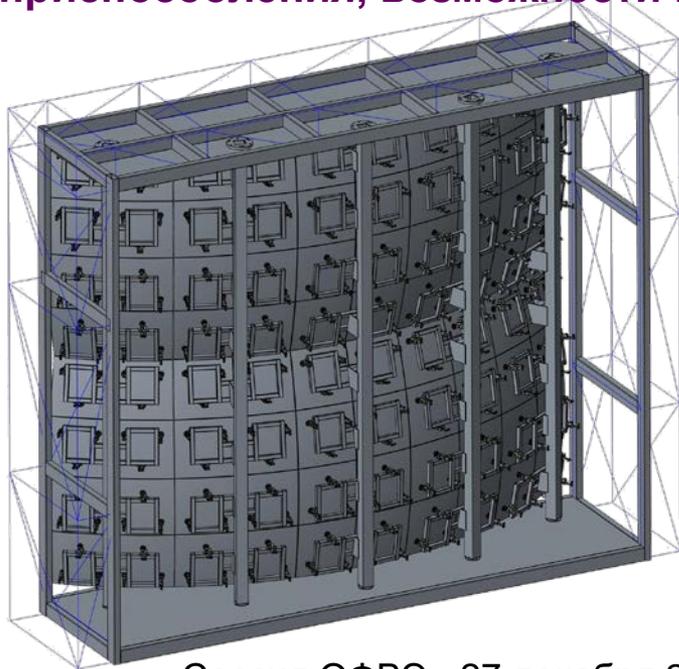


Детектор РСН.

Для удовлетворения требованиям рассмотрено несколько вариантов конструкции поддержки зеркал.

- ❖ Выбран один вариант, как базовый (тонкостенный алюминиевый столб, поддерживающий 2 ряда зеркал).
- ❖ В соответствии с контрактом был спроектирован и начато производство прототипа конструкции для поддержки зеркал, включая систему подвеса зеркальных плиток.

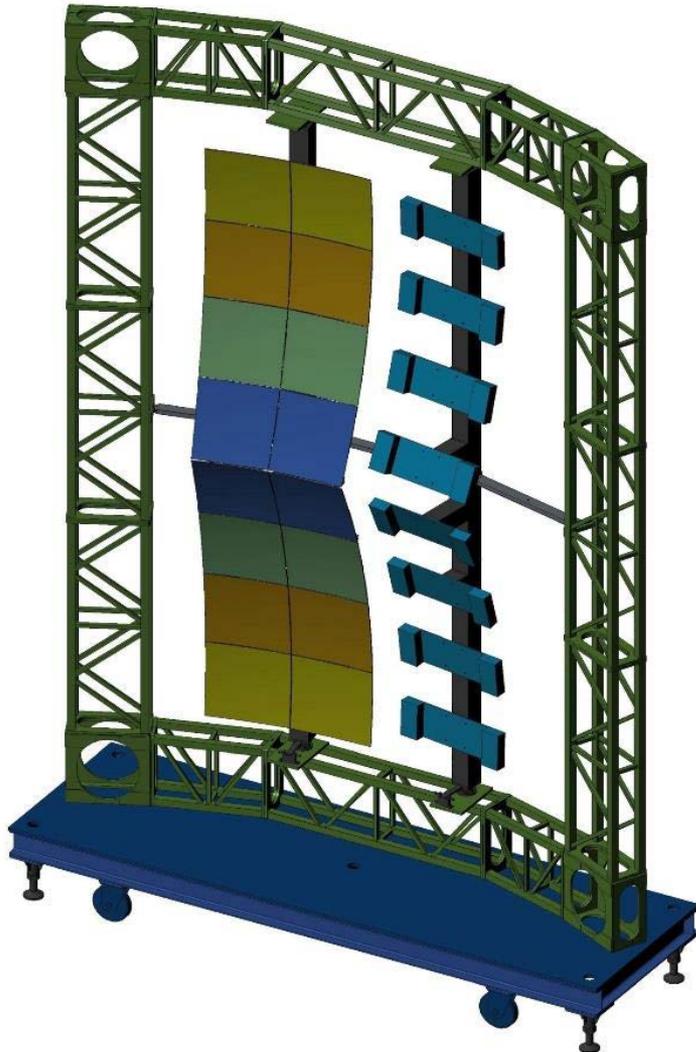
Цель – подтверждение работоспособности конструкции, тактика сборки, приспособления, возможности юстировки.



Детектор РСН.

