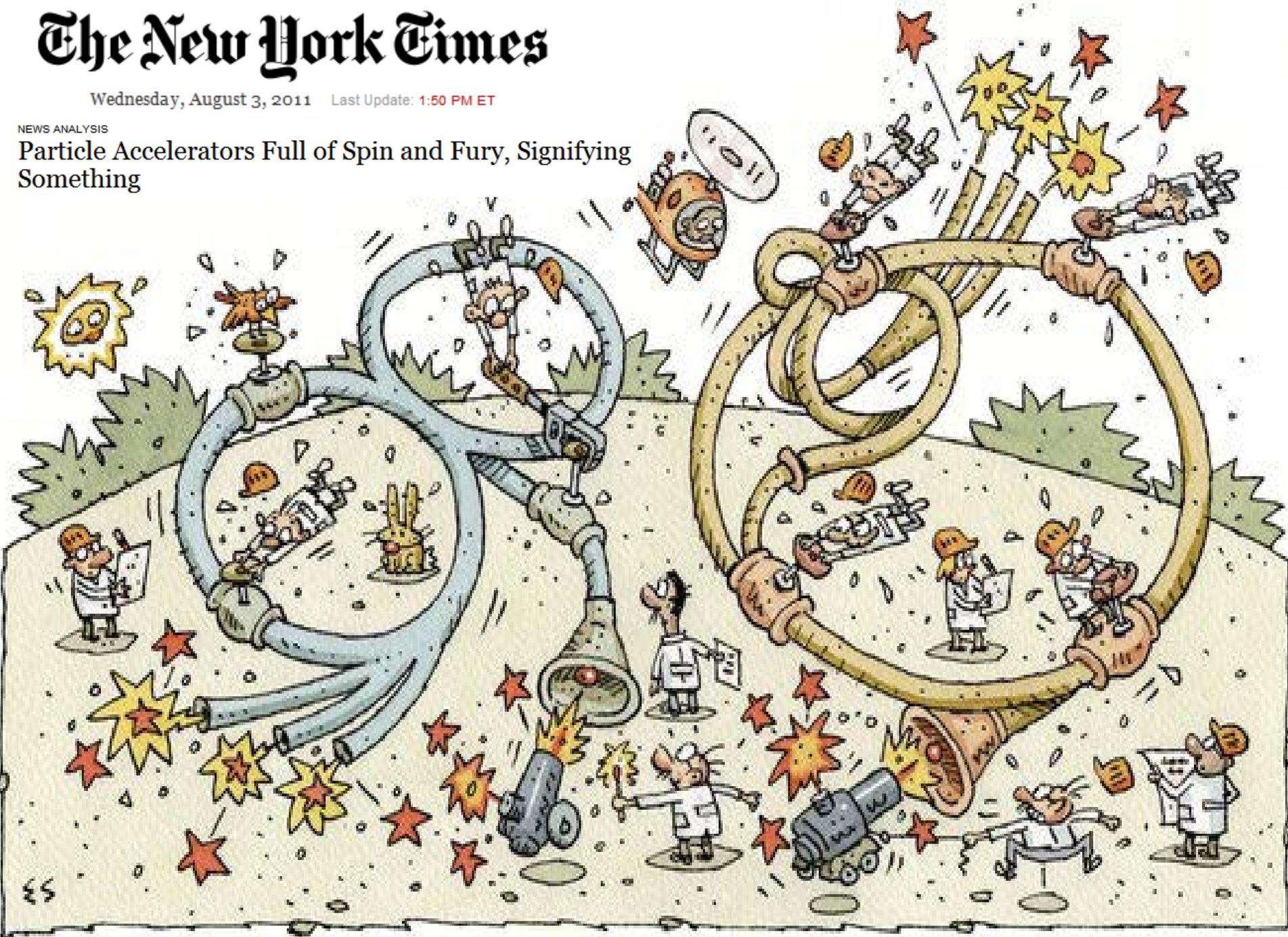


# The New York Times

Wednesday, August 3, 2011 Last Update: 1:50 PM ET

NEWS ANALYSIS

## Particle Accelerators Full of Spin and Fury, Signifying Something



ES



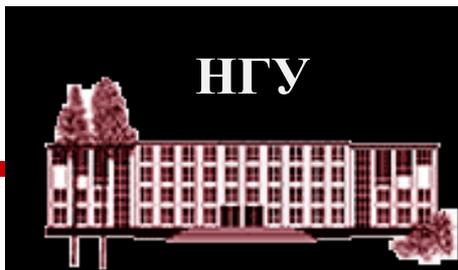
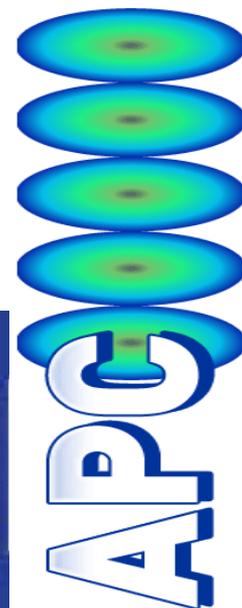
# КОЛЛАЙДЕРЫ

## Частиц Сверхвысоких Энергий – *Quo Vadis?*

**Владимир Дмитриевич Шильцев**

Директор Центра Ускорительной Физики  
Лаборатория им.Э.Ферми (США)

Март 2013





# Содержание:

---

**бозон Хиггса и БАК**

**ускорители**

**будущие коллайдеры**

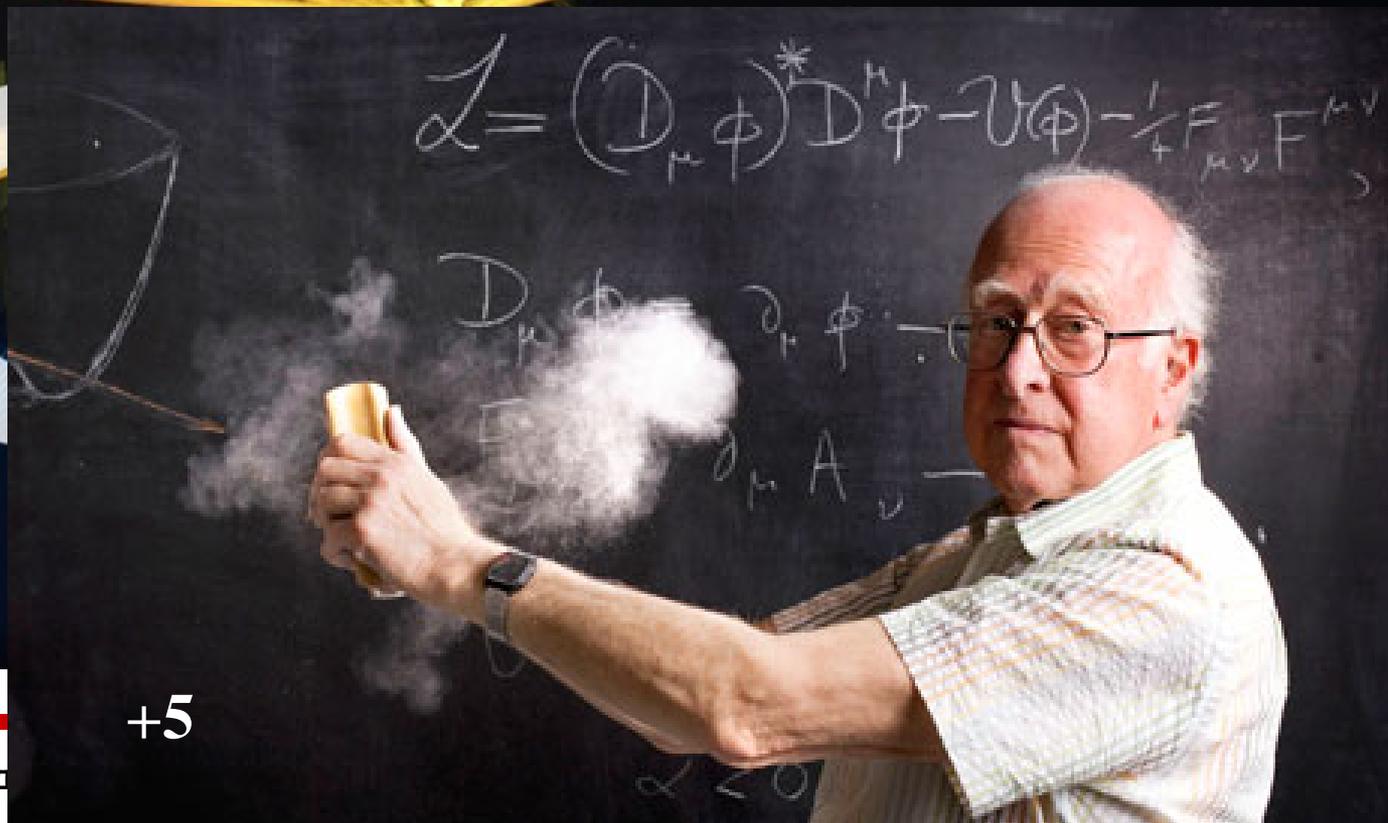
**большие числа**

**(интернациональная наука)**

---

# HIGGS

# BO

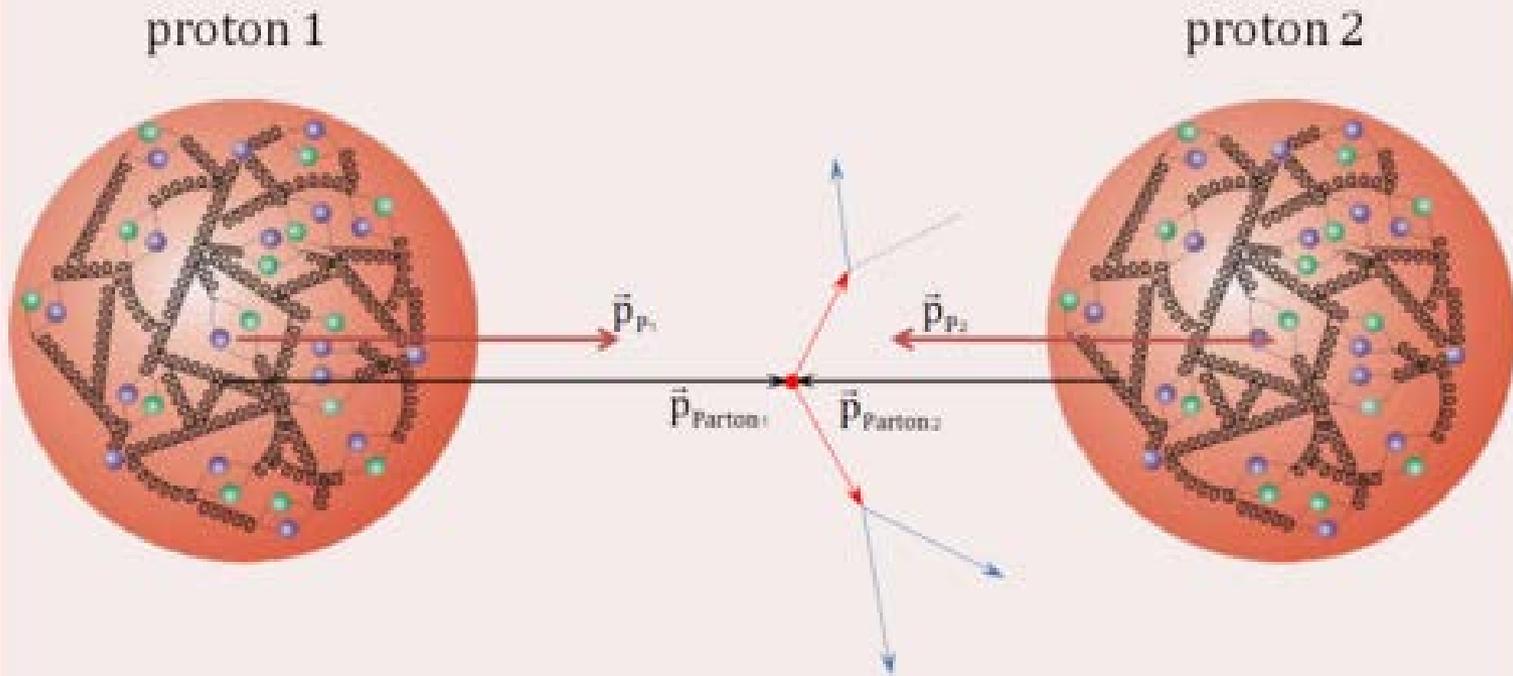


+5

Влад

# Протон-Протонные Столкновения

Interactions of constituents of the colliding protons, the so called partons (quarks, gluons)



$\vec{P}_{P_1}$  ... momentum proton 1

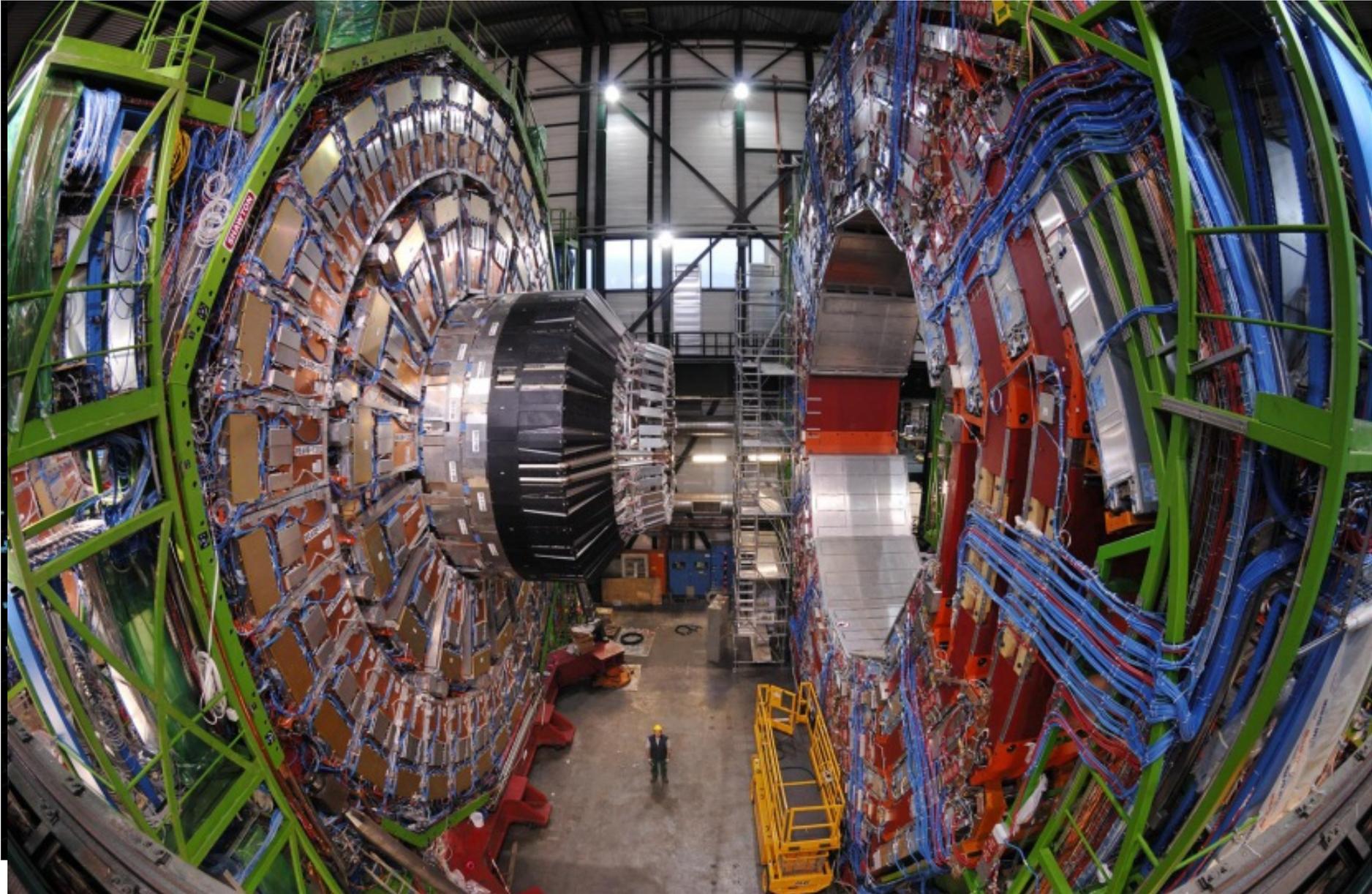
$\vec{P}_{P_2}$  ... momentum proton 2

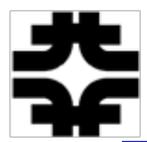
• interaction vertex

$\vec{P}_{Parton_1}$  ... momentum parton 1

$\vec{P}_{Parton_2}$  ... momentum parton 2

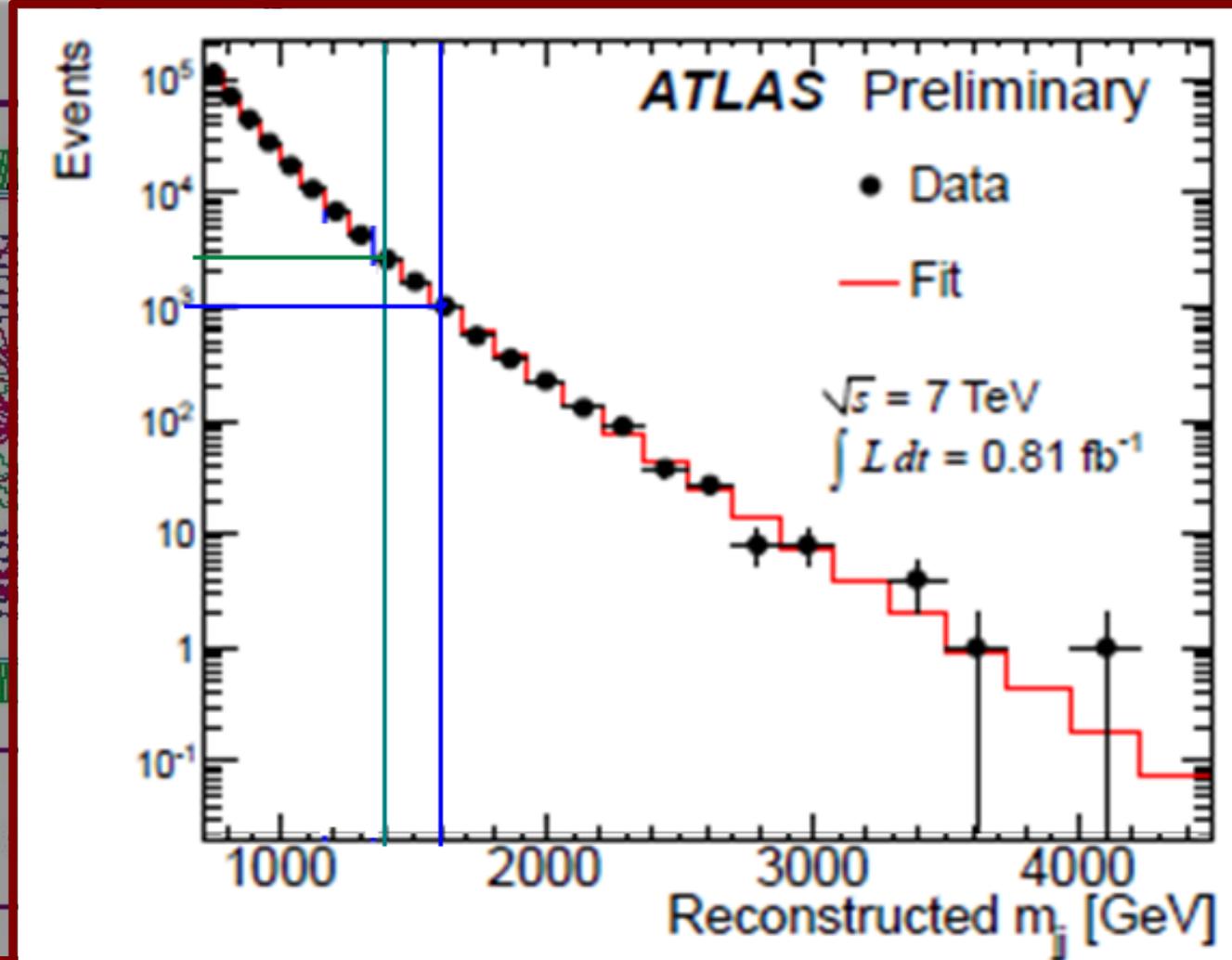
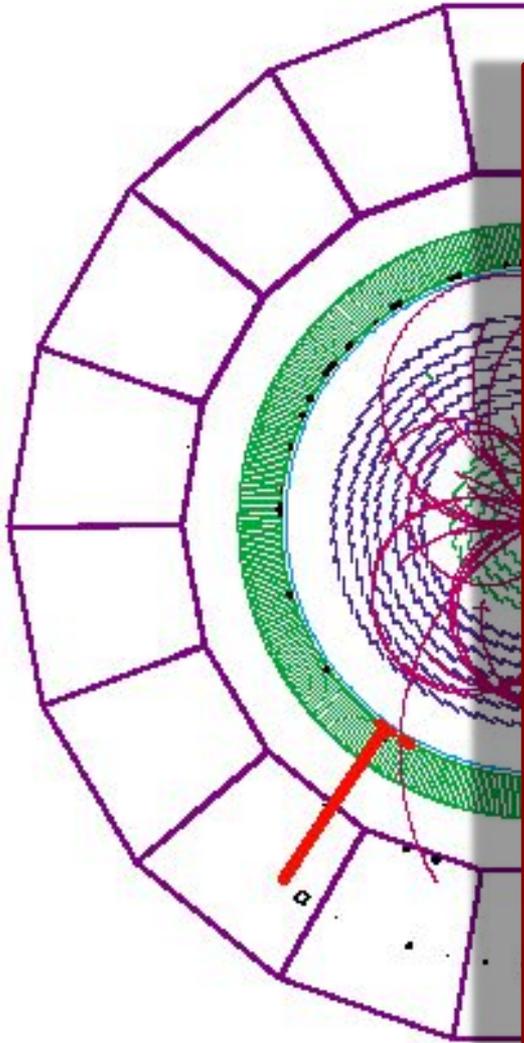
# Детекторы частиц: CMS & ATLAS

