

# Анализ данных, собранных на детекторе LHCb (CERN)\*

Денис Деркач

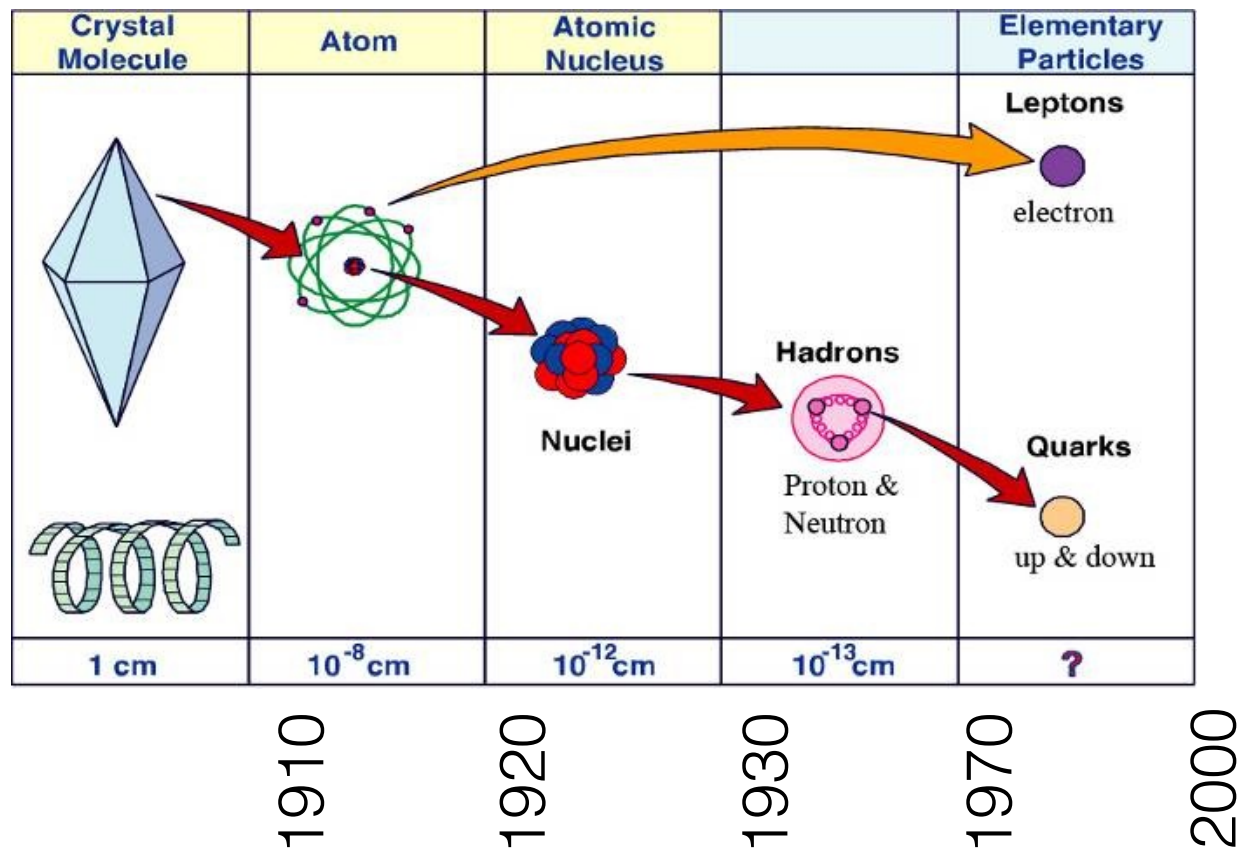
ФКН Высшая школа экономики  
Школа Анализа Данных Яндекса

\*Задачи доступны с января

# CERN

Церн основан в 1954 году для изучения физики частиц (и не только).

Для уточнения теорий приходится смотреть на всё более и более мелкие объекты — надо или подходить ближе (например, SHIP) или «бросать» сильнее (например, LHC).



Before the particle accelerator

Нужны удары посильнее...  
...и фотоаппарат получше.