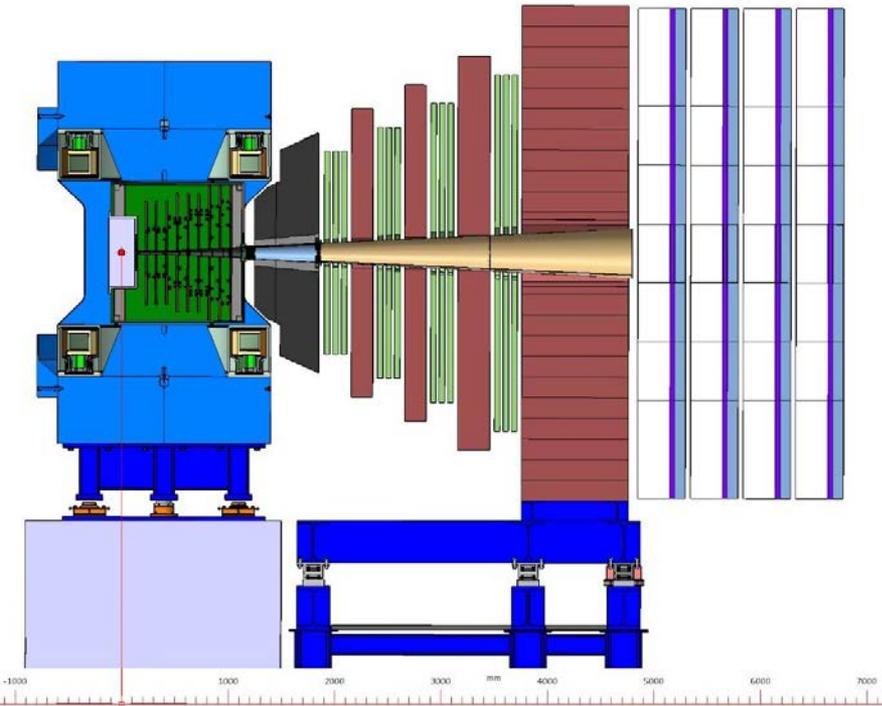
Некоторые компоненты уже готовы, остальные в процессе производства.

Все должно быть готово и собрано к марту 2018 года.



Детектор MuCh.

Классическая схема с абсорберами и трековыми камерами между.



Пять слоев абсорберов.

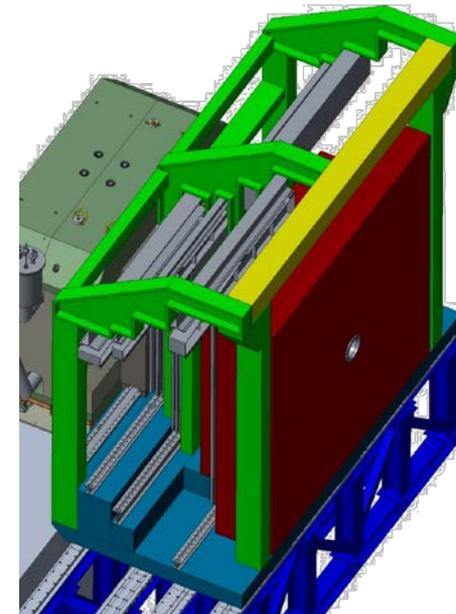
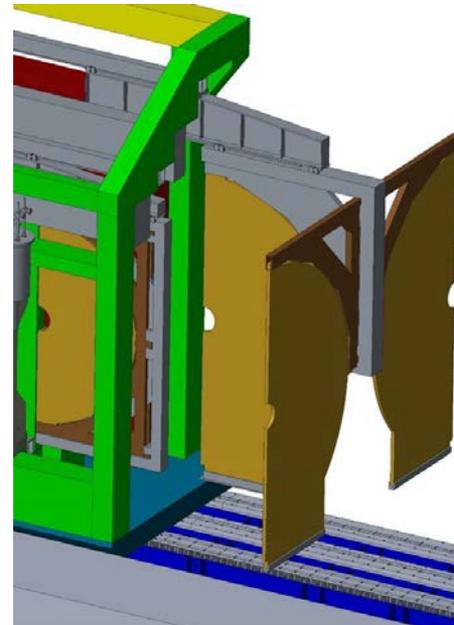
Первый абсорбер – углерод (60 см.).

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 или Straw трубки.

