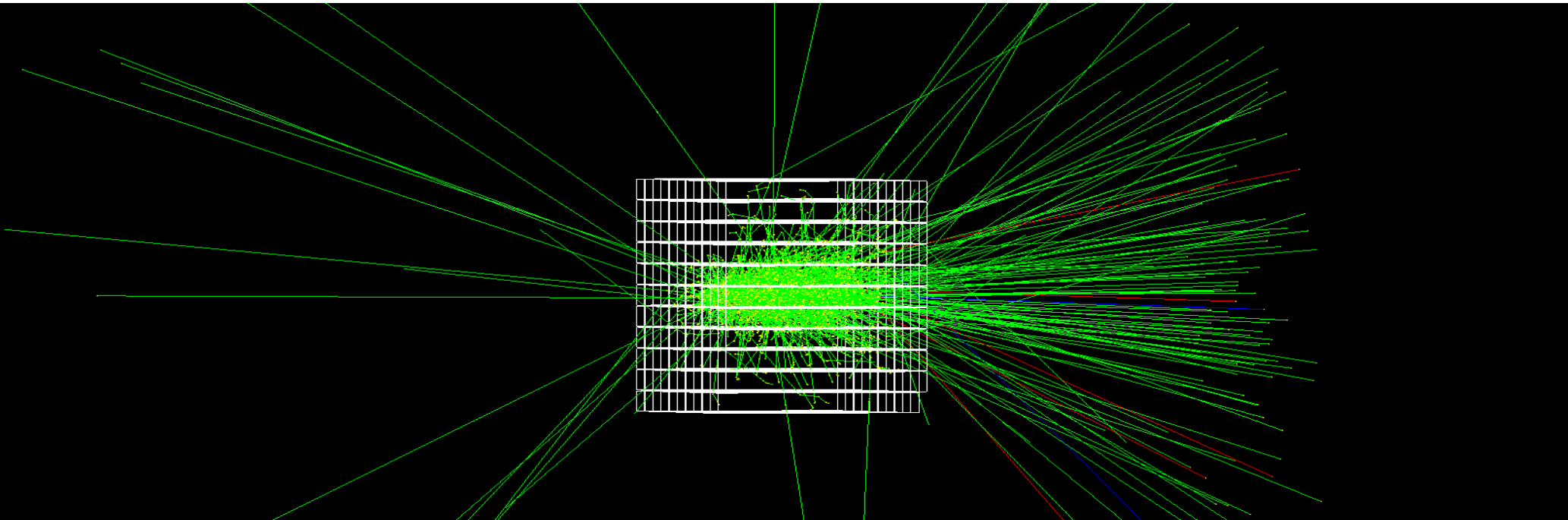


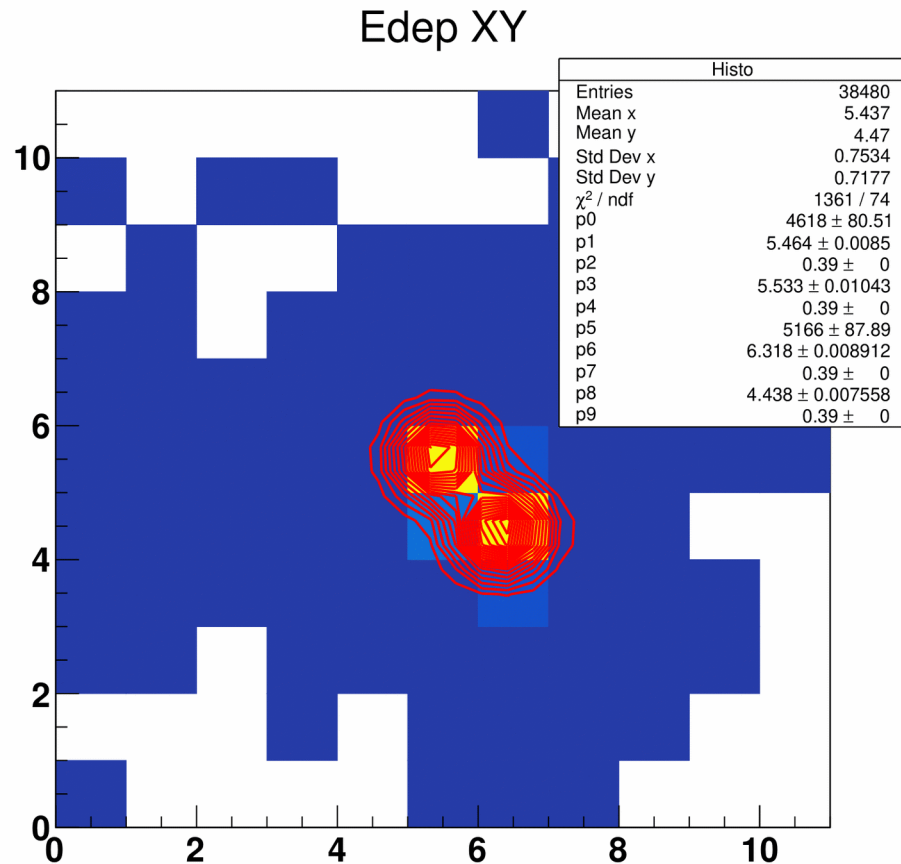
РАЗДЕЛЕНИЕ СЛИВШИХСЯ КЛАСТЕРОВ ДВУХ ГАММА-КВАНТОВ



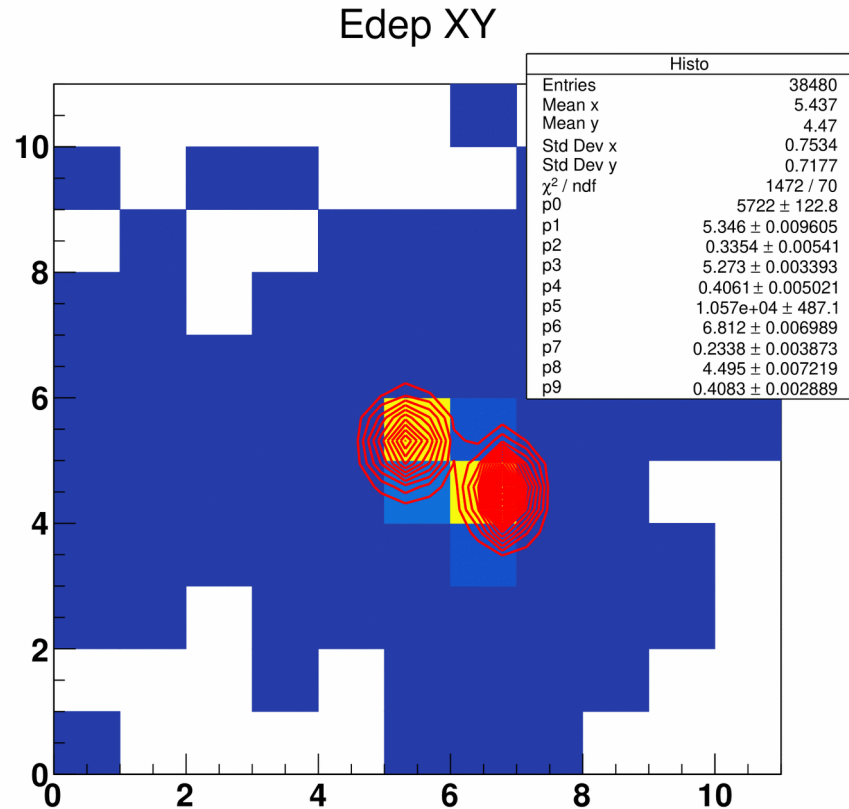
ЗАДАНИЕ

- Мне было предложено исследовать проблему разделения слившихся кластеров в поперечно сегментированном электромагнитном калориметре при попадании в него на близком расстоянии двух частиц.
- Произведено моделирование в GEANT4 попадания в сборку 11 на 11 кристаллов PbWO₄ двух гамма-квантов. Один из них попадал строго в центр, второй же попадал в случайную точку на известном расстоянии от центра.
- Цель работы была подобрать функцию фитирования, которая при минимальном количестве параметров хорошо бы описывала распределение и позволяла точно воспроизвести энергию частиц и расстояние между ними.

