

Научная Премия Сбербанка ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ



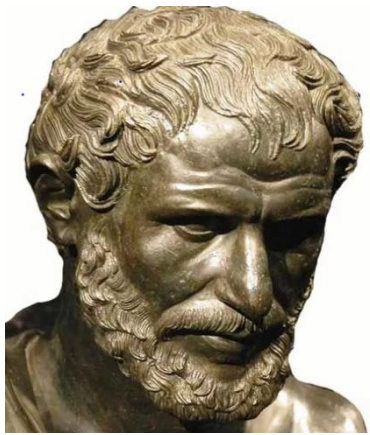
за основополагающие работы по синтезу сверхтяжелых химических элементов и вклад в становление экспериментальной базы ускорителей

СВЕРХТЯЖЕЛЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ Периодическая Таблица через 154 года

Юрий Оганесян

Лаборатория Ядерных реакций им. Г.Н. Флерова
Объединенный Институт ядерных Исследований в Дубне

Доклад на заседании Президиума РАН 31 января 2023



Democritus
460-375 BC

Все состоит из мельчайших
неделимых частиц - **АТОМОВ**

«строительные кирпичики» -
молекулы – **СЛОЖНАЯ КОМПОЗИЦИЯ**
АТОМОВ в различных пропорциях”.

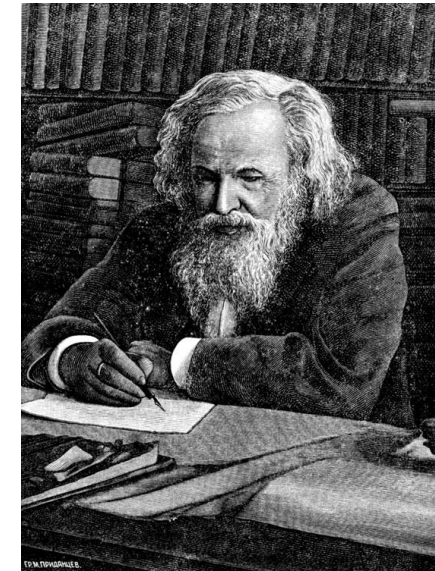
36 элементов было известно в то время



John Dalton 1808

63 элемента уже были известны в то время

	Г р у п п ы э л е м е н т о в										
Ряды	0	I	II	III	IV	V	VI	VII		VIII	
0	Водород										
1	Кислород	Водород H 1,008	—	—	—	—	—	—			
2	Гелий	Литий Li 7,03	Бериллий Be 9,1	Бор B 11,0	Углерод C 12,0	Азот N 14,01	Кислород O 16,00	Фтор F 19,0			
3	Неон	Натрий Na 23,05	Магний Mg 24,36	Алюминий Al 27,1	Кремний Si 28,2	Фосфор P 31,0	Сера S 32,06	Хлор Cl 35,45			
4	Аргон	Калий K 39,15	Кальций Ca 40,1	Стронций Sr 44,1	Титан Ti 48,1	Ванадий V 51,2	Хром Cr 52,1	Марганец Mn 55,1	Железо Fe 55,9	Кобальт Co 59	Никель Ni 59
5		Медь Cu 63,6	Цинк Zn 65,4	Галлий Ga 70,0	Германий Ge 72,5	Мышьяк As 75	Селен Se 79,2	Бром Br 79,95			
6	Криптон	Рубидий Rb 85,5	Стронций Sr 87,6	Иттрий Y 89,0	Цирконий Zr 90,6	Нобий Nb 94,0	Молибден Mo 96,0	—	Рутений Ru 101,7	Родий Rh 103,0	Палладий Pd 106,5
7		Серебро Ag 107,93	Кадмий Cd 112,4	Индий In 115,0	Олово Sn 119,0	Сурьма Sb 120,2	Теллур Te 127	Йод I 127			
8	Ксенон	Цезий Cs 132,9	Барий Ba 137,4	Лантан La 138,9	Церий Ce 140,2	—	—	—	—	—	—
9											