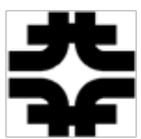




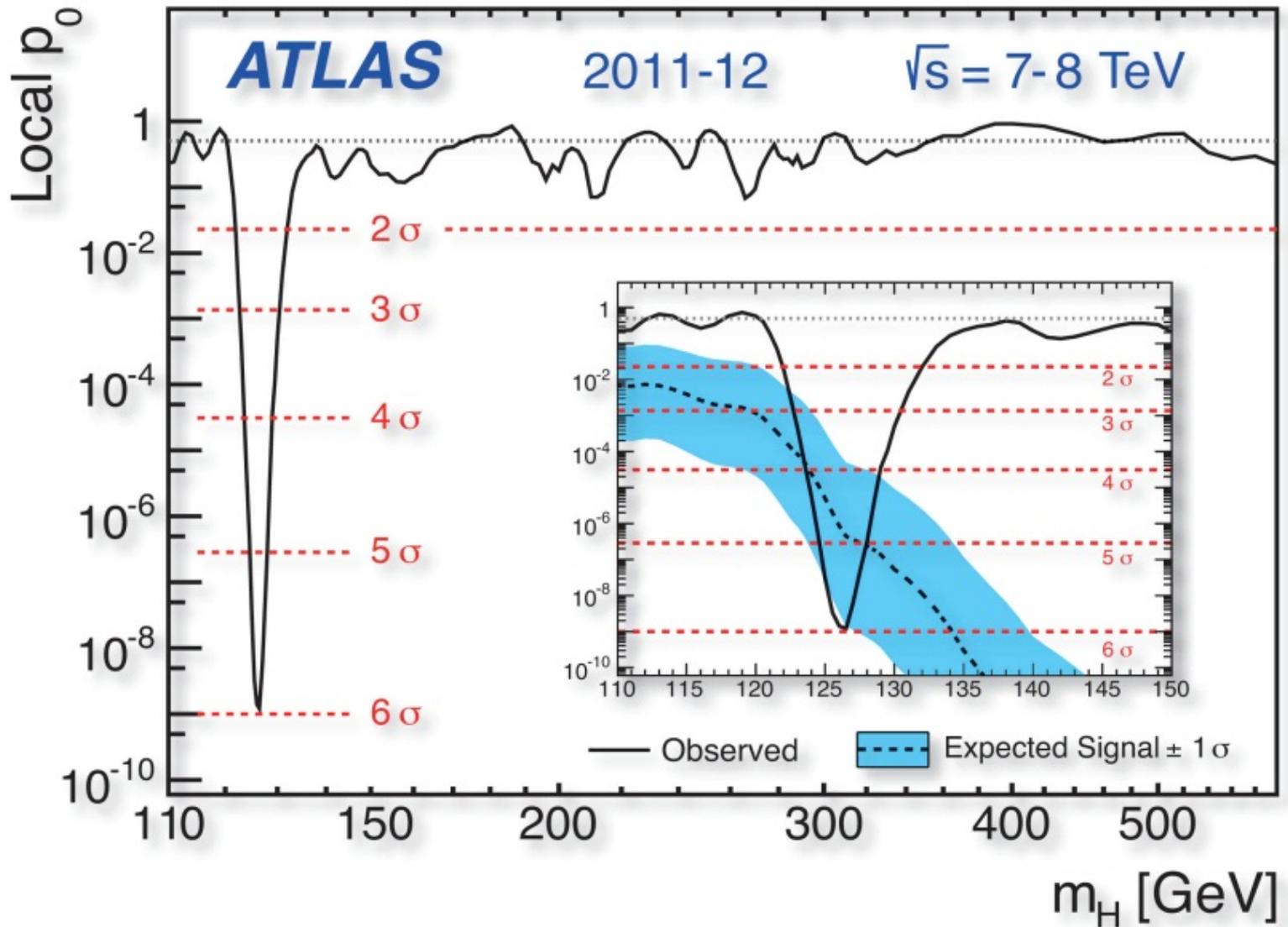
# Обработка “событий” on/off line

50 → 25 ns, pileup 30



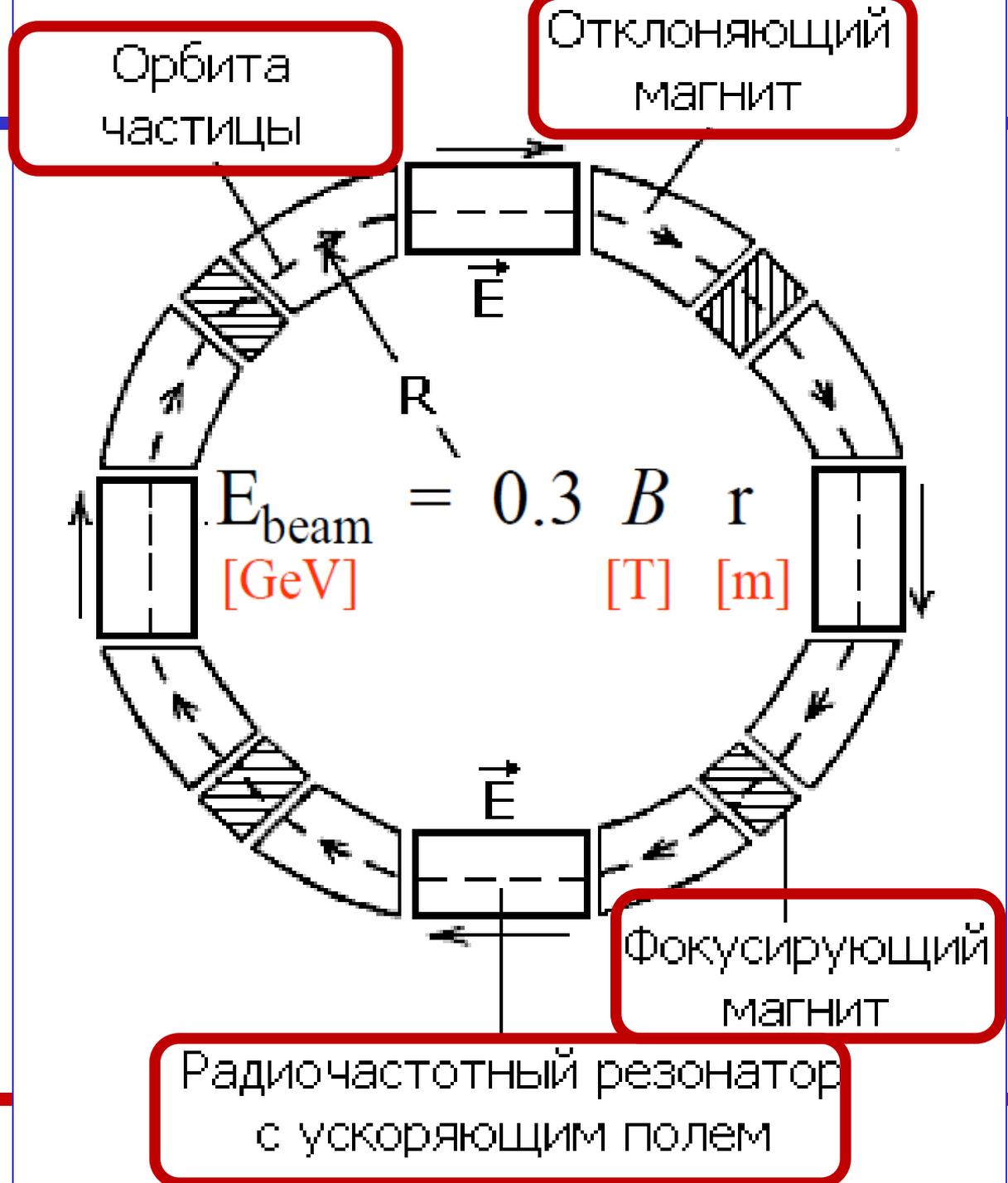


# Выборка “особых” распадов и вероятность ошибки





# LHC - Synchrotron



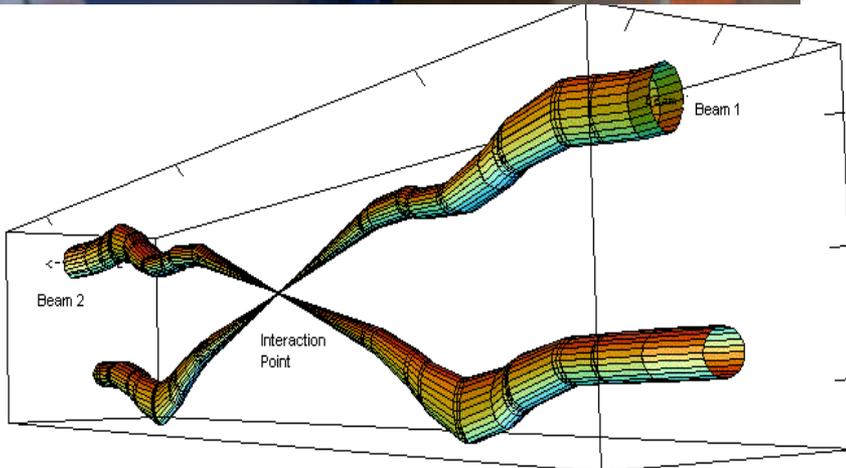
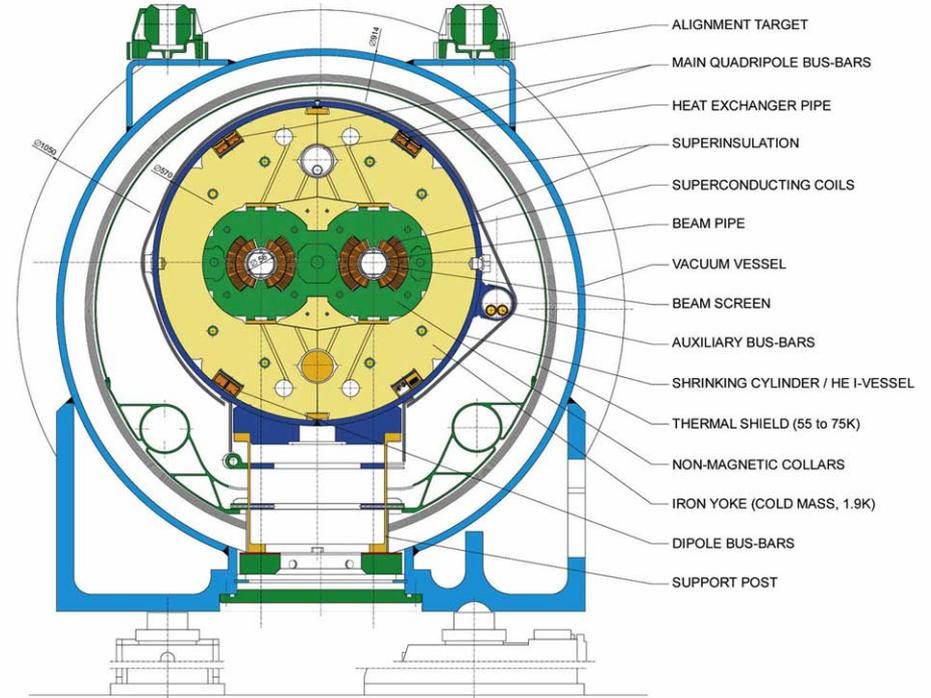


# Что находится в 27 км тоннеле



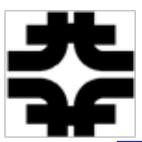
LHC DIPOLE : STANDARD CROSS-SECTION

CERN AC/DI/MM - HE107 - 30 04 1999



Relative beam sizes around IP1 (Atlas) in collision

**1232 поворотных магнита 15м NbTi кабель, 13 кА @ 1.9 К до 9 Тесла (90 000 Гс), 10 GJ Вакуум пучка <math>1e-12</math> атм**



# БАК = бак





# Квенч (Quench) : МРТ магнит\*



№1 как починили  
№2 Вакуумная камера

**\*pulled off the web. We recover our Helium.**



---

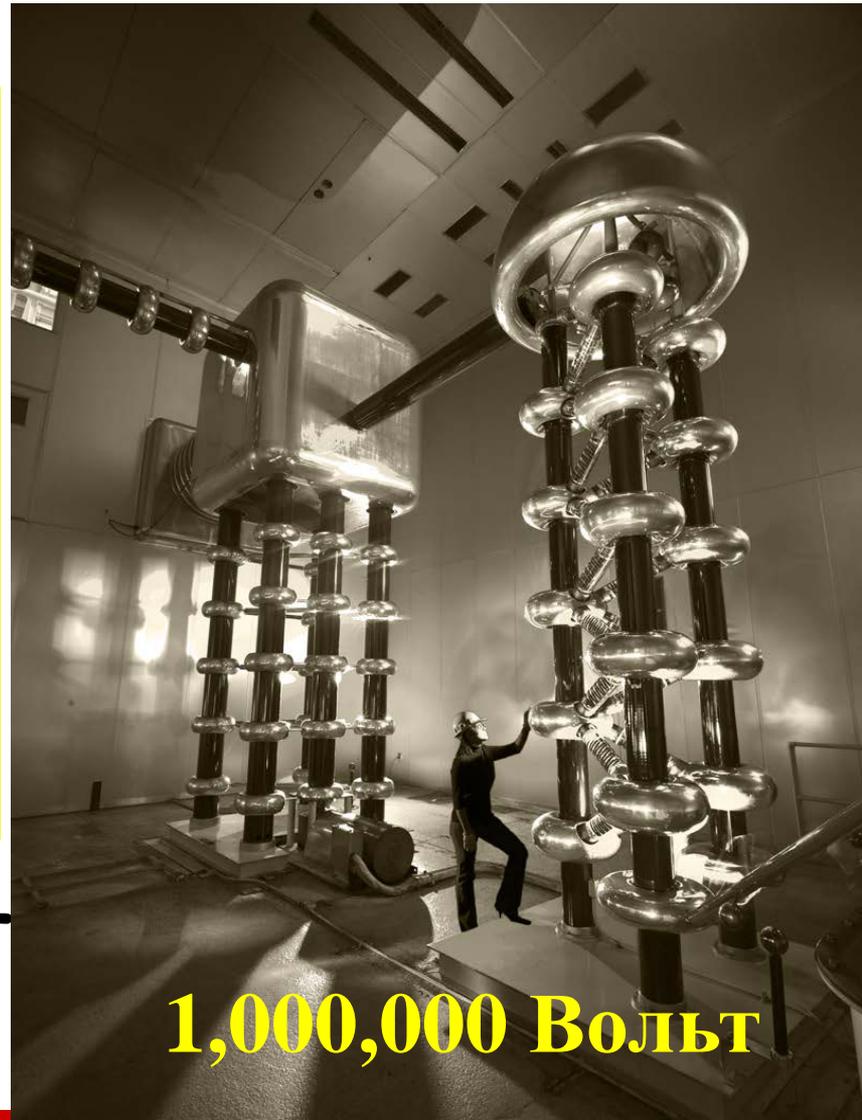
# КАК РАЗВИВАЛИСЬ УСКОРИТЕЛИ, КОЛЛАЙДЕРЫ ( *collide* – сталкиваться)

# Ускорители Заряженных Частиц

Батарейка 1 Вольт



1 электрон \* 1 Вольт  
= 1 электронВольт

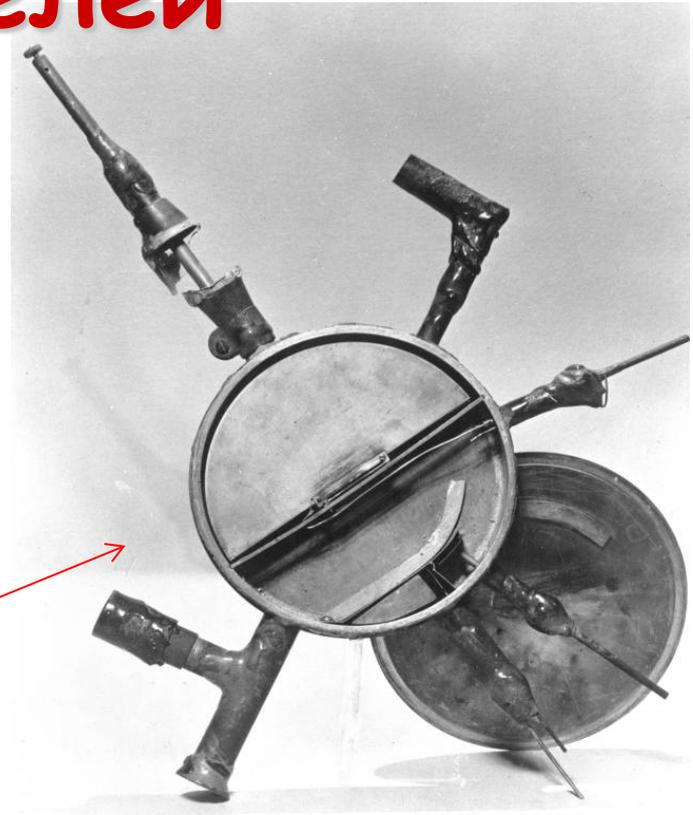




# Дедушка Современных Ускорителей



Эрнест Лоуренс



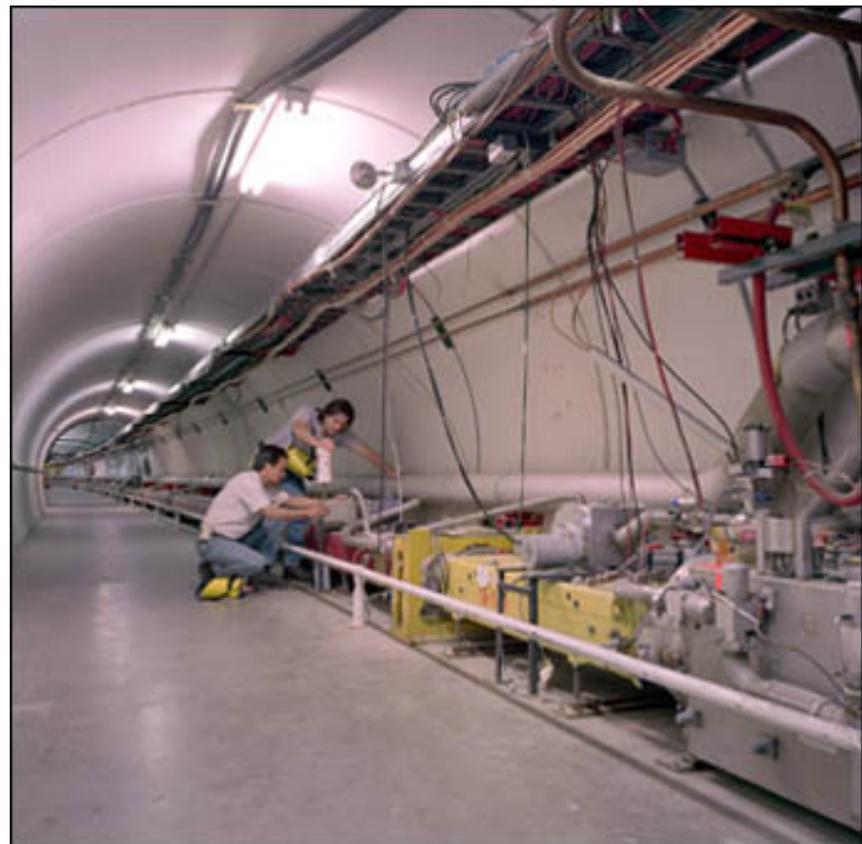
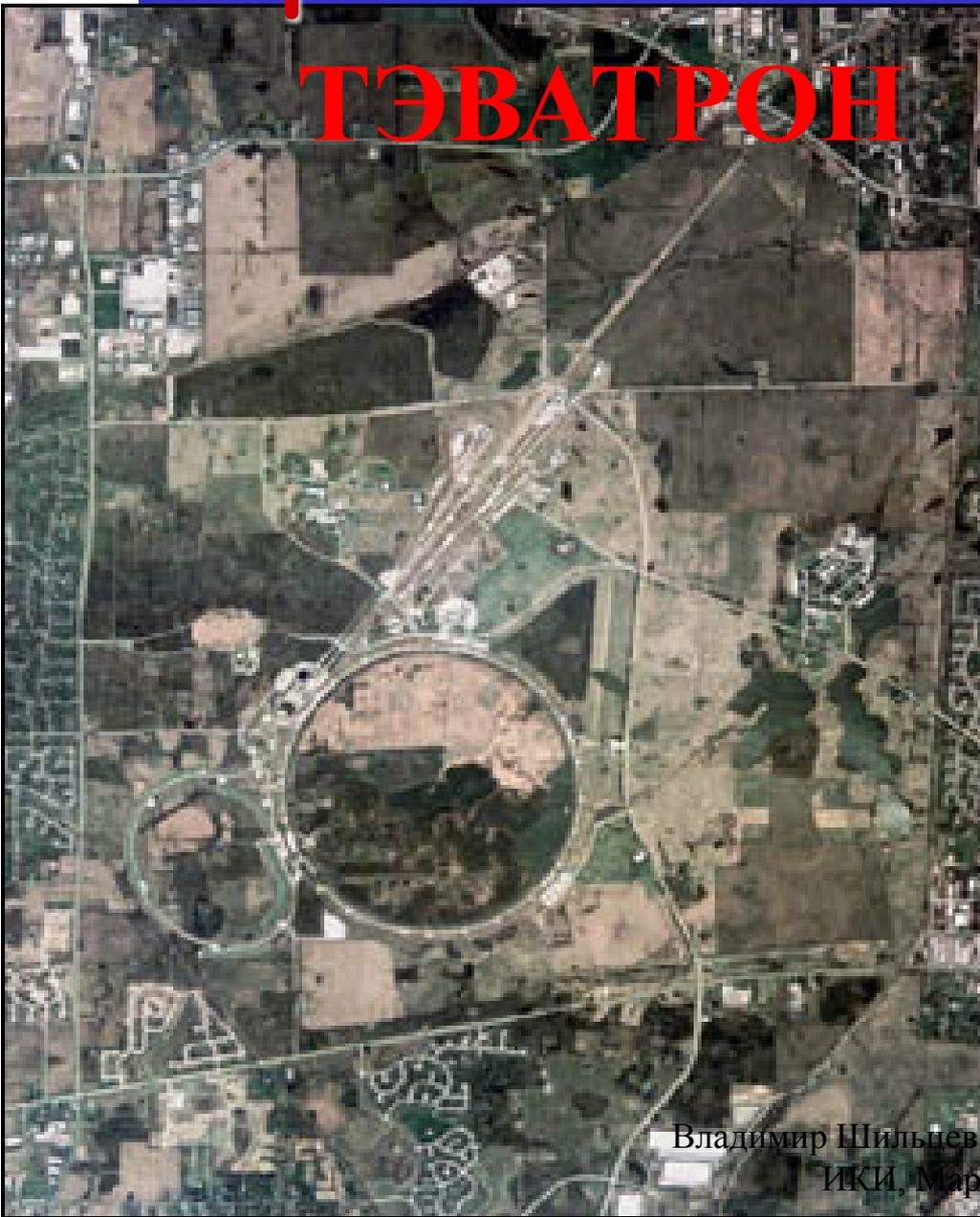
Циклотрон 25\$  
80,000 Вольт

Переменное электрическое поле

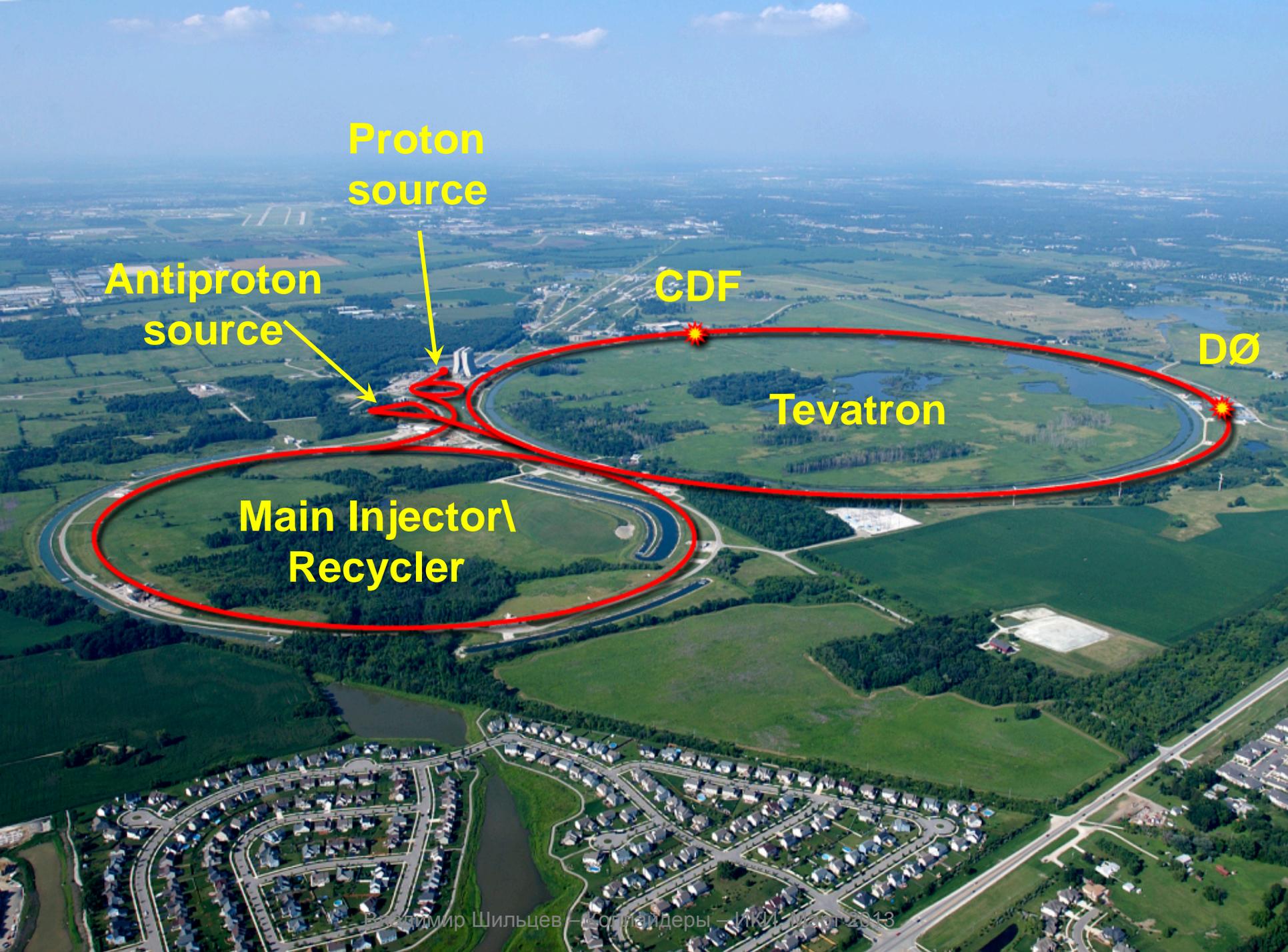


# Современный Ускоритель - 6км

## ТЭВАТРОН



**1,000,000,000,000  
(12 нулей!) Вольт**



Proton  
source

Antiproton  
source

CDF

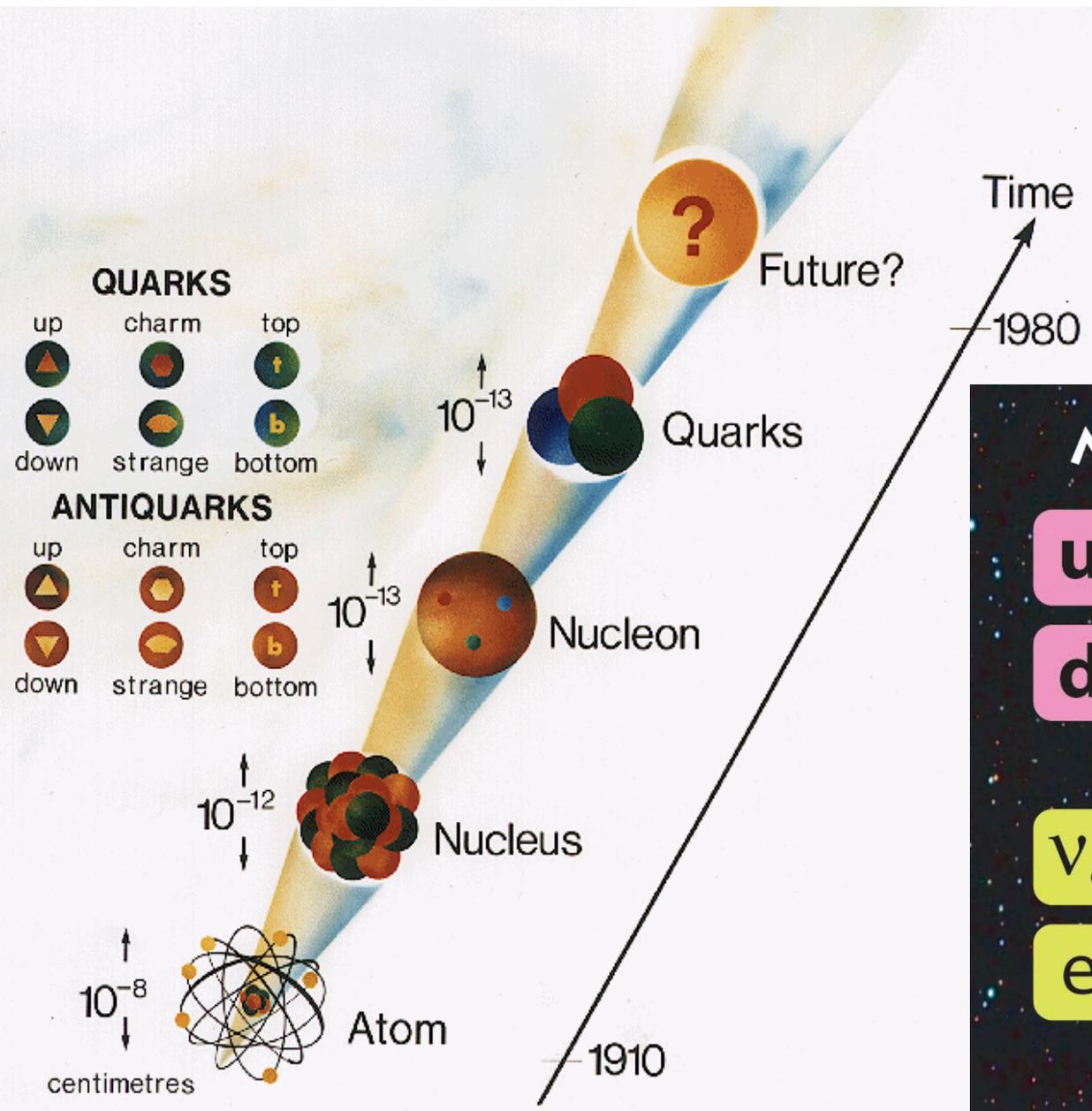
DØ

Tevatron

Main Injector\  
Recycler



# Поиски элементарных частиц на ускорителях



## QUARKS

- up
- charm
- top
- down
- strange
- bottom

## ANTIQUARKS

- up
- charm
- top
- down
- strange
- bottom

## MATTER

- u
  - c
  - t
  - d
  - s
  - b
- Quarks

## FORCE

- $\gamma$
  - g
  - W
  - Z
- Gauge Bosons

- $\nu_e$
  - $\nu_\mu$
  - $\nu_\tau$
  - e
  - $\mu$
  - $\tau$
- Leptons



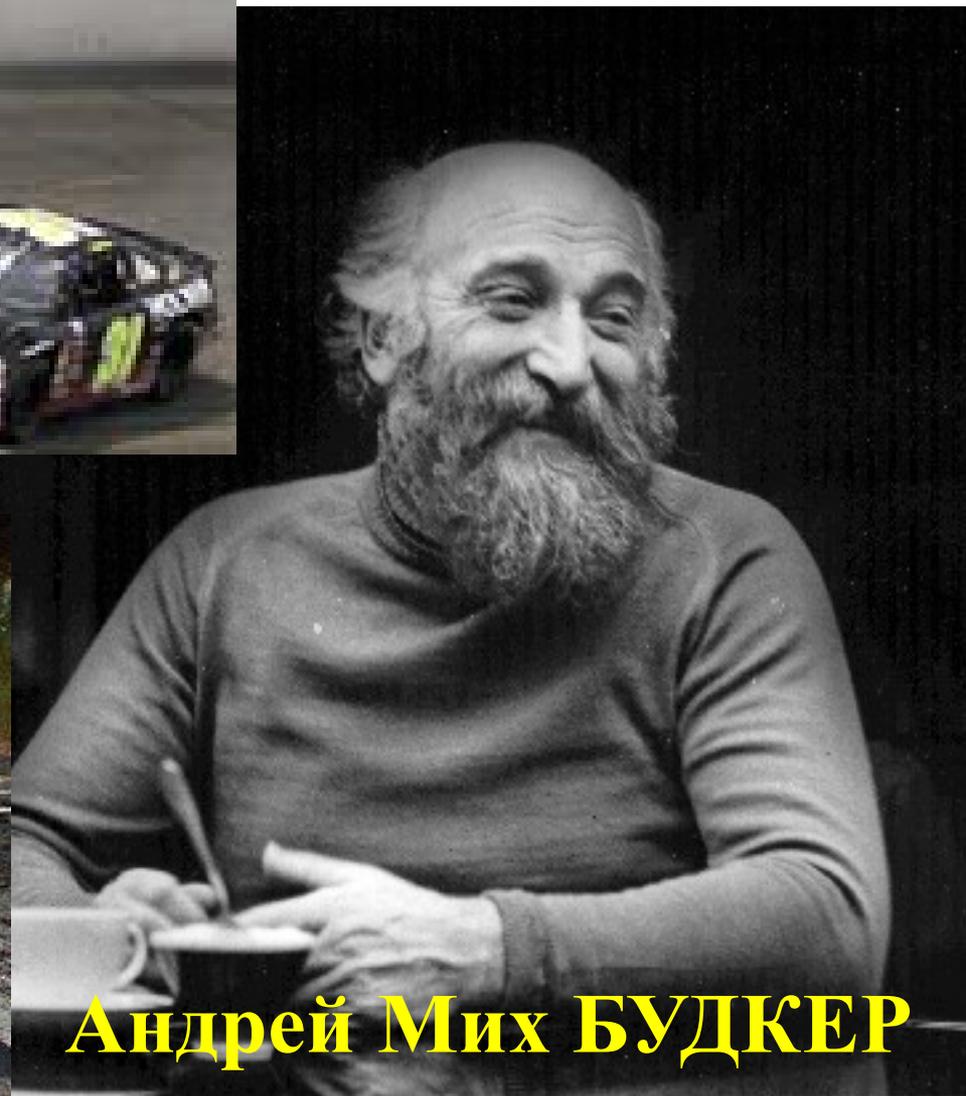
Higgs Boson?