ФИТИРОВАНИЕ ФУНКЦИЕЙ ГАУСССА



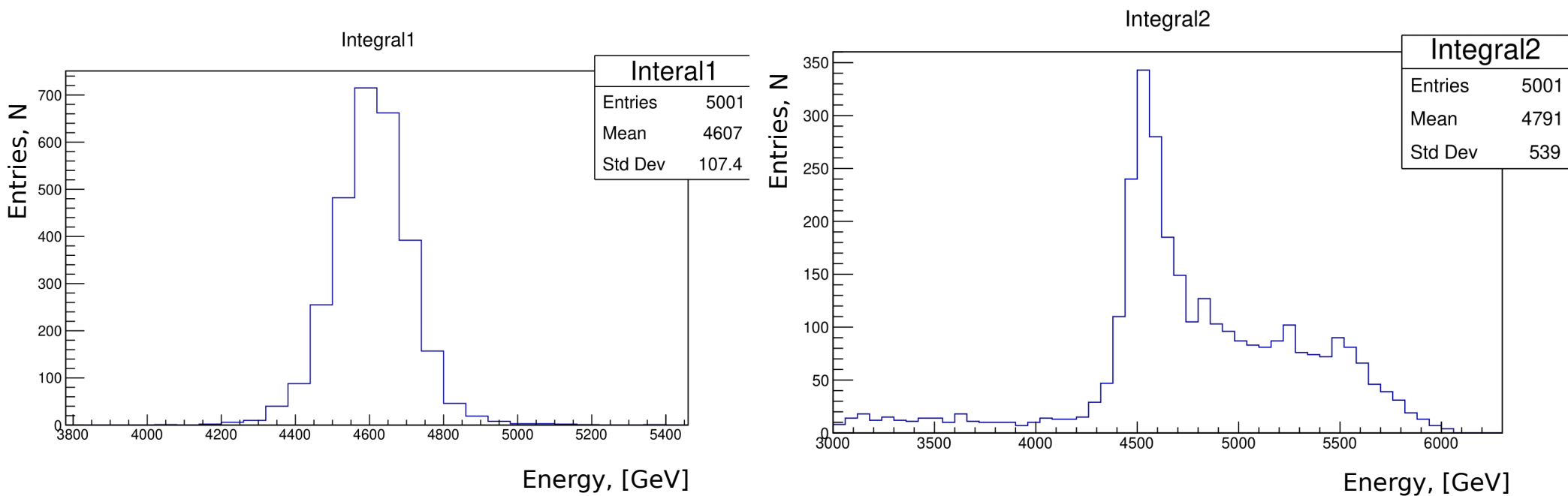
- Для радиуса 3 см
сигма фиксирована



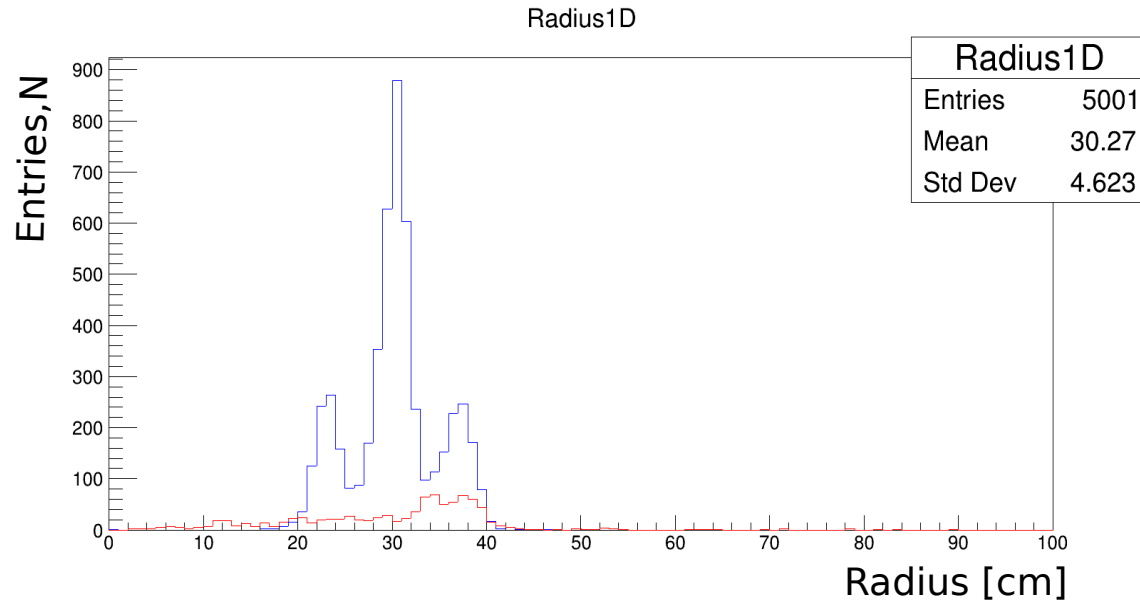
Для радиуса 3 см с не
фиксированной сигмой

ФИТИРОВАНИЕ ФУНКЦИЕЙ ГАУССА

Восстановленные энергии первой и второй частиц
Изначальная энергия каждой 6 ГэВ

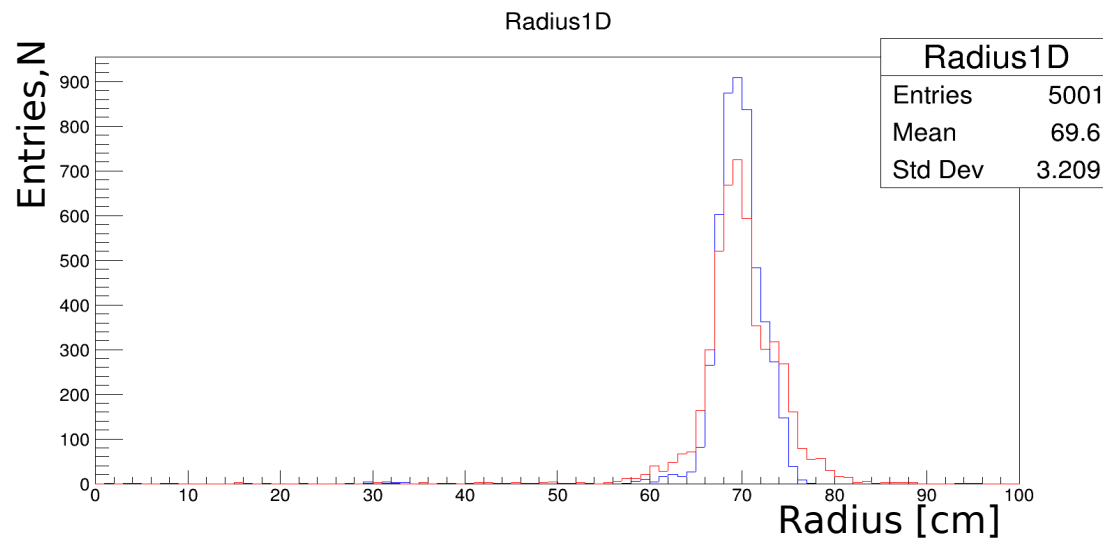


ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ



Для радиуса 3 см, энергии 6 ГэВ

Синее, сигма фиксирована
Красное сигма фиксирована



Для радиуса 7 см, энергии 6 ГэВ

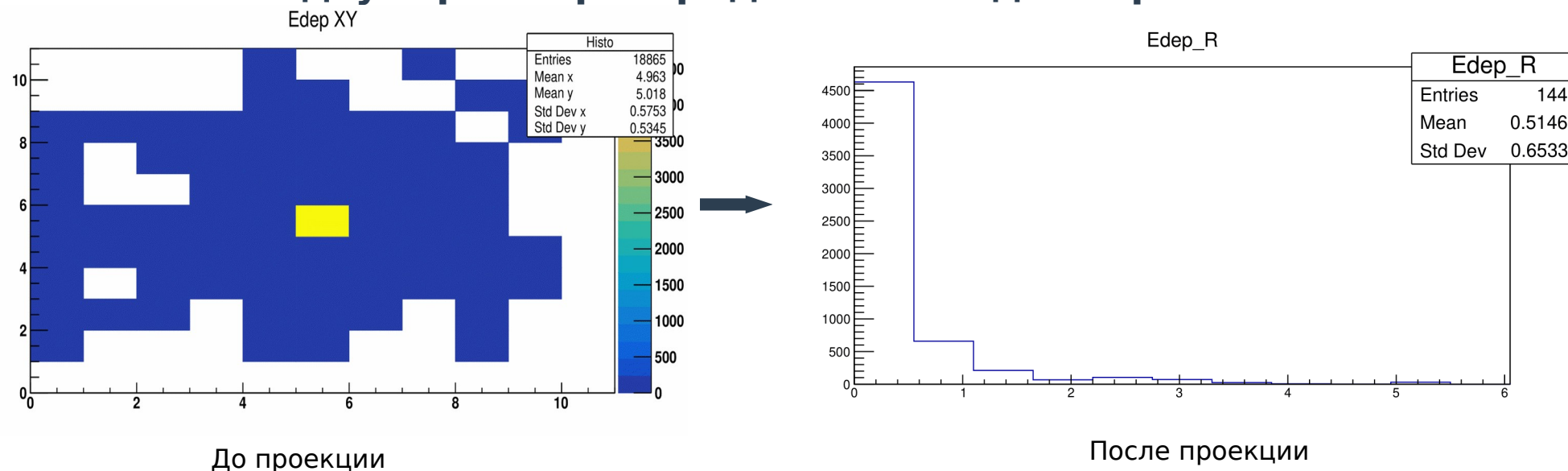
ФИТИРОВАНИЕ ФУНКЦИЕЙ ГАУССА

ВЫВОД.