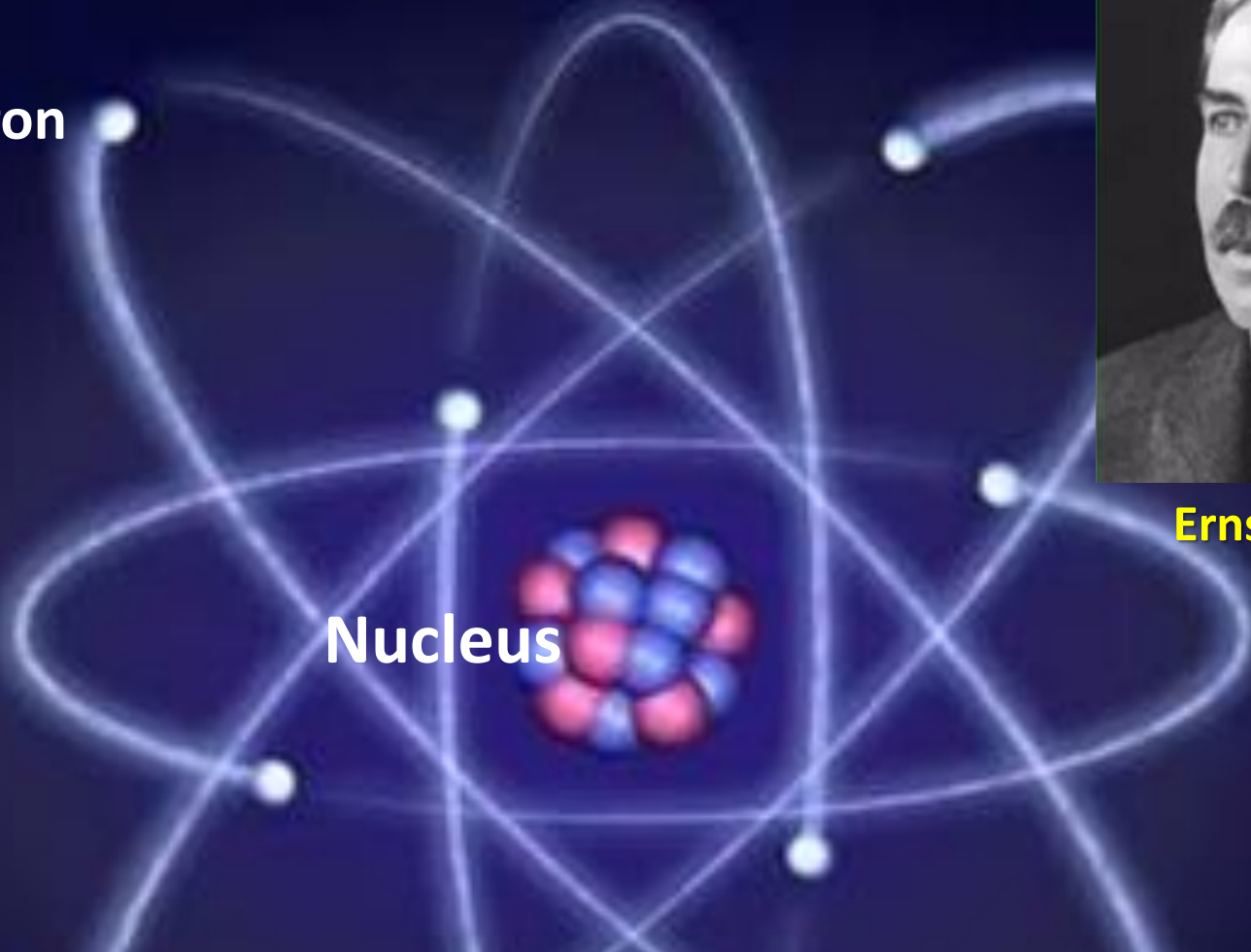


Dmitri Mendeleev
1869

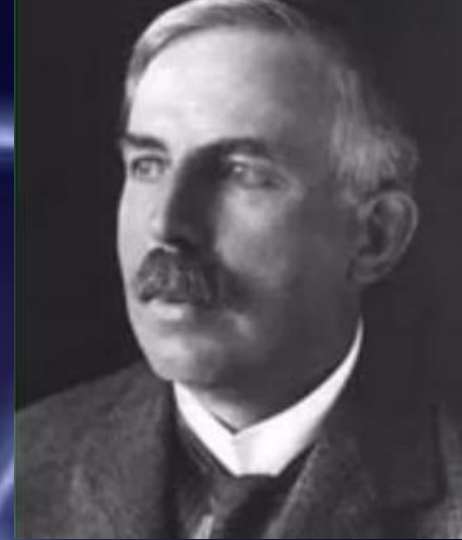
Элементы не «строительные кирпичики».

**Они сами имеют внутреннюю структуру,
уложенную в Периодическую Таблицу**

electron



Nucleus



Ernst Rutherford
1911

Планетарная модель атома Резерфорда
Ядро в центре, вокруг электроны на
большом расстоянии, все в движении

Ядро атома – капля ядерной жидкости

Плотность ядерной капли
в 10^{15} раз выше плотности
капли воды!

Первая
теоретическая модель ядра:

Заряженной Жидкой Капли



George Gamow 1928

Г.А. Гамов 1928

Деление ядерной капли

1940

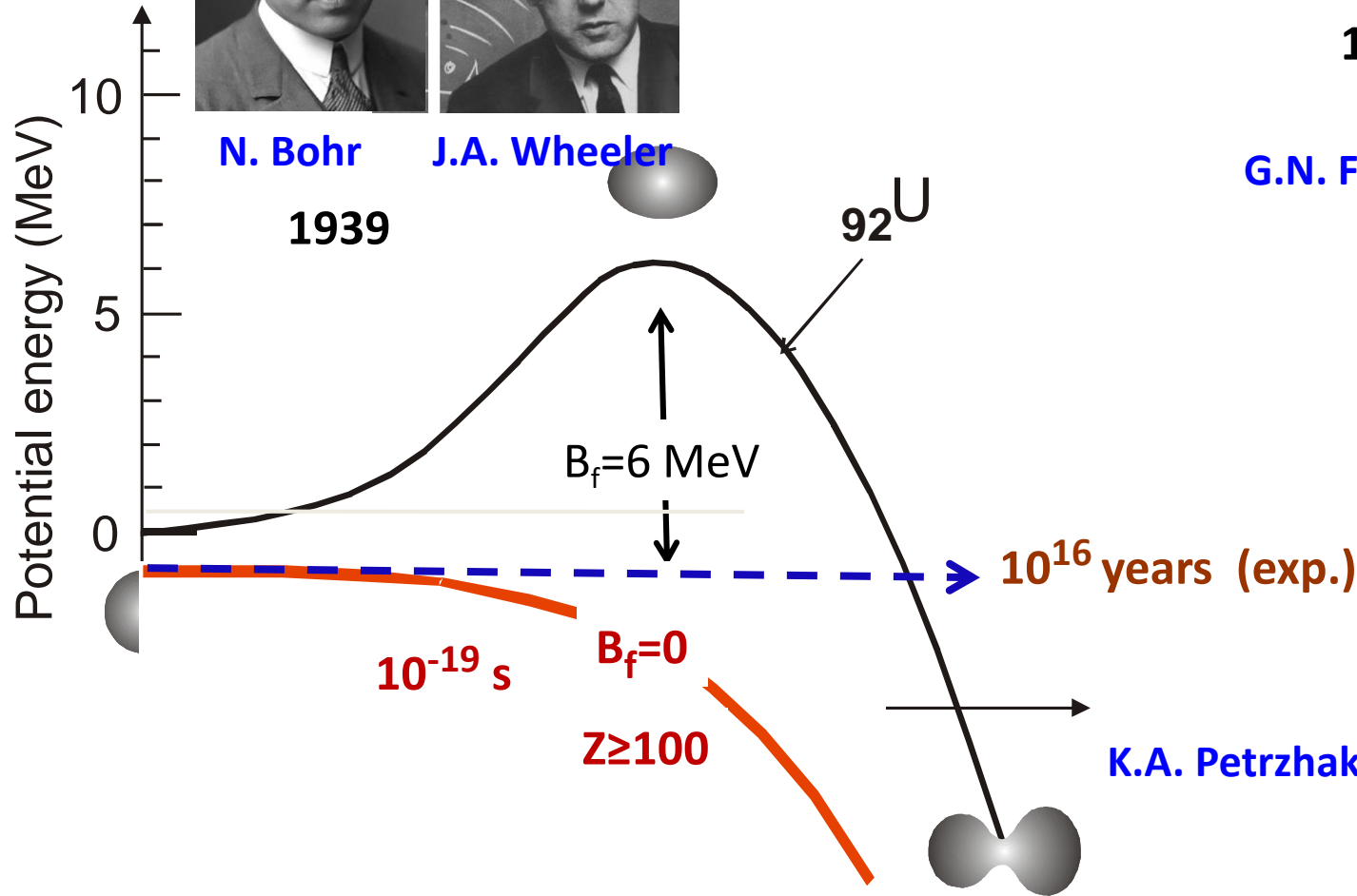
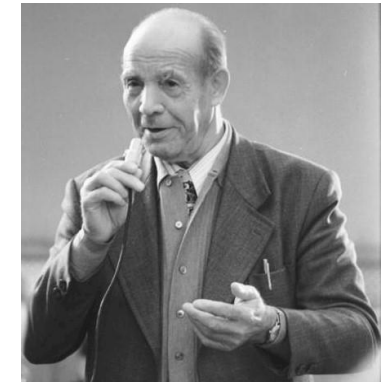


