

# Проект FAIR

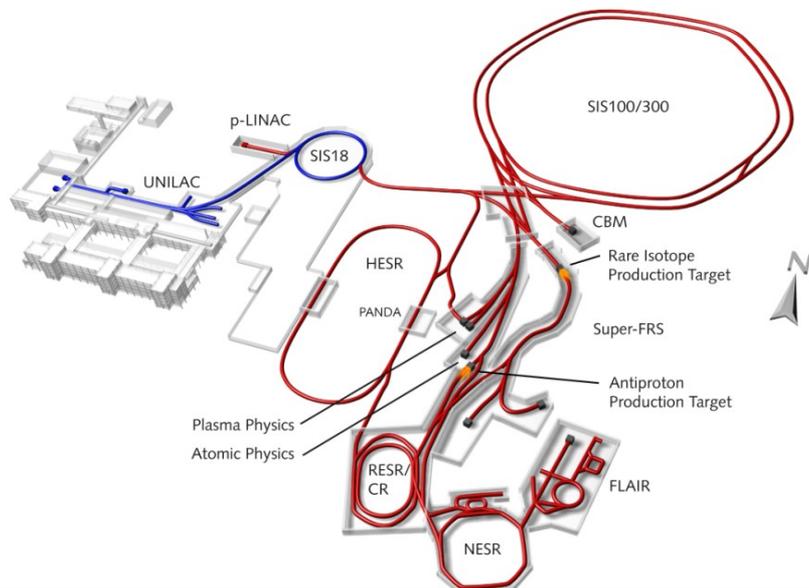
*(Facility for Antiproton and Ion Research)*

(Статус и перспективы)

**В.М.Самсонов**

**FAIR – Facility for Antiproton and Ion Research** – принятый к осуществлению международный проект в GSI, Дармштадт.

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

### 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

## 16 октября 2009 г. – Evaluation Committee – одобрена модульная концепция

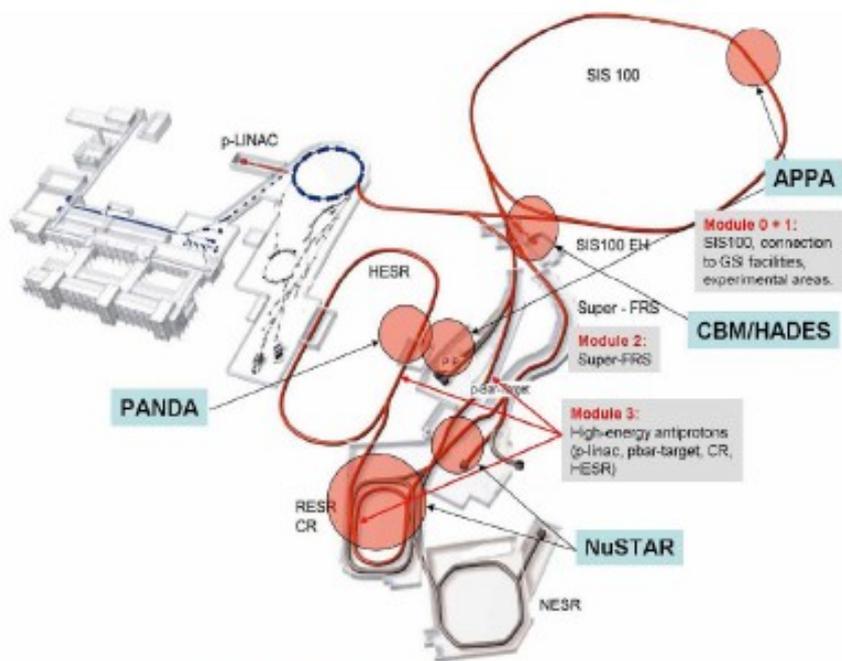


Figure 1: Modular construction and its benefit for all scientific pillars of FAIR

FAIR will be constructed in 6 modules and an additional phase B (see Table 1):

Module 0	Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Phase B
SIS100	expt areas CBM/HADES and APPA	Super-FRS fixed target area NuSTAR	pbar facility, incl. CR for PANDA, options for NuSTAR	LEB for NuSTAR, NESR for NuSTAR and APPA, FLAIR for APPA	RESR nominal intensity for PANDA & parallel operation with NuSTAR and APPA	SIS300

Table 1: The 6 modules and phase B of the construction of FAIR

Finally, the architects have worked out detailed cost estimates for civil construction, technical building infrastructure and related costs and they have been handed in to the German approving authorities. The authorities will go through the more than 120 folders and a decision in form of a "Z-Bau approval" is expected within the year 2010.