- **Функция Гаусса позволяет с достаточной точностью восстановить положение частиц, но не на пограничных случаях, требуется более точная функция**
- **Гаусс плохо описывает само распределение энергии в кристалле, необходимо найти альтернативную функцию.**

ФИТИРОВАНИЕ ОДНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПО РАДИУСУ

Не получив удовлетворительного результата фитирования распределения двумерной функцией гаусса было принято решение использовать другую функцию для фита, для подтверждения применимости этой функции аппроксимируем её сначала одномерный случай, для этого преобразуем гистограмму из двумерного распределения в одномерное



ФУНКЦИЯ ФИТИРОВАНИЯ

Функция фитирования

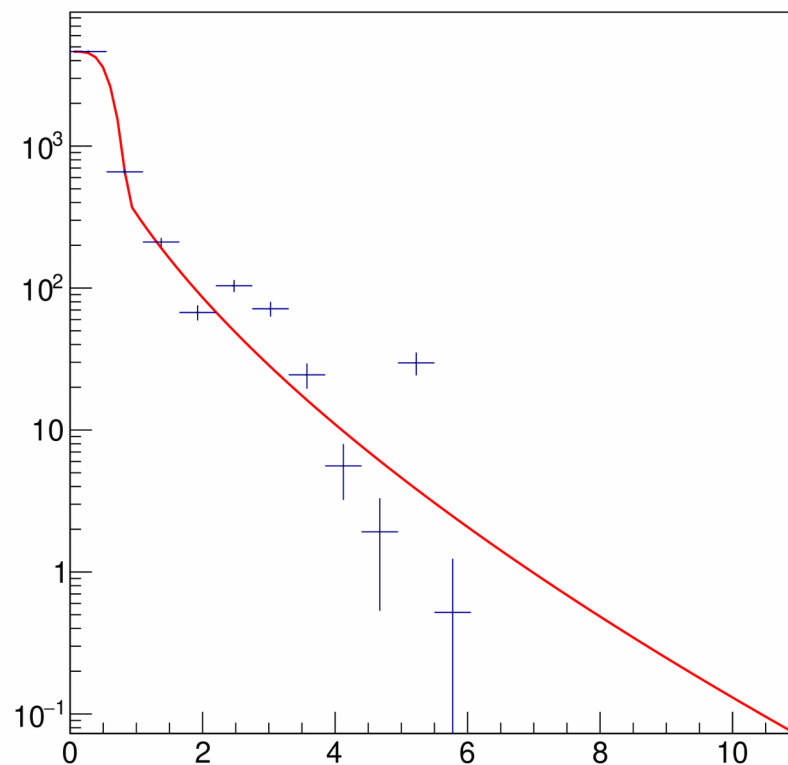
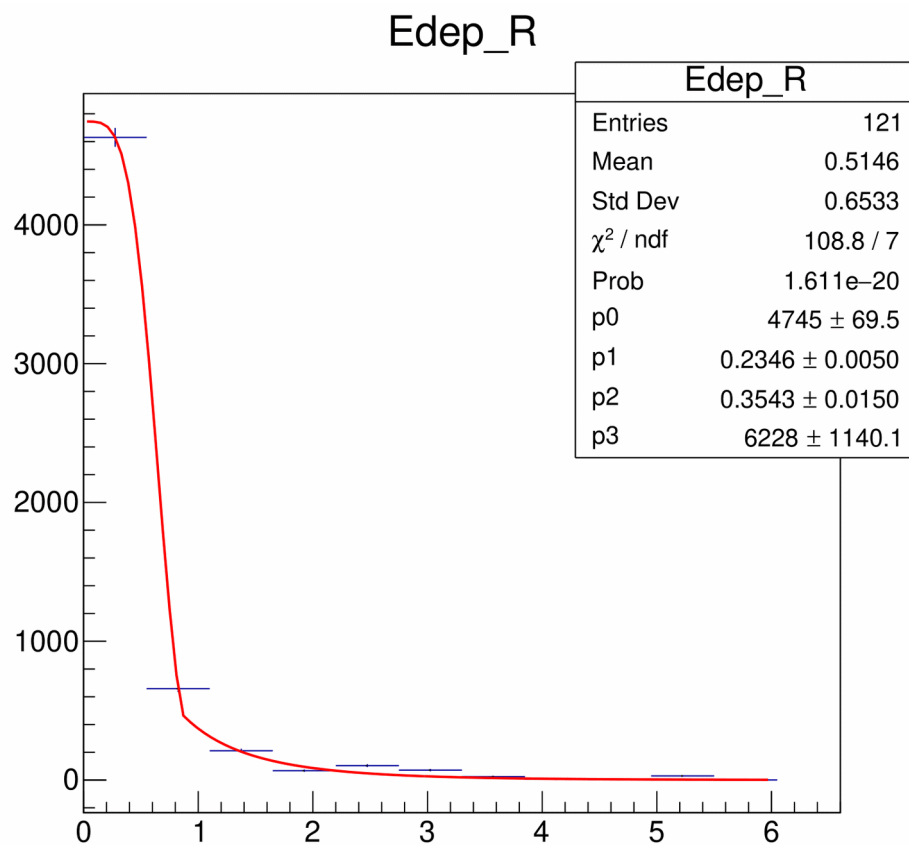
$$f(E, r) = \begin{cases} par[0] \cdot \exp(-r^4/par[3]) & r \leq 0.5\text{cm} \\ par[0] \cdot \max(\exp(-r^4/par[3]), par[5] \cdot \exp(-r^{0.6}/par[4])) & r > 0.5\text{cm} \end{cases}$$

$$r = \sqrt{(x - par[1])^2 + (y - par[2])^2}$$

- Функция фитирования выбранная для аппроксимации распределения выделенной энергии была взята из ALICE Collaboration, G. Dellacasa et al., “ALICE technical design report of the photon spectrometer (PHOS),” CERN-LHCC-99-04.
 -
 - Par[0] — амплитуда пика
 - Par[1,2] — смещение пика
 - Par[3,4] — аналог сигмы для данного распределения
- Par[5] — масштабирование функции описывающей распределение на больших расстояниях

ФИТИРОВАНИЕ ОДНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПО РАДИУСУ

Фит одномерного распределения для гамма кванта с энергией
6 ГэВ Линейный и логарифмический масштаб



РАЗДЕЛЕНИЕ КЛАСТЕРОВ

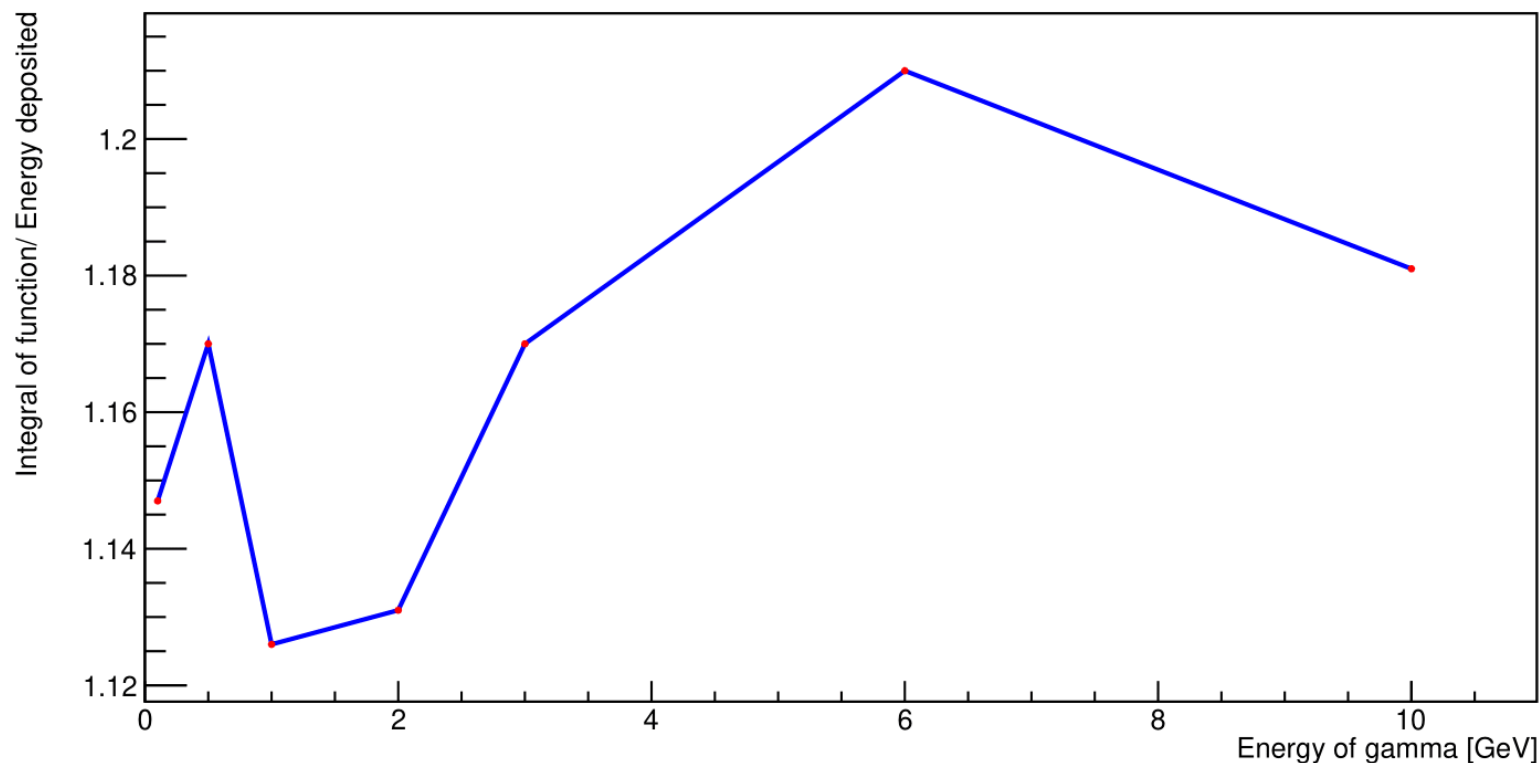
После подтверждения применимости данной функции для одномерного случая было принято решение об экстраполяции модифицированной функции на двумерный случай.

