

**Исследование параметров микропиксельных
лавинных фотодиодов для переднего адронного
калориметра в эксперименте MPD/NICA**

К.А. Лукьянов

**Московский физико-технический институт (государственный университет)
Институт ядерных исследований Российской академии наук**

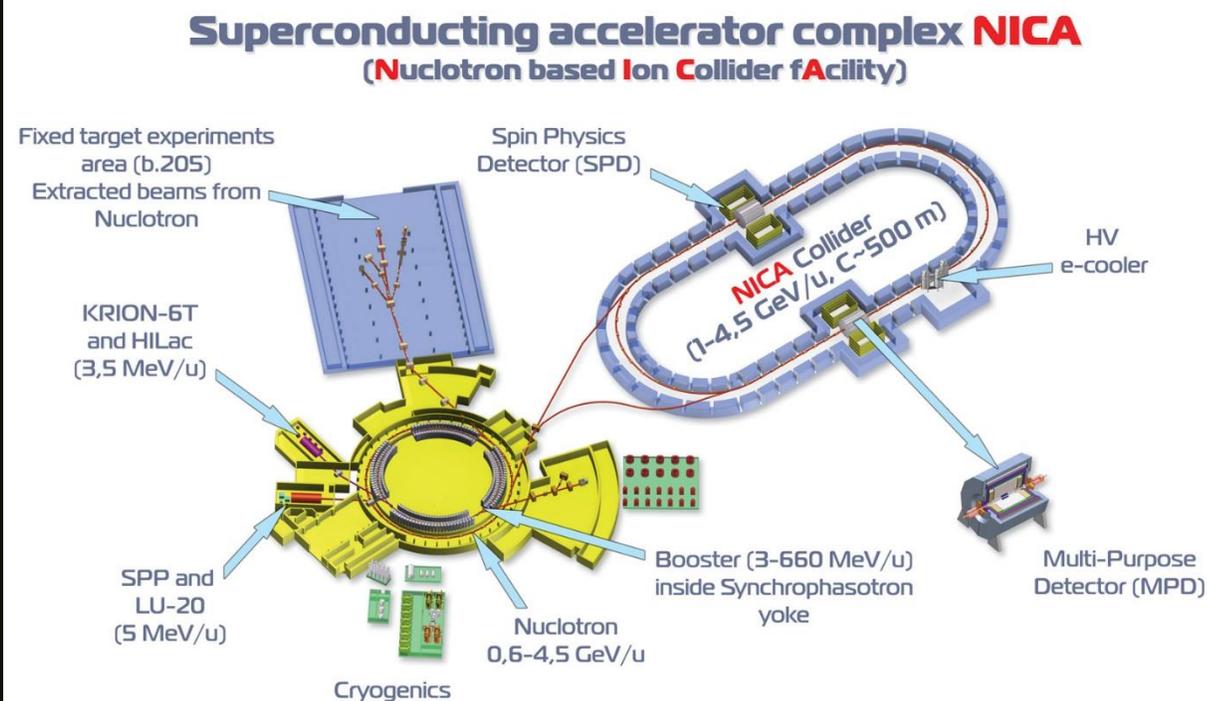
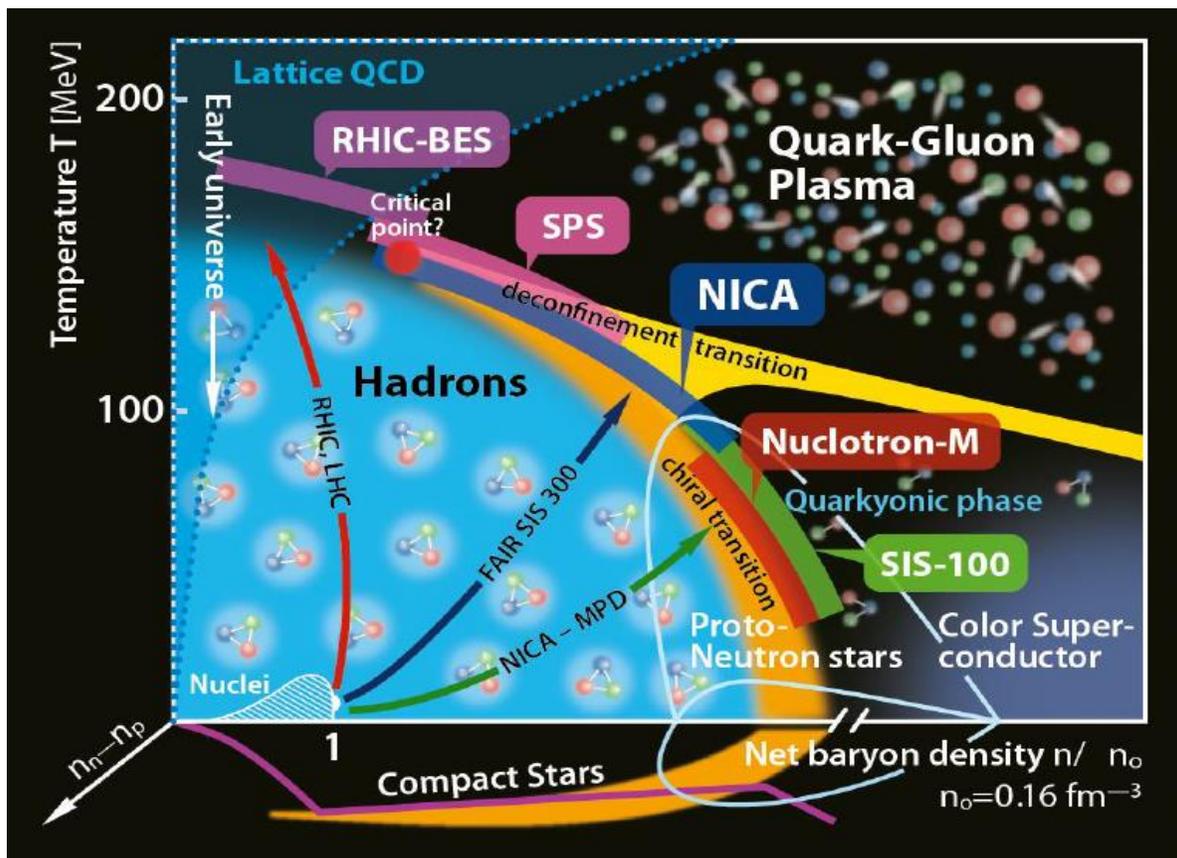
5 июля 2017 года

