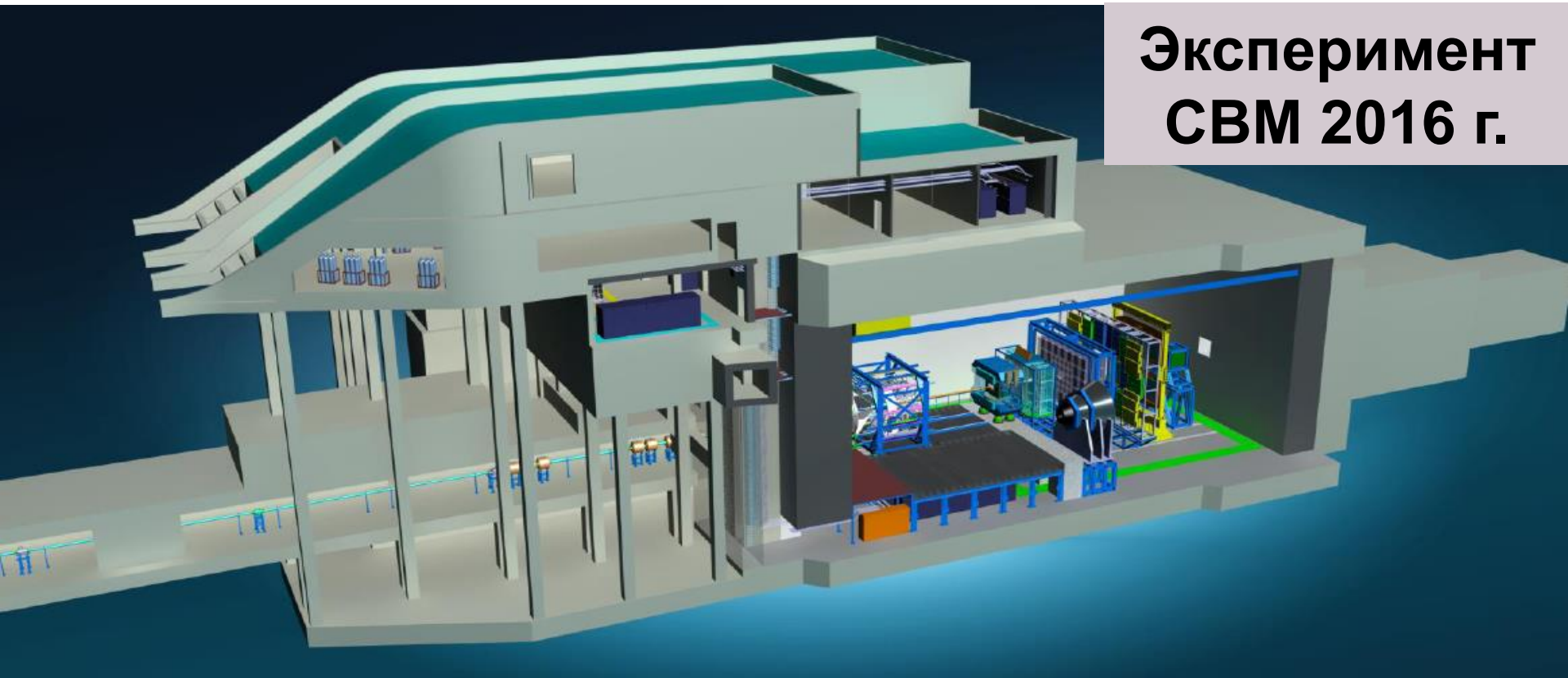
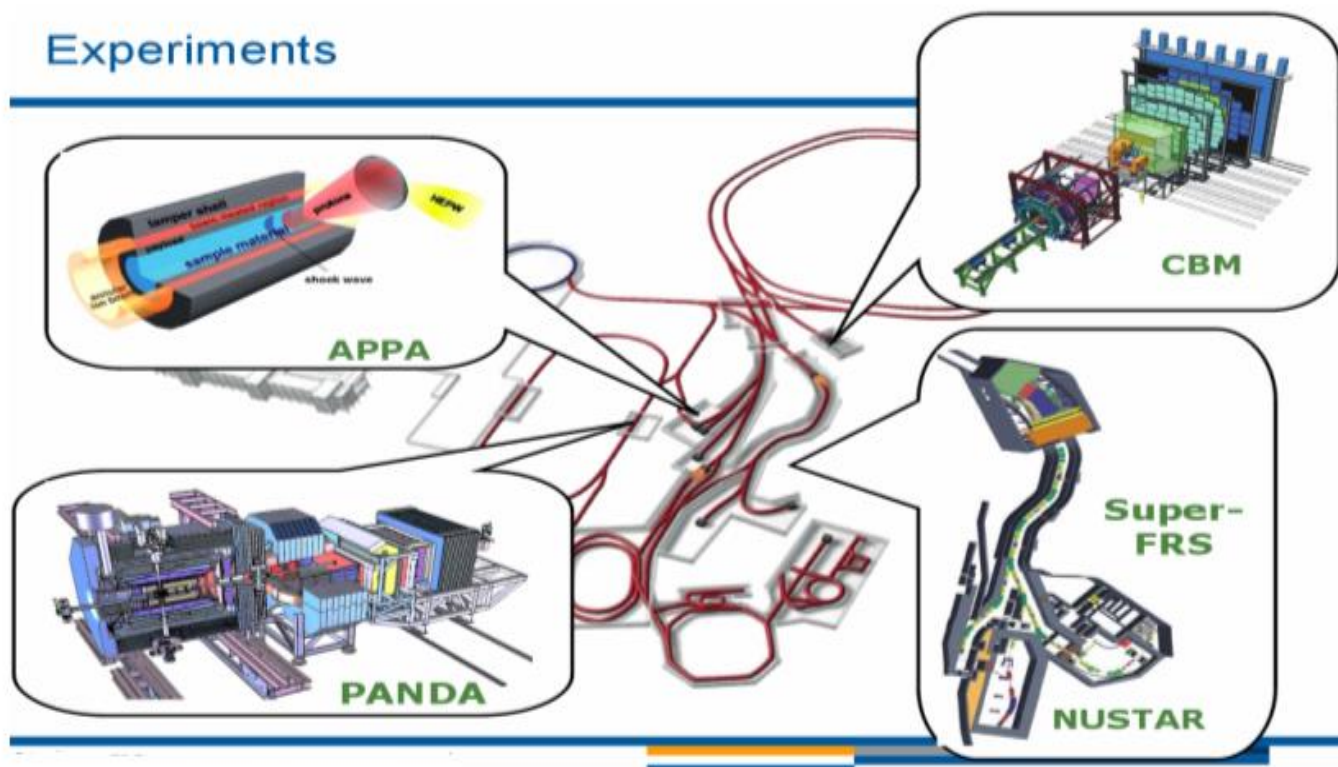


Эксперимент СВМ 2016 г.



Ускорительный комплекс FAIR (Германия, Дармштадт)



International shareholders approve construction project execution plan (12/12/2016)

...

The integrated schedule for realization, in which civil engineering, accelerator development and construction, as well as the scientific experiments are closely coordinated, has met the approval of the shareholders. The plan foresees a full operation of the new accelerator facility, which is directly connected to the existing GSI campus, in the year **2025**. The execution of civil works on the site shall start in summer **2017** and are expected to be substantially completed at the end of **2022**. After the civil construction of the new buildings the installation of the state-of-the-art accelerator and experiment facilities will begin.

...

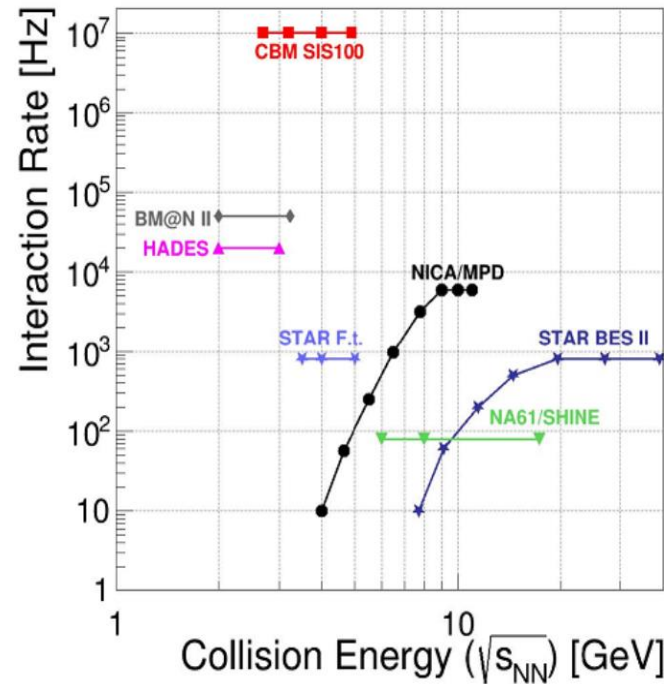
CBM (Compressed Baryonic Matter) – эксперимент по исследованию плотной ядерной материи, создаваемой в ядро - ядерных и протон - ядерных взаимодействиях.