Для данного случая сигмы фиксировались относительно опорных значений, полученных при одномерном фитировании, так как при свободных параметрах функции результаты не соответствовали действительности, функции не фитировали распределение.

Параметры $\text{par}[1]$ и $\text{par}[2]$ были зафиксированы на величинах 0.238 и 0.382

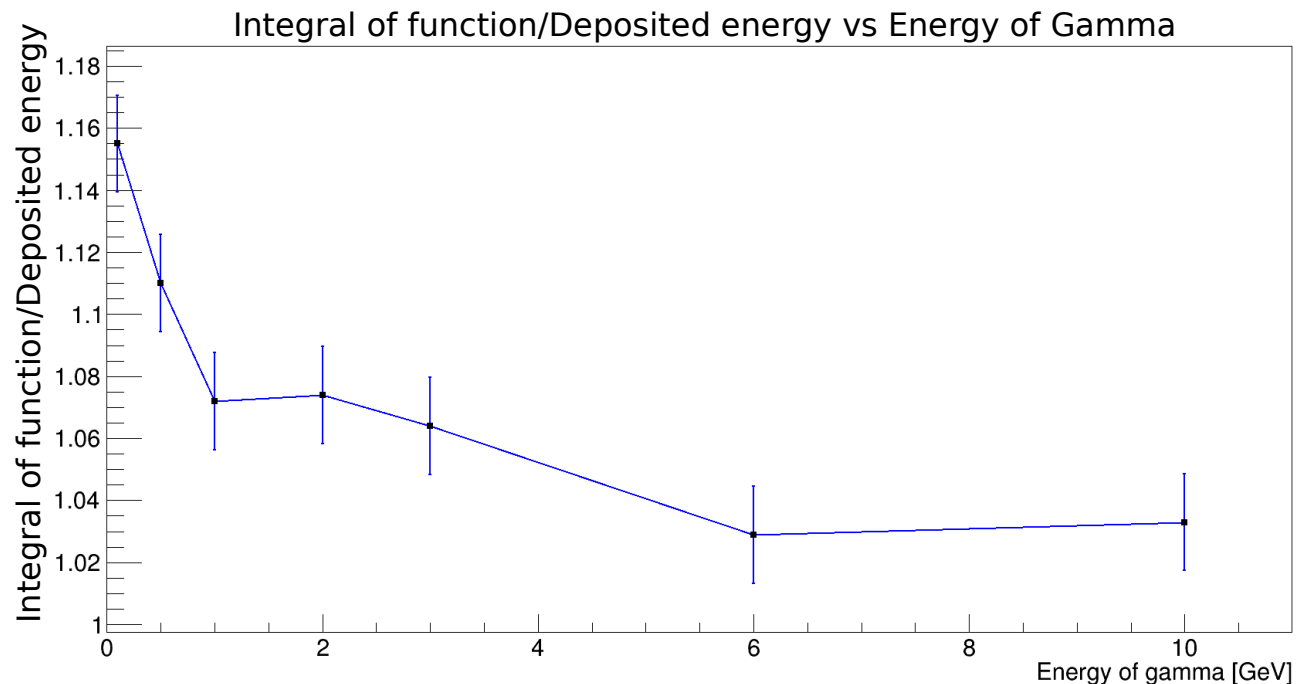
РАЗДЕЛЕНИЕ КЛАСТЕРОВ

Integral of function/ Energy deposited vs Energy of gamma



При установке величин параметров 1 и 2 на ранее озвученных значениях, интеграл функции при данных параметрах не описывал реальную величину выделенной энергии.

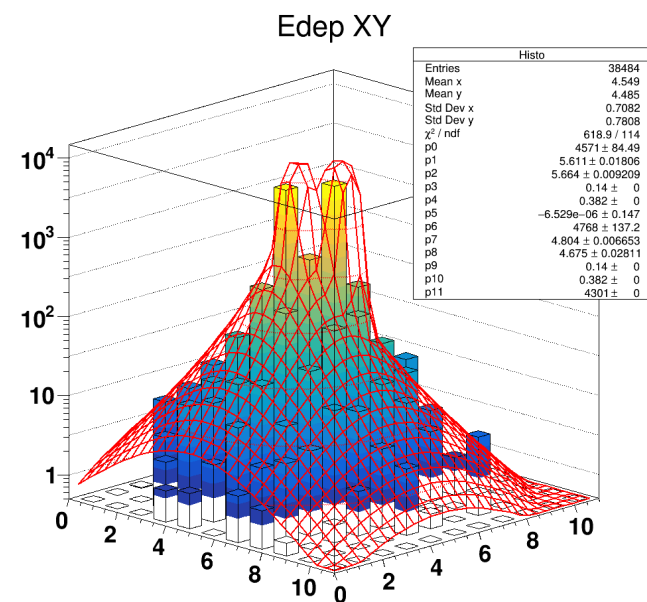
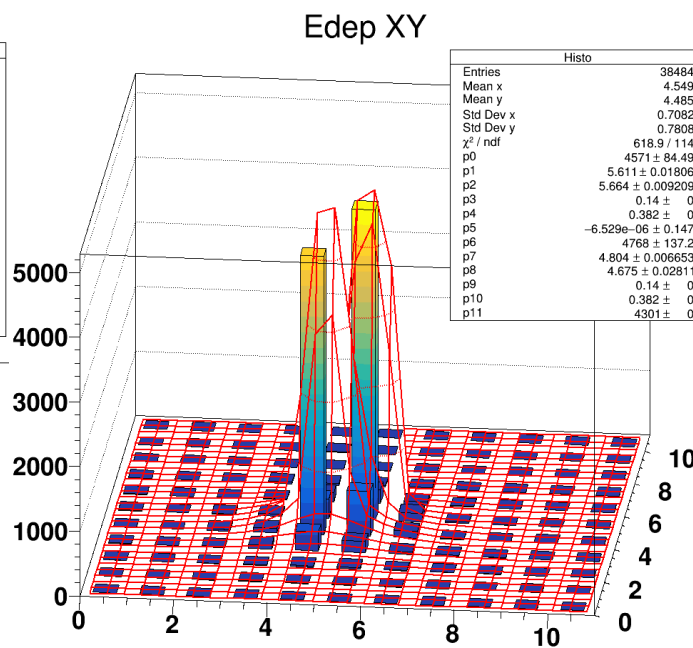
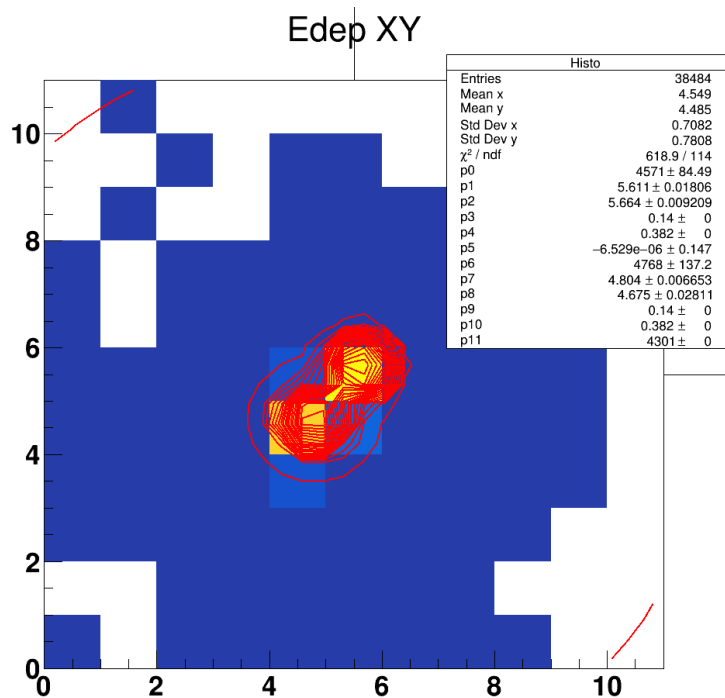
РАЗДЕЛЕНИЕ КЛАСТЕРОВ



После длительного анализа и набора статистики для свободного параметра $\text{par}[1]$, было установлено, что при величине $\text{par}[1] = 0.14$ интеграл от величины выделенной энергии наиболее близко описывает величину выделенной энергии на больших величинах энергии гамма кванта, но все еще завышает на малых, данная проблема будет изучена в будущем.

