



NICA

Вселенная в лаборатории

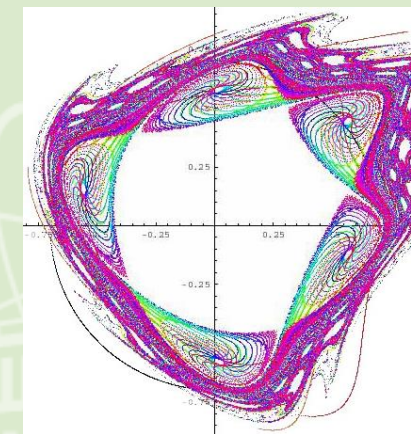
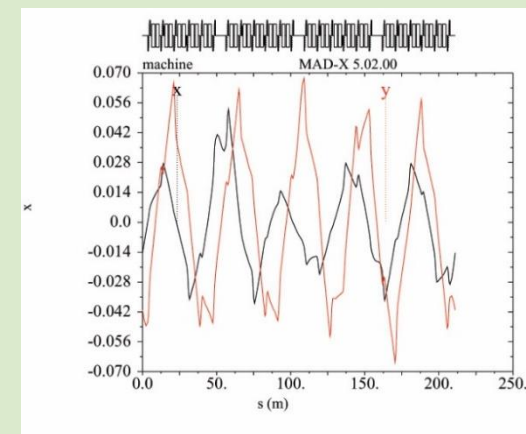
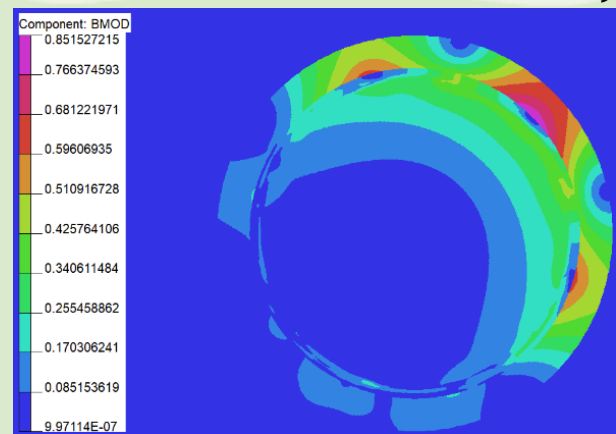
Объединенный Институт Ядерных Исследований

г. Дубна, Московская область

Шандов М. М.

Шандов Михаил Михайлович

- Научный сотрудник
 - Научно-Экспериментальный Отдел Сверхпроводящих Магнитов и Технологий
 - Лаборатория Физики Высоких Энергий
 - Объединенный Институт Ядерных Исследований
- **Проект:** NICA, FAIR
 - **Область интересов:** производство сверхпроводящих магнитов, исследования в области магнитных полей (измерения, расчёты, моделирование и т.д.), динамика пучков заряженных частиц (в том числе нелинейная)



Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ)

международная
межправительственная
организация
основана в 1956г.
соглашением
12 стран



19 Стран-участниц
Азербайджан, Армения,
Беларусь, Болгария,
Вьетнам, Грузия, Египет,
Казахстан, Северная
Корея, Куба, Молдова,
Монголия, Польша,
Россия, Румыния,
Словакия, Узбекистан,
Украина, Чешская
Республика

+

5 ассоциированных
Венгрия, Германия,
Италия, Сербия, Южная
Африка

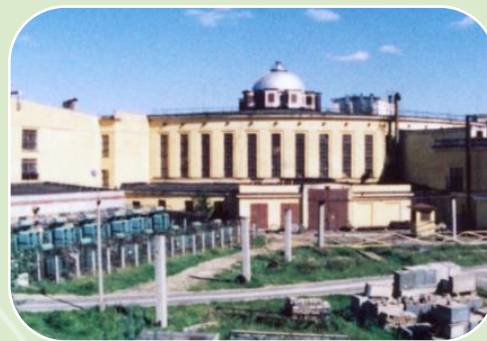
ОИЯИ — это **7** лабораторий; каждая сопоставима с большим научным институтом



Лаб. ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



Лаб. ядерных реакций
им. Г. Н. Флерова



Лаб. физики высоких
энергий
им. В. И. Векслера и
А. М. Балдина



Лаб. нейтронной
физики
им. И. М. Франка



Лаборатория
радиационной
биологии



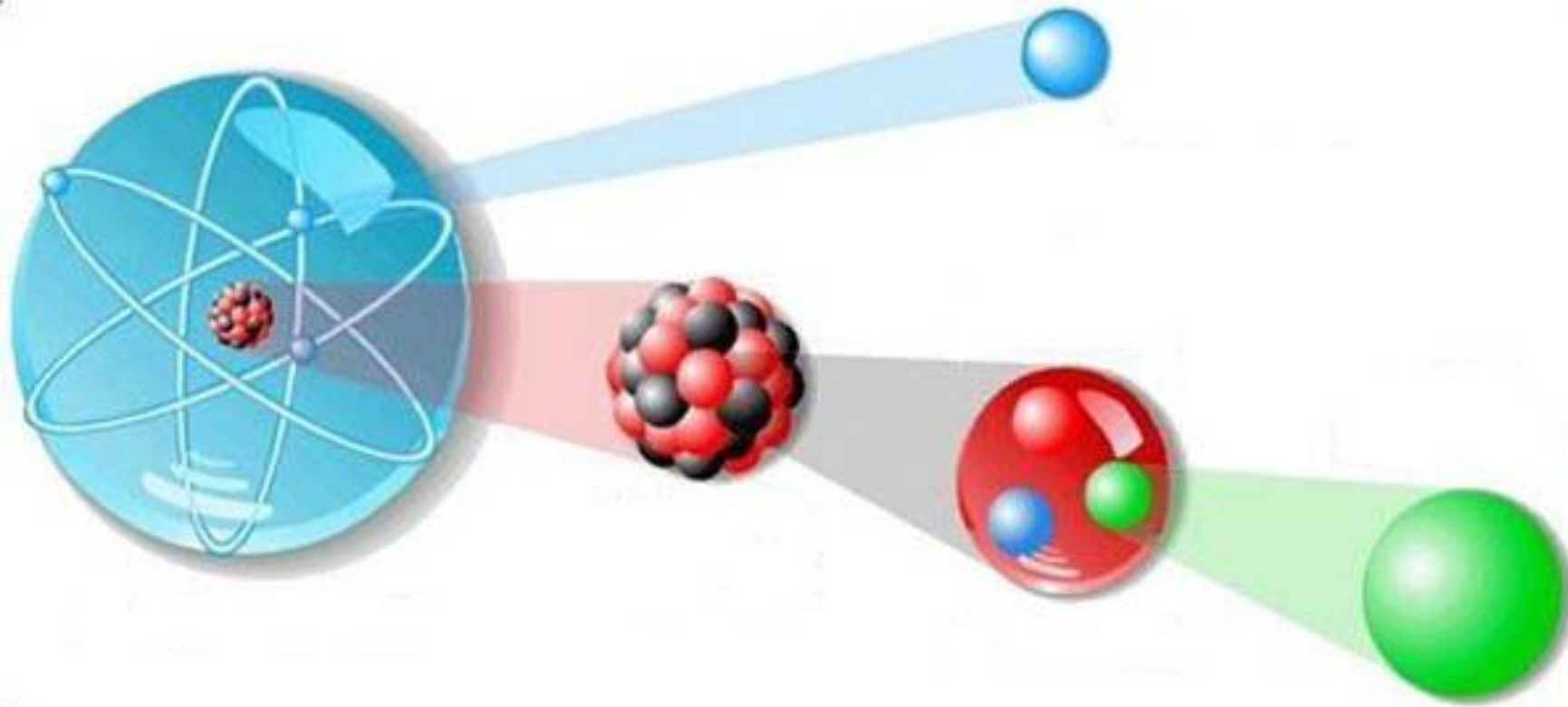
Лаборатория
теоретической физики
им. Н. Н. Боголюбова