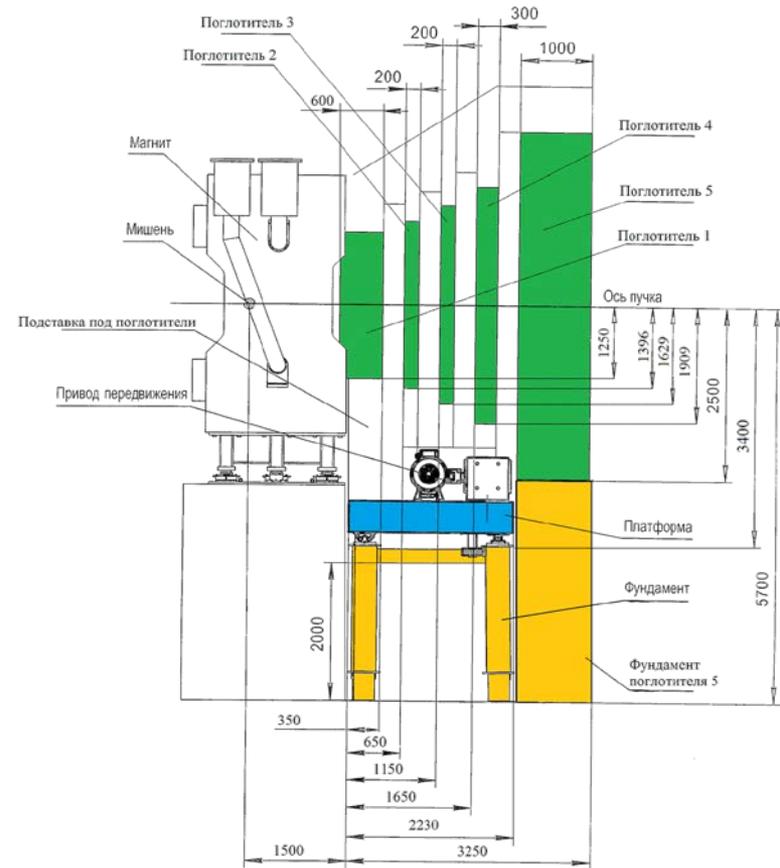
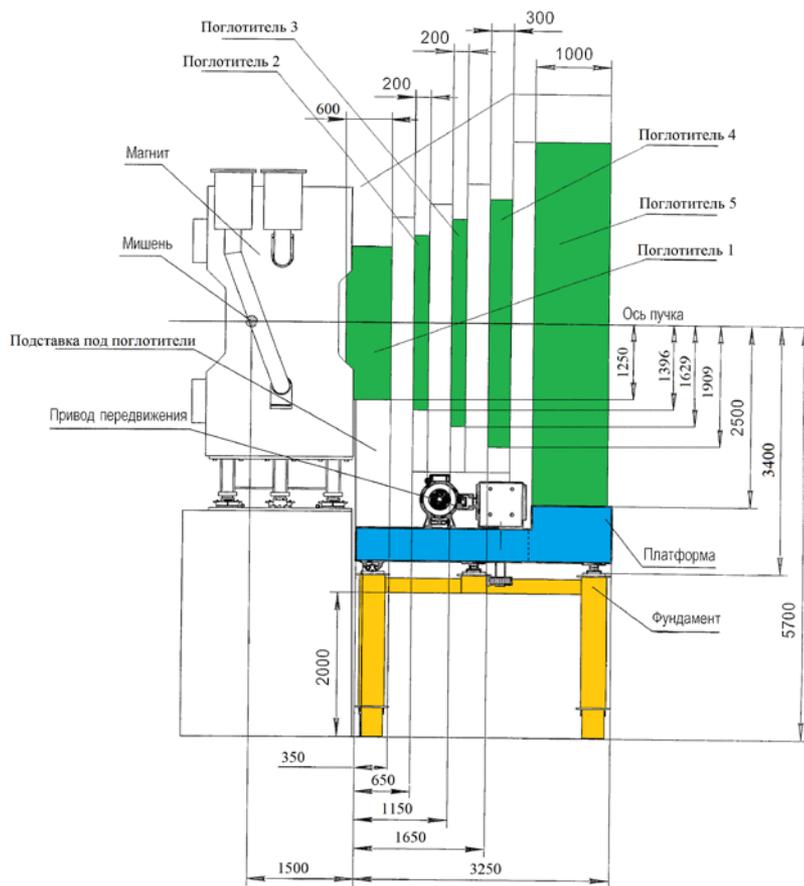


В ответственность ПИЯФ входит разработка:

- ❖ 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.