SIS100 в распоряжение **CBM** будет выводить пучки различного сорта ядер, например, **Au(Ca)** с энергией до **11(14)** ГэВ/нуклон и **протонов** до **29** ГэВ

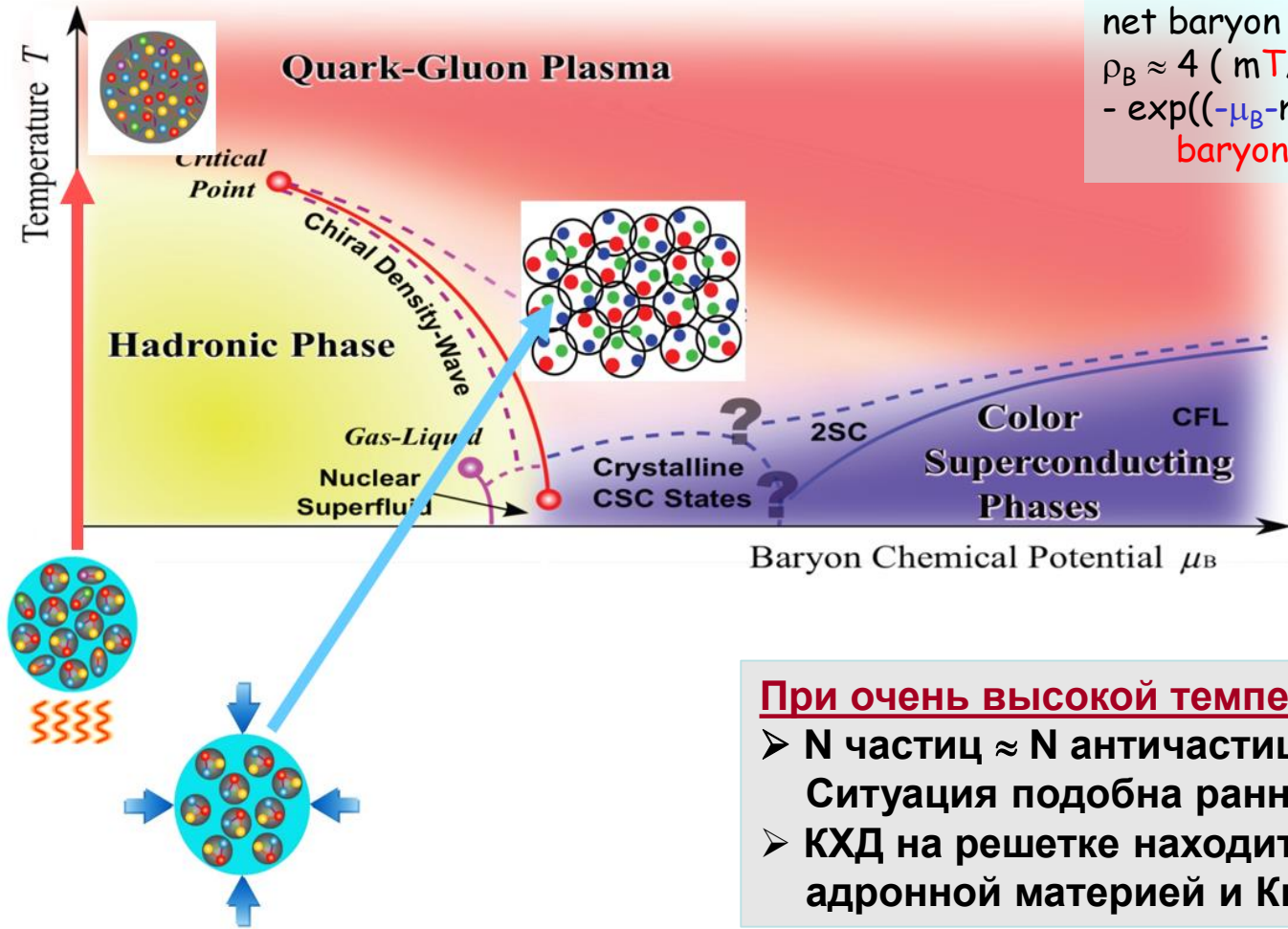
SIS300 ??? – ядра вплоть до урана **8- 40** ГэВ/нуклон и протоны до **90** ГэВ

Планируемые эксперименты, исследующие плотную ядерную материю

Experiment	Energy $\sqrt{s_{NN}}$ (Au/Pb beams)	Observables	Reaction rates Hz
STAR f.t, BNL	3.5 – 5 GeV	p, π , strangeness	$< 10^3$
NA61@ SPS CERN	6.4 – 17.4 GeV	p, π , strangeness	80 (limitation by detector)
CBM/HADES@ SIS100 FAIR	2.2 – 4.9 GeV	p, π , strangeness, charm, e, μ	$10^5 - 10^7$ (limitation by detector)
MPD@ NICA Dubna	4.0 – 11.0 GeV	p, π , strangeness, e	~1000 (design luminosity of $10^{27} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ for heavy ions)
BM@N Dubna	2.2 – 3.2 GeV	p, π , strangeness	$5 \cdot 10^4$

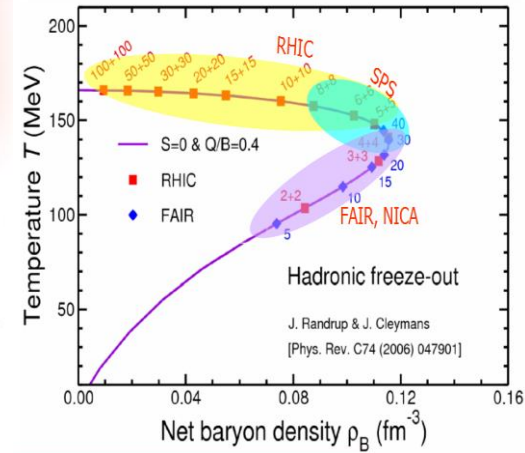


КХД фазовая диаграмма



net baryon density:

$$\rho_B \approx 4 \left(\frac{mT}{2\pi h^2 c^2} \right)^{3/2} \times [\exp((\mu_B - m)/T) - \exp((- \mu_B - m)/T)]$$
 baryons - antibaryons



При очень высокой температуре:

- N частиц \approx N античастиц
- Ситуация подобна ранней Вселенной
- КХД на решетке находит кроссовер между адронной материей и Кварк-Глюонной Плазмой

При большой барионной плотности:

- N частиц \gg N античастиц
- Плотность как в коре нейтронных звезд
- Модели предсказывают фазовый переход первого рода со смешанными или экзотическими фазами

Очень высокие T и $\rho_B \sim 0$:

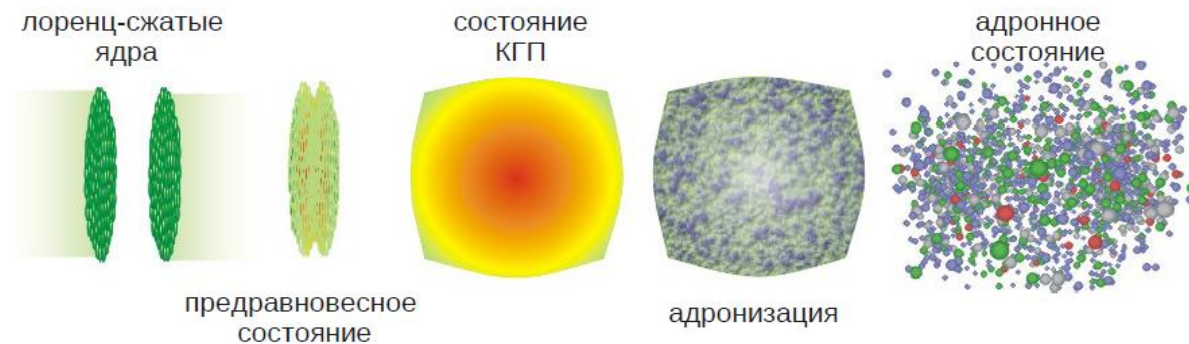
LHC – ALICE, ATLAS, CMS
 RHIC – STAR, PHENIX

Средние T и большие ρ_B :

Скан по энергии на RHIC, NA61 (SPS),
 CBM (FAIR), MPD (NICA)

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 кваркниевой материи
- Модификация свойств адронов в плотной барионной материи, возможное проявление сигналов восстановления киральной симметрии
- Существование материи в форме тяжелых мульти-странных объектов