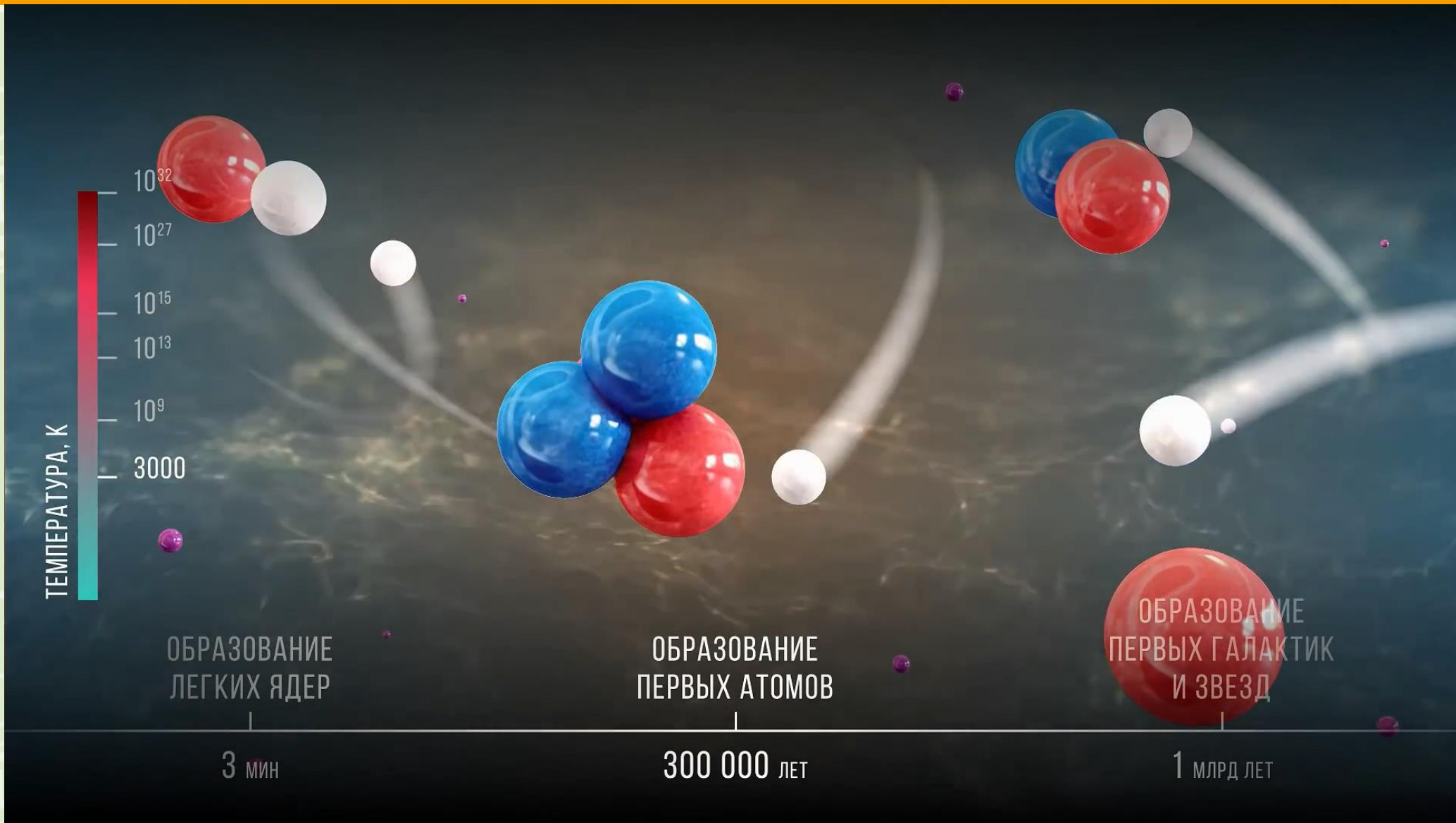


Лаборатория
информационных
технологий



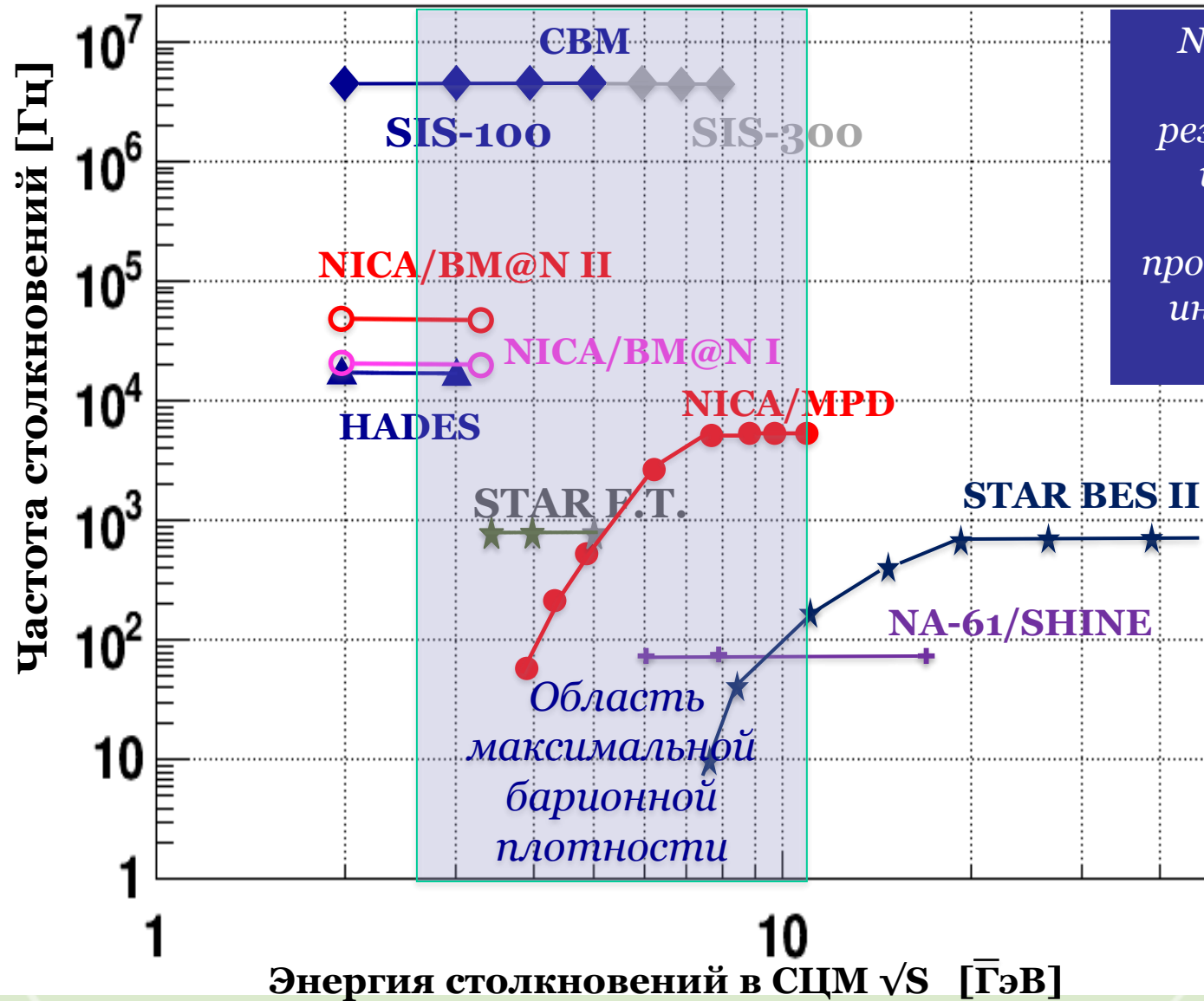
ЛФВЭ – исследовательский центр для проведения широкого круга актуальных работ по физике элементарных частиц и атомного ядра. Лаборатория осуществляет широкое международное научное сотрудничество с CERN, физическими центрами России, стран-участниц ОИЯИ, США, ФРГ, Японии и других стран.