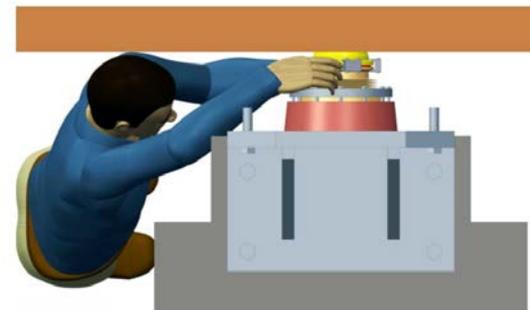
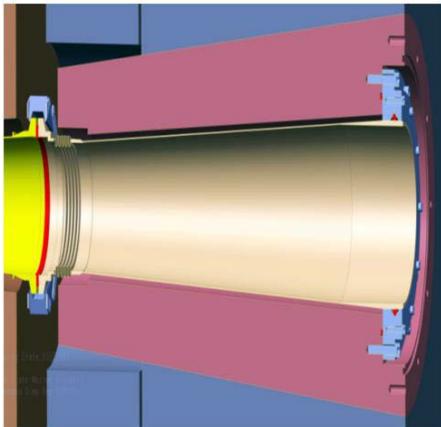
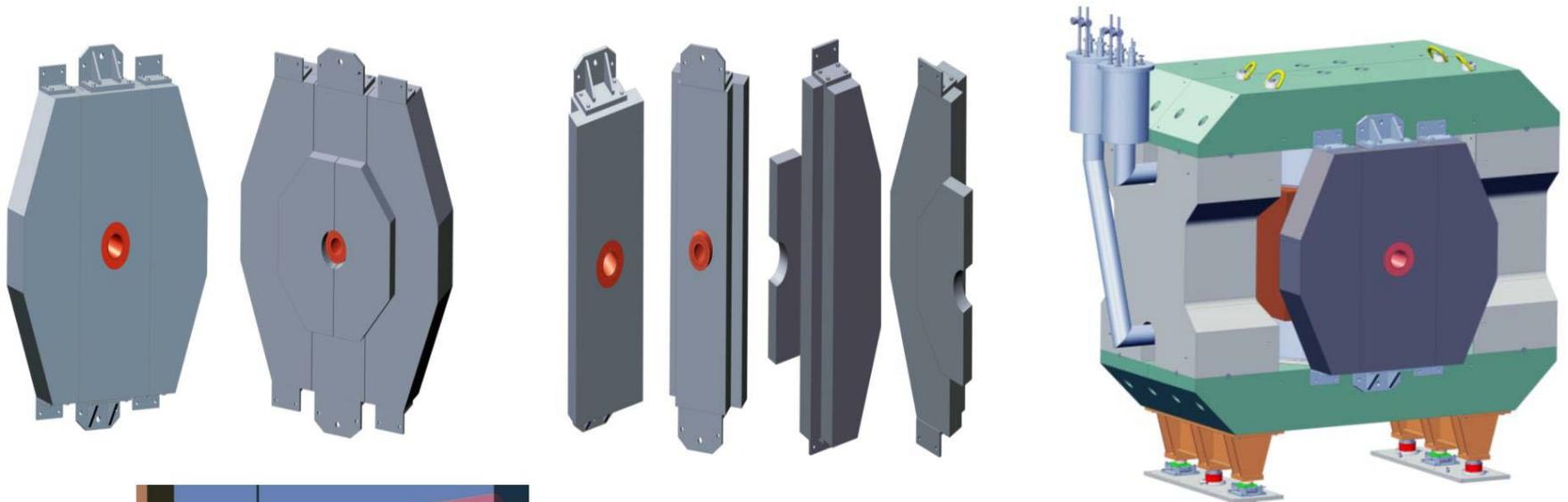
Детектор MuCh.

В соответствии с контрактом, начата разработка системы перемещения многотонной конструкции. Рассматривается несколько вариантов системы, подготовлено техническое задание, идет поиск производителя, способного оптимизировать и адаптировать предложенный дизайн к возможностям конкретного предприятия.



Детектор MuCh.

- ❖ Ведется разработка конструкции первого поглотителя из легкого материала;
- ❖ Проводится выбор материала (графит, алюминий, окись алюминия);
- ❖ Проводится выбор малоактивируемого тяжелого материала для центральной вставки первого поглотителя.



Доклады и публикации.

5 докладов на двух коллаборационных совещаниях + доклады на рабочих группах.