I would like to thank all partners and colleagues for the efficient work done in the year 2009 and send you my Seasons Greetings and best wishes for the New Year 2010.

  
Boris Sharkov  
Leader FAIR Joint Core Team

Условие для начала реального строительства – наличие твердо гарантированного финансирования (75% вклад Германии, 25% – страны-участники).  
 К середине 2009 г. гарантированные вклады выглядели следующим образом:

FAIR Countries	Total declared Contribution
Austria	5.000
China	12.000
Finland	5.000
France	27.000
Germany	705.000
Great Britain	8.000
Greece	4.000
India	36.000
Italy	42.000
Poland	23.740
Romania	11.870
Russia	178.050
Slovenia	12.000
Slovakia	6.000
Spain	19.000
Sweden	10.000
<b>Total</b>	<b>1.104.660</b>
<b>Firm Commitments</b>	<b>1.038.660</b>
	not firm for the first batch

Учитывая гарантированные вклады и коррекцию стоимости проекта в целом, в октябре 2009 г. **стартовая версия** ввода оборудования подверглась ревизии и в настоящее время включает 4 модуля:



**Модули стартовой версии** отмечены цветами: 0 – зеленый, 1 – красный, 2 – желтый, 3 – оранжевый  
 Не показаны несколько наземных сооружений, которые относятся к модулю 1

После получения гарантий на вклады от стран-участников в ноябре 2010 – юридически оформлена акционерная компания FAIR

# Финансовая сторона

## Оценка стоимости отдельных модулей

		Cost estimate [M€] 2005 price basis
Module 0	SIS 100 with connection to GSI accelerators	
	Sum civil construction	223
	Sum accelerator and personnel	259
	<b>Total Module 0</b>	<b>482</b>
Module 1	SIS100 experments areas	
	Sum civil construction	19
	Sum accelerator and personnel	4
	<b>Total Module 1</b>	<b>23</b>
Module 2	Super-FRS w/o CR	
	Sum civil construction*	70
	Sum accelerator and personnel	111
	<b>Total Module 2</b>	<b>181</b>
Module 3	High-erigy antiprotons (p-linac, antiproton targert, CR, HESR)	
	Sum civil construction*	88
	Sum accelerator and personnel	128
	<b>Total Module 3</b>	<b>217</b>
Experiment funding		<b>78</b>
FAIR GmbH personnel and running costs		47
Total civil construction Modules 0 - 3		400
Total accelerator and personnel Modules 0 - 3		502
<b>Grand Total Modules 0 - 3</b>		<b>1027</b>

ПИЯФ участвует в экспериментах:

**PANDA, CBM, NuSTAR (R3B, EXL, MATS, ILIMA)**

За исключением **EXL** все эти эксперименты принадлежат модулям стартовой версии

В фазе **B** (следует за стартовой версией) сюда должно добавиться еще 30.0 M€

Первоначально на эксперименты планировалось ~183 M€, из них на российский вклад ~ 53.5 M€



## Стоимость в М€ по Cost book V6.08

<u>Ускоритель</u>	Модули 0 ÷ 3	Модули 4 и 5	Модуль 6
HEBT	44.889	8.865	26.099
Super- FRS	69.127	0	0
CR	33.516	0	0.057
NESR	0	23.814	0.793
p-LINAC	13.240	0	0
SIS 100	74.583	0	12.459
p-Bar Target	6.005	0	0
RESR	0	18.445	0.322
HESR	44.577	0	11.250
SIS 300	0	0	84.155
ER	0	0	11.952
Common Systems	99.320	0.945	22.714
<b>ИТОГО</b>	<b>385.258</b>	<b>52.069</b>	<b>169.801</b>

