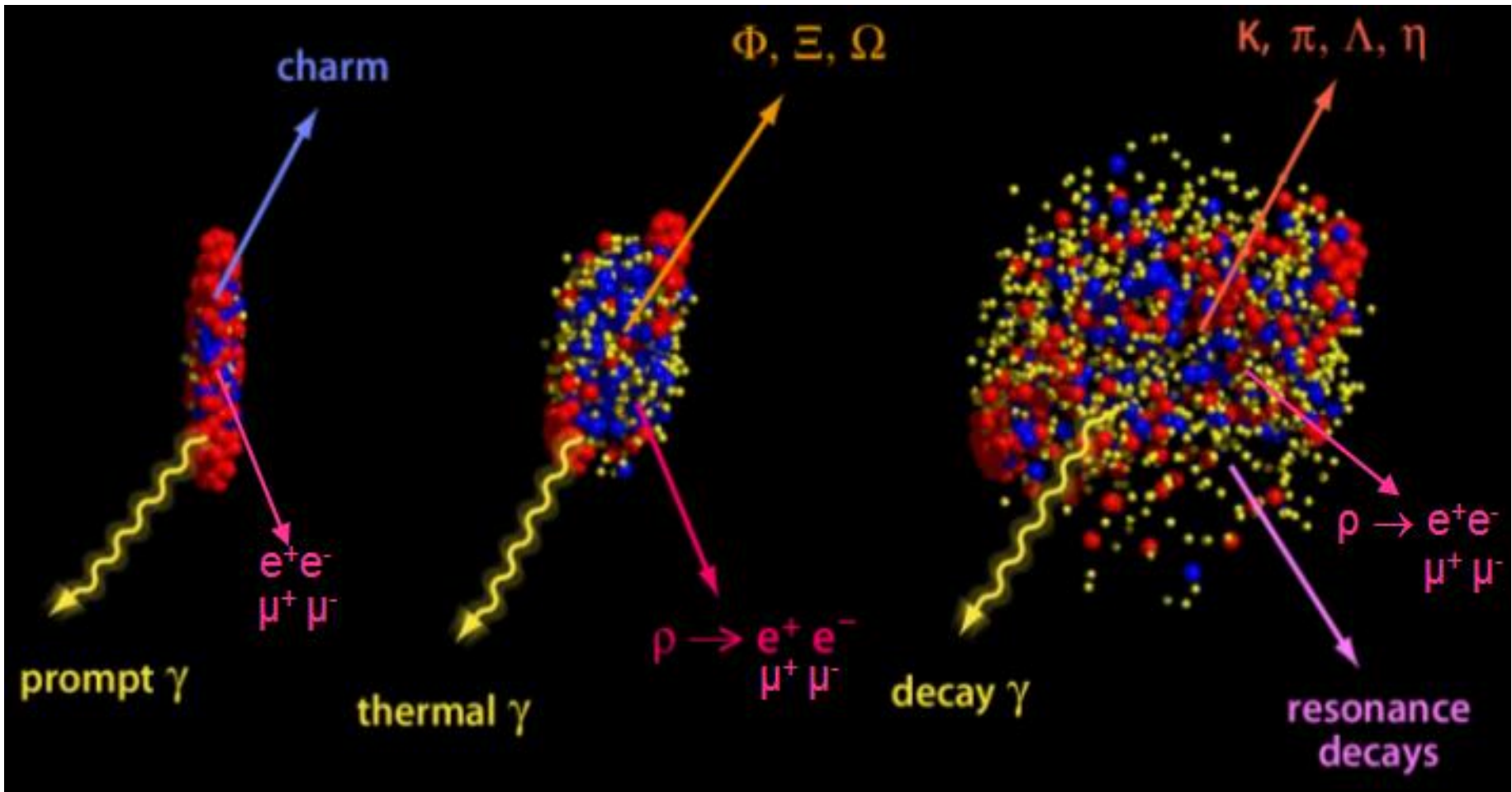


Эксперимент СВМ

2014 г.

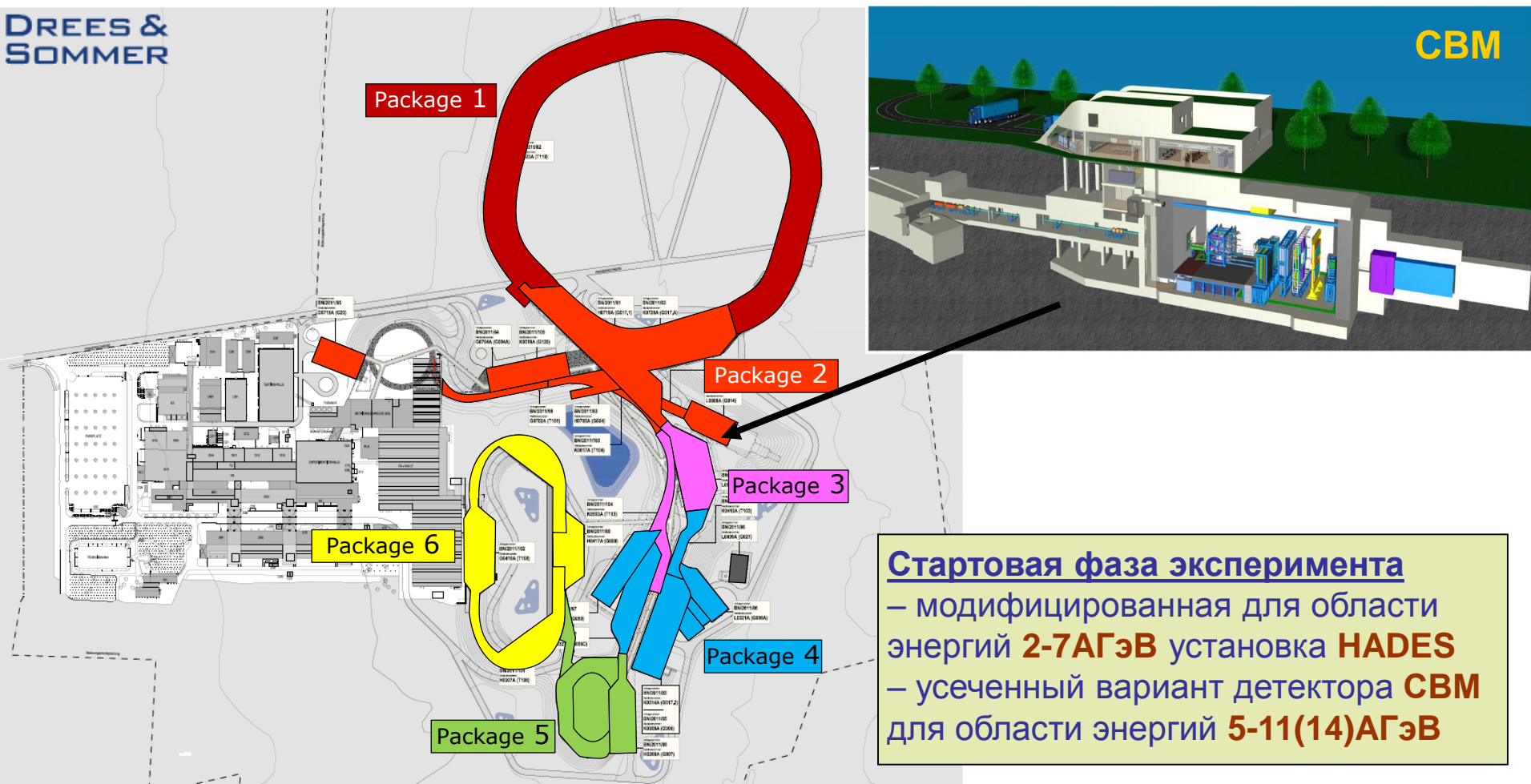


CBM (Compressed Baryonic Matter) – эксперимент по ядро - ядерному и протон - ядерному взаимодействию на выведенном пучке (FAIR, Дармштадт)

