

# Технологии регистрации заряженных частиц, сбор и анализ данных детекторов в ФВЭ

Бордулев Юрий

# План

1

Введение. БАК.  
Atlas. Мюонный  
спектрометр

2

Триггерные и  
прецизионные  
камеры

3

Ядерная  
электроника

4

Мюонный стенд  
для  
тестирования  
новых камер

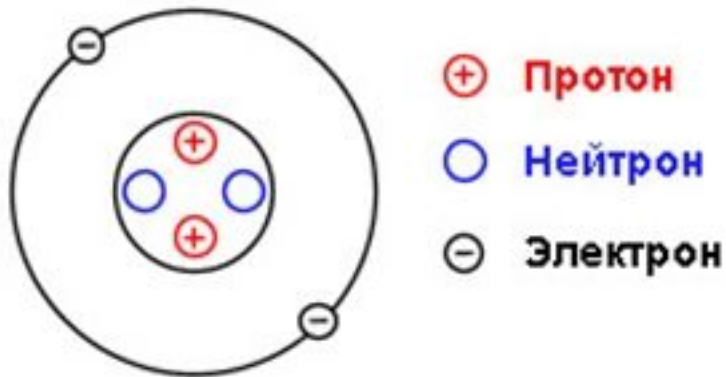
5

VMM. VMMT.

6

Root.

# Введение. Из чего все состоит?



А также: нейтрино, мюоны, мезоны, ....

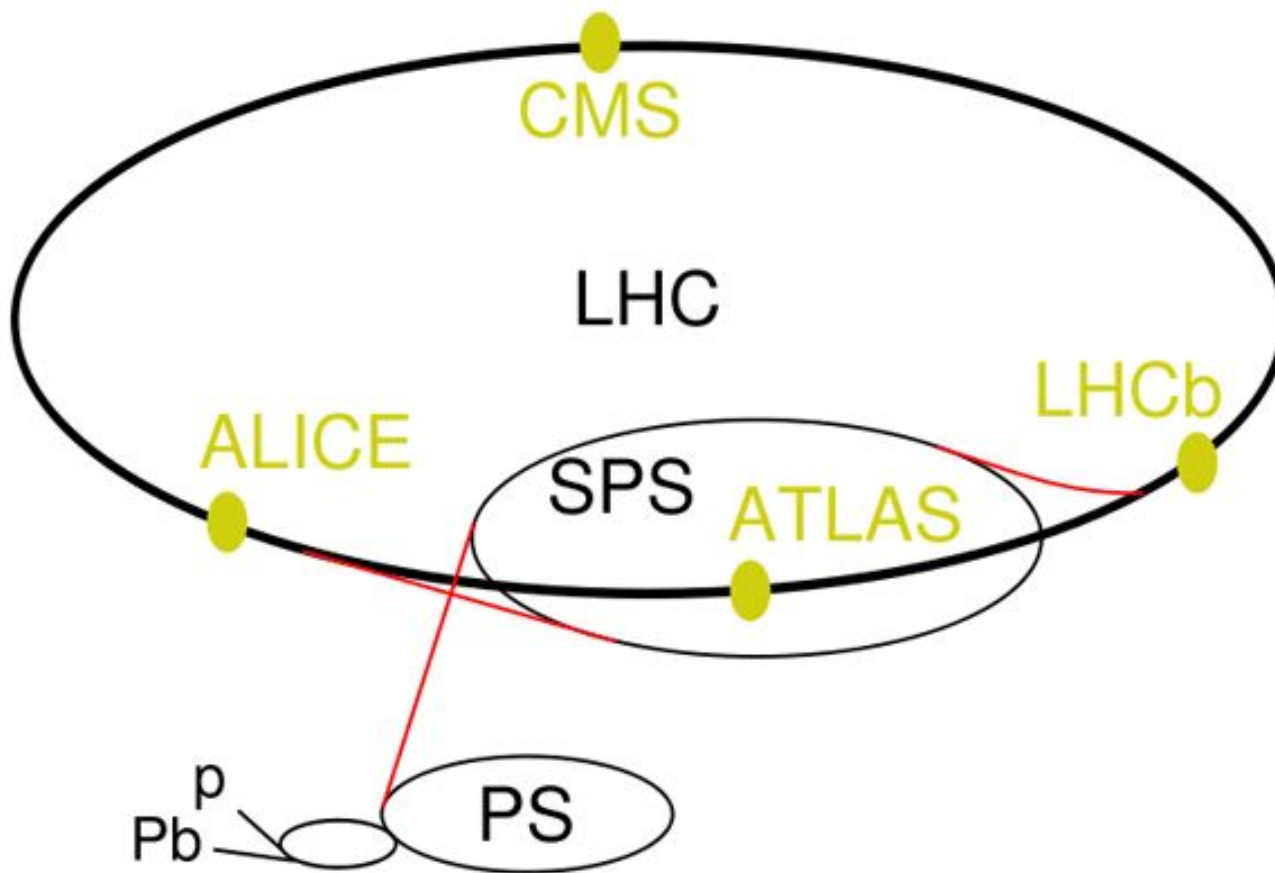
Как разобраться?