# Large Hadron Collider (LHC, БАК)

Окончательно открыт в 2010 году,  
открылся после апгрейда в 2015.

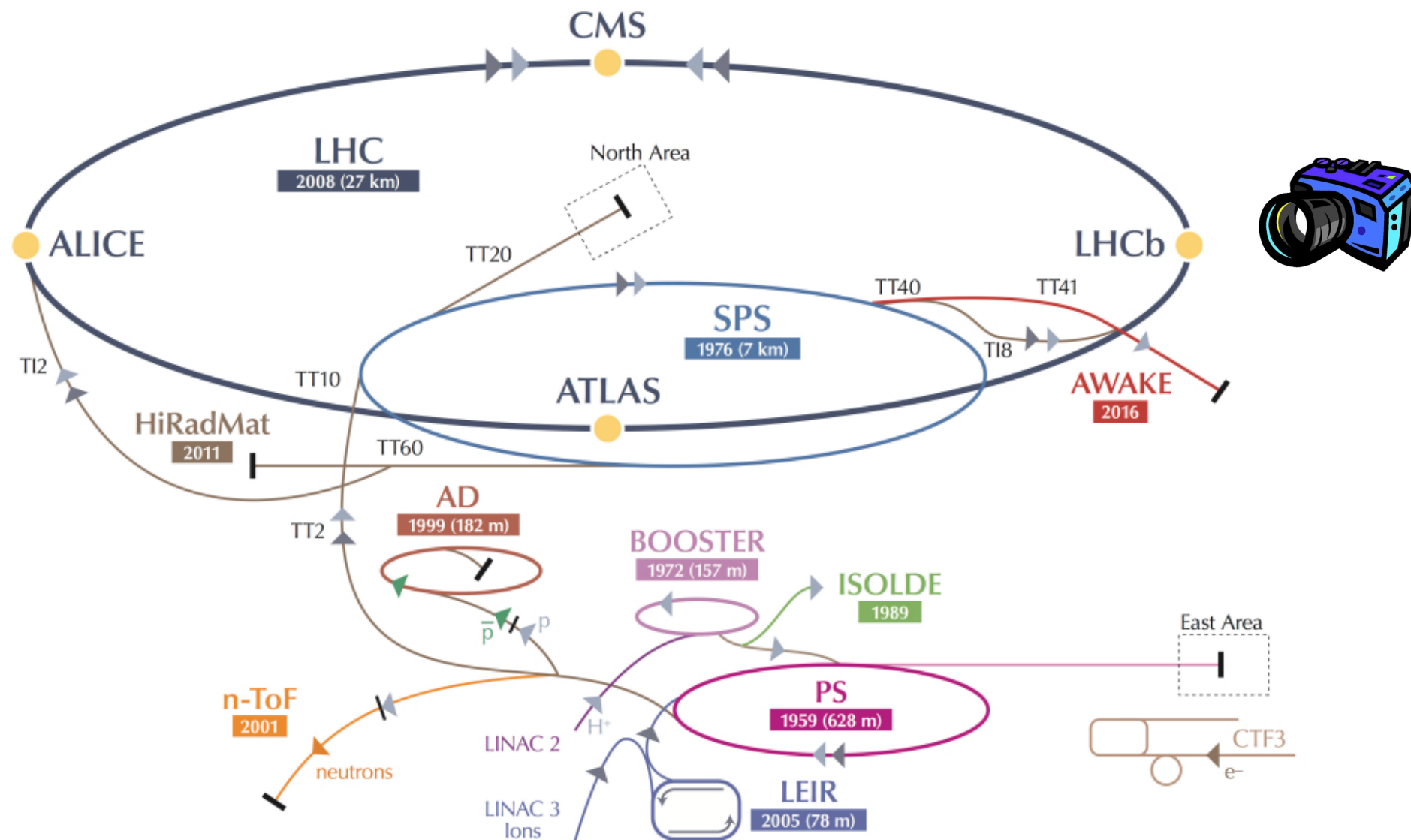


Quantity	Number
Circumference	26 659 m
Dipole operating temperature	1.9 K (-271.3°C)
Number of magnets	9593
Number of main dipoles	1232
Number of main quadrupoles	392
Number of RF cavities	8 per beam
Nominal energy, protons	6.5 TeV
Nominal energy, ions	2.56 TeV/u (energy per nucleon)
Nominal energy, protons collisions	13 TeV
No. of bunches per proton beam	2808
No. of protons per bunch (at start)	$1.2 \times 10^{11}$
Number of turns per second	11245
Number of collisions per second	1 billion

Нужны удары посильнее...  
...и фотоаппарат получше.



