

Национальный исследовательский ядерный университет  
«МИФИ»

Кафедра физики элементарных частиц №40

Научная исследовательская работа студента на тему:

Калибровка прототипа детектора на основе GaAs.

Работа студента 2-го курса магистратуры  
Попова Владимир Сергеевича

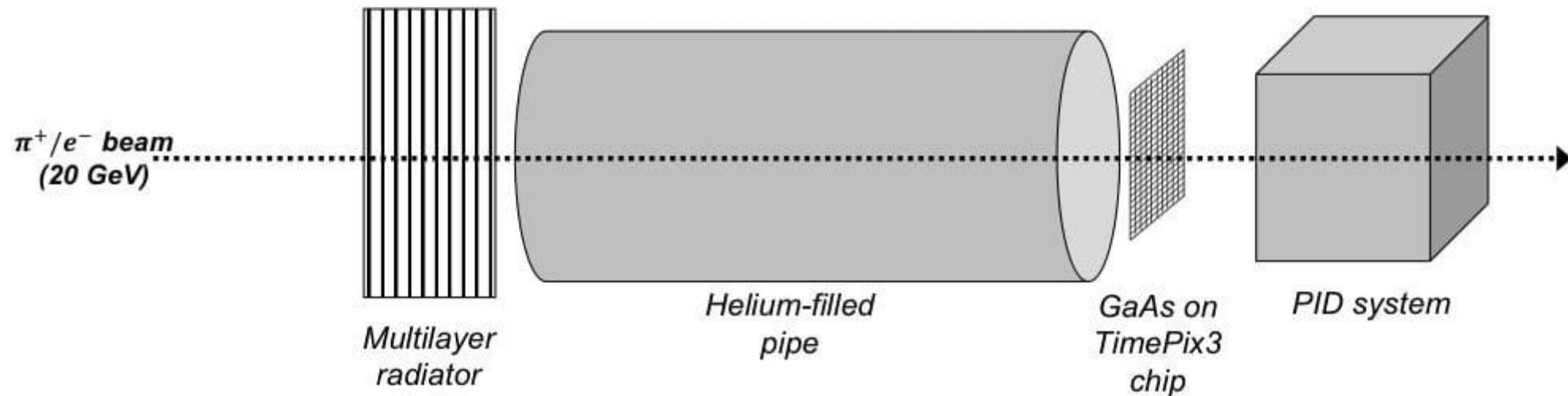
Научный руководитель  
Смирнов Сергей Юрьевич

г. Москва 2024

## Цель работы

Калибровка прототипа детектора переходного излучения, по данным полученным на ускорителе SPS в ЦЕРНе в 2024 году, для последующей возможности анализа экспериментальных данных.