Полная стоимость ускорительного комплекса ФАИР в ценах 2005 года **607.118 М€**

Полная цена заявок России в ускорителях- **168.264 М €**,



### Модули 0÷3 (Стартовая модульная версия)

Страна	Ускоритель				Стоимости в М€ по Cost book V6.08				ИТОГО
	HEBT	Super-FRS	CR	p-LINAC	SIS 100	p-Bar Target	HESR	Common Systems	
Китай	0	1.090	3.905	0	0	0	0	0	4.995
Финляндия	0	0.747	0	0	0	0	0	0	0.747
Франция	0	0	0	5.696	0	0.558	0	0	5.696
Германия	8.381	5.588	11.716	7.021	22.918	0	38.375	86.649	181.206
Германия/Китай	0	0	0	0	4.134	0.089	0	0	4.134
Германия/Россия	0.979	1.377	0.316	0	1.711	0	0.292	7.171	11.935
Германия/Испания	0	17.387	0	0	0	0	0	0	17.387
Германия/Испания/Россия	0	7.045	0	0	0	0	0	0	7.045
Индия	3.331	8.171	0.118	0	1.801	0	0	0	13.426
Индия/Россия	0	0.641	0	0	0	0	0	0	0.641
Польша	0	6.917	0	0	4.339	0	0	0	11.255
Румыния	0.389	0.338	0	0	0.765	0	3.918	0	5.409
Россия	18.822	5.026	13.282	0	16.589	2.078	0	0	55.796
Россия/Китай	0	0.321	0	0	0	0	0	0	0.321
Россия/Германия	0	0	0	0	3.073	0	0	0	3.073
Россия/Индия	0.547	0	0	0	0	0	0	0	0.547
Словения	0.543	0	0.101	0.524	0.265	0	0.472	5.500	7.405
Словения/Россия	0.700	0	0.253	0	1.771	0	1.520	0	4.244
<b>ИТОГО</b>	<b>33.692</b>	<b>54.652</b>	<b>29.690</b>	<b>13.240</b>	<b>57.366</b>	<b>2.725</b>	<b>44.577</b>	<b>99.320</b>	<b>335.263</b>
Заявки /цена ускорителя	75.1%	79.1%	88.6%	100%	76.9%	45.4%	100%	100%	87.0%

## Модули 0÷3 (Стартовая модульная версия)

Заявками всех стран не покрыто - 40 М€

Заявки России без пересечения с другими странами - 55.796 М €

Заявки России, пересекающиеся с другими странами - 27.806 М €

Полная цена заявок России - **83.602 М €**,  
что составляет **24.7%** от всех заявок

### Нет заявок на

Магниты -	9.046 М€
Корпуса ист. питания -	11.202 М€
RF системы ускорения -	4.250 М€
Вакуум	- 11.856 М€
Локальная криогеника -	4.701 М€
p-Var Target	- 1.307 М€
-----	
ИТОГО:	42.362 М€



### Модули 4 и 5

Страна	Ускоритель		Стоимости в М€ по Cost book V6.08		
	HEBT	NESR	RESR	Common Systems	ИТОГО
Китай	0	4.327	1.920	0	6.247
Германия	0.754	1.44	3.891	0.945	7.030
Германия/Россия	0.242	0.530	0.495	0	1.267
Индия	1.396	0	0	0	1.396
Россия	2.537	12.077	13.282	0	22.578
Россия/Индия	0.141	0	0	0	0.141
Словения	0.025	0	0	0	0.025
Словения/Россия	0.176	0	0	0	0.176
<b>ИТОГО</b>	<b>5.262</b>	<b>18.373</b>	<b>14.270</b>	<b>0.945</b>	<b>38.850</b>
Заявки /цена ускорителя	59.4%	77.2%	77.4%	100%	74.6%