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

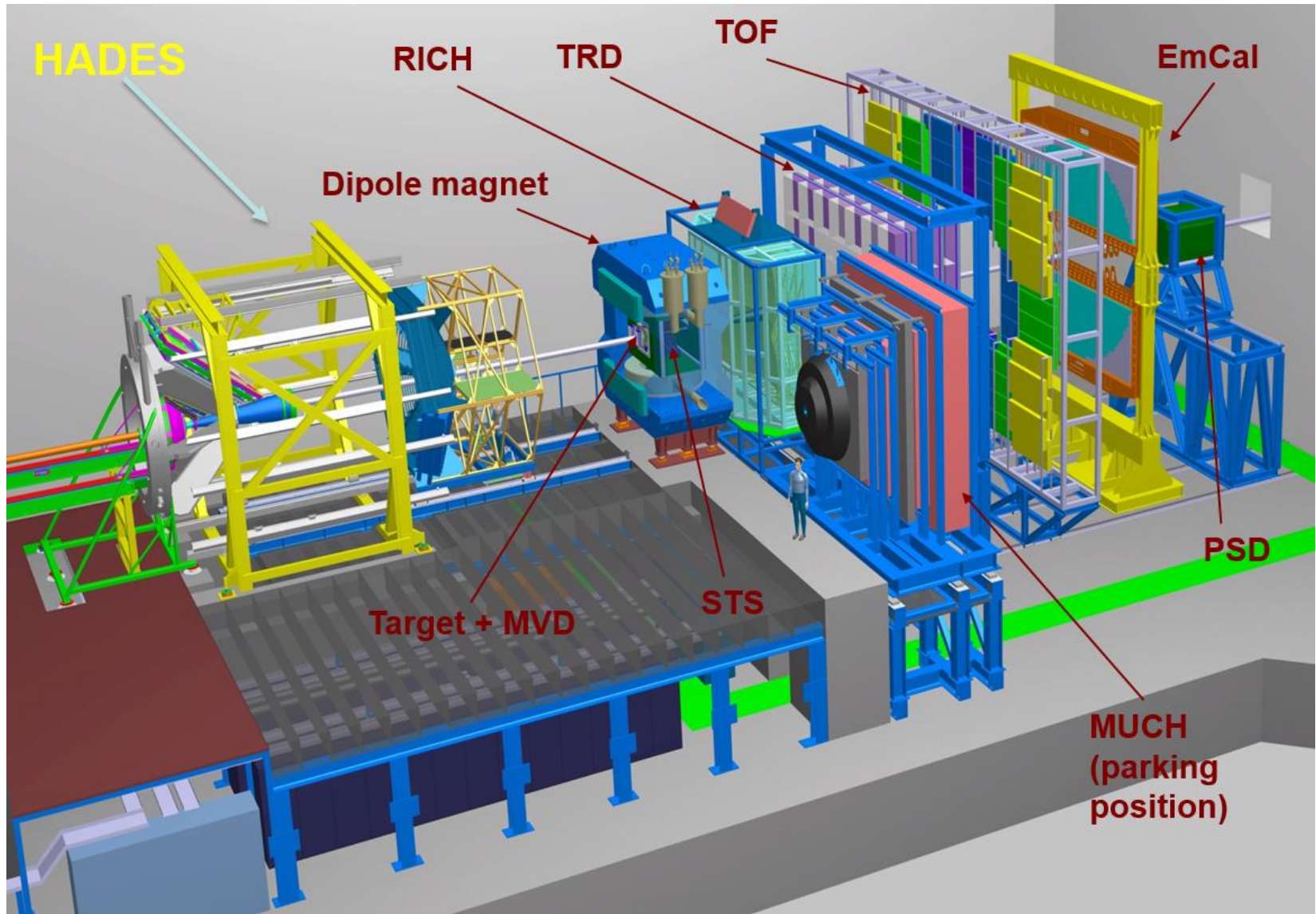
- Выходы и спектры странных частиц ($K, \Lambda, \Sigma, \Xi, \Omega$ и их античастицы) и адронных резонансов (такие как K^*, Λ^*)
- Выходы и спектры очарованных частиц ($J/\psi, \psi', D^0, D^\pm, \Lambda_c$)
- Легкие векторные мезоны ($\rho, \omega, \phi \rightarrow e^+e^-(\mu^+\mu^-)$) дают невозмущенную 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

Экспериментальная установка СВМ

Требования на экспериментальную установку: 10^9 ядер/с на мишень \Rightarrow
 10^7 с⁻¹ взаимодействий \Rightarrow до 1000 треков заряженных частиц в каждом событии



ПИЯФ участвует в создании детекторов RICH и MUCH

Решение комитета ФАИР о заключении контрактов

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 approved²⁰ “Technical Design Report for the CBM Muon Chamber System (MUCH)”. The 2005-price for these components shall be considered as Russian contribution to experiments.

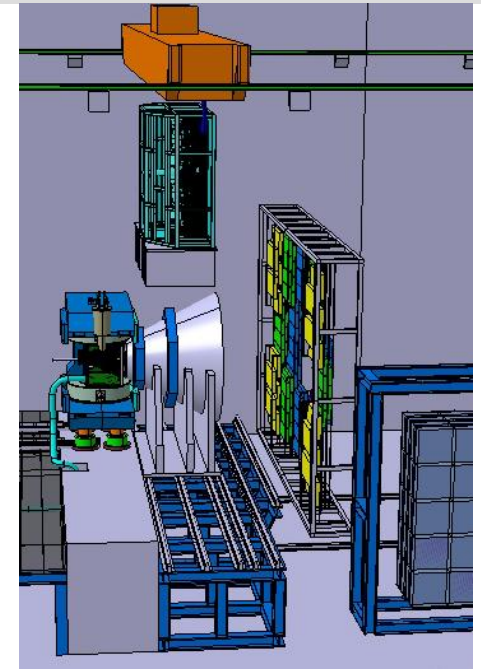
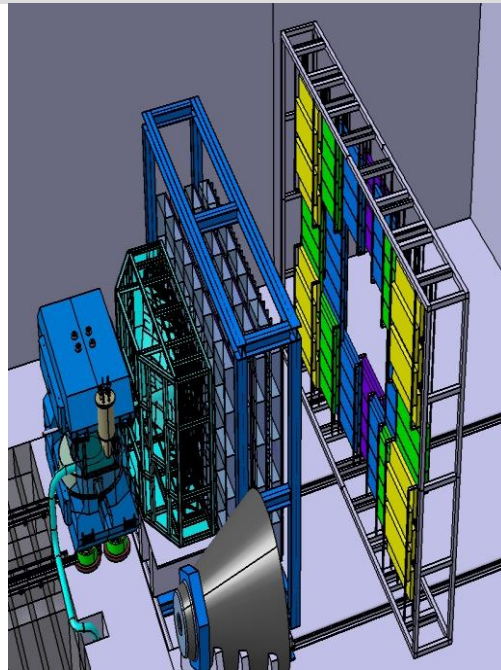
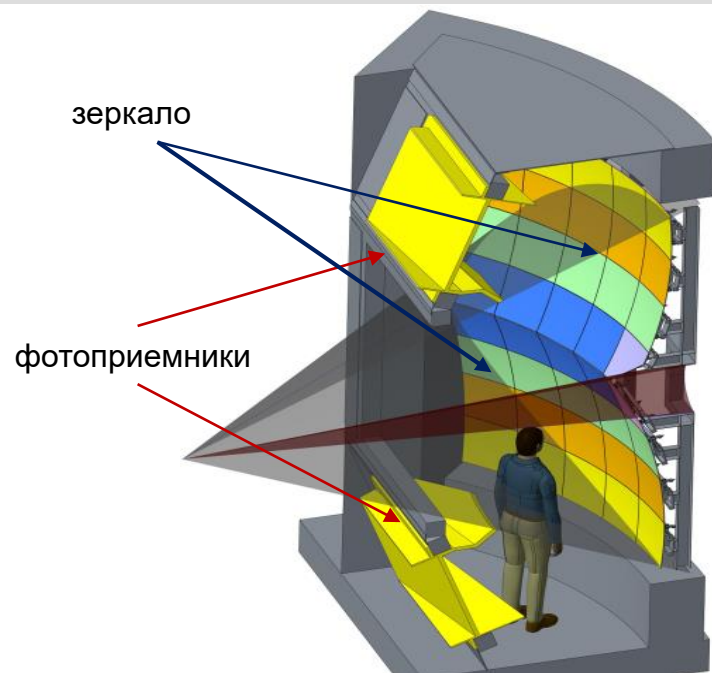
A complete collaboration contract including all annexes and technical specifications, according to FAIR Council Resolution III.10.1, is to be concluded.

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.

Следуя установленным ФАИР квотам на создание экспериментальных установок, НТК (Россия) вынужден был ограничить запросы российских участников. В результате на RICH выделено 1.2 МЕвро (в ценах 2005 г.), а на MUCH, соответственно, 1.822 МЕвро.

Черенковский детектор RICH



- Длина по Z ~ 2 м
- Апертура – 25° по вертикали и 35° по горизонтали
- Радиус зеркала – 3 м
- Зеркало разделено по горизонтали на две половины
- Фотодетекторы расположены выше и ниже оси пучка
- Газ – CO₂ при нормальных T и P

Ответственность ПИЯФ:

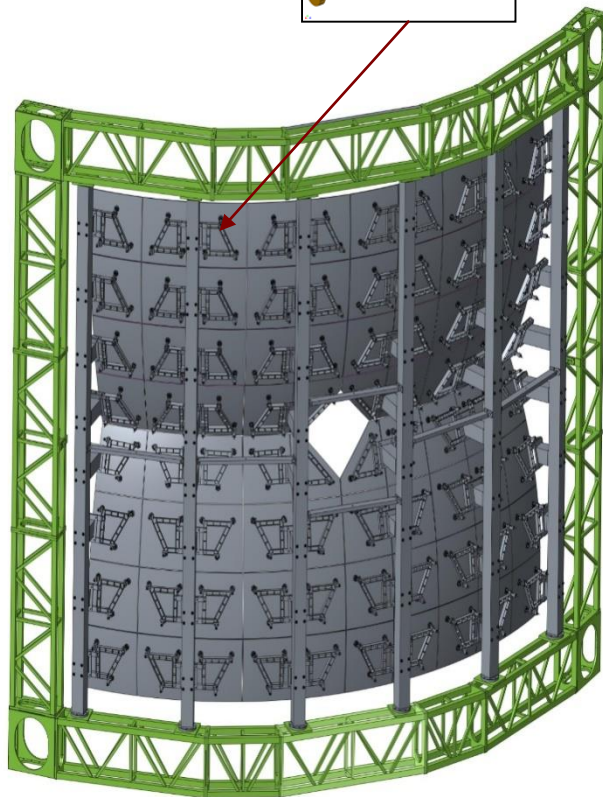
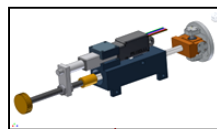
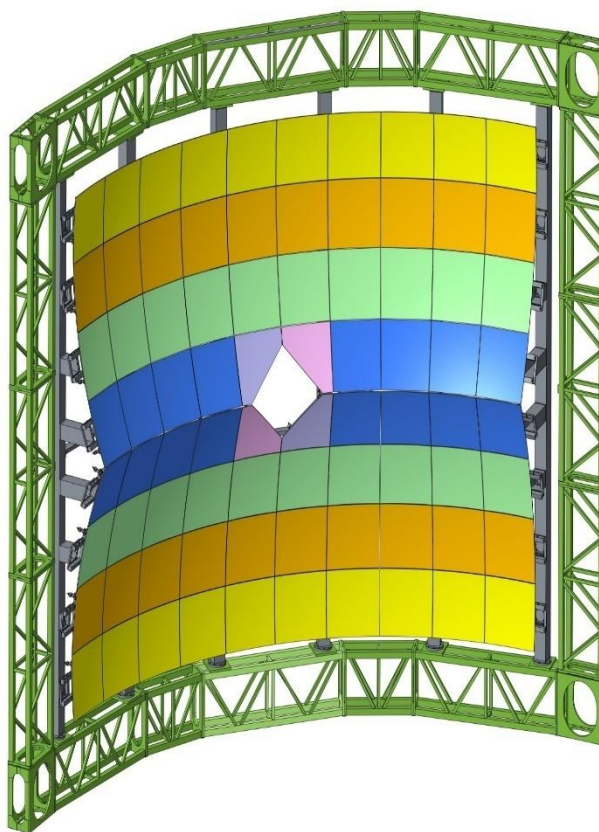
Механика

