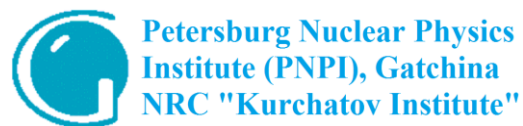




ПИЯФ и модернизация ALICE

В. Никулин



Petersburg Nuclear Physics
Institute (PNPI), Gatchina
NRC "Kurchatov Institute"

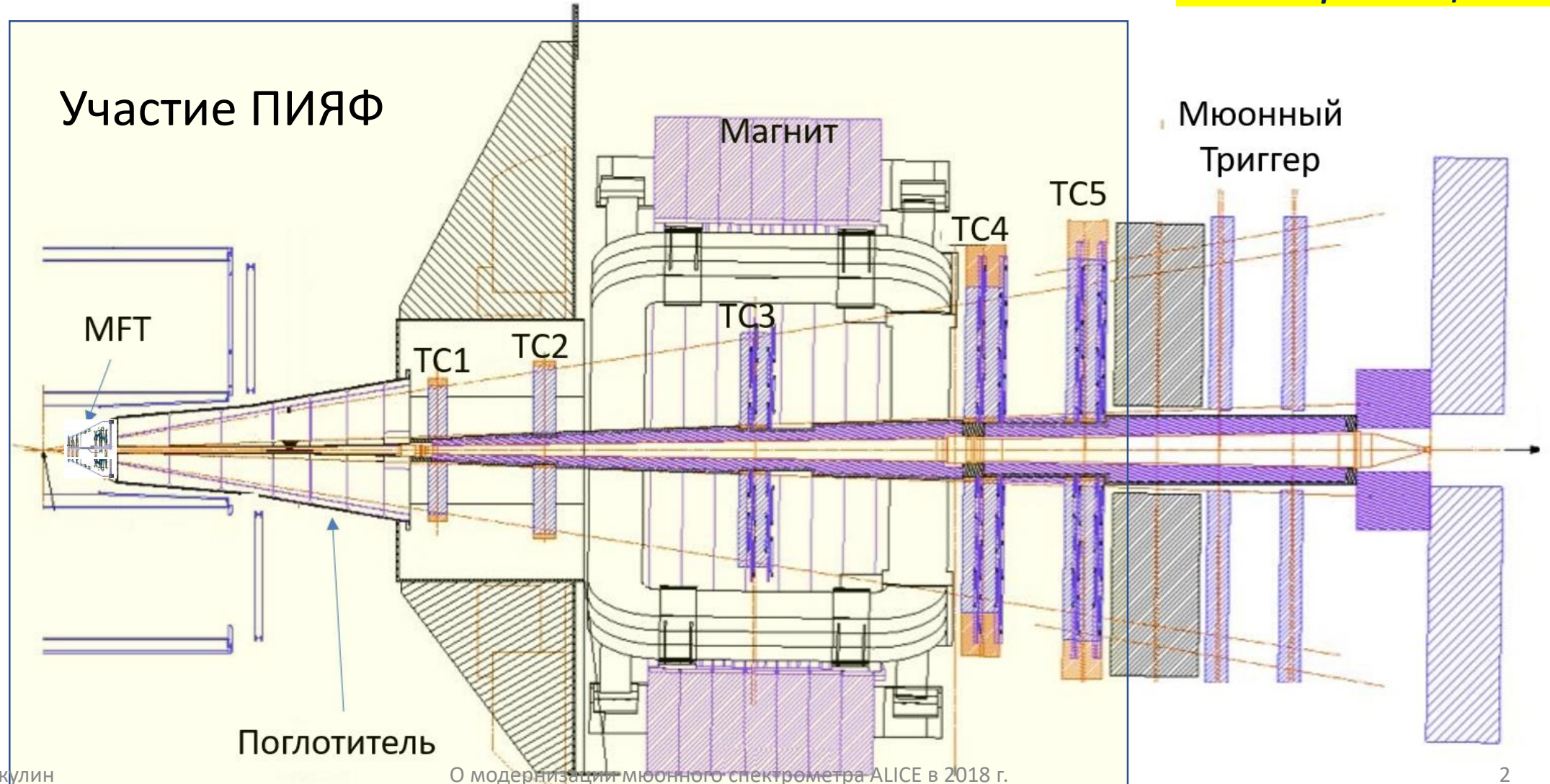
Мюонный спектрометр +





Мюонный спектрометр ALICE

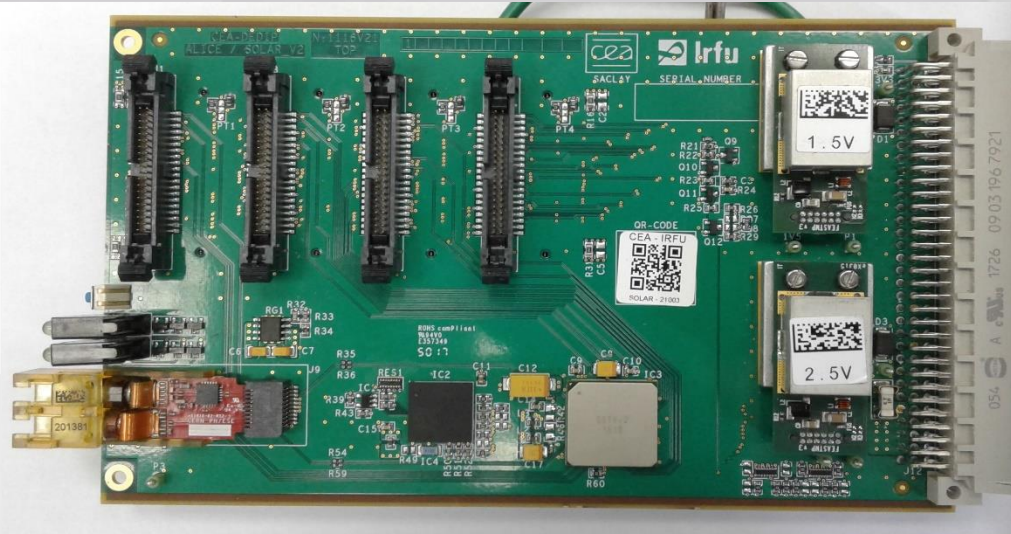
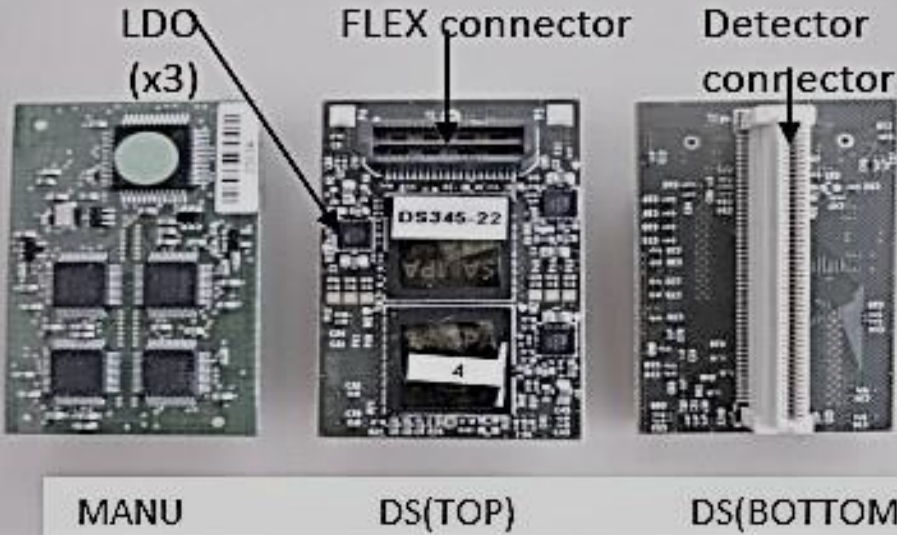