Заявками всех стран не покрыто - 13.219 М€

Заявки России без пересечения с другими странами - 22.578 М €

Заявки России, пересекающиеся с другими странами - 1.575 М €

Полная цена заявок России - 24.152 М €, что составляет 62.2% от всех заявок

## Модуль 6

<u>Страна</u>	Ускоритель			Стоимости в М€ по Cost book V6.08			
	HEBT	SIS 100	RESR	HESR	SIS 300	ER	ИТОГО
Китай	0	1.711	0	0	6.558	0	8.268
Германия/Россия	0	0	0	0	1.341	0	1.341
Италия	0	0	0	0	21.751	0	21.751
Россия	10.160	0.089	0.178	0	26.621	10.872	47.919
Швеция/Польша/Россия	0	0	0	11.250	0	0	11.250
<b>ИТОГО</b>	<b>10.160</b>	<b>1.799</b>	<b>0.178</b>	<b>11.250</b>	<b>56.271</b>	<b>10.872</b>	<b>90.530</b>
Заявки /цена ускорителя	38.9%	14.4%	53.3%	100%	66.9%	91.0%	53.3%

Заявками всех стран не покрыто - 79.271 М€

Заявки России без пересечения с другими странами - 47.919 М €

Заявки России, пересекающиеся с другими странами - 12.691 М €

Полная цена заявок России - **60.510 М€,**  
что составляет **67.0%** от всех заявок



### Позиции, ушедшие из заявок России по ускорителям

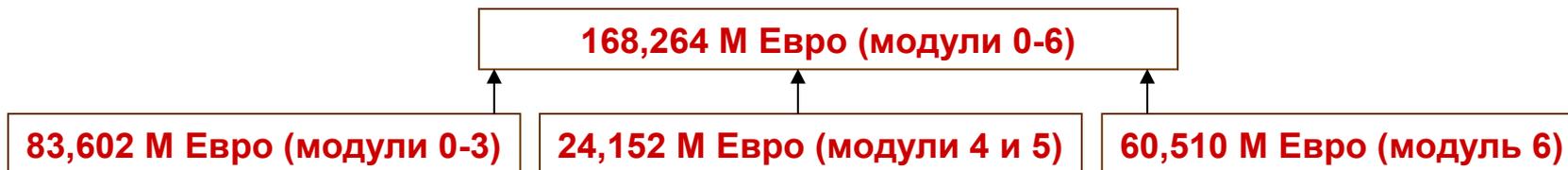
PSP code	Институт	Цена, М€ Cost book	Куда ушло	Резолюция Совета ФАИР
2.8.2.1	ОИЯИ	3.2843	Германия	IV.15.3
2.8.7.1.2.2	ИЯФ СО РАН	0.8046	Германия	IV.15.3
2.3.7.1.2.3.7	ИЯФ СО РАН	0.0126	Германия	IV.15.2
2.3.7.1.2.3.8	ИЯФ СО РАН	0.0648	Германия	IV.15.2
2.4.2.3.2	ИФВЭ	6.0411	Германия	IV.15.2
2.4.2.3.5	ИФВЭ	0.9036	Германия	IV.15.2
2.4.2.3.6	ИФВЭ	0.104	Германия	IV.15.2
2.4.2.3.3	ИФВЭ	0.6414	Индия	IV.15.5
много позиций	ИТЭФ	4.244	Словения	V.10.5

**ИТОГО**

**16.004 млн. евро**

П.Г. Щедровицкий отметил в своем выступлении 22.12.12г. на заседании НТК FAIR «Росатом», что **одной из важных задач участия России в проекте ФАИР является получение обратно заказов в Россию на уровне 70-75% (~130 М Евро) от суммарного вклада РФ в проект ФАИР, который составит 178.05 М Евро в ценах января 2005 года. Главным критерием эффективности участия РФ в ФАИР будет не число научных публикаций, а именно вот этот процент возврата денег в Россию в виде заказов. Если не вернем эти деньги, неизбежно появится негативный элемент участия РФ в ФАИР.**

Суммарная заявка России по ускорителям в полной версии проекта ФАИР составляет:



После решения Совета ФАИР направить все заявленные странами-участниками вклады на реализацию только Стартовой Модульной Версии (СМВ) заявка России по ускорителям вынужденно сократилась до:



В результате, на сегодня полная российская заявка по ускорителям ФАИР составляет только:

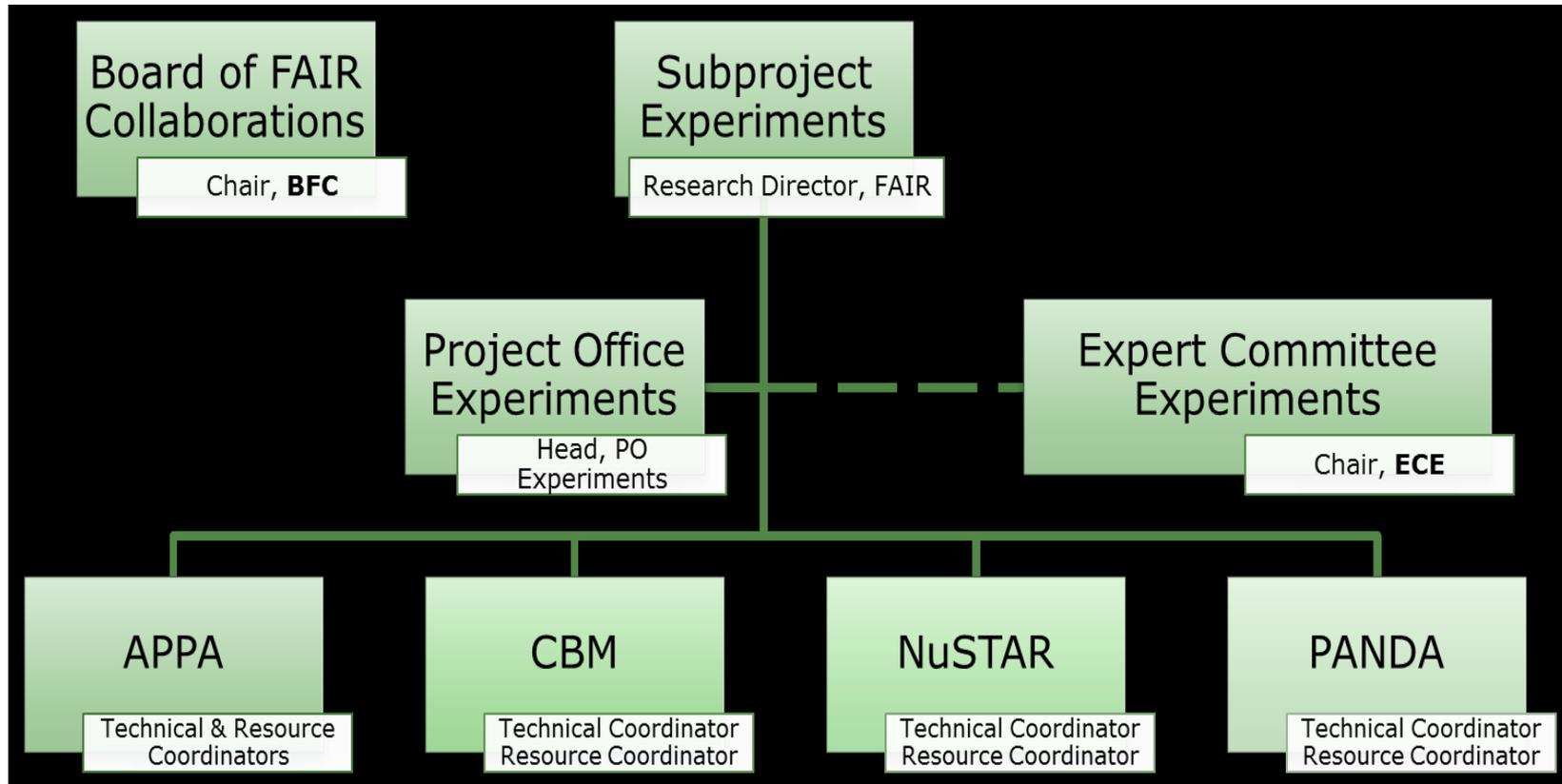


Заявки России без пересечения с другими странами - 55.8 М Евро (модули 0-3)

Возможный объем заказов в Россию на уровне 70-75% от суммарного вклада РФ составляет:



Создан FAIR Research Division, призванный курировать выполнение экспериментальной программы. К концу 2011 г. будет полностью укомплектован.



Organisational structure of the FAIR Research Division. The acronyms stand for: BFC – Board of FAIR Collaborations, PO – Project Office, ECE – Expert Committee Experiments, APPA – Atomic, Plasma Physics and Applications, CBM – Compressed Baryonic Matter, NuSTAR – Nuclear Structure, Astrophysics and Reactions, PANDA – Antiproton Annihilation in Darmstadt.