План

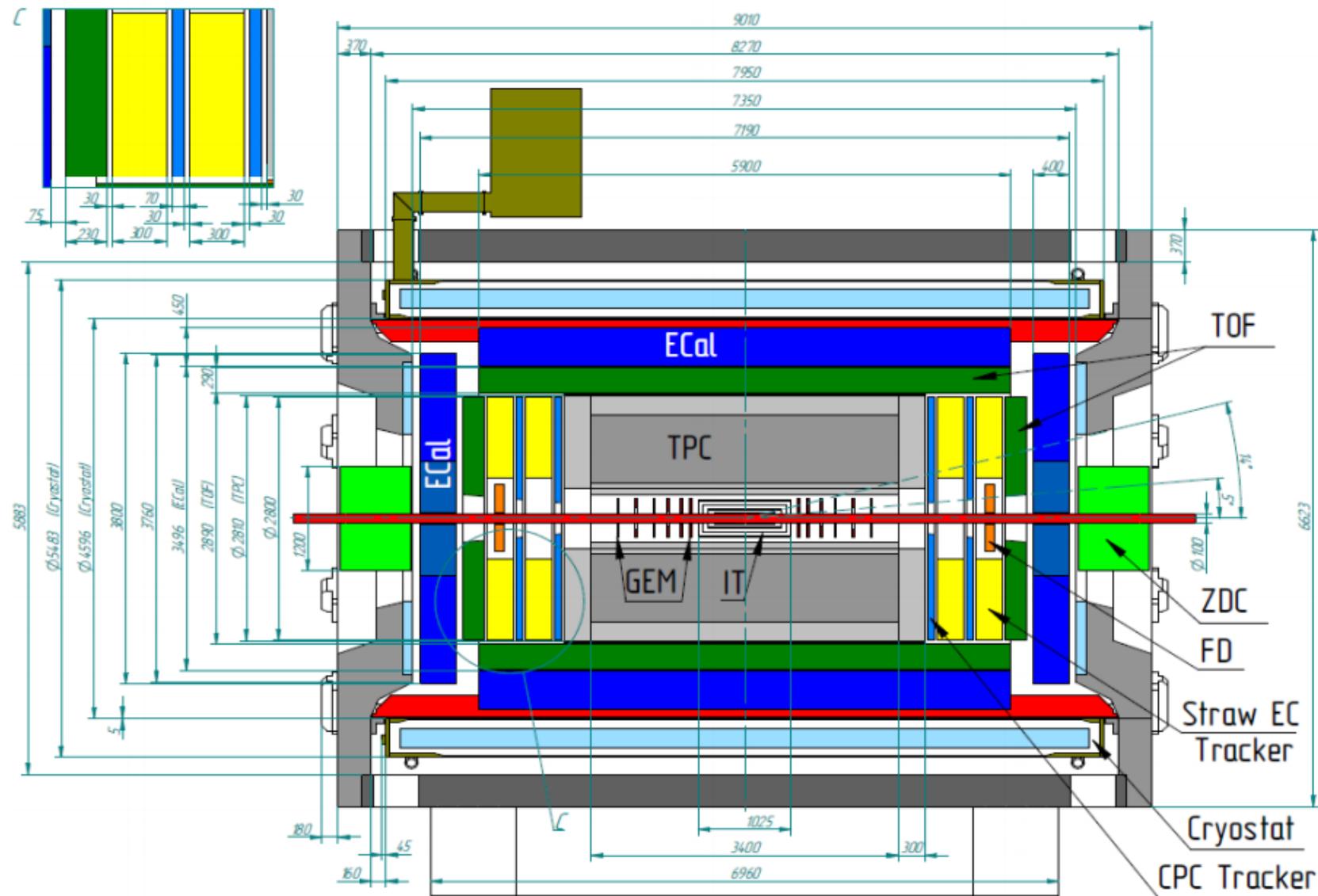
- Мотивация
- Многоцелевой детектор
- Геометрия столкновений
- Структура адронного калориметра
- Схема установки
- Микропиксельные лавинные фотодиоды
- Результаты измерений
- Выводы

Мотивация

Главной целью проекта MPD/NICA является изучение столкновений тяжелых ионов при энергиях $\sqrt{s} = 4 - 11$ ГэВ для исследования свойств адронов в сверхплотной ядерной среде, а также уравнения состояния ядерной материи и свойств фазовых переходов, включая поиск возможных сигналов деконфайнмента, критической точки и частичного восстановления киральной симметрии.

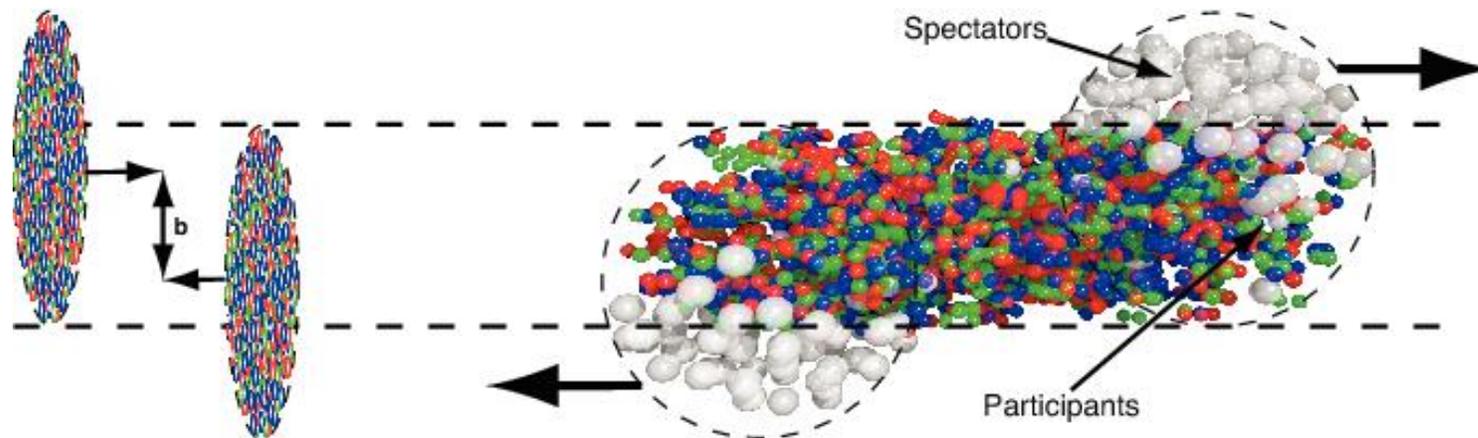


Многоцелевой детектор (MPD)