# Введение. Стандартная модель

масса→	$\approx 2.3 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 1.275 \text{ ГэВ}/c^2$	$\approx 173.07 \text{ ГэВ}/c^2$	0	$\approx 126 \text{ ГэВ}/c^2$
заряд→	$2/3$	$2/3$	$2/3$	0	0
спин→	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	0
	<b>u</b> верхний	<b>c</b> очарованный	<b>t</b> истинный	<b>g</b> глюон	<b>H</b> бозон Хиггса
<b>КВАРКИ</b>	$\approx 4.8 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 95 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ ГэВ}/c^2$	0	
	$-1/3$	$-1/3$	$-1/3$	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	<b>d</b> нижний	<b>s</b> странный	<b>b</b> прелестный	<b>γ</b> фотон	
	$0.511 \text{ MeV}/c^2$	$105.7 \text{ МэВ}/c^2$	$1.777 \text{ ГэВ}/c^2$	$91.2 \text{ ГэВ}/c^2$	
	-1	-1	-1	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	<b>e</b> электрон	<b>μ</b> мюон	<b>τ</b> тау	<b>Z</b> Z бозон	
<b>ЛЕПТОНЫ</b>	$< 2.2 \text{ эВ}/c^2$	$< 0.17 \text{ МэВ}/c^2$	$< 15.5 \text{ МэВ}/c^2$	$80.4 \text{ ГэВ}/c^2$	
	0	0	0	$\pm 1$	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	<b>ν<sub>e</sub></b> электронное нейтрино	<b>ν<sub>μ</sub></b> мюонное нейтрино	<b>ν<sub>τ</sub></b> тау нейтрино	<b>W</b> W бозон	
					<b>КАЛИБРОВОЧНЫЕ БОЗОНЫ</b>

Темная материя? Гравитация? вещество VS антивещество? ...