NICA/MPD обеспечит наиболее точные результаты, благодаря исследованиям всей области фазового пространства в наиболее интересном диапазоне энергий

Область максимальной барионной плотности



Мишень (выведенный пучок)

$$E_{cm} \approx \sqrt{2E_1(m_0^2c^2)}$$

Много энергии теряется в мишени и только часть идет на эксперимент



Коллайдер (Встречные пучки)

$$E_{cm} \approx 2\sqrt{E_1E_2} = 2E \text{ if } E_1 = E_2$$

Вся энергия идет на эксперимент

1957

Синхрофазотрон

10 ГэВ протонный
сикхротрон – лидер
по энергии



*Начало эры
физики
высоких
энергий*

В.И.Векслер – автор
*Принципа
автофазировки
(1944)*



1993

Нуклотрон

Первый
сверхпроводящий
ускоритель
тяжелых
ионов



А. М. Балдин
пионерские

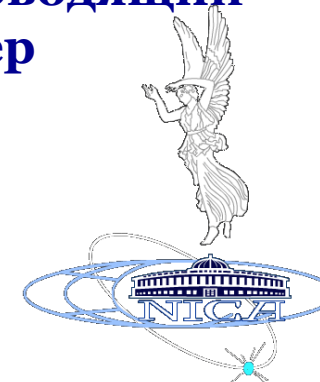
исследования по
релятивистской
ядерной физике



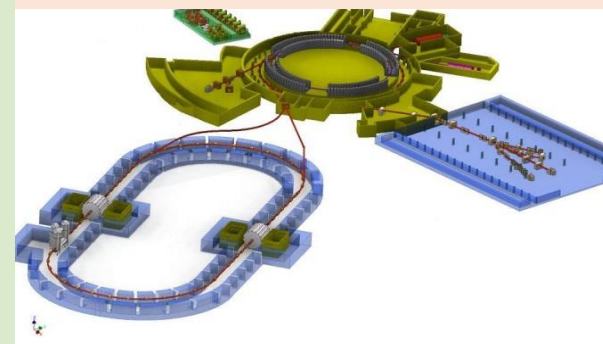
2023

NICA

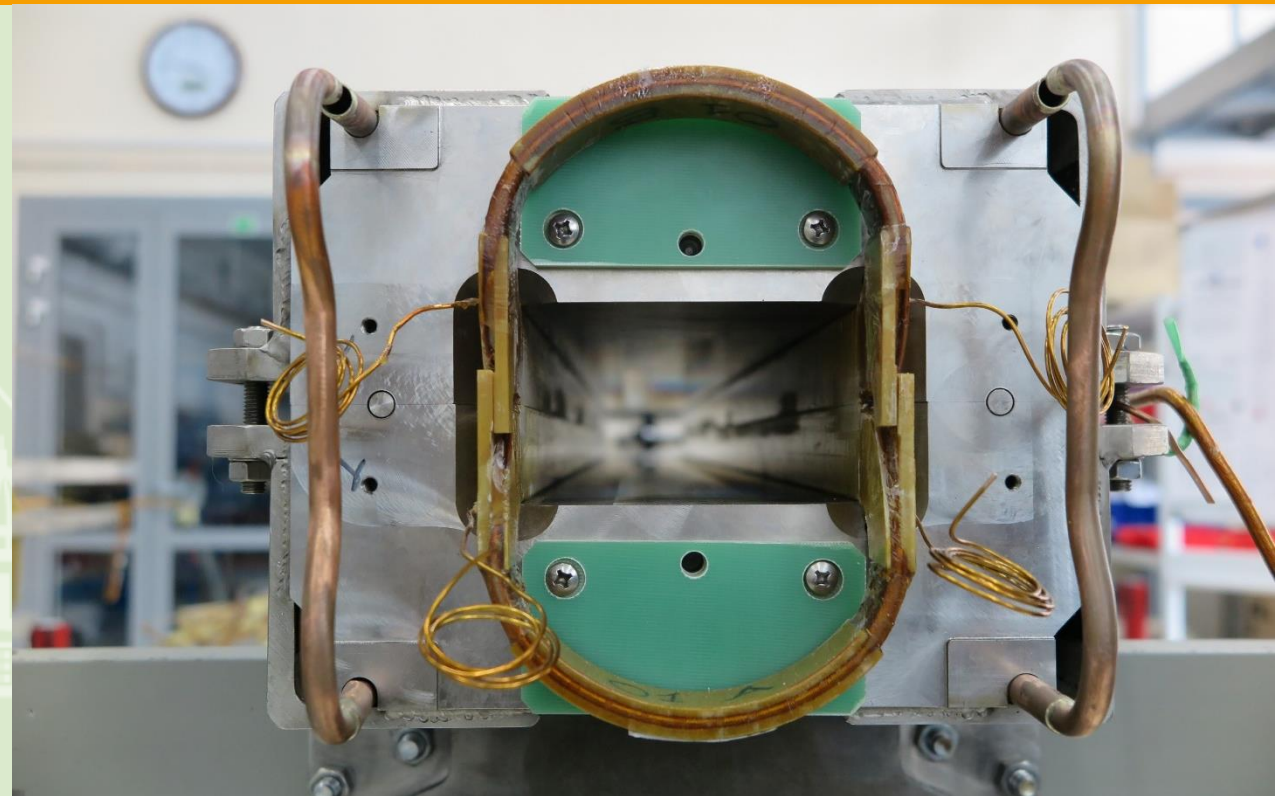
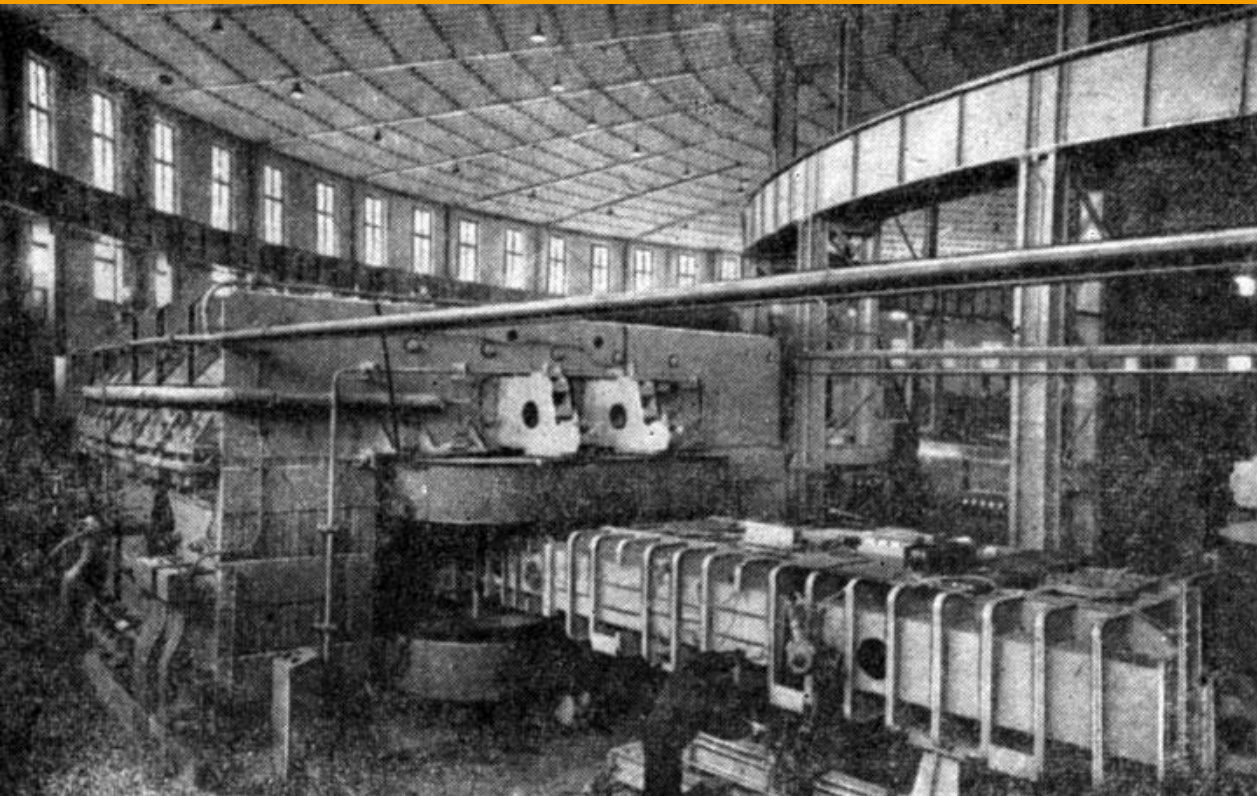
Сверхпроводящий
коллайдер
тяжелых
ионов



