

Перспективы исследований в физике микромира

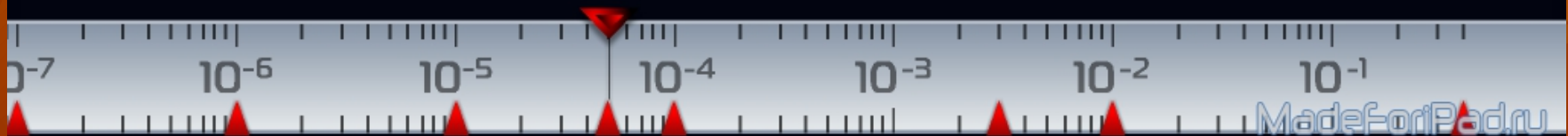


КЛЕТКА



$5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$

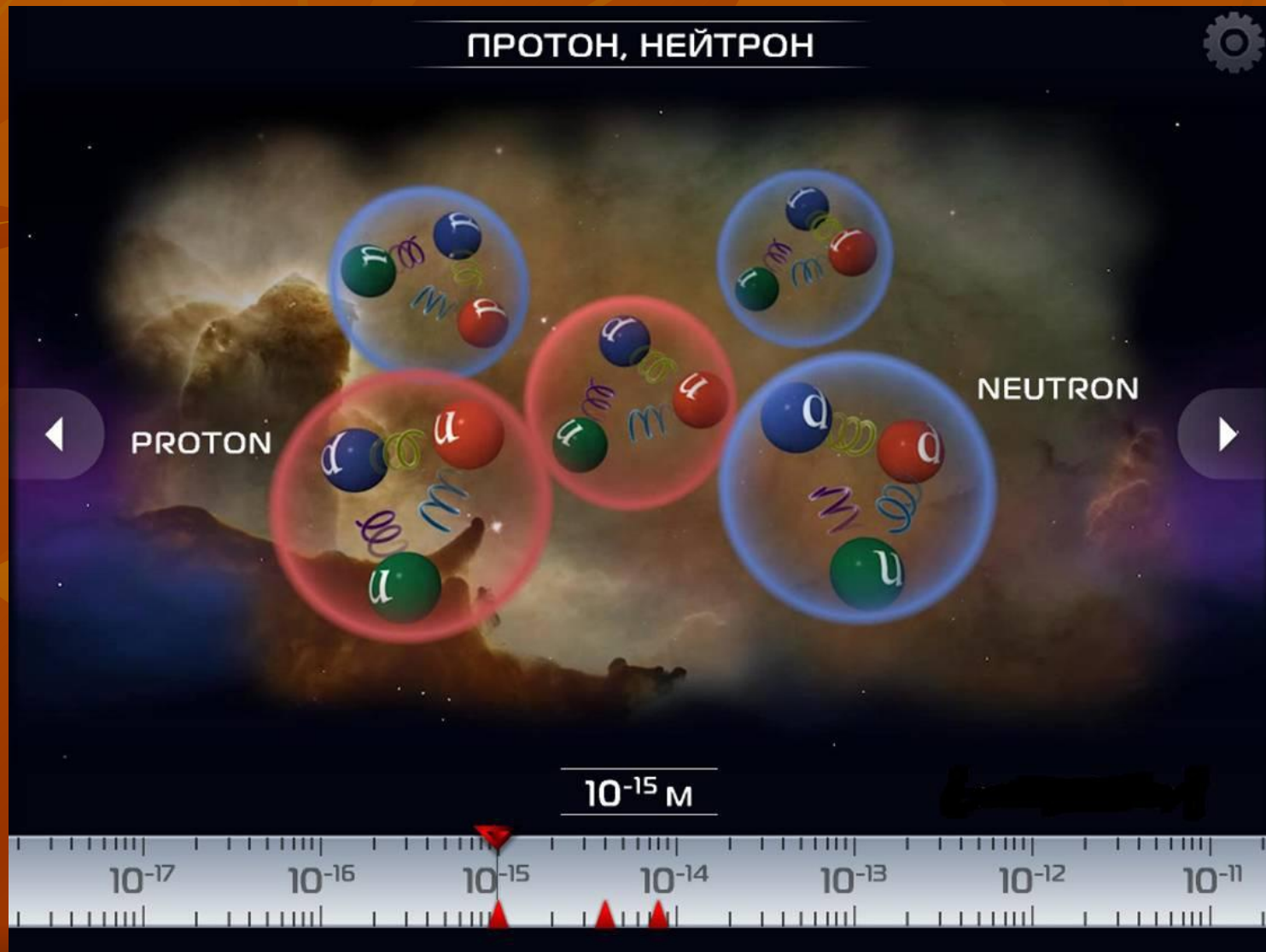
[подробнее]