Работа при 50 кГц Pb-Pb



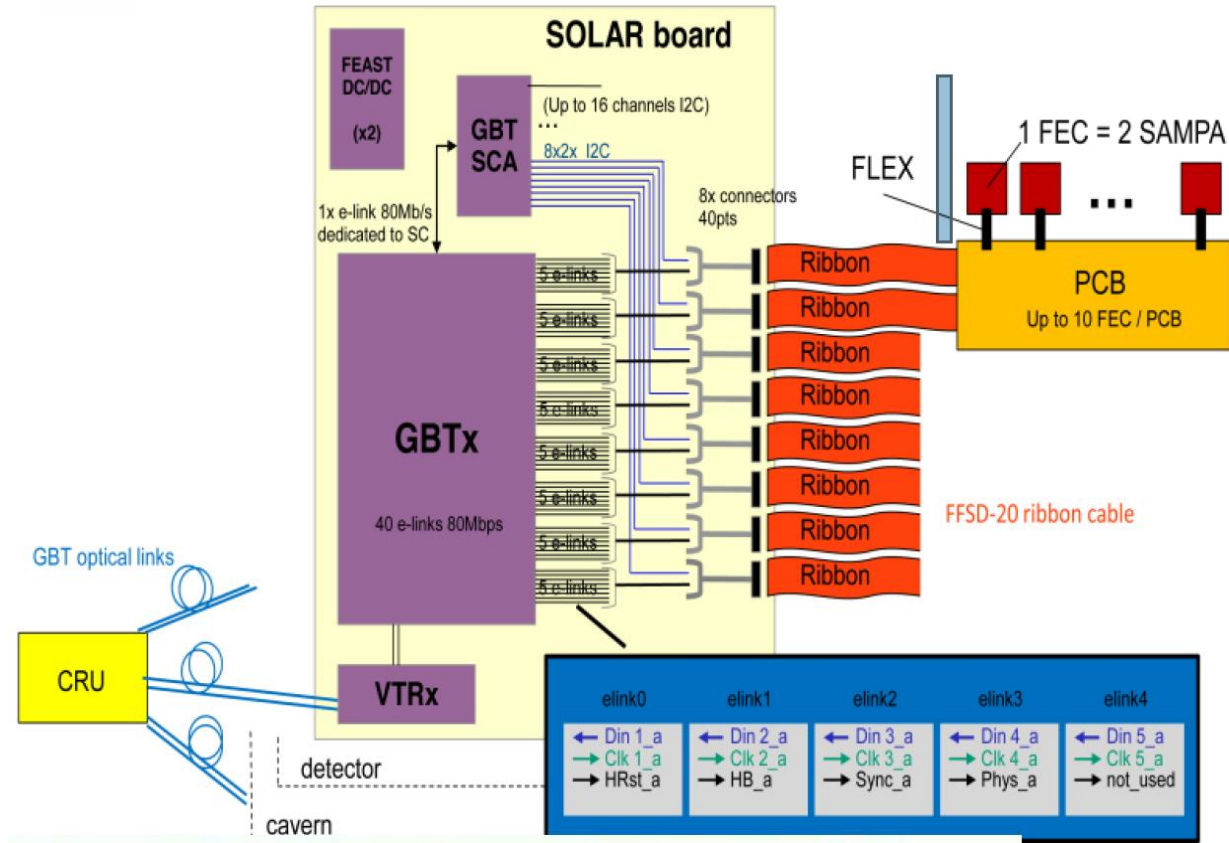


Замена электроники трековой системы

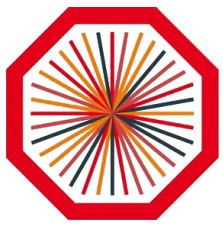
Меняют Front-end (MANU->DS) и Readout (CROCUS -> SOLAR)
Совместимость по разъемам данных
Управляющие сигналы и потоки данных идут по внешним гибким кабелям



SOLAR



мюонного спектрометра ALICE в 2018 г.