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

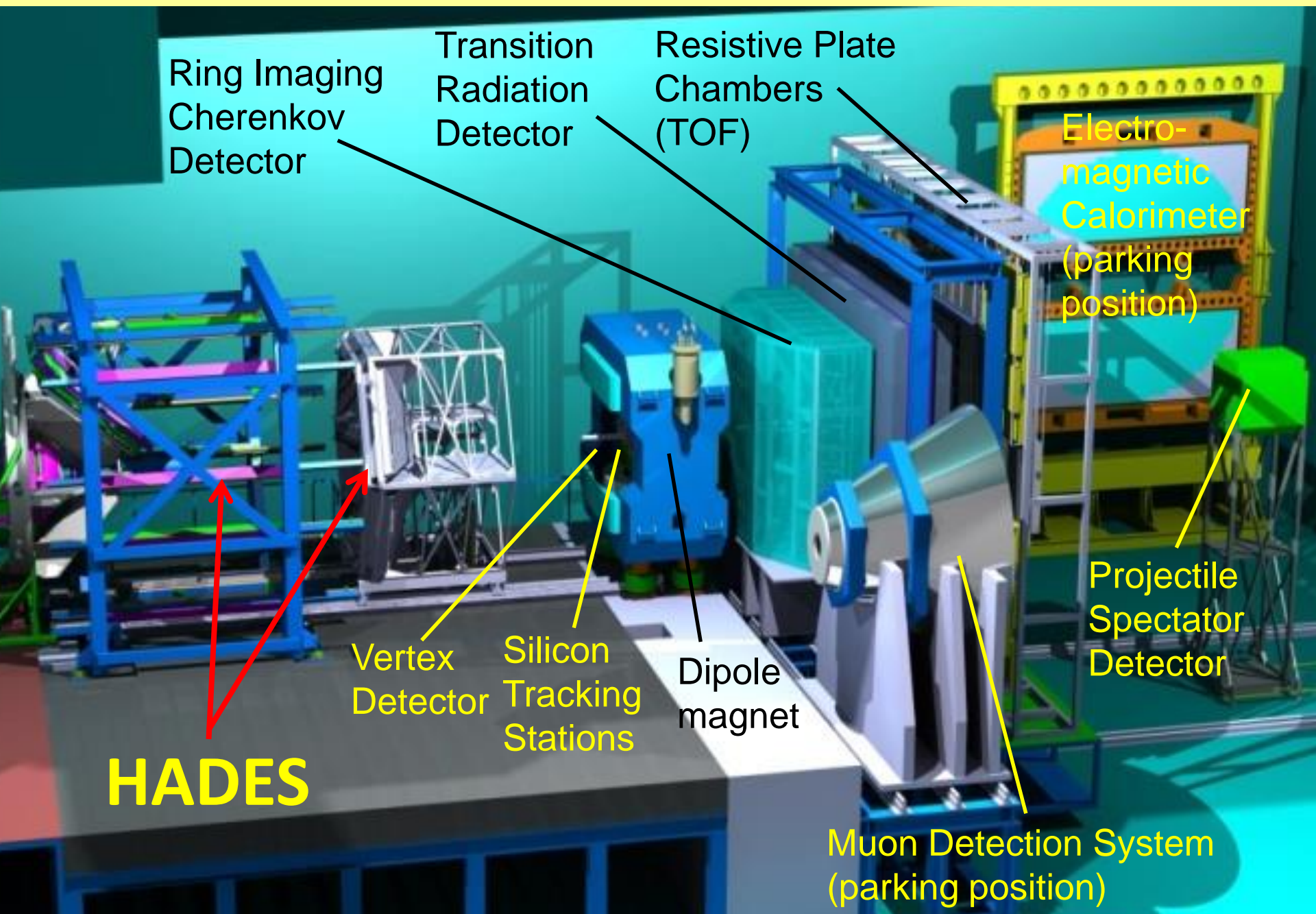
SIS300 – ядра вплоть до урана с энергией **8- 40АГэВ** и протоны до **90 ГэВ**

DREES & SOMMER



Стартовая фаза эксперимента
– модифицированная для области энергий **2-7АГэВ** установка **HADES**
– усеченный вариант детектора **CBM** для области энергий **5-11(14)АГэВ**

The Compressed Baryonic Matter Experiment



Ring Imaging Cherenkov Detector

Transition Radiation Detector

Resistive Plate Chambers (TOF)

Electro-magnetic Calorimeter (parking position)

Projectile Spectator Detector

Vertex Detector

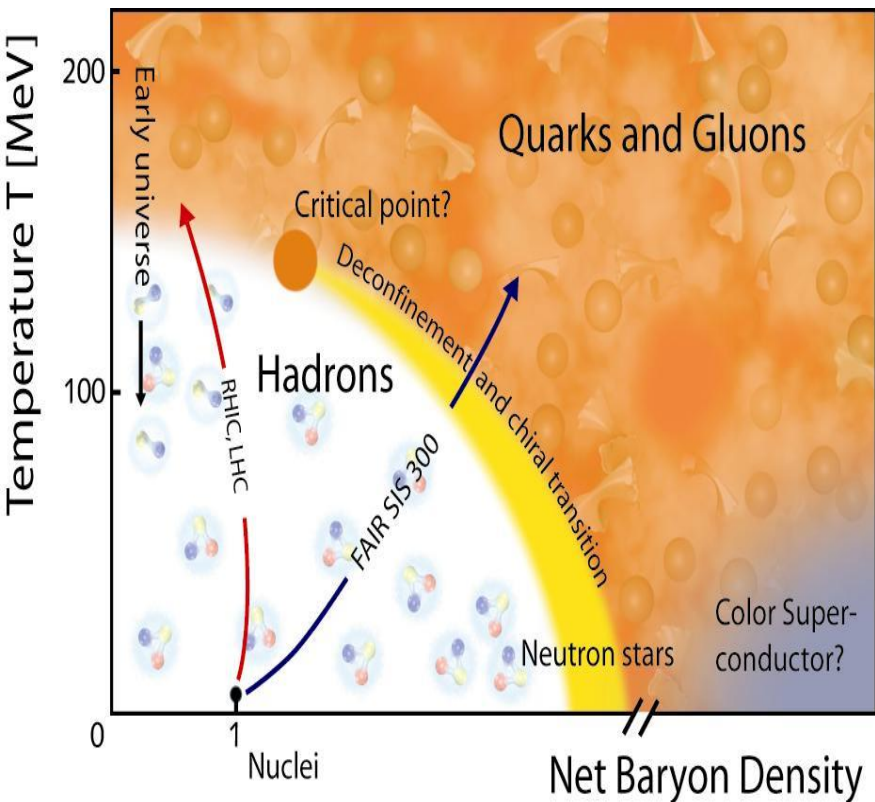
Silicon Tracking Stations

Dipole magnet

Muon Detection System (parking position)