THE STANDARD MODEL OF PARTICLES AND FORCES

IS THIS ALL THAT EXISTS?



# Εύρηκα ! **Идея! Сталкивать!**



**Андрей Мих БУДКЕР**



# Итак - Коллайдеры

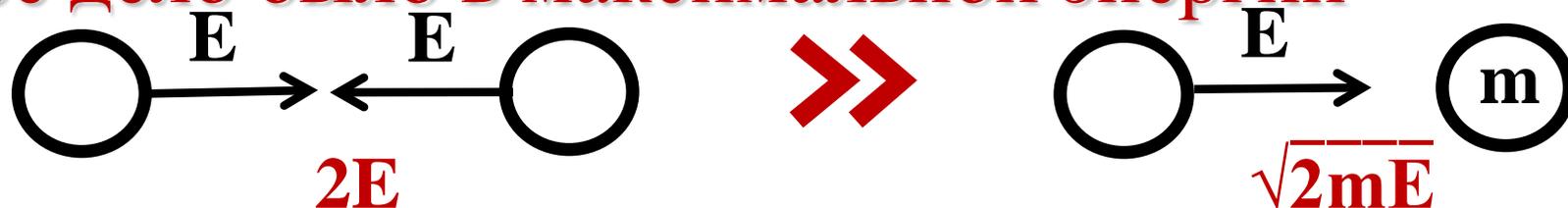
Изобретены в 1956 (Kerst...если не ранее)

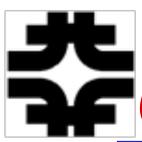
Первый заработал в 1962 (50 лет!)

“... ”... Считается, что [с тех пор] ускорители оказали влияние на почти 1/3 физиков и физических исследованиях и в среднем приводили к получению Нобелевской премии по физике каждые 2,9 года.. “

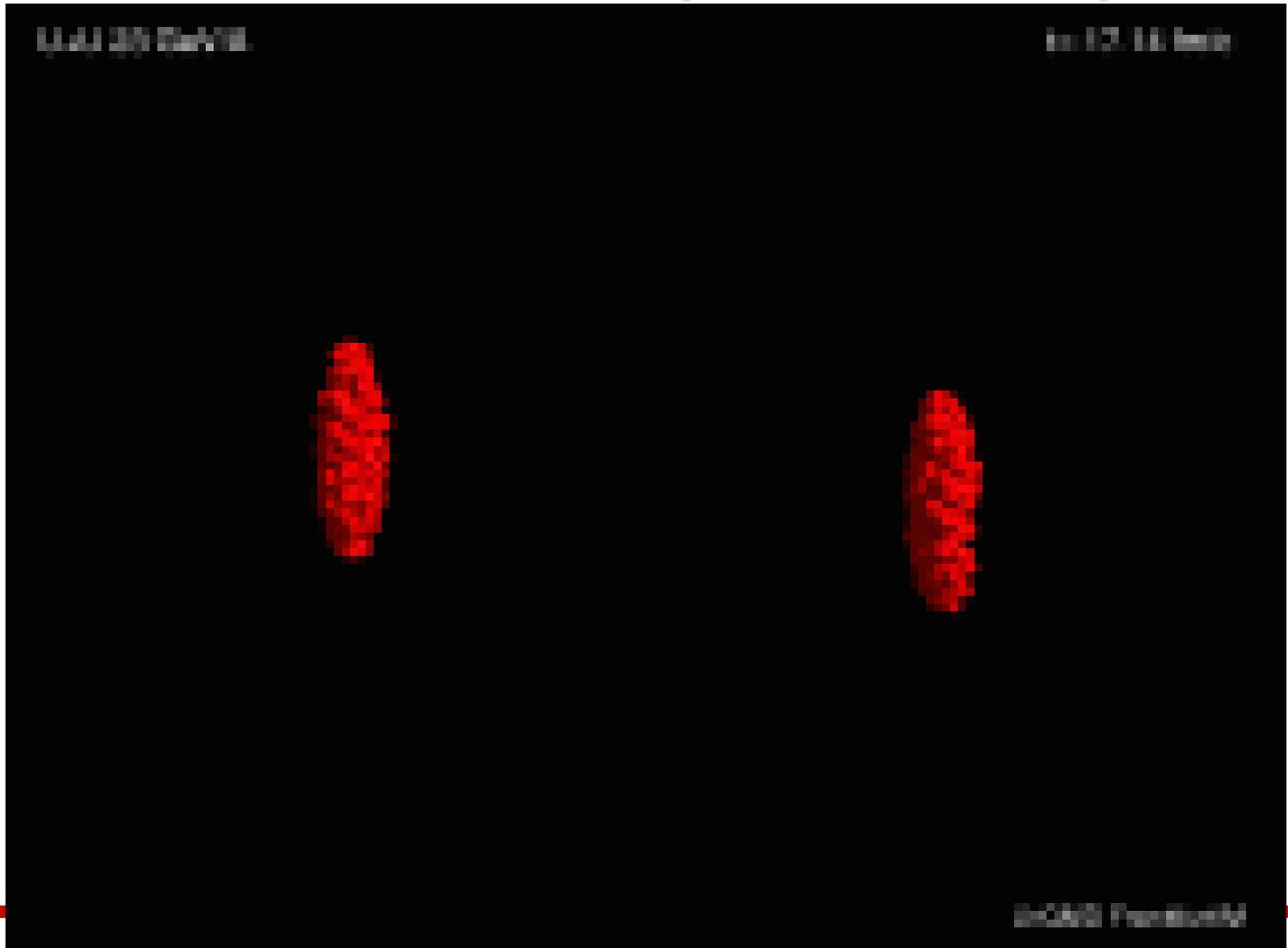
Haussecker&Chao *Physics in Perspective* 13 146 (2011)

Все дело было в максимальной энергии



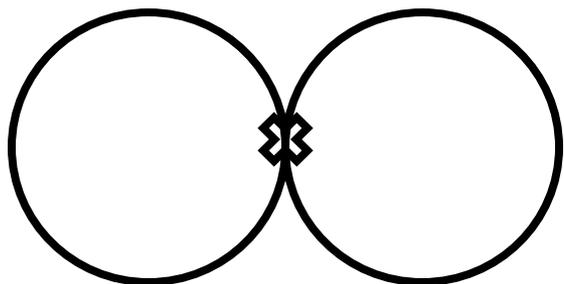


# Сталкиваем Встречные Пучки

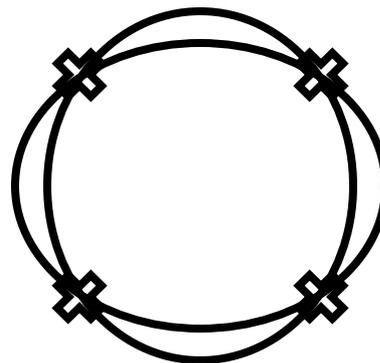




# Типы Коллайдеров



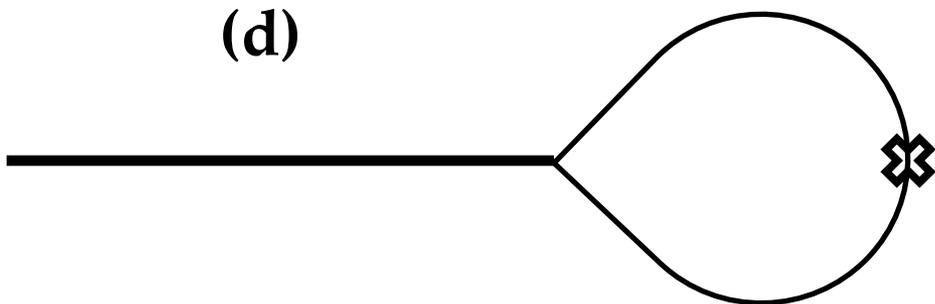
(a)



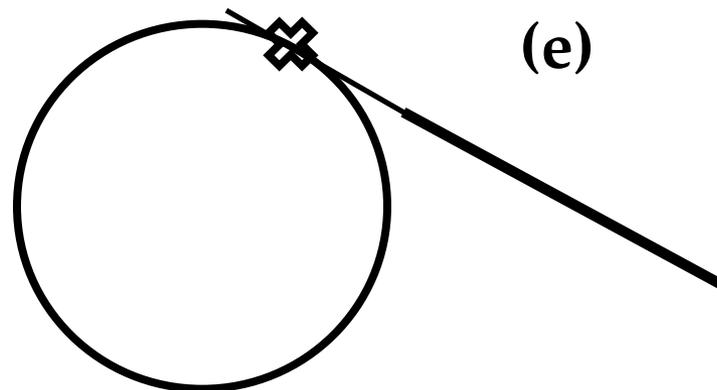
(b)



(c)



(d)

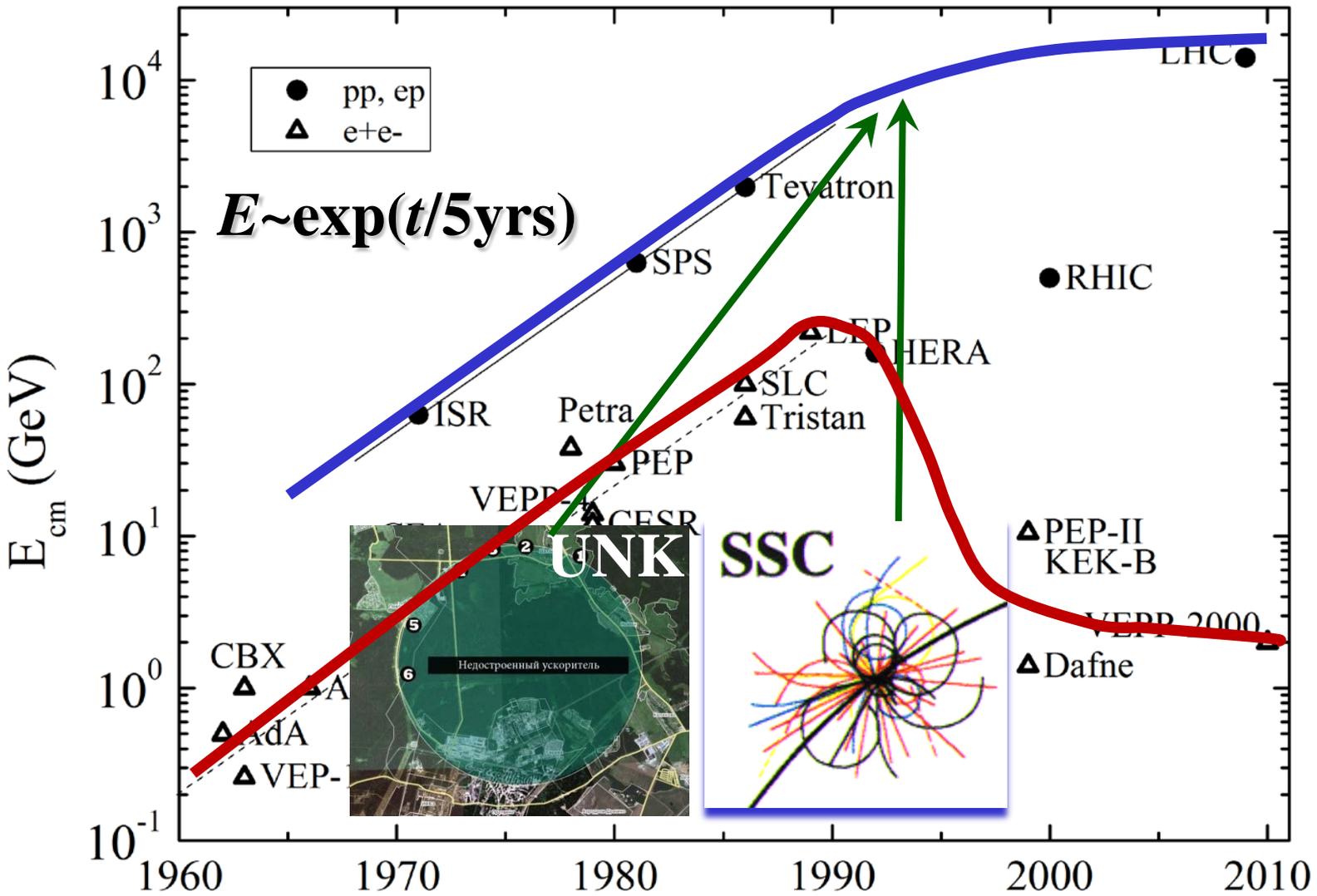


(e)





# Коллайдеры – “Героическое” Прошлое



Всего построено - 29 Year



# Светимость Коллайдеров

## ■ Исследуемые реакции

- имеют малые сечения рождения
- поэтому нужно дать больше шансов
- → светимость коллайдеров ( $L$ )

$$\frac{dN_{\text{exp}}}{dt} = L\sigma_{\text{int}}$$



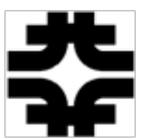
$$L = f \frac{N_1 N_2}{A}$$



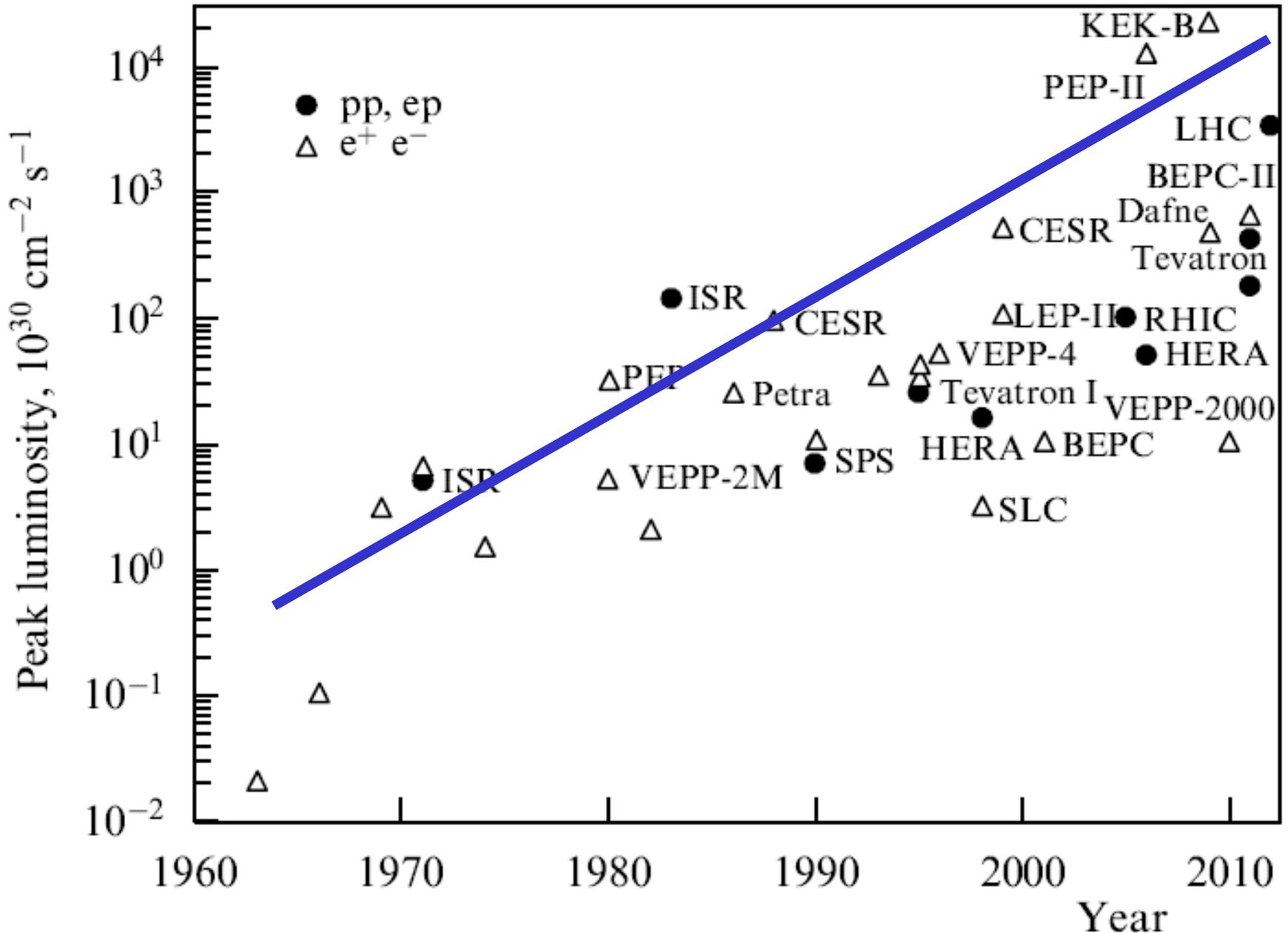
## ■ Требуется большая мощность пучков

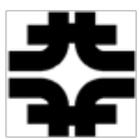
- $P = f e N E$

(Ограничение №1 – большая мощность пучков)

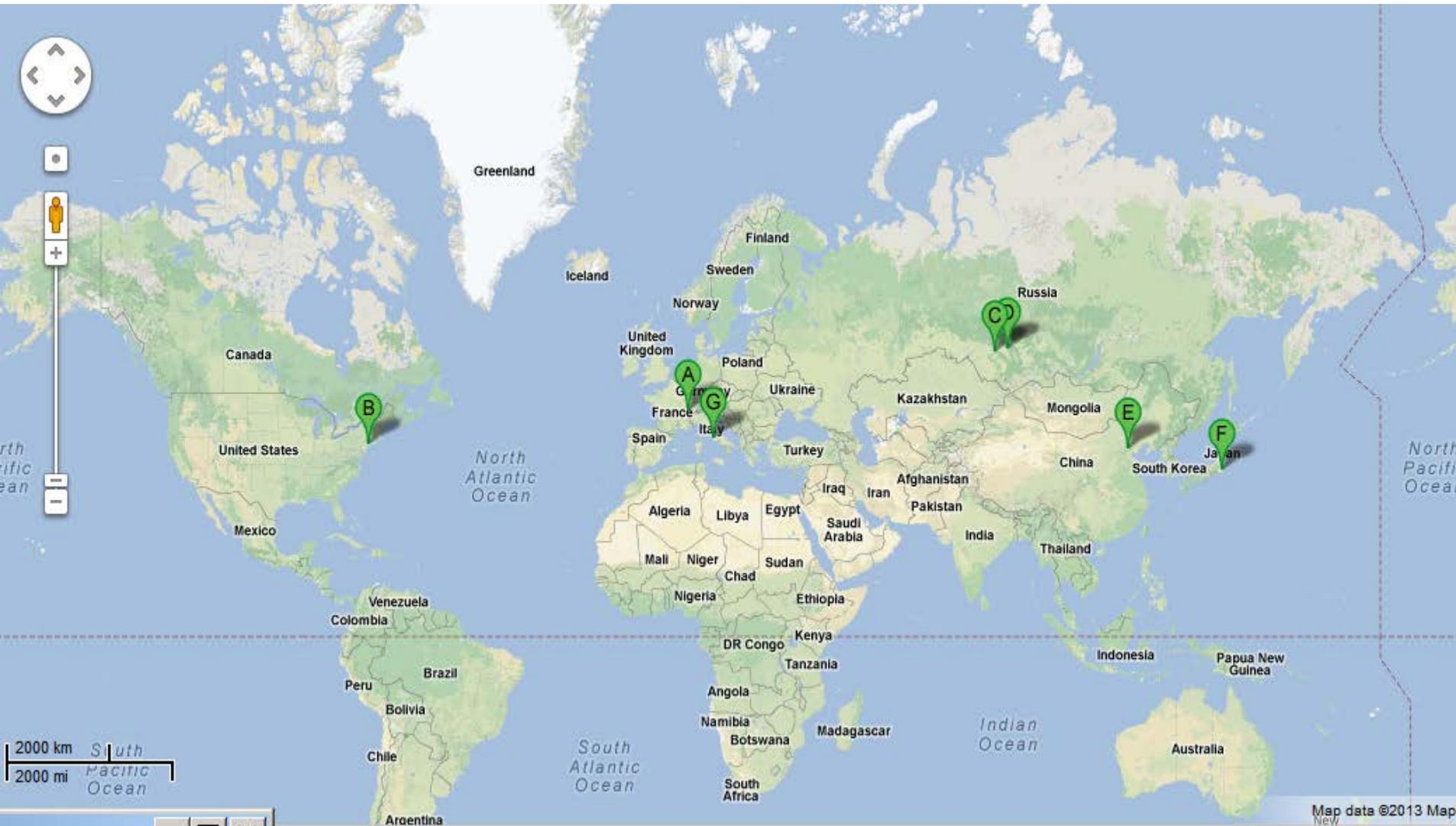


# Светимость Коллайдеров: 50 лет





# Работающие Коллайдеры





# Строящиеся-Планируемые Коллайдеры

---



# Итак, что имеем

- LHC протон-протон 4000 (7000) ГэВ

## ЧТО ПОСЛЕ LHC?

( +20 лет )

- RHIC(США) протон-протон 250 ГэВ
- NICA (Дубна) протон...Au 1-5 GeV/нуклон
- Электрон-позитронные фабрики 1-10 GeV
  - b, C-tau, Phi - частицы
- Электрон-ионные коллайдеры: 15-50 ГэВ



# Три Вопросы Для Физиков

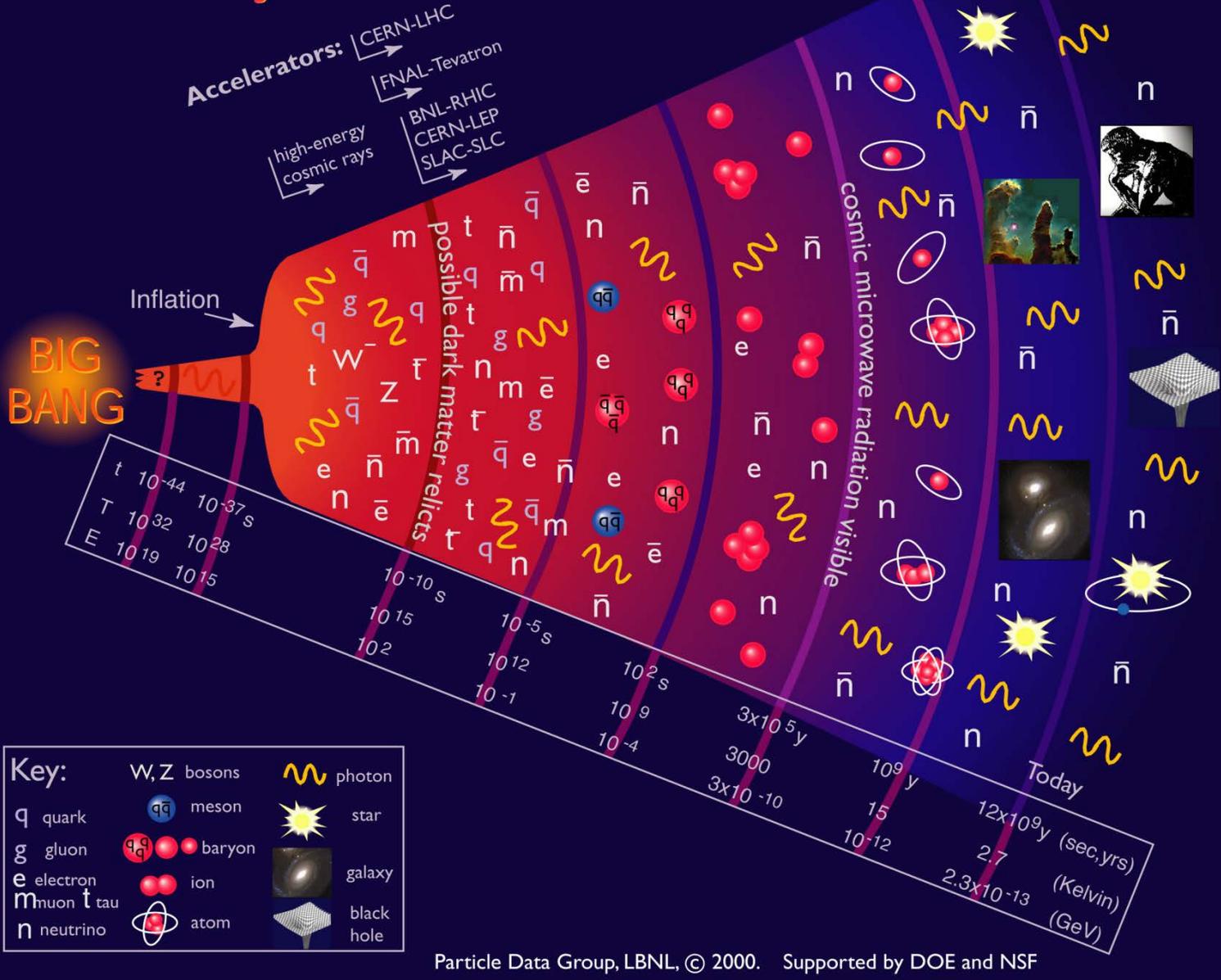
---

Почему все имеет вес?