# Большой Адронный Коллайдер

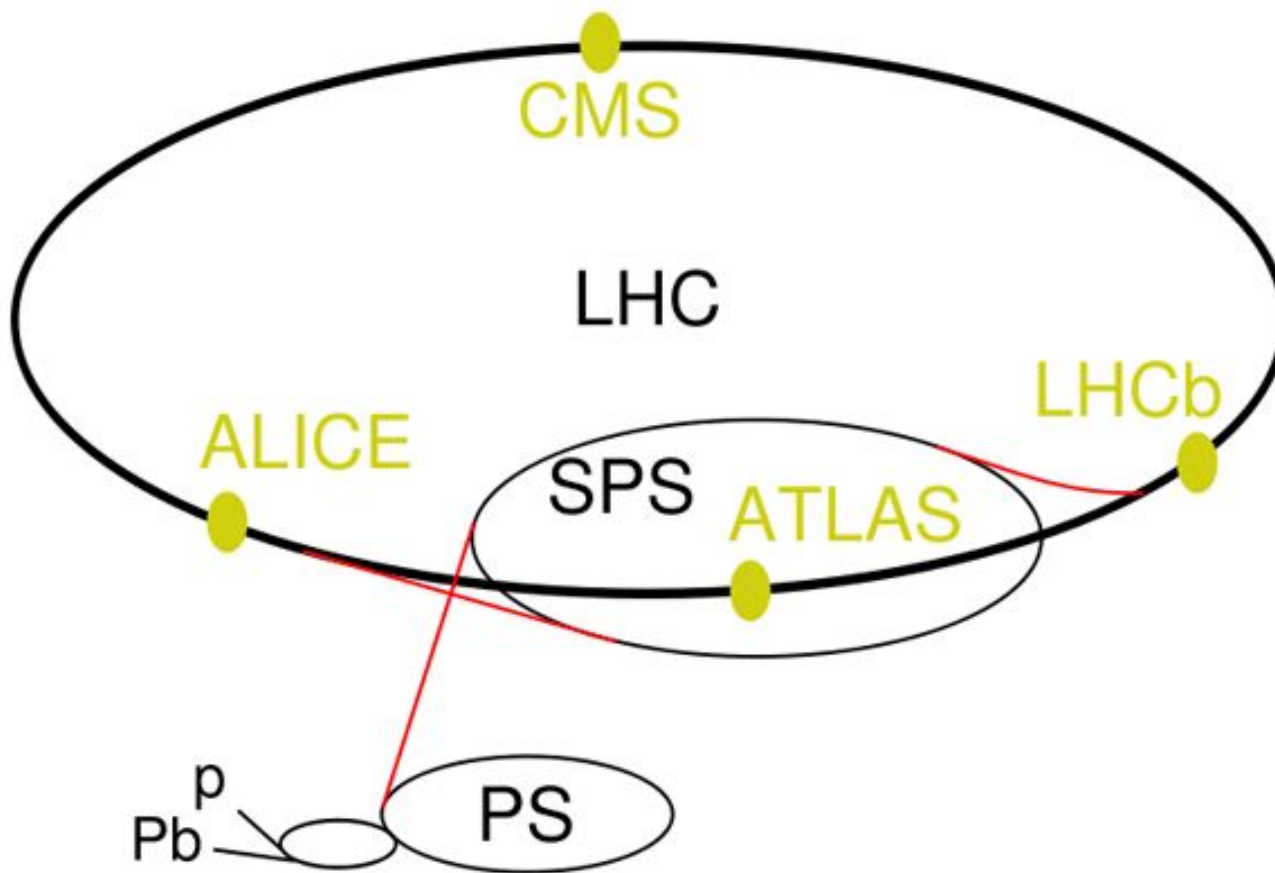


# Детекторы ATLAS и CMS

- Многоцелевые детекторы
- Самые большие и самые сложные детекторы/эксперименты/коллаборации (>1000 человек);
- Устройство – классическое
  - Трековая часть
  - Калориметры
  - Мюонный спектрометр. Самая большая и интересная часть
- Магнитное поле вдоль оси пучков. Позволяет по искривлению траектории измерить импульс.
- Различия
  - ATLAS – очень большой размер + большое поле
  - CMS – очень большое поле + большой размер
  - Разная идеология в конструкции детекторов (магнитная система и прочее).