N. Bohr

J.A. Wheeler

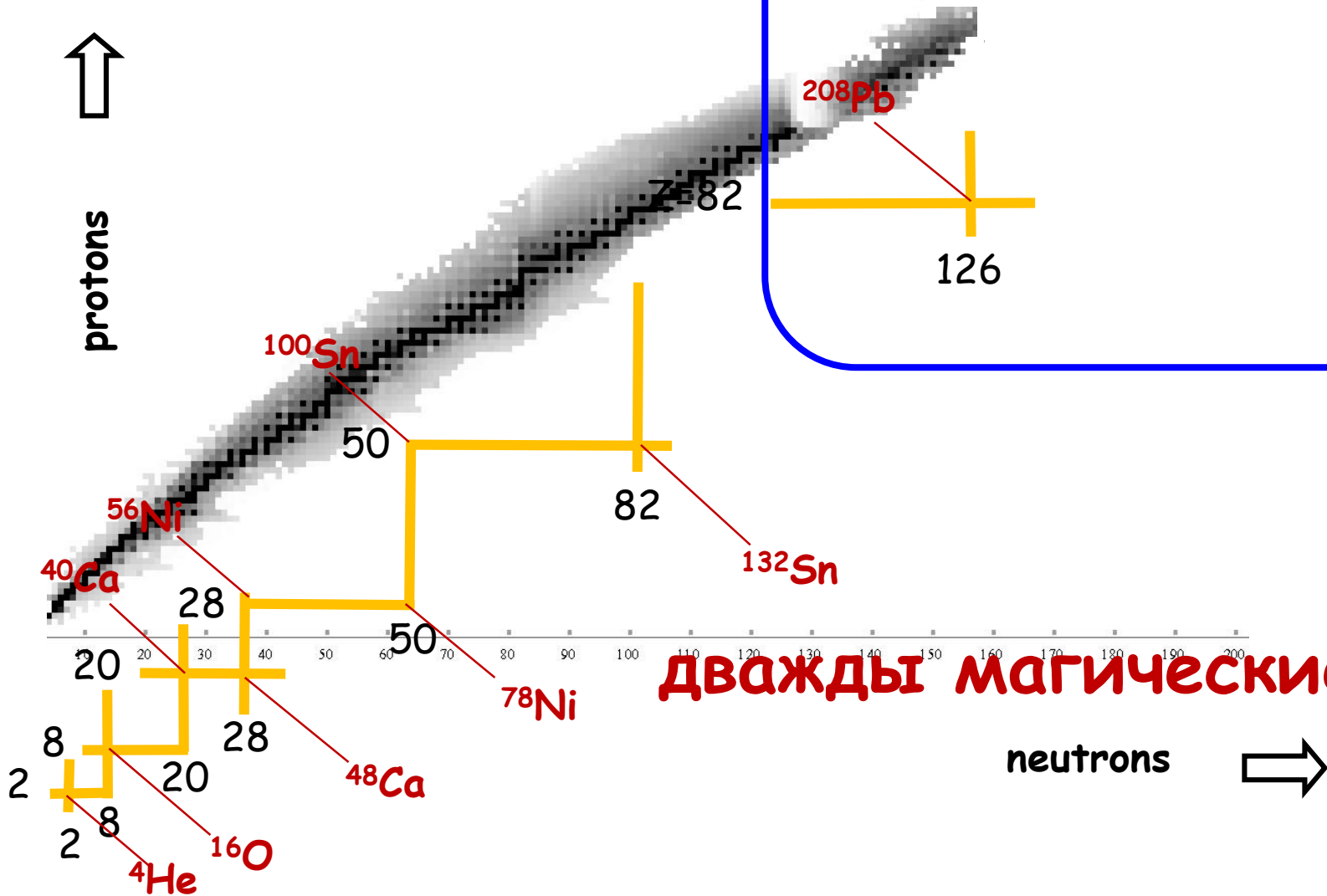
1939

G.N. Flerov



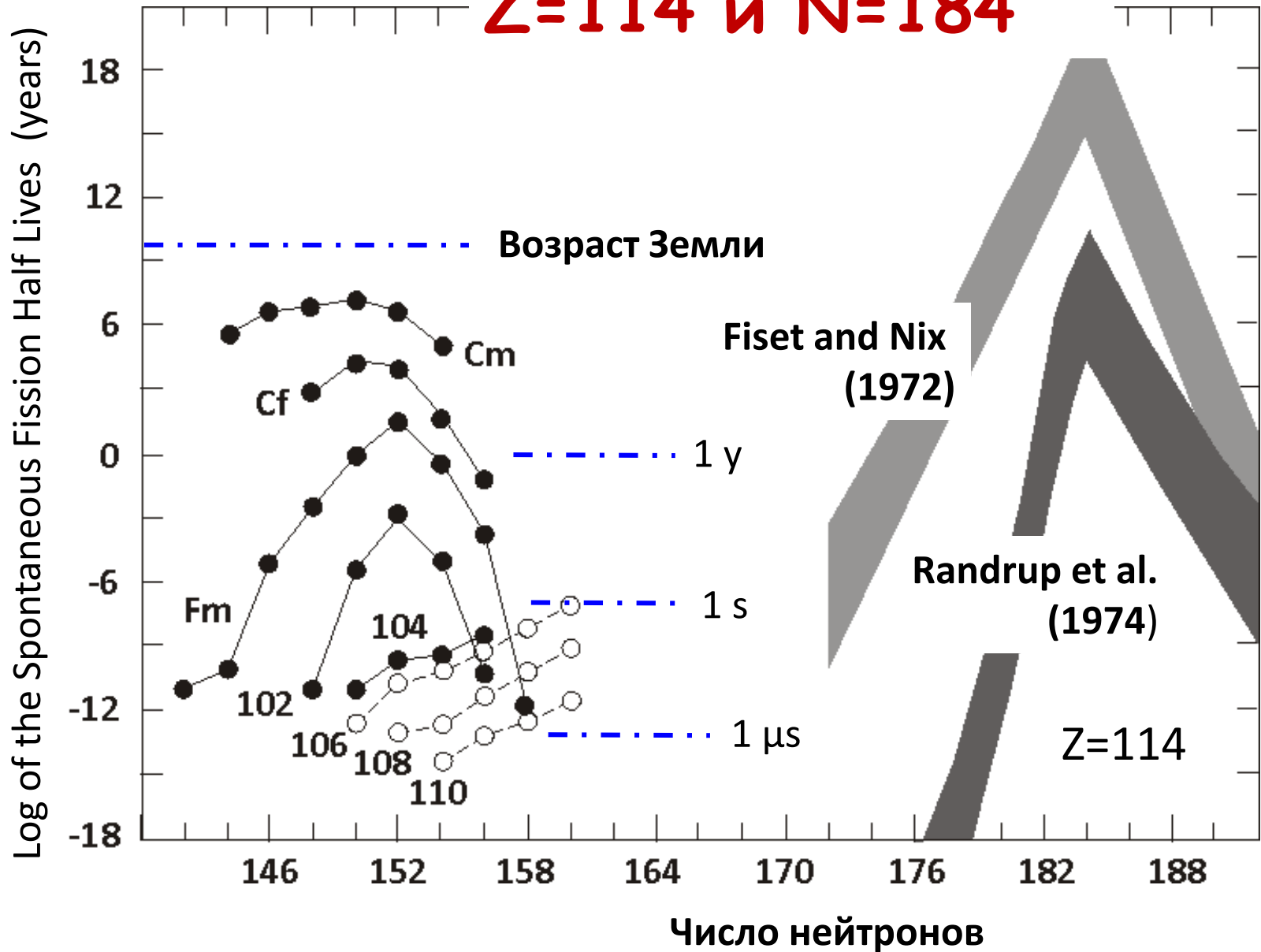
Элементы тяжелее 100-го не существуют!

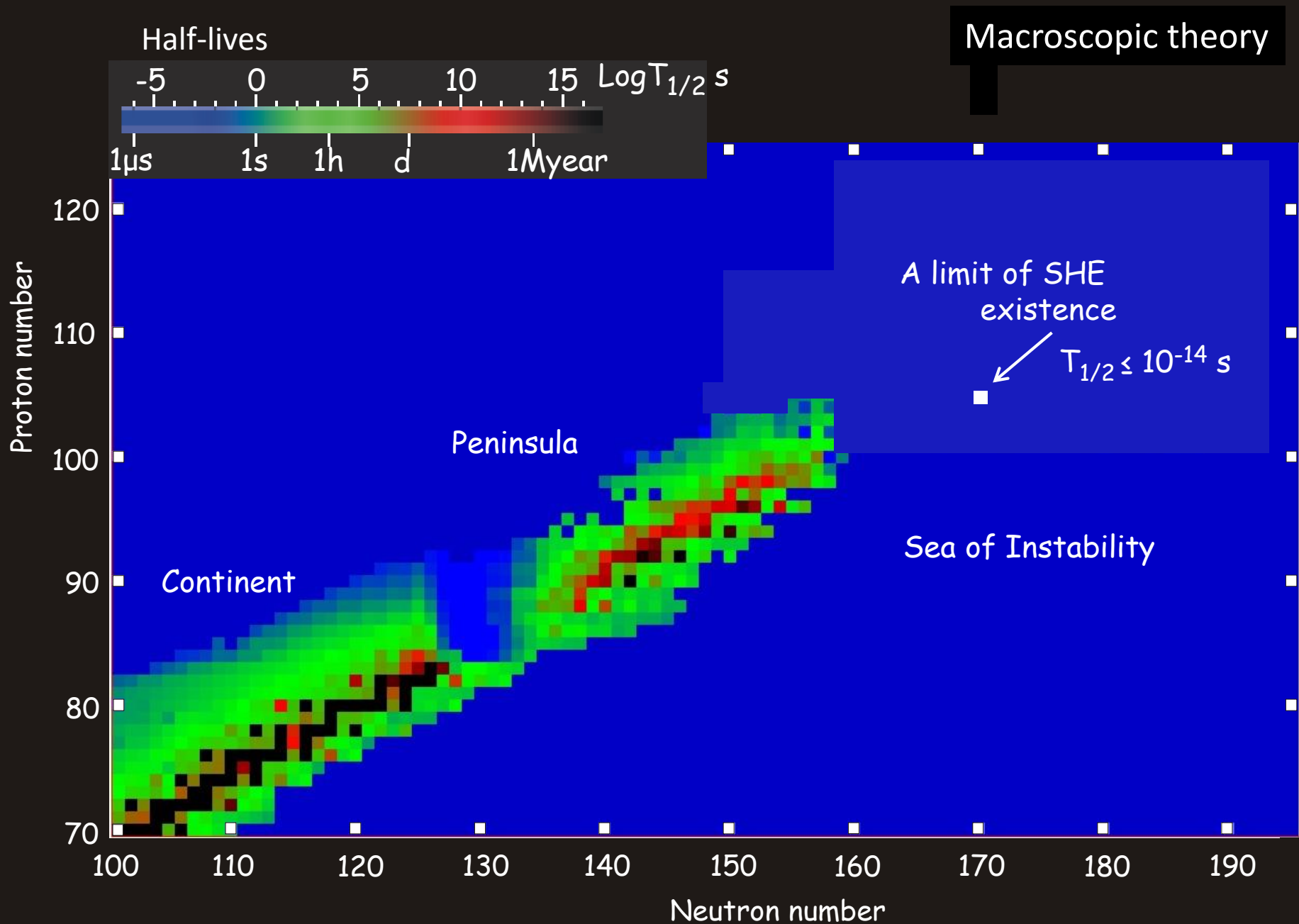
Магические числа протонов и нейтронов



дважды магические ядра

Игра НОВЫХ МАГОВ Z=114 и N=184





Все бросились искать мистический ОСТРОВ СТАБИЛЬНОСТИ

1970-1985

Los Alamos (USA)