MΦT

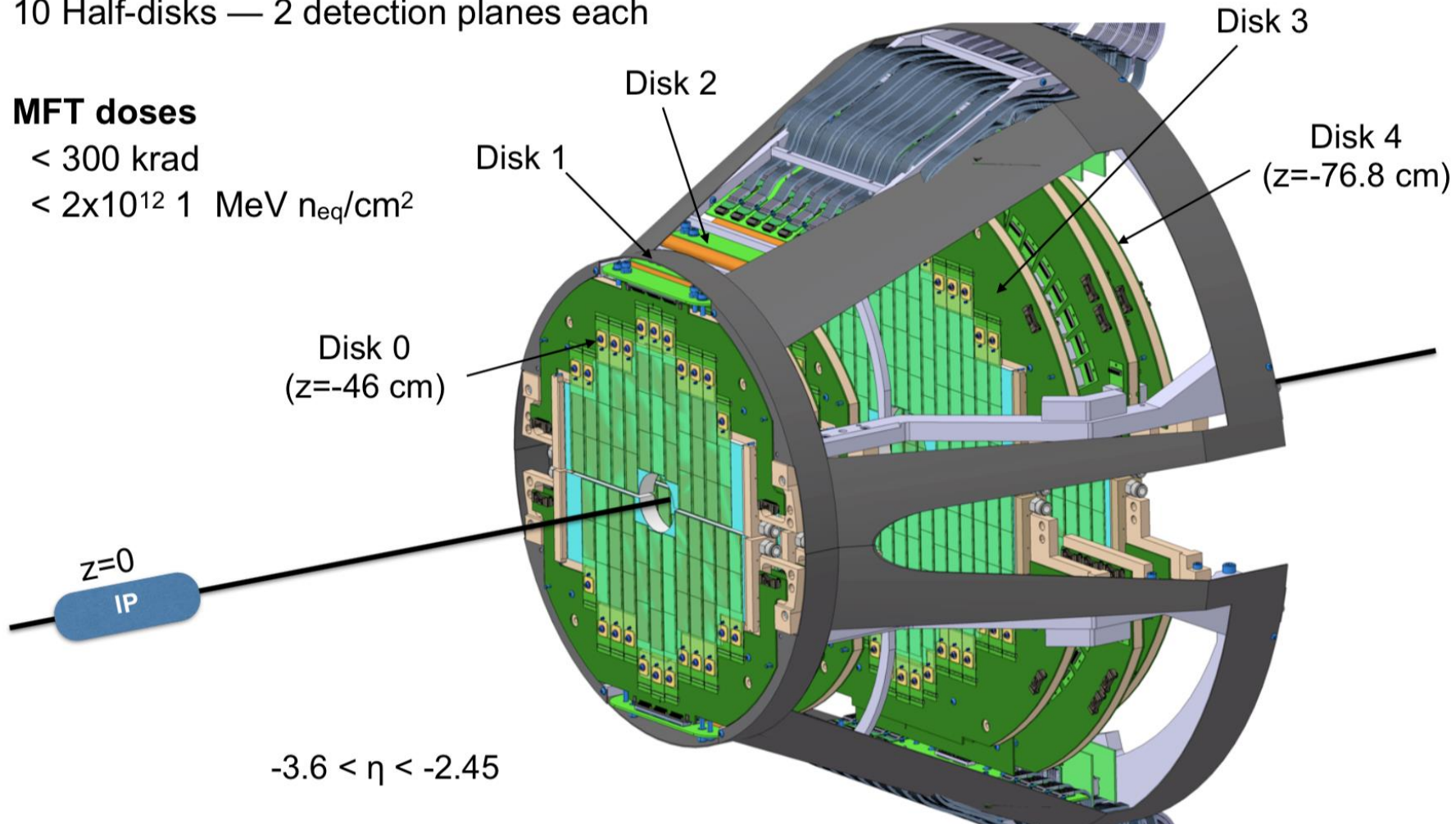
920 silicon pixel sensors (0.4 m²) on 280 ladders of 2 to 5 sensors each

10 Half-disks — 2 detection planes each

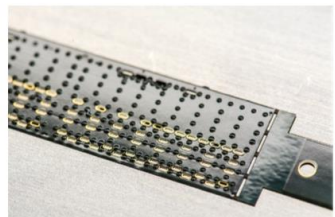
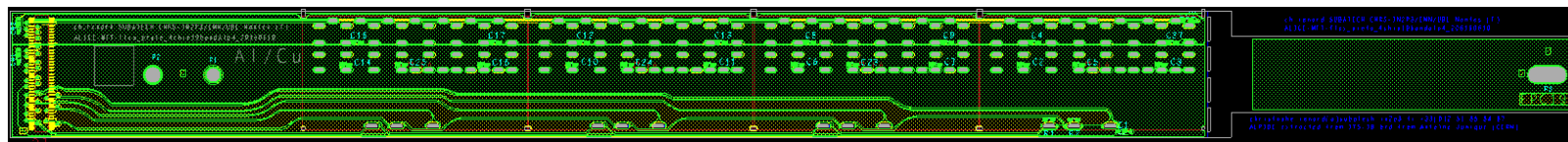
MFT doses