- Регулируемые фиксаторы зеркал
- Рама для крепления зеркал
- Корпус газового объема
- Структура поддержки фотодетектора

Газовая система

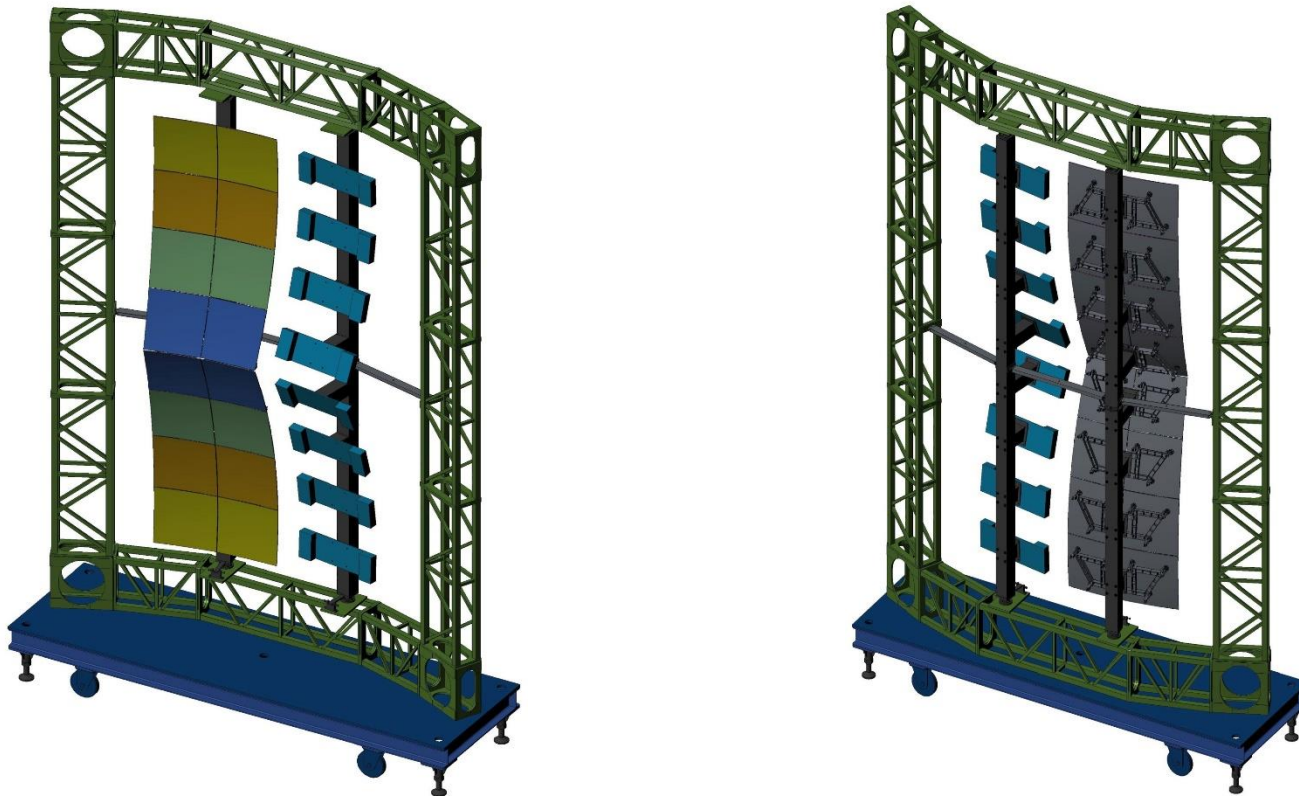
На прошлой неделе заключен контракт

Модель с зеркалами, переданная в Германию для симуляции, учитывает реальную геометрию и материал, попадающий в аксептанс детектора



Проведена проверка клеевого соединения регулируемых фиксаторов с зеркалом – при весе отдельного зеркала ~ 3 кг (т.е. 1 кг на 1 фиксатор) соединение уже месяц без видимого изменения держит нагрузку ~25 кг

Сконструирован и подготовлен комплект рабочих чертежей полномасштабного прототипа системы поддержки зеркал

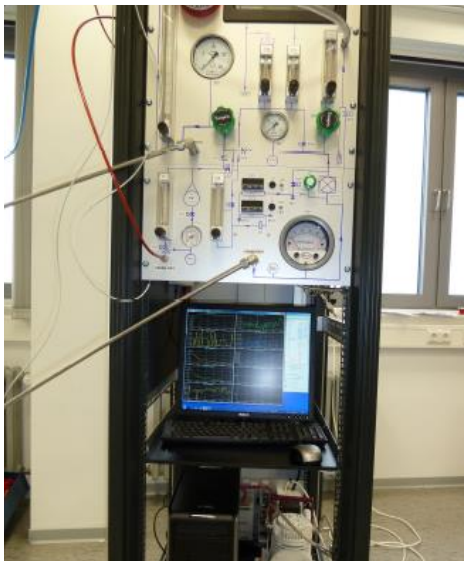
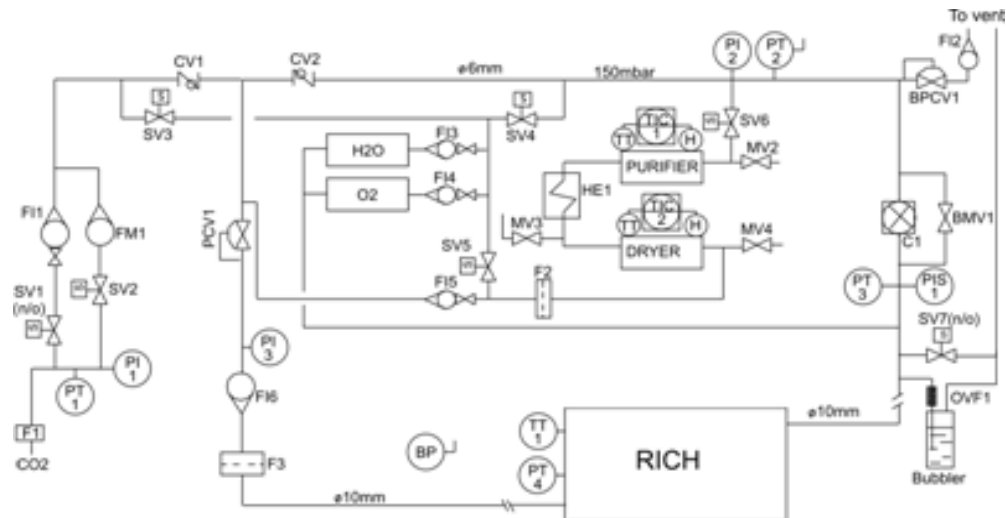


Цель создания прототипа – выработка тактики сборки, конструирование и изготовление необходимых приспособлений для приклейки регулируемых фиксаторов к зеркалам, проверка возможностей юстировки, измерение деформаций

Газовая система

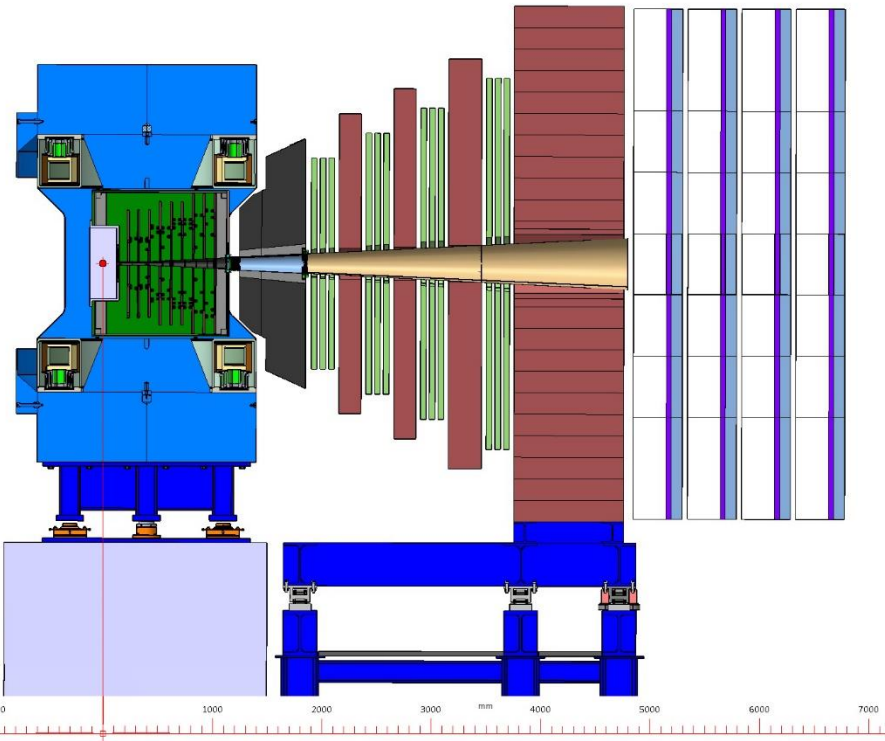
Ранее для действующего прототипа спроектирована и реализована газовая система