# CERN's Accelerator Complex



▶ p (proton) ▶ ion ▶ neutrons ▶  $\bar{p}$  (antiproton) ▶ electron ▶  $\leftrightarrow$  proton/antiproton conversion

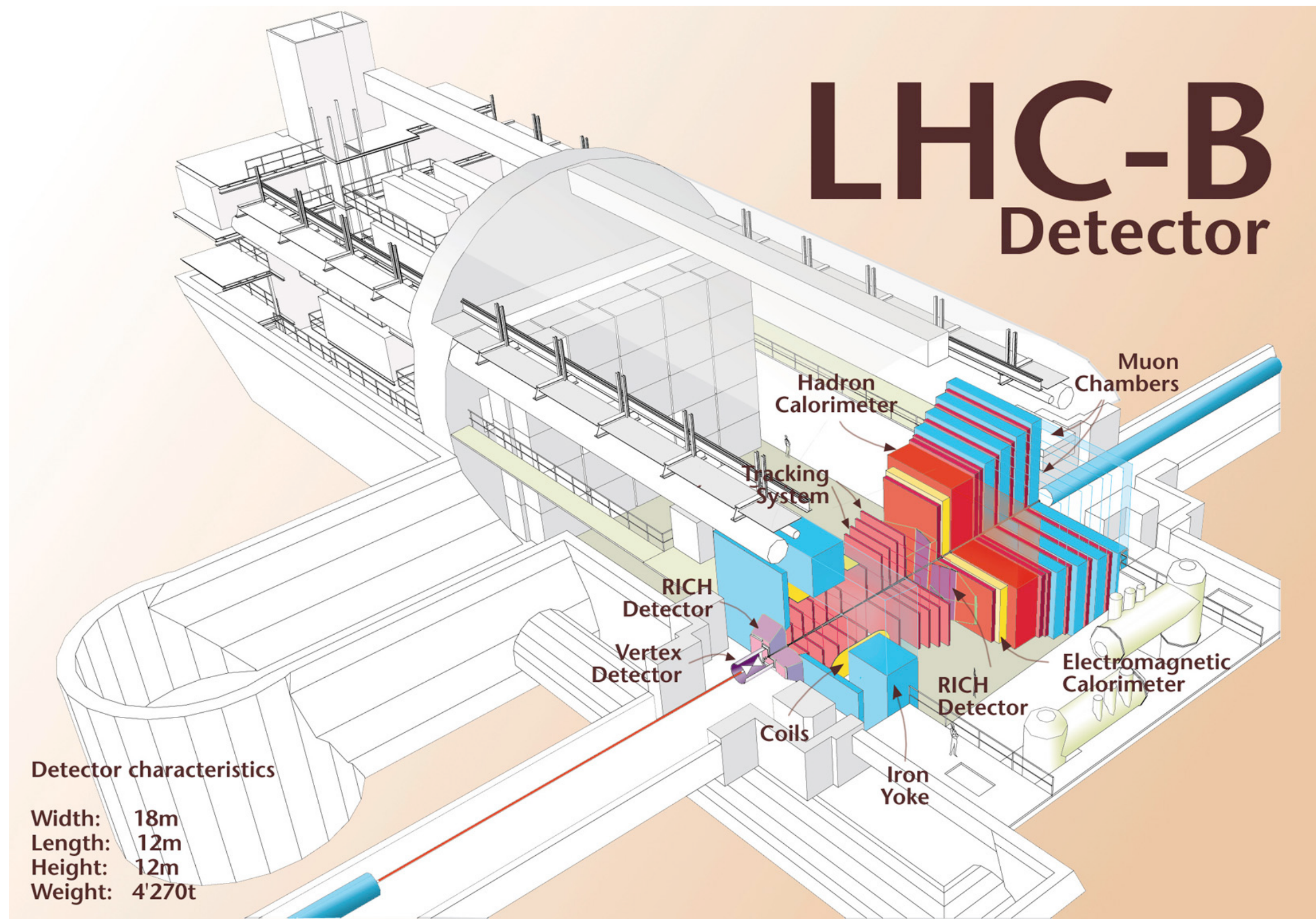
LHC Large Hadron Collider SPS Super Proton Synchrotron PS Proton Synchrotron