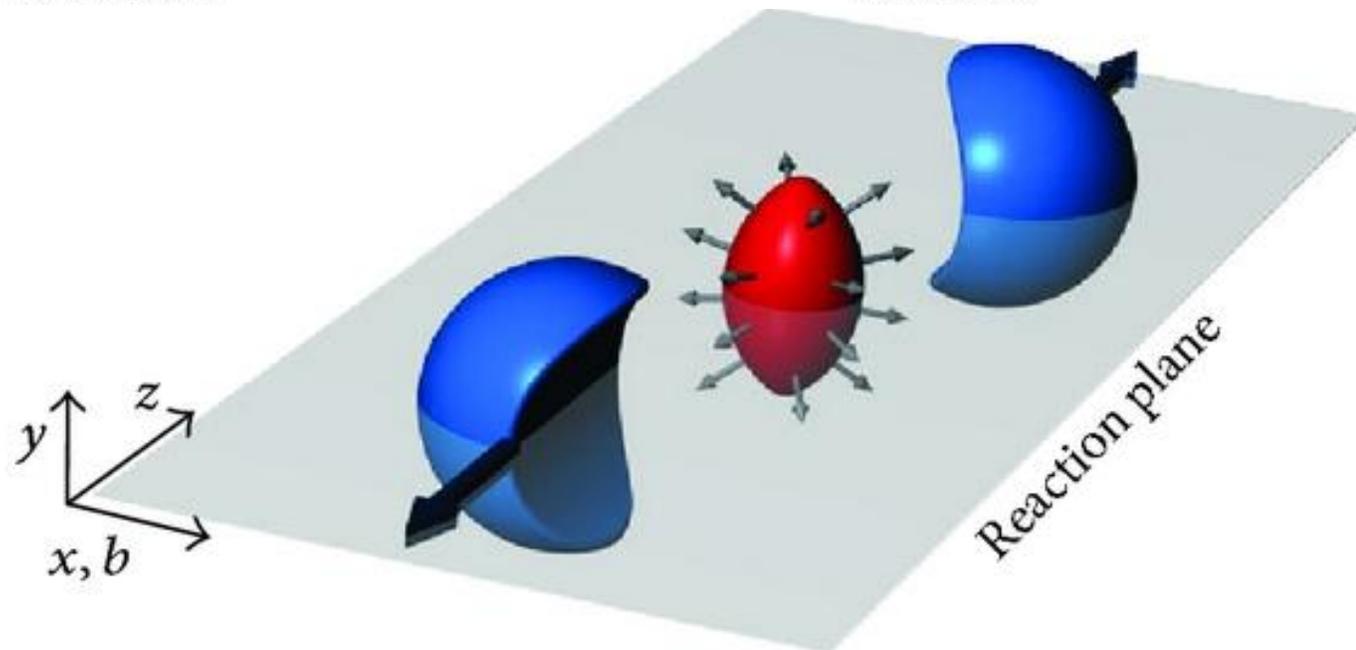
MPD –
планируется для
изучения
свойств горячей
и плотной
ядерной
материи,
образованной
при
соударениях
тяжелых ионов
высоких
энергий

Геометрия столкновений



before collision

after collision



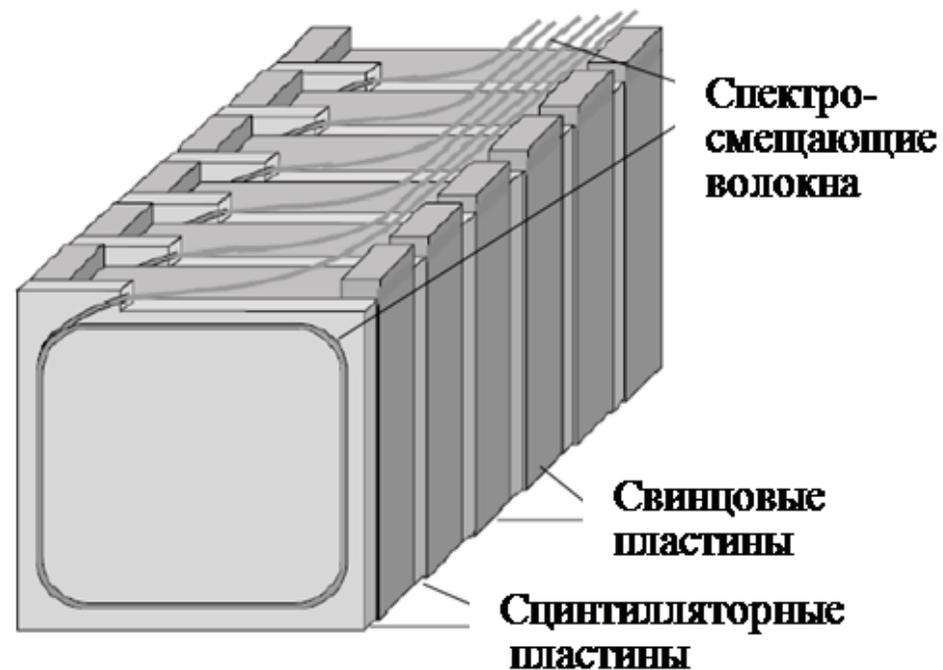
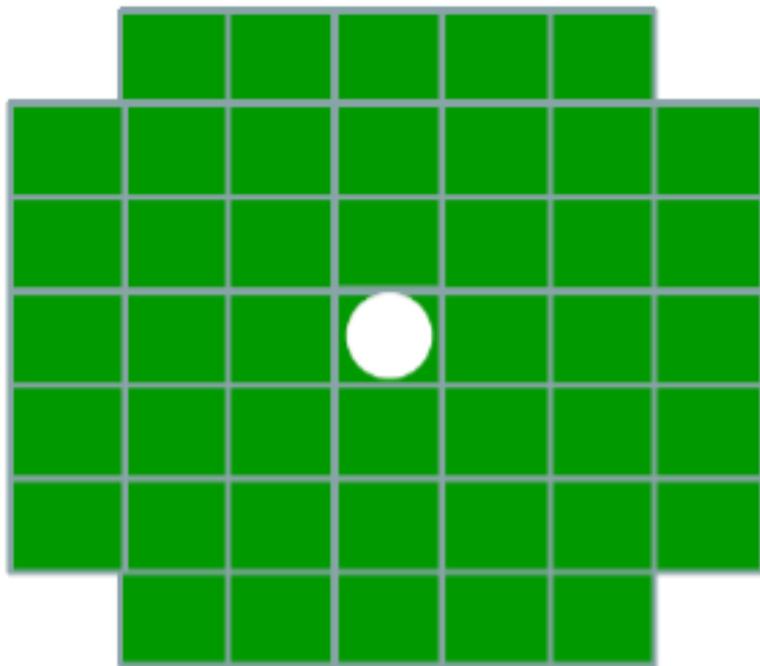
Прицельный параметр b – соединяет проекции центров сталкивающихся ядер на плоскость, перпендикулярную оси столкновений. *Не может быть прямо измерен.*