< 300 krad

< 2×10^{12} 1 MeV n_{eq}/cm^2



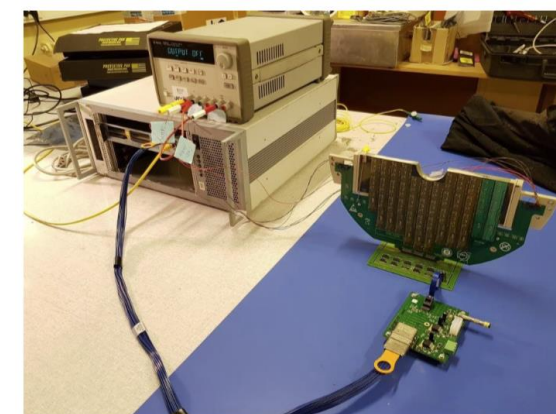
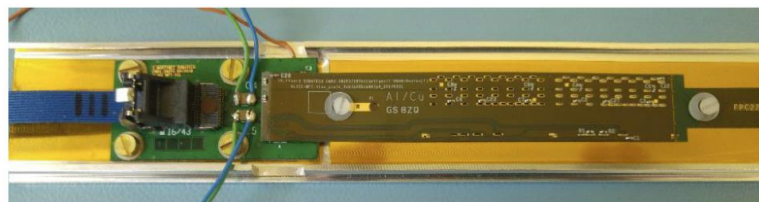
Изготовление 'ступеней'



Chip alignment/gluing with ALICIA7 machine



Wire Bonding



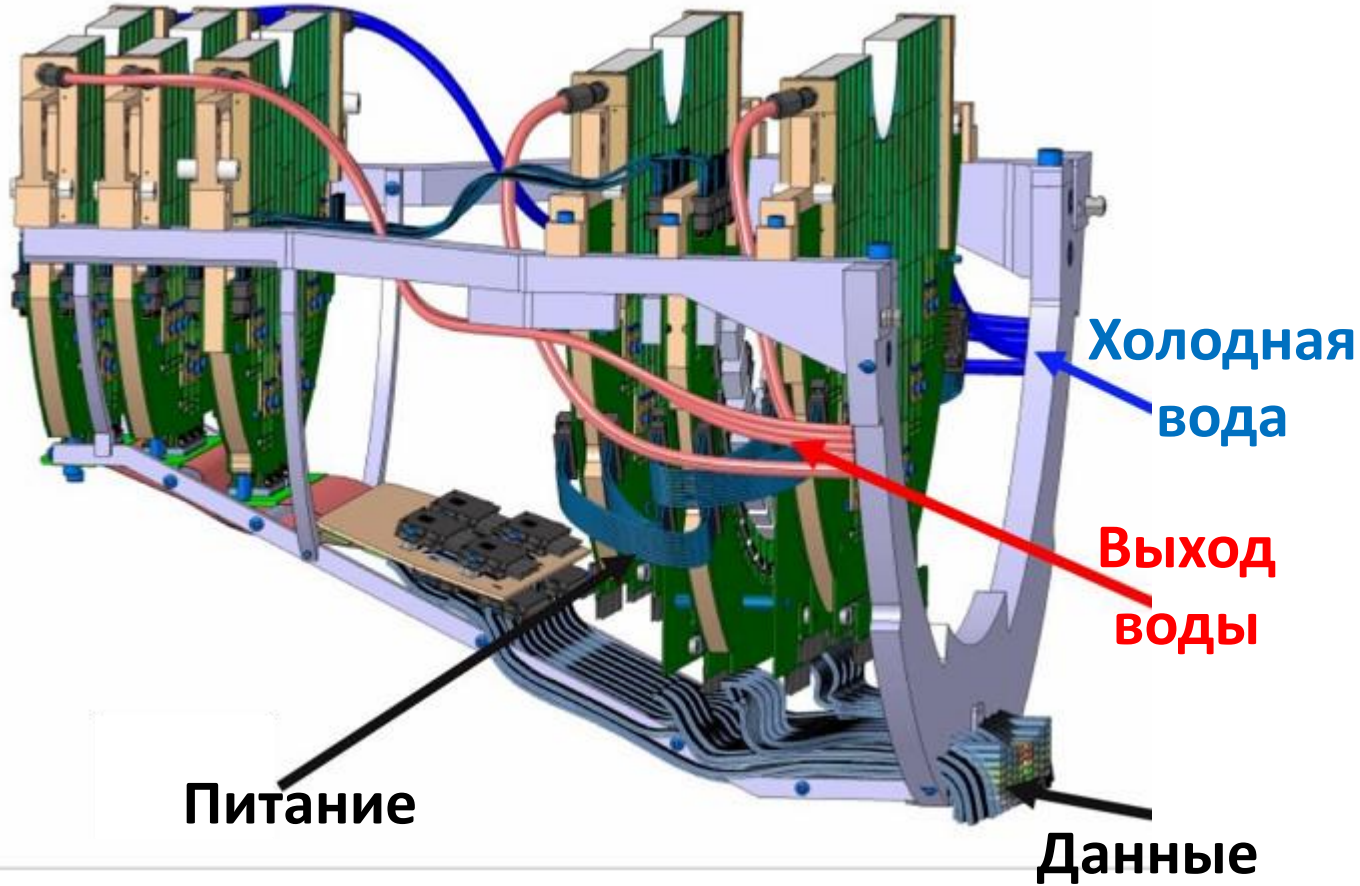
Установка на гибкую плату чипов с точностью 5 мкм, наклейка, разварка, тестирование

В. Никулин

О модернизации мюонного спектрометра ALICE в 2018 г.