HADES

СВМ Физическая программа и наблюдаемые



Уравнение состояния ядерной материи при плотностях кора нейтронных звезд (SIS100/300)

- коллективные потоки адронов
- рождение частиц при пороговых энергиях (мульти-странные гипероны, открытый чарм)

Новые фазы сильно взаимодействующей материи (SIS100)

Деконфайнмент при больших ρ_B (SIS300)

- функция возбуждения и поток странных частиц ($K, \Lambda, \Sigma, \Xi, \Omega$)
- функция возбуждения и поток очарованных частиц ($J/\psi, \psi', D^0, D^\pm, \Lambda_c$)
- функция возбуждения пар легких мезонов

Восстановление киральной симметрии при больших ρ_B (SIS100/300)

- модификация свойств адронов ($\rho, \omega, \phi \rightarrow e^+e^-(\mu^+\mu^-), D$)

Критическая точка на фазовой диаграмме КХД (SIS300)

- функция возбуждения event-by-event флуктуаций

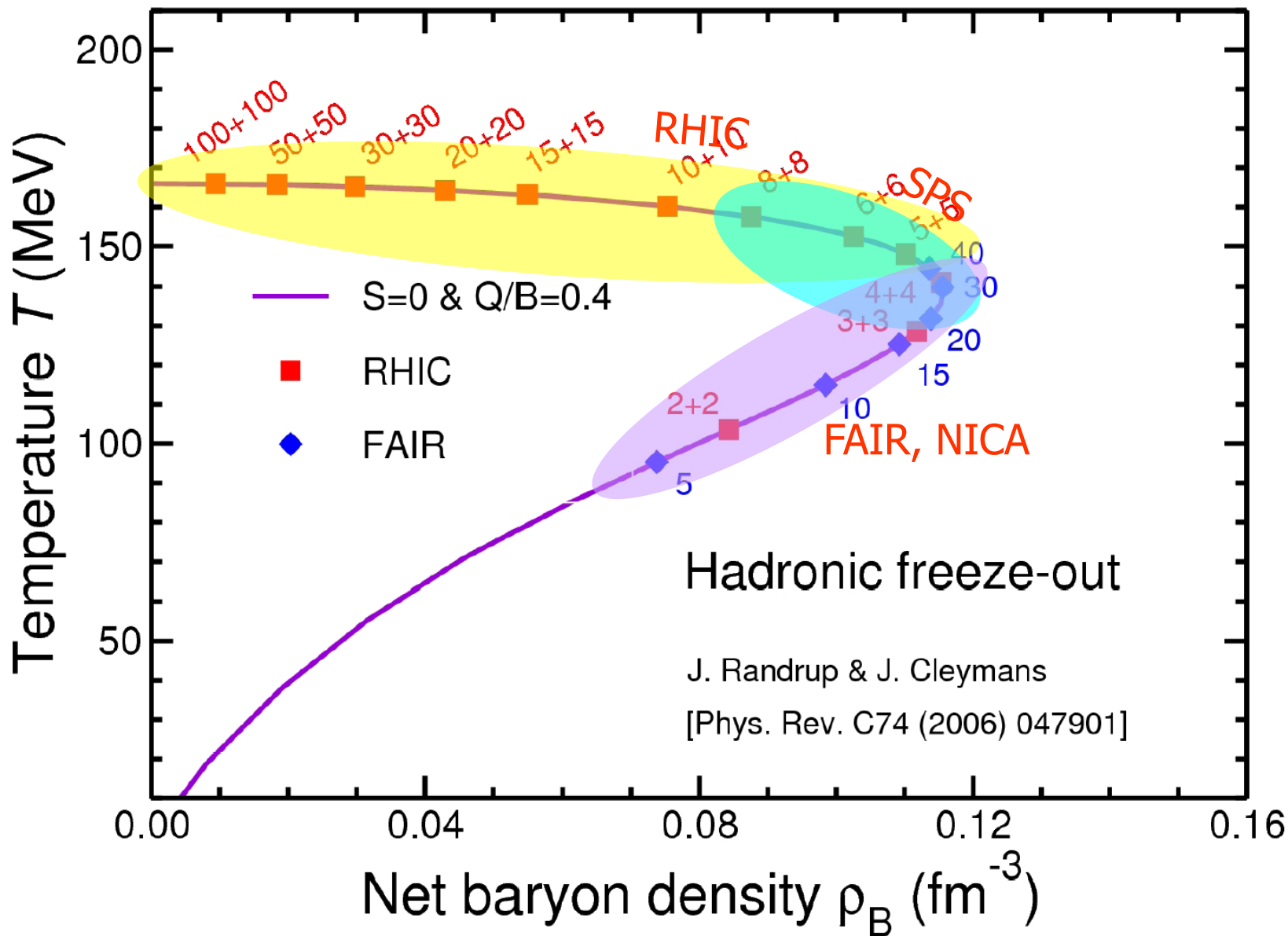
Странная материя (SIS100/300)

- гиперядра с двумя Λ
- странные метастабильные объекты

Эксперименты, исследующие плотную ядерную материю

Experiment	Energy $\sqrt{s_{NN}}$ (Au/Pb beams)	Observables	Reaction rates Hz
STAR, PHENIX@ RHIC BNL	7 – 200 GeV	p, π , strangeness charm, e, μ	1 – 800 (limitation by luminosity)
NA61 @ SPS CERN	6.4 – 17.4 GeV	p, π , strangeness	80 (limitation by detector)
HADES@ SIS18 GSI	< 2.4 GeV	e, p, π , strangeness	$5 \cdot 10^4$
Planned Experiments:			
CBM@ SIS 100/300 FAIR	2.7 – 4.9 GeV 2.7 – 8.3 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)
HI-Expt@ J-PARC	2.3 – 4.9 GeV	p, π , strangeness	10^5

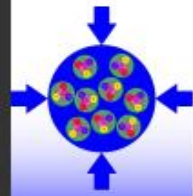
Freeze-out conditions



Infrastructure installation Cave

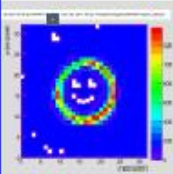
	2018	2019				2020				2021
	4. Quarter	1. Quarter	2. Quarter	3. Quarter	4. Quarter	1. Quarter	2. Quarter	3. Quarter	4. Quarter	1. Quarter
CBM building acceptance	Nov 2018									
Concrete plattform		=====								
Installation Gas, power, cable trays		=====								
Magnet installation			=====							
Rail system installation					=====					
Magnet fieldmapping						=====				
Tof installation						=====				
HADES installation Magnet- Mainframes						=====				
HADES installation Detector&Kalorimeter								=====		
Installation main frames RICH & MUCH							=====			
MUCH installation								=====		
STS installation								=====		
RICH installation									=====	
Beam transport SIS100 CBM ready									=====	
SIS100 ready to deliver beams										Jan 21