Расчёт плоскости столкновений:

$$\vec{Q} = \sum_{i=1}^{N_{sp}} w_i \frac{\vec{r}_i}{|\vec{r}_i|}$$

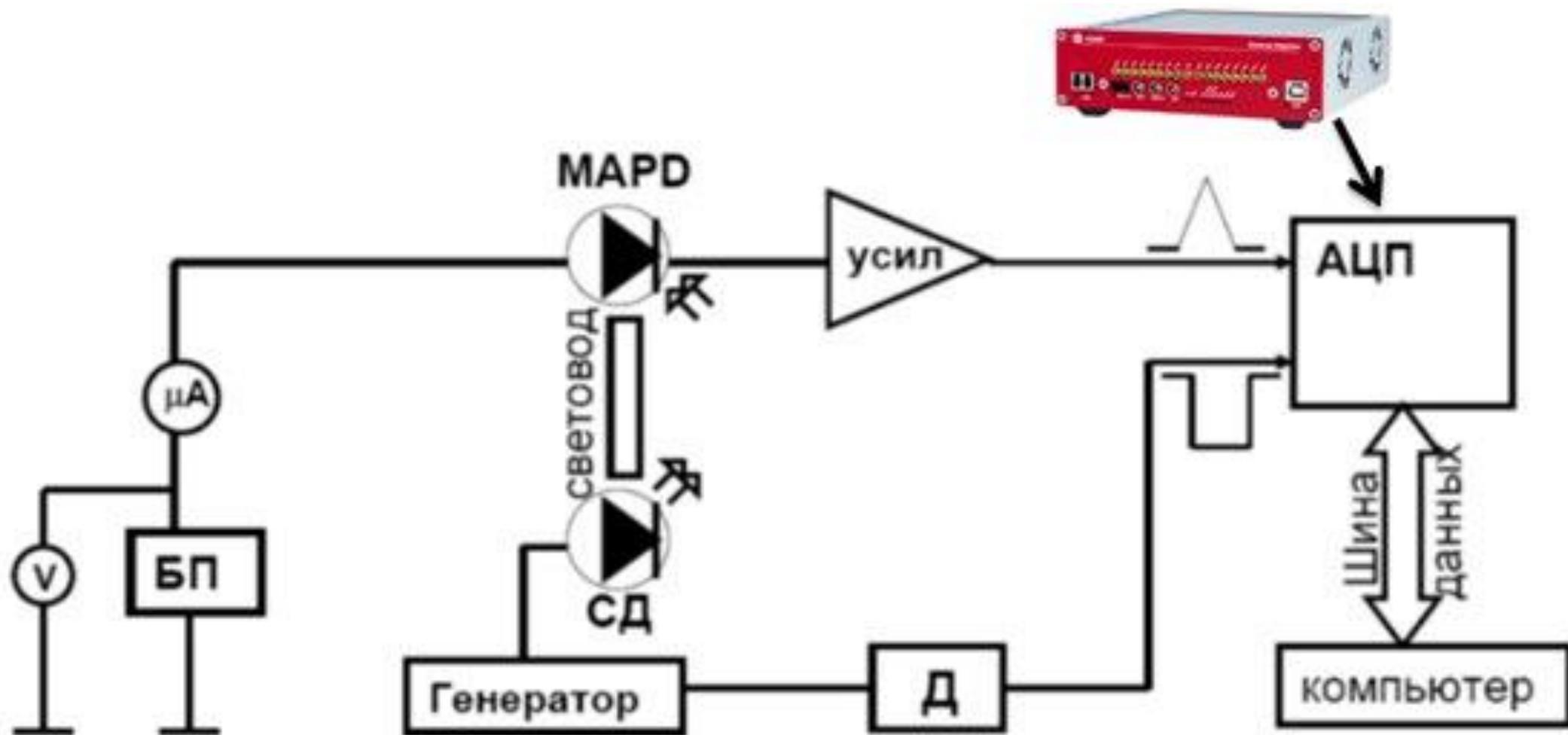
Q – reaction plane vector estimate;
 N_{sp} – number of fragments;
 w_i – weight factor:
 $w_i > 0$ if flying forward (*curr. $w_i = 1$*),
 $w_i < 0$ if flying backward,