Почему так мало антивещества  
(почти нет)?

Из чего и как образовалась  
Вселенная?

# History of the Universe



Particle Data Group, LBNL, © 2000. Supported by DOE and NSF

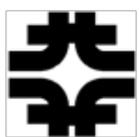
We're currently probing down to a few picoseconds after the Big Bang

Владимир Шильцев - Коллайдеры - ИКИ, Март 2013



---

Нужны Энергии  
Выше БАКа ...x10?  
...три подхода и два  
ограничения



# СП Магниты Ускорителей

## 4.5T

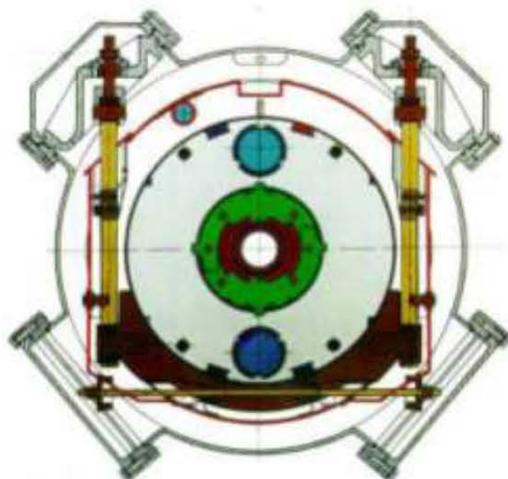
## 5.3T

## 3.5T

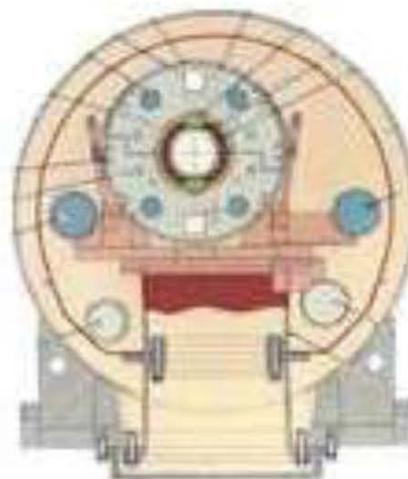
## 8.3T

LHC,  
15 m, 56 mm  
1276 dipoles

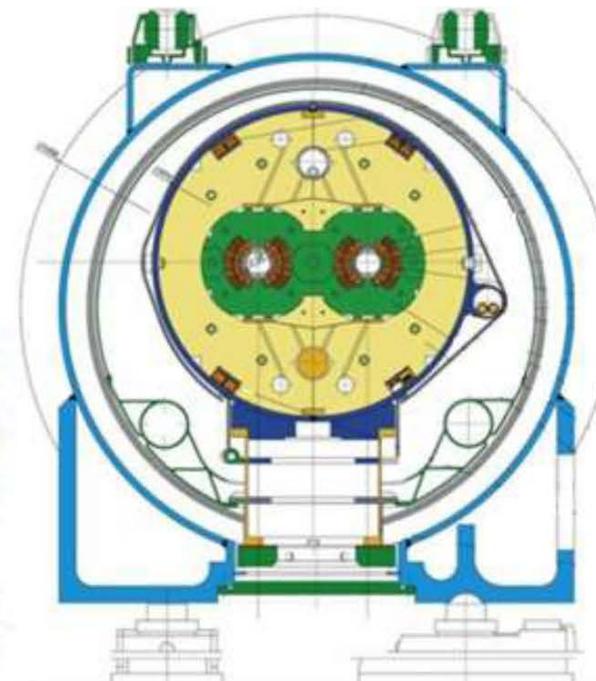
Tevatron,  
6 m, 76 mm  
774 dipoles



HERA,  
9 m, 75 mm  
416 dipoles



RHIC,  
9 m, 80 mm  
264 dipoles



4.5 K He, NbTi  
+ warm iron  
small He-plant

NbTi cable  
cold iron  
Al collar

NbTi cable  
simple &  
cheap

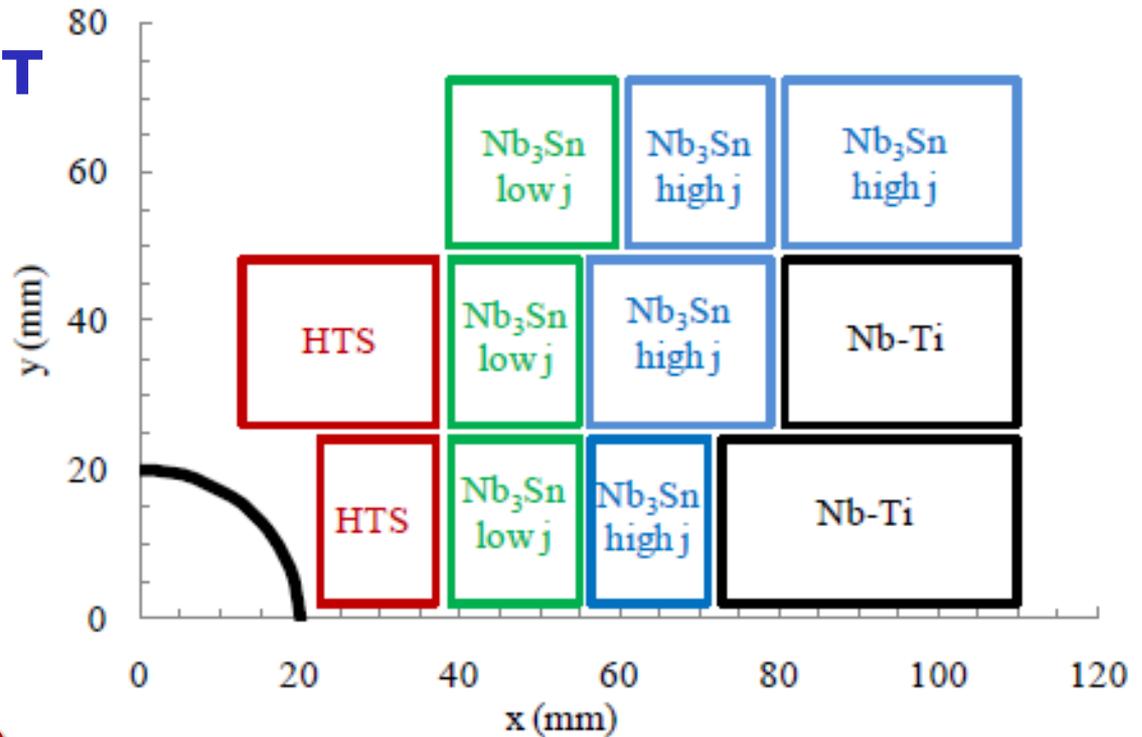
NbTi cable  
2K He  
two bores



# Высоко Температурная Сверхпроводимость

## 20Тесла Магнит

Nb-Ti	26%
Nb <sub>3</sub> Sn -h	35%
Nb <sub>3</sub> Sn -l	23%
HTS (Bi2212)	17%



## ■ HE-LHC:

- 33 TeV c.m. *p-p*, equiv ions
- $2 \cdot 10^{34}$
- 6-10 B\$ ?

L.Rossi  
E.Todesco  
L.Bottura



# Подход №1: развивать СП магниты

- Наверное сможем увеличить поле в 2-2.5 раза  
(ограничение №1 – технология)
- Как получить большую в 10 раз энергию?

$$E_{\text{beam}} = 0.3 B r$$

[GeV] [T] [m]

- Увеличить размер (радиус) в 4-5 раз?
- БАК = 27 км → 100-120 км??

(Ограничение №2 – стоимость)



# Подход №2: сменить частицы

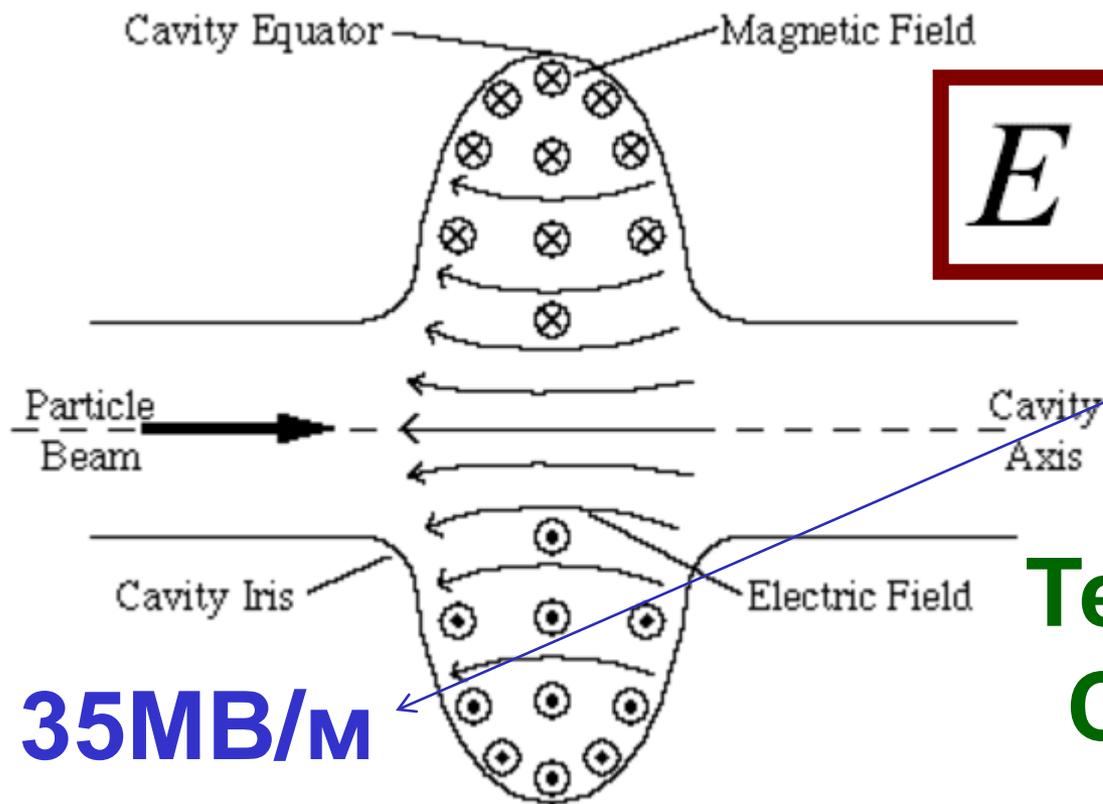
- Не делить энергию между множества кварков и глюонов, а все вкачать в 1 частицу !?
- Такие бесструктурные частицы – лептоны:
  - Электрон и позитрон  $m=0.5$  МэВ стабильны
  - Мюон и анти-мюон  $m=105$  МэВ 2.2 мкс
  - Тау лептоны  $m=1700$  МэВ  $2.9 \times 10^{-13}$  с
- Лептон с энергией 4000 ГэВ будет в 10 раз более энергетичным чем БАК !
- Самое простое – электроны-позитроны

(Ограничение №1 – излучение)

$$F = m a \rightarrow a = F/m$$

$$P = \frac{e^2}{6\pi\epsilon_0 c} \left| \dot{\beta} \right|^2 \gamma^4 = \frac{e^2 c \gamma^4}{6\pi\epsilon_0 \rho^2} = \frac{e^4}{6\pi\epsilon_0 m^4 c^5} E^2 B^2$$

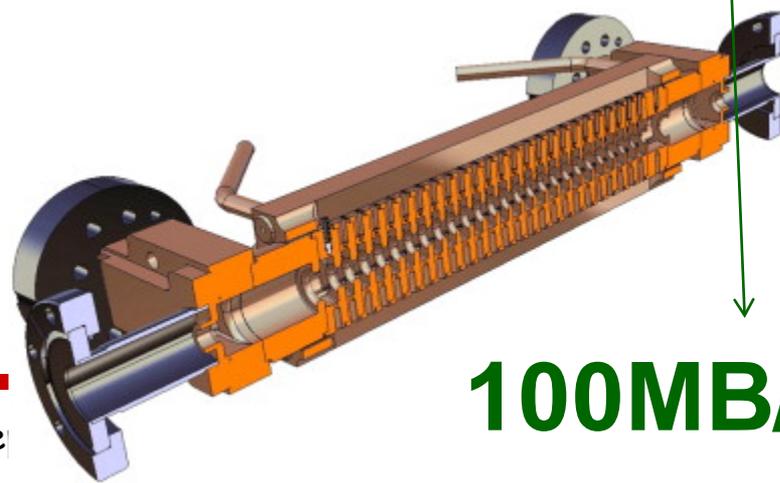
# Технология Ускорения – ВЧ линак



$$E = eGl$$

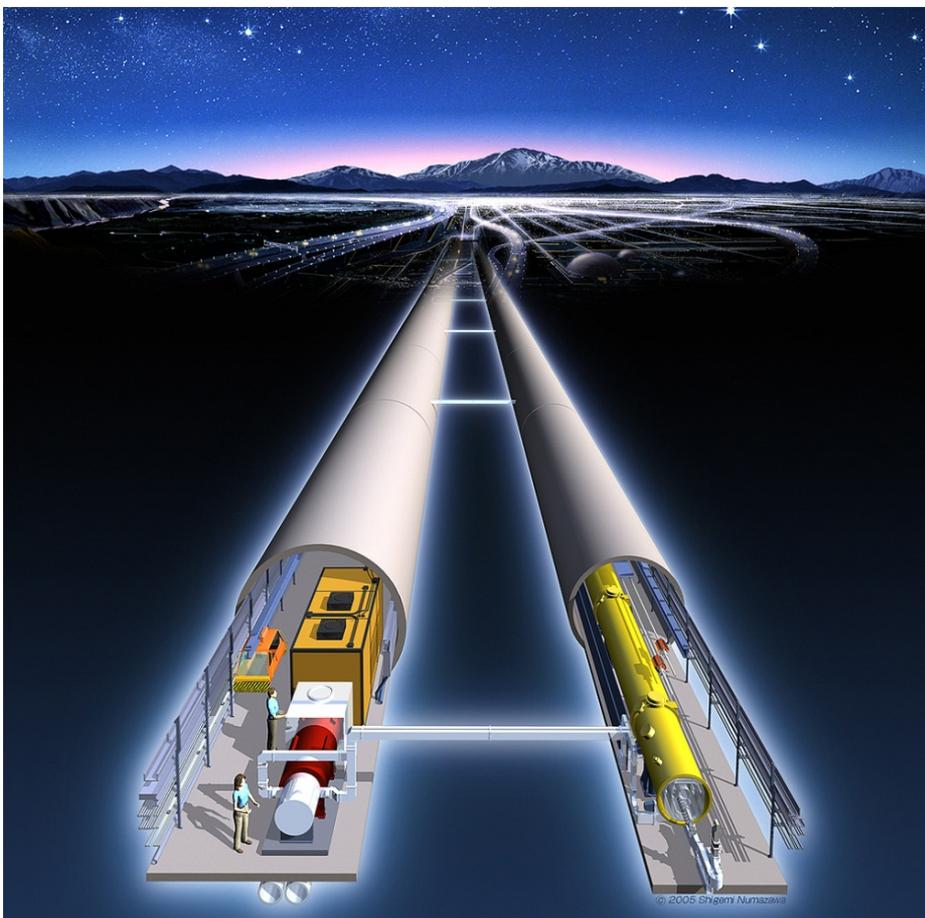
СП ВЧ 35МВ/м  
Nb, 1.3 ГГц

Теплое ВЧ,  
Cu, 12 ГГц



- Коллайде

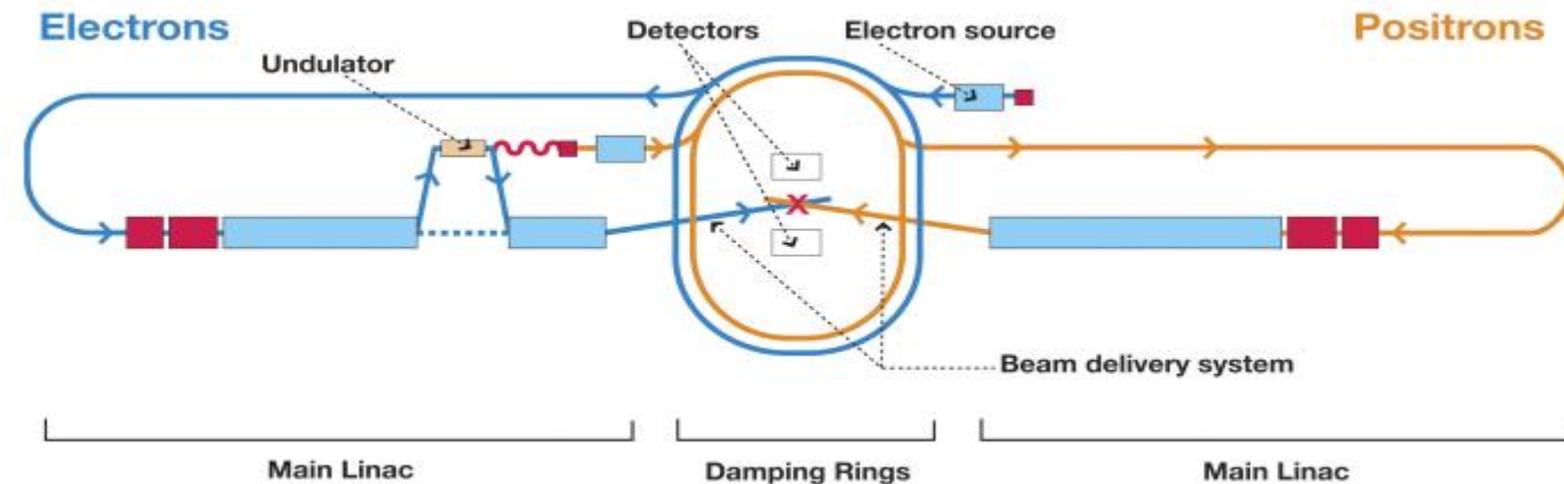
100МВ/м



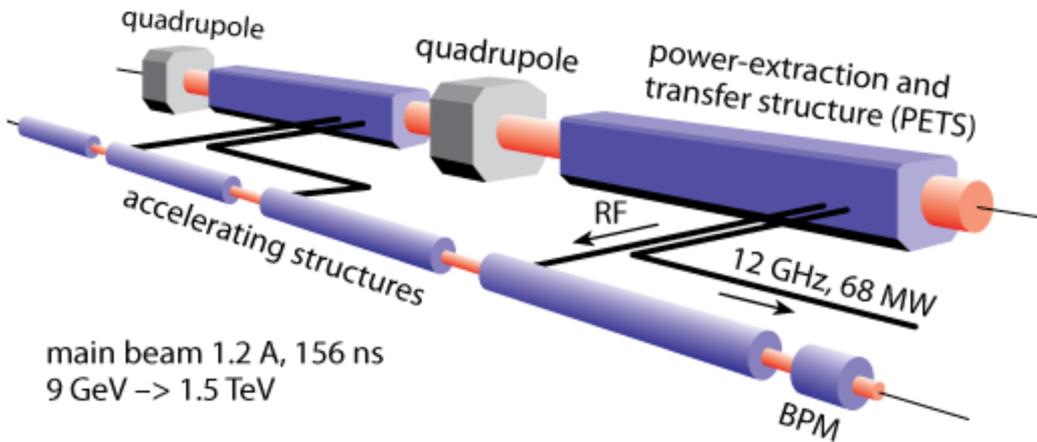
# ILC –

## Международный Линейный Коллайдер

- СТ ВЧ 31.5 МВ/м @ 2К
- Тоннель для клистронов
- 230МВт, 9% эфф. e+
- Светимость, 0.5 ТэВ



drive beam 100 A, 239 ns  
2.38 GeV → 240 MeV

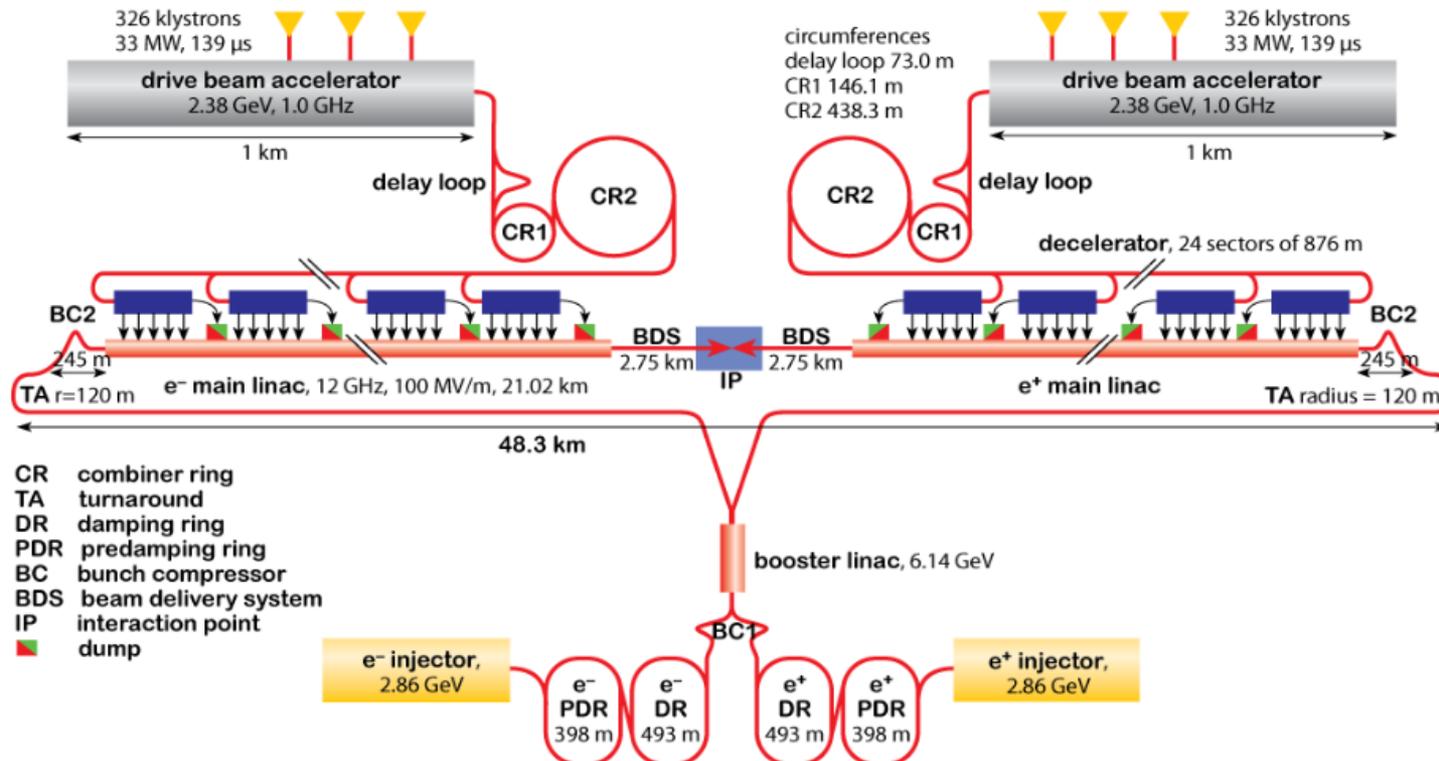


main beam 1.2 A, 156 ns  
9 GeV → 1.5 TeV

# CLIC

- 100 MV/m @ 300K
- Мощный уск. driver
- 560 МВт, 7% эфф.
- 3 ТэВ, 2-5% beam strahlung

CLIC general layout





# Разработаны Проекты

	<b>ILC</b>	<b>CLIC</b>
c.m energy, TeV	0.5	3
c.m. dE/E, rms	~2%	>5%
Luminosity , cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	2·10 <sup>34</sup>	2·10 <sup>34</sup> *
Feasibility report	2007	2012
Technical design	2013	2016
Number of elements	38,000	260,000
Hi-Tech length, km	36	~60
Wall plug power, MW	230	560
<b>Цена (о.е. ~B\$)</b>	<b>15-20</b>	<b>15-20</b>

# Comparison of Particle Colliders

To reach higher and higher collision energies, scientists have built and proposed larger and larger machines.