С небольшими изменениями такая система годится и для реального детектора



Мюонный детектор MUCH

MUCH — 5 слоев абсорбера прослоены трековыми станциями, каждая из которых состоит из 3-х плоскостей (X,Y) детекторов



Абсорбер 1 – 60 см углерод, центральная вставка из свинца с вакуумной трубой

Абсорберы 2-5 – железо (1.7 м)

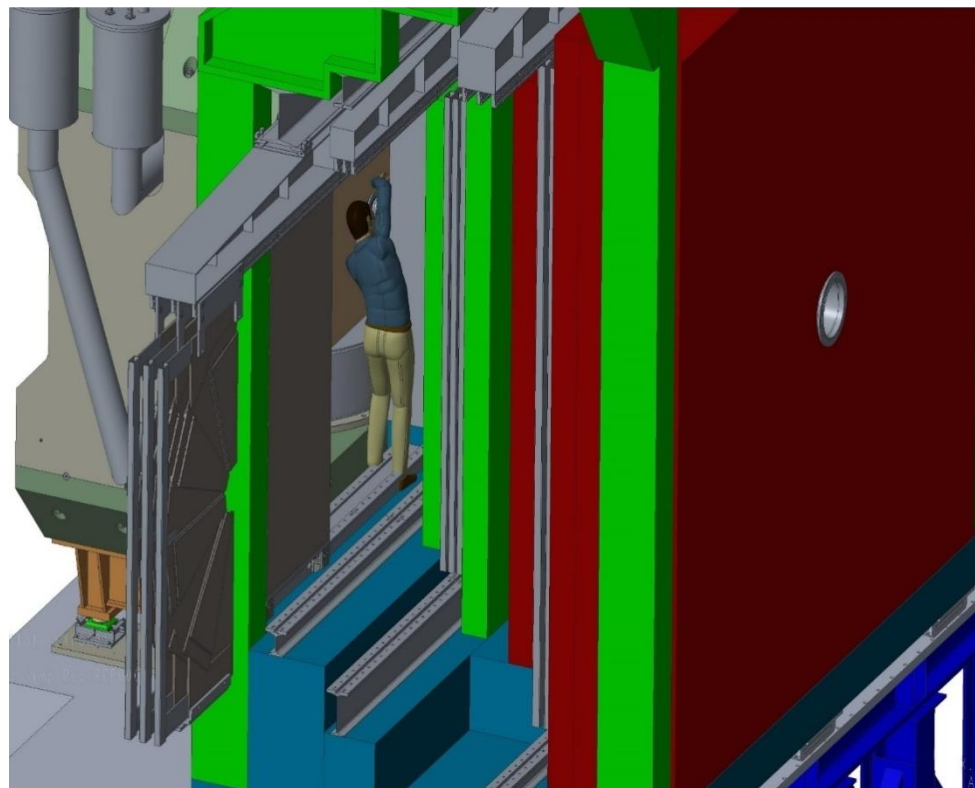
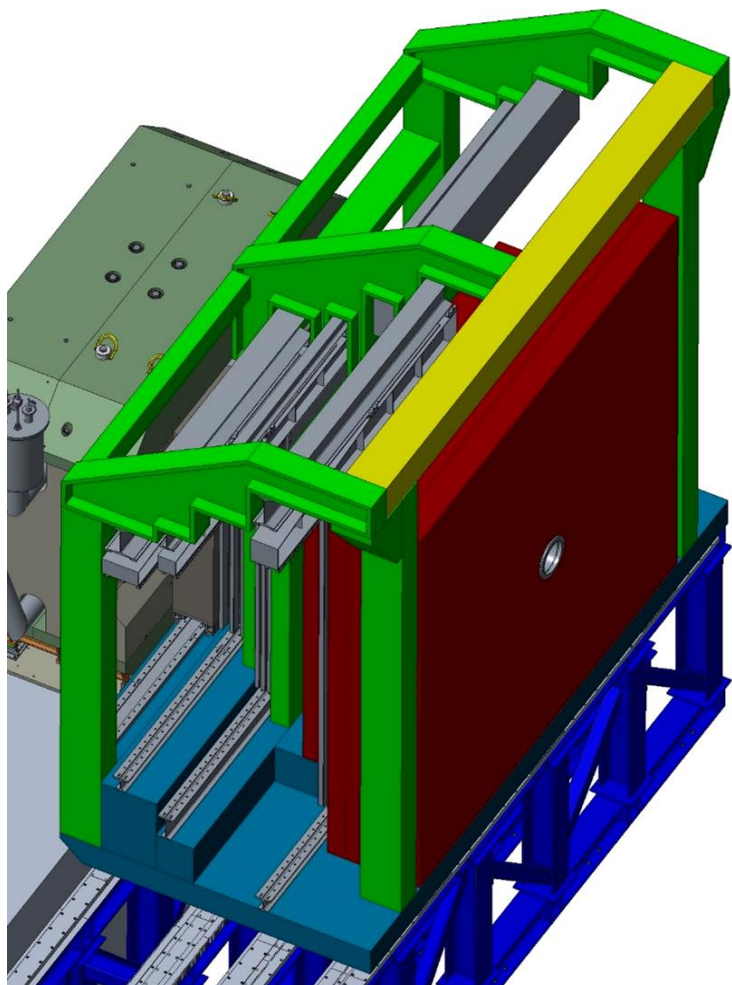
Станции 1,2 – камеры на основе **GEM**, считывающие электроды имеют падовую структуру

Станции 3,4 – **RPC** или **straw**

ПИЯФ – абсорберы + механика, суперструктура, 2 газовые системы, вакуумная труба

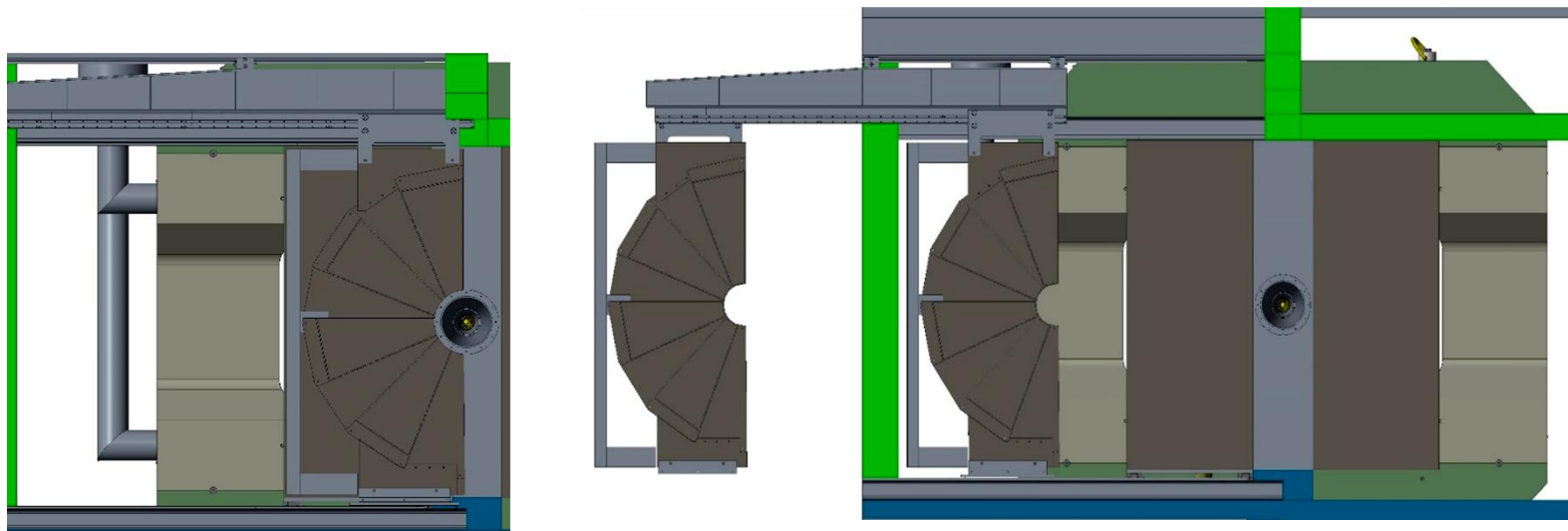
Подготовленный контракт находится в стадии согласования