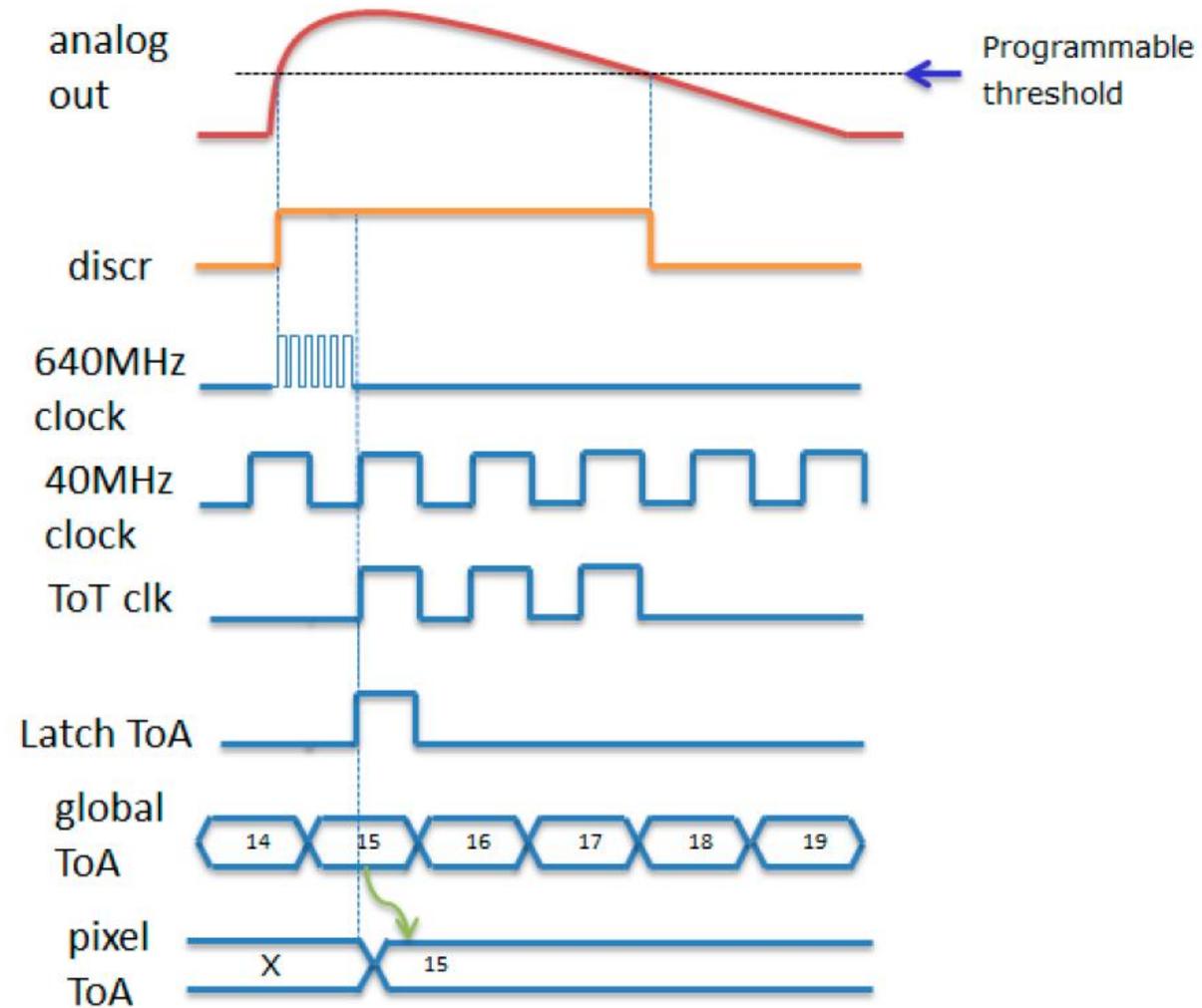
### Схема установки на ускорителе SPS



## Точки по энергии для калибровки детектора

Материал	Энергия кэВ
Fe55(источник)	5.95
Fe	6.4
Ni	7.46
Cu	8.04
Ge	9.9
Se	11.22
Sr	14.17
Zr	15.77
Mo	17.4
Ag	22.2
In	24.1
Sn	25.3
Am(источник)	59.5

# Принцип работы пикселя Timerix3

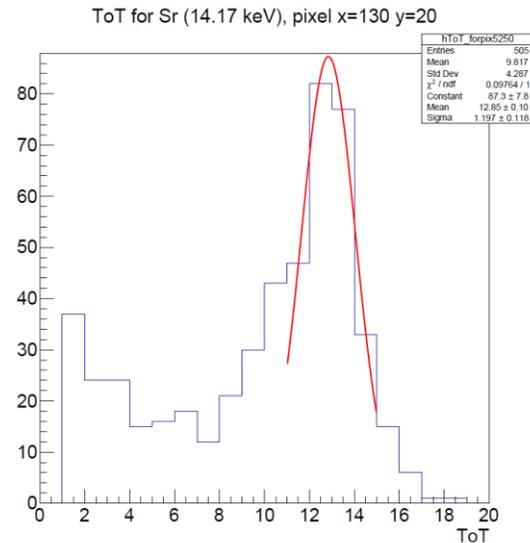


# Алгоритм калибровки

Подготовка данных.  
Сортировка по времени,  
отбор однопиксельных  
событий.

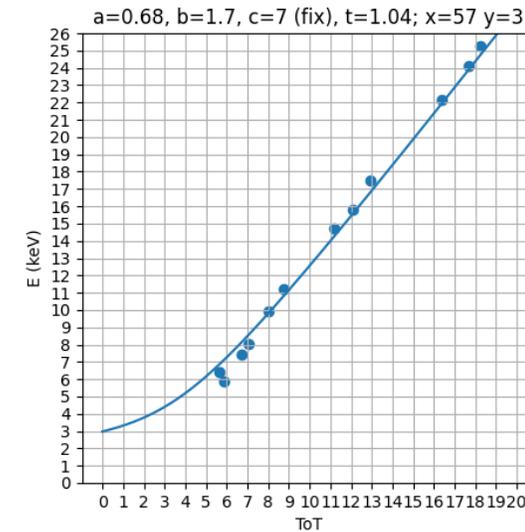
Определение среднего  
значения ToT в каждом  
пикселе для каждой  
точки по энергии

Фитирование  
калибровочной  
функции в каждом  
пикселе с учетом  
порогового значения.