Структура адронного калориметра



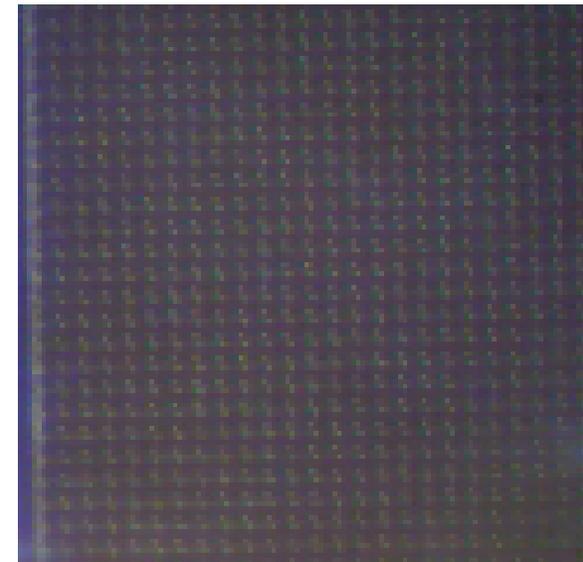
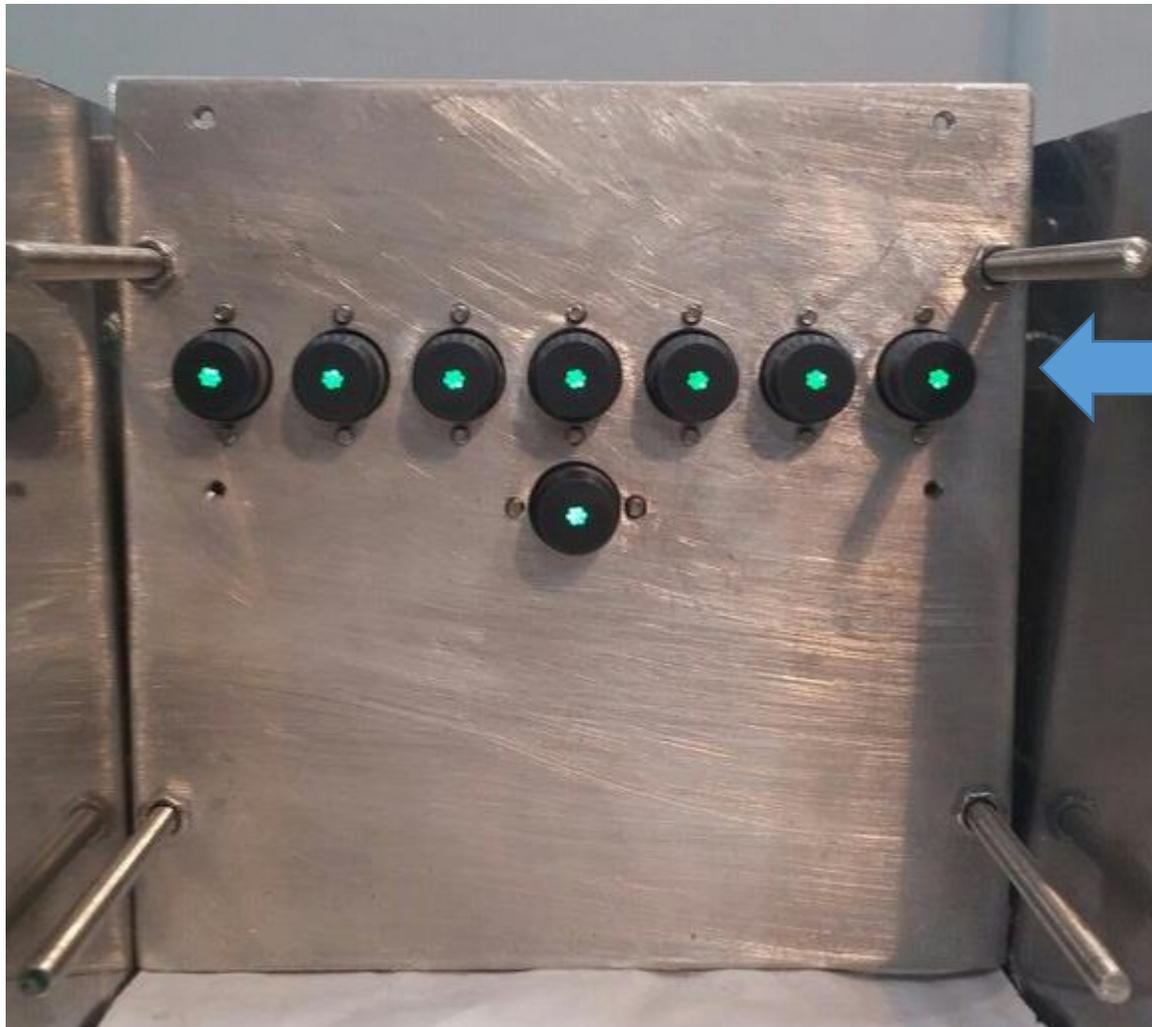
Каждая секция переднего адронного калориметра состоит из 45 отдельных модулей. Модуль включает в себя 42 сэндвича свинец/сцинтиллятор с поперечным сечением $15 \times 15 \text{ см}^2$