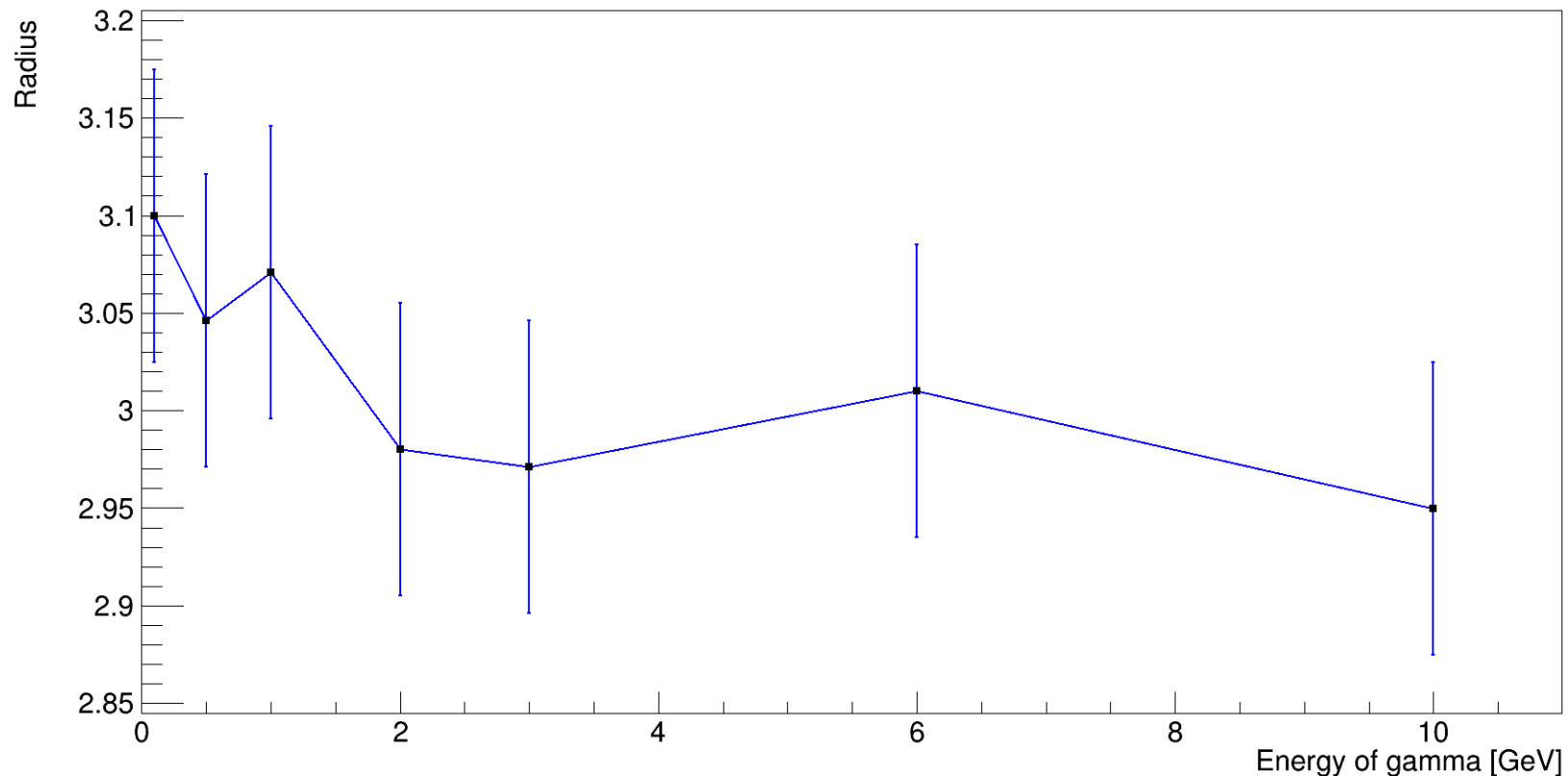
РАЗДЕЛЕНИЕ КЛАСТЕРОВ

Результат фитирования двумерного распределения для случая с расстоянием 3 см, энергией 6 ГэВ.



РАЗДЕЛЕНИЕ КЛАСТЕРОВ

Radius vs Energy of gamma



Были восстановлены величины расстояний, на которых находились пары частиц. В пределах погрешности алгоритм смог восстановить положения исходных частиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы была создана симуляция на основе модели сборки с кристаллами PWO, был проведен сравнительный анализ двух предложенных функций для описания распределения энерговыведения в кристалле.

После подтверждения применимости функции функция была изменена для двумерного случая.

Были получены значения параметра отвечающего за ширину распределения.

Данные параметры были зафиксированы при разделении слившихся пучков энерговыведения от гамма квантов.

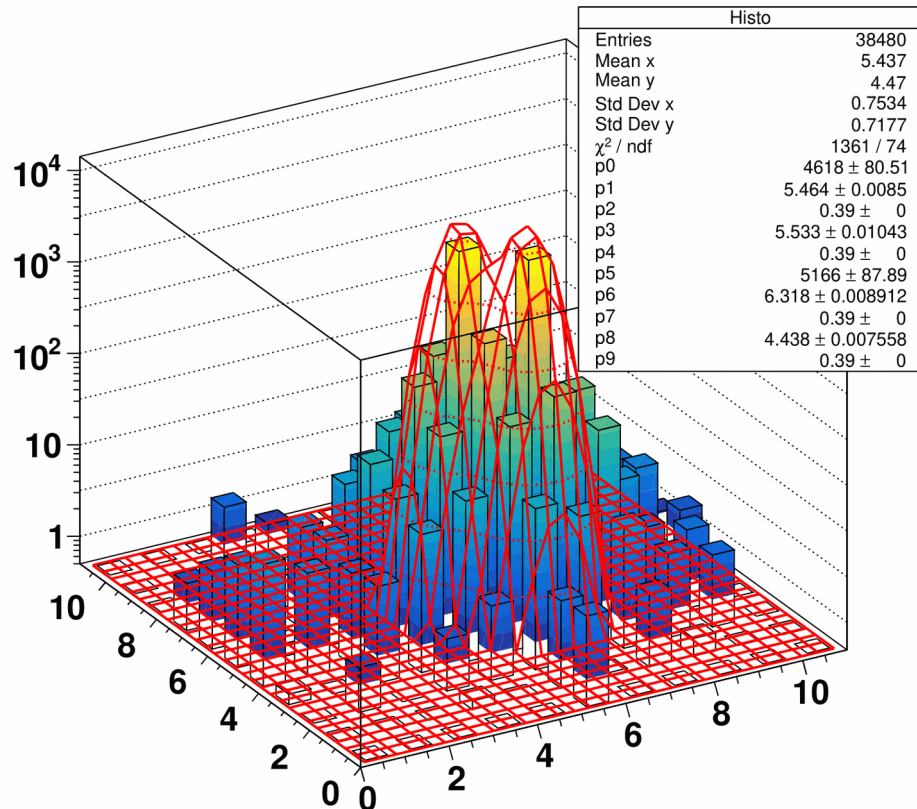
Полученные результаты говорят о применимости данной функции для описания энерговыведения в кристалле PWO.

В дальнейшем будут добавлены в симуляцию шумы, будут рассмотрены энерговыведения при смещении частицы в отдельной ячейке. Также в планах провести разделение двух кластеров при разных энергиях на близких расстояниях, определение применимости разделения кластеров данной функцией.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