1. Challenges in QCD matter physics --The scientific programme of the Compressed Baryonic Matter experiment at FAIR CBM Collaboration (T. Ablyazimov (Dubna, JINR) *et al.*). Jul 6, 2016. 11 pp. Published in Eur.Phys.J. A53 (2017) no.3, 60
2. The CBM RICH project J. Adamczewski-Musch *et al.*. 2017. 5 pp. Published in Nucl.Instrum.Meth. A845 (2017) 434-438
3. Tests of the CBM Rich readout and Daq prototype J. Adamczewski-Musch *et al.*. 2017. 9 pp. Published in Phys.Part.Nucl.Lett. 14 (2017) no.6, 904-912
- 4 The RICH detector of the CBM experiment J. Adamczewski-Musch *et al.*. 2017. 4 pp. Published in Nucl.Instrum.Meth. A876 (2017) 65-68
5. Development of the CBM RICH readout electronics and DAQ J. Adamczewski-Musch *et al.*. 2017. 3 pp. Published in Nucl.Instrum.Meth. A876 (2017) 246-248
6. Event reconstruction for the CBM-RICH prototype beamtest data in 2014 J. Adamczewski-Musch *et al.*. 2017. 4 pp. Published in Nucl.Instrum.Meth. A876 (2017) 76-79
7. Single photon test bench for series tests of HAMAMATSU H12700 MAPMTs J. Adamczewski-Musch *et al.*. 2017. 3 pp. Published in Nucl.Instrum.Meth. A876 (2017) 123-125
8. Conception and design of a control and monitoring system for the mirror alignment of the CBM RICH detector J. Adamczewski-Musch *et al.*. 2017. 4 pp. Published in Nucl.Instrum.Meth. A876 (2017) 119-122