Исследования
ядерной материи при
экстремальных
плотностях

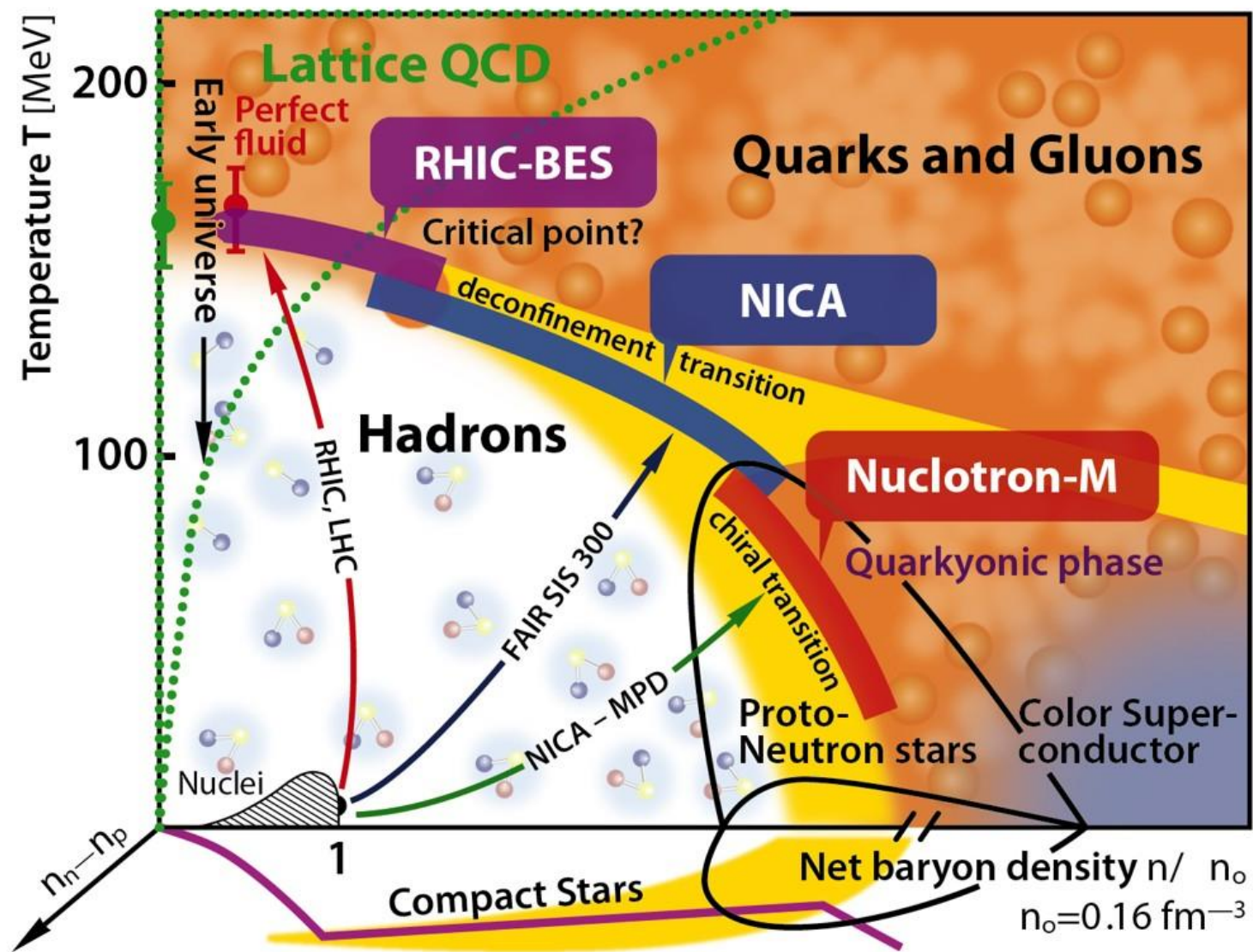


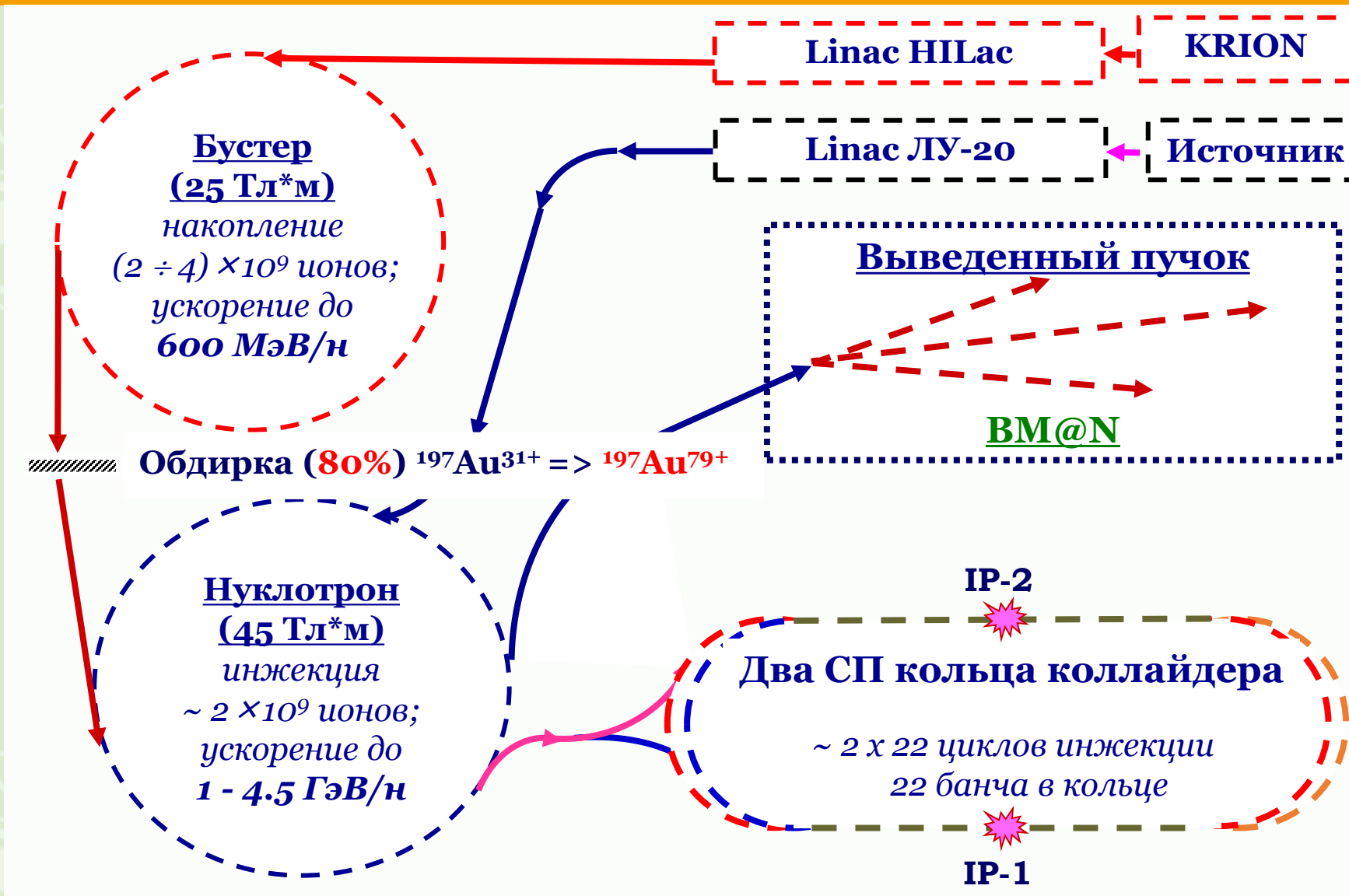


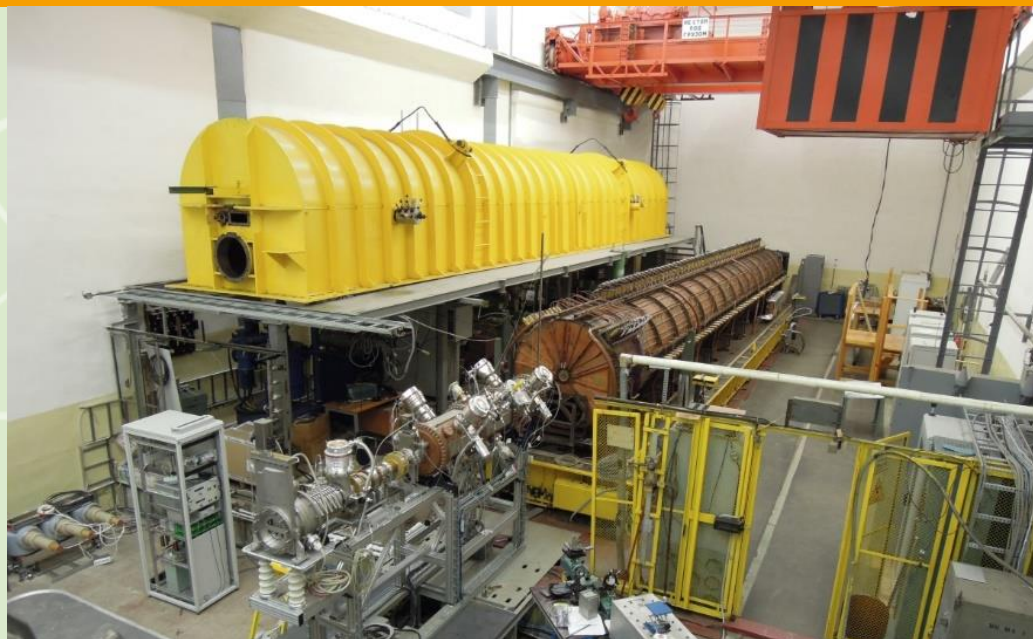


- $R \rightarrow 0$: Отсутствует потребление электроэнергии (необходима только для охлаждения); высокие плотности тока; удешевление Ампер-витка
- снижение стоимости работы; сохранение энергии; магниты меньше, легче, дешевле; снижение капитальных затрат; сильные магнитные поля экономически реализуемы \Rightarrow возможно реализовать новые исследования; и т.д.