ПИЯФ участвует в создании мюонного детектора MUCH и черенковского детектора RICH



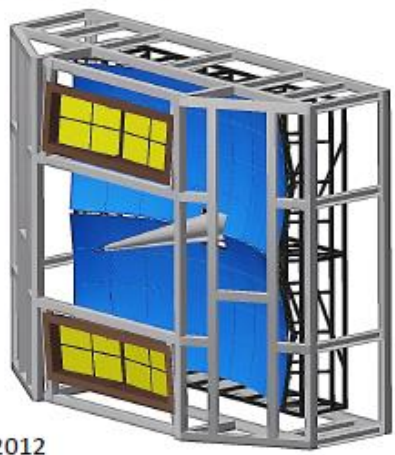
**Technical Design Report
for the CBM**

Compressed Baryonic Matter Experiment



**Ring Imaging
Cherenkov (RICH)
Detector**

The CBM Collaboration



November 2012

Прошел экспертизу и одобрен в январе 2014 г.



**Technical Design Report
for the CBM**

Compressed Baryonic Matter Experiment

**Muon Chamber
(MUCH)**

The CBM Collaboration

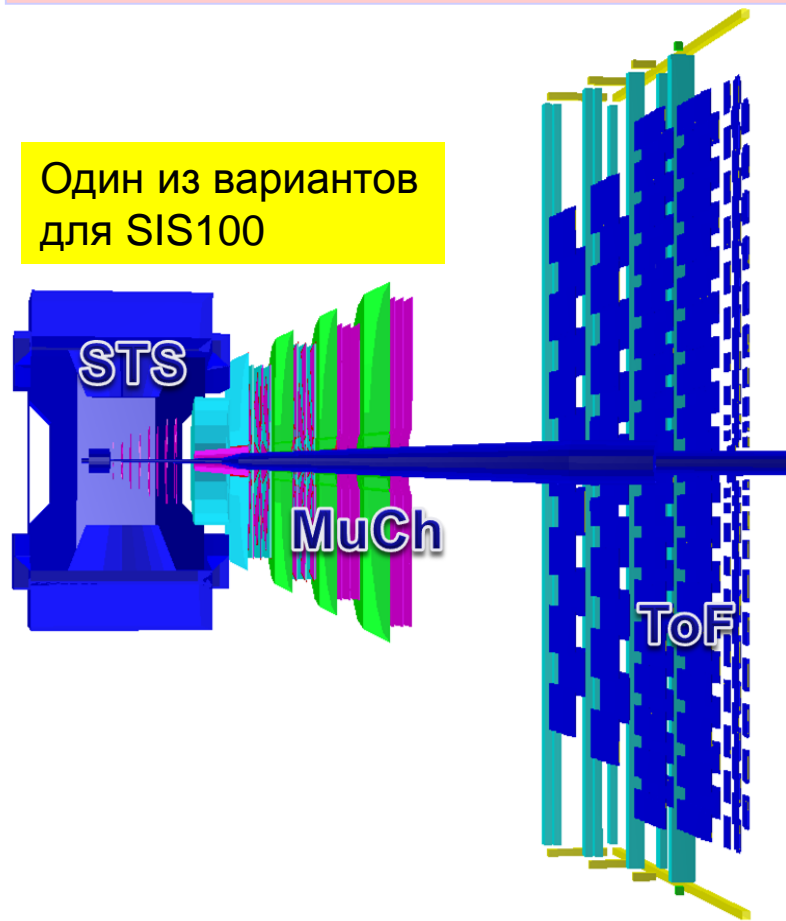


December 2013

Прошел экспертизу и одобрен в ноябре 2014 г.

Мюонный детектор MUCN

Стратегия – поэтапное создание полномасштабной версии детектора, включающей **6** слоев абсорбера, прослоенных трековыми станциями, каждая из которых состоит из **3-х** плоскостей детекторов



Условия **СВМ** – 10^7 событий/с, каждое из событий содержит до **1000** треков заряженных частиц

Абсорбер: 1-й слой – 60 см **углерод**, остальные **железо** (всего $13.5 \lambda_1$), центральная вставка (скорее всего из **свинца**) с вакуумной трубой

Станции **1,2** – камеры на основе **GEM** (возможно **GEM + MICROMEGAS**),

Станции **3,4** – **TGEM**, **5,6** – **straw**

ПИАФ

ОИЯИ

Участие в MUCN, согласованное с немцами и индусами

1. Абсорберы, включая механику поддержки и перемещения
2. Конструкция для размещения трековой системы
3. Система юстировки
4. Газовая система
5. Детекторы трековой системы на основе TGEM, GEM? (или гибрид Micromegas+GEM)
6. Система подачи высокого напряжения ???
7. Система низковольтного питания ???