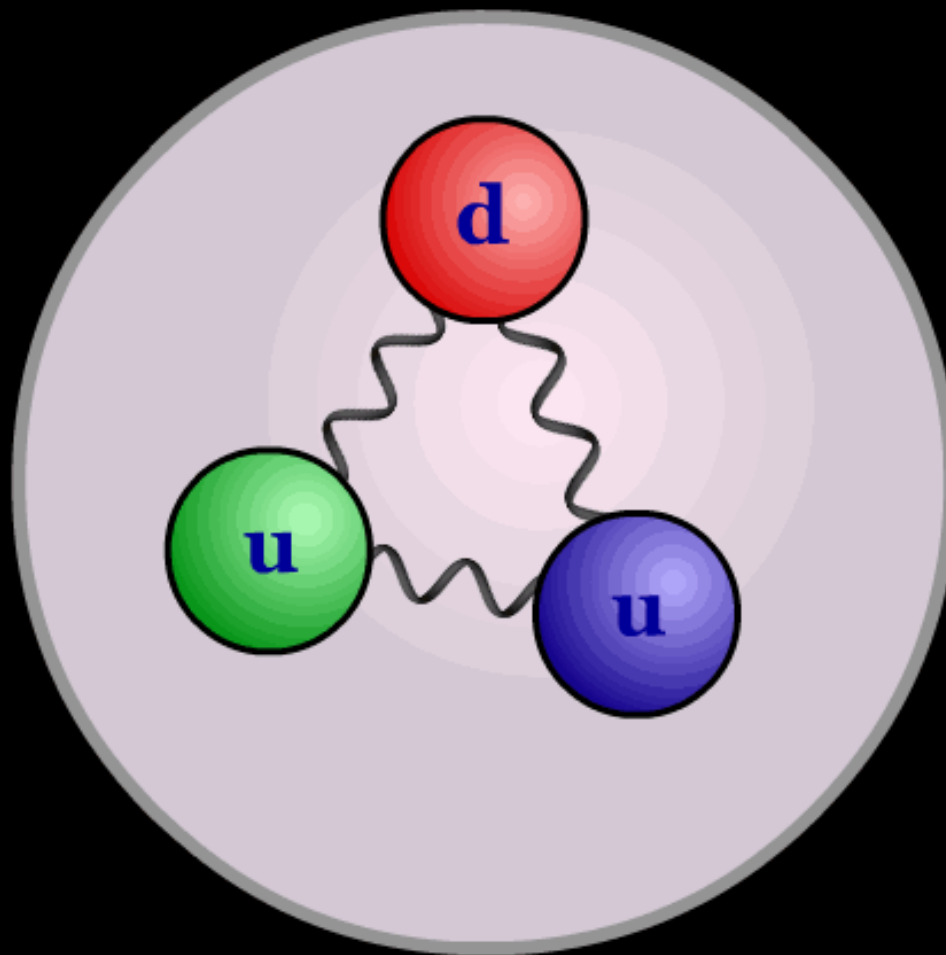
Строение атома



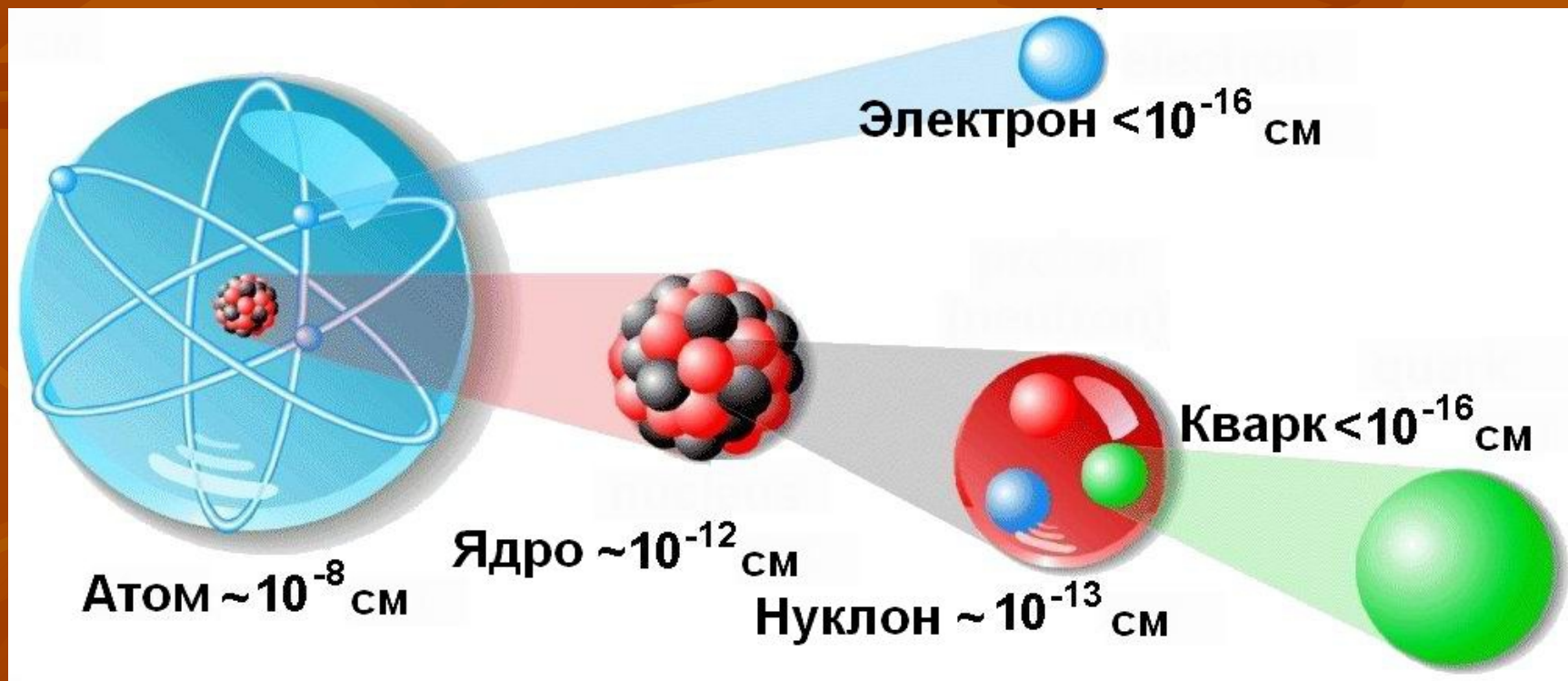
Нуклоны



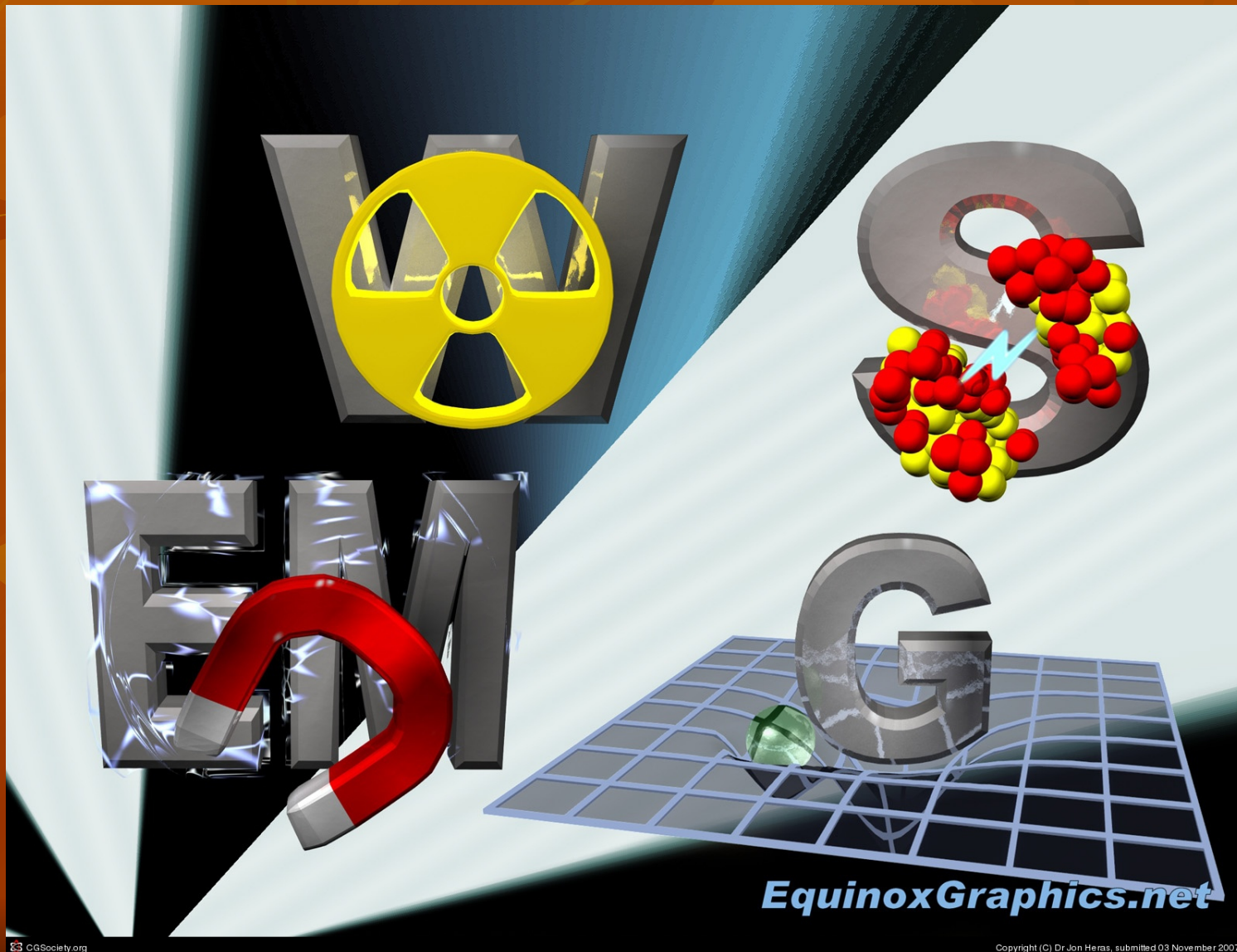
Модель протона



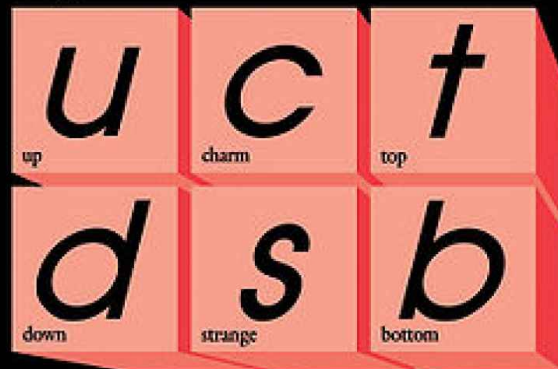
Структура вещества



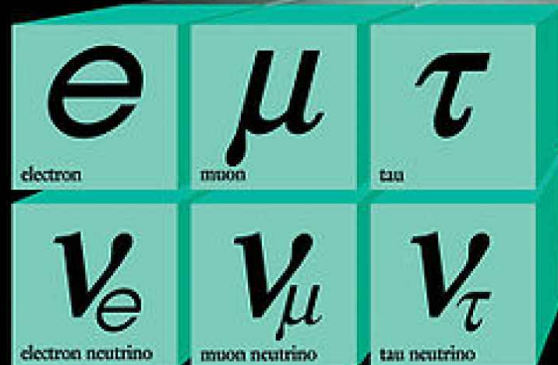
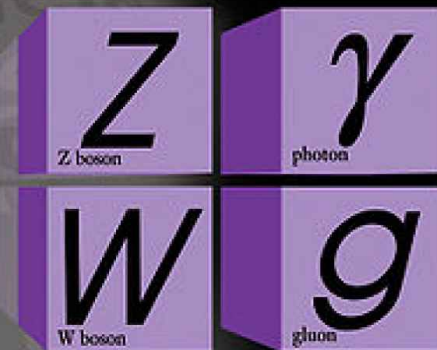
Виды взаимодействий



Quarks

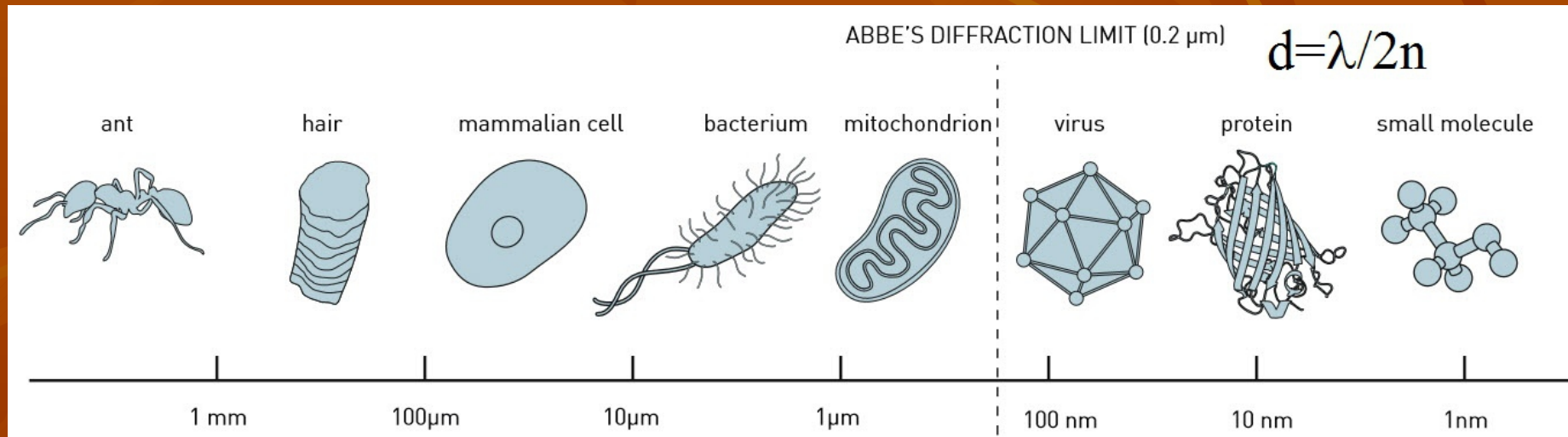


Forces



Leptons

Дифракционный предел (Э.Аббе, 1873 г.)



Шкала электромагнитных волн



Инструменты..



Первые ускорители



Главное правило

6) Энергия фотона может быть выражена через длину волны:

E – энергия фотона

h – постоянная Планка, $h \approx 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

c – скорость света

λ – длина волны

$$[E] = 1 \text{ Дж}$$

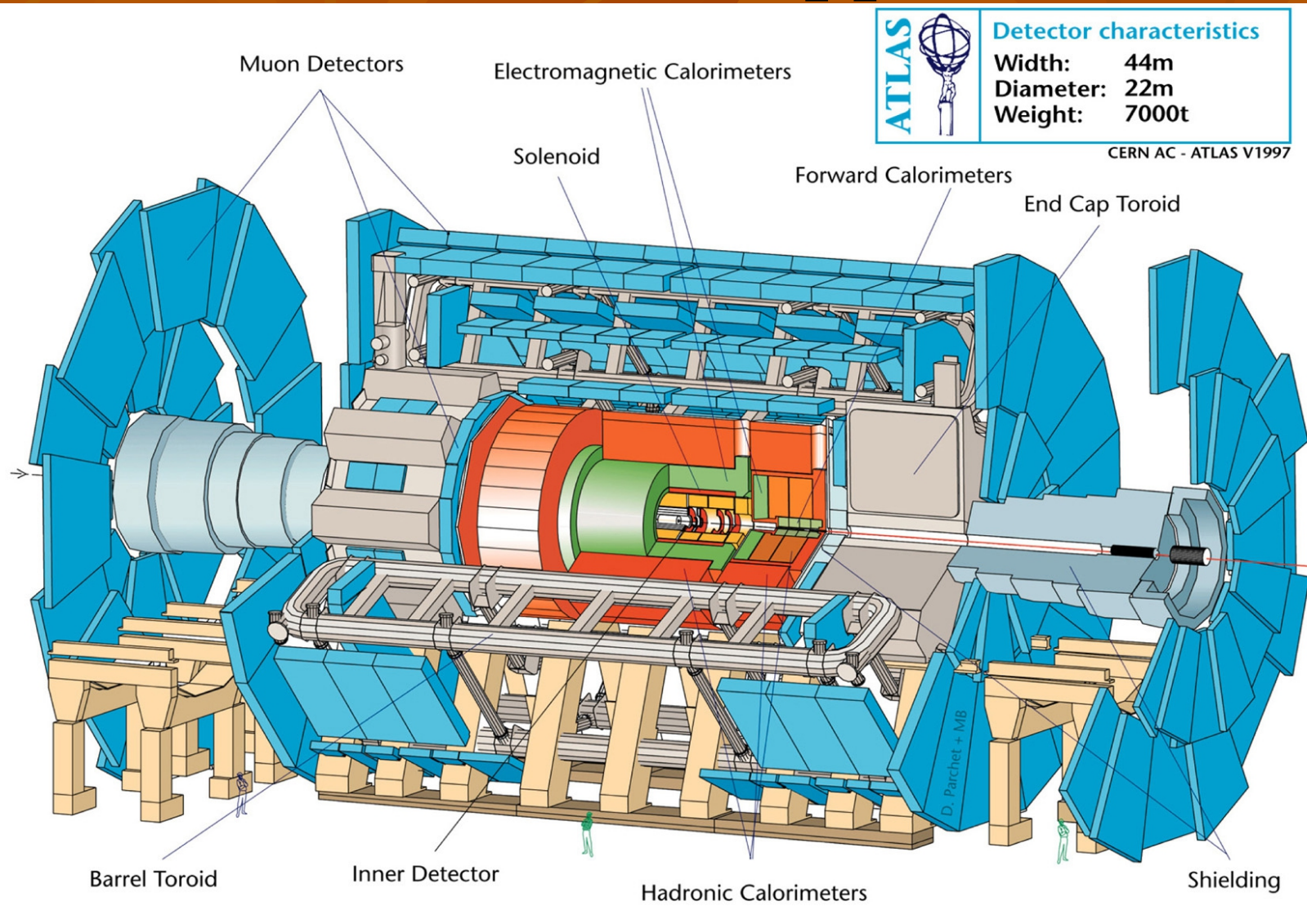
$$[c] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$[\lambda] = 1 \text{ м}$$