	Энергия СЦМ, ТэВ	Периметр, км	Цена, В\$	Срок работы, гг.
Tevatron	1,96	6,3	0,45	1985-2011
УНК	6	20,8	≈2	Закрыт 1998
SSC	40	87,1	11,8	Закрыт 1993
LHC	14	26,7	7	С 2008
RHIC	1,4	3,83	0,62	С 2000
FCC	100	100	≈20	2035?





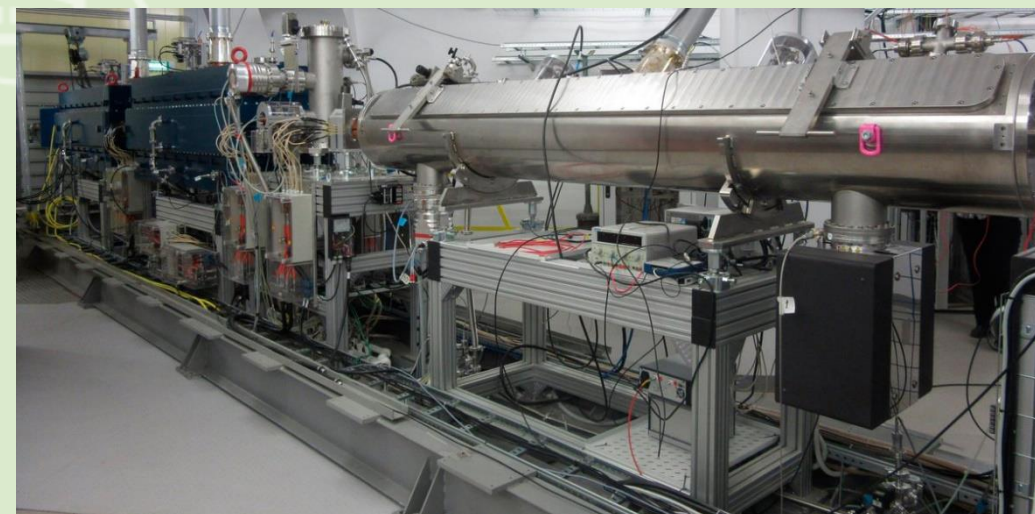


ЛУ-20

q/A	0.5	0.3
Энергия инжекции, кэВ/н	61.8	103
Энергия вывода, МэВ/н	5	
КПД, %	~75	~50
Частота, МГц	145.2	
Рабочий режим	2βλ	

A/q	6.25 (Au ³²⁺)
Энергия инжекции, кэВ/н	17
Энергия вывода, МэВ/н	3.2
КПД, %	≥80
Частота, МГц	100.625