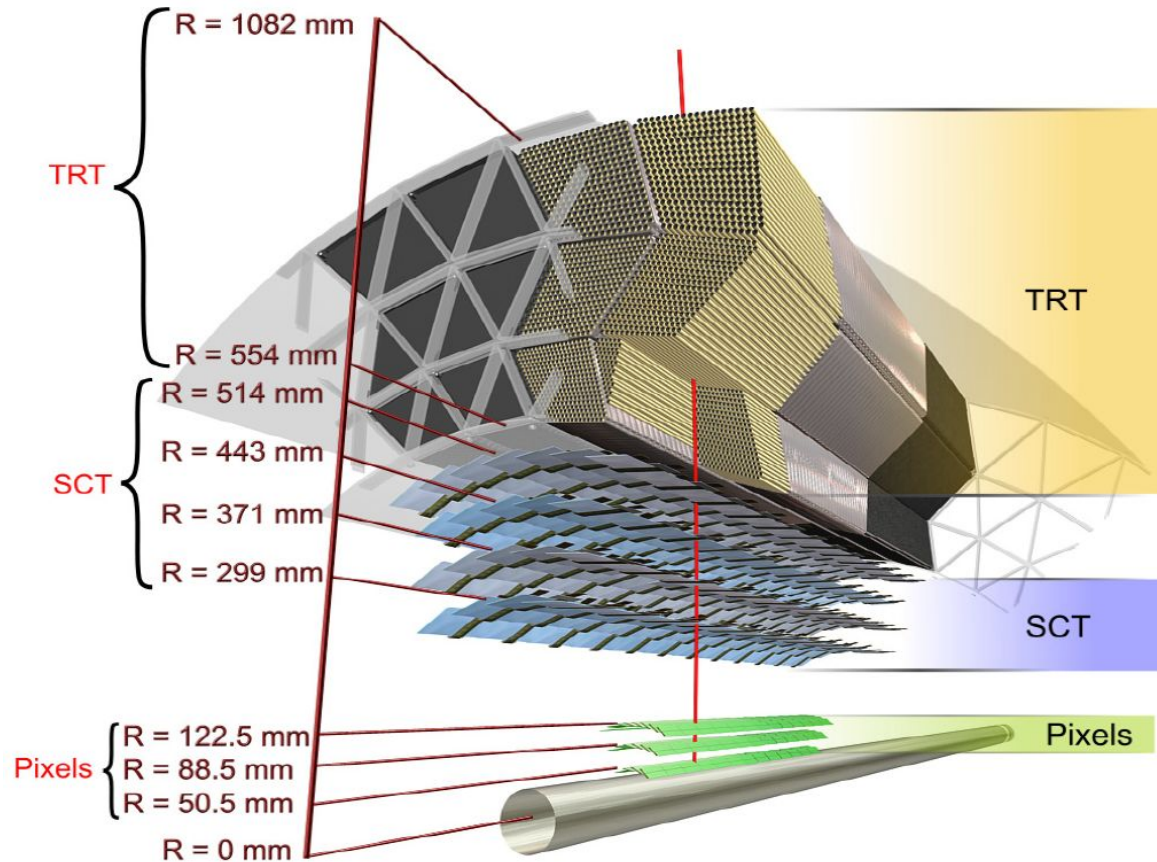


# Большой Адронный Коллайдер



# ATLAS

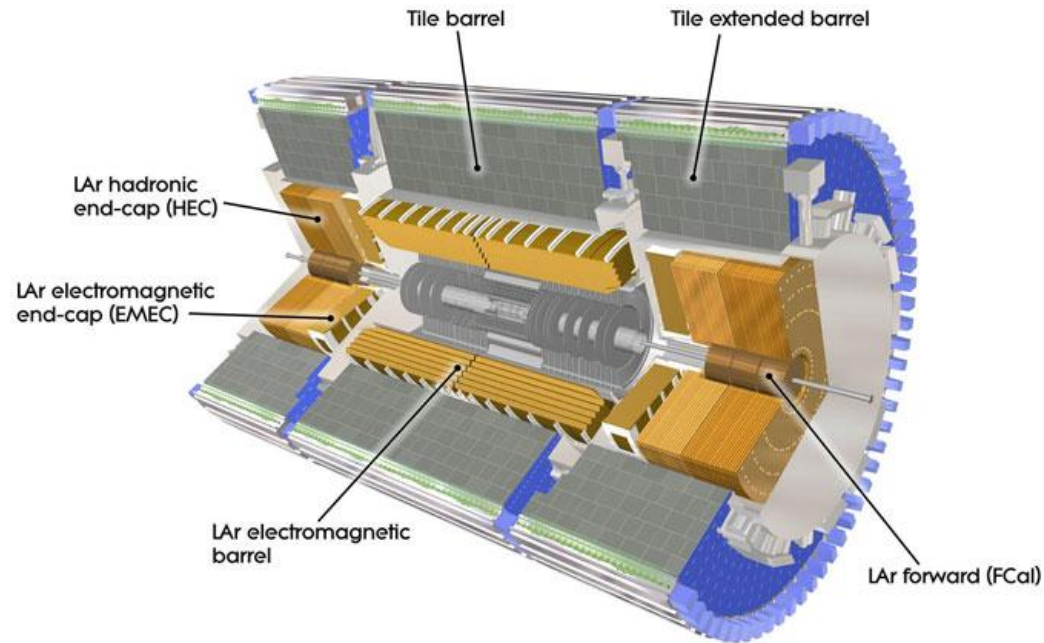
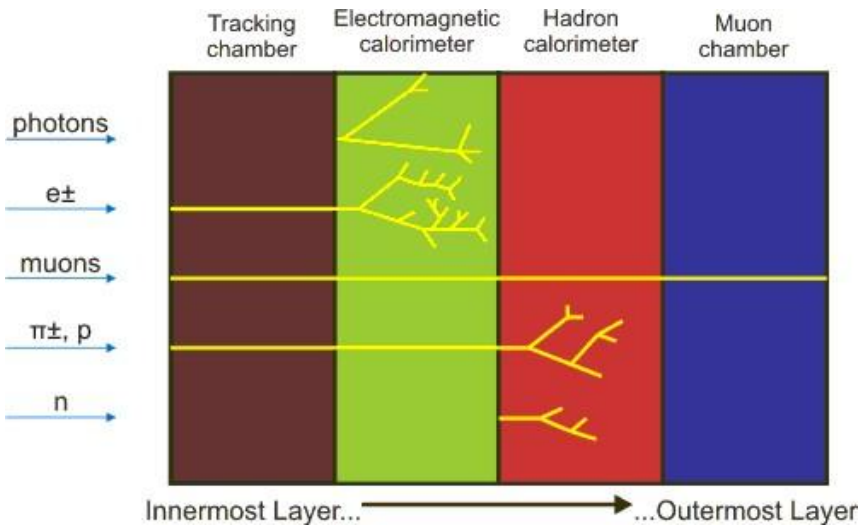
- Внутренний детектор (координатный)
  - Пиксельный детектор (80М пикселей на 1,7 м<sup>2</sup>).
  - Полупроводниковый трековый детектор.
    - Траектория
    - Импульс
  - Трековый детектор переходного излучения
    - Точность 0,177 мм