Разработка концепции с учетом возможности доступа в реальном окружении

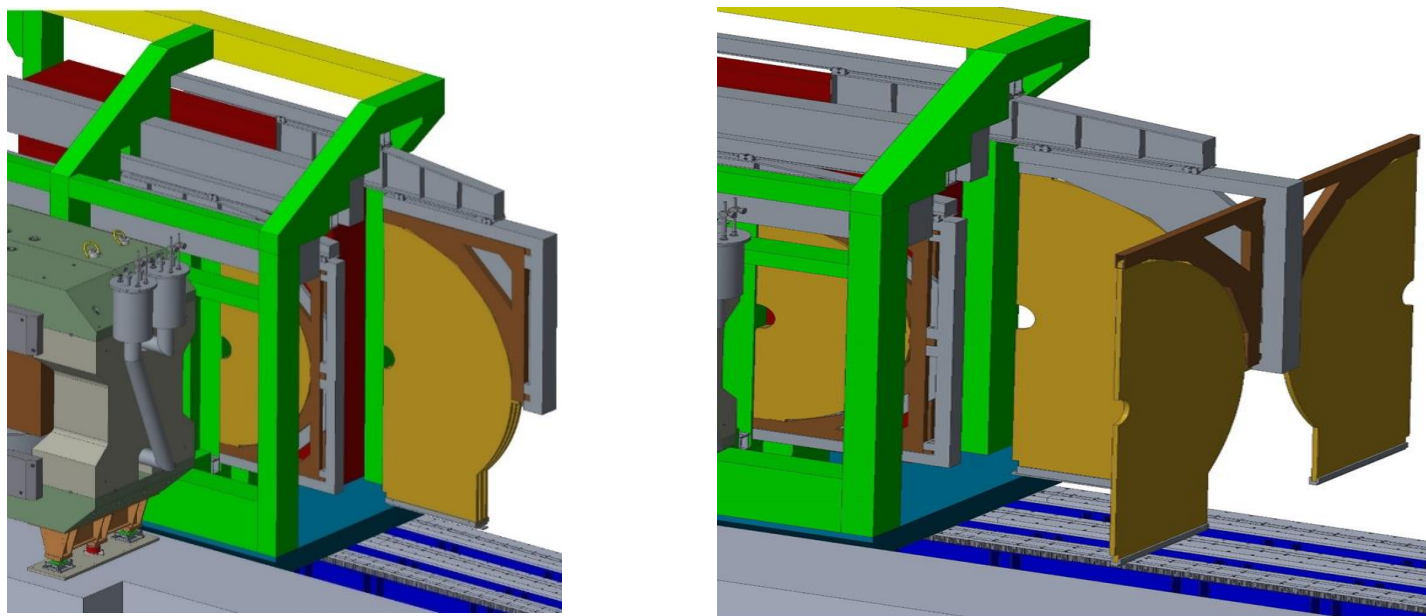


Рассматриваемые подходы к возможности извлечения и доступа к отдельной камере в одной из станций

Вариант 1

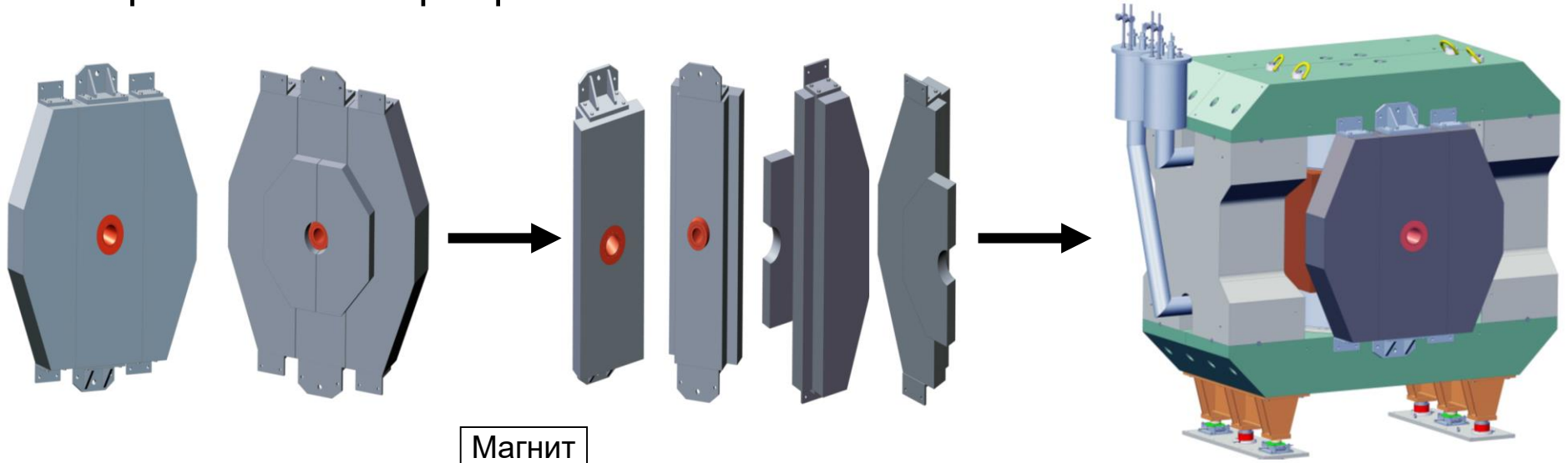


Вариант 2



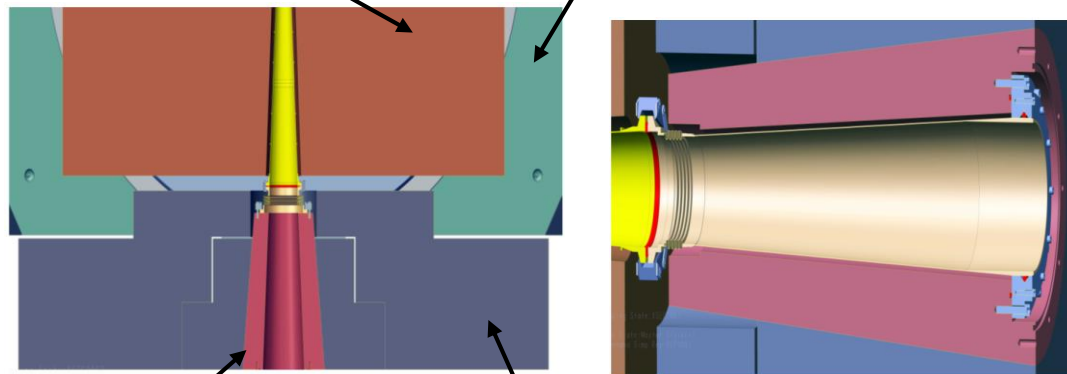
Абсорбер1 + пучковая труба (концепция, сборка)

Вариант1 – абсорбер 1 состоит из 3-х частей



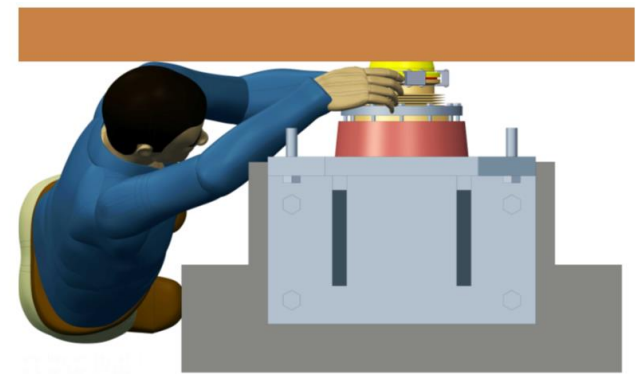
STS бокс

Магнит



Вставка из свинца

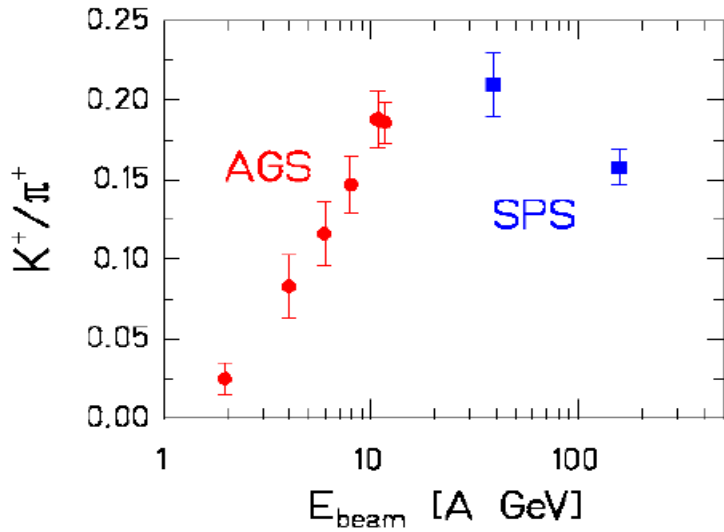
Абсорбер1



План на 2017 г. – выполнение контрактных обязательств по созданию детекторов RICH и MUCN эксперимента CBM в соответствии с план-графиками