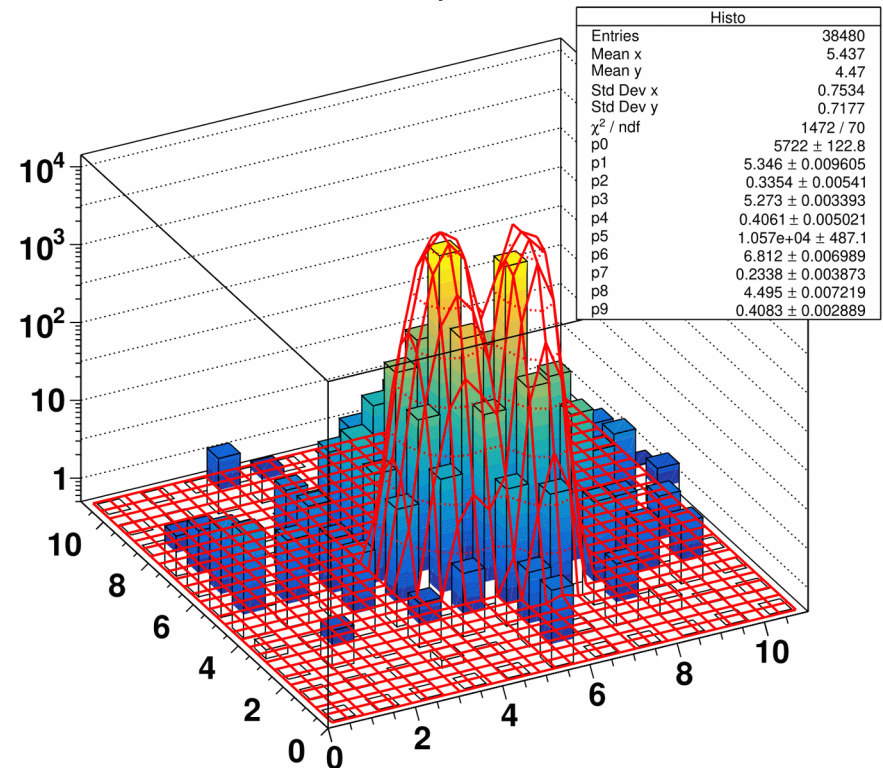
ФИТИРОВАНИЕ ФУНКЦИЕЙ ГАУССА

Edep XY



сигма фиксирована

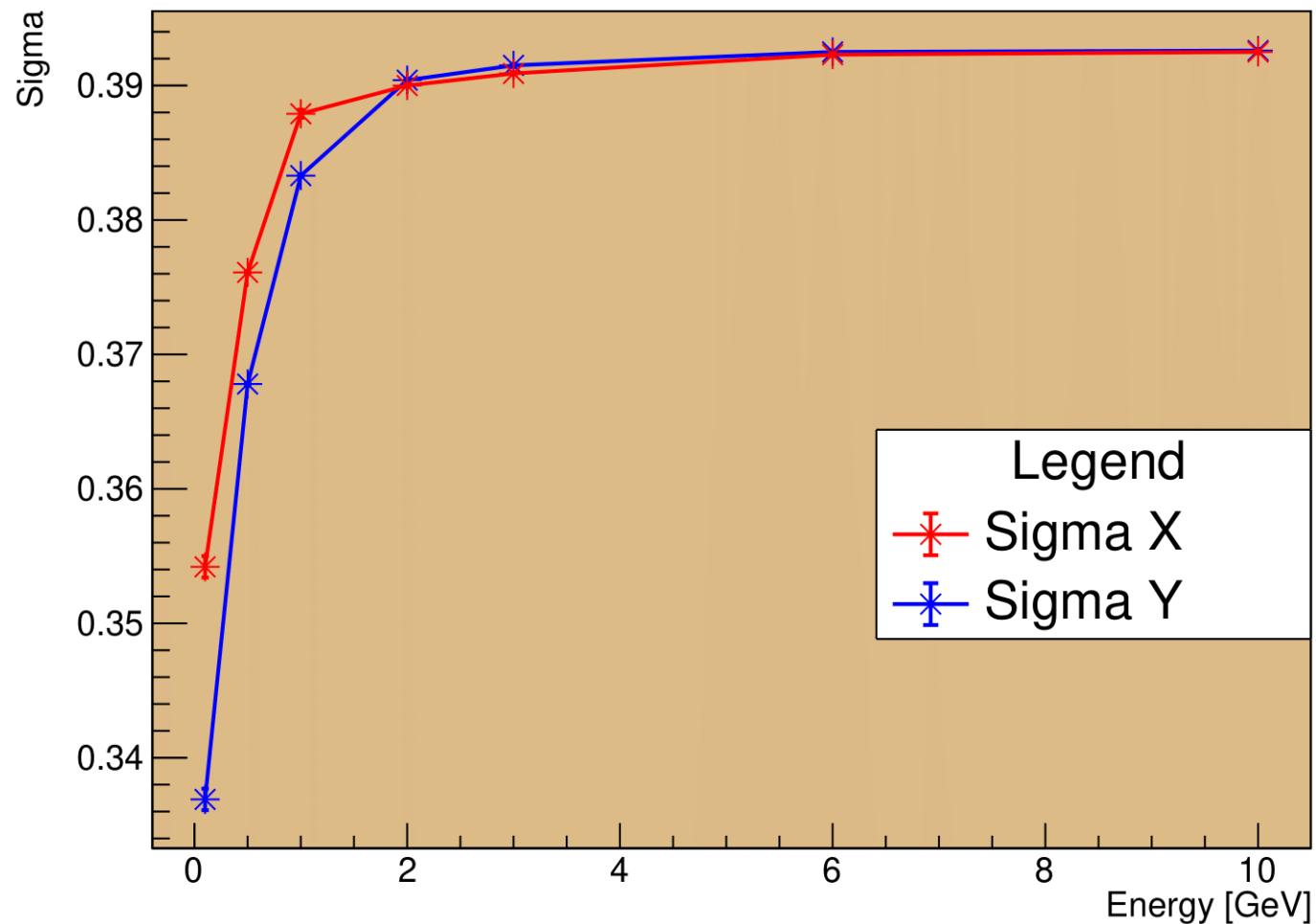
Edep XY



сигма не
фиксирована

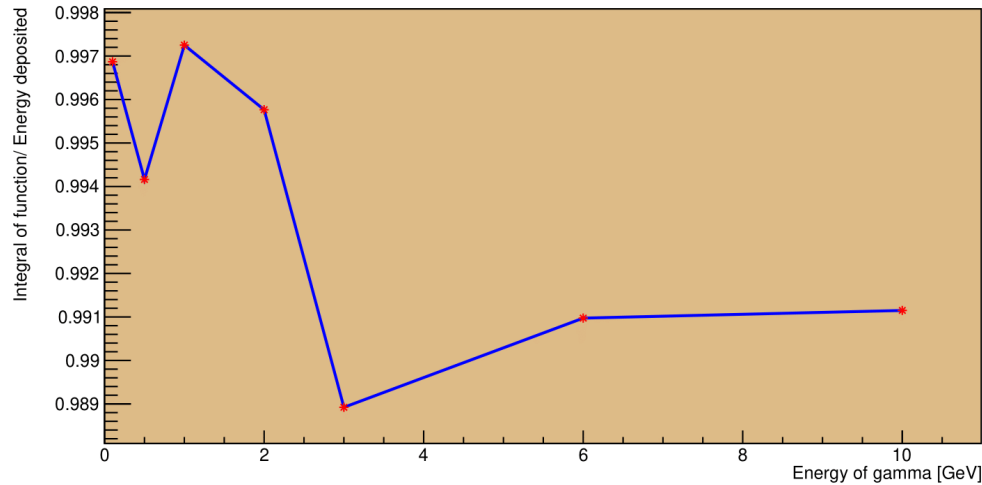
ФИТИРОВАНИЕ ФУНКЦИЕЙ ГАУССА

Sigma vs Energy of gamma



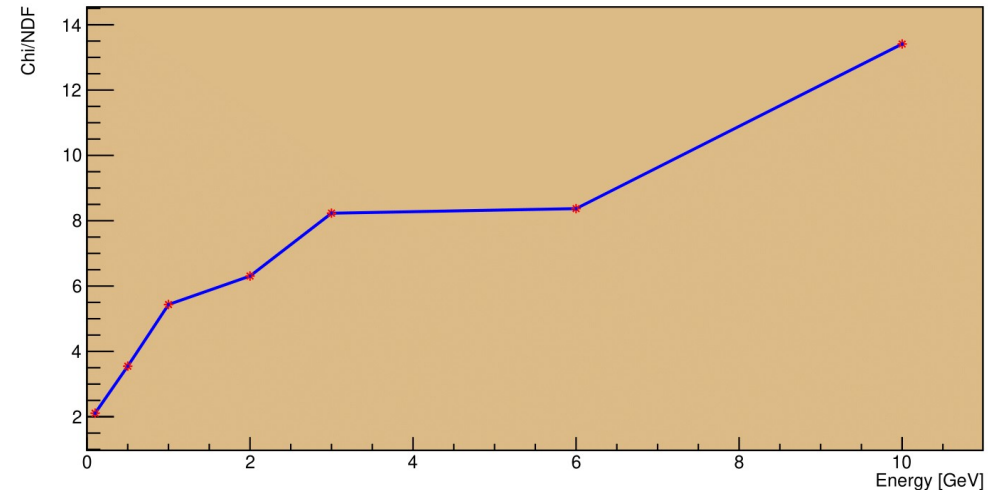
РЕЗУЛЬТАТЫ ФИТА ДЛЯ РАЗНЫХ ЭНЕРГИЙ НОВОЙ ФУНКЦИЕЙ

Integral of function/ Energy deposited vs Energy of gamma