## Следующее поколение?



**Muon Collider**  
d=2km



**LHC**  
d=8.4km



**ILC**  
l=30km



**CLIC**  
l=50km

**VLHC**  
d=74km



# Expansion of the Fermilab Accelerator Complex





# Столкновения Мюонов

## ■ Преимущества

- в 210 раз тяжелее электрона
- но при этом такая же точечная частица
- не теряет энергию на излучение! (можно в кольцо... Если можешь завернуть)

## ■ Недостатки

- Нет в природе! → надо производить
- Быстро распадается → надо быстро ускорять
- Все это делает Мюонный Коллайдер хоть и дешевле, но все-таки довольно дорогим...

$$E_{\text{beam}} = 0.3 B r$$

[GeV]                      [T] [m]

(Ограничение №2 – стоимость) → анализ



---

ОТКУДА БЕРУТСЯ  
ДЕНЬГИ на НАУКУ

И

ОГРАНИЧЕНИЯ НА  
СТОИМОСТЬ  
КОЛЛАЙДЕРОВ

---



# Масштабы (в год)

- Мировой ВВП ~65,000 B\$
- Всего на исследования ~1,300 B\$
  - или ~2% ВВП
- На фундамент.науку ~250 B\$
  - или ~18% от НИР
- На физику частиц ~3 B\$
  - ~1.2% всей фонд. науки

*Не так плохо для ~10,000 ученых (?)*



# “Большой” Ускоритель

- Даже в самом благополучном сценарии

- международный проект
- на 10 лет
- 30% всех ресурсов (1B\$/год)



**10 млрд \$**

- При этом основные факторы цены

- Длина туннеля
- Стоимость ускорителя
- Потребляемая мощность



# Как итог - “Желаемое”

---

## ■ “Передовая Физика”

❖  $Physics \propto \log(Energy)$

❖ 100-1000 ТэВ = (10-100) × БАК

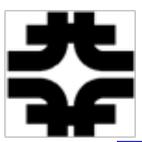
❖ чтобы работало (светимость)

## ■ ...но “в пределах доступного”:

❖ < 10 млрд \$

❖ < 10 км

❖ < 10 МВт пучка, ~100Вт полной

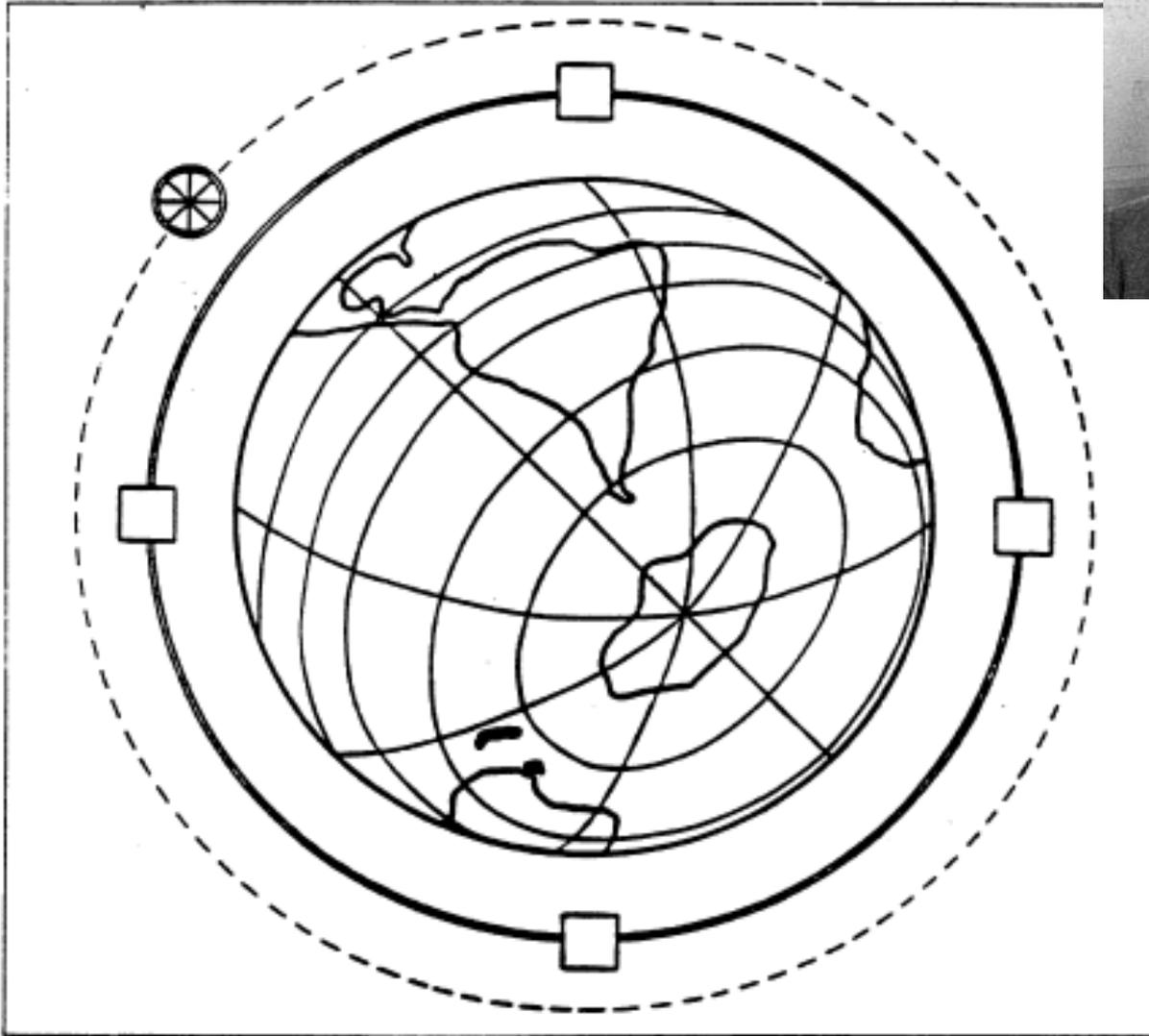


# Предельный ускоритель Ферми

■ “globaltron”

➤ 40,000 km

➤ >>> 1000 B\$

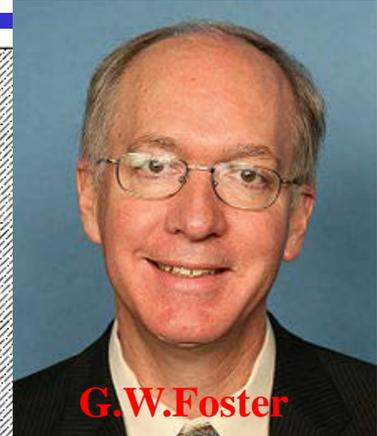
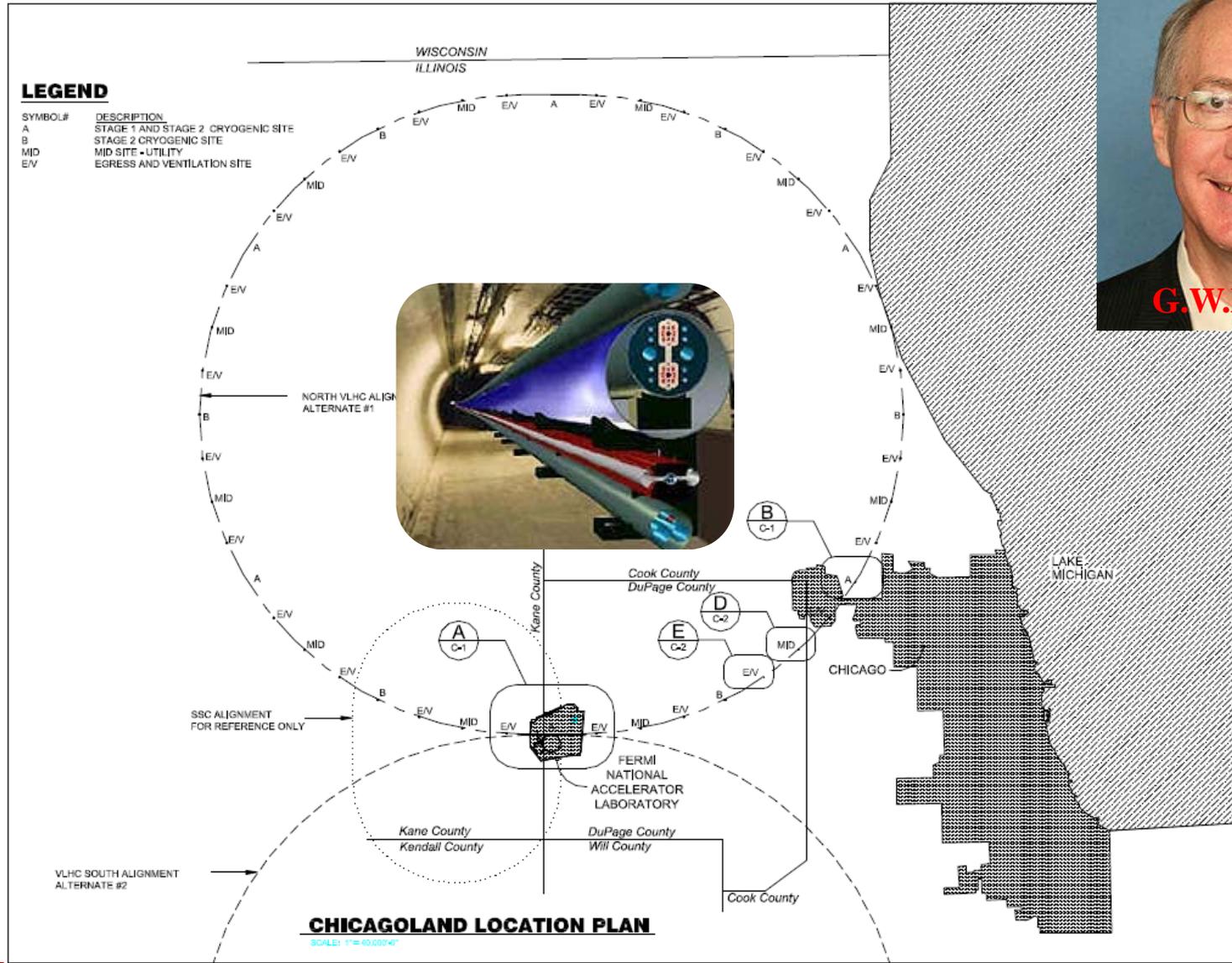


From a 1954 Slide by Enrico Fermi, University of Chicago Special Collections.

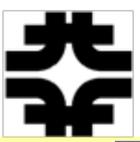


# Another “Too Big of a Machine”

■ VLHC or “pipetron”  
➤ 233 km, >20 B\$



G.W.Foster



# Коллайдеры: Категории Цен

< 0.3 B\$

NICA, ENC

0.3-1 B\$

Super-*B* factories, eRHIC,  
Tau-Charm factory, ELIC

1-3 B\$

Higgs factory-ring, HL-LHC

3-10 B\$

LHeC, Muon Collider,  
Higgs factory-LC; HE-LHC



---

**Поиски новых  
принципов ускорения**  
**- с целью**  
**подготовиться к эре**  
**“после БАКа”**  
**+20 лет**

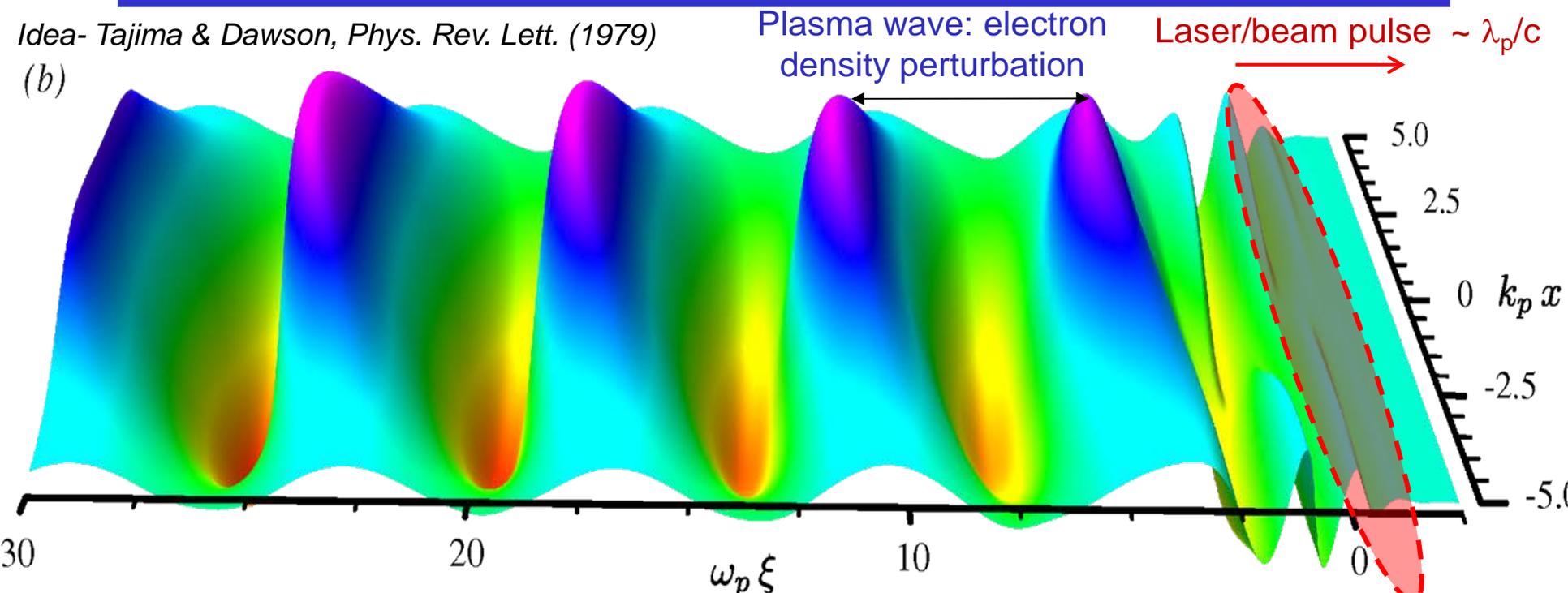
---



# Волны в Плазме

Idea- Tajima & Dawson, Phys. Rev. Lett. (1979)

(b)



$$E_0 = \frac{m_e c \omega_p}{e} \approx 100 \left[ \frac{\text{GeV}}{m} \right] \cdot \sqrt{n_0 [10^{18} \text{ cm}^{-3}]}$$

Вариант #1:

Short intense e-/e+/p bunch

$10^{18} \text{ cm}^{-3}$ , 100 GV/m,  $\lambda_p \sim 30 \mu\text{m}$

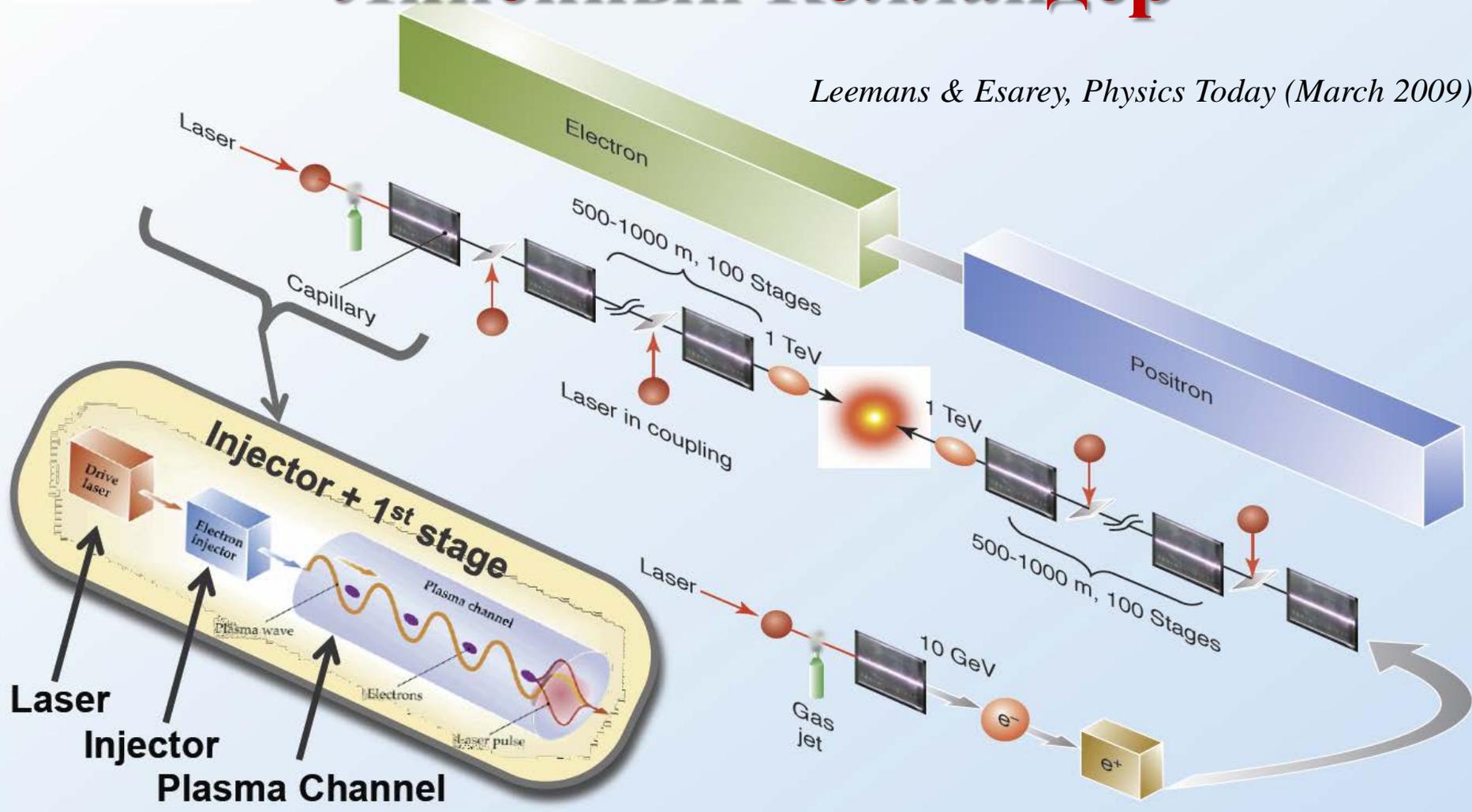
Вариант #2:

Short intense laser pulse

$10^{17} \text{ cm}^{-3}$ , 30 GV/m,  $\lambda_p \sim 100 \mu\text{m}$

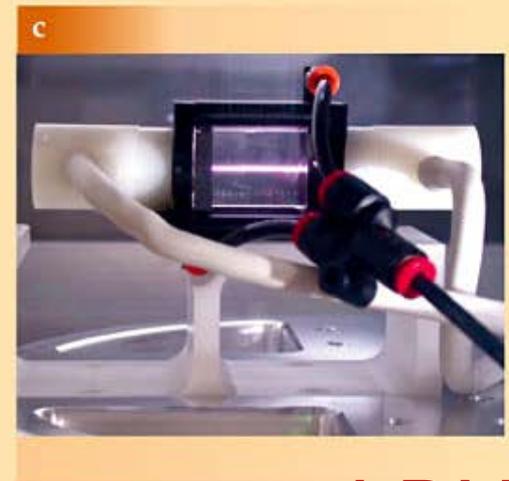
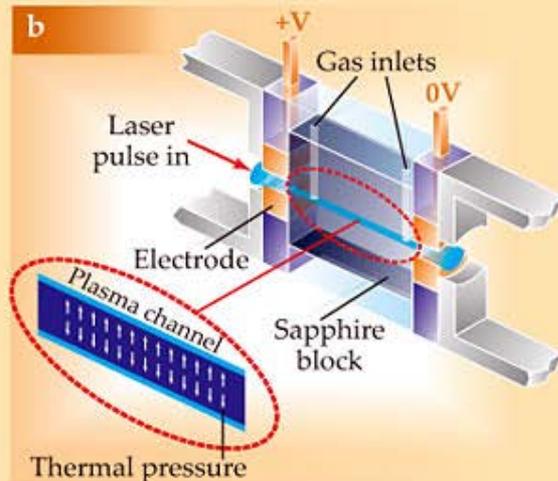
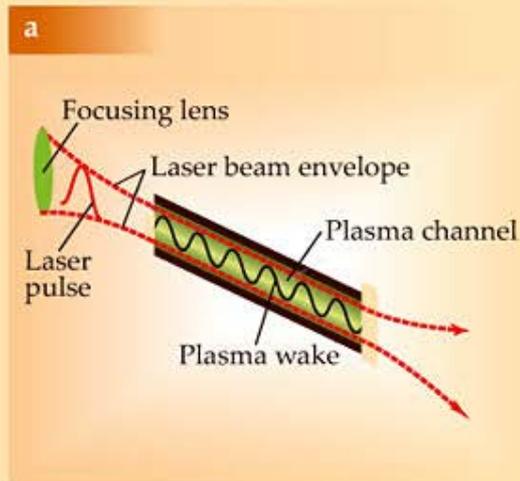
# Лазерно-плазменный e+e- Линейный Коллайдер

*Leemans & Esarey, Physics Today (March 2009)*

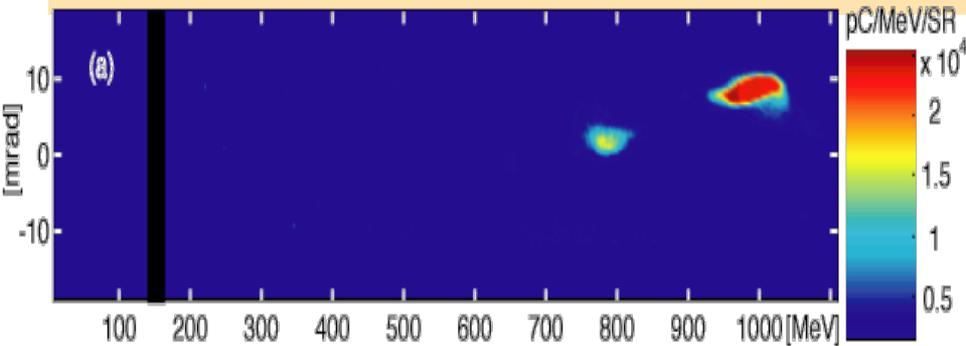




# Первые результаты



LBNL



## Ясны серьезные проблемы:

- скорость света в плазме  $< c$
- надо много ступеней ускорения
- стоимость лазера запредельная
- ускорение  $e^+$  проблематично
- $e^-$  или  $e^+$  неприемлемо много излучают при  $E > 1-3$  ТэВ

■ Achieved  $\sim 30$  GV/m (Berkeley)

- 1 GeV over 3 cm with 40 TW laser
- 2 J laser  $\rightarrow$  0.03 J beam ( $\eta=1.5\%$ )



# Светимость Коллайдеров СВЭ

## ■ Исследуемые реакции

- до сих пор сечения элементарных QED процессов падали как  $\sim 1/E^2$
- соответственно старались увеличить светимость

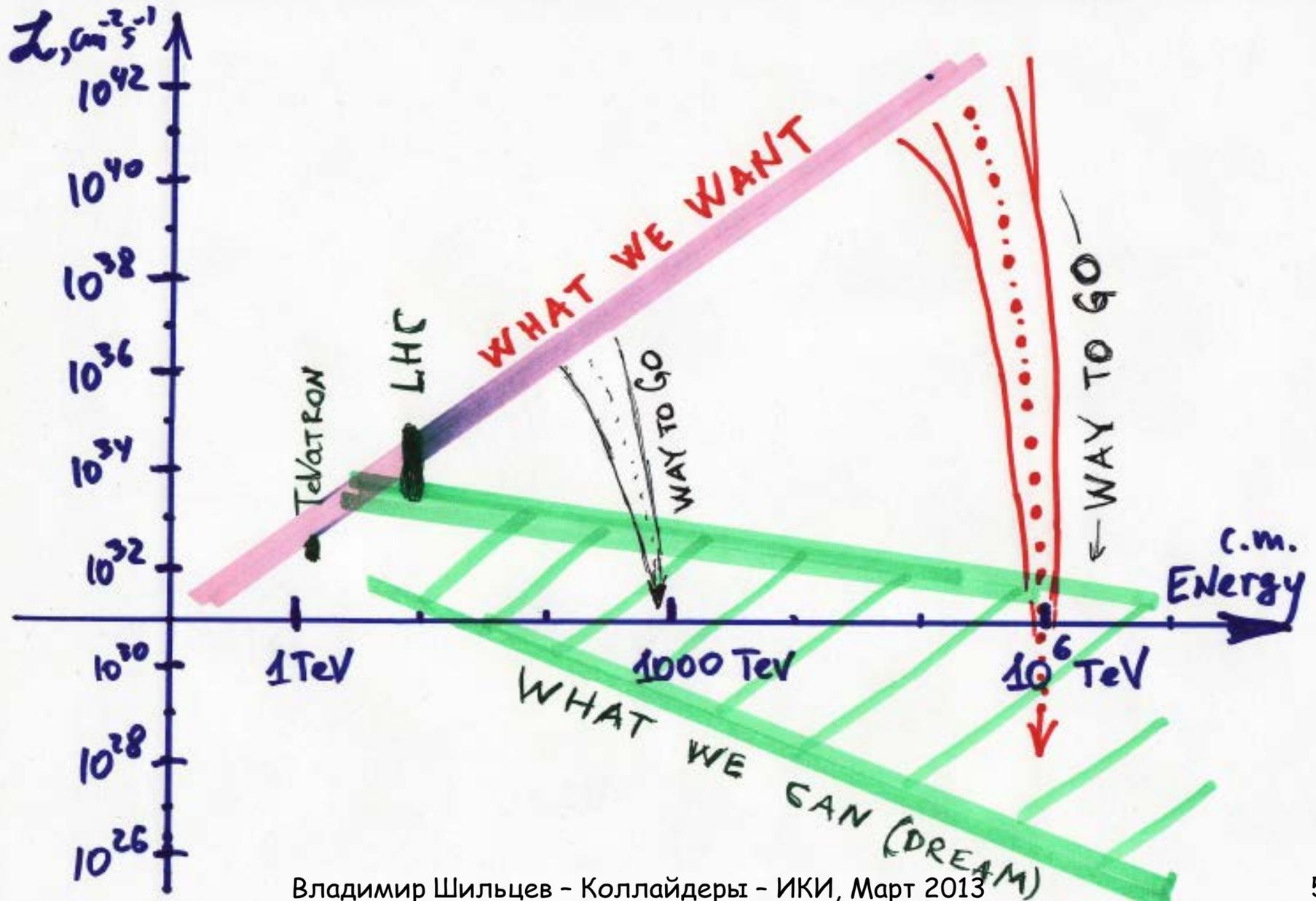
$$L = f \frac{N_1 N_2}{A}$$

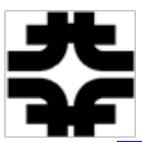
## ■ Но это не может продолжаться из-за большой требуемой мощности пучков

- $P = f e N E$

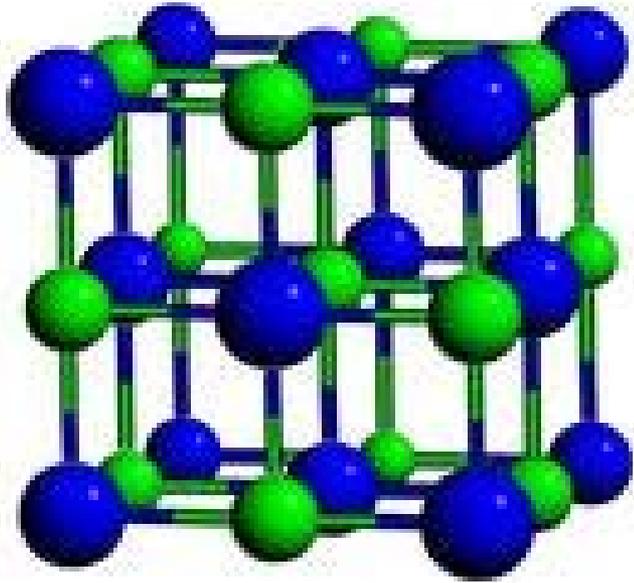
(альтернатива – уменьшить размер пучка в месте встречи)