Berkeley (USA)

Dubna (JINR)

Oak Ridge (USA)

Mainz (Germany)

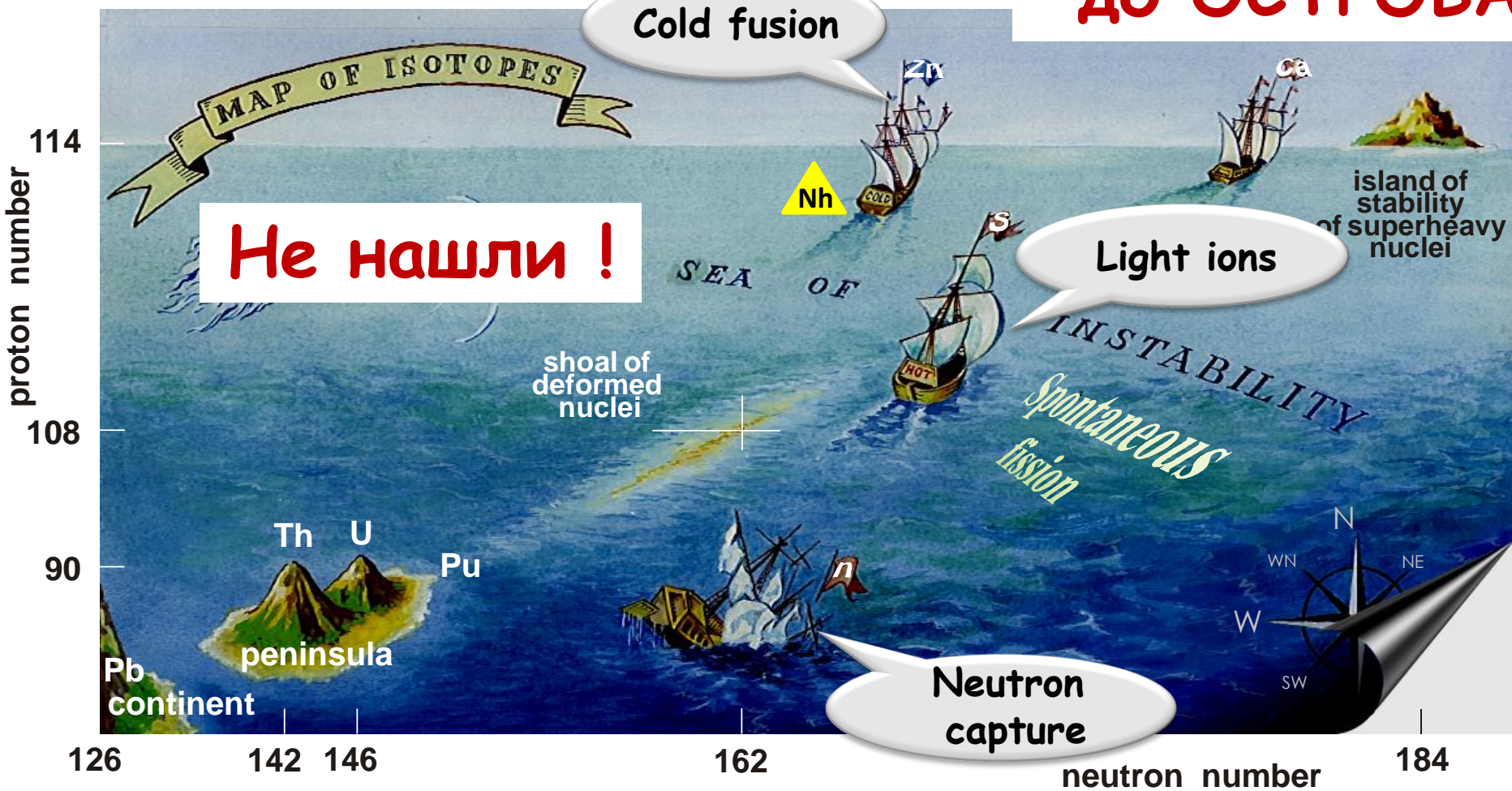
Darmstadt (Germany)

Orsay (France)

Würenlingen (Switzerland)

Tokyo (Japan) some later

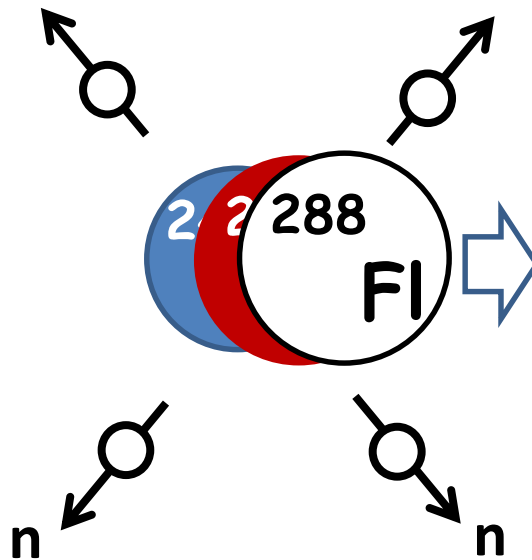
Все известные методы не дотягивают до ОСТРОВА



Придумали другой способ:

Изготовить мишень в ядерном реакторе

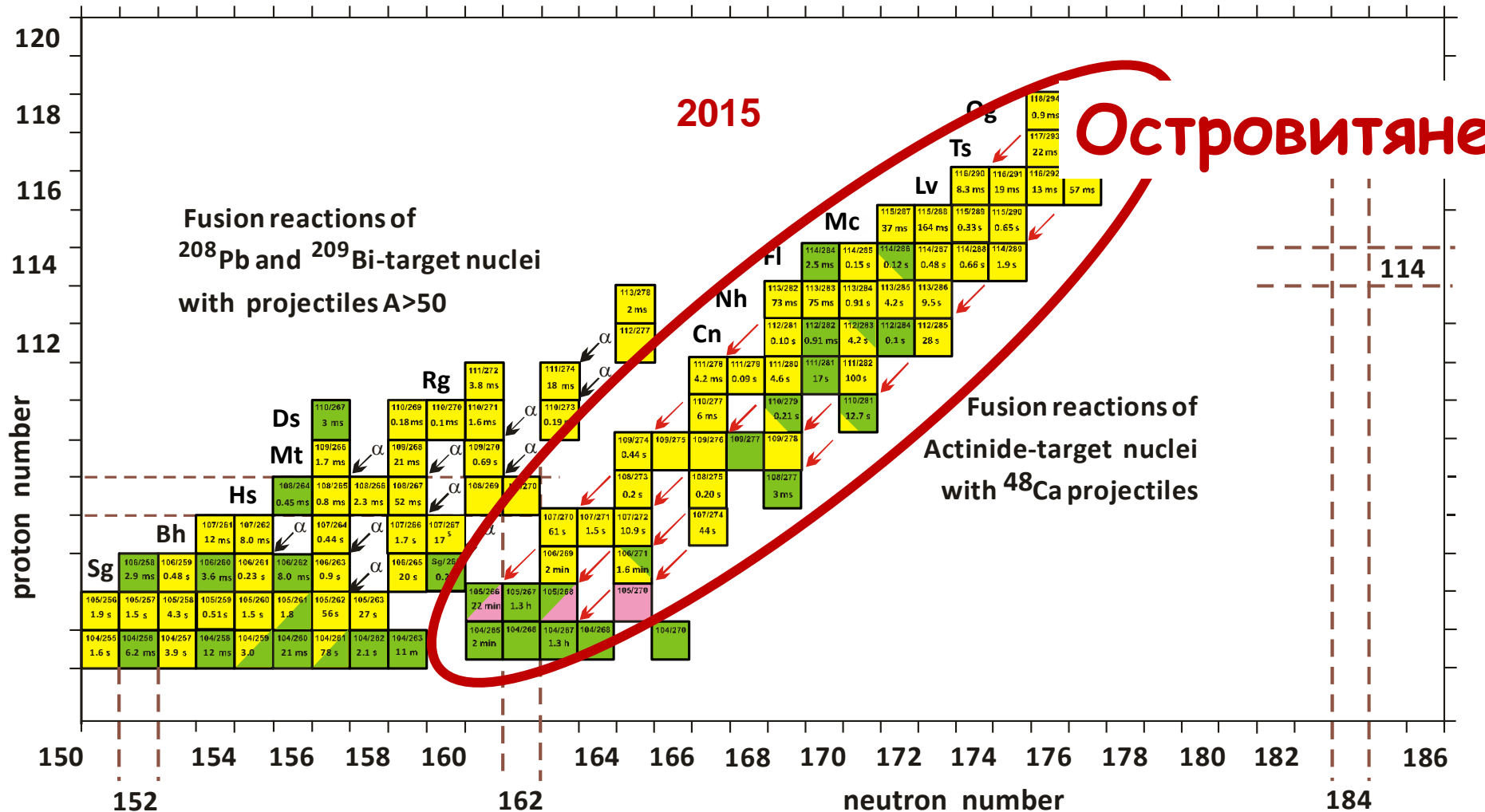
Построить новый ускоритель



К детектору

Ускорить редчайший изотоп кальция-48 fusion & cooling

Тяжелейшие атомы с Острова с дочерними продуктами распада (56 новых нуклидов)





За два года до
150-летнего юбилея
Периодической Таблицы
Д.И. Менделеева - «иконы
химиков» - были синтезированы
и включены в Таблицу **5 новых, самых
тяжелых химических элементов с
атомными номерами 114 - 118.**
Все они были синтезированы в ОИЯИ (в Дубне).

Гигантская (284 м²) Периодическая таблица на первом берегу реки Волги

Mendeleev's Periodic Table

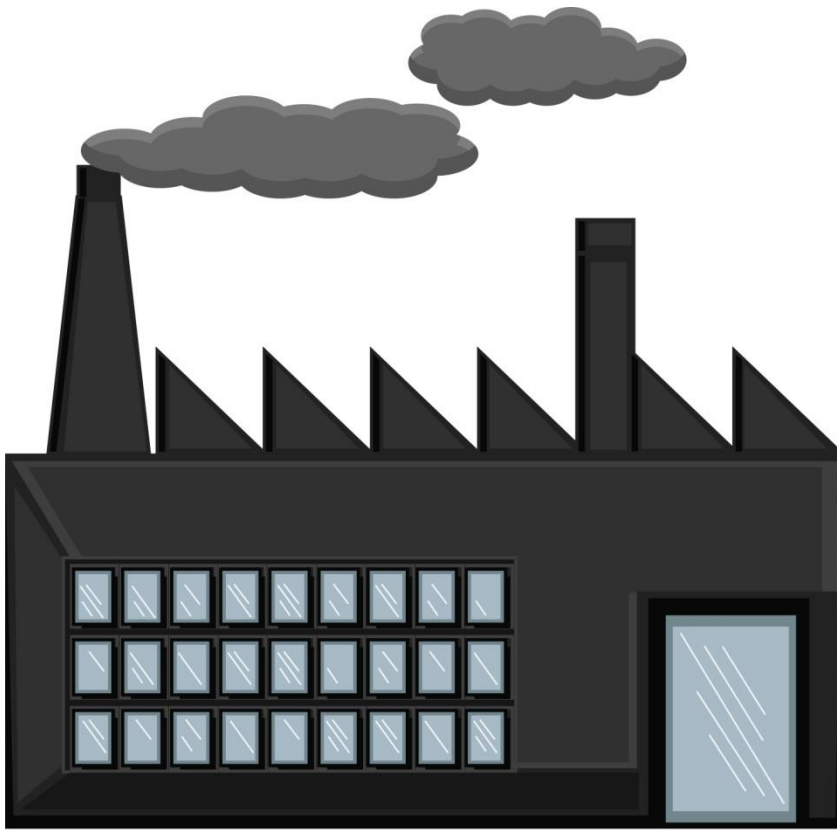
H	He																	B	C	N	O	F	Ne	
Li	Be																	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
Na	Mg	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr							
K	Ca	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe							
Rb	Sr	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn								
Cs	Ba	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og								
Fr	Ra																							

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Giant (284 m²) Periodic Table