Контракты на каждую подсистему

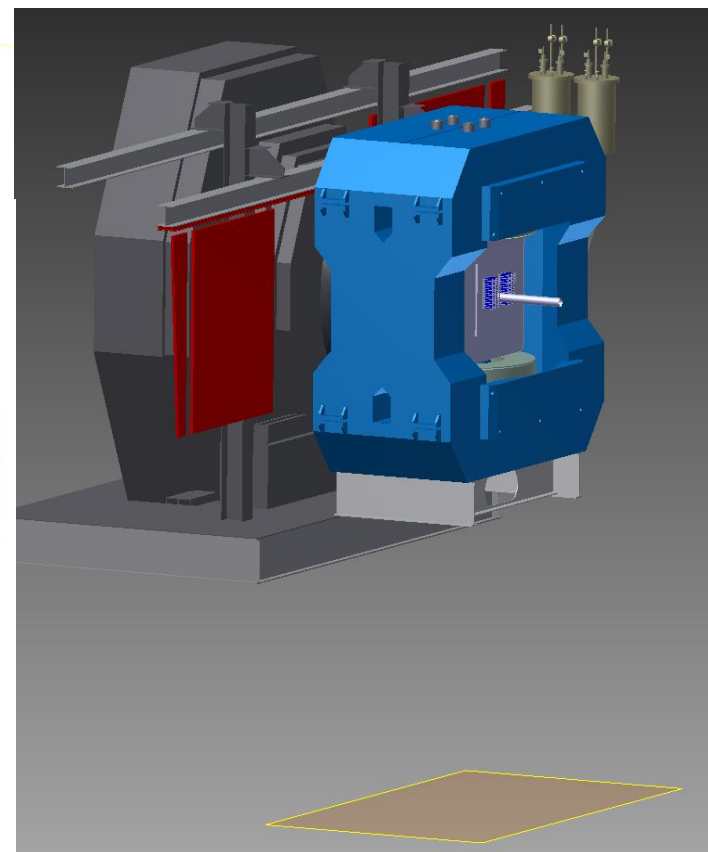
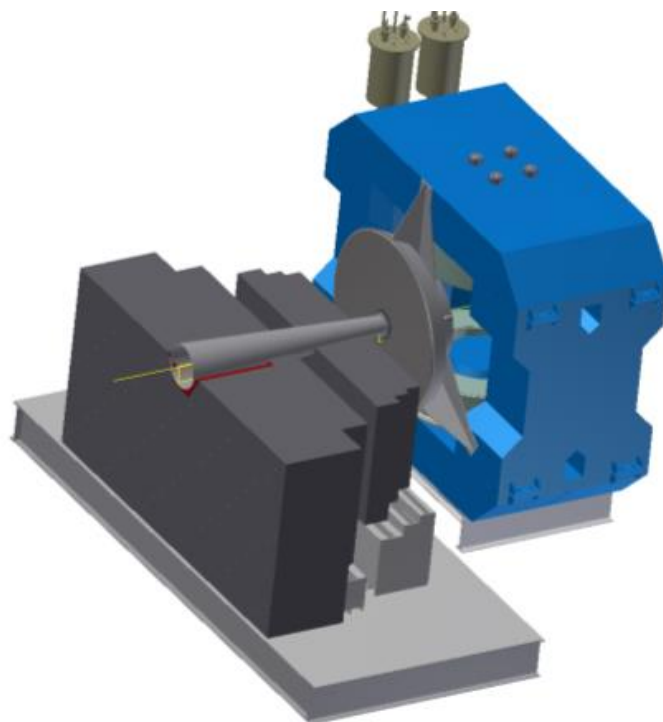
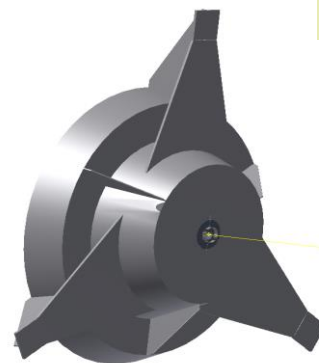
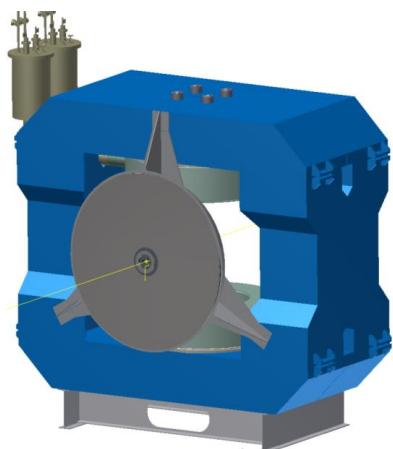
РАБОТЫ ПО МЕХАНИКЕ:

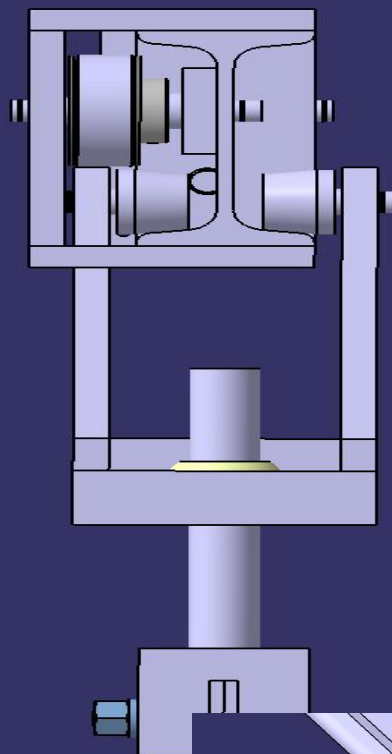
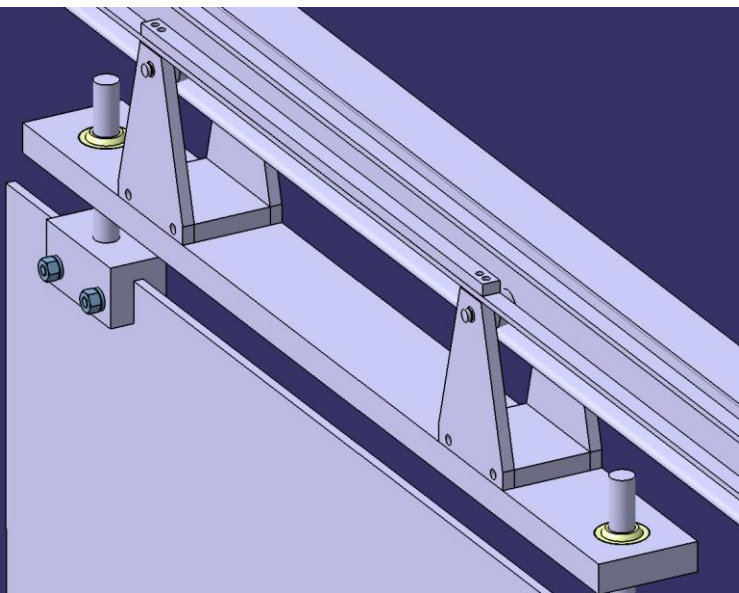
- уточнение геометрии
- конструирование и привязка к местности
- поиск заводов-изготовителей
- подготовка контракта с FAIR

Размеры поглотителей:

$X_{\max} \times Y_{\max} \sim 7 \times 7 \text{m}^2$, $Z_{\max} \sim 4 \text{m}$

Вес $\sim 360 \text{т}$

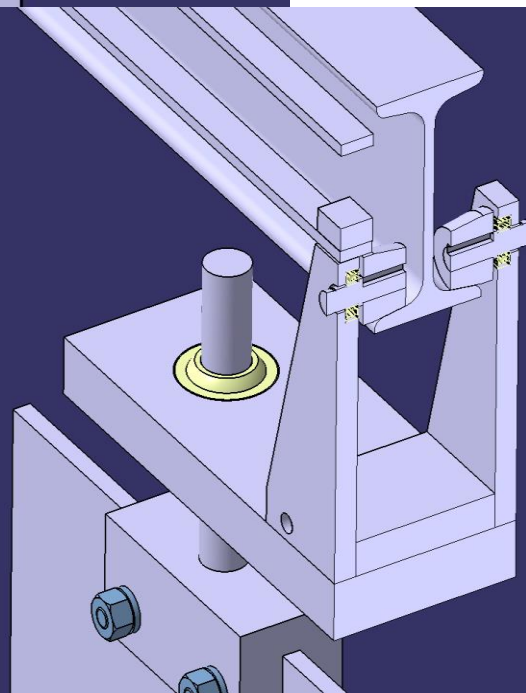
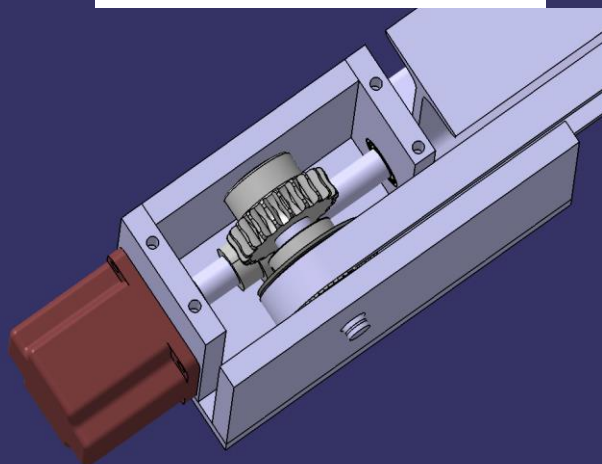
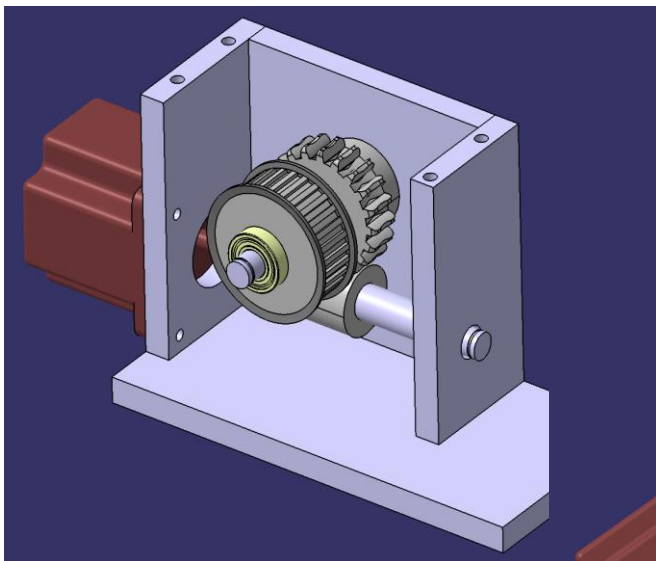