AD Antiproton Decelerator CTF3 Clic Test Facility AWAKE Advanced WAKEfield Experiment ISOLDE Isotope Separator OnLine DEvice

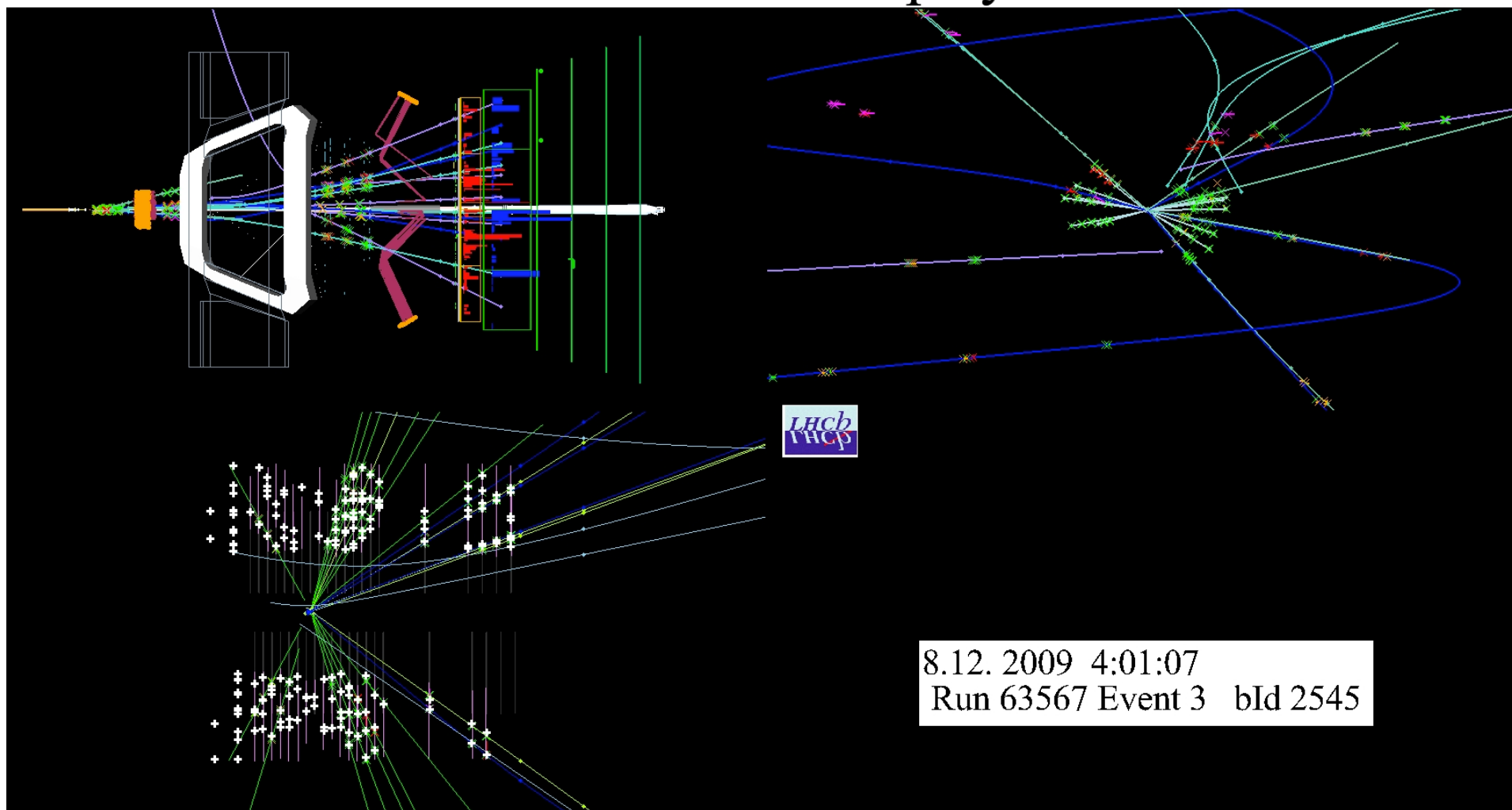
LEIR Low Energy Ion Ring LINAC LINEar ACcelerator n-ToF Neutrons Time Of Flight HiRadMat High-Radiation to Materials