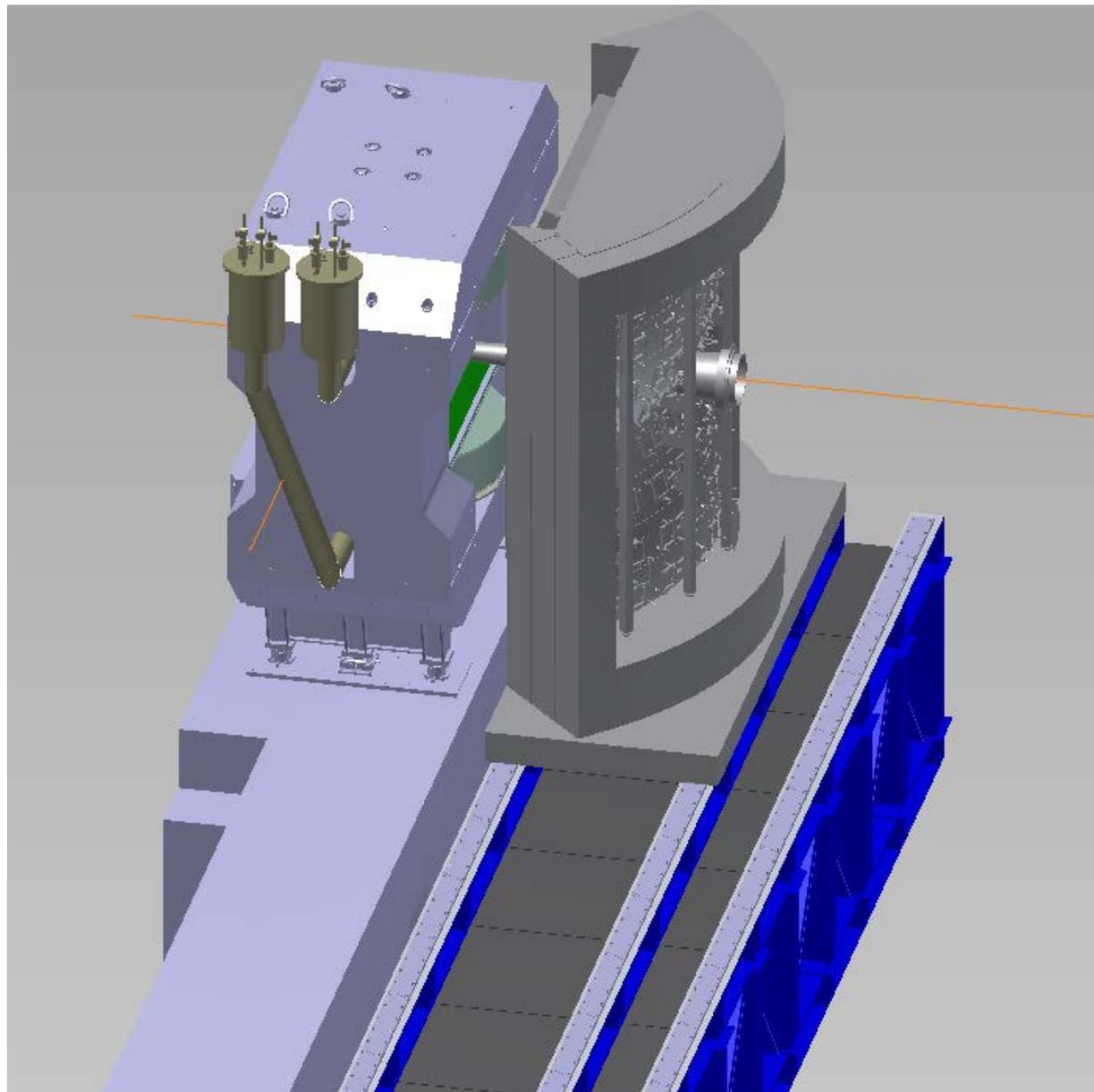


Планы на 2018 год.

Выполнение контрактных обязательств по созданию детекторов RICH и MuCh эксперимента CBM в соответствии с план-графиками.

Благодарю за внимание !

Backups



Детектор RCH.

Классическая схема с радиатором и сферическим зеркалом.

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

Условие возникновения черенковского излучения

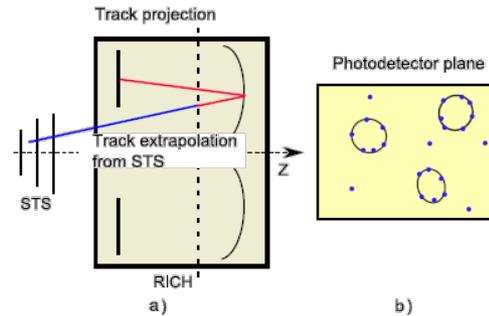
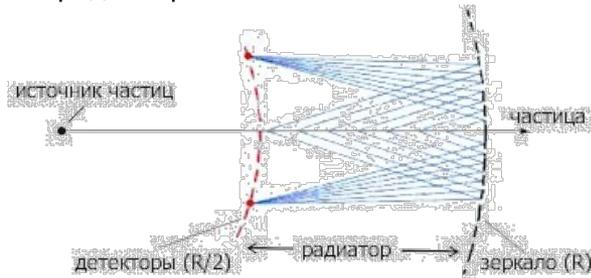
$$\cos \theta = \frac{1}{\beta n}$$

Излучение идет вдоль поверхности конуса (изотропн. среда)

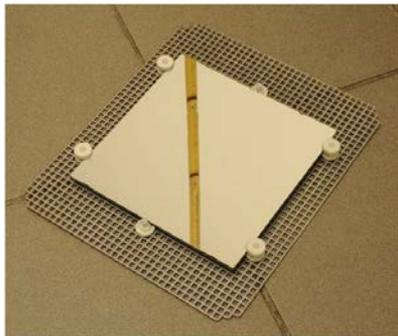
n – коэф. преломления радиатора

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

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.



Стеклоанное зеркало. Отражающее покрытие – тонкий слой Al

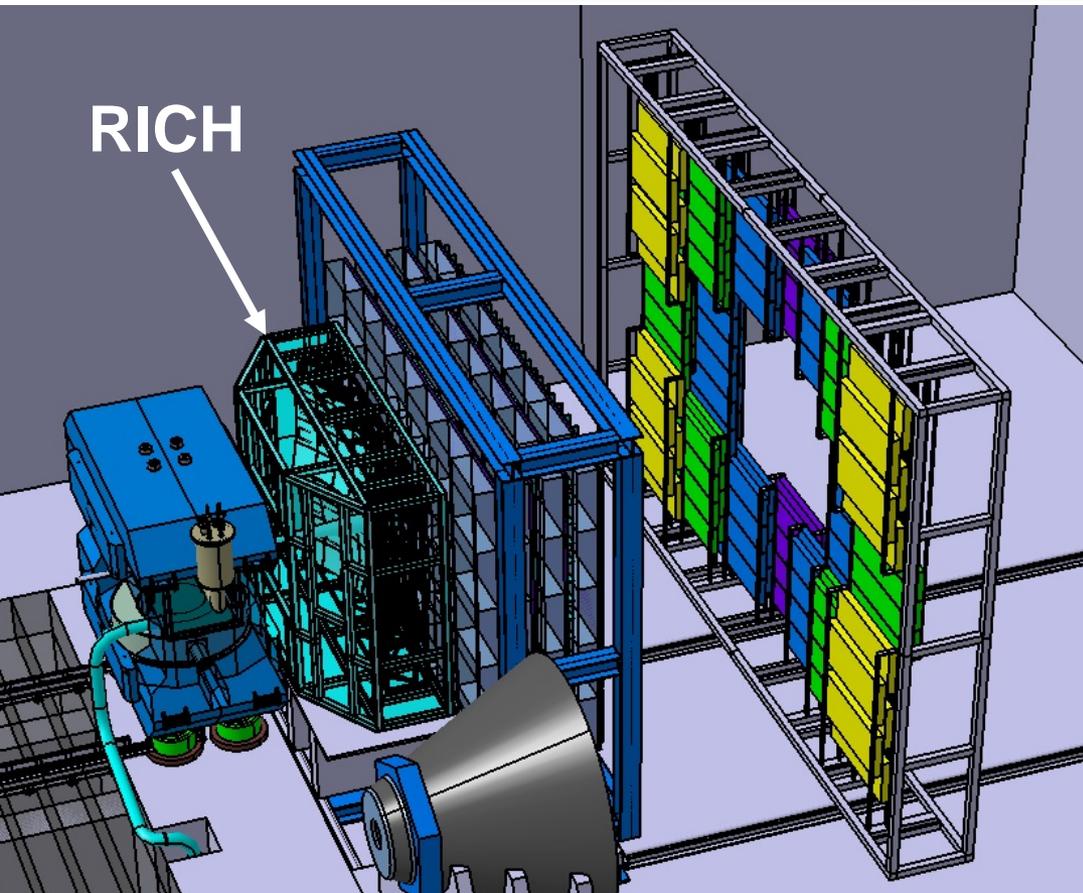
Дополнительная защита (от коррозии) – MnF_2 .