НИЛас





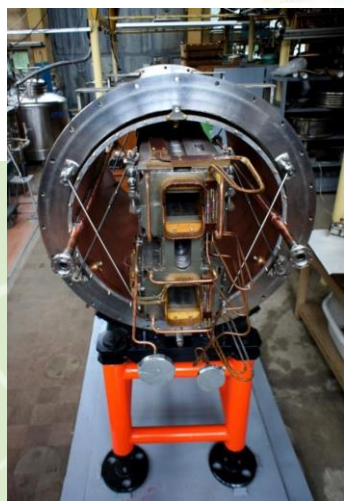
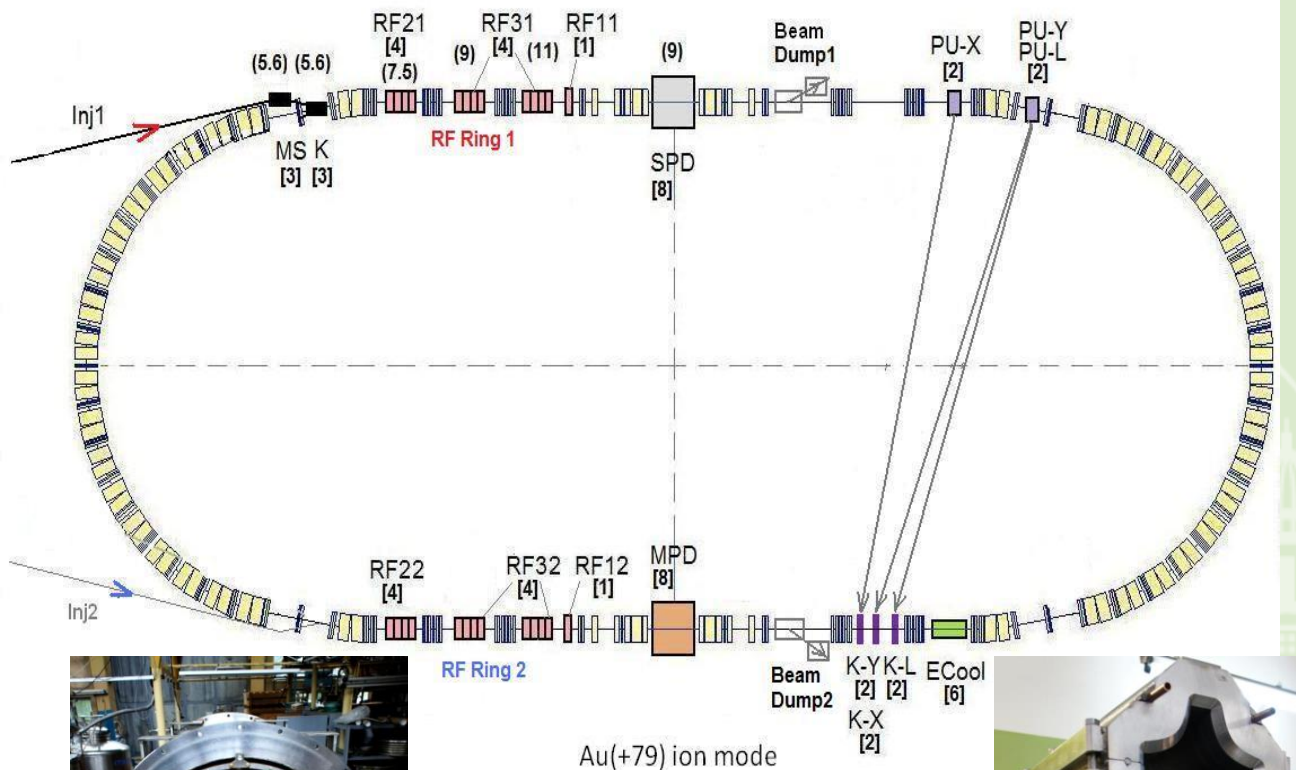
Бустер

Оптическая структура	DFO-ячейки
Магнитная жесткость, Тл*м	25
Периметр, м	211.2
Энергия вывода, Au ³¹⁺ , МэВ/н	600
Дисперсия по импульсу, Δp/p	± 0.010
Интенсивность, ионов	2-4•10 ⁹

Оптическая структура	FODO-ячейки
Магнитная жесткость, Тл*м	45
Периметр, м	251.5
Энергия вывода, Au ⁷⁹⁺ , ГэВ/н	4.5
Дисперсия по импульсу, Δp/p	± 0.010
Интенсивность, ионов	2•10 ⁹

Нуклотрон

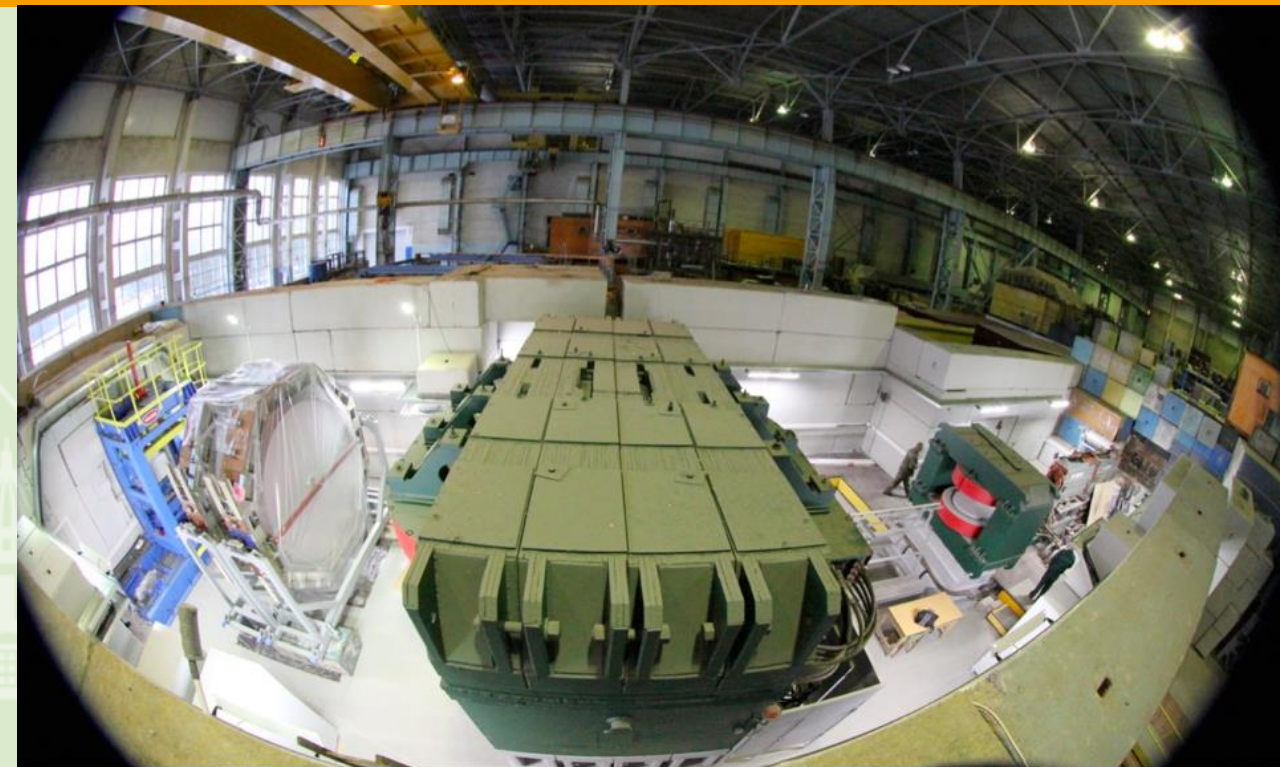
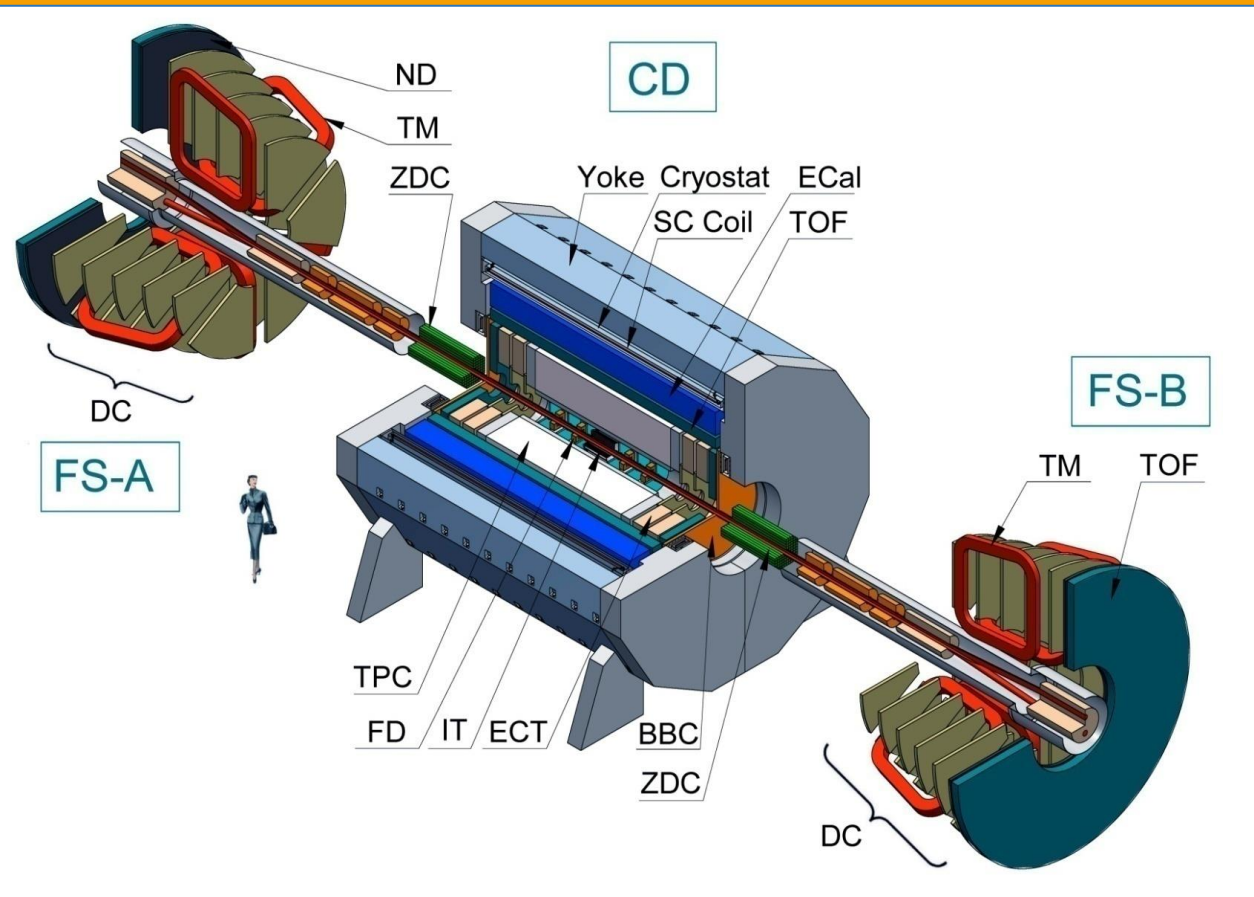