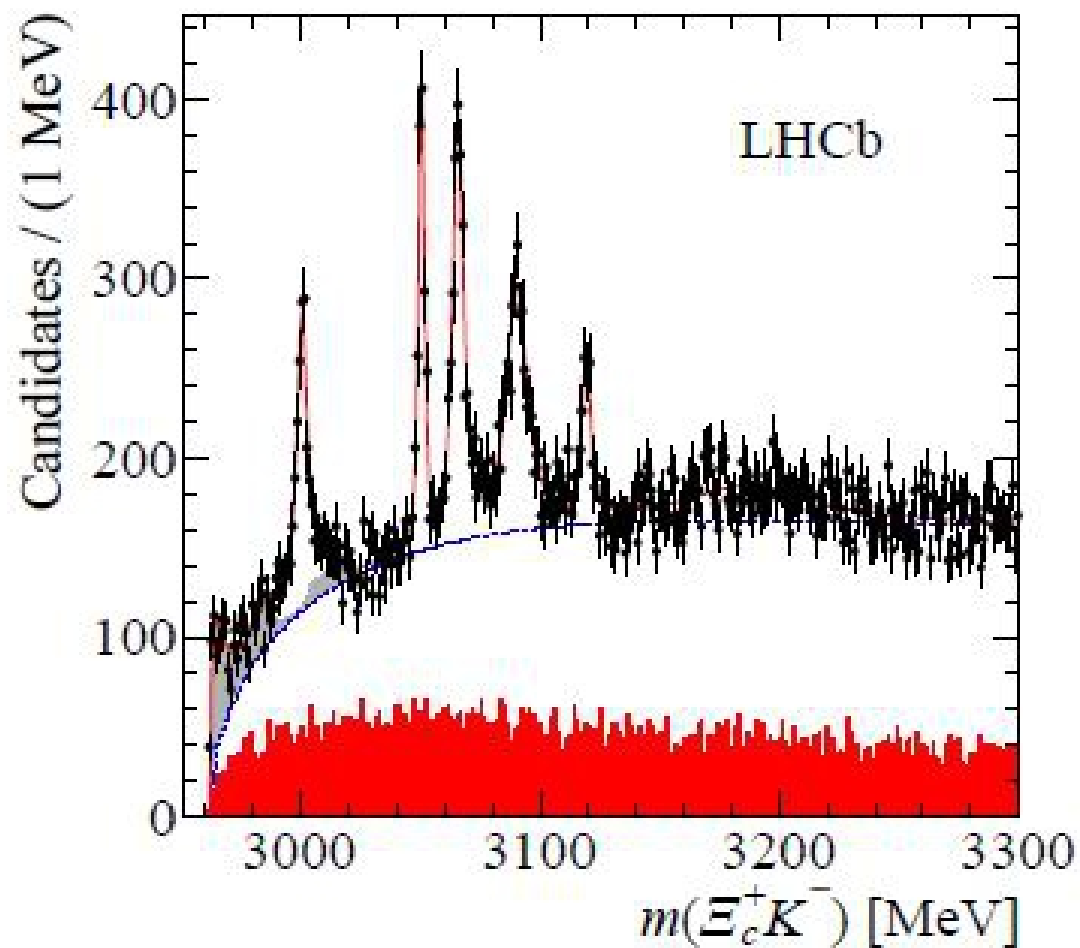
Большой Адронный Коллайдер- самый крупный современный ускоритель



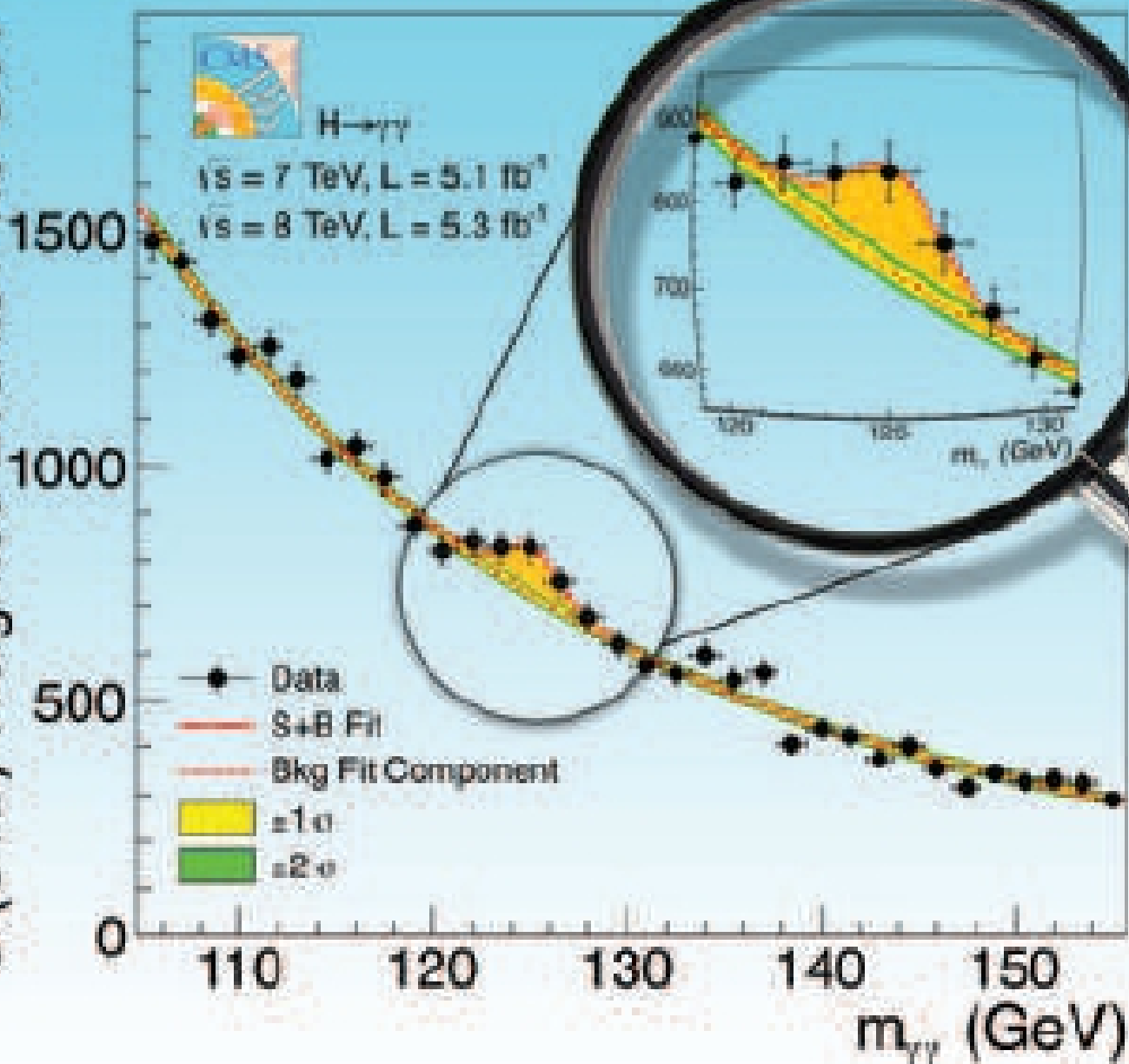
Детектор ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS)



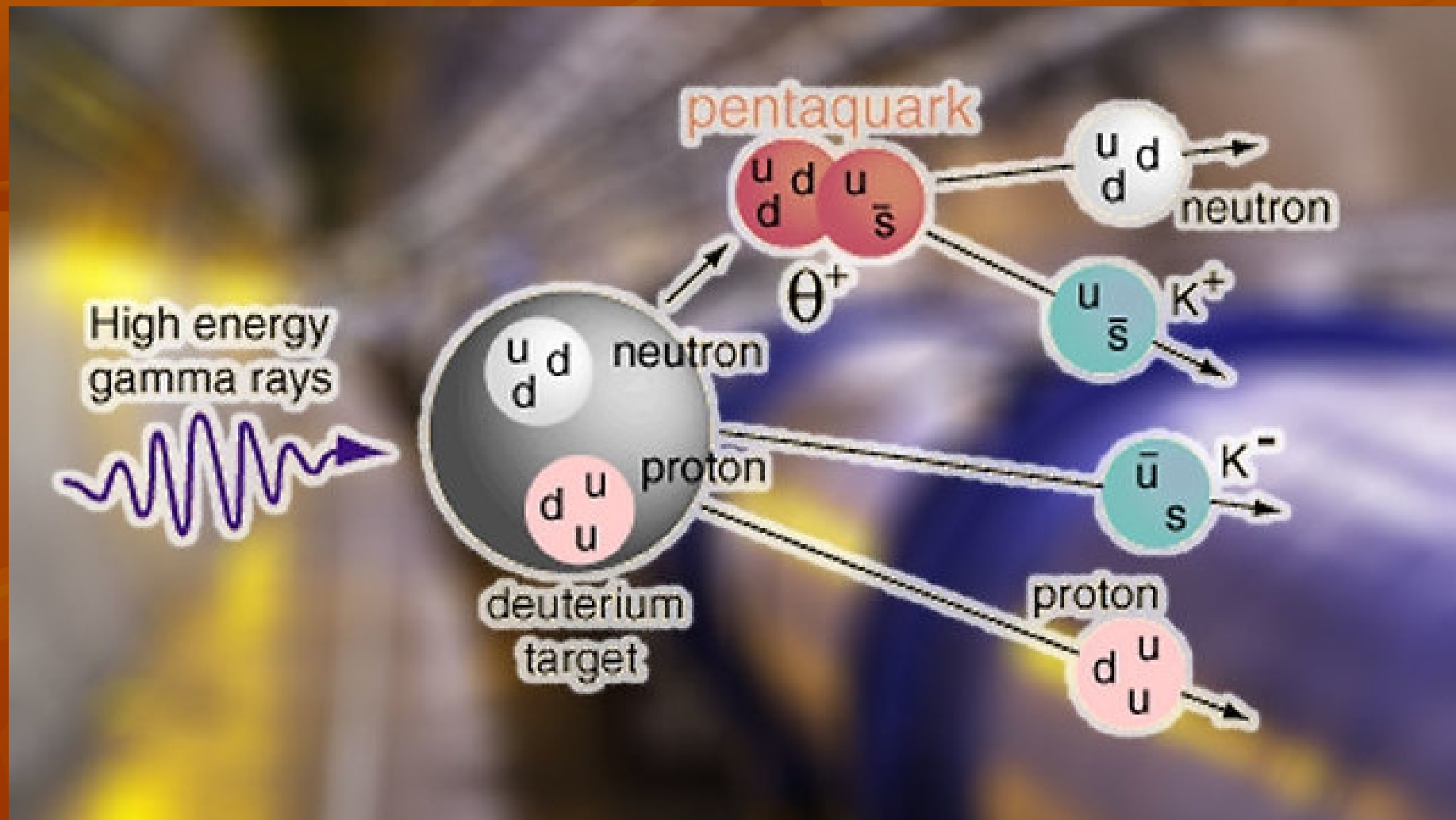
Открытия частиц



$S/(S+B)$ Weighted Events / 1.5 GeV



Пентакварк?



«После LHC»

- Проектный срок работы коллайдера-до 2022-23 гг. Что дальше?

