

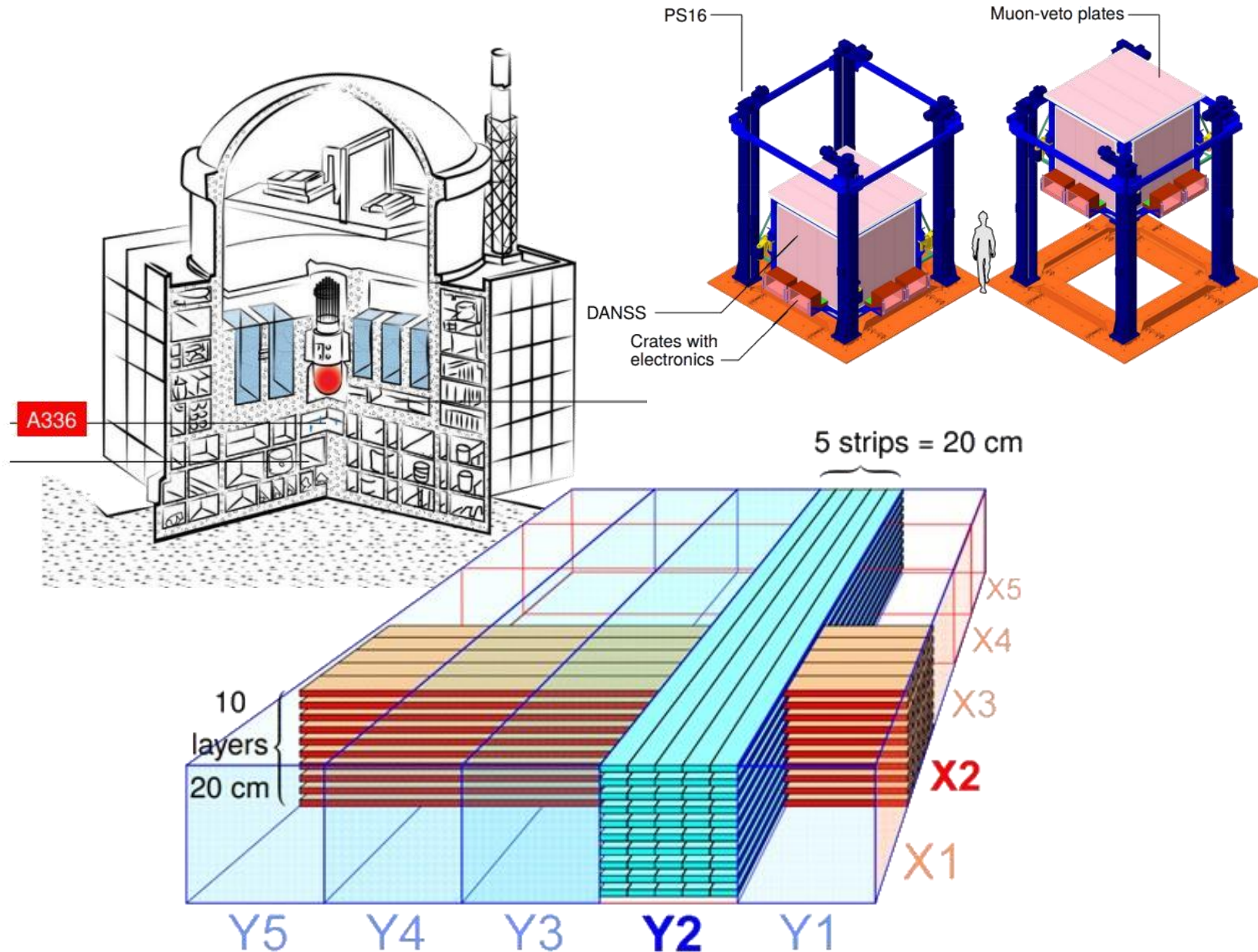
Изучение энергетического разрешения и эффективности восстановления событий с помощью Монте-Карло модели модернизированного эксперимента DANSS

ЮСКО ЕВГЕНИЙ, М24-114

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ — АЛЕКСЕЕВ И. Г.