# Требуется новая Парадигма



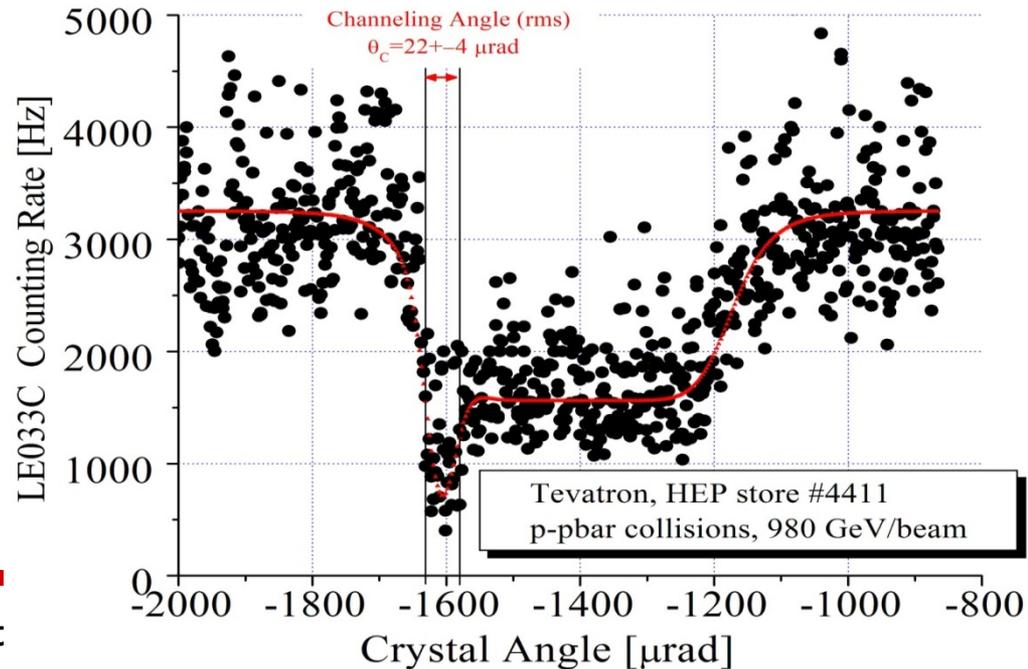
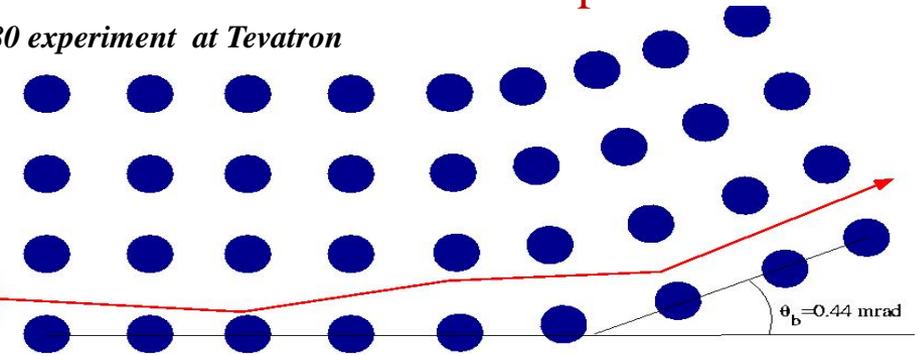


# Вариант #3 : Плазма Кристаллов



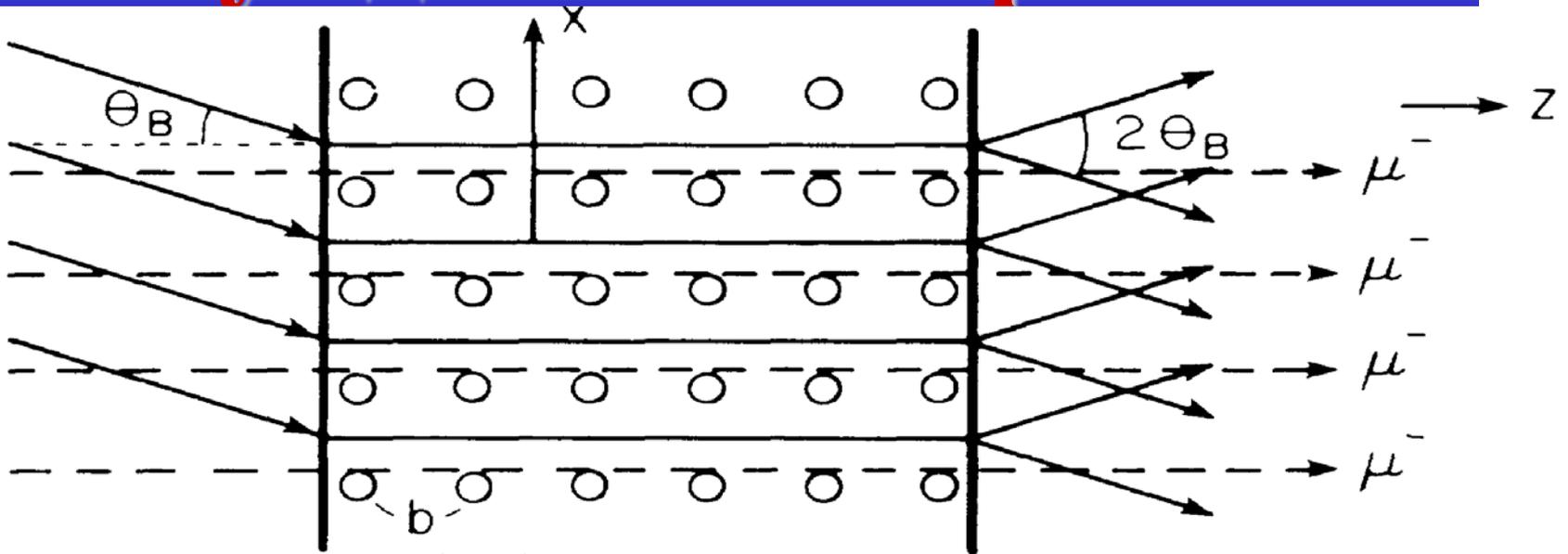
$$E_0 = \frac{m_e c \omega_p}{1} \approx 100 \left[ \frac{\text{GeV}}{1} \right] \cdot \sqrt{n_0 [10^{18} \text{ cm}^{-3}]} \\ 10^{22} \text{ cm}^{-3} \rightarrow 10 \text{ TV/m}, \lambda_p \sim 1 \text{ \AA}$$

T980 experiment at Tevatron



- Strong inter-planar electric fields  $\sim 10 \text{ V/\AA} = 1 \text{ GV/cm}$
- Very stable, can be used for
  - deflection/bending (*works*)
  - focusing (*works*)
  - acceleration (*if excited*)

# Возбуждение волн рентгеном

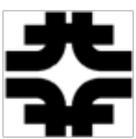


Tajima, Cavenago, Phys. Rev. Lett. 59 (1987), 1440

FIG. 1. Bormann anomalous transmission. When the x rays are injected at the Bragg angle, the Bormann effect takes place. Particle beams are injected along the crystal axis.

- Нужны яркие источники рентгена
  - now available from SASE FELs like LCLS
- Темп ускорения  $>1$  ГэВ/см

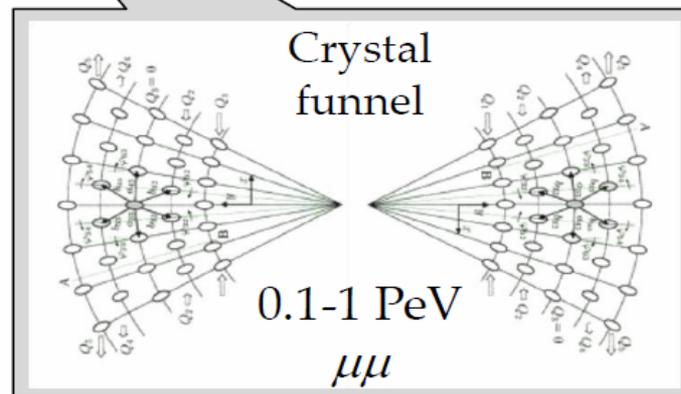
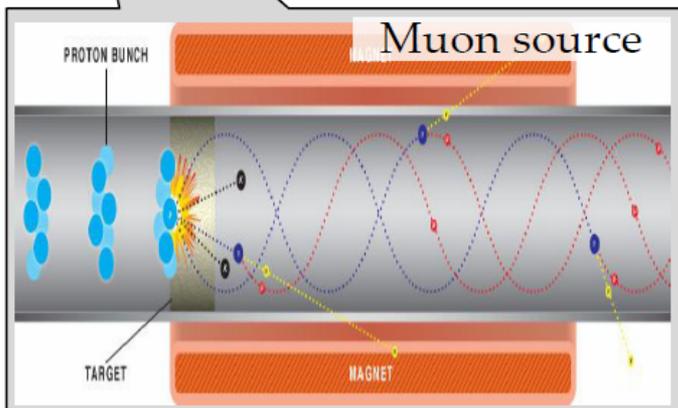
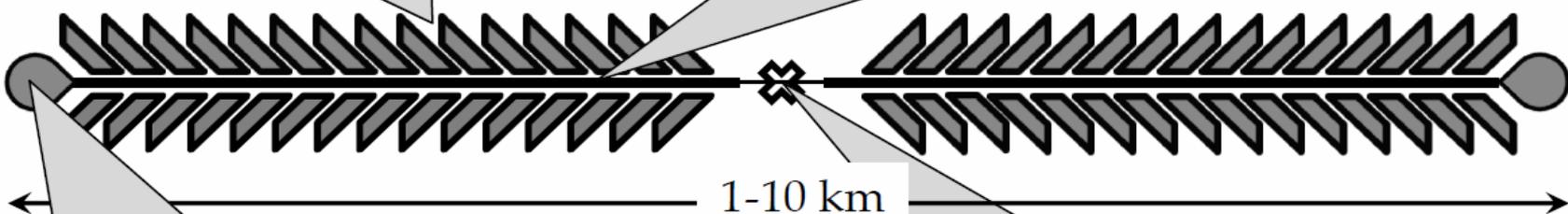
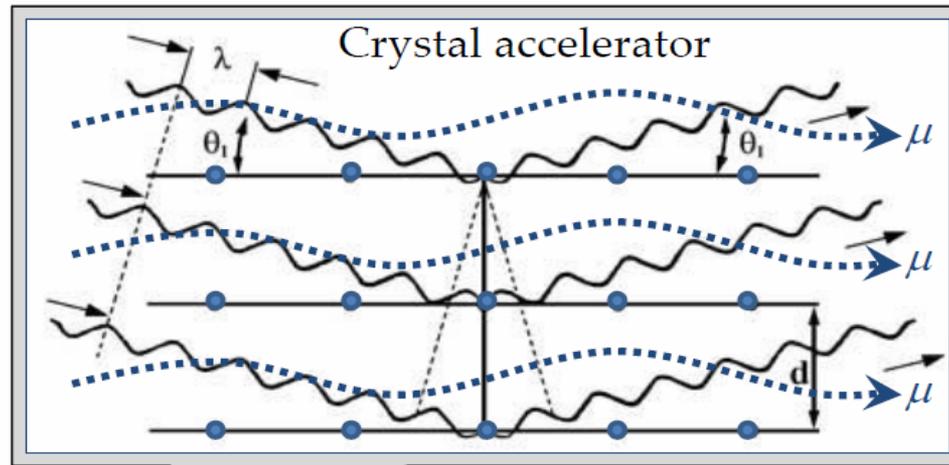
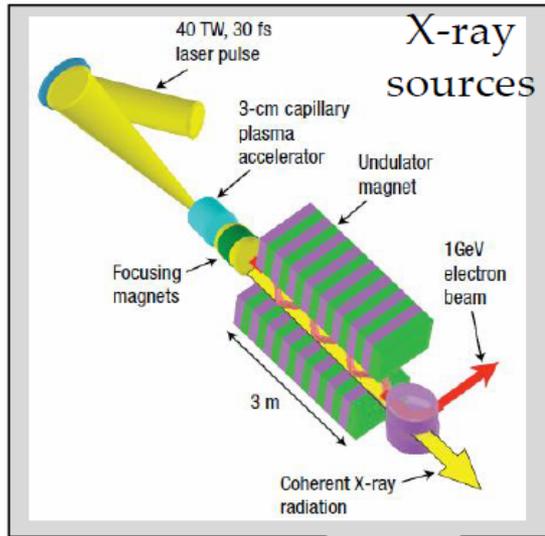
- Мюоны - подходят
  - No bremsstrahlung, no nucl.
- $\mu^+$  rad length  $10^9$  cm
  - total energy  $\sim 10^9$  GeV



# Линейный $\mu^+\mu^-$ Коллайдер

1 PeV = 1000 TeV

$n_\mu \sim 1000$   
 $n_B \sim 100$   
 $f_{rep} \sim 10^6$   
 $L \sim 10^{30-32}$

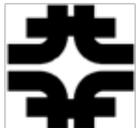


V.Shiltsev, Fermilab-Pub-2012-100 (2012)

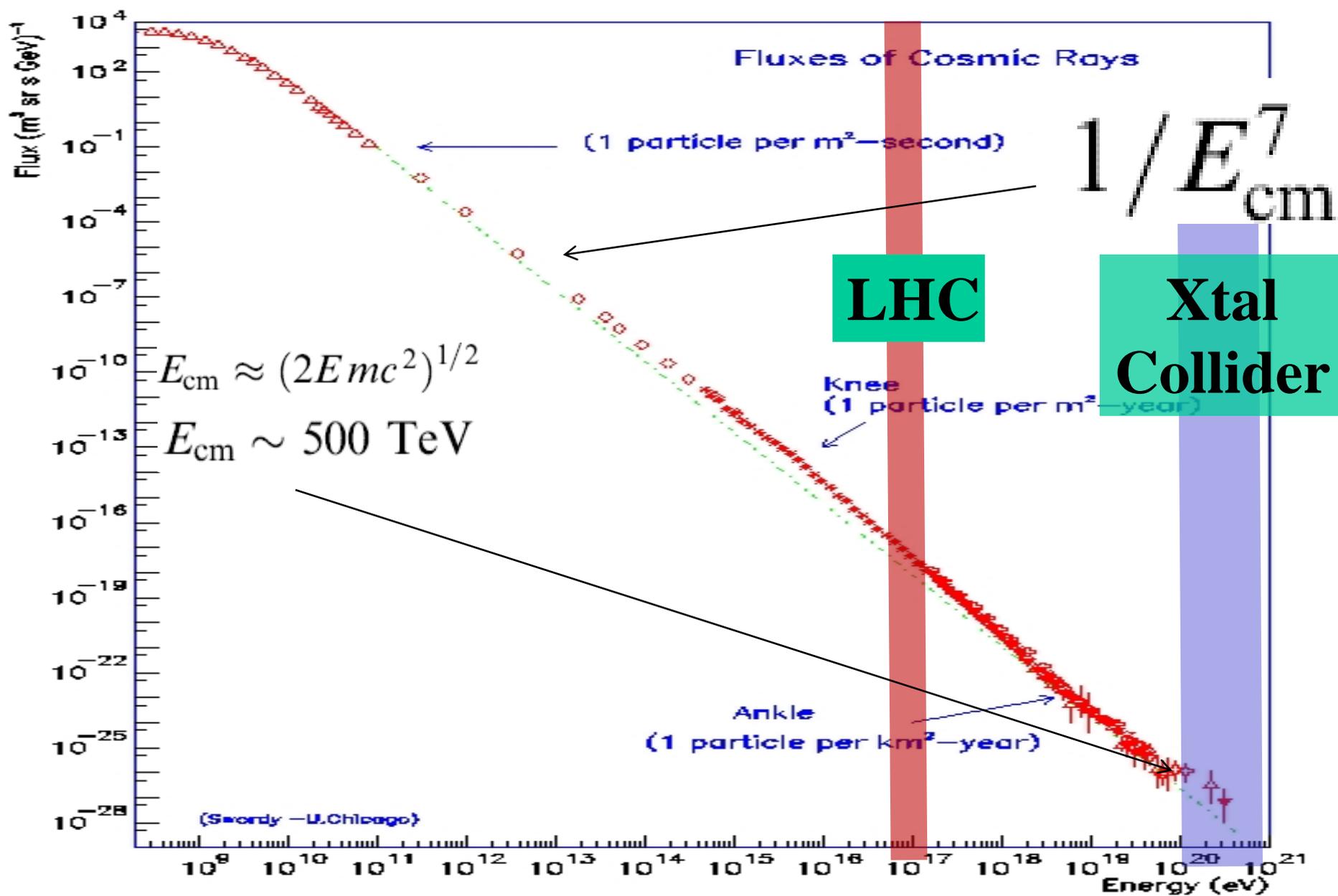


# Сравнение 3 Вариантов

	Dielectric based	Plasma based	Crystal channeling
Accelerating media	micro-structures	ionized plasma	solid crystals
Energy source: option 1 option 2	optical laser e <sup>-</sup> bunch	e <sup>-</sup> bunch optical laser	x-ray laser
Preferred particles	any stable	e <sup>-</sup> , μ <sup>-</sup>	μ <sup>+</sup> , p <sup>+</sup>
Max accelerating gradient	1-3 GV/m	30-100 GV/m	0.1-10 TV/m
c.m. energy reach in 10 km	3-10 TeV	3-50 TeV	10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup> TeV
# stages/10 km: option 1 option 2	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup> 10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	~100 10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	~1



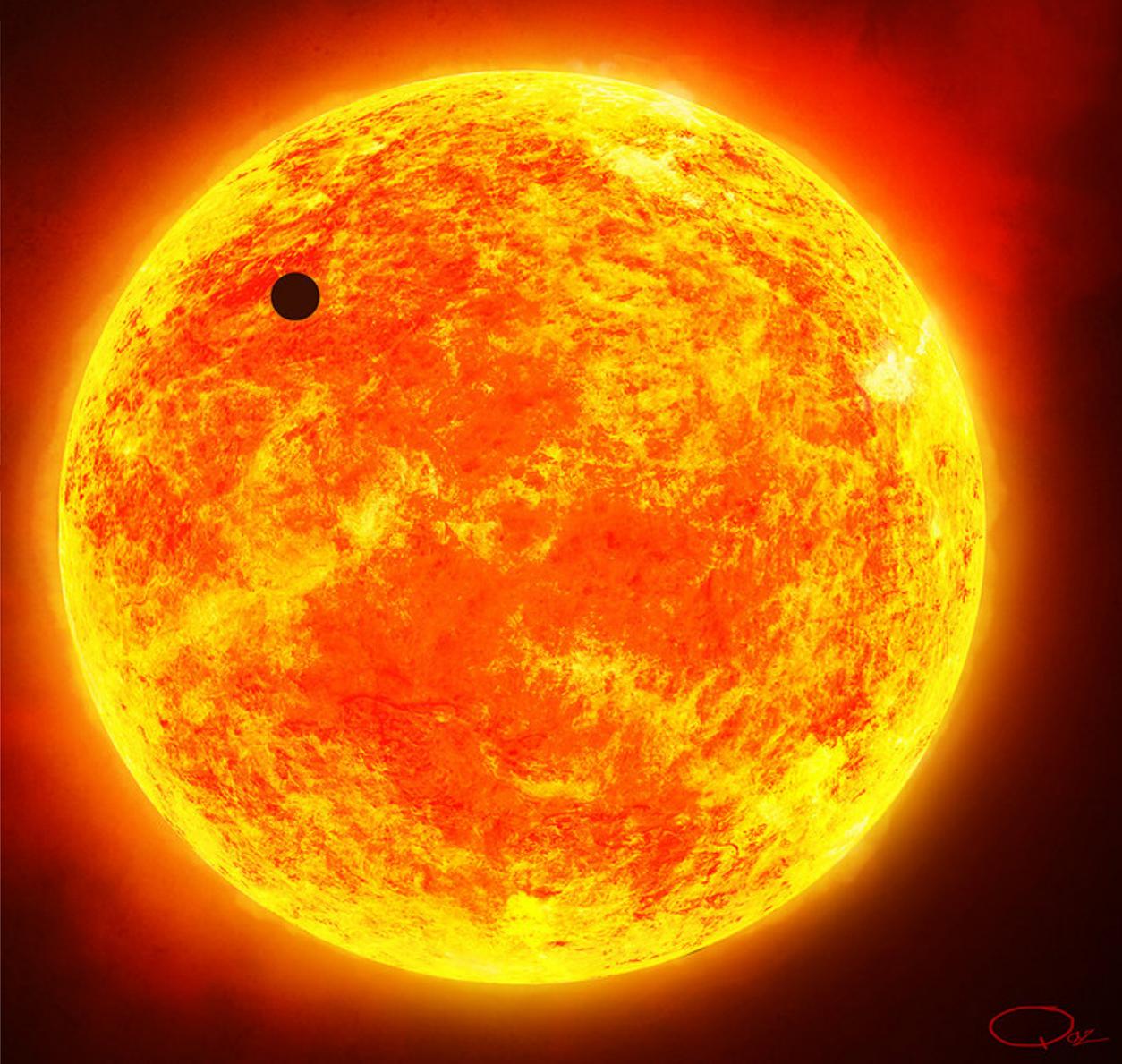
# Ср. С Космическими Лучами





# Заключение

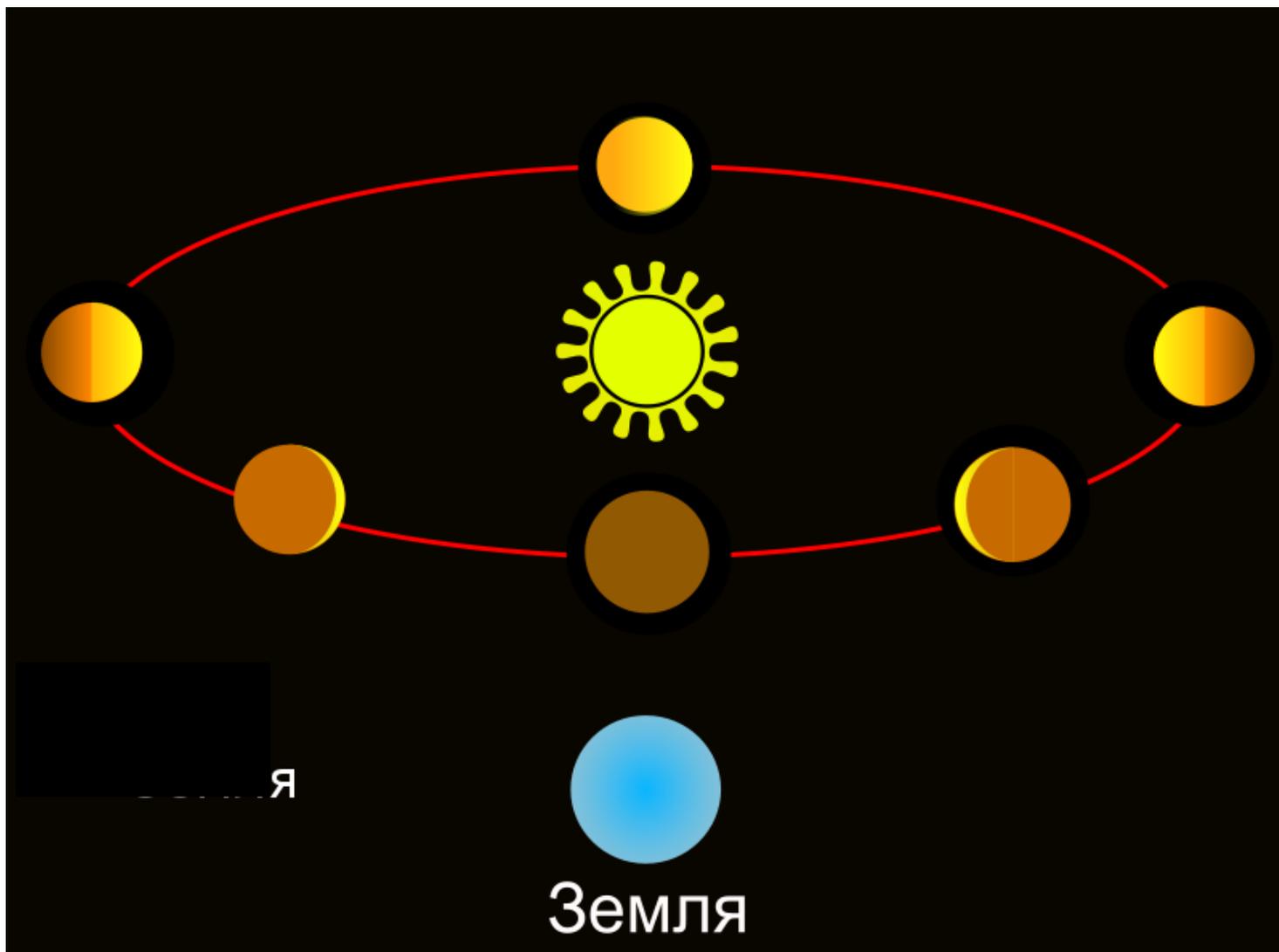
- Метод встречных пучков (коллайдеры) прекрасно зарекомендовал себя за 50 лет – 29 машин построено, много открытий сделано, достигнуты энергии ~10 ТэВ (10 000 ГэВ)
- Примерно с середины 90-х годов прогресс замедлился из-за все большего размера, сложности и стоимости коллайдеров. Развитие ФЭЧ следующие ~20 лет будет определяться открытиями на БАК (LHC) и исследованиями на “малых” коллайдерах.
- Если заглянуть за 20-летний горизонт, то надо вписаться в ограничения: <10млрд\$, <10 км, <10МВт.
- Даже при этих условиях есть теоретические возможности достичь 100-1000 ТэВ
  - Ускорение в кристаллах ~0.1-10 ТВ/м; мюоны; небольшая светимость