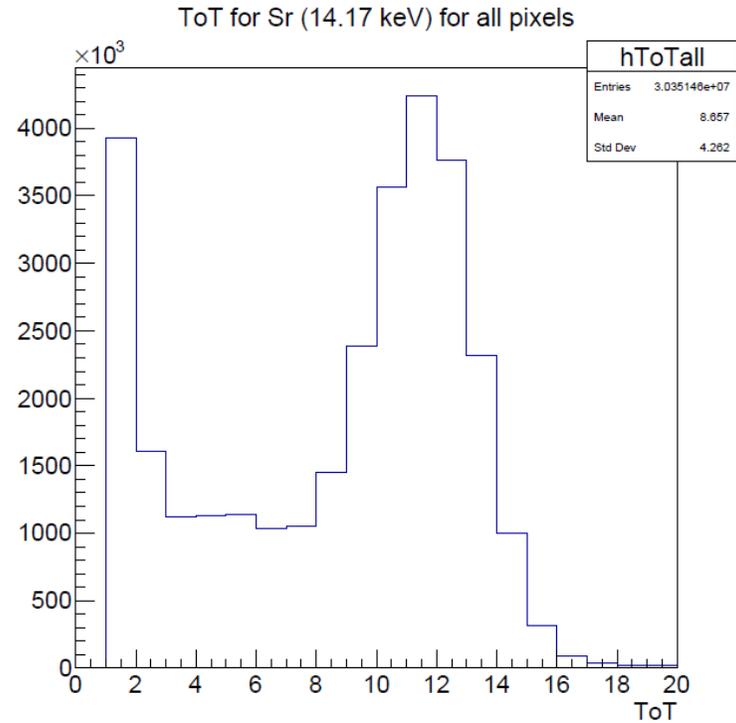
·256 · 256 · 13

$$E = \frac{1}{2a} \left( ToT + a \cdot t - b + \sqrt{(b + a \cdot t - ToT)^2 + 4a \cdot c} \right)$$