# LHCb experiment



# LHCb Event Display



Отклики разных субдетекторов переводятся в треки, с ними работают аналитики.

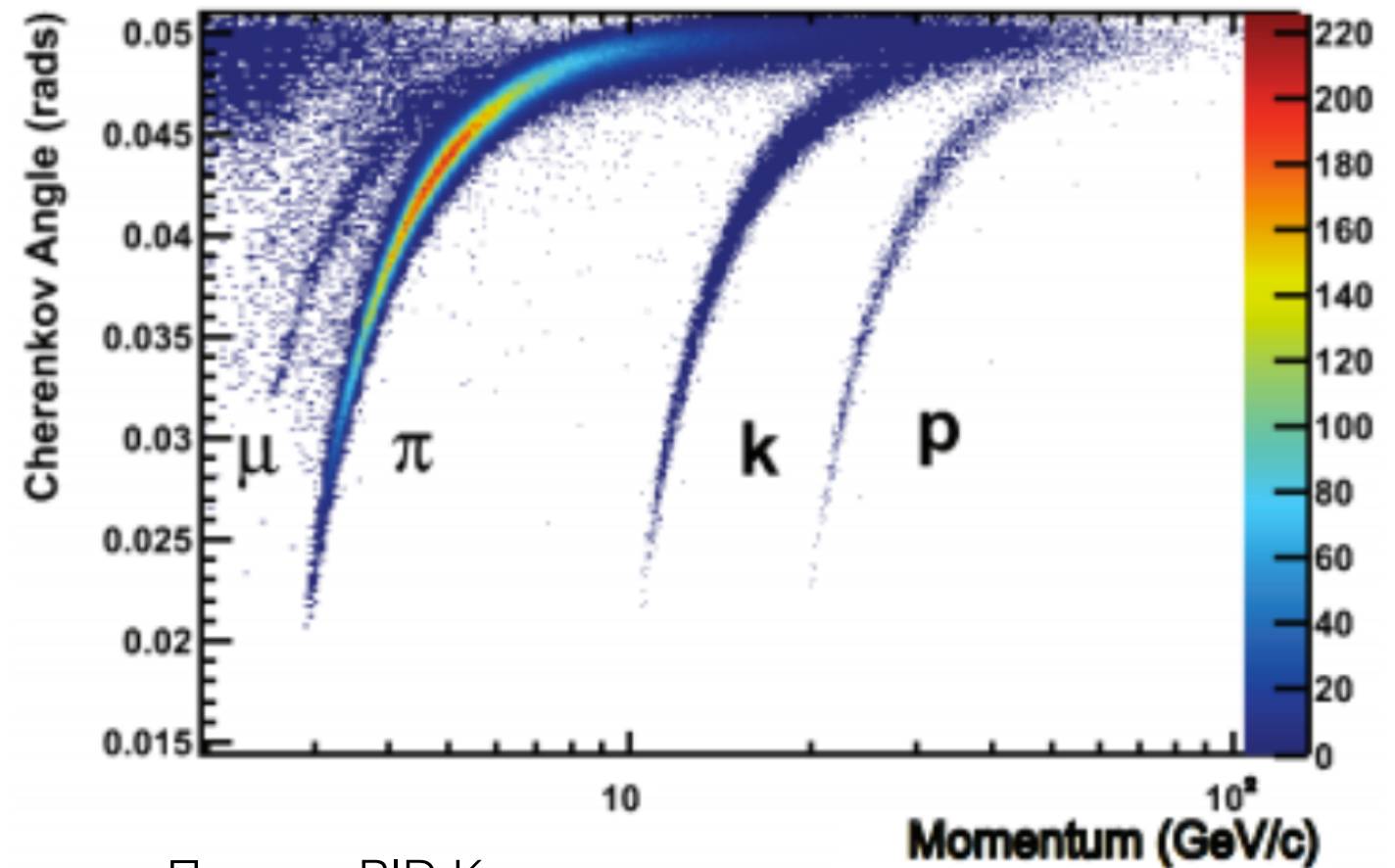
Характеристики трека используются для определения типа частиц и их импульса.