HL-LHC, NICA, ILC, FCC

Проект NICA



International Linear Collider

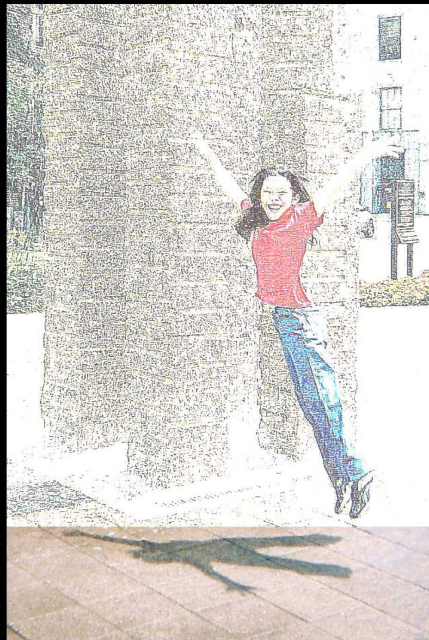
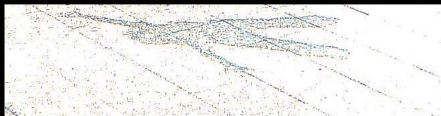
TEV $\rightarrow$ LHC $\rightarrow$ ILC