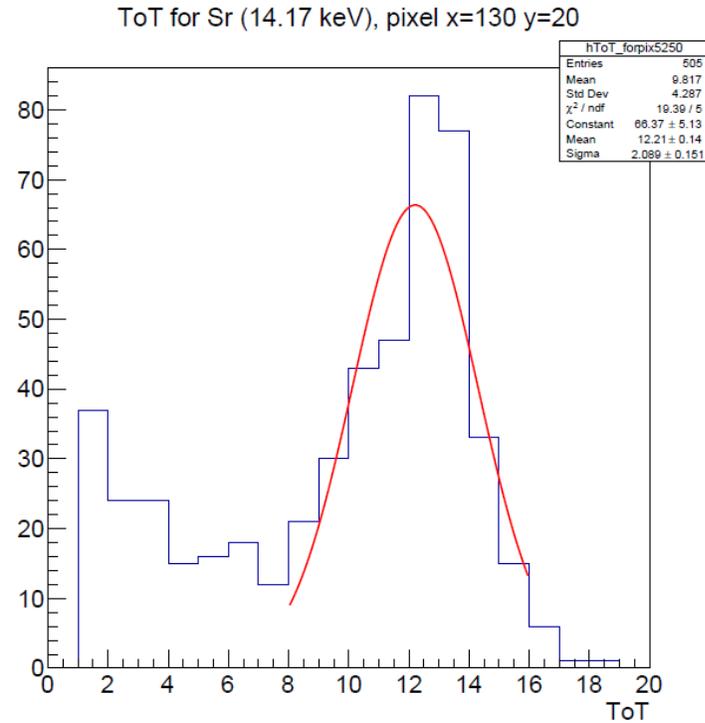


·256 · 256

# Проблема с выбором границ фитирования для определения среднего значения ToT



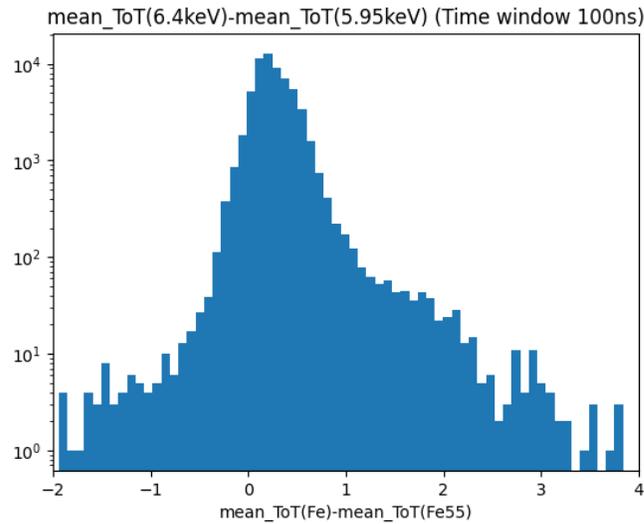
(а) Все пиксели



(б) Конкретный пиксель

Выбор фиксированных для всех пикселей границ фитирования допускает ошибки порядка одного ToT что приемлемо для больших энергий, однако для малых энергий относительная погрешность будет слишком велика.

# Проблема с выбором границ фитирования для определения среднего значения ToT

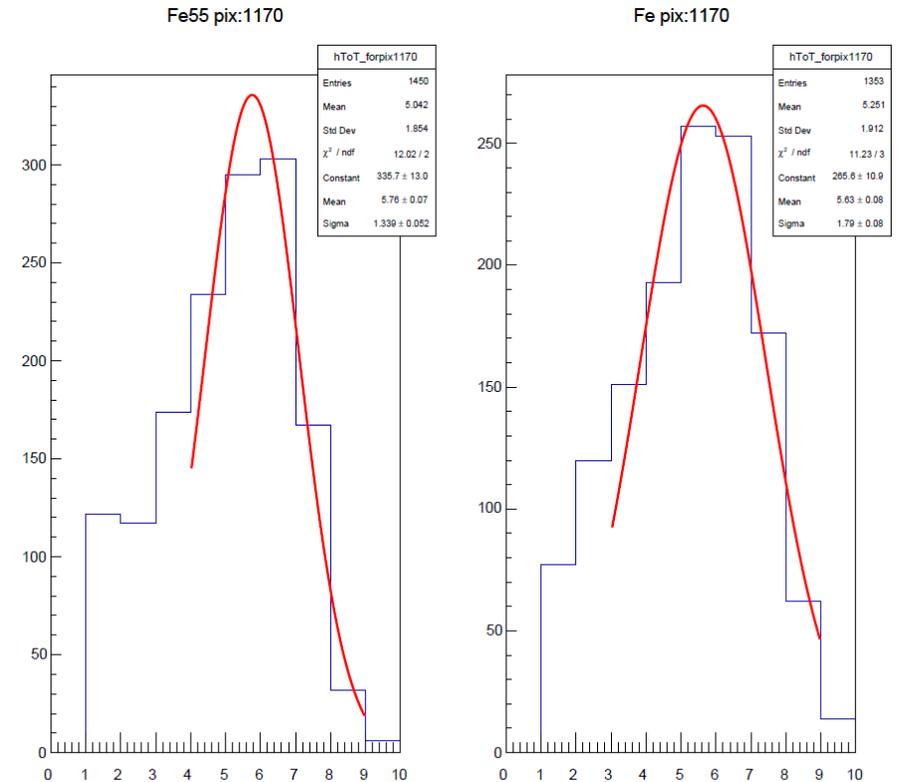


```
count 61504.000000
mean 0.272208
std 0.268828
min -2.906930
25% 0.128270
50% 0.231770
75% 0.387002
max 5.849790
dtype: float64
```

Гистограмма разницы средних ToT для 6.4 и 5.95 кэВ

В идеальном случае вхождений в данную гистограмму отрицательных значений не должно быть.

Необходимо при помощи выбора пределов фитирования минимизировать количество пикселей с перепутанным порядком ToT



Пример пикселя для которого среднее значение ToT для большей энергии меньше чем среднее значение ToT для меньшей энергии.

## Описание алгоритма выбора пределов фитирования

В диапазоне от 3 до 10 определяется наивысший бин.