Qoz



# Фазы Венеры





# Прохождения Венеры по диску Солнца:

1761: 6 июня

1769: 3-4 июня

1874: 8-9 декабря

1882: 6 декабря

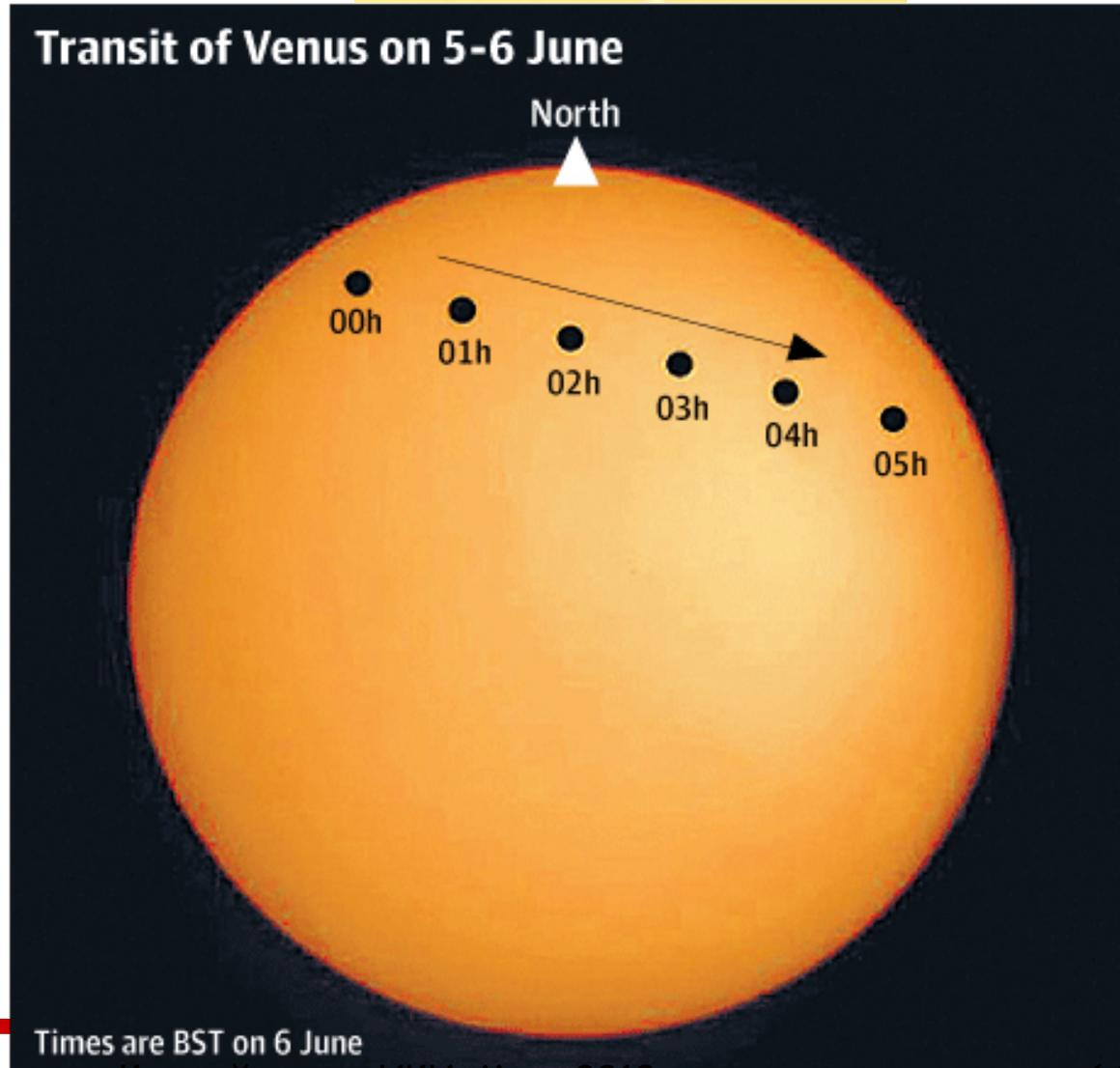
**2004: 8 июня**

**2012: 5-6 июня**

2117: 11 декабря

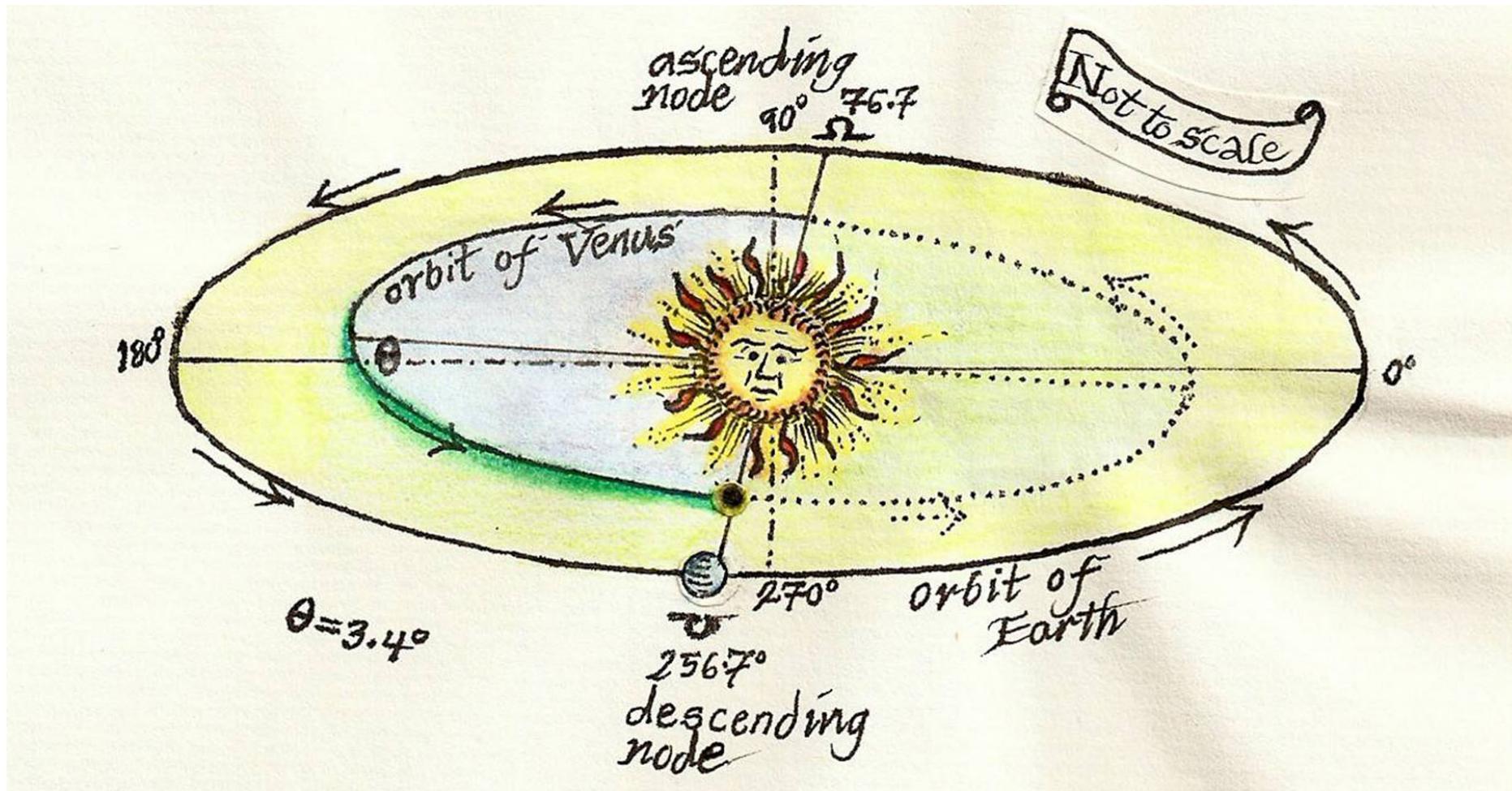
2125 : 8 декабря

примерно 6 часов





# Почему так редко? Наклон орбиты

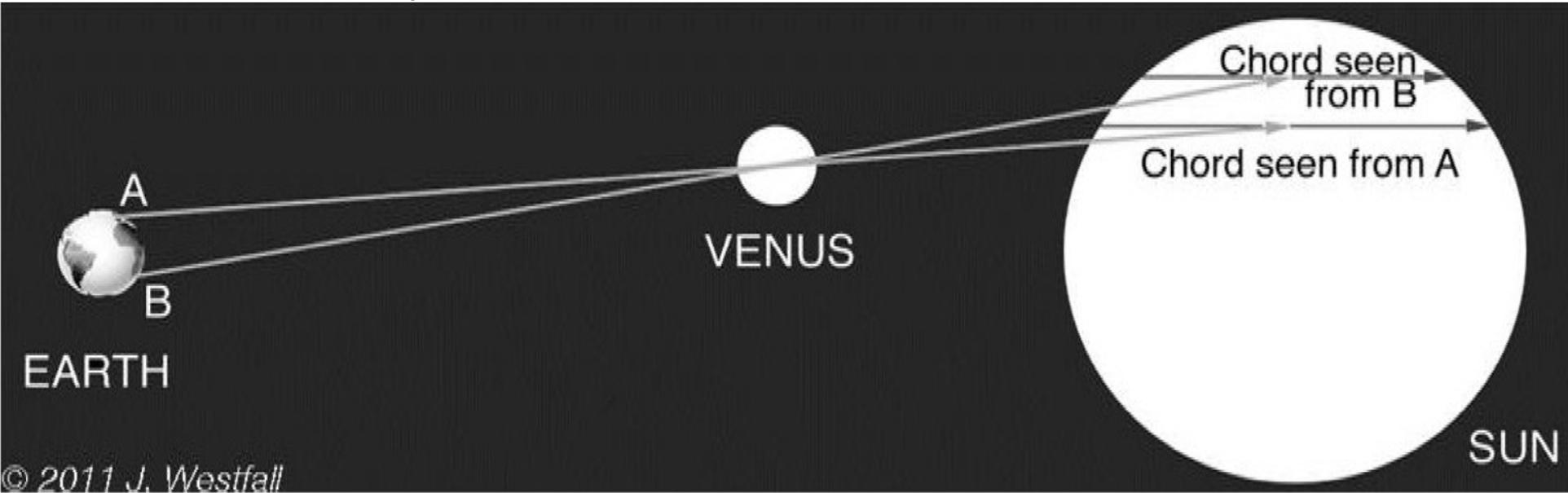


**Наклон орбиты к эклиптике  $3.4^\circ$**



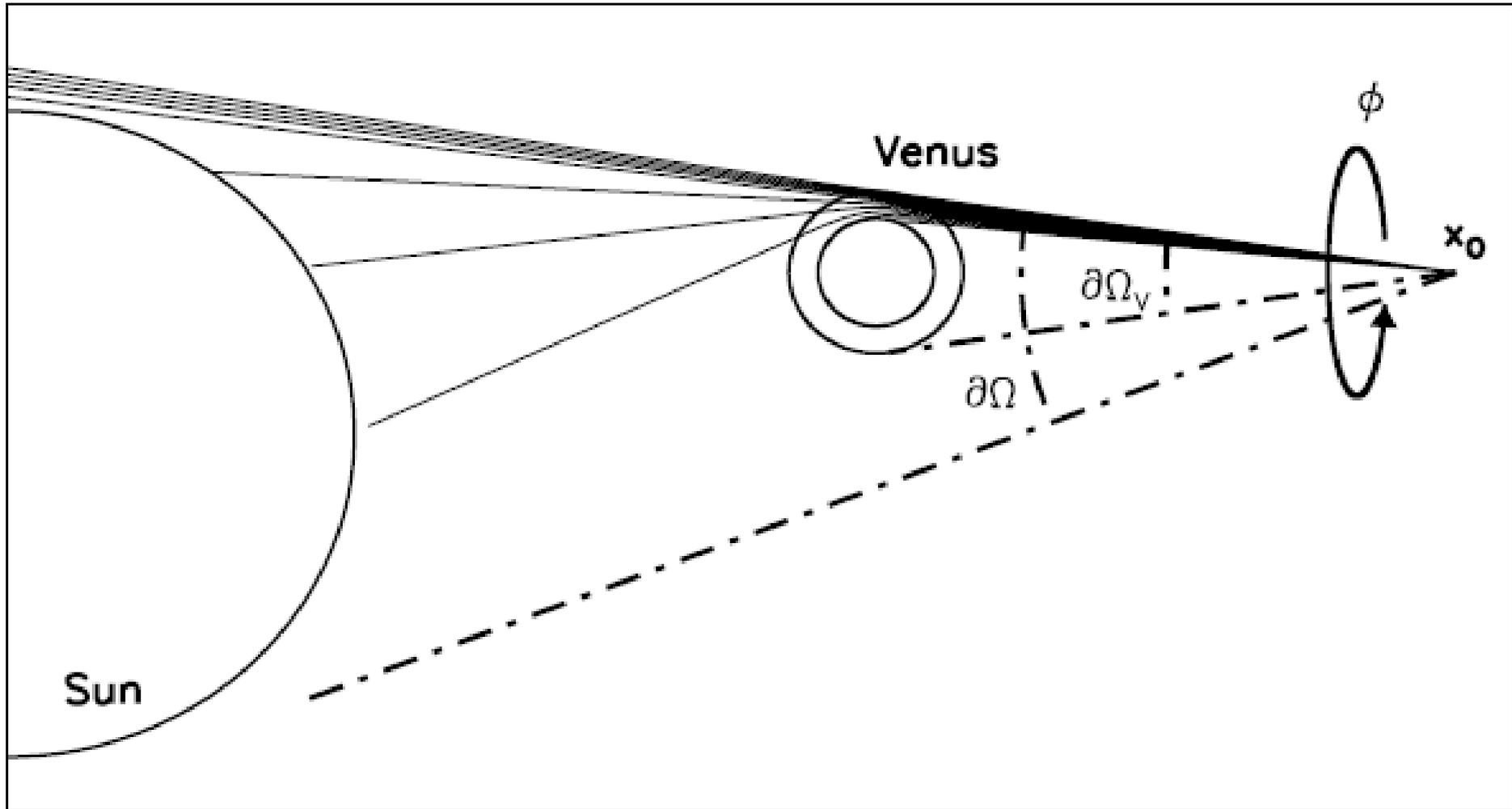
# Определение Астрономической Единицы

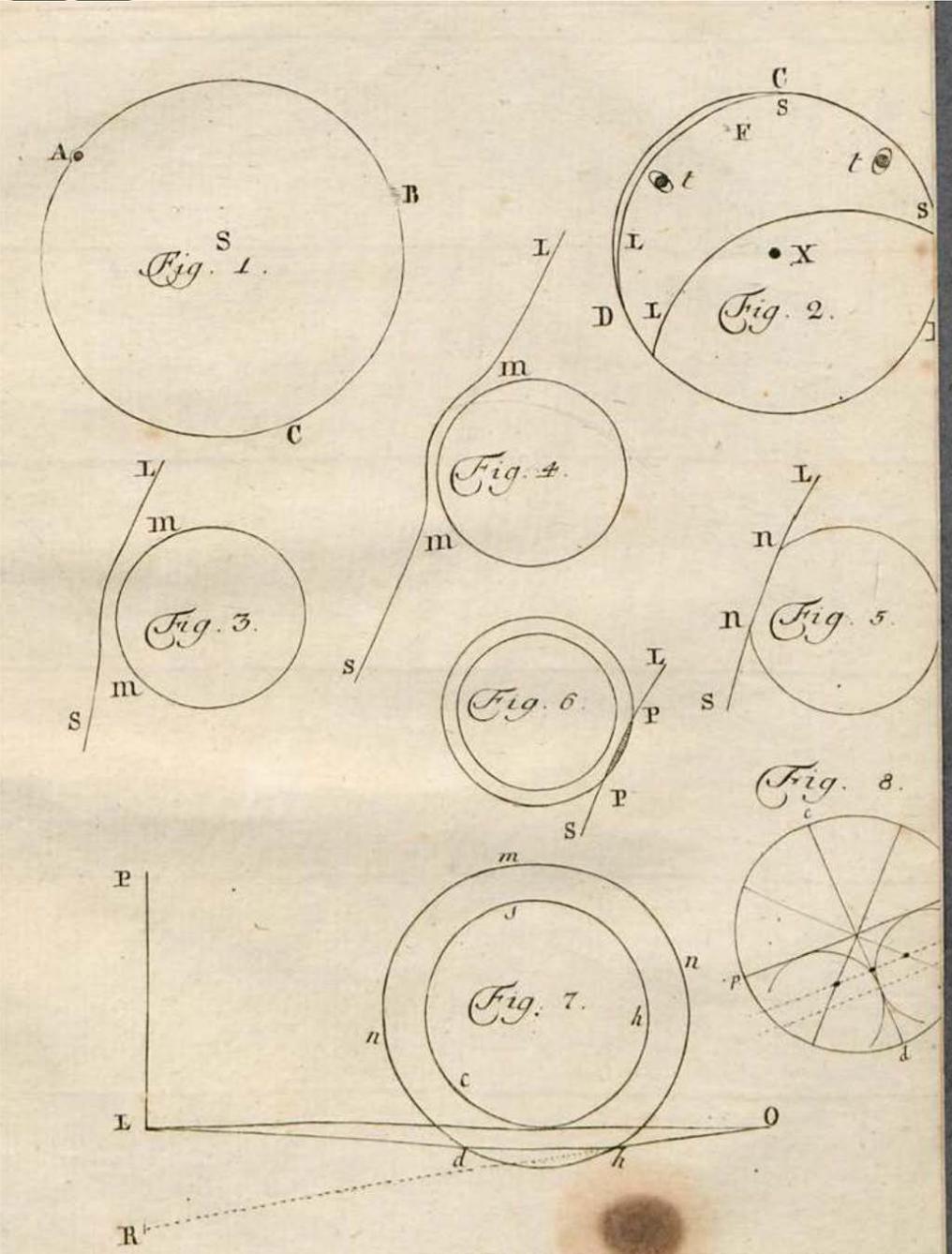
- По методу Галлея



- Транзит Венеры 1761 - более 170 астрономов в более чем 100 местах Земли - координированно
- Повторили в 1769 г (более 130 наблюдателей)
- Нашли  $150 \pm 15$  млн км
- Около 10 человек наблюдали атмосферу Венеры

# Преломление лучей – получается арка “венчик” вокруг Венеры





**Пупырь** - иллюстрации М. В. Ломоносова к рукописи «Явление Венеры на Солнце, наблюденное в Санкт-петербургской Императорской Академии Наук Майя 26 дня 1761 года»

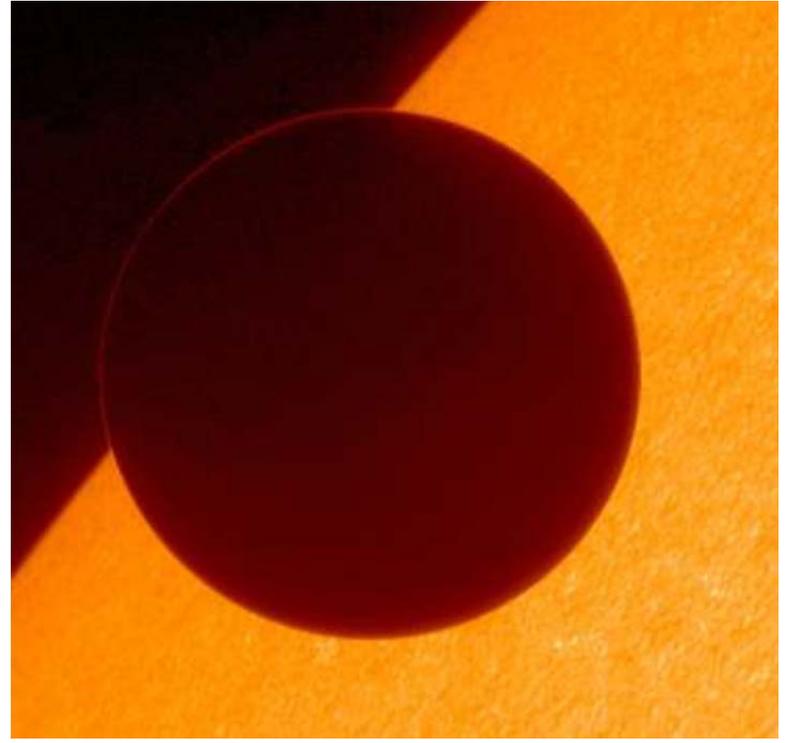


Foto above : HINODE satellite JAXA/NASA Mission 2012



# Мог ли Ломоносов в принципе наблюдать арку от атмосферы Венеры?

■ **Нет!** – Prof. Jay Pasachoff & Dr. William Sheehan

- “плохой телескоп”
- “невнятное описание”
- “религиозное мышление”
- “Zeitgeist”
- “скорее всего – оптический обман”



Jay M. Pasachoff

*Hopkins Observatory, Williams College, Williamstown, Mass. 01267, USA.*

William Sheehan

*2105 SE 6th Avenue, Willmar, Minnesota 56201, USA.*

*Journal of Astronomical History and Heritage, 15(1), 3-14 (2012).*

**LOMONOSOV, THE DISCOVERY OF VENUS'S ATMOSPHERE,  
AND EIGHTEENTH CENTURY TRANSITS OF VENUS**

# Мог ли Ломоносов в принципе наблюдать арку от атмосферы Венеры? -

Нет! – Prof. Jay Pasachoff & Dr. William Sheehan (2012)

## Как доказать что мог?

- Подготовиться к прохождению Венеры по диску Солнца 5 июня 2012 (своеобразное “затмение Солнца планетой”)
  - Телескоп “как у Ломоносова”
  - Фильтр “как у Ломоносова”
  - Метод наблюдения “как у Ломоносова”
- И желательно в нескольких местах
  - т.к. погода непредсказуема



# Реконструкция открытия атмосферы Венеры Михаилом Ломоносовым во время транзита Венеры в 2012 г в России, Канаде и США

Владимир Шильцев (Иллинойс)

Александр Кукарин (Калифорния)

Юрий Петрунин (Колородо)

Игорь Нестеренко (Новосибирск, НГУ)

— Randall Rosenfeld (Canada, RASC)

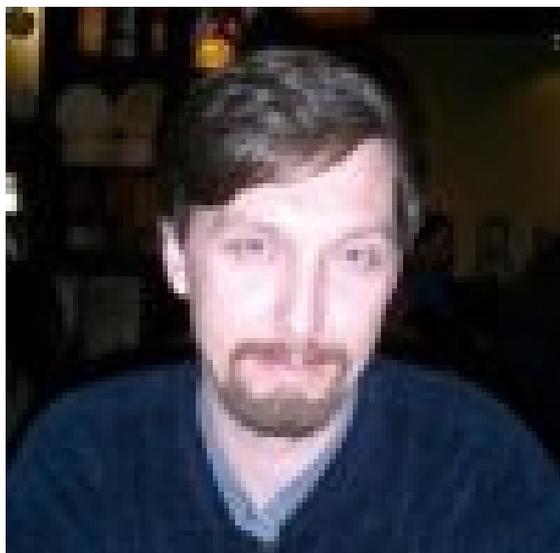


# “Великолепная Пятерка”

for Lomonosov’s discovery reconstruction - TOV2012



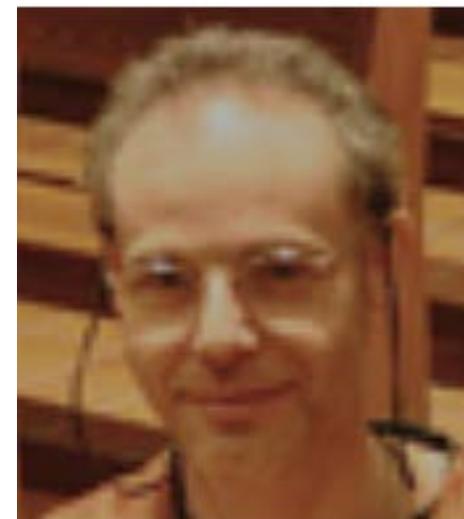
Юрий Петрунин  
COLORADO



Александр Кукарин  
CALIFORNIA



Игорь Нестеренко  
NOVOSIBIRSK

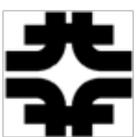


Randall Rosenfeld  
CANADA



**Владимир Шильцев – ILLINOIS**

Владимир Шильцев - Коллайдеры - ИКИ, Март 2013



Dollond  
End 18<sup>th</sup> c



Dollond  
2<sup>nd</sup> half 18<sup>th</sup> c



Dollond  
ca 1800

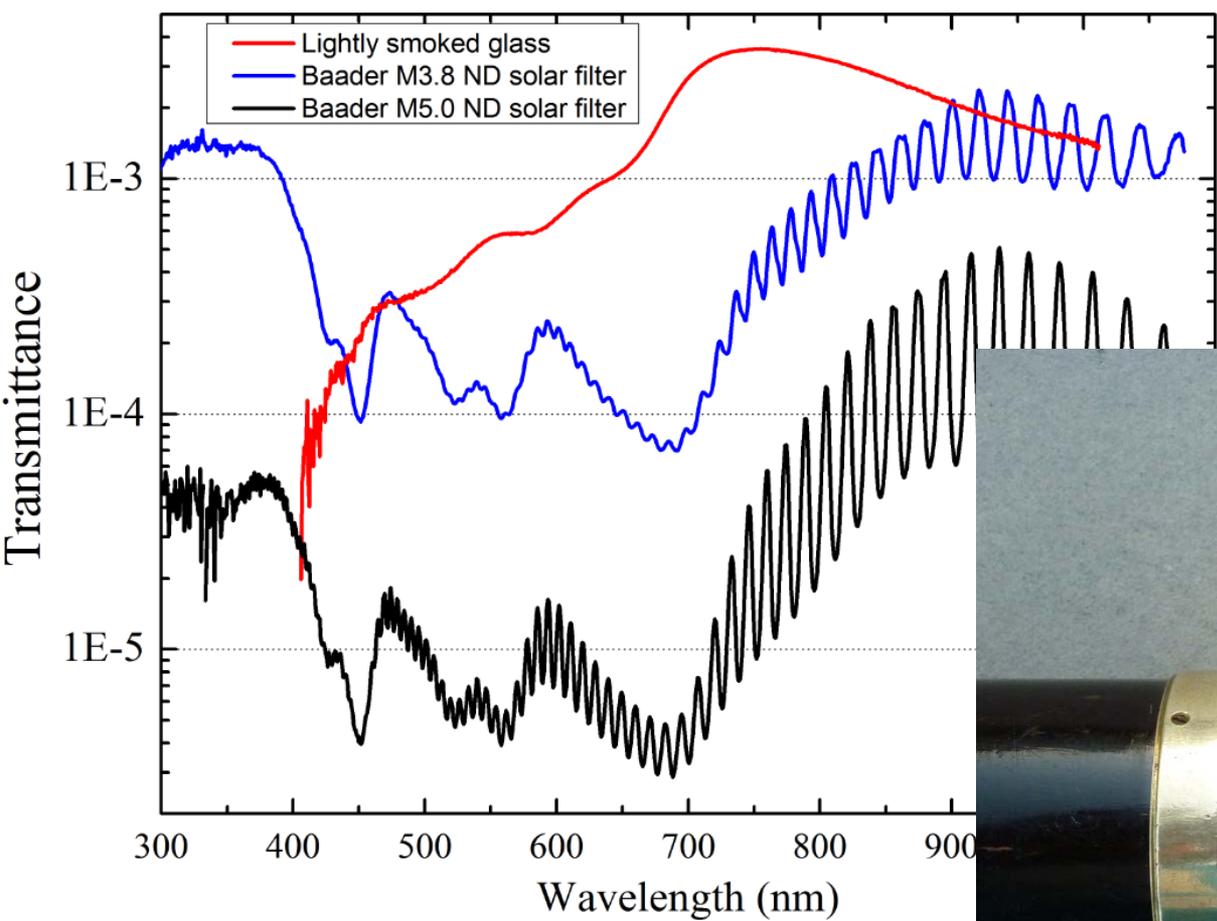


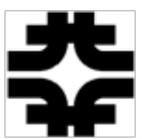
C. West  
ca 1820

# Наши Старинные Телескопы “о двух стеклах”



# “Весьма негусто копченое стекло”





# “Давать отдохновение глазу”

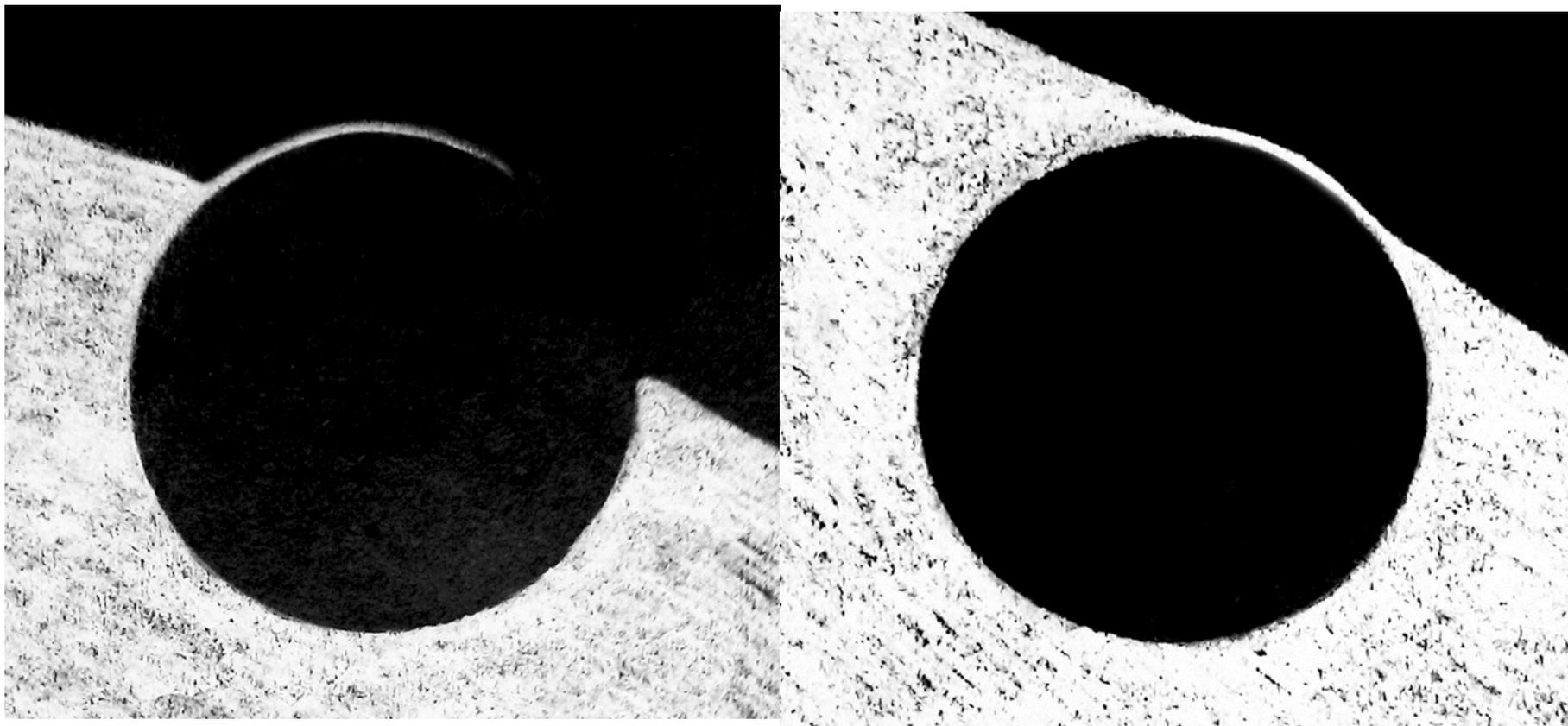


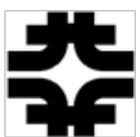


# Результаты 5 июня 2012

- (Плохая погода – Новосибирск и Колорадо)