Dubna, 2021

Настоящее



Фабрика Сверхтяжелых Элементов

Март 2012, Дубна

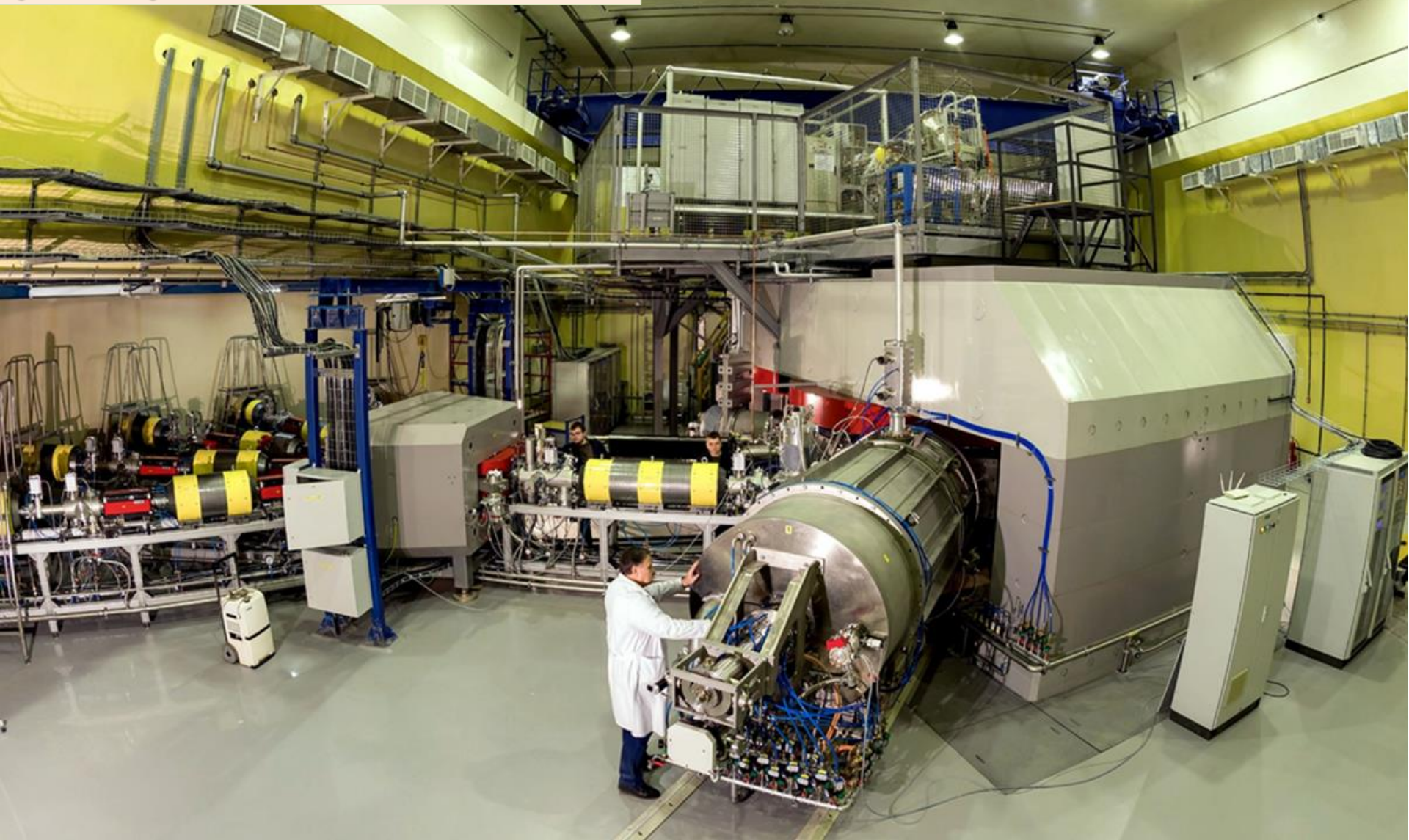


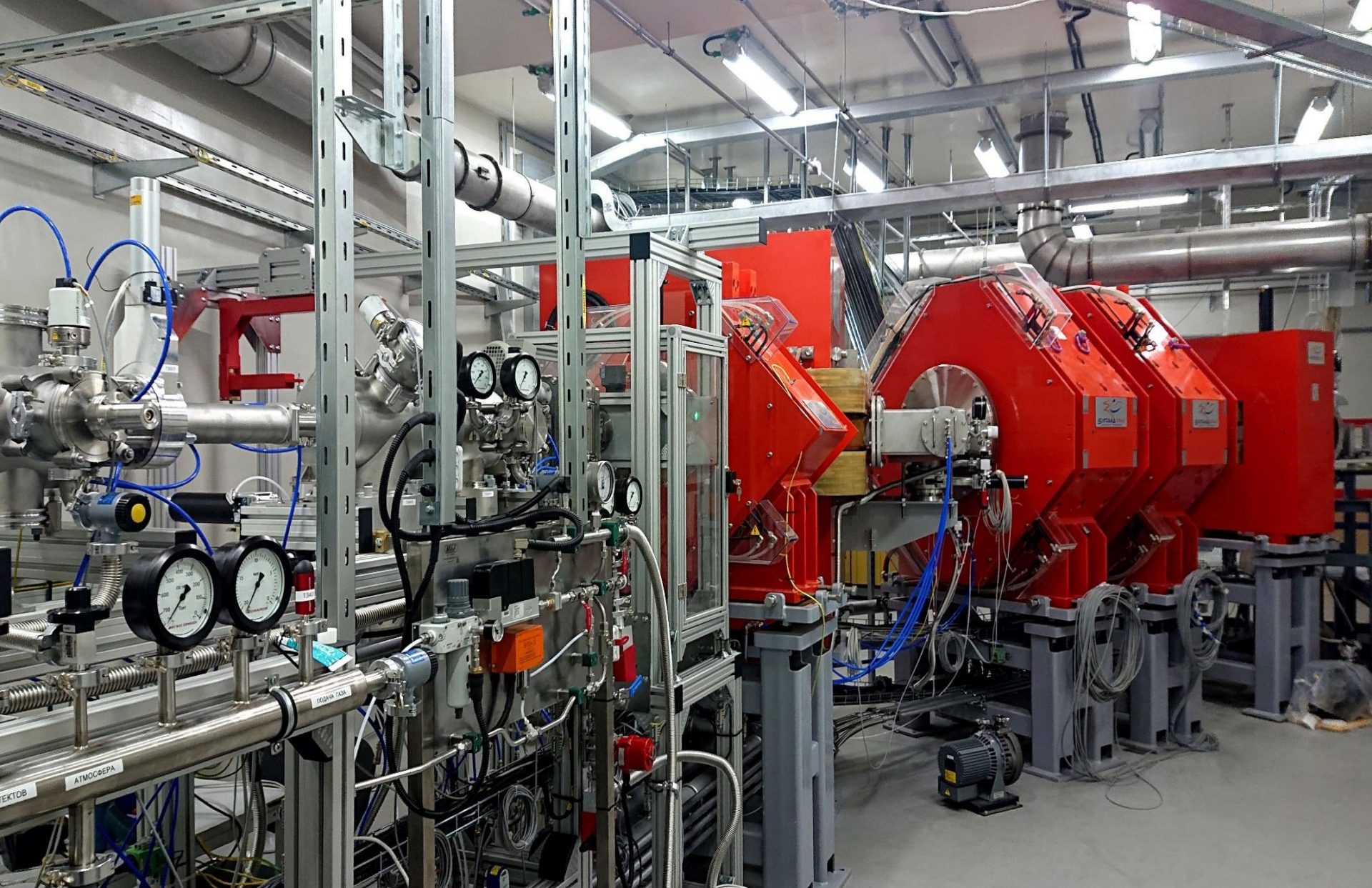
Август 2017, Дубна



Фабрика СТЭ

Новый ускоритель DC 280



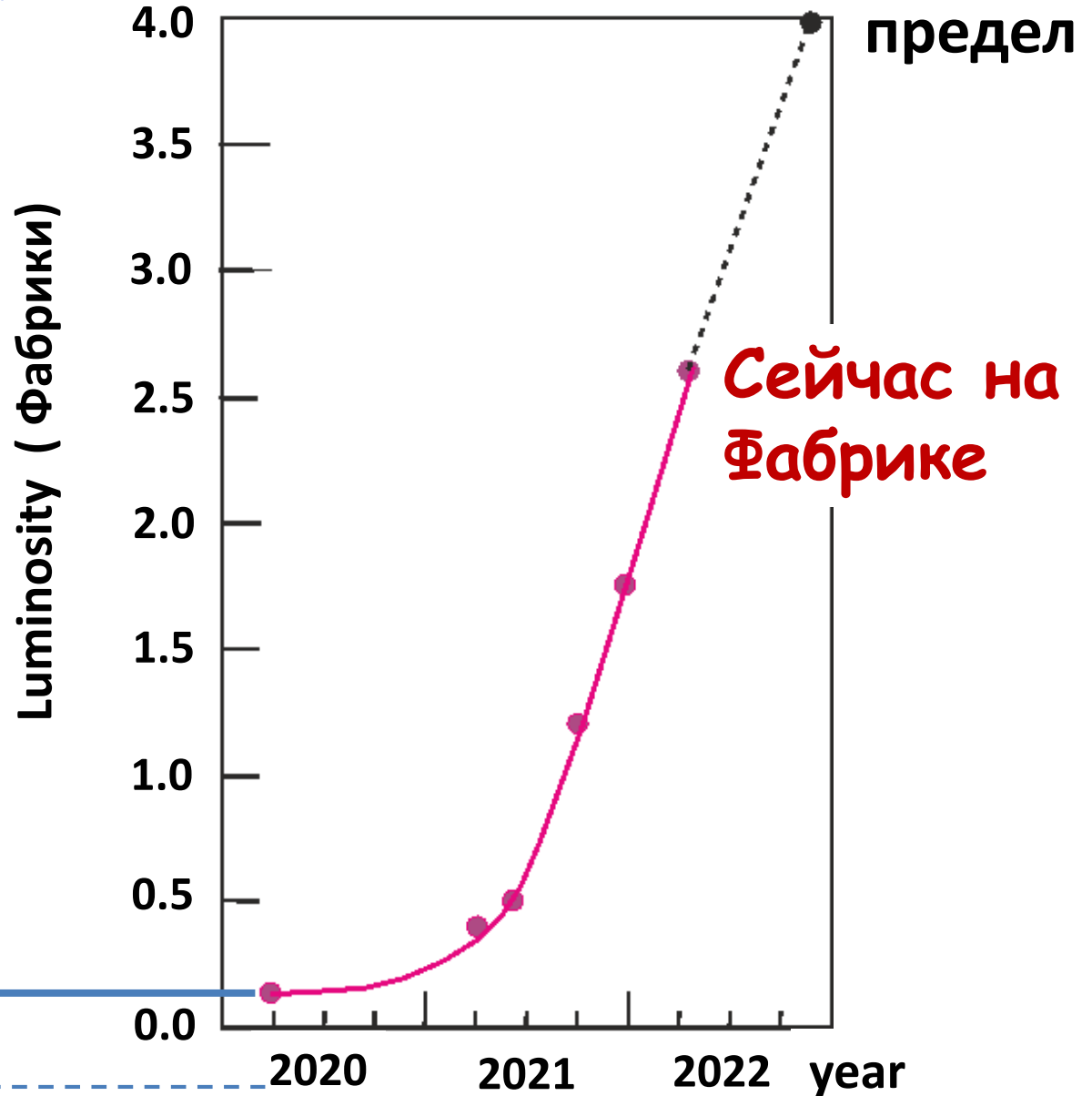


Новый сепаратор сверхтяжелых элементов

Развитие Фабрики

Светимость
(мишень 30 мг)

Мировой
уровень



2000

2020

2021

2022

year

Будущее

Фабрика СТЭ

Производство

актиноидов :

Pu 240-244

Cm 245-248

Bk-249

Cf-249-251

Будет увеличено в
10 раз

Высоко-поточный реактор
СМ-3 в Димитровграде

УЛЬЯНОВСКАЯ обл

Высокоэффективный
Сепаратор в Сарове

НИЖЕГОРОДСКАЯ обл

ROSATOM

Новый ускоритель
и пучки ионов:

Ca-48

Ti-50

Cr-54

Ni-64

Фактор 10-20

Новый ускоритель
DC-280 и ЭЦР-источник

ЛЕНИНГРАДСКАЯ обл

МОСКОВСКАЯ обл

Разделение изотопов
для ускорителя

СВЕРДЛОВСКАЯ обл

Сепараторы и
детекторы нового
поколения

Фактор 3-5

Зависит от
интеллекта

Recoil
Separators

DGFRS-2

DGFRS-3

GASSOL
(project)

Благодарю за внимание