Эксперимент DANSS

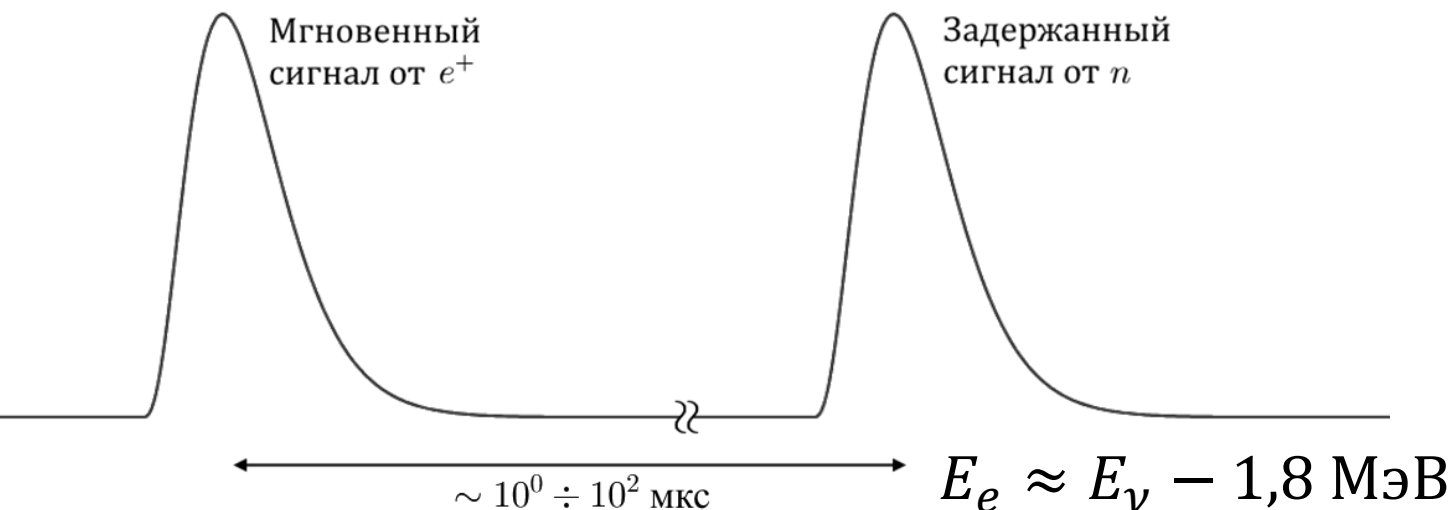
- Поиск стерильного нейтрино.
- Размещён под одним из реакторов Калининской АЭС.
- Чувствительный объём $1 \times 1 \times 1 \text{ м}^3$, составленный из 2500 стрипов из пластикового сцинтиллятора.
- Подвижная платформа позволяет изменять расстояние до реактора в пределах $10,9 \div 12,9 \text{ м}$.
- ФЭУ + КФУ.



Получение и регистрация нейтрино

ПОЛУЧЕНИЕ

➤ Бета-распад в ядерном реакторе:



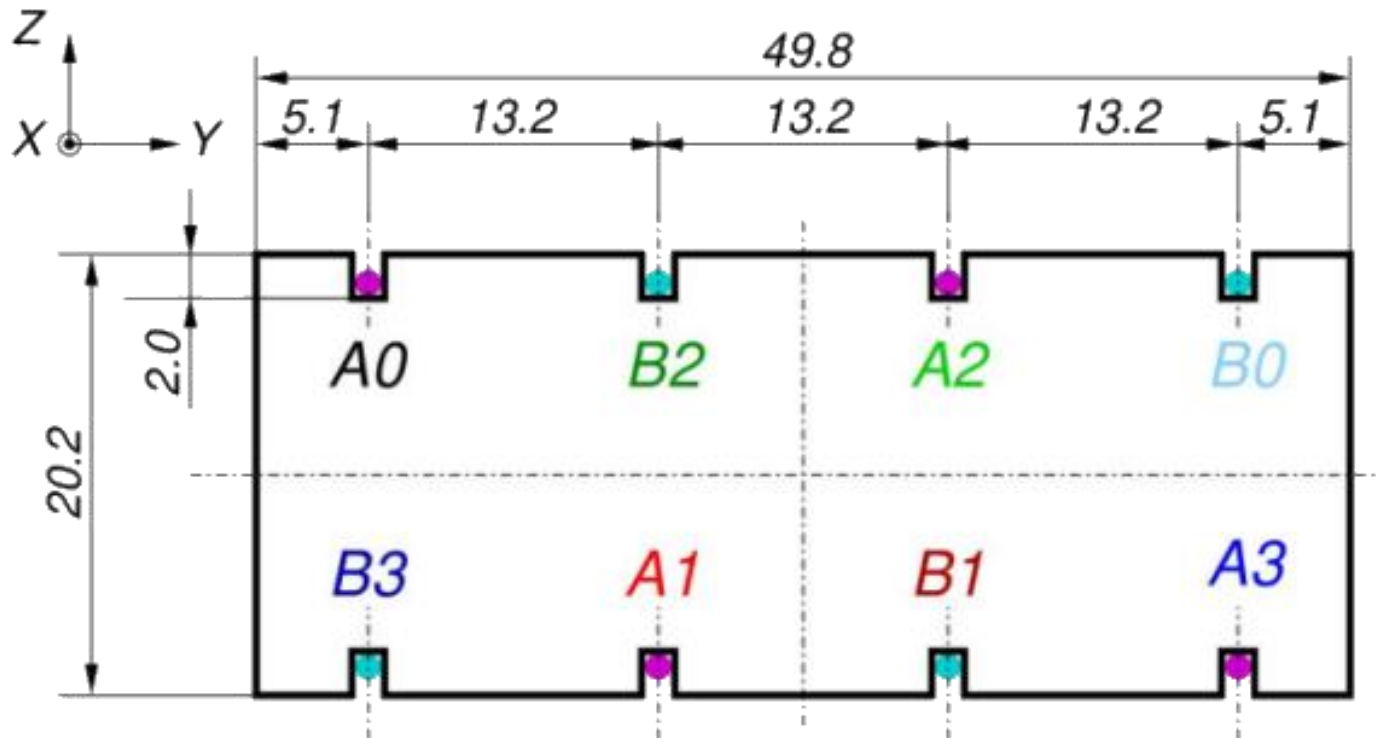
РЕГИСТРАЦИЯ

➤ Обратный бета-распад:



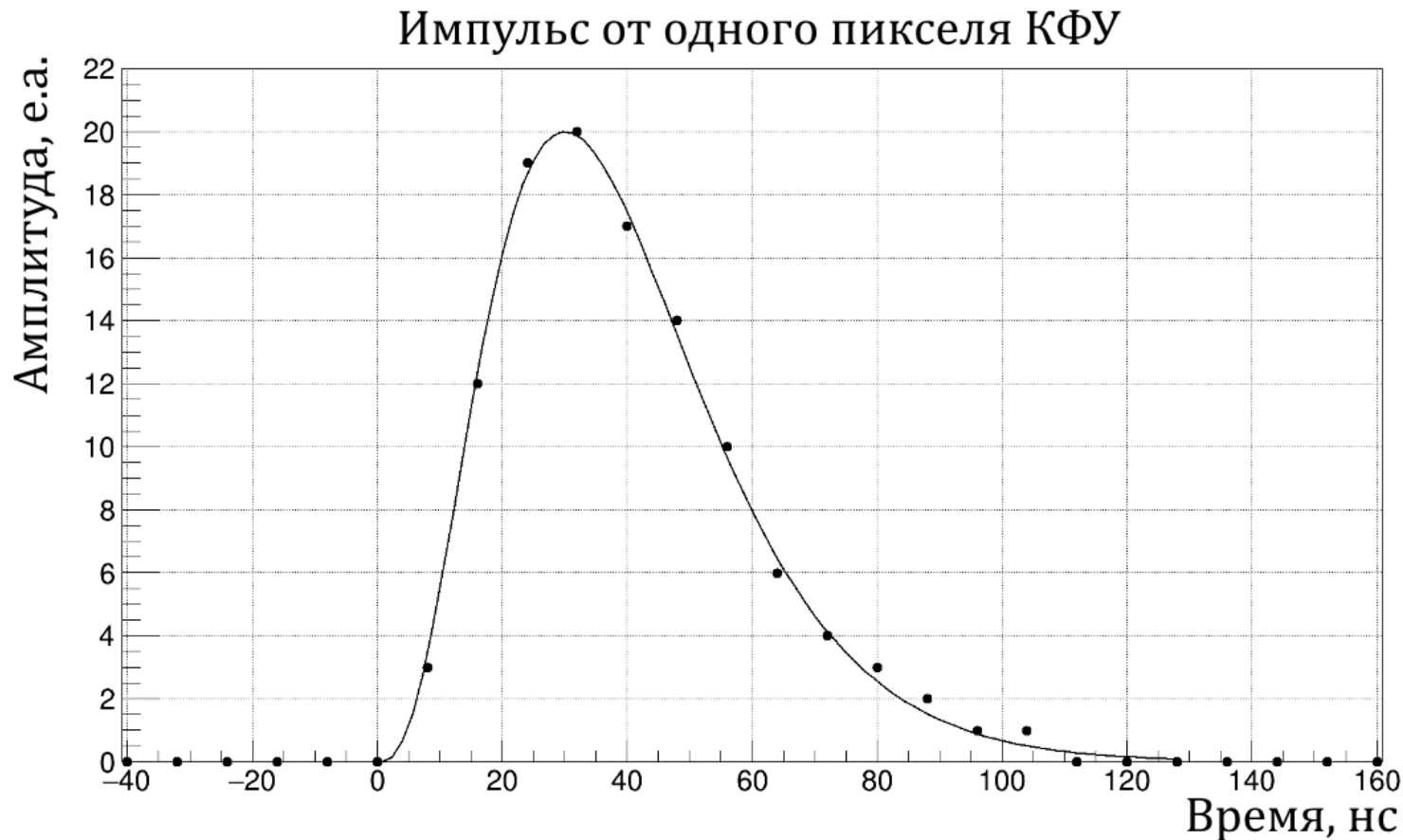
DANSS после модернизации

- В настоящее время идёт процесс модернизации детектора.



- Чувствительный объём — $1,2 \times 1,2 \times 1,2 \text{ м}^3$.
- 60 слоёв по 24 стрипа размером $2 \times 5 \times 120 \text{ см}^3$.
- Только КФУ.
- Просмотр стрипов с обеих сторон, что позволяет по разнице времён на двух концах определять продольную координату.