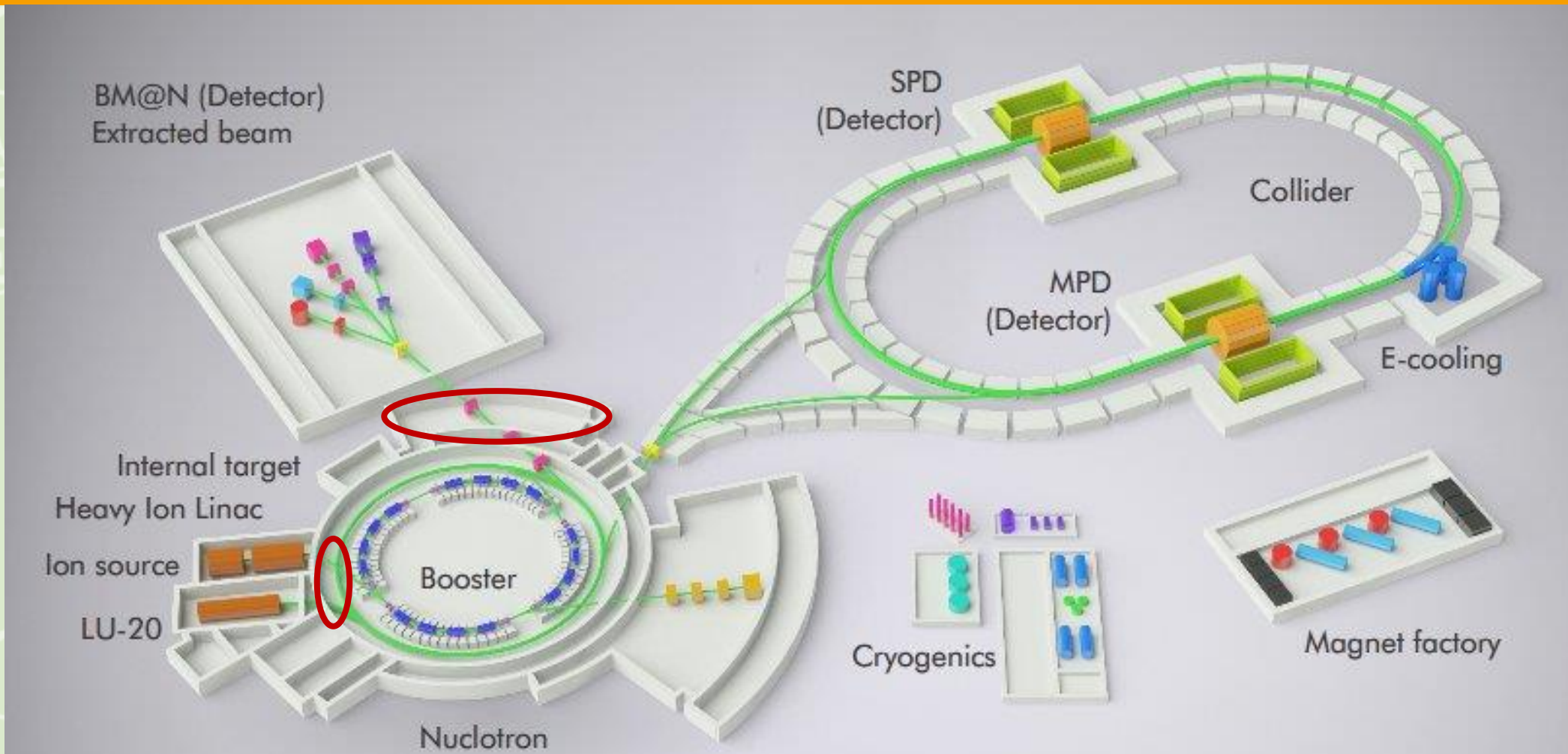


Оптическая структура



Периметр, м	503.04		
Оптическая структура	FODO-ячейки		
Кол-во банчей в кольце	22		
Дисперсия по импульсу, $\Delta p/p$	± 0.010		
Энергия, Au^{79+} , ГэВ/н	1	3	4.5
Светимость, $cm^{-2} \cdot s^{-1}$	$0.6 \cdot 10^{25}$	$1 \cdot 10^{27}$	$1 \cdot 10^{27}$
Время накопления, с	160	460	1800





- исследования электроники (без корпуса) 3,2 МэВ/н
- исследования электроники (в корпусе), радиобиология 150-350 МэВ/н



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Мы в соцсетях:

 jinr.ru

 t.me/jinrofficial

 [jinrtv](https://www.youtube.com/jinrtv)

 uc.jinr.ru

 [t.me/ jinr_uc](https://t.me/jinr_uc)

 [JINRUC](https://www.youtube.com/JINRUC)