Схема установки



Микропиксельные лавинные фотодиоды

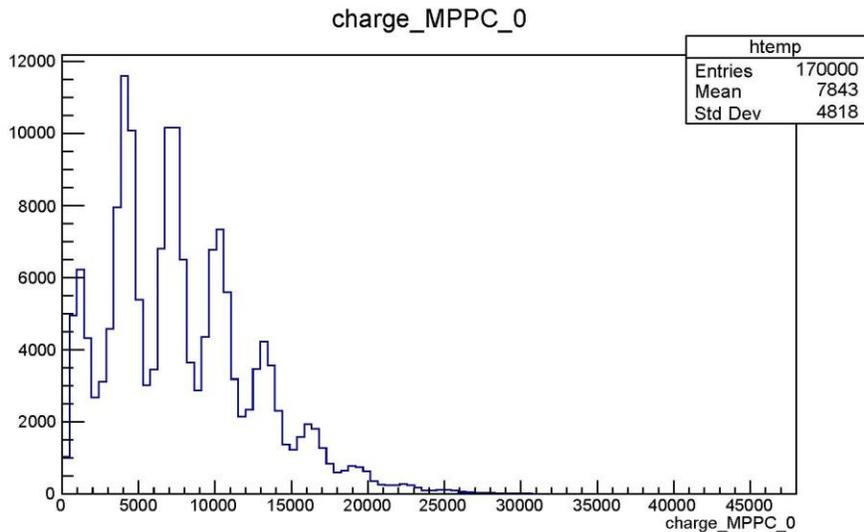
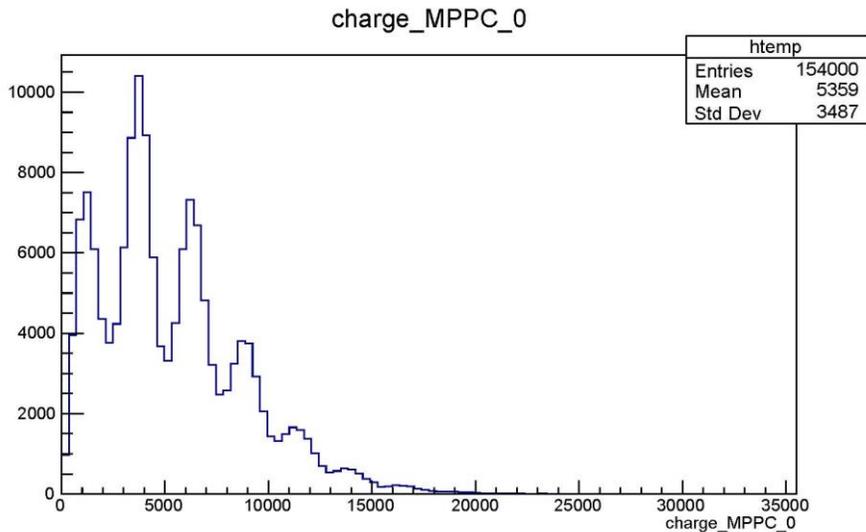
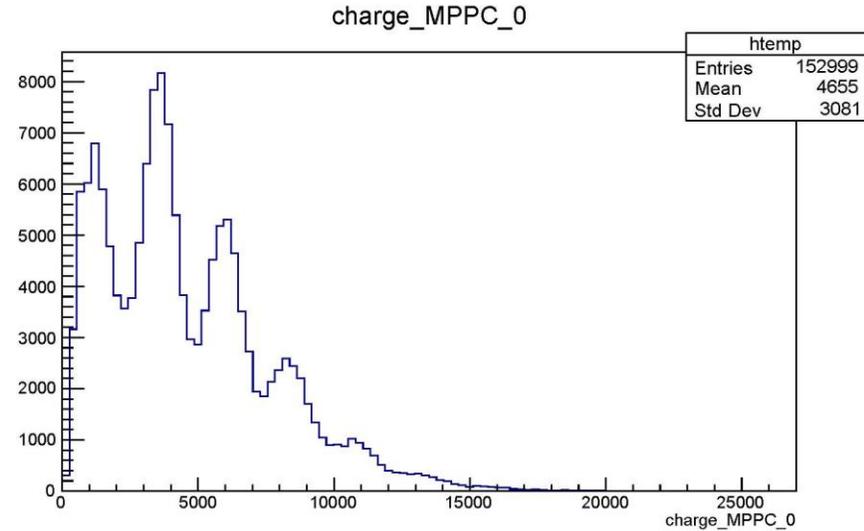
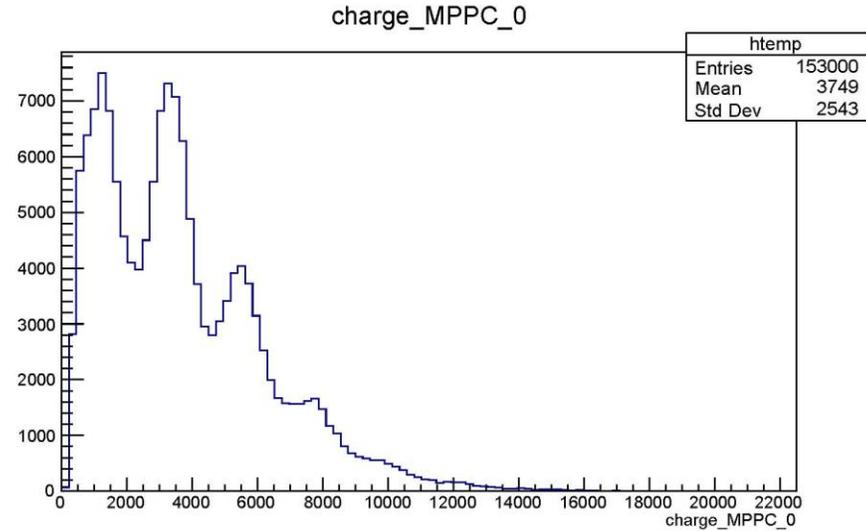
- Обеспечивают сбор света с концов спектросмещающего оптоволокна



Достоинства МЛФД:

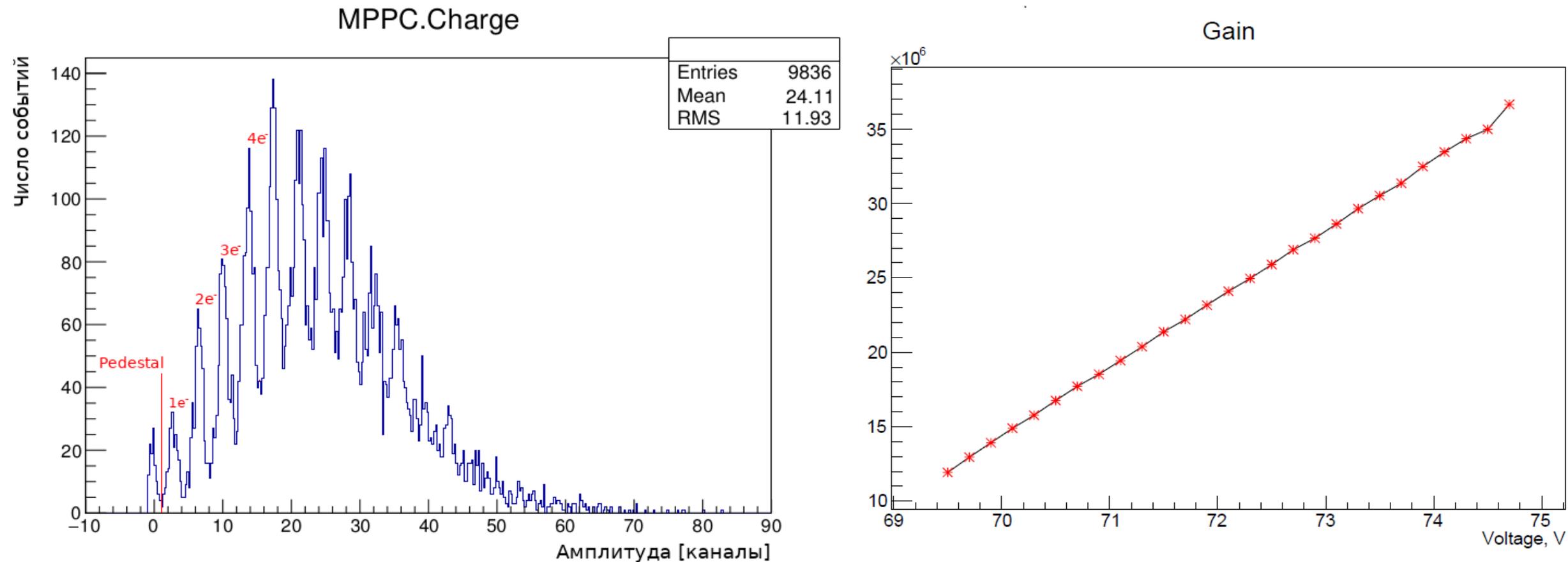
- Нечувствительность к магнитному полю
- Компактность
- Большой динамический диапазон
- Регистрация ультраслабых световых сигналов