**Завершение стартовой версии проекта – 2017 г.  
Старт экспериментов – 2017-2018 гг.**

**REPORT TO COUNCIL  
30/11/2011  
FAIR RESEARCH DIVISION**

## **TIMELINES**

Setting up the experiments is timelined as follows:

### **2011/12**

- Finish R&D phase
  - Deliver prototypes of all essential parts of the detectors
- Submit complete sets of TDRs
  - Take decisions on alternative technical solutions
- Co-ordinate with
  - Civil construction
  - Accelerators/storage rings
- Identify critical pathways regarding
  - Milestones, timelines, deliverables
- Submit risk management plan
- Secure funding
- Submit Construction MoUs

### **2013**

- (Europe-wide) tendering

### **2013 - 2016**

- Build detectors
- Submit Commissioning and Operations MoUs

### **2017/18**

- Commission experiments

### **2018 - 2021**

- Initial period of data taking

Российский вклад – 178.05 М€. В соответствии с имеющимися международными обязательствами 20-25% должны уйти на общие нужды ФАИР. Таким образом, на финансирование российских заявок по ускорителям и детекторам остается ~130 М€.

В мае 2011 г. состоялось совещание НТК РОСАТОМ по планируемому распределению этих денег

...**Объем всех российских заявок по детекторам составляет около 50 М€.** Все 100% данных заявок могли бы быть покрыты за счёт российского вклада в ФАИР. Советом ФАИР установлена квота, в соответствии с которой, максимальная сумма расходов на создание экспериментальных установок, которая может быть зачтена России в качестве её вклада в проект ФАИР (далее «квота на эксперименты») составляет **17.7 М€** с последующим её возможным увеличением **до 27 М€ ...** (... **в ФАИР нет никакой российской квоты на ускорители, однако есть российская квота на эксперименты ...**).

вариант квоты 17.7 М€: PANDA - 6.65 М€, CBM - 6.65 М€,  
NuSTAR - 2.2 М€, APPA - 2.2 М€

вариант квоты 27 М€: PANDA - 10.15 М€, CBM - 10.15 М€,  
NuSTAR - 3.35 М€, APPA - 3.35 М€

Средства из России переводятся на счет компании FAIR.

Распределение заказов на контрактной основе:

R&D → prototype → test → TDR → tender → contract

# The aim: First FAIR experiments in 2018





Dear Colleagues,

After more than 10 years of discussions and planning the starting signal for the construction of the FAIR project finally has been given: on December 5 the first trees were cut. One day later GSI has received the first batch of the German project funds for accelerator construction.



According to the official planning the civil construction will be completed in 2018, the CBM cave will be ready in May 2017. We should keep this date in mind....



*I would like to thank you for your contributions to the CBM project, and wish all of us peaceful holidays and a successful new year.*

*Peter Senger*

**CBM (Compressed Baryonic Matter)** – эксперимент по ядро-ядерному взаимодействию на выведенном пучке ядер (вплоть до урана) с энергией **2-12 ГэВ/у (SIS100)** и **8-40 ГэВ/у (SIS300)**.

SIS18 (fixed target, GSI)	– до 2 GeV/u
AGS (fixed target, BNL)	– до 15 GeV/u
SPS (fixed target, CERN)	– до 160 GeV/u
RHIC (collider, BNL)	– до 200 GeV/u
LHC (collider, CERN)	– до 3 TeV/u

Начало эксперимента планируется на 2017 -2018 гг. с запуском **SIS100**.