Отношение интеграла функции
к реальному количеству
выделенной энергии

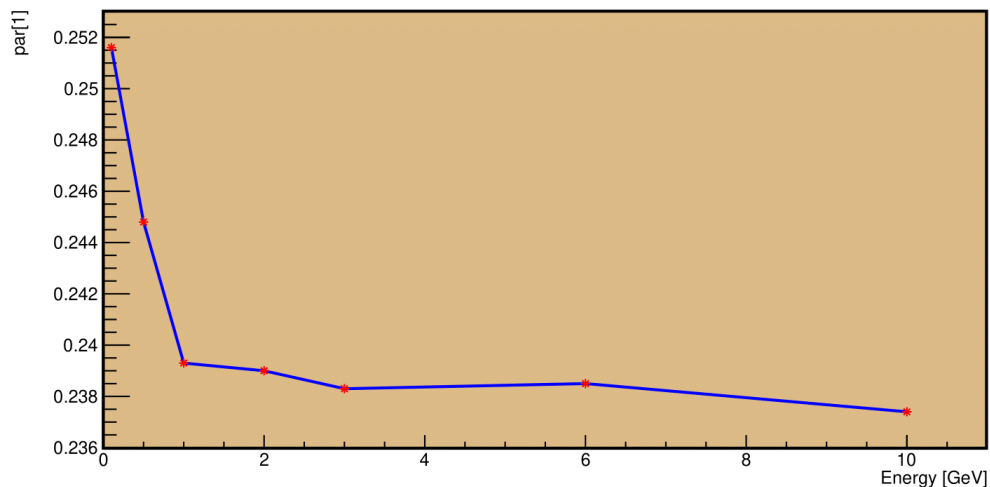
Chi/NDF vs Energy of gamma



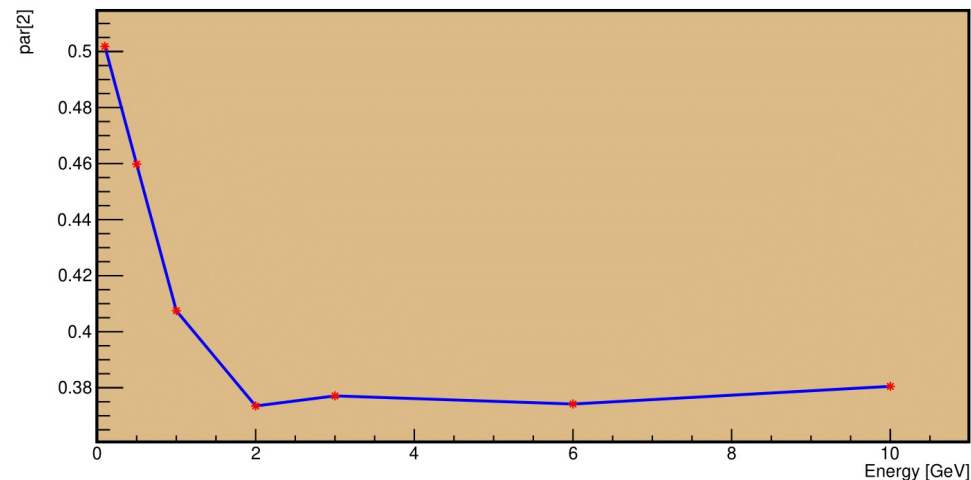
Приведенный хи квадрат от
величины энергии гамма
кванта

РЕЗУЛЬТАТЫ ФИТА ДЛЯ РАЗНЫХ ЭНЕРГИЙ НОВОЙ ФУНКЦИЕЙ

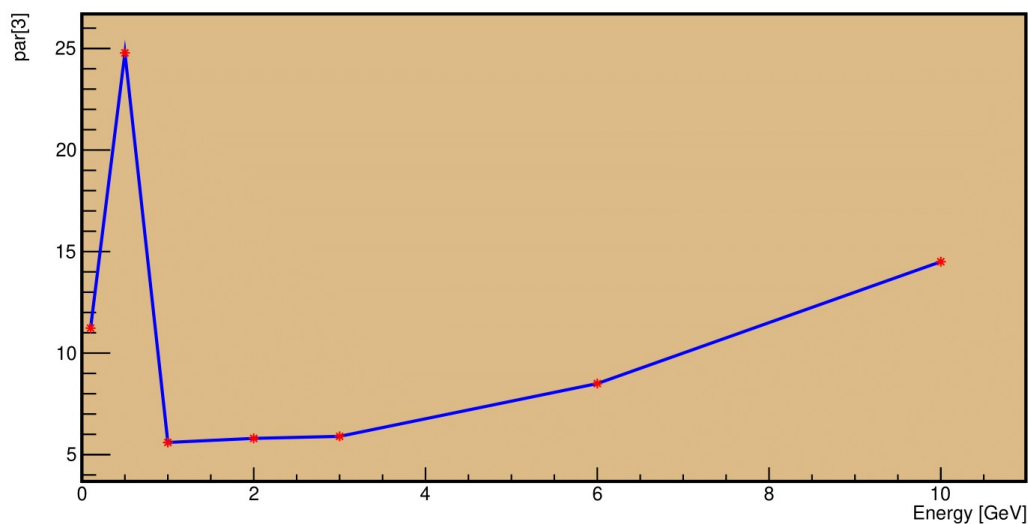
par[1] vs Energy of gamma

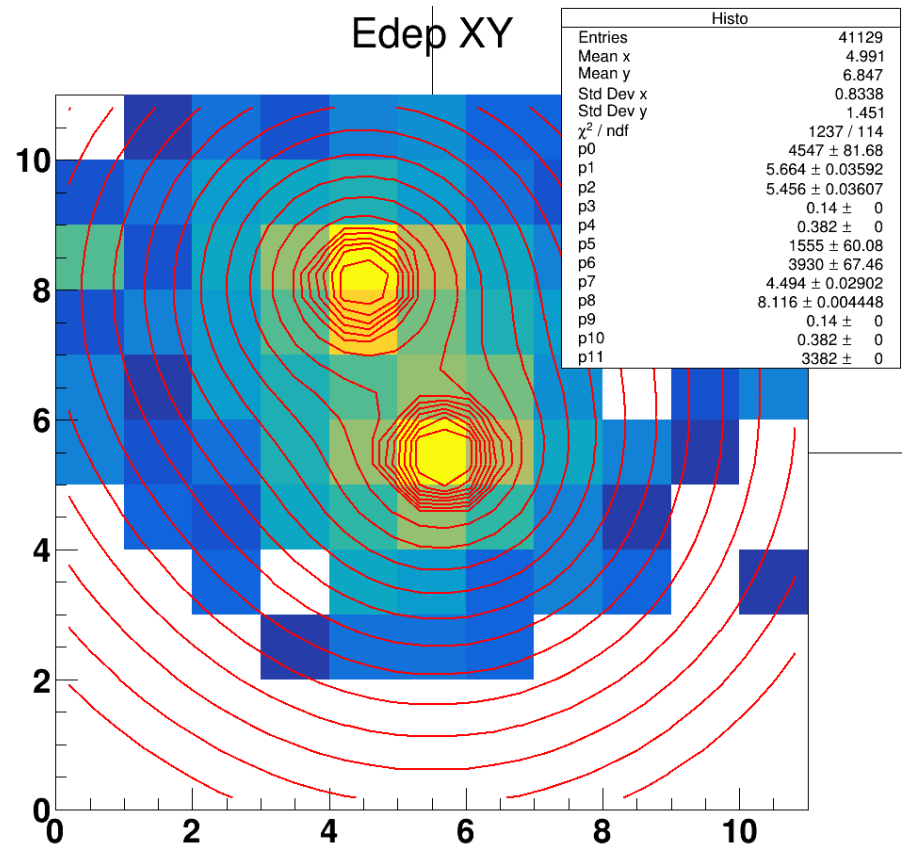
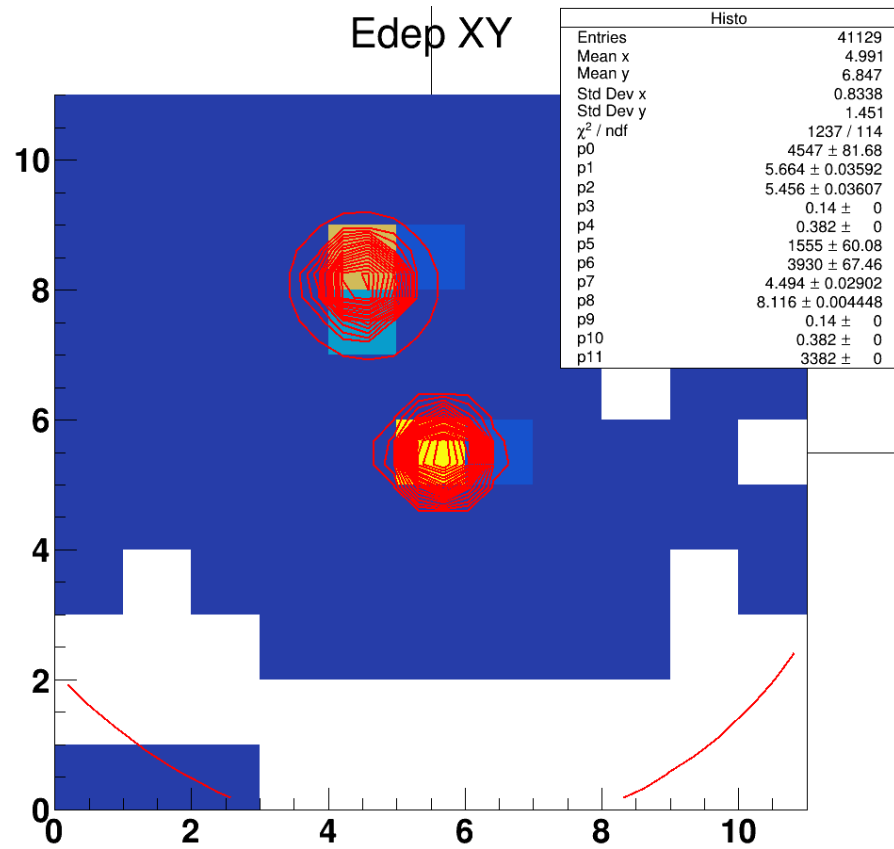