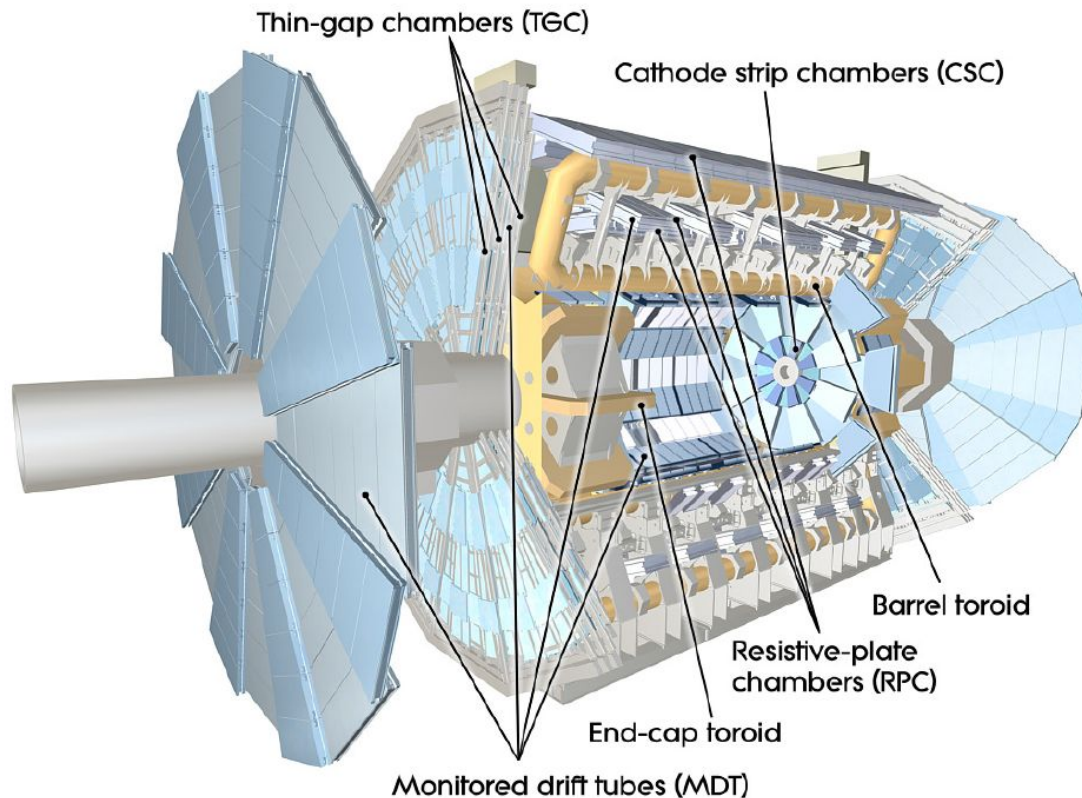
# ATLAS

- Калориметры (Энергия)
  - Электромагнитный
    - Для электронов, позитронов и гамма-квантов
  - Адронный
    - Для адронов (неожиданно)



# ATLAS. Мюонный спектрометр

- Самая внешняя часть ATLAS
- Независим
- 4 технологии детектирования частиц



# ATLAS. Мюонный спектрометр. Триггерная система

- Размер одного события = 1 Мб
  - Частота столкновений = 40 МГц
- НУЖЕН ФИЛЬТР (триггер)!!!
- Мюонный триггер состоит из трех уровней