E
↑

LHC

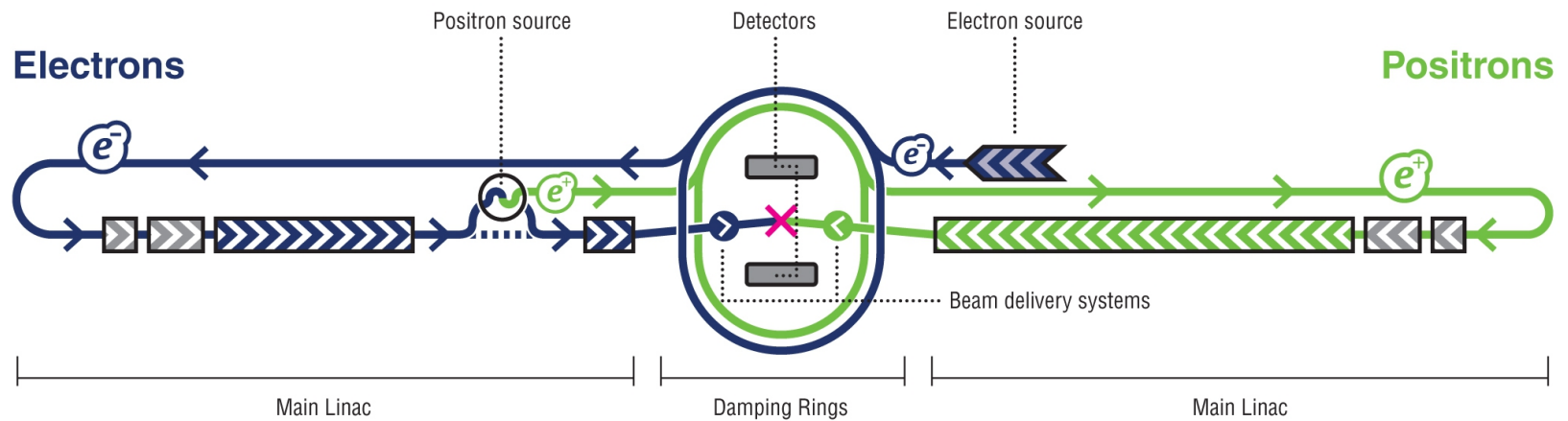
ILC

Tevatron
HERA
LEP2

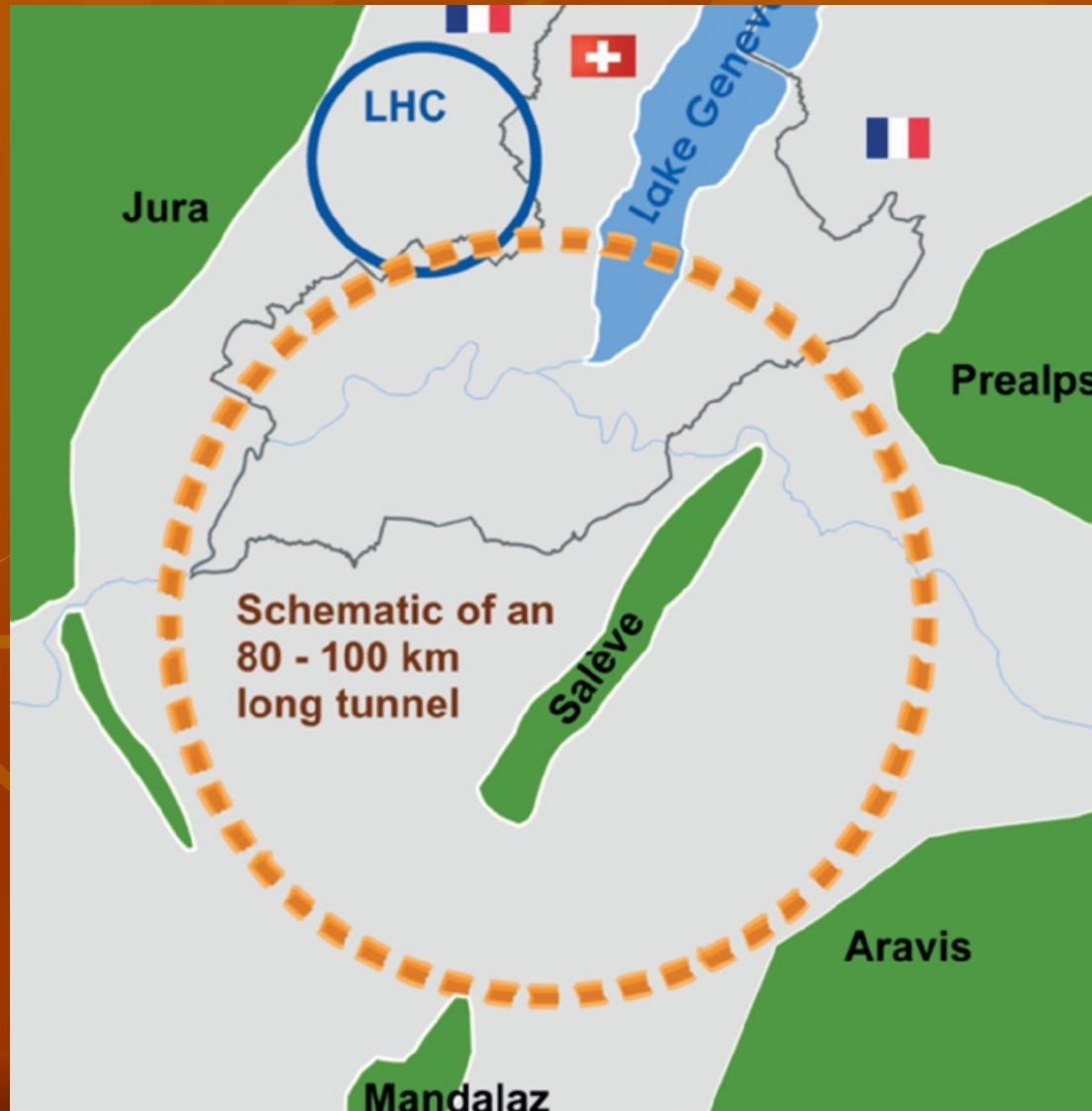


→
Precision

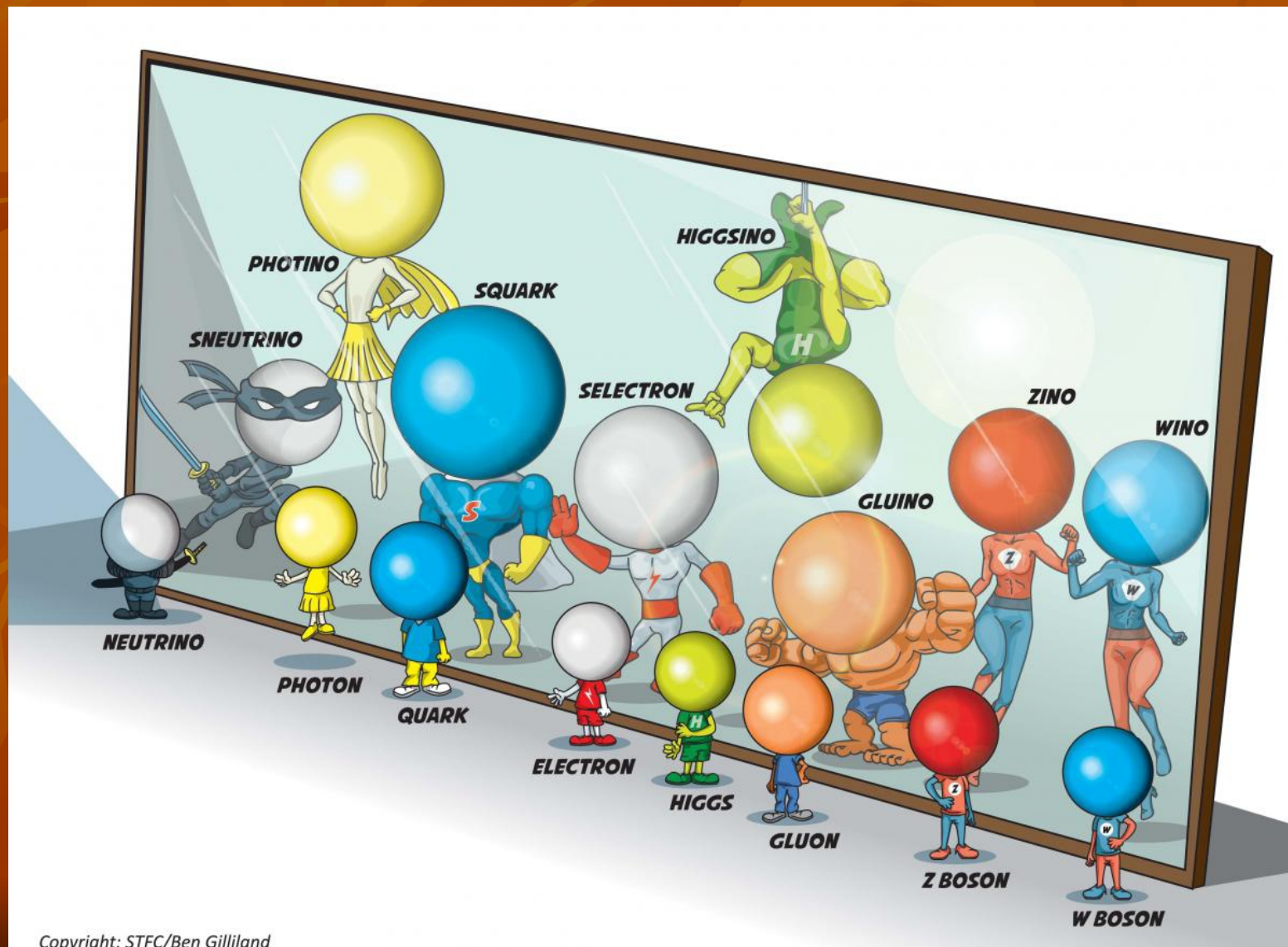
International Linear Collider



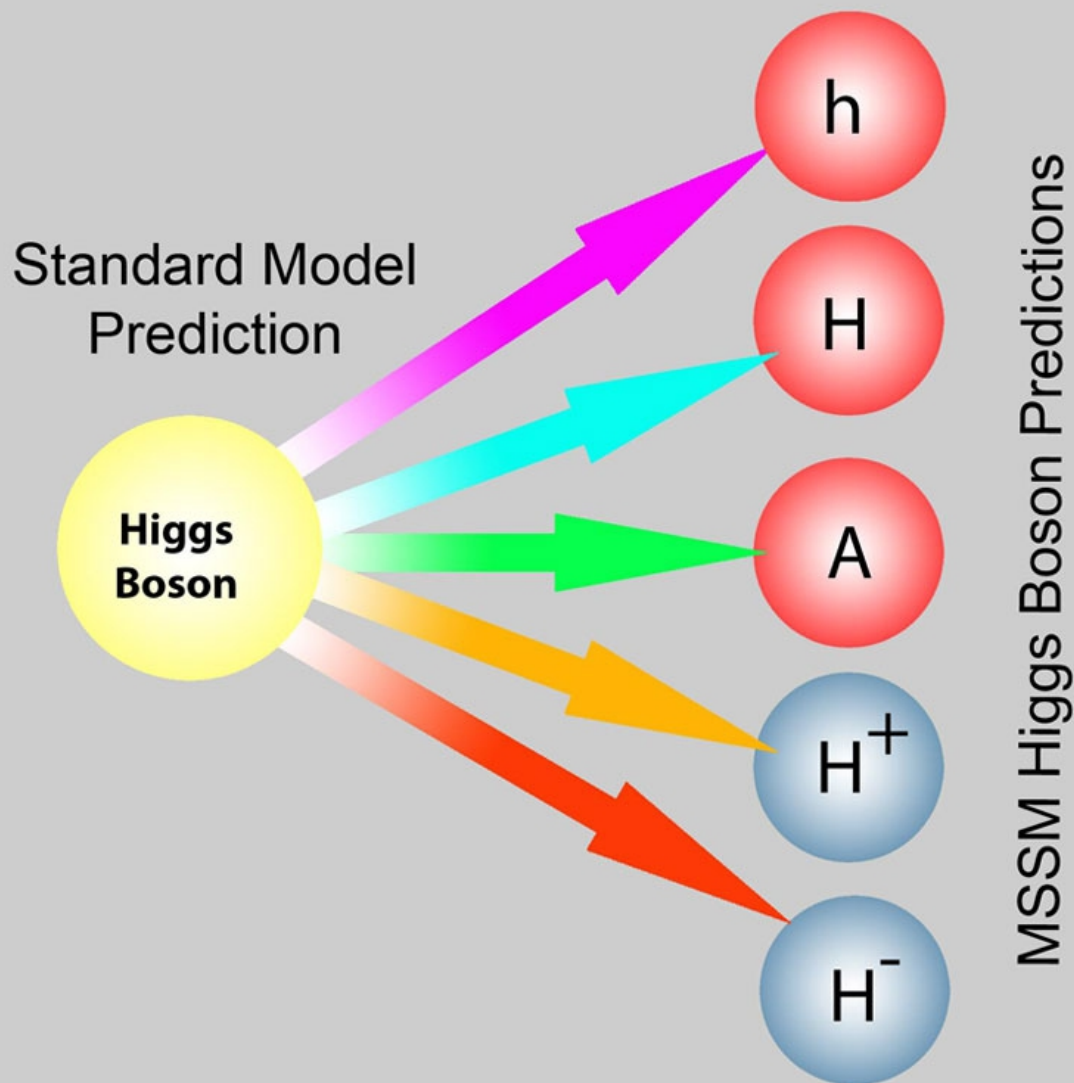
Future Circular Collider



Суперсимметричные частицы



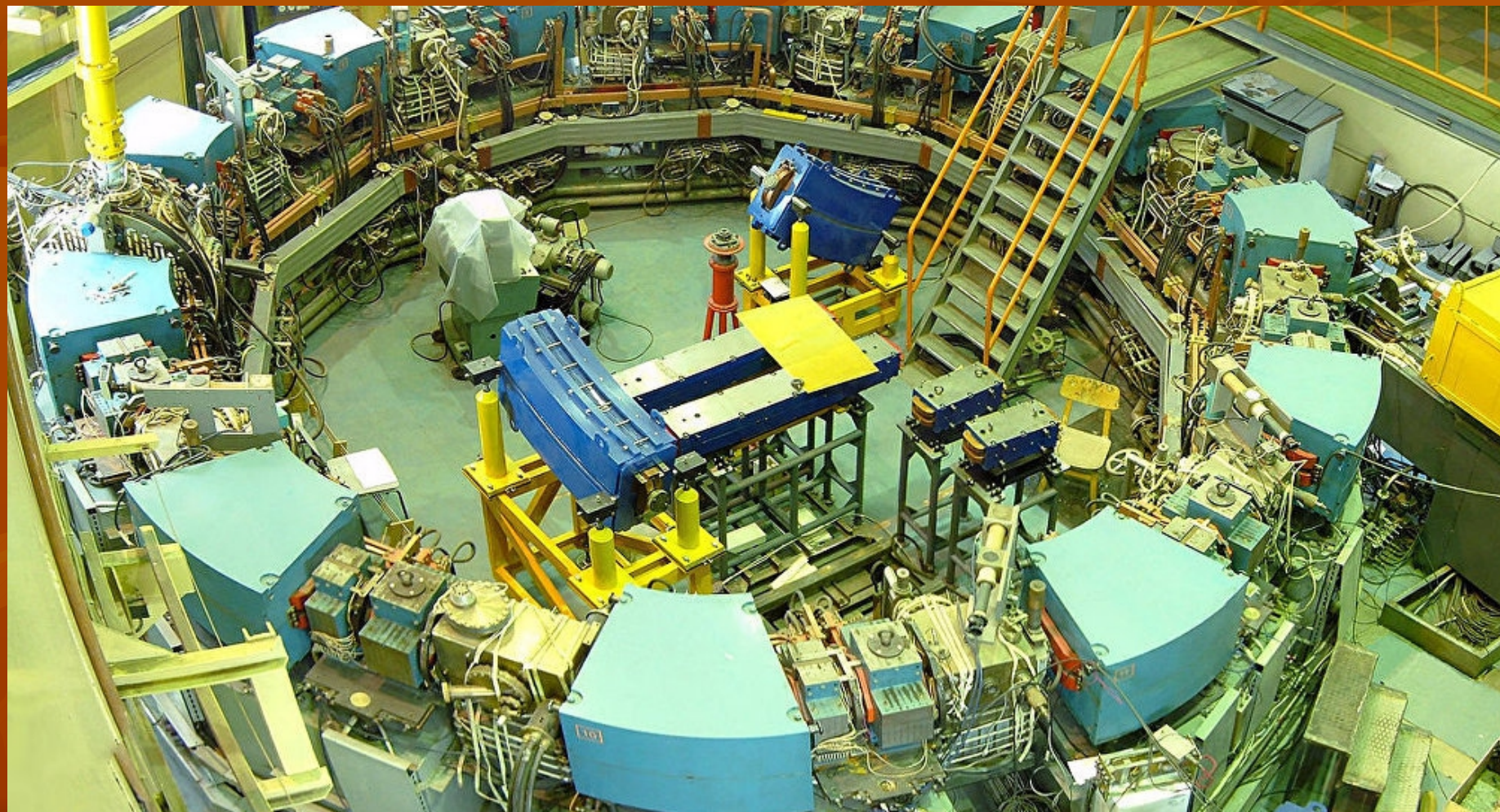
Стандартная модель



Супер-Хиггс (700 ГэВ)?

- Первые сообщения о возможном открытии сверхтяжёлой частицы появились осенью 2015 г.
- Совместный анализ данных с детекторов ATLAS и CMS при высокой светимости не продемонстрировал наличие частицы в этом диапазоне

«Низкие энергии»