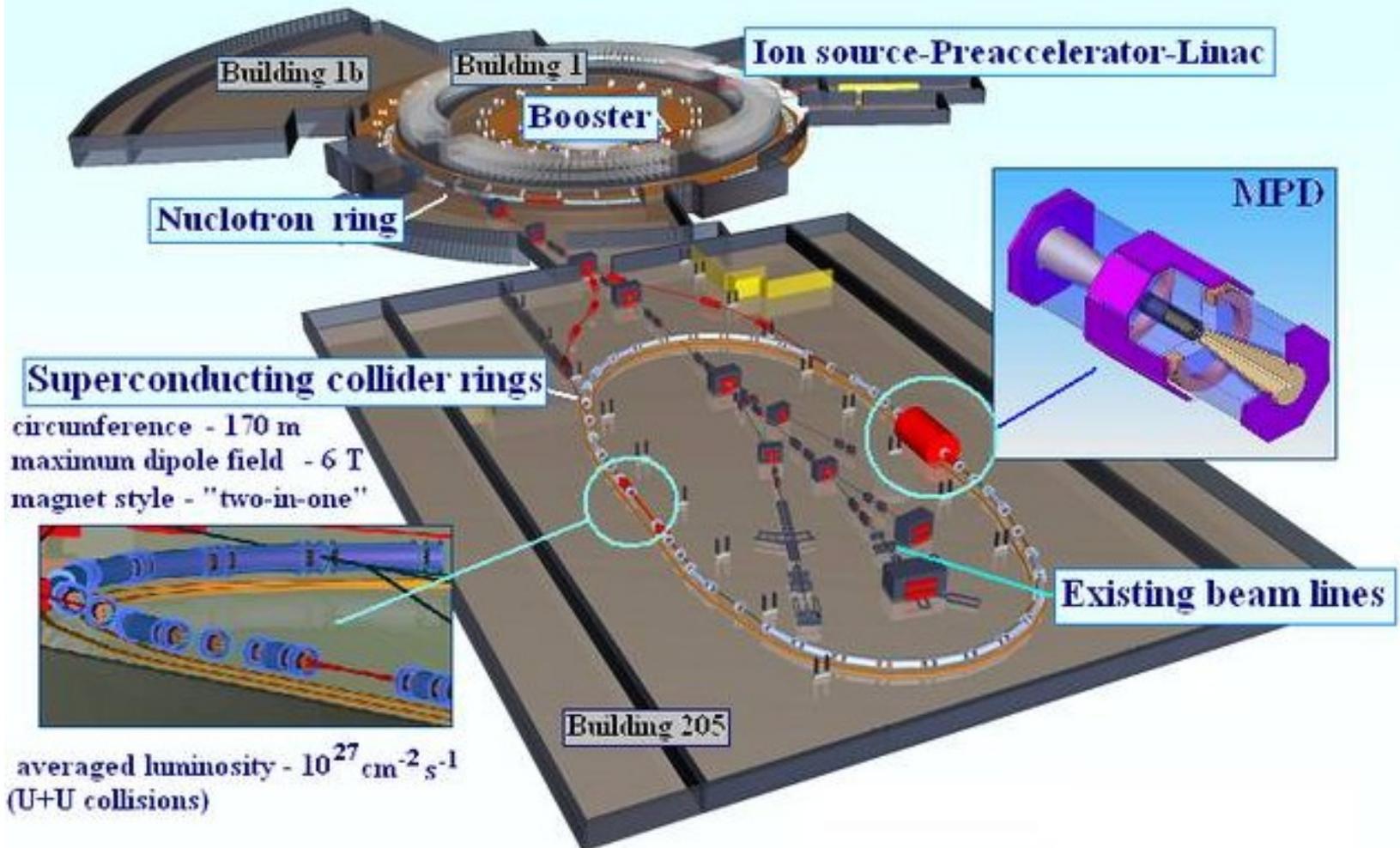
**Начальная фаза эксперимента** – ныне действующая модифицированная для области энергий **2 -7 ГэВ/у** экспериментальная установка **HADES** и усеченный вариант **CBM (5-12 ГэВ/у)**.