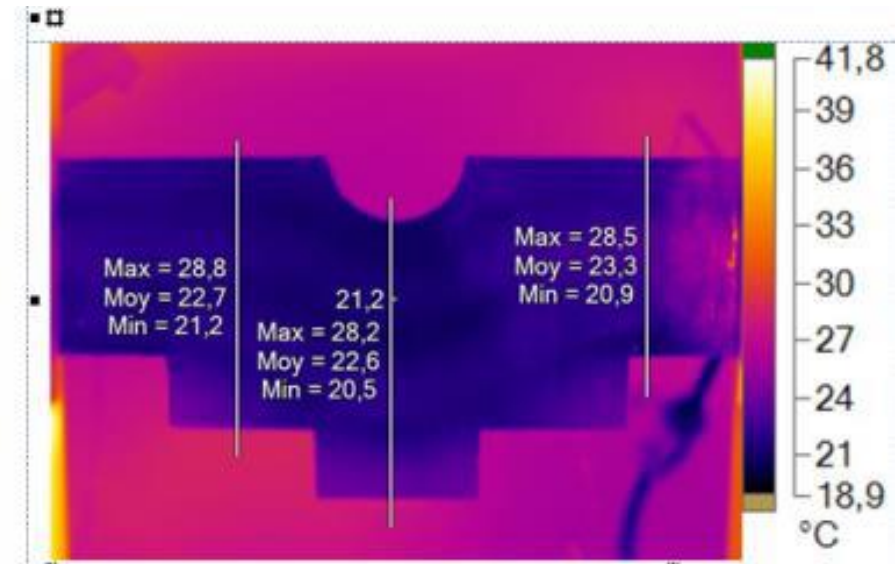
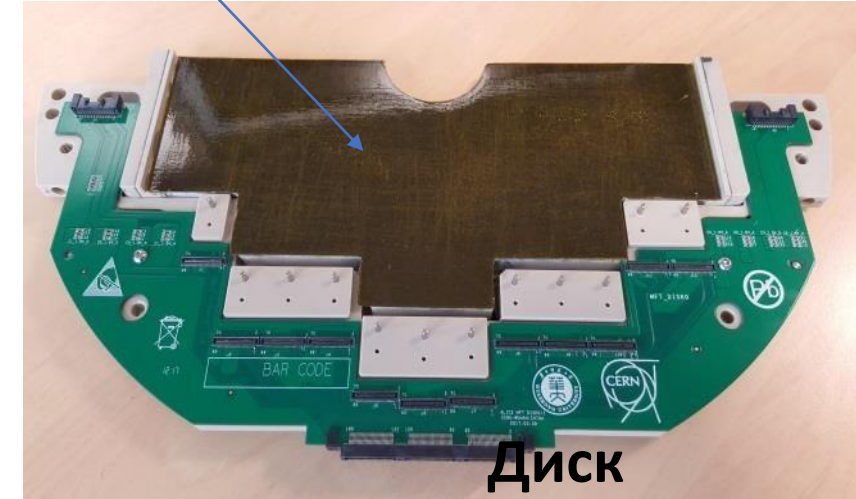
МФТ: охлаждение



Тепло-обменник



Petersburg Nuclear Physics Institute (PNPI), Gatchina
NRC "Kurchatov Institute"





Холодильная установка МФТ

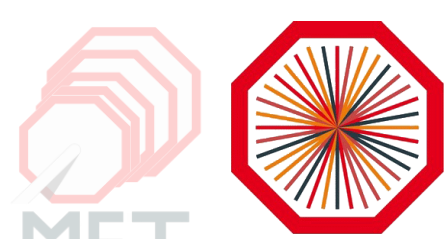


Накопительный резервуар и
циркулярные насосы



Контрольные манометры

Водяное охлаждение в
субатмосферном
(защищенном от утечек)
режиме. Завершена сборка
основного модуля
холодильной установки
(все, кроме трубопроводов
в зале)



Холодильная установка МФТ



Клапаны дистанционного
управления потока воды в
охлаждающих цепях
Внизу теплообменник



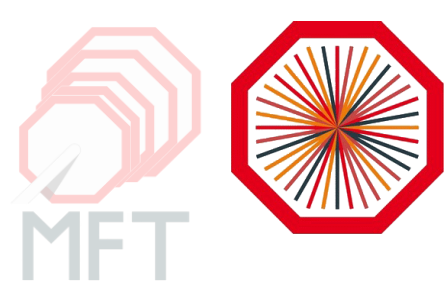
Шкаф электро-пневматического
оборудования

Зачтенный вклад ПИЯФ в MFT
construction CORE : **110 кШФ**
Полный ожидаемый вклад: **125 кШФ**