Нейтринная физика



Muon Spectrometer

Muon

Neutrino

Hadronic Calorimeter

Proton

Neutron

The dashed tracks are invisible to the detector

Electromagnetic Calorimeter

Electron

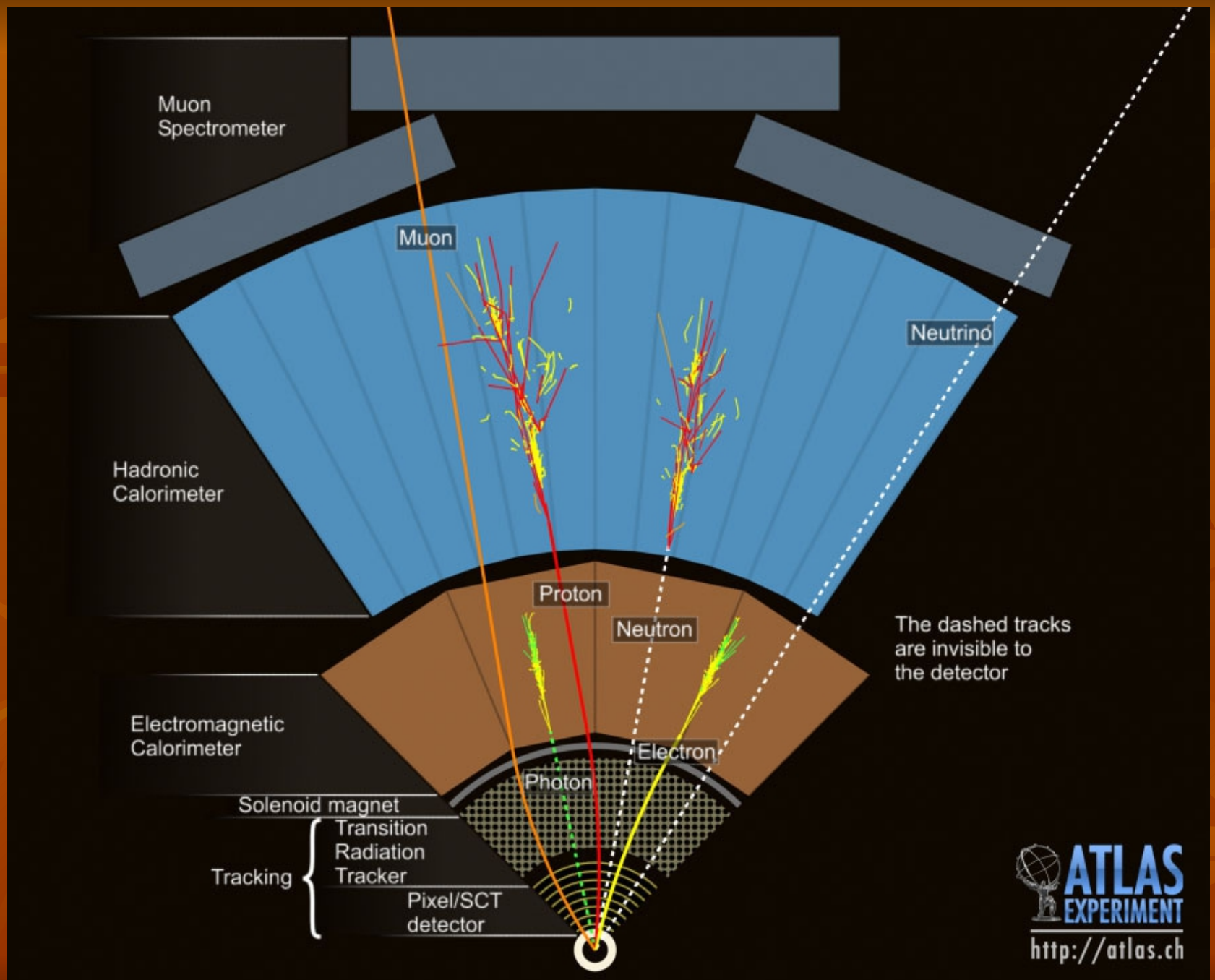
Photon

Solenoid magnet

Tracking

Transition
Radiation
Tracker

Pixel/SCT
detector



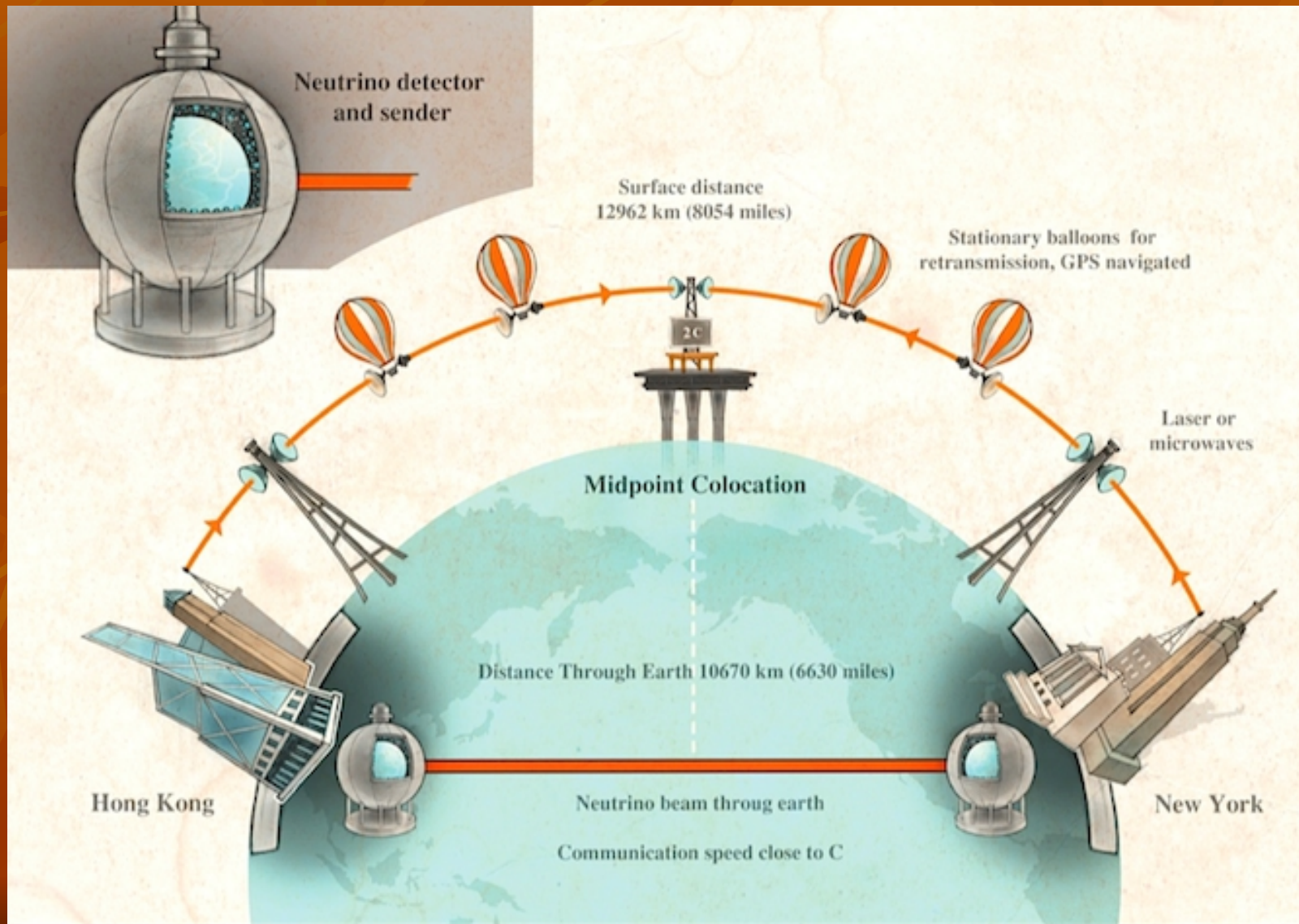
Главная особенность

- Чрезвычайно малая вероятность взаимодействия с веществом. Нейтрино способно проходить в относительно плотной среде космические расстояния, не взаимодействуя.

**1 million neutrinos/day
per banana**



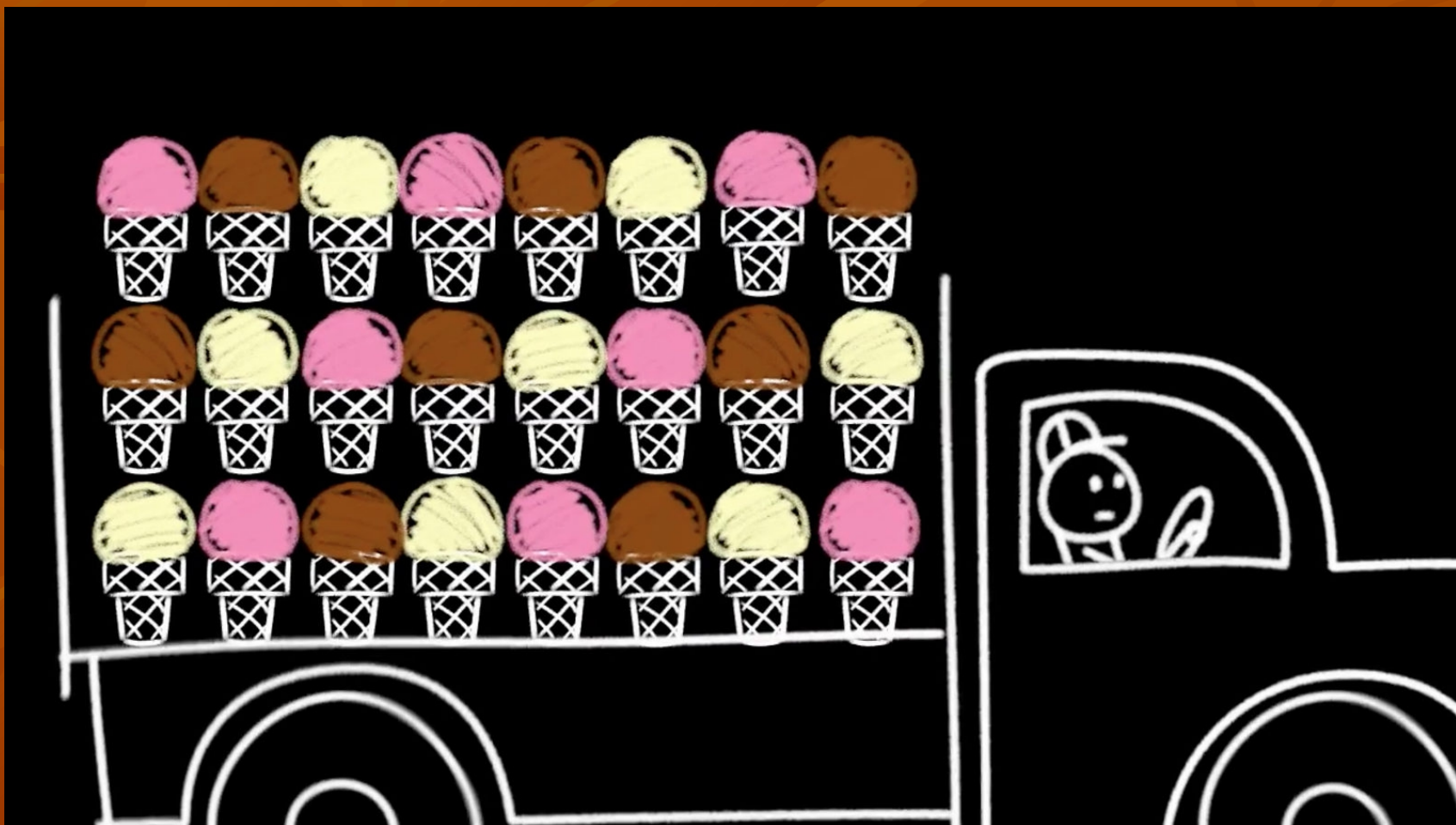
Средство связи?



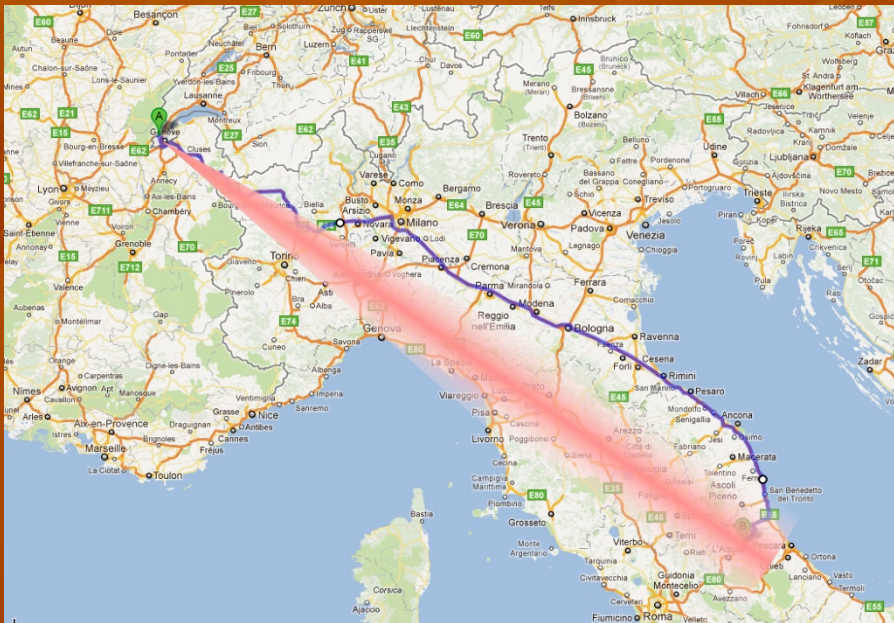


Полкило нейтрино?
Да я даже не знаю,
сколько весит одно!

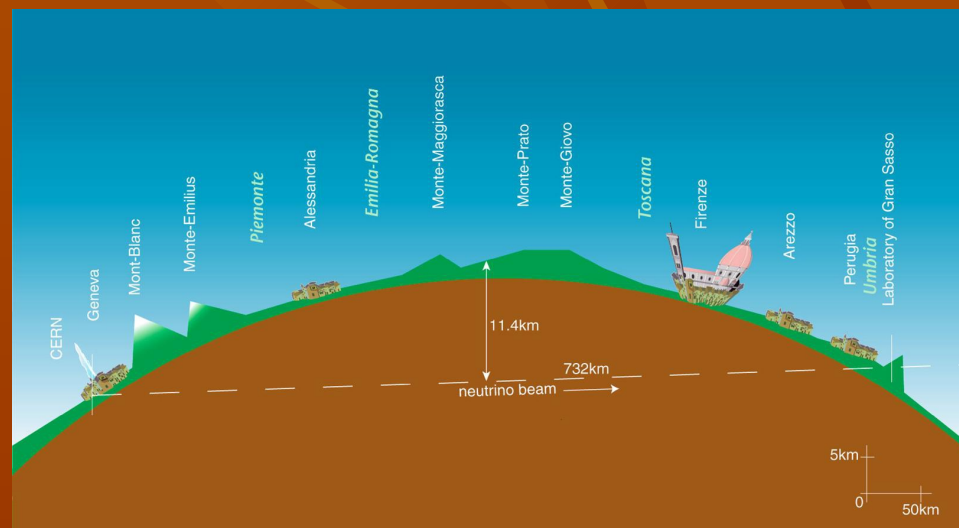
Осцилляции нейтрино



Осциляции



OPERA, Nova
LBNL



Эксперимент NOvA (результаты 2014-15 гг.)

NOvA

A broad physics scope

Using $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$, $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e$...

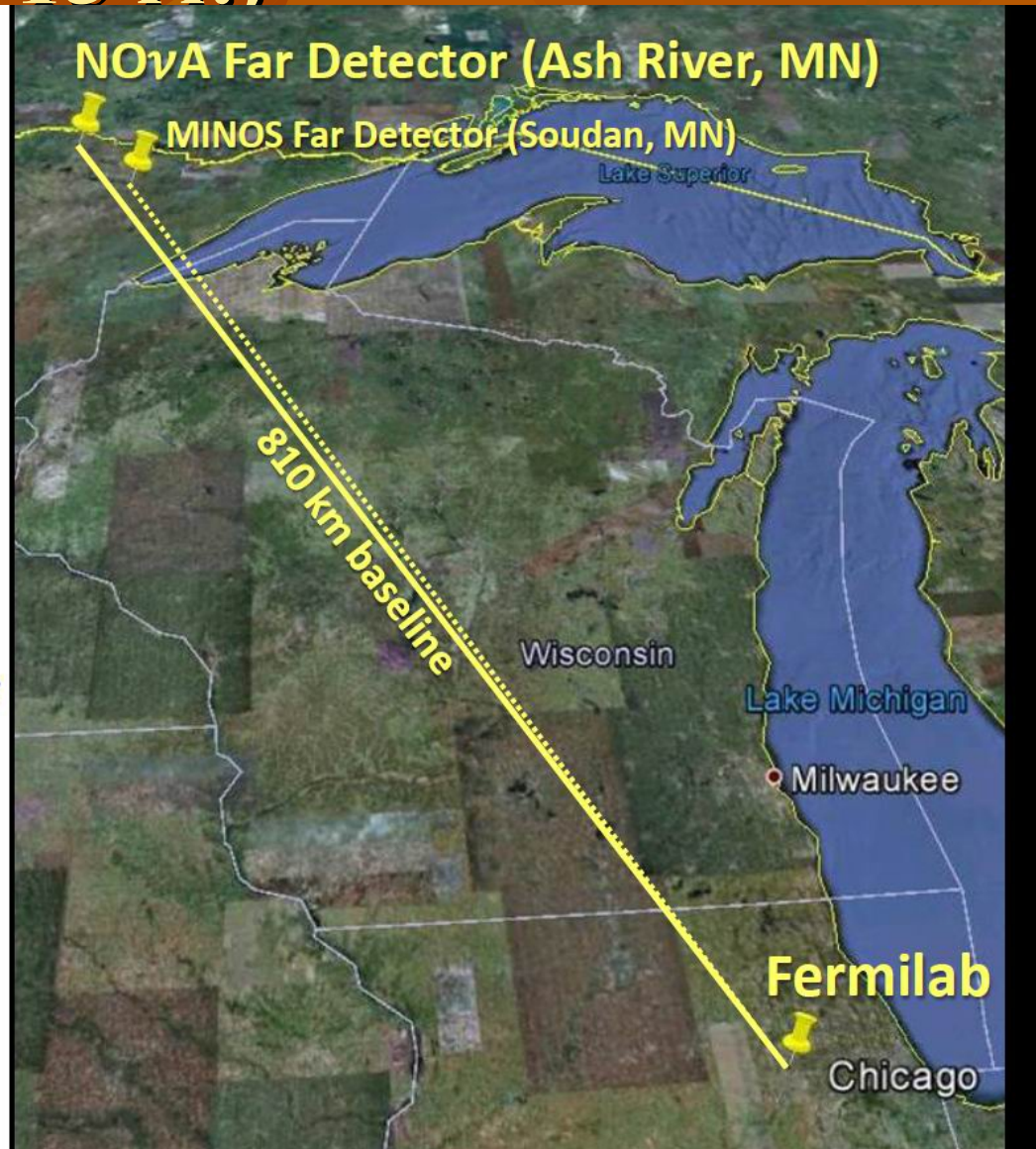
- Determine the ν mass hierarchy
- Determine the θ_{23} octant
- Constrain δ_{CP}

Using $\nu_\mu \rightarrow \nu_\mu$, $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_\mu$...