Размер $6.5 \times 6.5 \text{ мм}^2$ позволяет различать радиусы и доводить разделение электронов и пионов до 8-10 ГэВ/с по импульсу.



H8500 C/D
64ch, 52x52mm²

Design requirements

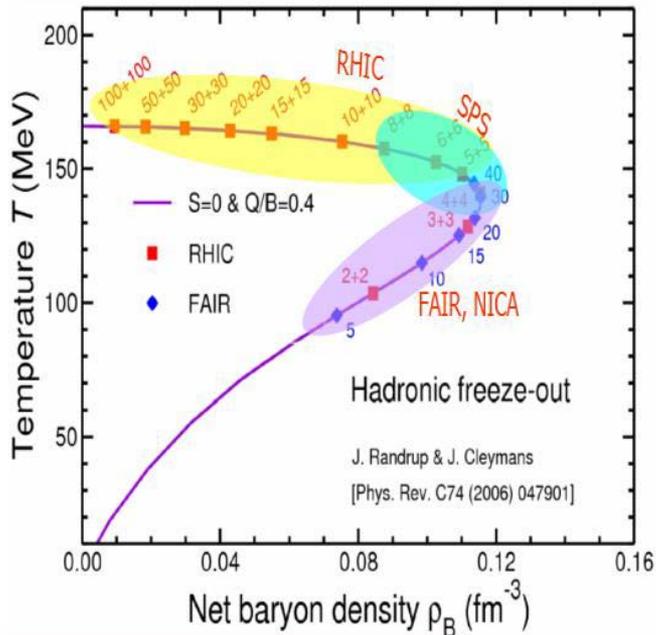
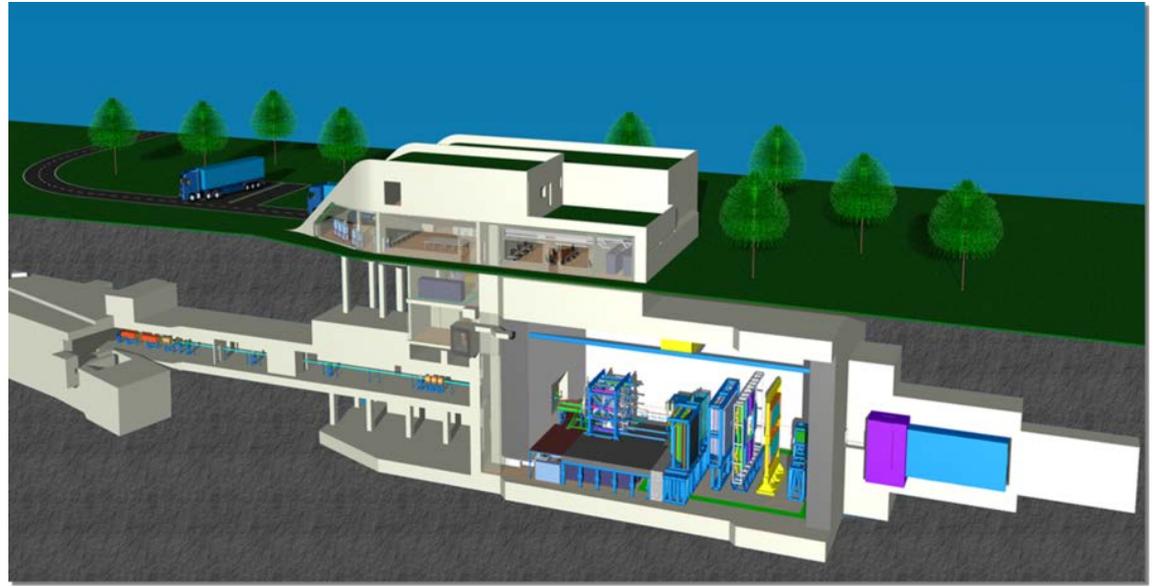