Подвесы и
перемещение
камер

Максимально
использовать
готовые узлы

Идет поиск
вариантов
конструкции



ГАЗОВАЯ СИСТЕМА:

Имеется богатый опыт. Необходимо уточнить расходы газа и другие параметры. Практический дизайн. Подготовка контракта с FAIR.

СИСТЕМА ЮСТИРОВКИ:

Идет работа по выбору концепции.

ВЫСОКОВОЛЬТНАЯ СИСТЕМА:

Реально еще не обсуждалось. Как пример будем предлагать систему для **R3B** и опыт **LHC**.

ТРЕКОВЫЕ СТАНЦИИ 3 И 4:

Станции 1,2 делает **Индия**. Это **GEM** (тройной).

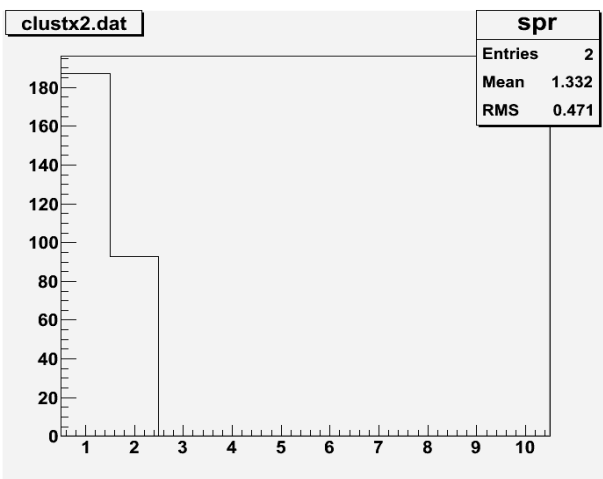
Станции 5,6 делает **Дубна**. Это **straw**.

Станции 3,4, которые делает **ПИЯФ**, будут устанавливаться на 3-4 года позже. Это, скорее всего, вариант **Thick GEM**, т.к. загрузки в 15-20 раз ниже, чем для станций 1,2.

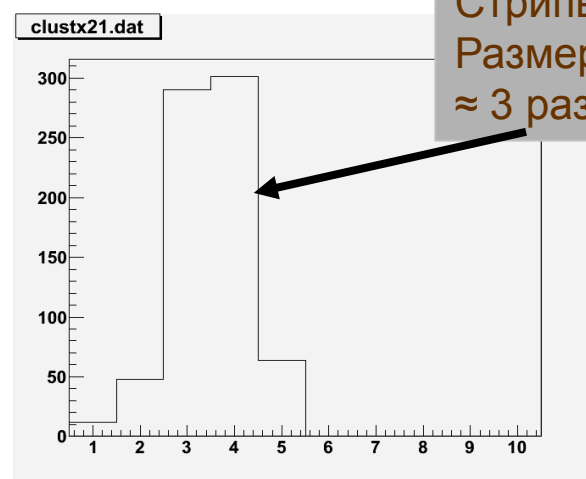
R&D по выбору детекторов для трековой системы

К настоящему времени приобретен опыт работы с различными вариантами детекторов: **GEM, TGEM, MTGEM, MICROMEAS**, комбинация **MICROMEAS+ GEM/TGEM**.

Считывающие электроды – пады, стрипы, **2D**, а также с резистивным покрытием (для варианта **MTGEM**)



Без резистивного слоя



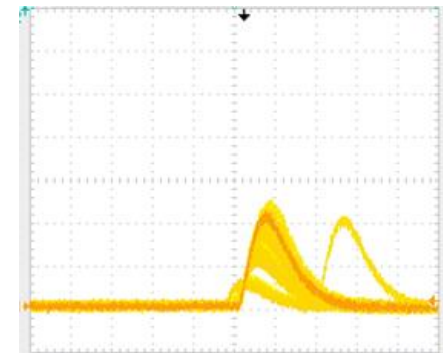
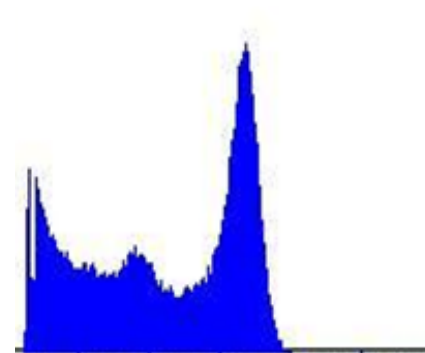
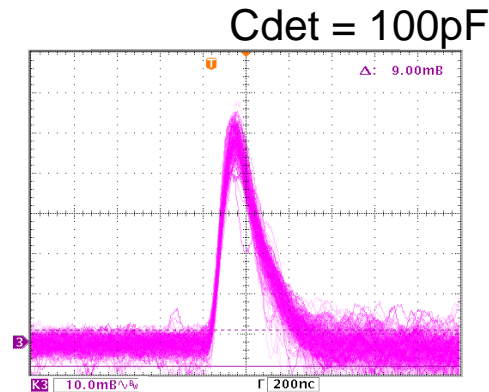
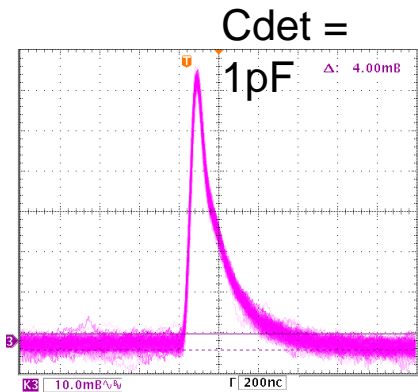
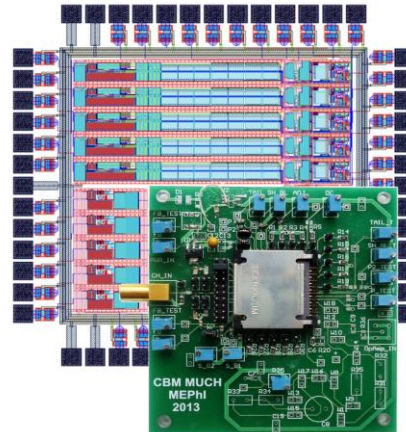
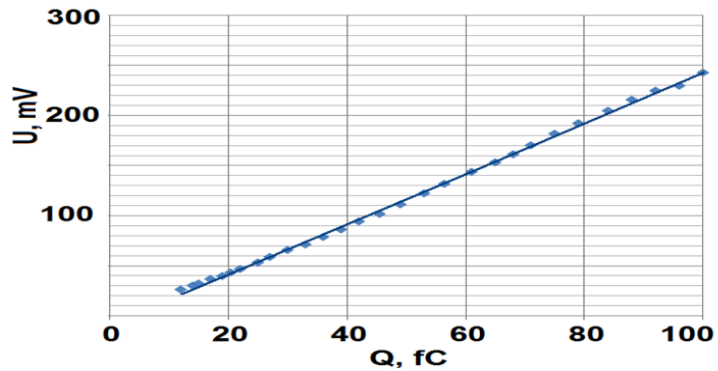
Паста ОНИКС ≈ 1 МОМ/□