Измерение заряда



Типичные
картины
амплитудных
спектров от
сверхслабых
импульсов
при
различном
напряжении
на фотодиоде

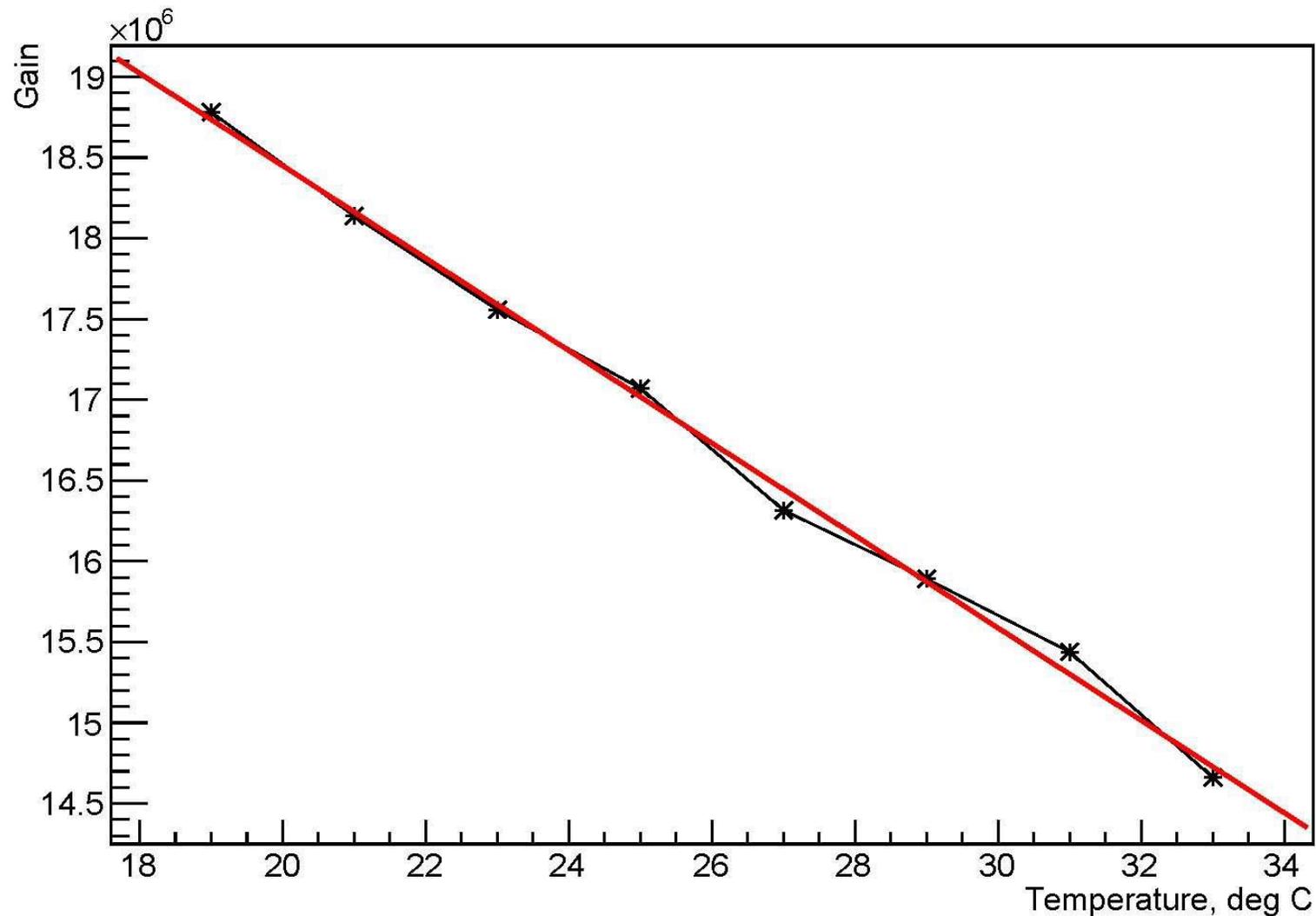
Измерение зависимости усиления напряжения



Для определения усиления, подсчитываем заряд, соответствующий данному амплитудному пику $Q=kA$, с другой стороны, этот же заряд равен $Q=MGe$. Приравнявая заряды получаем искомый коэффициент усиления M .