- ❖ Right behind the magnet.
- ❖ Total length along Z is ~ 2 m.
- ❖ Cover 25° in vertical plane and 35° in horizontal plane.
- ❖ Mirror plane is horizontally divided in two halves with radius - 3 m.
- ❖ Photodetectors are above and below the beam axis.
- ❖ Slope angle of each mirror half is one degree.
- ❖ Operated at normal T and p.

Gas system:

- ❖ CO₂ as radiator with length ~ 170 cm.
- ❖ Differential pressure stability (2 ± 0.1 mBar)
- ❖ Contaminations: oxygen content < 100 ppm, water content < 100 ppm

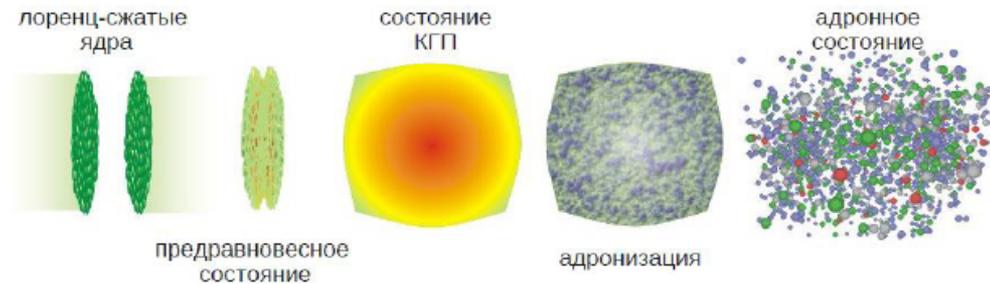
Эксперимент CBM.



Эксперимент CBM.

Физическая программа CBM (SIS100)

- Уравнение состояния КХД материи, проявления ненуклонных степеней свободы при больших барионных плотностях
- Существование фазового перехода от адронной к кварк-глюонной материи, а также возможное существование экзотических КХД фаз, подобных кваркониевой материи
- Модификация свойств адронов в плотной барионной материи, возможное проявление сигналов восстановления киральной симметрии
- Существование материи в форме тяжелых мульти-странных объектов



Эксперимент CBM.

Наблюдаемые для широкого набора ядер и энергий с достаточной статистикой

Уравнение состояния ядерной материи при плотностях кора нейтронных звезд

- Коллективные потоки адронов (обусловлены распределением давления в среде на ранней стадии)
- Частицы, содержащие чарм (D - мезоны, чармониум) при (под)пороговых энергиях, рождаются в начальной фазе столкновения, т.е. несут информацию о сильно сжатой барионной материи
- Мульти странные гипероны
- Прямые фотоны

Критическая точка на фазовой диаграмме КХД

- Статистический анализ event-by-event флуктуаций и корреляций дает информацию о наличии фазового перехода и критической точки

Деконфайнмент и признаки восстановления киральной симметрии при больших ρ_B

- Выходы и спектры странных частиц (K, Λ , Σ , Ξ , Ω и их античастицы) и адронных резонансов (такие как K^* , Λ^*)
- Выходы и спектры очарованных частиц (J/ψ , ψ' , D^0 , D^\pm , Λ_c)
- Легкие векторные мезоны ($\rho, \omega, \phi \rightarrow e^+e^-(\mu^+\mu^-)$) дают невозмущенную информацию относительно адронных свойств плотной и горячей среды
- Модификация свойств адронов ($\rho, \omega, \phi \rightarrow e^+e^-(\mu^+\mu^-)$, D)

Странная материя

- Гиперядра с мульти странными гиперонами
- Экзотические состояния материи такие, как конденсаты странных частиц