Благодарю за внимание

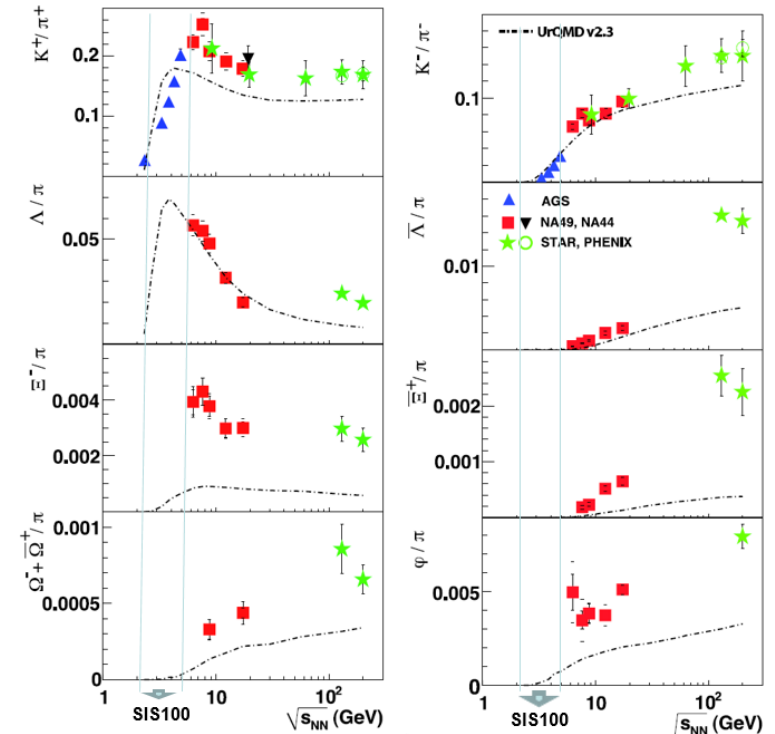
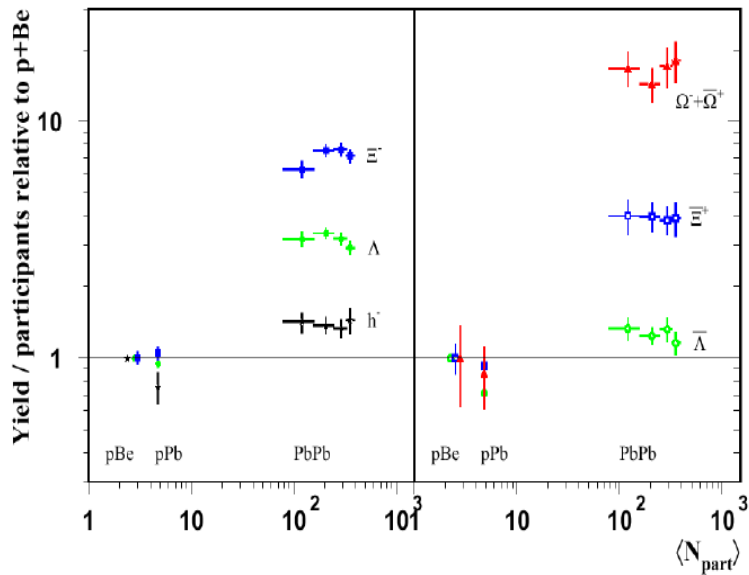
Au+Au (Pb+Pb) central collisions



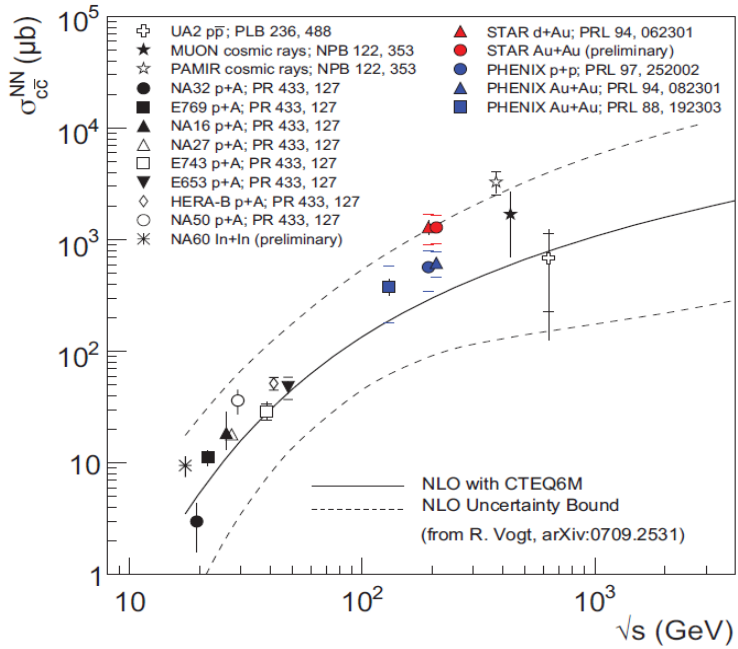
Относительный рост рождения **странности** рассматривается как признак деконфаймента (рождение пар странных кварков в кварк-глюонной плазме энергетически выгодней, чем в адронной материи)

Эффект должен быть наиболее выражен для выхода **мульти-странных частиц**, как это и наблюдалось на SPS, NA49 и WA97/NA57

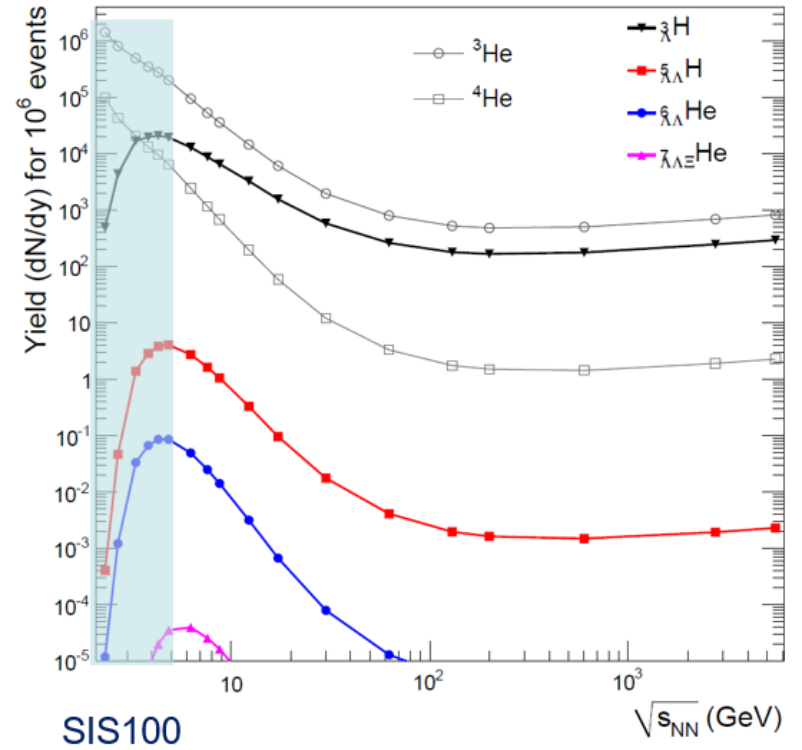
Pb+Pb, 158 GeV/u



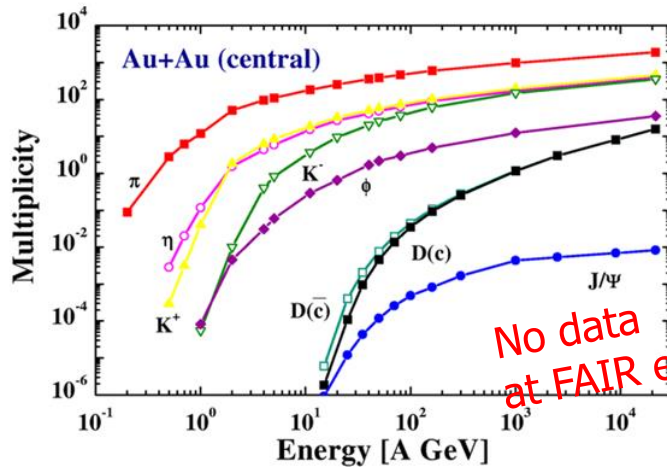
Сечение рождения J/ψ



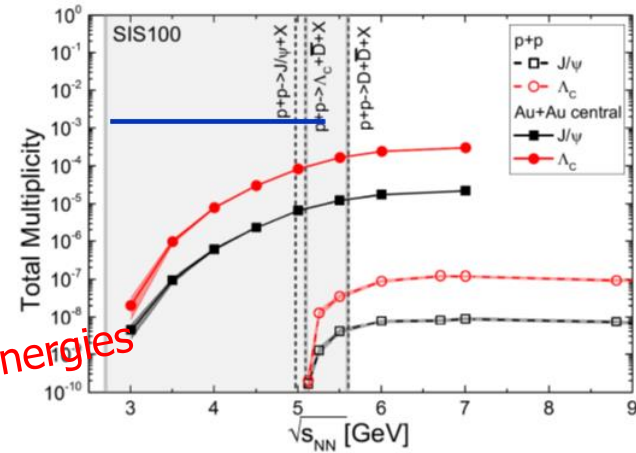
Выход гиперядер с мультистранностью (термодинамическая модель)



A. Andronic et al., Phys. Lett. B697 (2011) 203



No data at FAIR energies



HSD calculation

Central coll. Au+Au 10 A GeV :

$$M_{J/\psi} = 1.7 \cdot 10^{-7}$$

W. Cassing, E. Bratkovskaya, A. Sibirtsev,
Nucl. Phys. A 691 (2001) 753

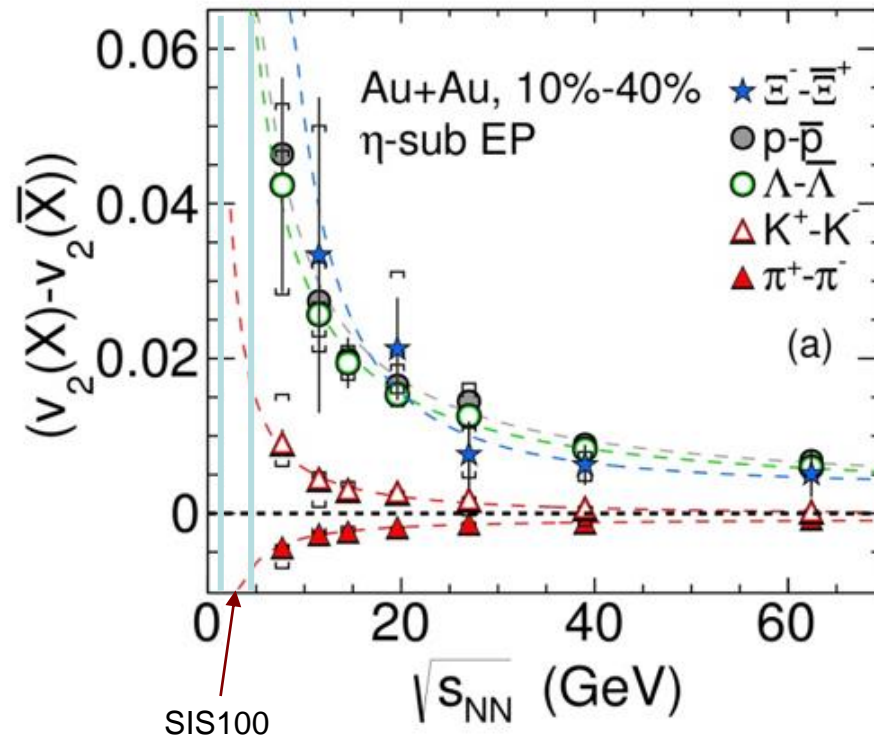
UrQMD calculation including
subthreshold charm production via
 $N^* \rightarrow \Lambda_c + D$ and $N^* \rightarrow N + J/\psi$