В компании по производству печатных плат изготовлены 3 TGEM размером **10x10 см²** и 3 MTGEM такого же размера. Тест с с ⁵⁵Fe дал хороший результат.

Цена – **5.5 тыс.руб.** за 3 TGEM и **21 тыс.руб.** за 3 MTGEM

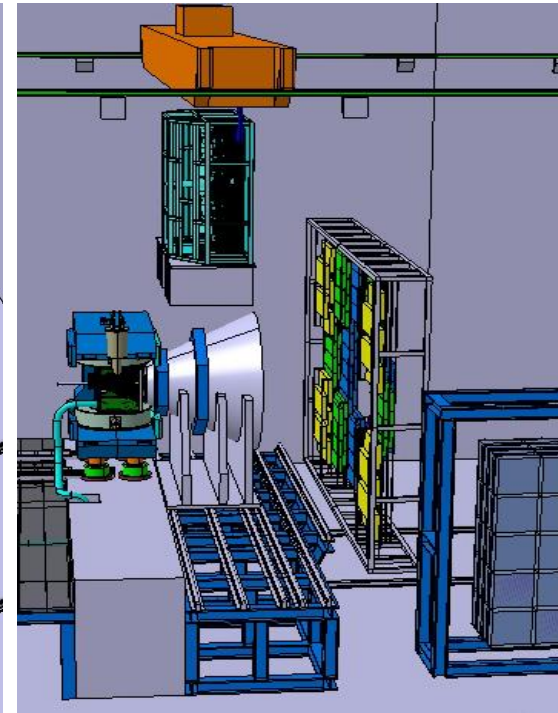
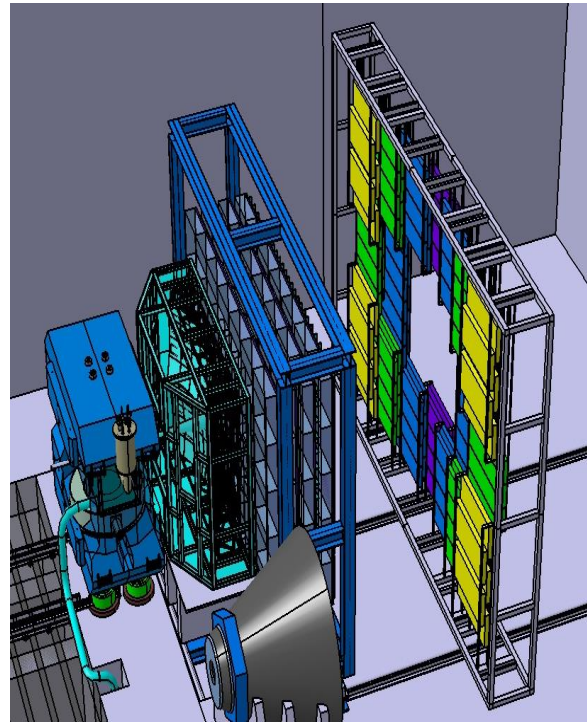
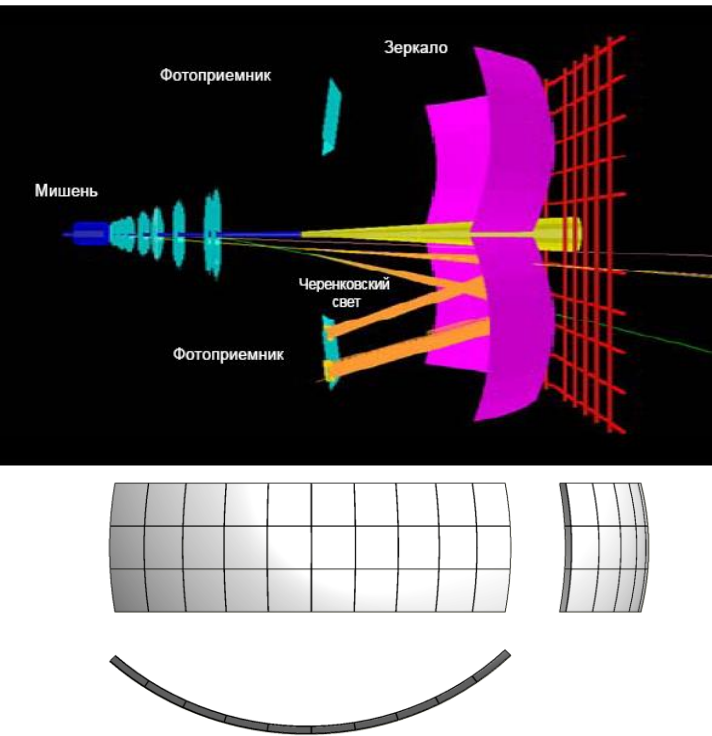
Совместно с МИФИ (грант получен МИФИ) проводится работа по созданию считывающей электроники с учетом общей архитектуры электроники СВМ. К настоящему моменту произведены пробные варианты микросхемы и ведется конструирование карты, сопряженной с прототипом, сделанным в ПИЯФ

Испытание второй итерации чипа на прототипе GEM детектора с ^{55}Fe в ПИЯФ



В последующие полтора-два года необходимо изготовить прототип, по технологии изготовления, конструктивным особенностям и материалам максимально приближенный к реальным камерам. Это даст фактический материал для подготовки и заключения контракта.