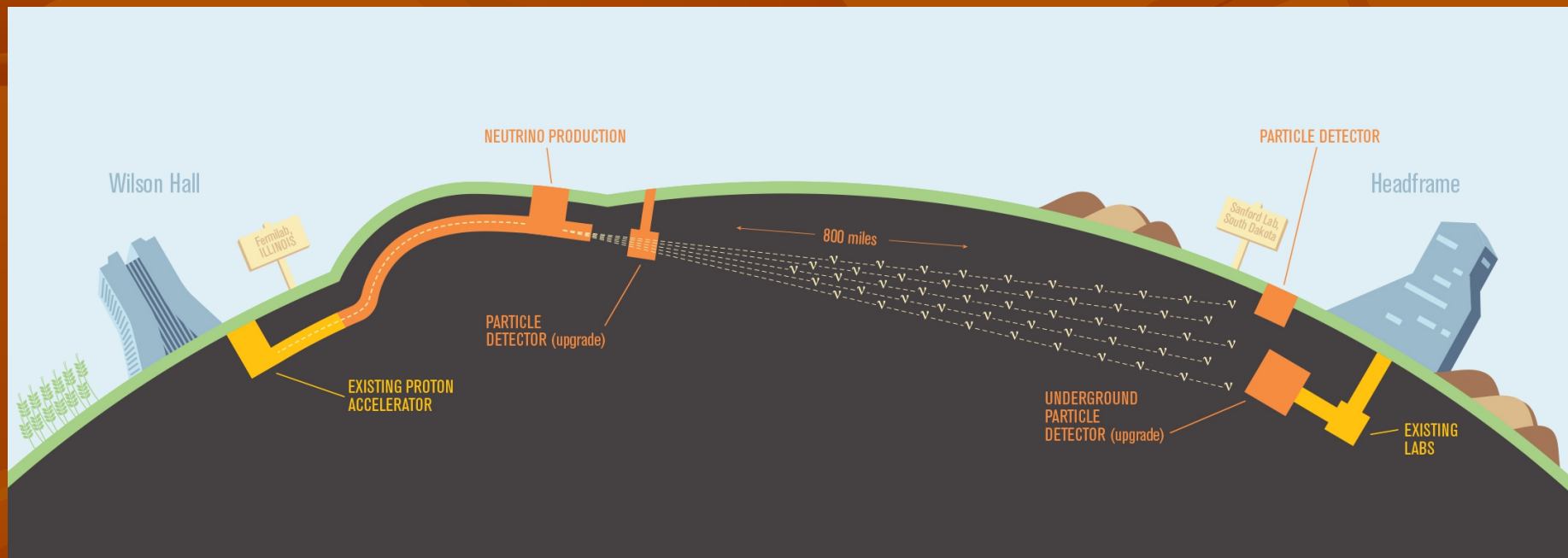
- Precision measurements of $\sin^2 2\theta_{23}$ and Δm_{32}^2 .
(Exclude $\theta_{23} = \pi/4$?)
- **Over-constrain** the atmos. sector
(four oscillation channels)

Also ...

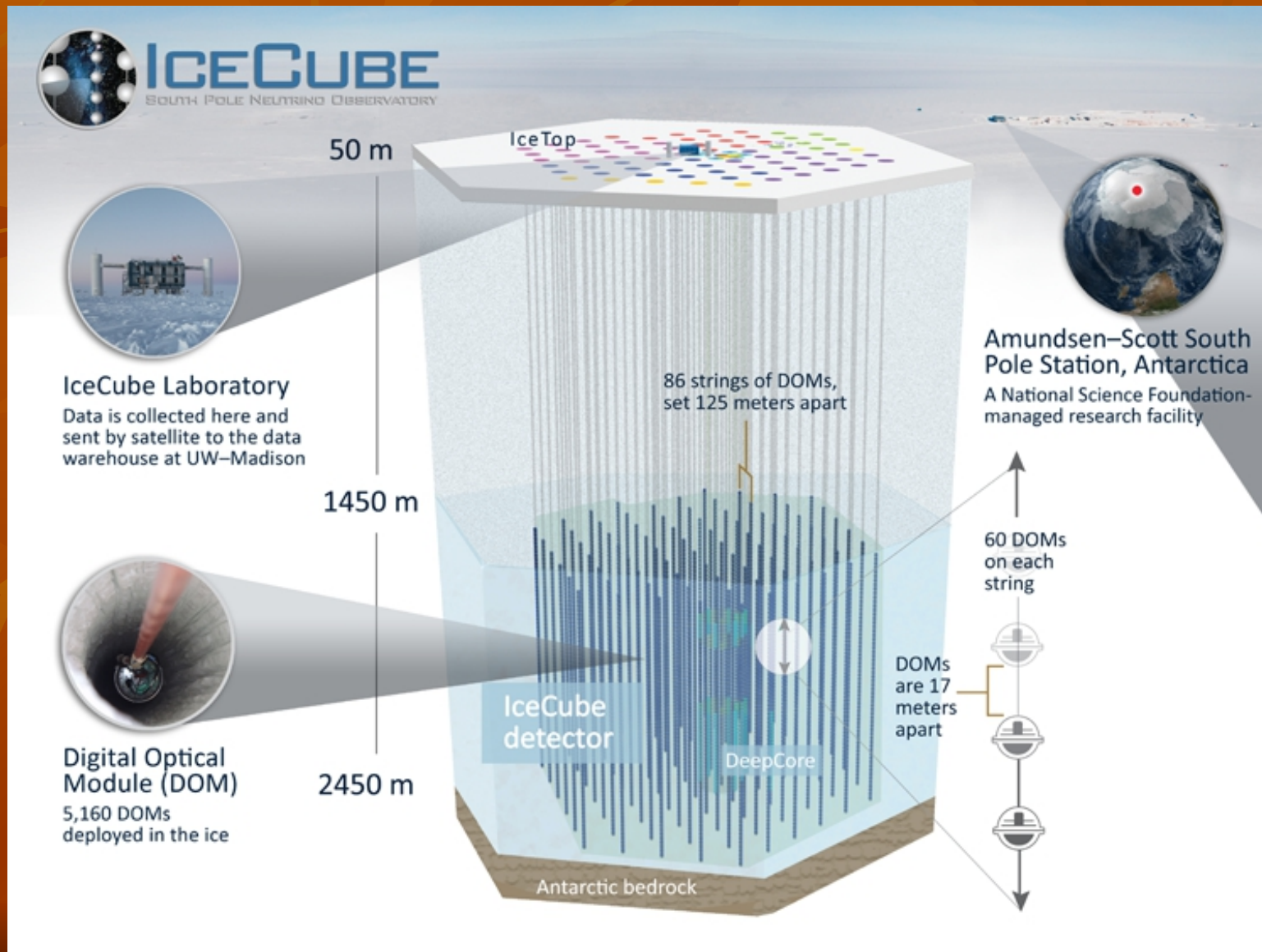
- Neutrino cross sections at the NOvA Near Detector
- Sterile neutrinos
- Supernova neutrinos
- Other exotica