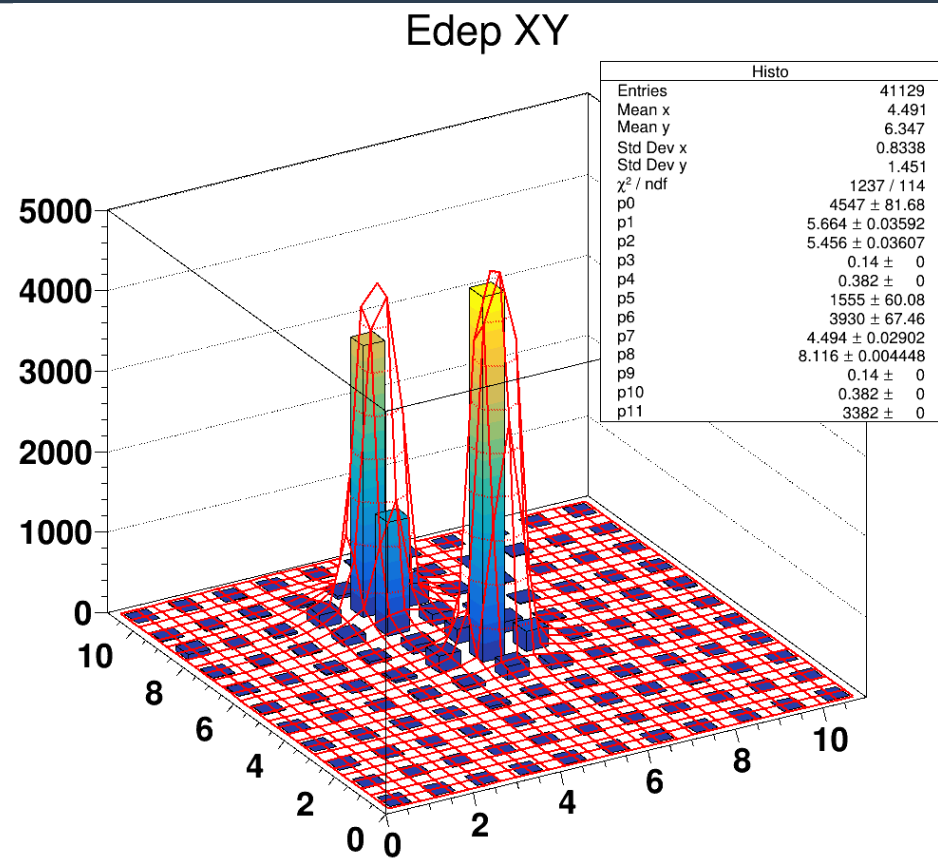
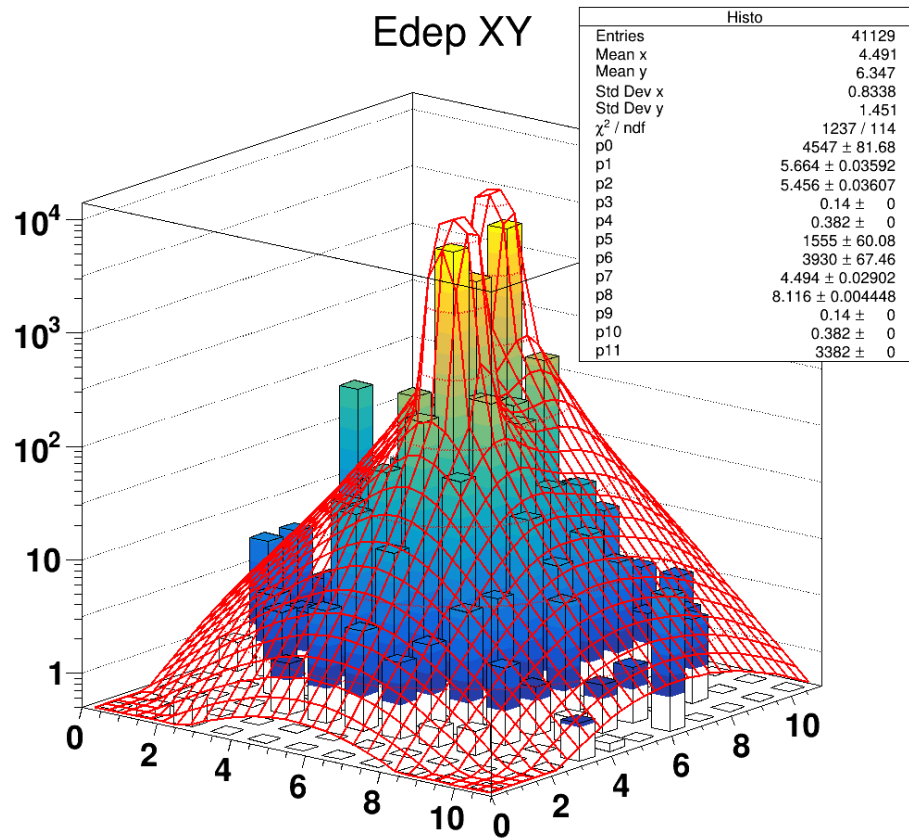
par[2] vs Energy of gamma



par[3] vs Energy of gamma

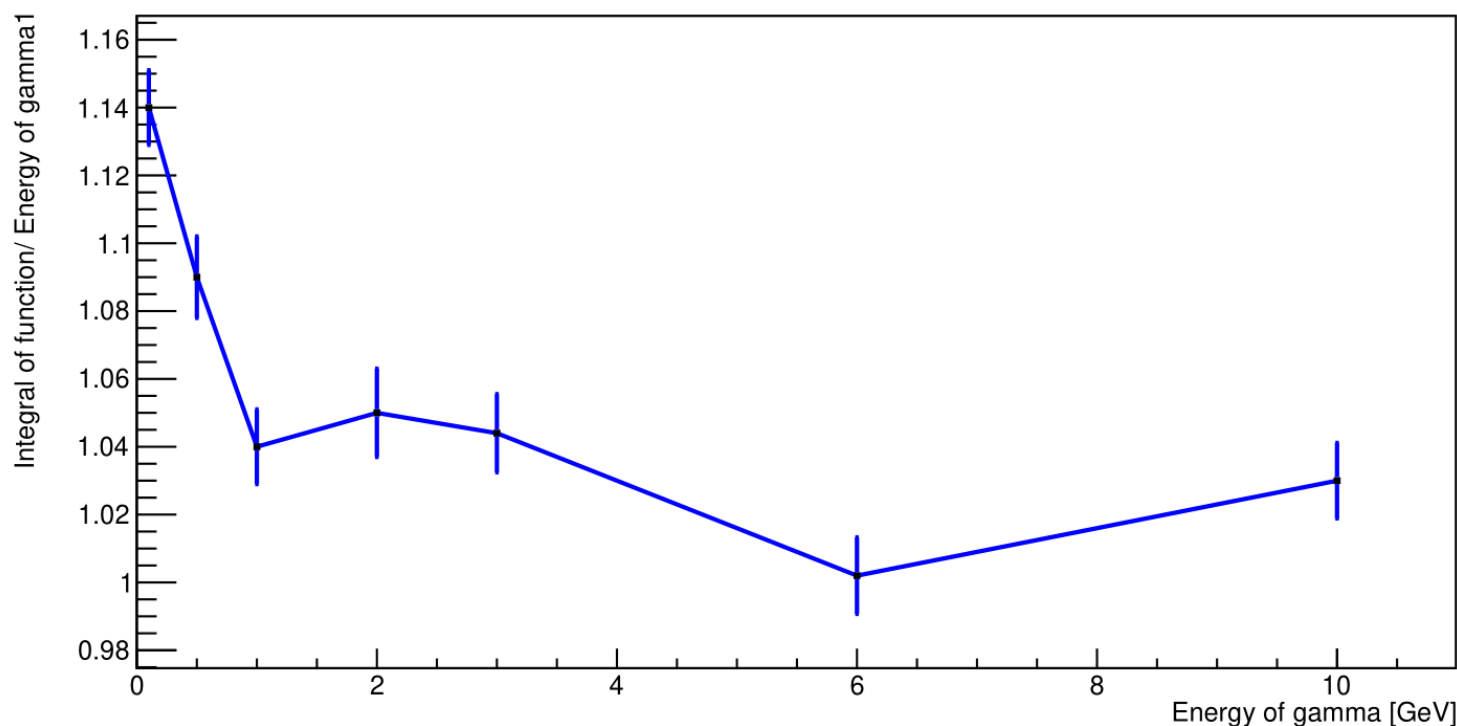






РАЗДЕЛЕНИЕ КЛАСТЕРОВ

Integral of function/ Energy of gamma vs Energy of gamma



Также были получены значения для отношения интеграла функции к энергии гамма кванта, уменьшение отношения связано с тем, что в вольфраме свинца выделяется не вся энергия и с ростом энергии доля не выделившейся энергии растет.