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

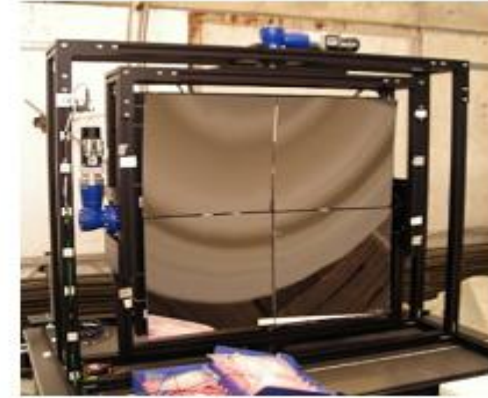
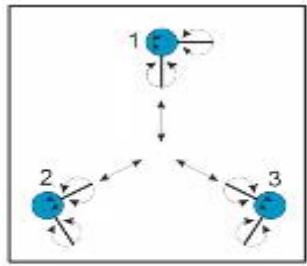
- Регулируемые фиксаторы зеркал
- Рама для крепления зеркал
- Корпус газового объема
- Структура поддержки фотодетектора

Газовая система

Система юстировки зеркал

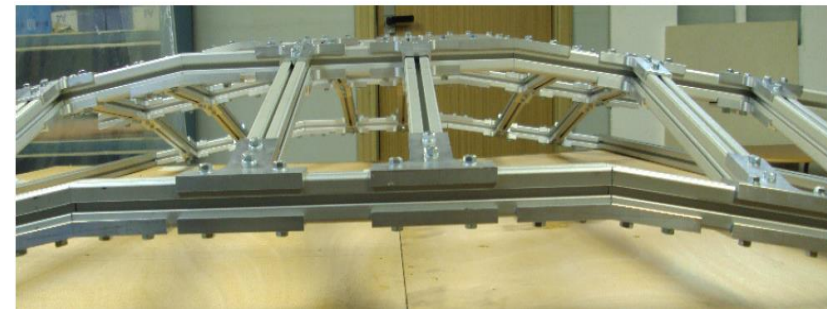
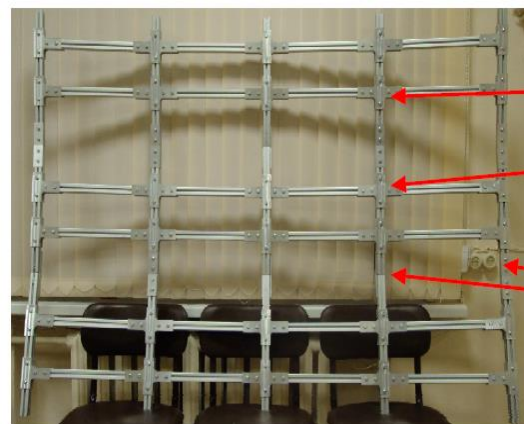
МЕХАНИКА

Регулируемые фиксаторы зеркал – есть конструктивное решение, опробованное на работающем прототипе



Фиксаторы зеркал

Рама для крепления зеркал – есть конструктивное решение, опробованное на полномасштабном прототипе фермы. Это решетка из отрезков алюминиевого профиля (3x3 см²), соединенных высокоточными узловыми деталями.



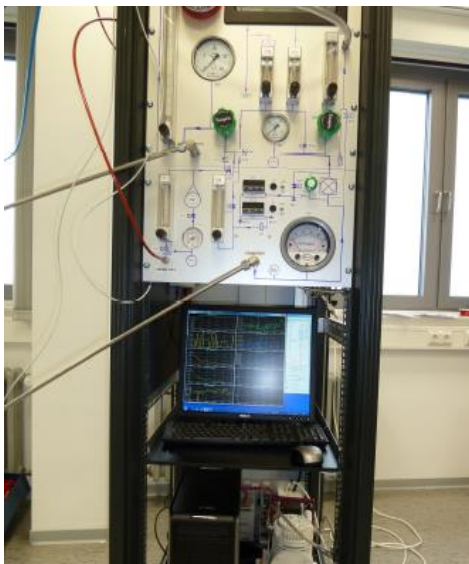
На собранный фрагмент фермы были установлены имитаторы зеркал того же веса (9 шт.). Измерения возникших деформаций показали значительный запас прочности. Возможно достаточным будет профиль 2x2 см²



Газовая система

Для прототипа спроектирована и реализована газовая система

С небольшими изменениями такая система годится и для реального детектора



Сотрудники ПИЯФ принимают активное участие в тестовых сеансах, проводимых с ранее созданным полномасштабным прототипом, с целью оптимизации RICH детектора.

В следующие полтора года планируется заключение контракта с FAIR

Благодарю за внимание

Project	Costs CBM start version	Germany	Germany	Russia	India	Poland	Romania	China	Others	SUM of contributions
		FAIR project funds and GSI funds	BMBF University funding - (Verbund Forschung)	FAIR project funds	FAIR project funds	FAIR project funds	FAIR project funds	Univ.	France Ukraine Korea Czech Republic	
MVD	2,40		1,56						0,11	1,67
STS	13,17	6,18	2,08	2,67		2,12			0,11	13,17
TRD*	4,58		3,07				1,51			4,58
RICH	6,43	1,00	2,77	1,83					0,83	6,43
TOF	7,82	0,95	1,95	0,57			0,92	3,43		7,82
DAQ/FLES*	6,87	1,75	4,72			0,40				6,87
Magnet	4,75			4,75						4,75
MuCh	11,12			5,85	5,27					11,12
PSD	1,21			0,98					0,23	1,21
Infra.	4,88	4,88								4,88
ECAL*	3,43			3,43						3,43
Sum (in 2014 prices)	66,67	14,76	16,14	10,24 + 9,86	5,27	2,52	2,43	3,43	1,29	65,94
Sum (in 2005 prices, escalation factor 1/1.263)	52,79	11,69	12,78	8,11+ 7,80	4,17	1,99	1,92	2,72	1,02	52,21

Conclusion of CBM RRB meeting:

**58 % of the funding of the CBM start version
is considered as secured**

25 марта 2014 года

**Статус выполнения расширенной российской квоты на эксперименты
53,3 М Евро в ценах 2005 года**

Черенковский детектор (RICH), ПИЯФ Гатчина – **1.45 М Евро**,
TDR утвержден в ФАИР в 2014 г.

Мюонный детектор MUCN, ПИЯФ Гатчина – **4.16 М Евро**, ОИЯИ – **0.362 М Евро**
TDR утвержден в ФАИР в 2014 г.

No	Specification	Value
1	Signal polarity	negative
2	Detector capacitance, C _{det}	100 pF (max)
3	CSA Noise, ENC	ENC = 380 el + 10 el/pF
4	Dynamic range	1 – 100 fC
5	Maximum hit rate	10 ⁶ c.p.s/ch
6	CSA gain	5 mV/fC
7	Shaping time: fast slow	60 ns 260 ns
8	ADC resolution	6 bit
9	Crosstalk	-46 dB
10	Power consumption (per channel)	< 10 mW
11	DAC resolution	5 bit

Experiment	Observables for beam energies below $\sqrt{s_{NN}} = 12 \text{ GeV}$ (high baryon density region)			
	hadrons	correlations, fluctuations	dileptons	charm
STAR@RHIC BNL	yes	yes	no	no
NA61@SPS CERN	yes	yes	no	no
MPD@NICA Dubna	yes	yes	no	no
CBM@FAIR Darmstadt	yes	yes	yes	yes