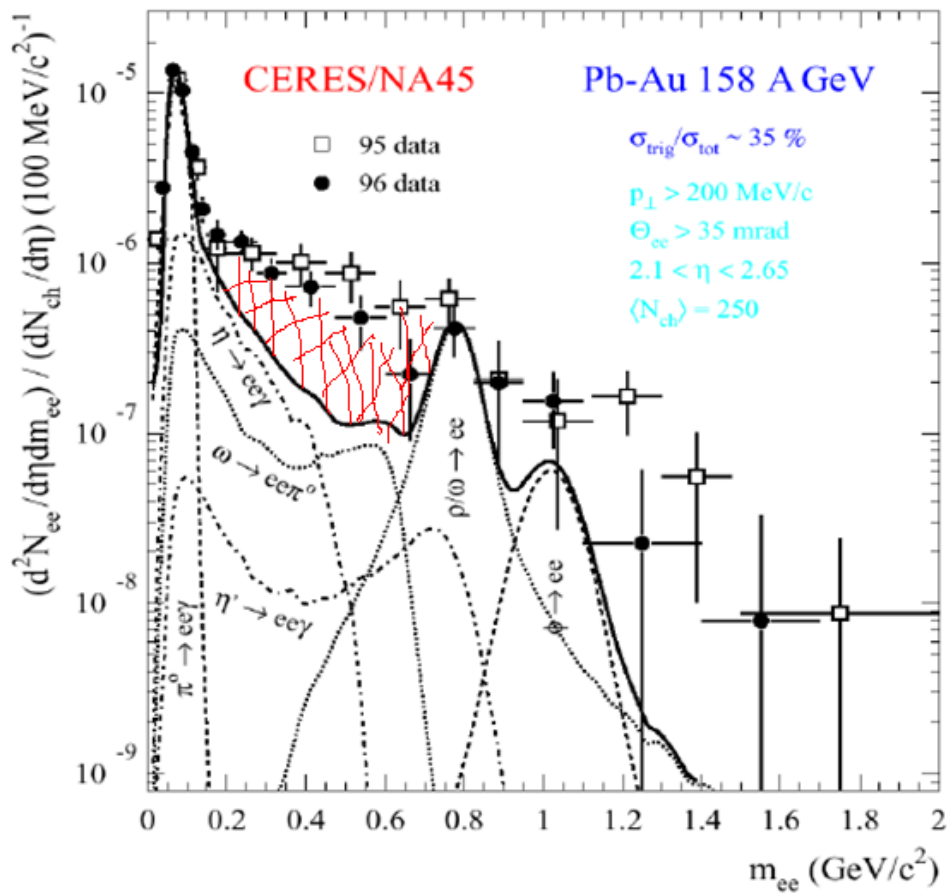
Central Au+Au collisions 10 A GeV:

$$M_{J/\psi} = 5 \cdot 10^{-6}$$

J. Steinheimer, A. Botvina, M. Bleicher, arXiv:1605.03439v1

Разница эллиптических потоков для частиц и античастиц





Диэлектронный спектр инвариантной массы, измеренный на SPS, в сравнении с ожидаемым

Дилептонные распады короткоживущих векторных мезонов – инструмент для изучения возможного восстановления киральной симметрии в плотной среде.

Модификация спектра инвариантной массы для $e^+e^- (\mu^+\mu^-)$ пар.

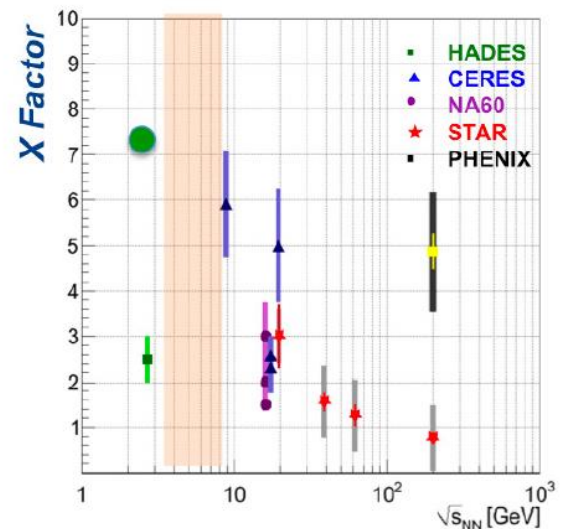


Figure 6: Excess of low-mass di-lepton yield over the hadronic cocktail as function of collision energy (compilation by T. Galatyuk)

Quark matter in massive neutron stars?

Equation-of-state: Non-local SU(3) NJL with vector coupling

M. Orsaria, H. Rodrigues, F. Weber (August 2012)

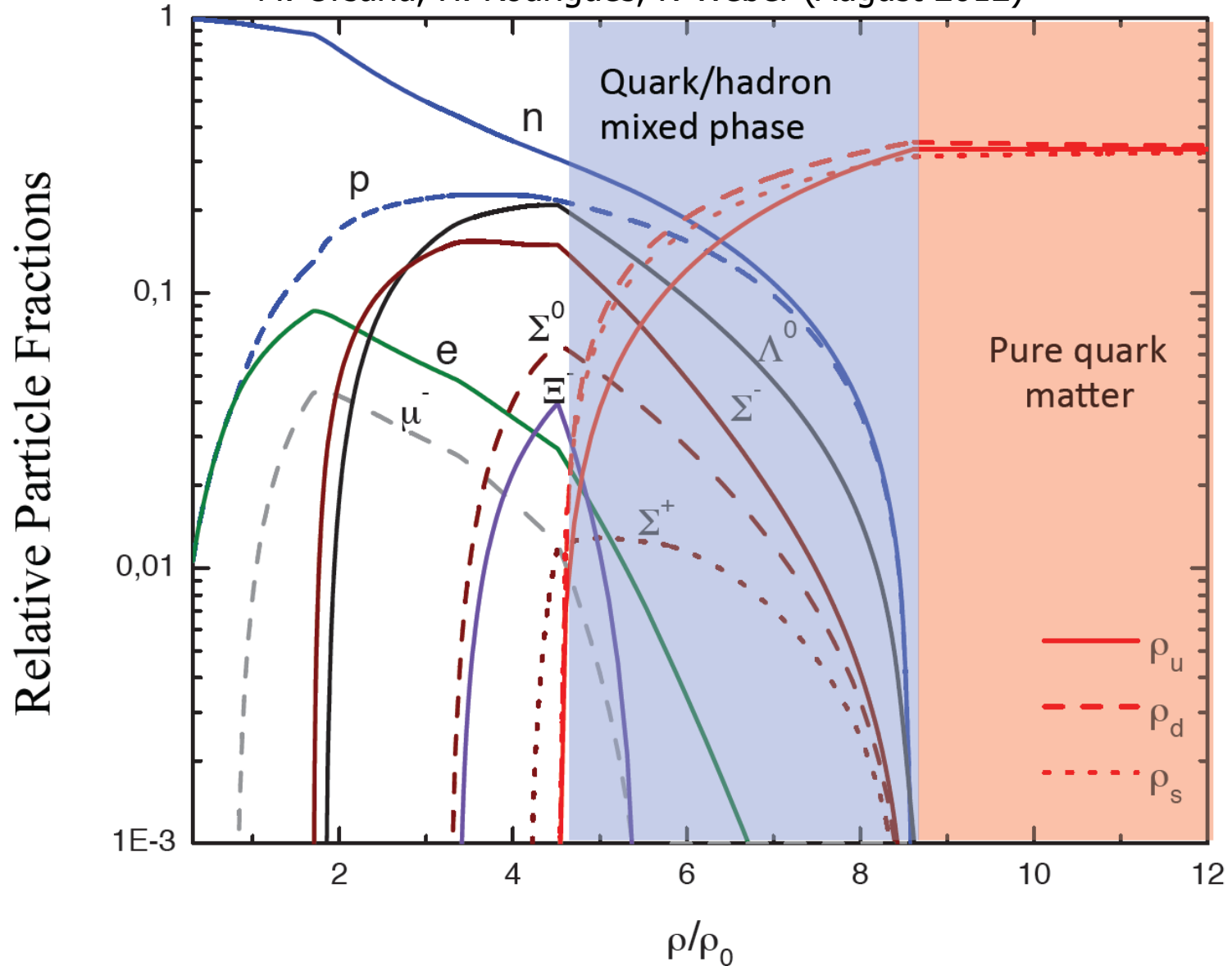


Диаграмма эволюции КГП