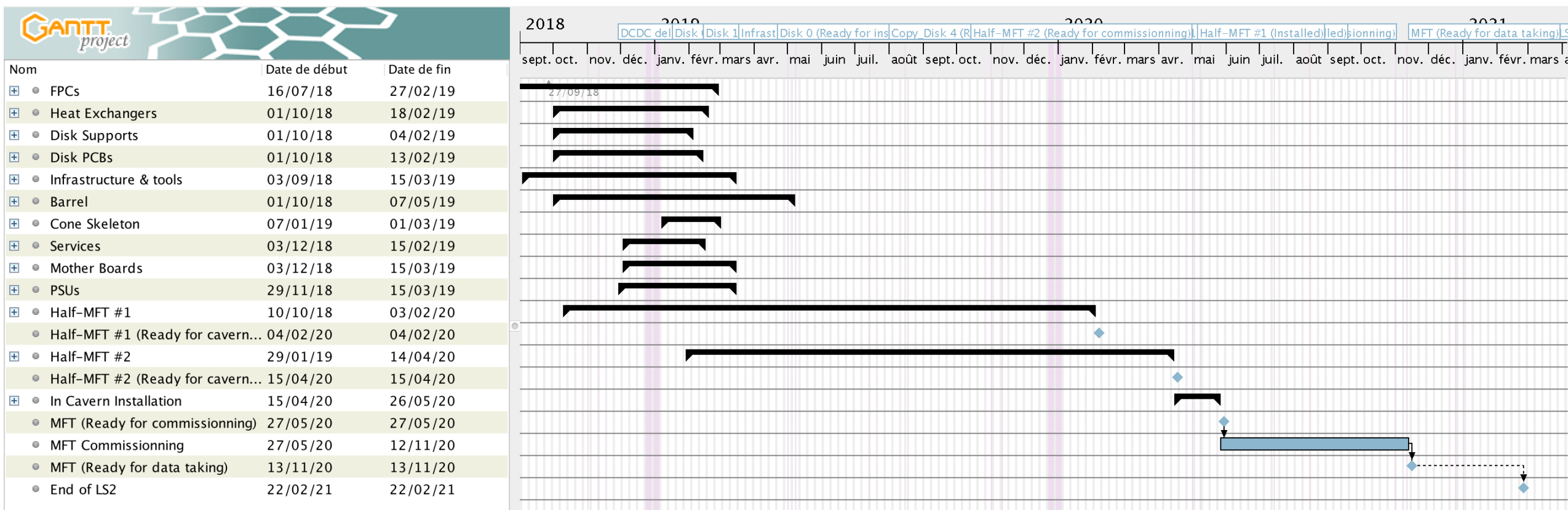
Дополнительно суммарный
ожидаемый вклад In-kind в MFT
construction CORE ~ **60 кШФ**

ожидаемый полный вклад в MFT
CORE (R&D+construction) > **200 кШФ**

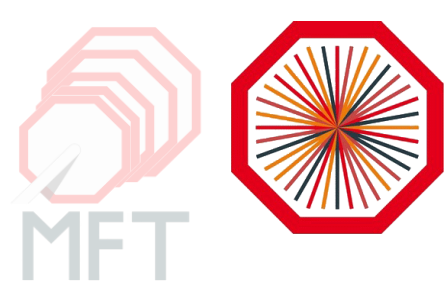
Ввод в строй и обслуживание
зачитывается как *service task*



План-график



<https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/ALICE/MFTTechnicalBoard>