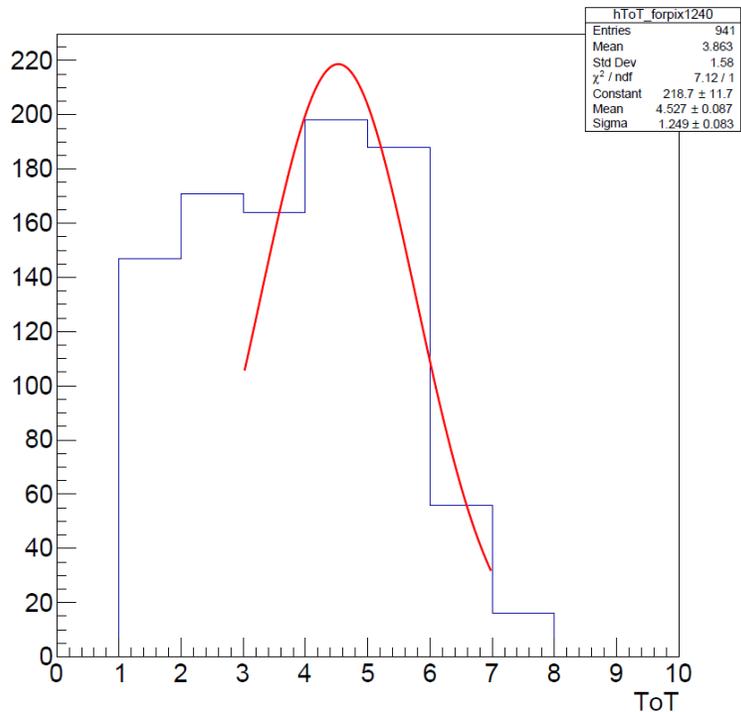
Правая граница фитирования включает в себя 2 бина справа от наивысшего

Левая граница включает в себя 2 бина слева за исключением 2х случаев

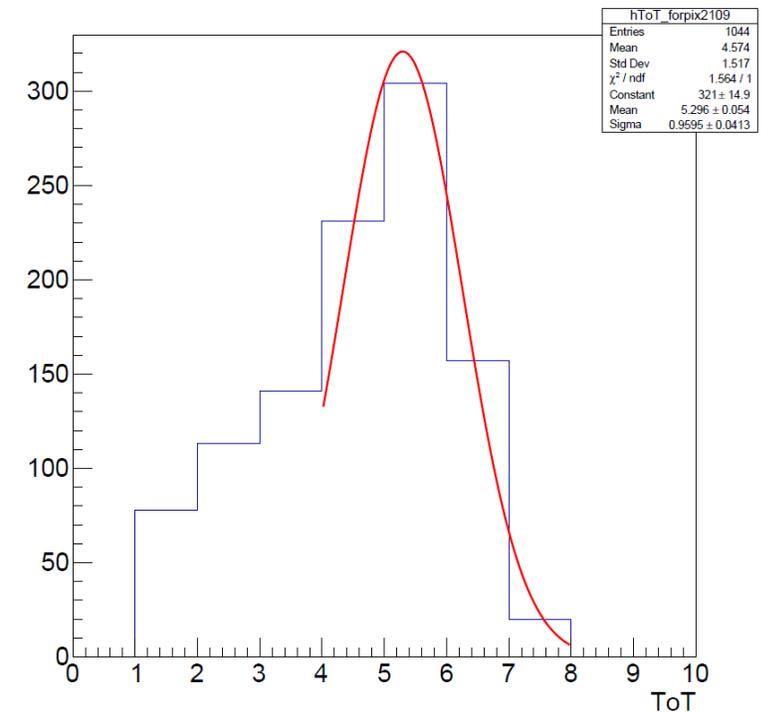
1 – Самый левый бин выше соседнего бина справа

2 – Самый левый бин ниже, чем определенная доля от наивысшего бина  
в этих 2х случаях слева в пределы интегрирования включается 1 бин