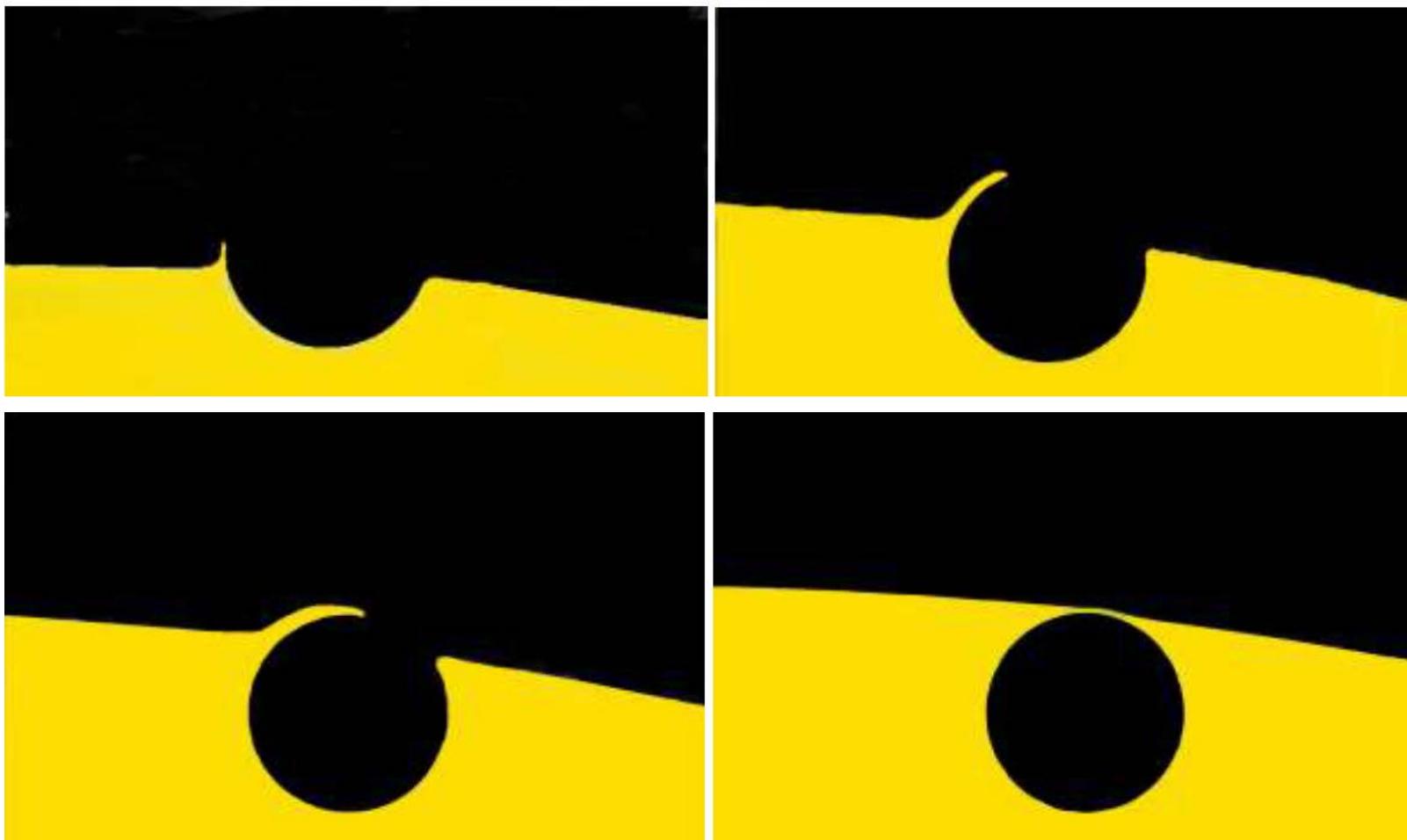
**В Калифорнии - успех**



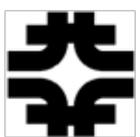


# Результаты 5 июня

В Иллинойсе - успех

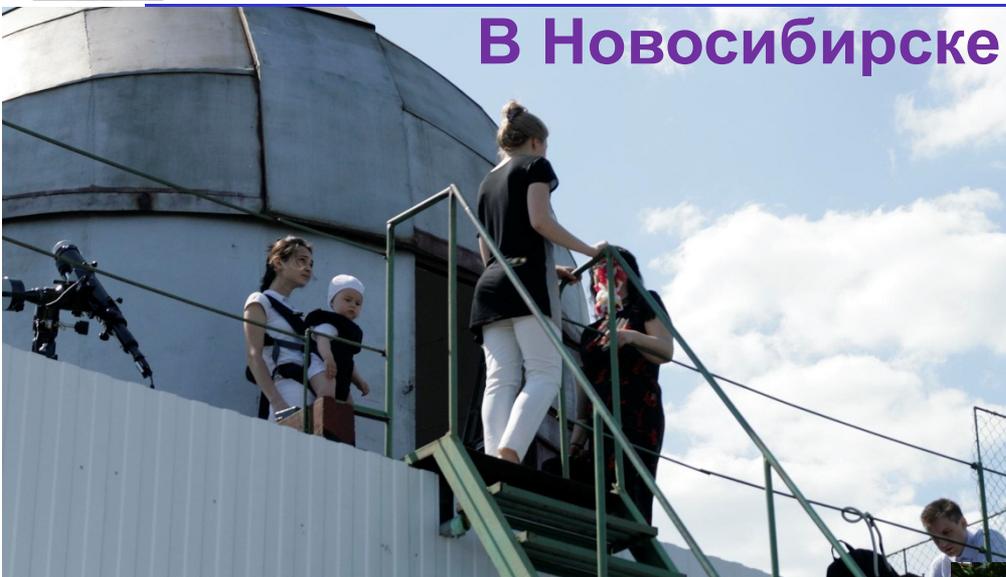


И в Канаде - успех



# Привлечение Публики

В Новосибирске



Владимир Шварцев - Коллайдеры - ИКИ, Мар-2013

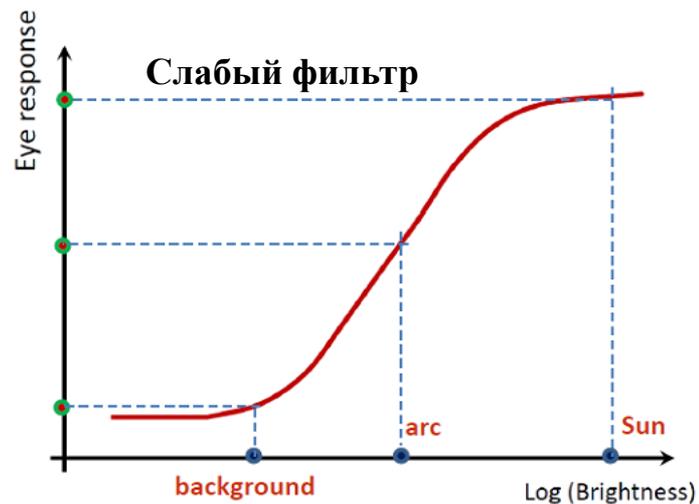
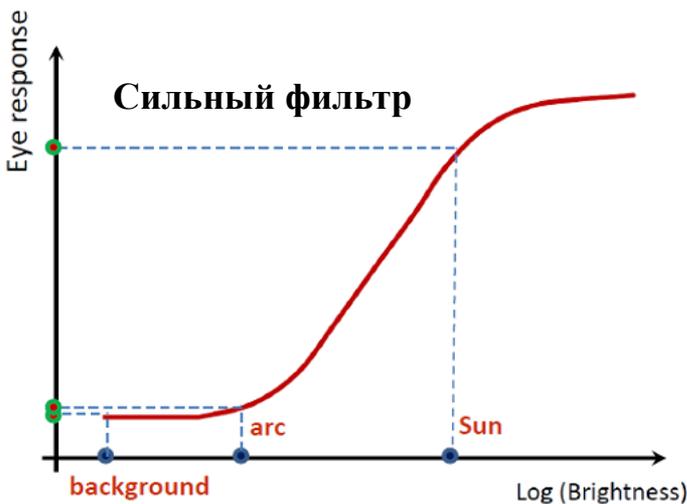
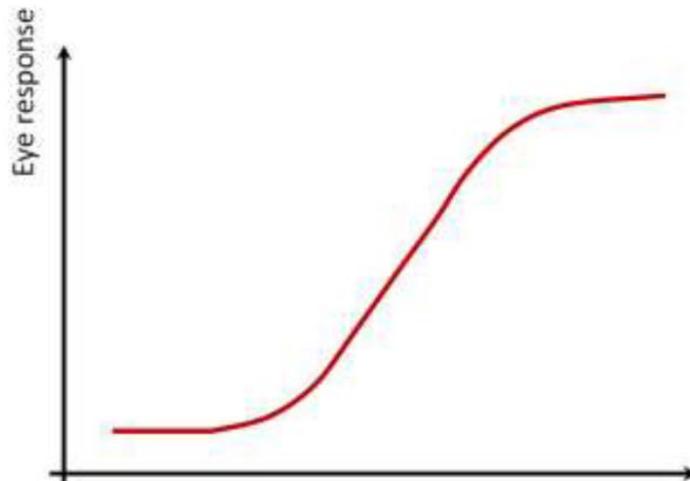
В Иллинойсе



# По дороге разобрались в чем гений Ломоносова:

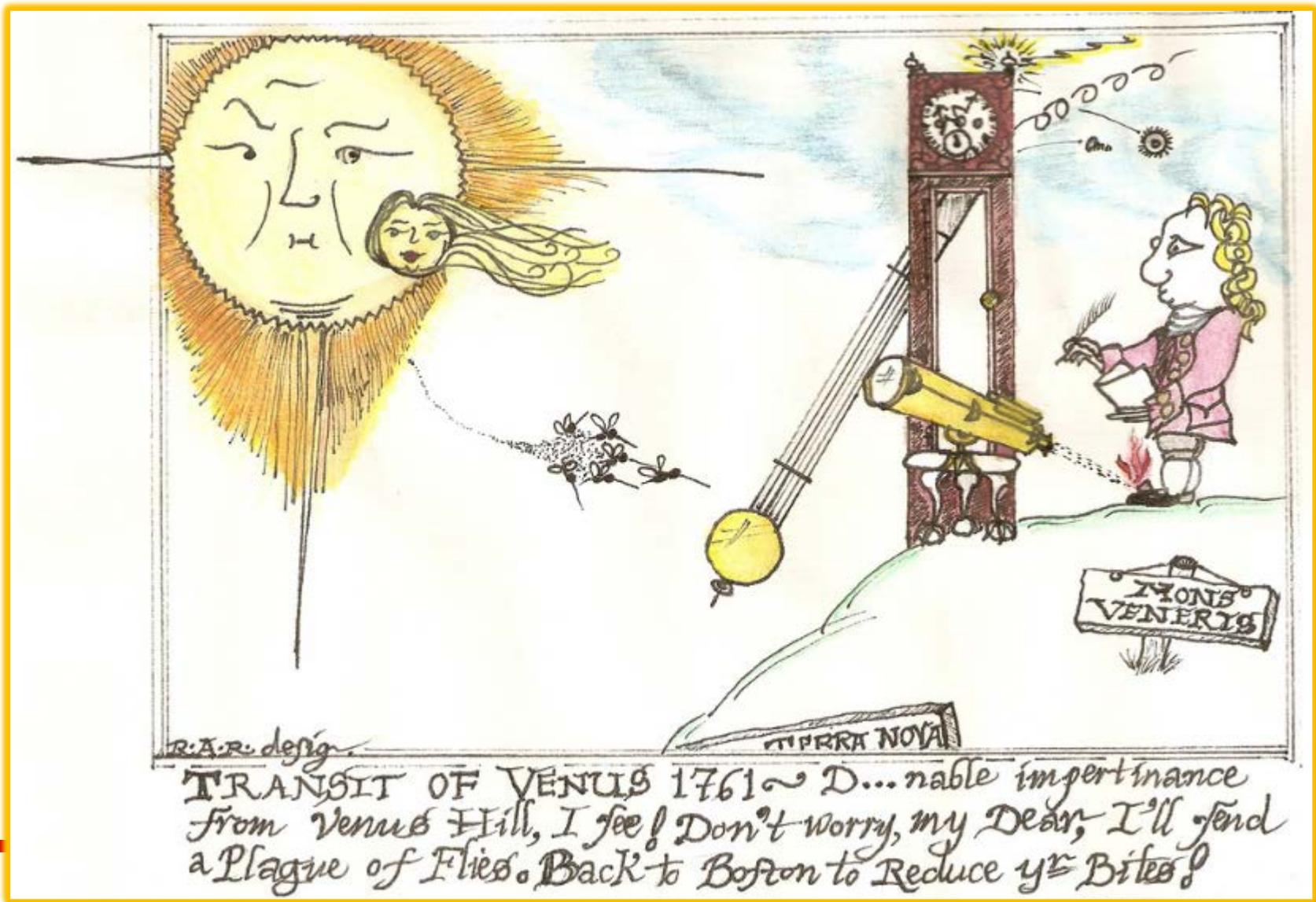
- Лучший телескоп Доллонда
- Почему нужен предельно слабый фильтр и как все работает
- “Везет тому кто понимает”

John Dollond  
1706-1761



# Ломоносов был прав!

С чем и поздравляем!





---

# BACK-UP SLIDES

(ахромат)



---

# ЗАЧЕМ МЫ ВСЕ ЭТО ДЕЛАЕМ



# ЗАЧЕМ

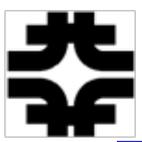
---



*«Огородя отечество  
безопасностью от  
неприятеля,  
находить славу  
государству через  
искусства и науки...»*

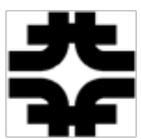
*Петр I*

---



# Откуда все "...есть пошло..."





# Макс Планк: Физика и Бог

“...Религия и естествознание нуждаются в вере в Бога. При этом для религии Бог стоит в начале всякого размышления, а для естествознания — в конце.

Для одних он означает фундамент, а для других — вершину построения любых мировоззренческих принципов...”



# Наука и Религия

---

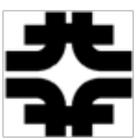


Владимир Воеводский  
Fields Medal 2002 - Гипотеза Милнора



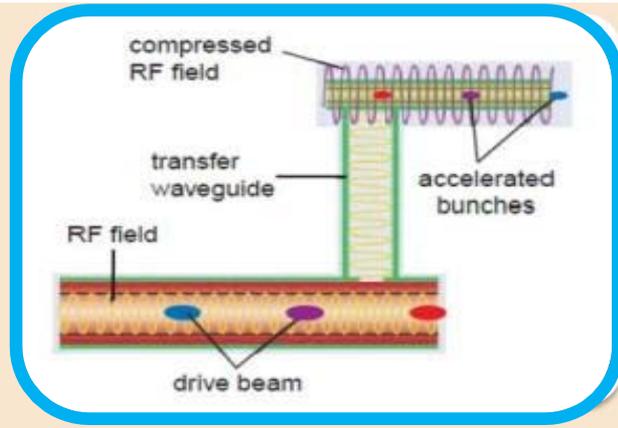
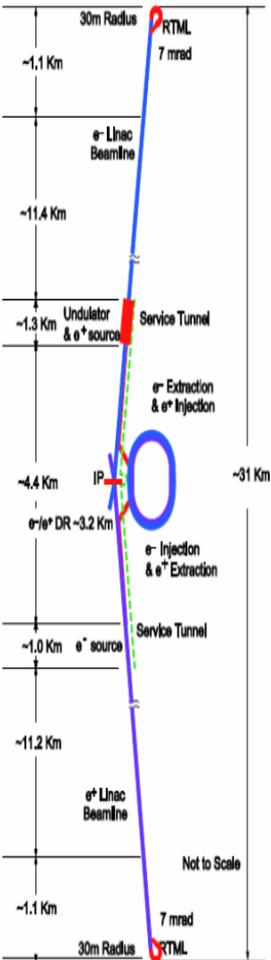
# “Большие Числа”

	<b>ВВП млрд\$</b>	<b>Товары млрд\$</b>	<b>Исслед. млрд\$</b>	<b>Фунд. Иссл. млрд\$</b>
USA 	15000	3500	390	30
Китай 	10000	6000	100	4
Россия 	3000	1100	20	2



# ILC И CLIC

SB2009



**ILC (International Linear Collider)**  
 1.3 GHz superconducting RF  
 500 GeV – 1 TeV  
 Focus on 500 GeV machine and detector/physics studies but parameter set exists for 1 TeV, as well as physics studies at other energies  
 Detector R&D and detector concepts (ILC, SiD)

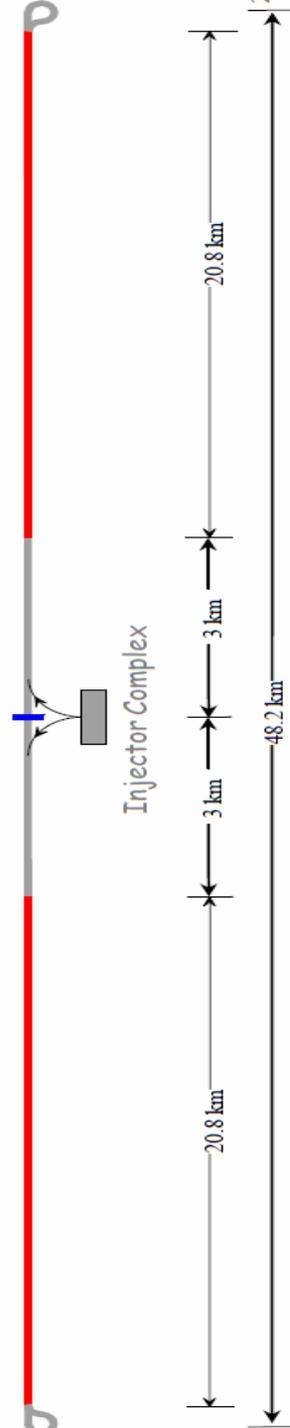
**CLIC (Compact Linear Collider)**  
 12 GHz room temperature copper RF, powered by intense drive beam  
 500 GeV – 1.5 – 3.0 TeV stages  
 Focus on 3 TeV and parameter set for 500 GeV, intermediate range now being considered – both for accelerator and detectors  
 Detector and physics studies carried out for CLIC conditions and adapted detector concepts

Linac 2

I.P.

3 TeV Stage

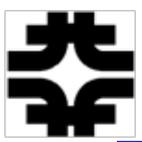
Linac 1



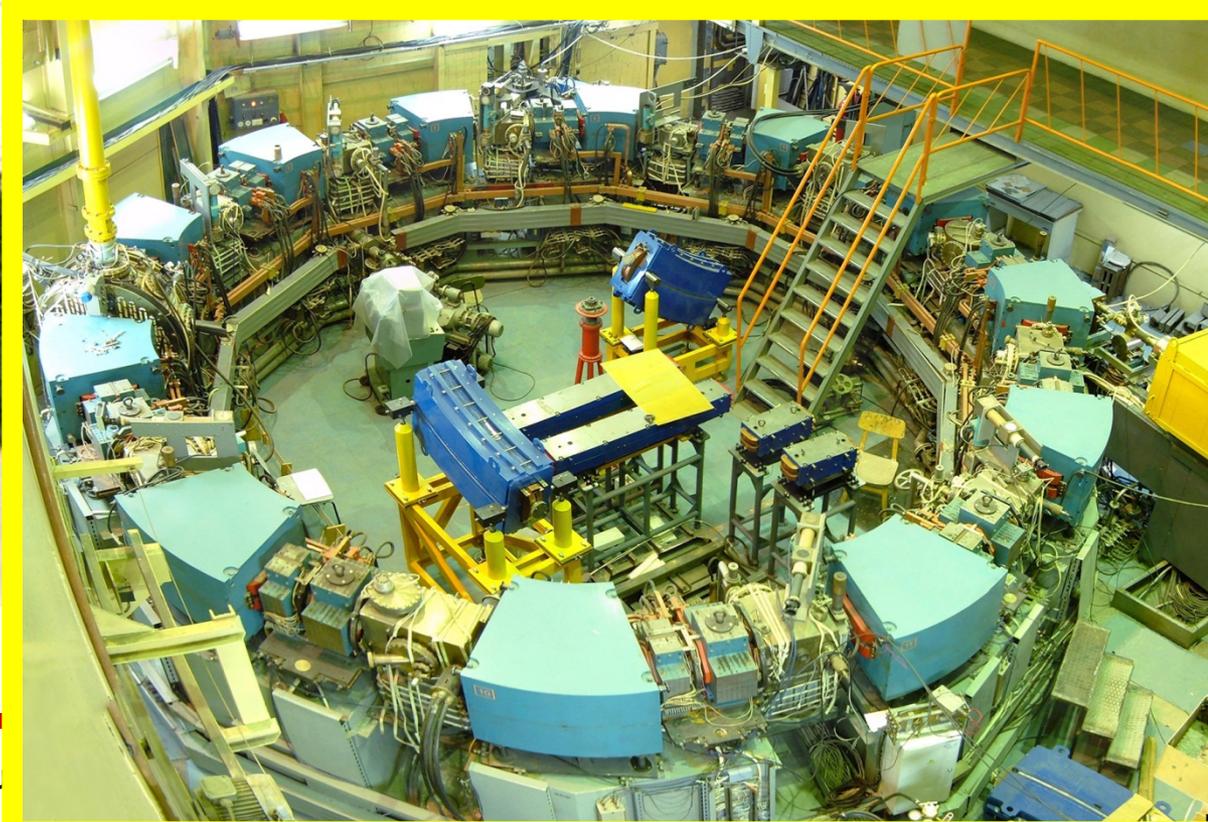


---

# ГДЕ РАЗВИВАЮТ И УЧАТ ВСЕМУ ЭТОМУ ?



# ФФ НГУ - Кафедра Ускорителей



Владимир Ши.



# Кроме того

---

- **Сильные кафедры в России**
  - Дубна (работающие ускорители)
  - МИФИ (ВЧ)
  - МФТИ (ФЭЧ, IT)
  - СПбГУ (мат моделирование)
  - И ряд других
  
- **Сильные кафедры за рубежом**
  - У. Гамбурга (DESY, работающие ускорители)
  - У. Чикаго (FNAL, работающие ускорители)
  - Cornell, UCLA, Stony Brook, ODU, UT-Austin
  - Ряд других



# Совместный Проект МОН-RASA



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



International Center  
of Advanced Science



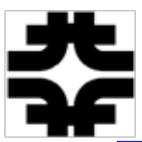
Объявление о проведении всероссийского  
открытого конкурса на получение стипендий  
Президента Российской Федерации для  
обучения за рубежом студентов и аспирантов  
российских вузов в 2013/2014 учебном году

<http://icas.su/>

[минобрнауки.рф/новости/3120](http://минобрнауки.рф/новости/3120)

до 30 апреля 2013 года.

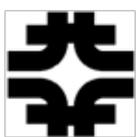
- Утвержден Минобрнауки в декабре 2010
  - Hands-on training at the best Western Labs/Universities to gain experience needed for modernization of Russia
  - 100 students (40 Masters and 60 PhD students)
  - 34 "Courses" , each having lectures and research work in the lab
  - 8-12 months each, 20k\$ per course
  - 4 in the US (Argonne National Lab and Fermilab), 30 in Europe
  - Ranging from biophotonics and nanotechnology to accelerators<sup>92</sup>



# ICAS студенты в Фермилабе



Ирина Пертрушина (МИФИ) изучает сверхпроводящие ВЧ резонаторы под руководством Др. Николая Соляка (Фермилаб, выпкскник ФФ НГУ)



# Летняя Стажировка в Фермилабе

ежегодно с 1999

## PARTI 2009

Internship in Physics of Accelerators and Related  
Technology for International Studies



<http://apc.fnal.gov/parti/>

Рук. А.Валишев (ФФ НГУ)

- Программа принимает до 10 студентов из бывш Советского Союза на 3 летних месяца (физика, инженерия, вычислительные методы)
- студенты в программе *PhD in Accelerator Physics* - 3-4 года в Фермилабе и защита в России или США
- Похожая программа в ЦЕРНе (Швейцария)



---

Возможно ли это?

Надо пробовать... Или искать  
другие пути...

Кому любопытно проверить?  
(где научиться)