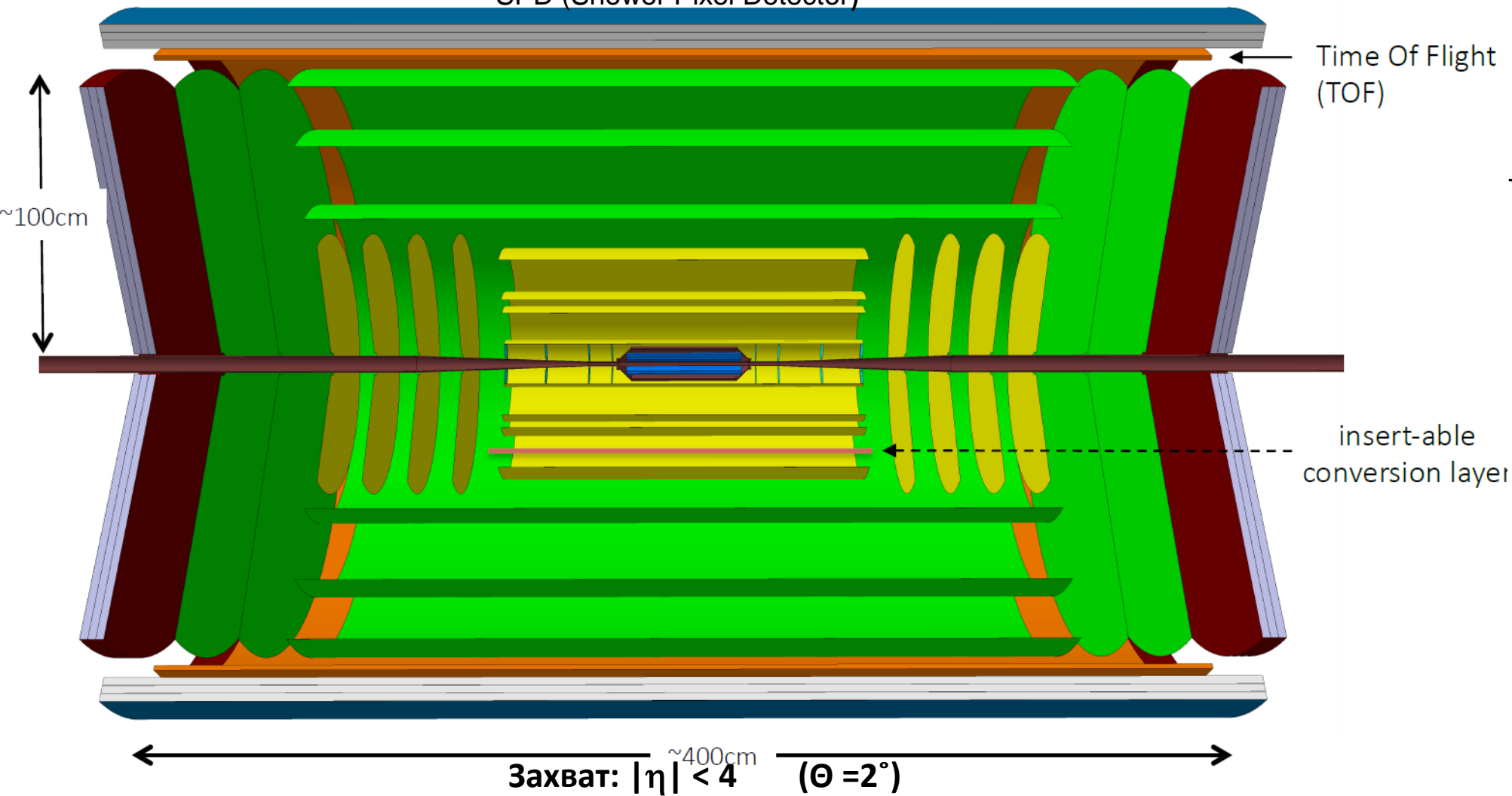


Тяжелые ионы следующего поколения

A next-generation LHC heavy-ion experiment

<https://indico.cern.ch/event/779787/overview>

SPD (Shower Pixel Detector)



Технология КМОП

Сможет работать при светимости в 20-50 раз больше, чем в 2021 г

Трекинг:

Разрешение до 5 мкм

Толщина до 0.05% X_0 (!!!)

Чип: до 21×21 см²

(МФТ: 1.5×3 см²)

толщина 20-300 мкм

$B \sim 0.5 - 1$ Т

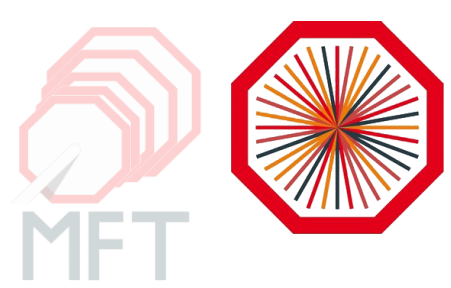
Время пролета:

разрешение 20 пс

Сроки:

монтаж во время LS4

Бюджет: ???



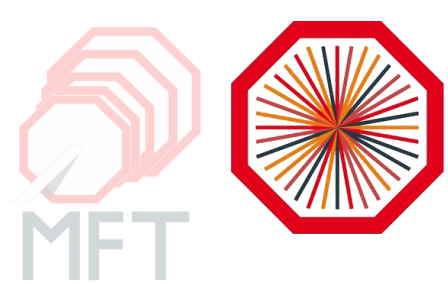
Выводы

После модернизации детекторы установки ALICE смогут работать при увеличенной в 10 раз светимости БАК в рамках новой системы сбора и накопления информации (в режиме непрерывного считывания)

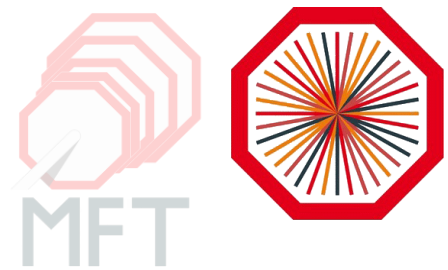
ПИЯФ участвует в:

- модернизации трековой системы Мюонного спектрометра
- Мюонный Форвардный трекер
 - Участие в проектировании и вводе в строй системы охлаждения
 - Участие в разработке и изготовлении 'ступеней'

ПИЯФ выразил интерес в участии в разработке принципиально нового детектора для изучения тяжелых ионов



Спасибо!
С Новым Годом!



Backup



Super-ALICE

Для примера: модернизированный ITS2 имеет площадь 10 м^2 , $12 \cdot 10^9$ пикселей

Новая установка по сути дела гипер-ITS:

Детектор основан на развитии MAPS (Monolithic Active Pixel Sensors) на базе КМОП технологий

MAPS это интегрированные сенсоры и front-end с системой первичного считывания, имеют малые шумы, высокое разрешение и скорость считывания, при малом количестве вещества

Цель: сверхтонкий (до $0.05\% X_0$ на слой) детектор из (гнутых) кремниевых пиксельных чипов,

Геометрия: вложенные цилиндры + end cup'ы; перекрытие $|\eta| < 4$.

Внутренние слои могут быть внутри пучковой трубы ->

Низкие поперечные импульсы (десятки МэВ/с) + Высокое разрешение вершины

PID: V + TOF. TOF работает до 500 МэВ/с, далее по ливневым детекторам, вроде dE/dx пока не планируется

Размеры: радиус 1.2 м, длина 3.6 м

Поле 0.5 Т (ALICE L3) обеспечит $\delta p/p \sim 2\%$ при захвате $\sim 20 \text{ МэВ/с} < p_T < 30 \text{ ГэВ/с}$

TOF: $\delta t/t \sim 20$ пс, 3 слоя MAPS на лавинных диодах, пиксель 40 мкм, разработка для CMS/ATLAS, фаза 2

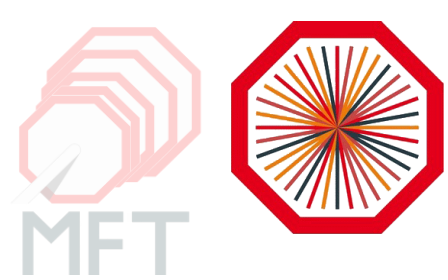
SPD: несколько слоев свинца, переложенных MAPS, регистрирующих индивидуальные частицы ливня от электронов/фотонов. Так как $\lambda_n/X_0 \sim 30$, вклад от адронного ливня будет невелик