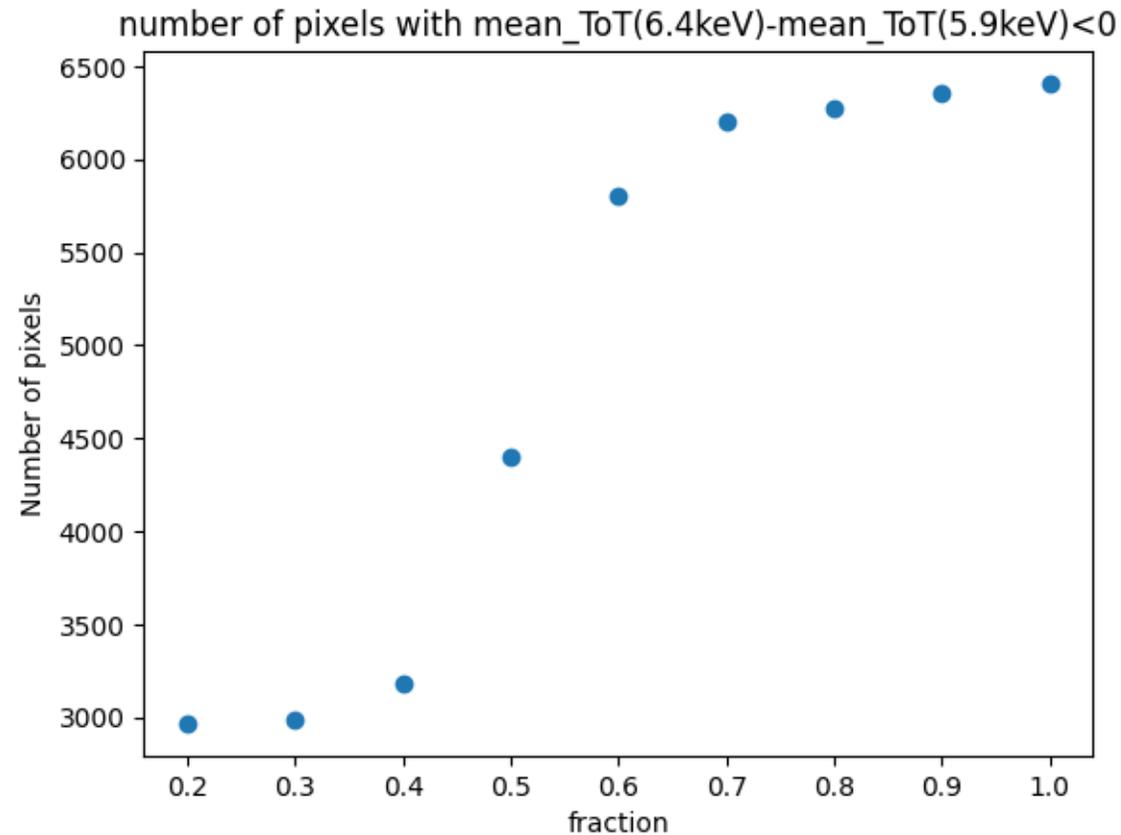
ToT for Fe55 5.95 keV pixel=1240



ToT for Fe55 5.95 keV pixel=2109



Зависимость количества «плохих» пикселей от доли наивысшего бина с которой сравнивается самый левый бин.



Количество «плохих» пикселей минимально, когда в границы фитирования всегда входит 2 бина слева. Однако на данный момент значение параметра fraction было выбрано 0.5 что бы уменьшить вероятность ошибочного определения «плохого» пикселя как «хорошего».