Эксперимент DUNE



Детектор IceCube



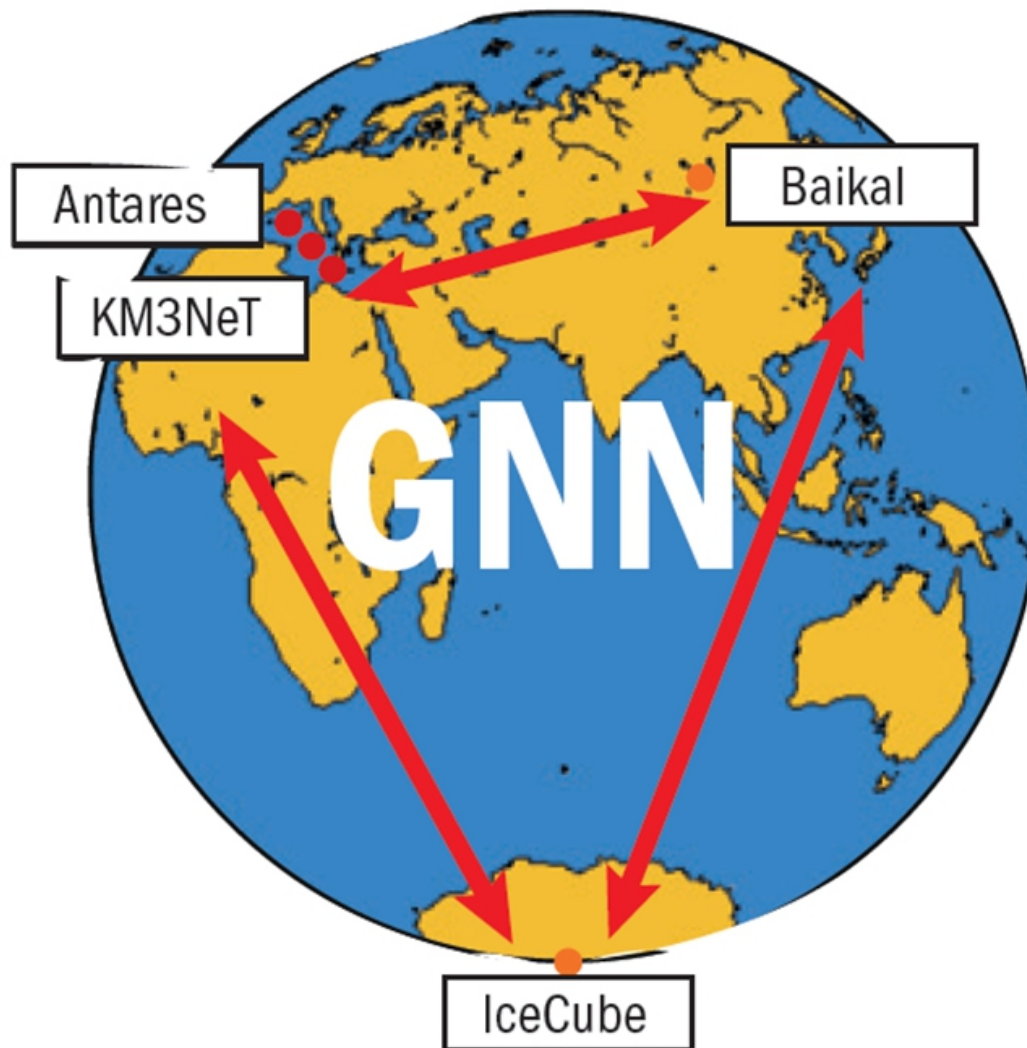
Проект Байкал-GVD



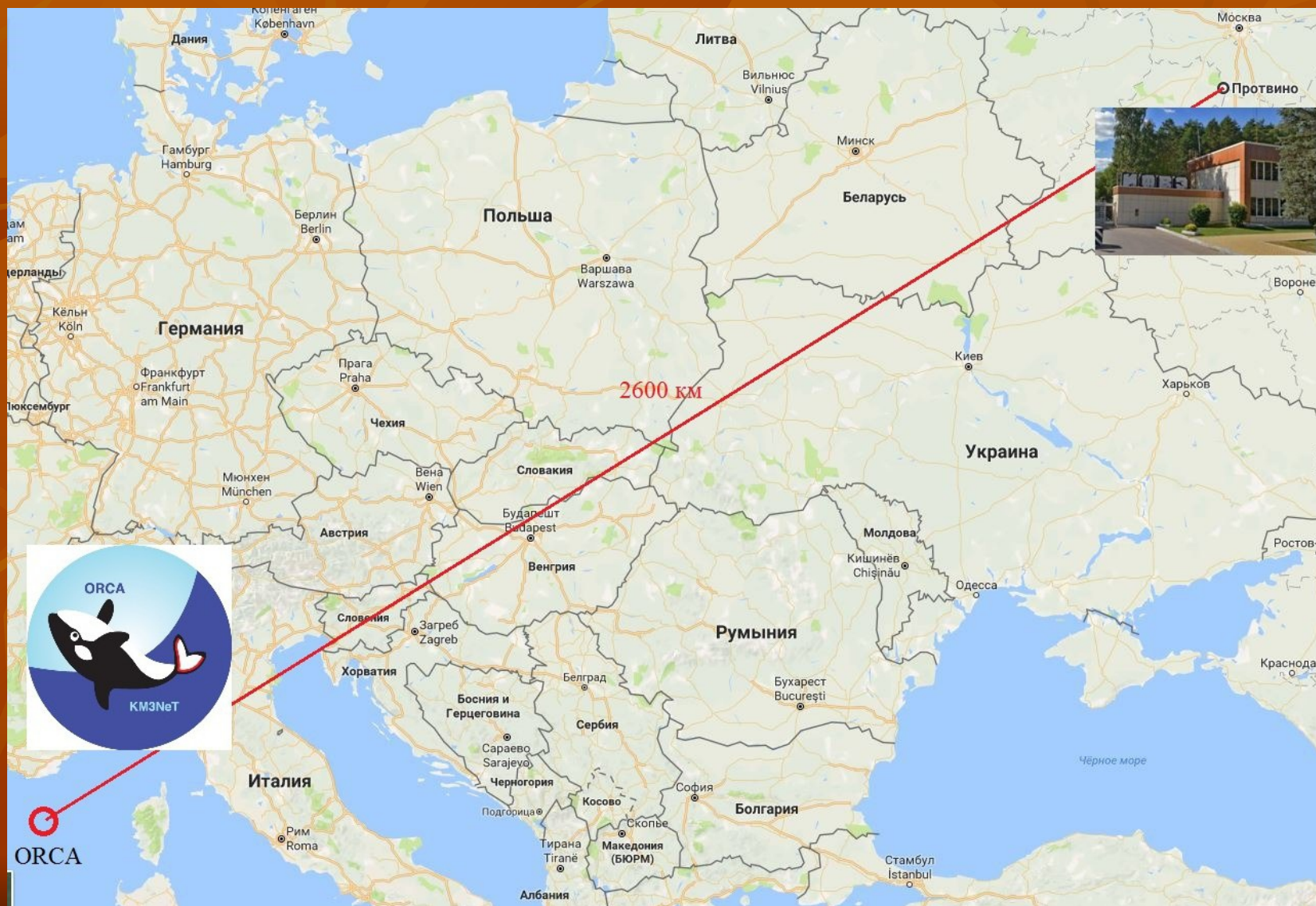
Проект KM3Net



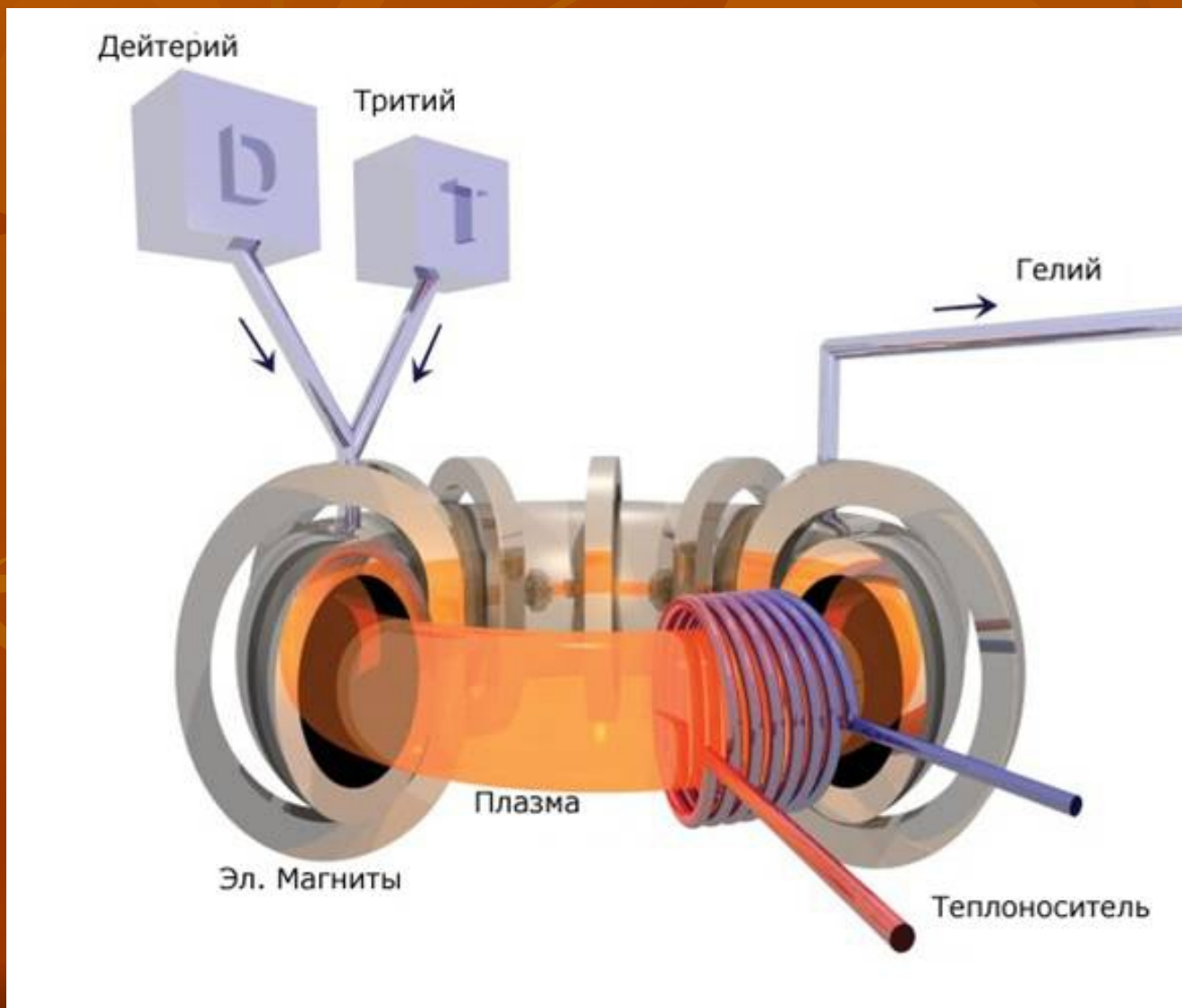
К 2022 году?



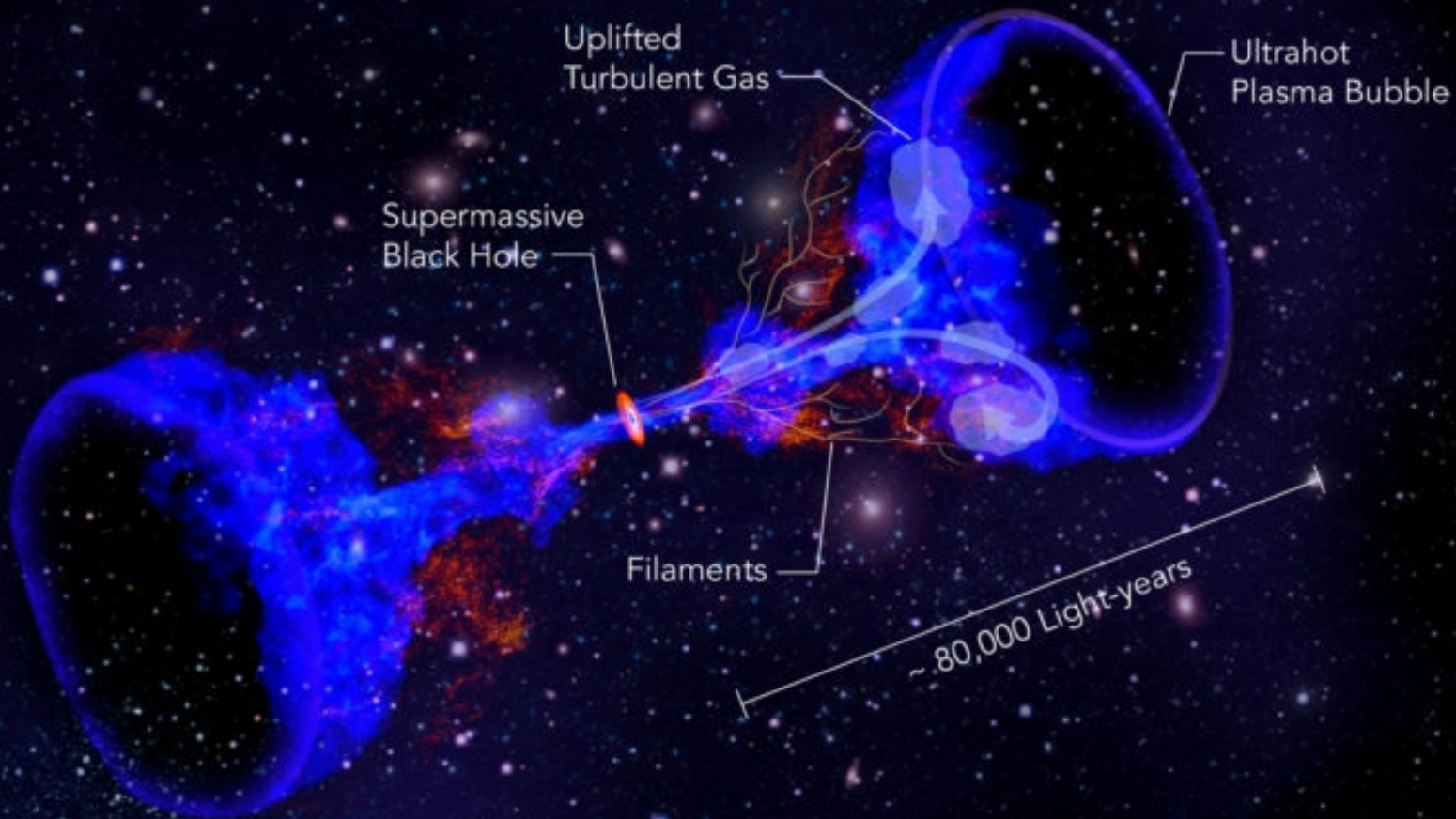
Проект Р2О



Термоядерный синтез



Космические ускорители



Космический «долгострой»



Актуальные вопросы

- Структура вещества на более глубоком уровне-нуклоны,кварки...?
- Нейтрино
- Удалённые астрофизические объекты
- Масса частиц
- Гравитация
-

И ещё больше информации...

- «От кварка до квазара» в соцсети ВКонтакте
https://vk.com/quark_quasar

«Ядерная физика в интернете»:

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/>