Затем треки комбинируются в материнские частицы.



# Определение типа частиц (Particle IDentification)

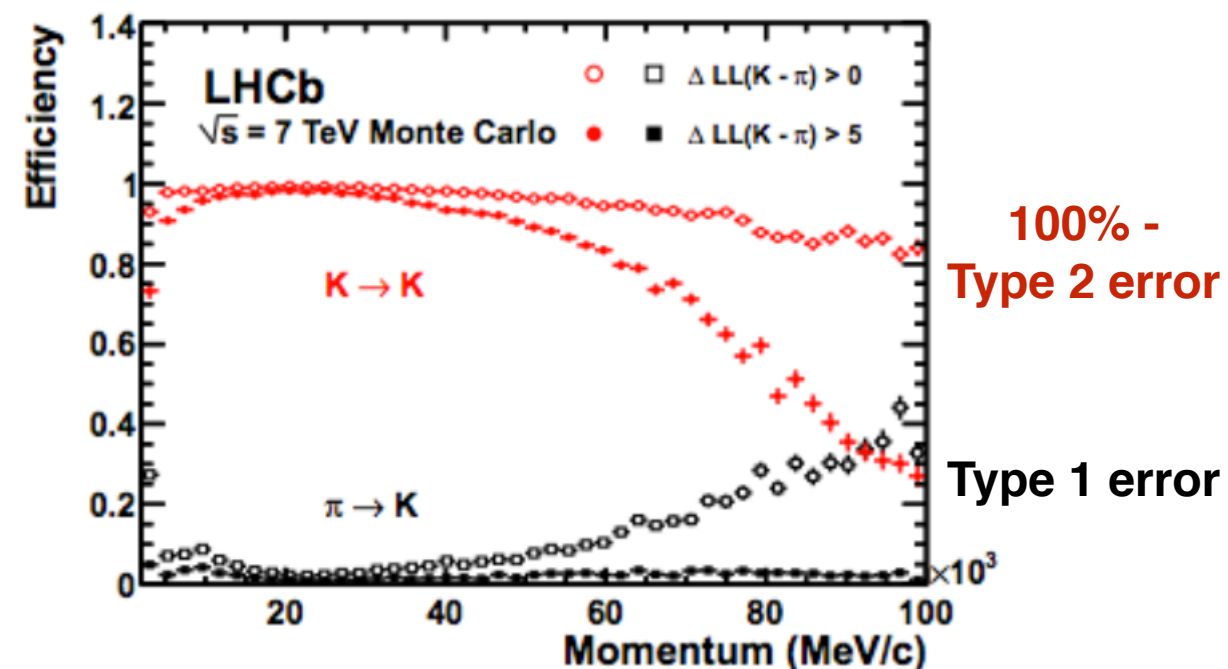
Пример отклика субдетектора



В настоящий момент используется либо метод  $\Delta \log L$ , либо простая нейронная сеть.

**Задача:** используя данные 2015 года научиться отличать 4 базовые частицы с высокой эффективностью даже для высоких импульсов.

Пример PID K



**Время:** год

**Необходимые знания:** C++ или python, основы машинного обучения, sklearn.

\*Задача доступна с января

# High Energy Physics (HEP) data flow perspective