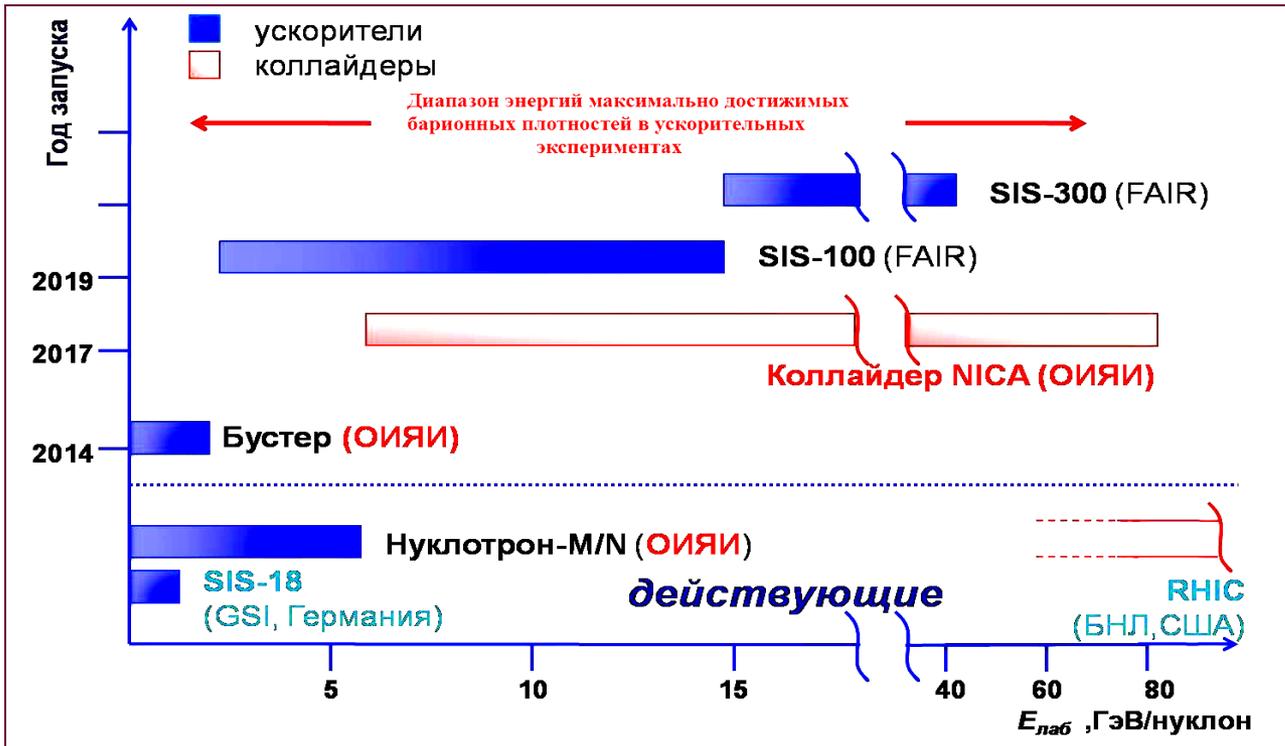
**Важно!** **CBM** – один из 5 приоритетных экспериментов на **FAIR**, поддерживаемых бюджетом **GSI**.

# Complex of superconducting rings of heavy ions collider, NICA

*Joint Institute of Nuclear Research (Dubna, Moscow region)*



Ускоритель	Энергия (ГэВ/нуклон)	Год запуска
SIS-18 (GSI)	0.012-1.9	действующий
Нуклотрон (ОИЯИ)	0.005-5.9	действующий
Бустер (ОИЯИ)	0.005-2.9	2014
Коллайдер NICA (ОИЯИ)	7-80 *	2017
SIS-100 (FAIR)	2.9-14.1	2019
SIS-300 (FAIR)	14.1-44	> 2020



**Этот комплекс позволит проводить исследования:**

- на встречных высокоинтенсивных пучках ионов (вплоть до золота, Au79+) при средней светимости  $L=10^{27} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$  (Au+79) в диапазоне энергий в системе центра масс  $\sqrt{sNN} = 4 \div 11 \text{ ГэВ}$ ;
- на встречных пучках поляризованных протонов и дейтронов (с продольной и поперечной поляризацией) со средней светимостью  $10^{31} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$ ;
- на выведенных пучках от протонов до ионов золота с энергиями **12.6 ГэВ** (для протонов), **5.8 ГэВ** (для дейтронов) и **4.5 ГэВ** на нуклон для тяжелых ионов, а также на пучках поляризованных протонов и дейтронов с интенсивностью  $>10^{10}$  частиц за цикл и энергией до **12.6** и **5.8 ГэВ**, соответственно

Рис. Сравнительные характеристики ускорительных комплексов (по энергии дейтронов, пересчитанной в лабораторную систему, Елаб).