Зависимость коэффициента усиления от температуры

Gain

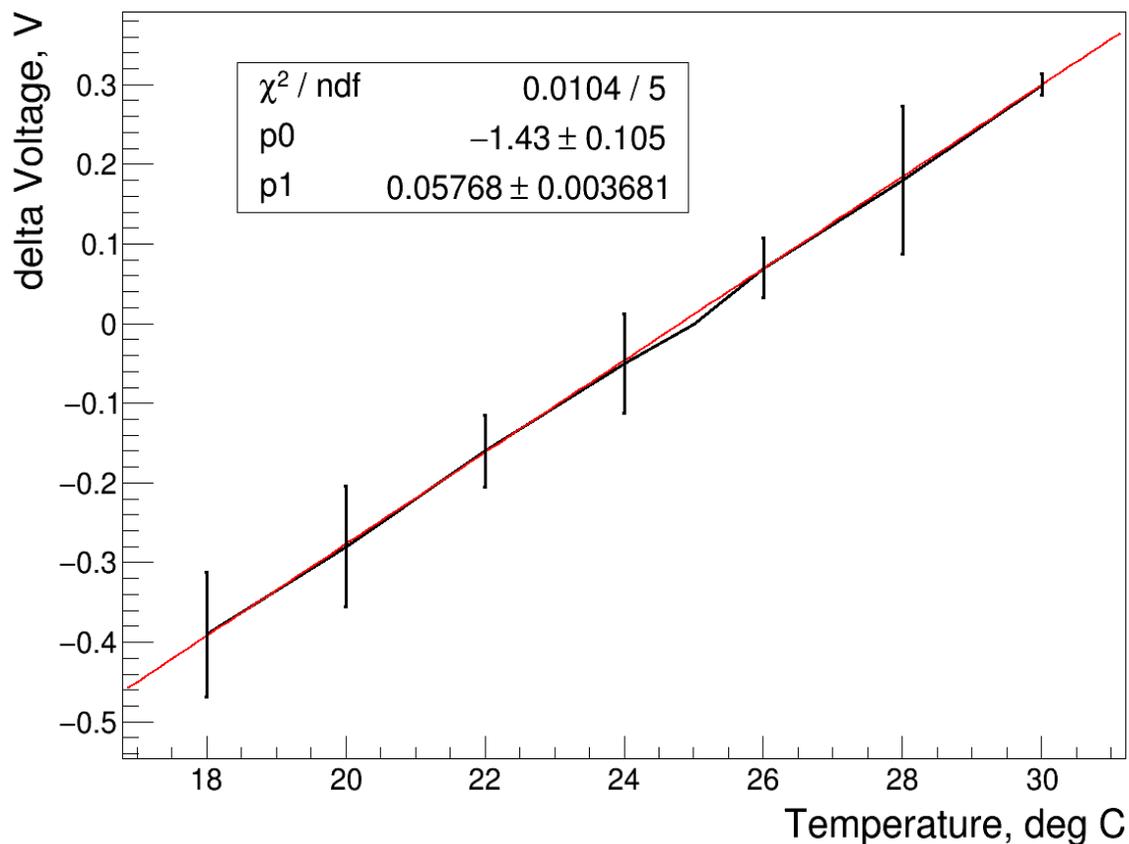


$$k(V) = \frac{1}{A} \cdot \frac{dA}{dT} \cdot 100\%$$

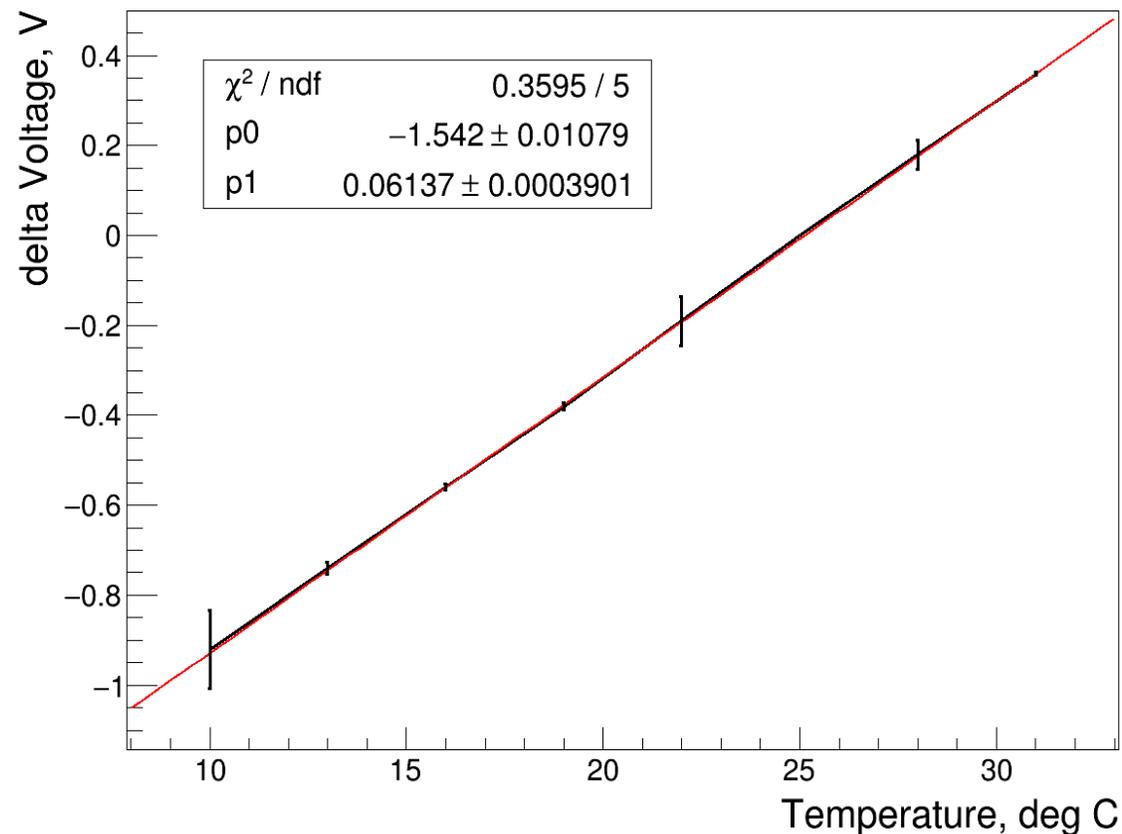
A – усиление фотодиода
 k – относительный температурный коэффициент усиления
 T - температура

Температурная стабилизация

VoltTemp_4117



VoltTemp_4255



Вычислив угловой коэффициент из этих графиков, мы получили поправочный коэффициент на каждый градус изменения температуры окружающей среды

Выводы

- Создана экспериментальная установка по исследованию характеристик микропиксельных лавинных фотодиодов
- Проведены измерения основных параметров лавинных фотодиодов
- Исследована зависимость усиления фотодиодов от температуры окружающей среды
- Предложен метод компенсации усиления МЛФД при работе в условиях нестабильной температуры, который планируется использовать при работе адронного калориметра

Спасибо за внимание!