Barrel ($|\eta| < 1.4$):

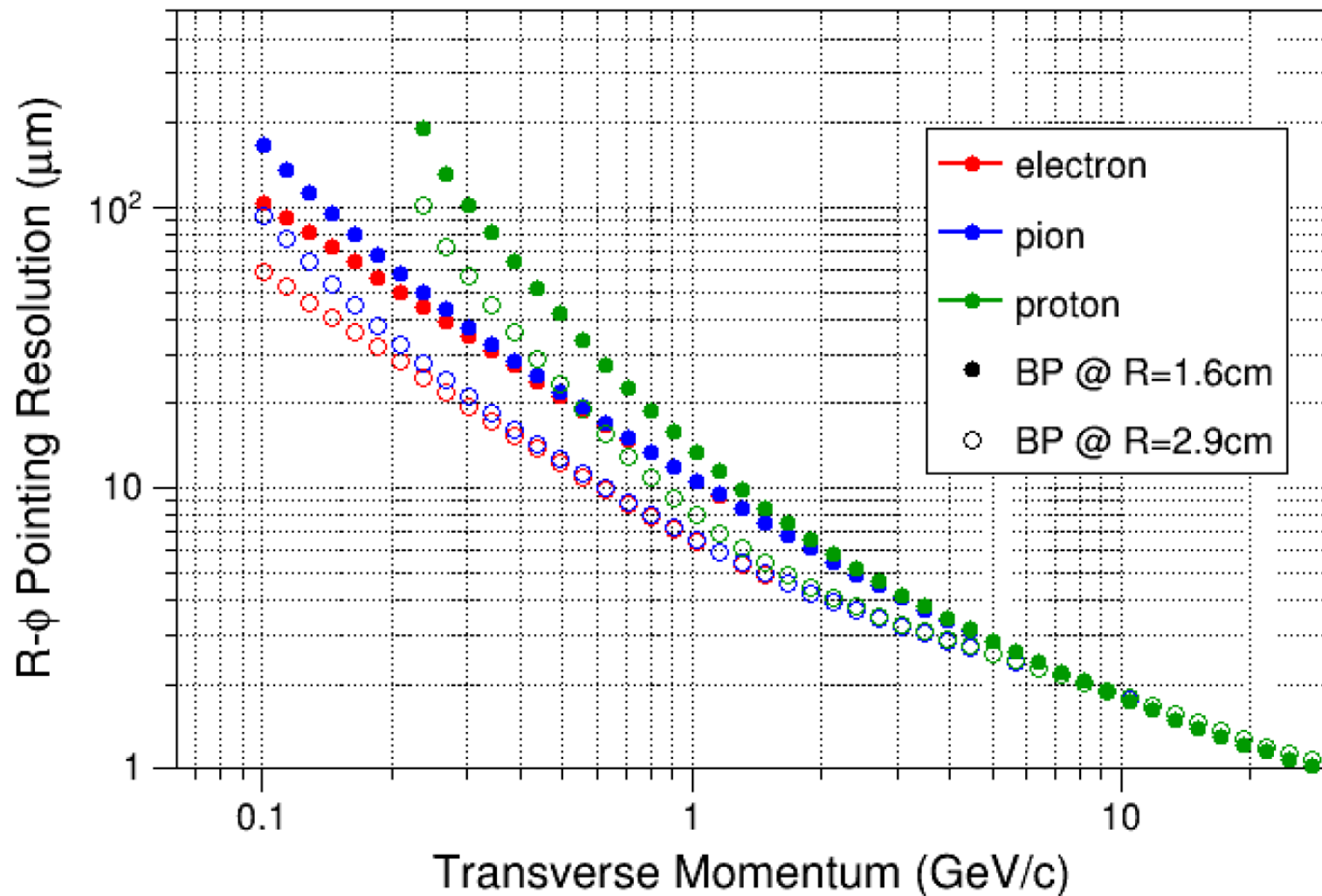
IT - 3 слоя $0.05\% X_0$ внутри пучковой трубы (2 мм от трубы), $\delta x \sim 3$ мкм

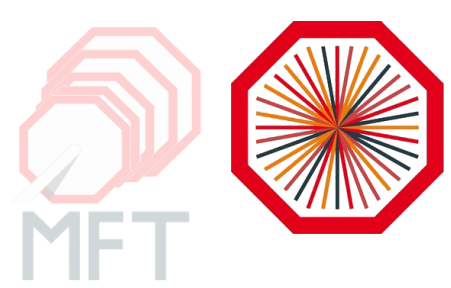
OT - 7 слоев толщиной $0.5\% X_0$, $\delta x \sim 5$ мкм, плюс TOF и SPD

end cup ($1.4 < |\eta| < 4$): по 4 слоя в IT, 6 слоев в OT и 1 плюс SPD



Трекинг





Замечания о SAMPA и ALPIDE

SAMPA

- впервые реализована связка на каждый канал: аналоговая электроника + АЦП 10 бит 10МГц.
- Вносимый шум квантования достаточно мал 0.3 канала rms
- скорость 4.8 Гбит/с на линию или 1 Тбит/с на систему
- Все работает в непрерывном режиме а не триггерном

3. ALPIDE

- Шум всего 5 электронов (при пороге ~ 100) - это реализовано за счет того, что емкости не пФ а фмФ ->
 - Крайне мало шумовых срабатываний
- Интеграция пиксель + front-end электроника в одном чипе
- схема не зарядочувствительный предусилитель, а простой усилитель напряжения.
- Режим питания, когда нет сигнала, близок к спящему.