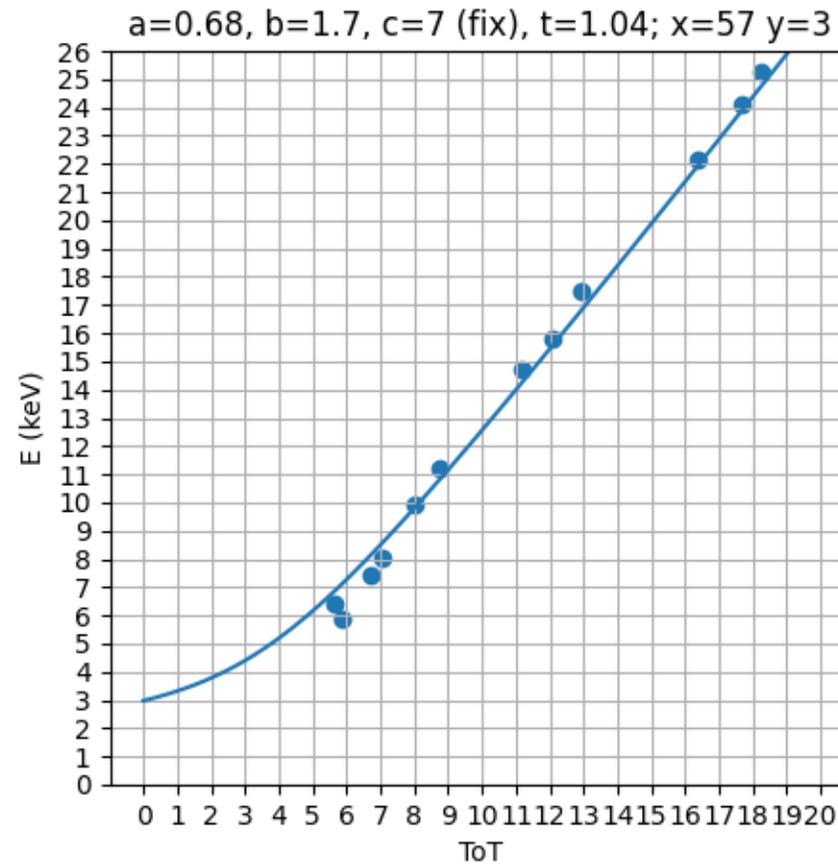
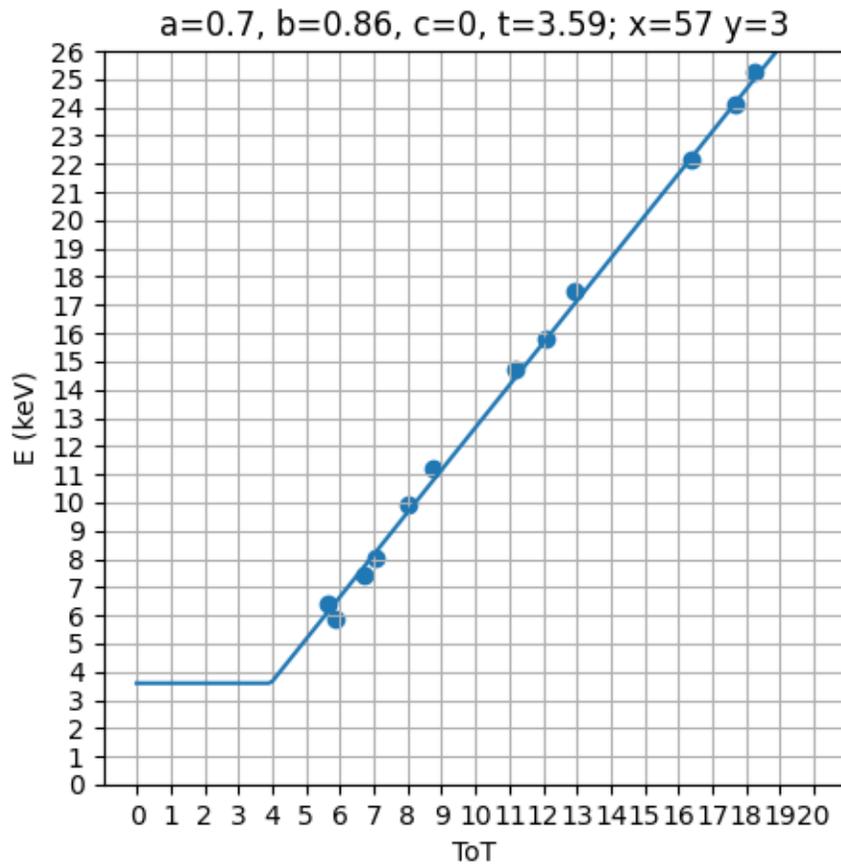
# Заключение

- Был написан отдельный код для подготовки данных и калибровки детектора
- Количество «плохих» пикселей было уменьшено в 2 раза по сравнению с программой, используемой в предыдущих калибровках
- Доля «плохих» пикселей составляет примерно 7%
- Планируется продолжить процесс определения оптимального метода выбора границ фитирования, а также итоговая калибровка детектора после получения значения порога в энергетических единицах.

# Дополнительные Слайды

Калибровочные кривые в случае, когда коэффициент  $c=0$  и фиксирован  $c=7$

$$E = \frac{1}{2a} \left( ToT + a \cdot t - b + \sqrt{(b + a \cdot t - ToT)^2 + 4a \cdot c} \right)$$



Кумулятивные распределения по разницы средних значений ToT для соседних точек по энергии для различных значений параметра fraction