Дополнительные материалы

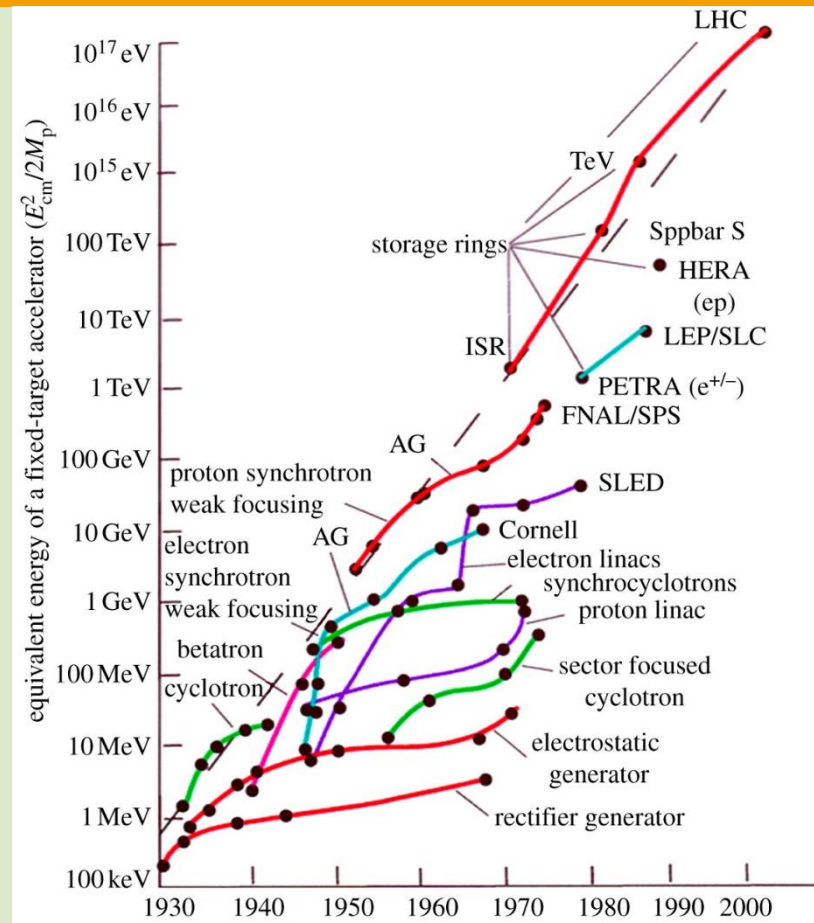
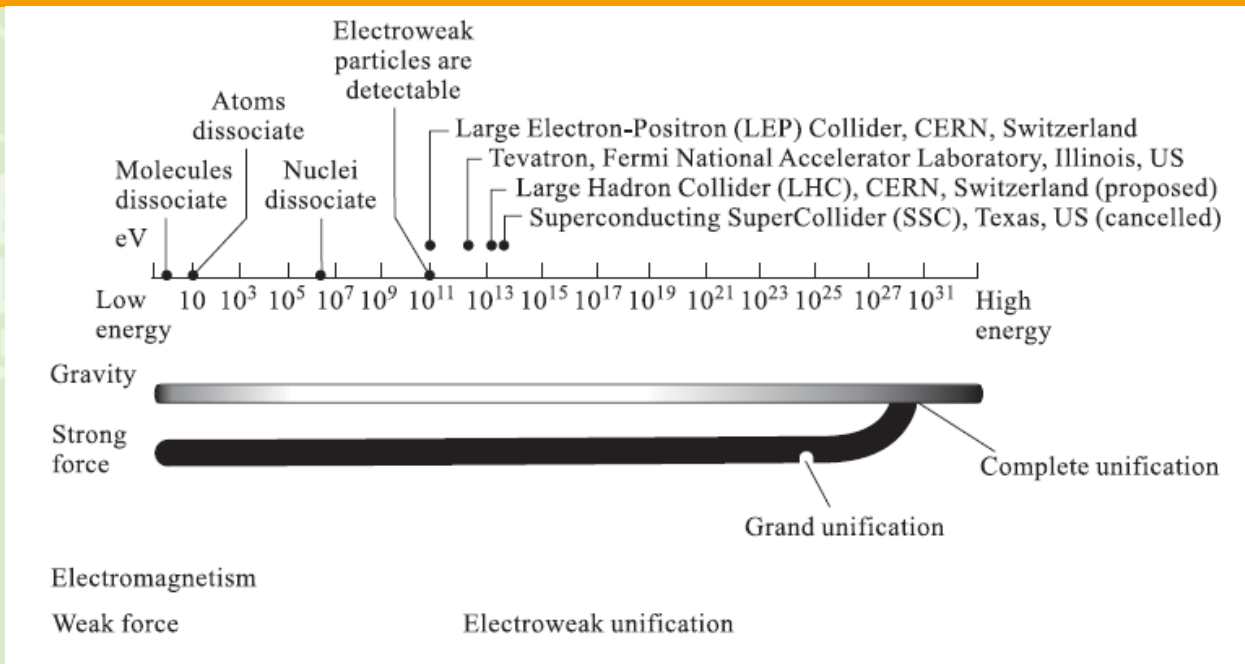
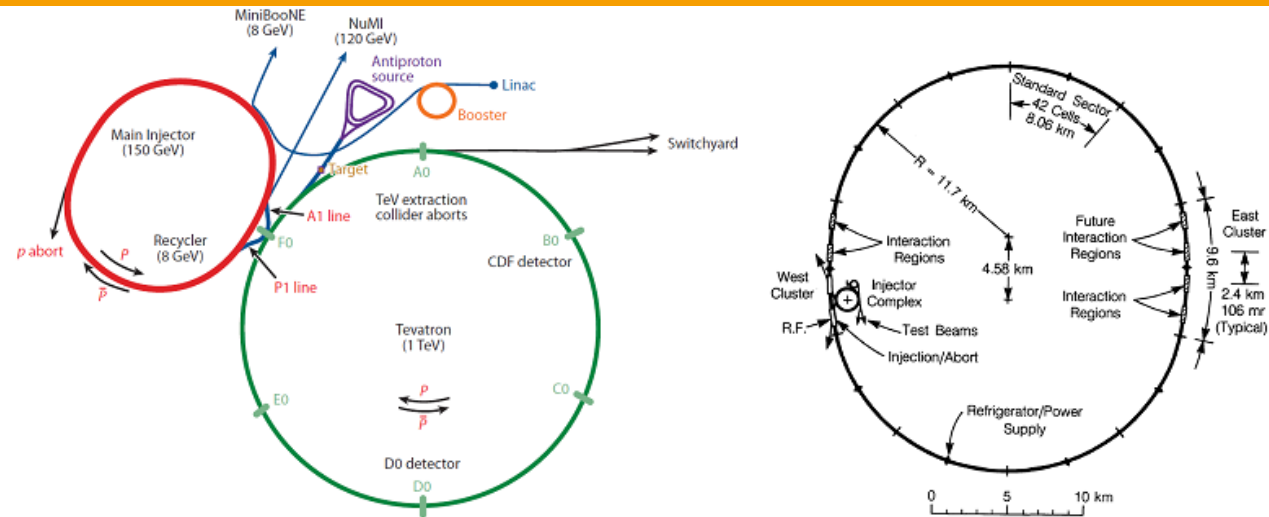


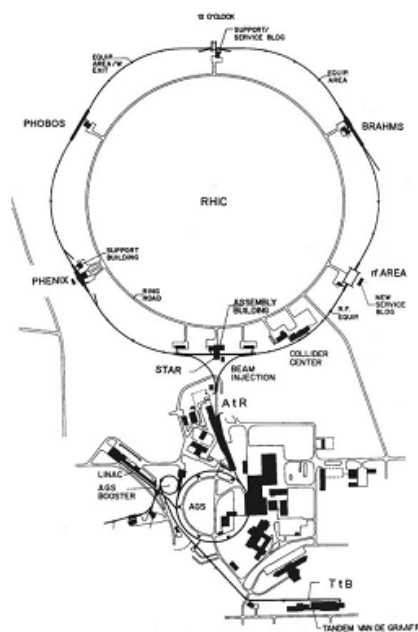
График "Ливингстона"

«Напомню, что ускорение частиц до энергии 10¹⁵ ГэВ, отвечающей «великому объединению» сильного и электрослабого взаимодействий, потребовало бы сооружения ускорителя **размером с Солнечную систему**. А если бы мы хотели продвинуться до «планковской» энергии 10¹⁹ ГэВ (на этом рубеже становятся существенными квантовогравитационные эффекты), то пришлось бы строить ускоритель, кольцо которого имело бы **протяженность порядка 10 св. лет.**». **А.Н. Сисакян, Лекция по физике частиц**

Tevatron



RHIC



LHC