Монте-Карло → бинарный файл



$$A_1(t) = A_0 \exp(3(1 + \ln \xi - \xi))$$

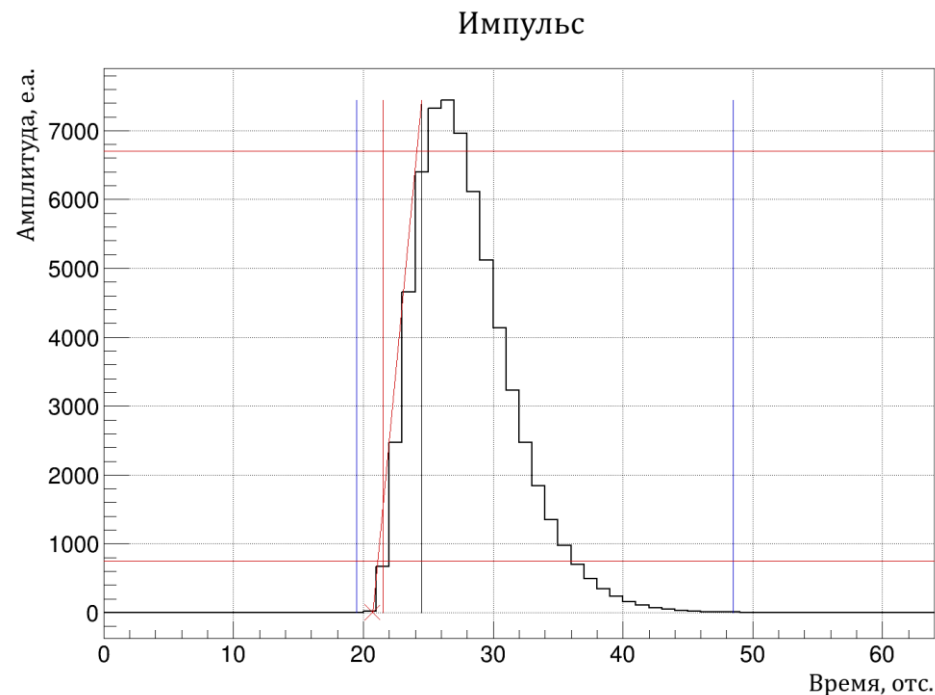
$$\xi = \frac{t - t_0}{3\tau} \quad \begin{array}{l} A_0 = 20 \text{ е. а.} \\ \tau = 15 \text{ нс} \end{array}$$

Бинарный файл состоит из отдельных записей, хранящих по 512 нс оцифрованного сигнала с обоих концов стрипа.

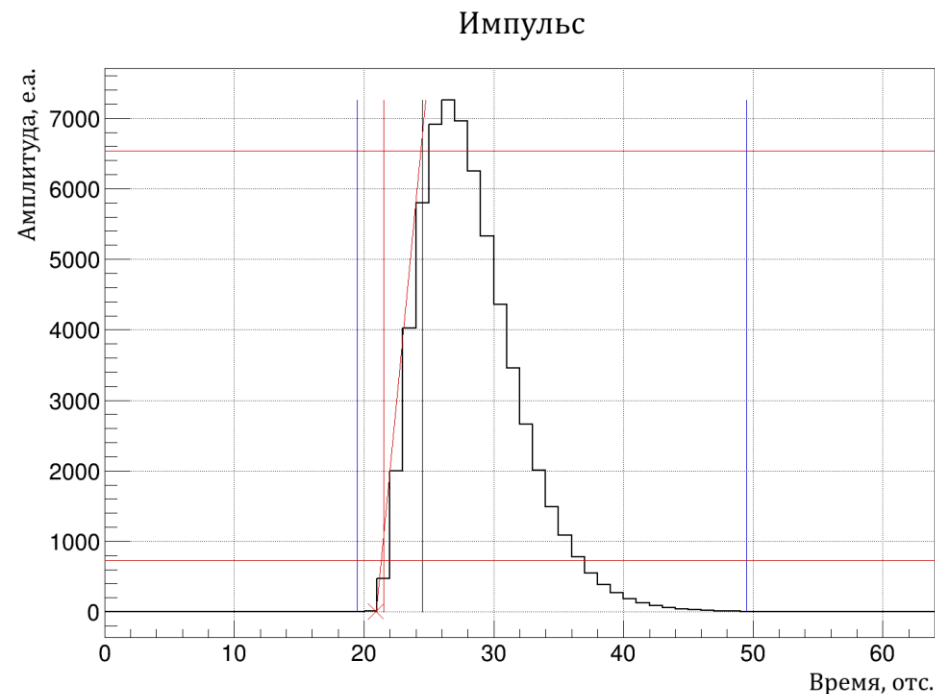
Анализ импульсов

Записи поочерёдно просматриваются, в них выделяются импульсы. Для каждого импульса определяются основные параметры:

- амплитуда;
- интеграл (энергия);
- время импульса (по пересечению фронта с уровнем $\eta A_{\text{макс}}$, где η — параметр);



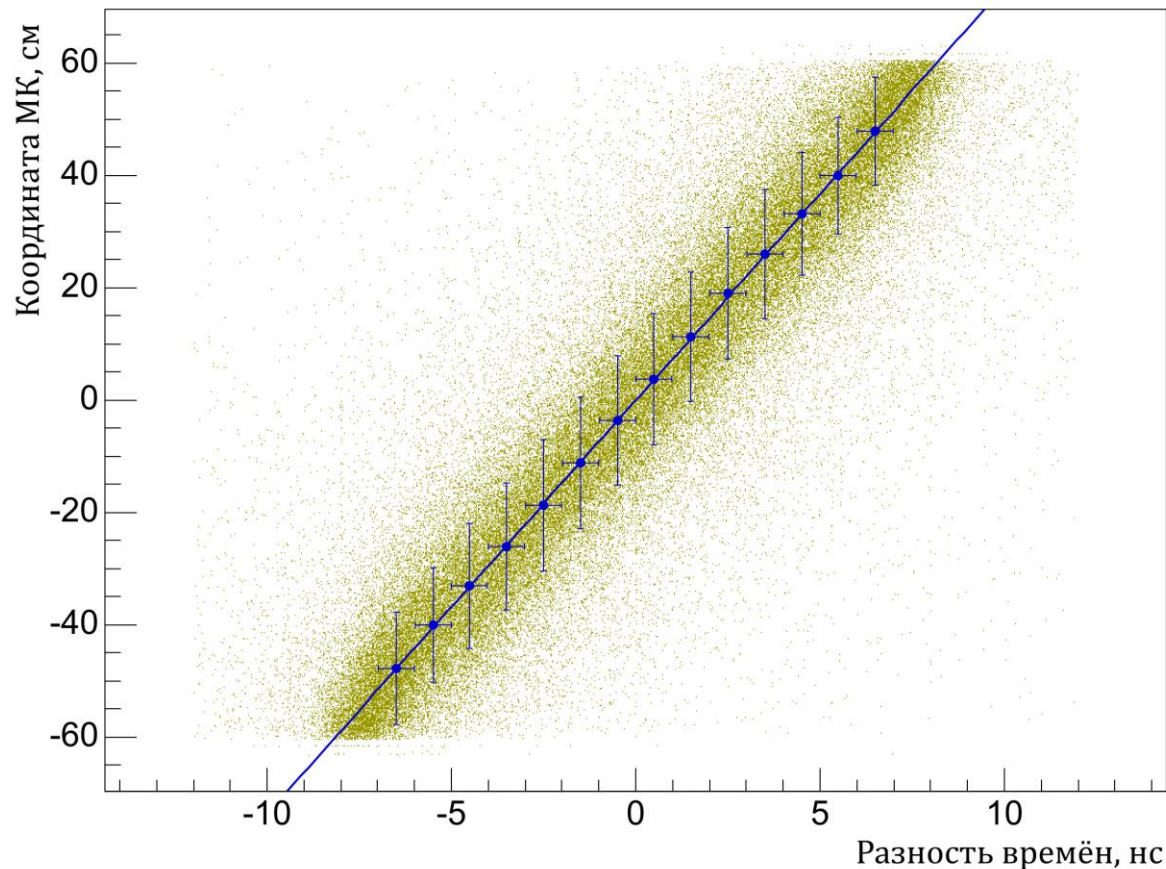
Event #10
Begin: 9999999856 ns, #1
A/D period: 8 ns
Strip: 2×17
Bckg thresh.: 5 a.u.
Imp. thresh.: 10 % – 90 %
Time rec. level: 0 %
Impulse range: 20 –49
Front range: 22 –25
Rec. time: 165.749 ns
Integral: 63424 i.u.
Flags:



Event #10
Begin: 9999999856 ns, #1
A/D period: 8 ns
Strip: 2×17
Bckg thresh.: 5 a.u.
Imp. thresh.: 10 % – 90 %
Time rec. level: 0 %
Impulse range: 20 –50
Front range: 22 –25
Rec. time: 167.456 ns
Integral: 62591 i.u.
Flags:

Восстановление координаты

Координата МК и восстановленная разность времён



Events: 462961

Hits: 183492

Fit: $l \text{ [cm]} = k t \text{ [ns]} + b$:

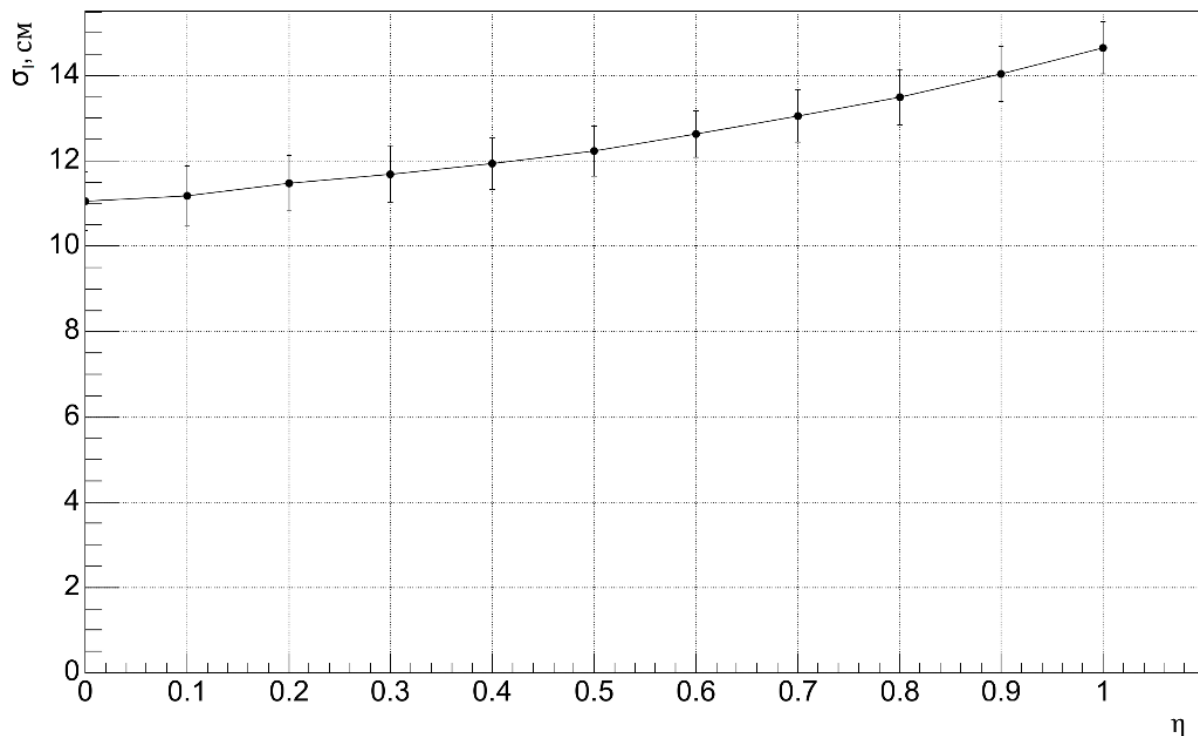
$k = 7.35207 \pm 0.734113$

$b = 0.018723 \pm 3.10224$

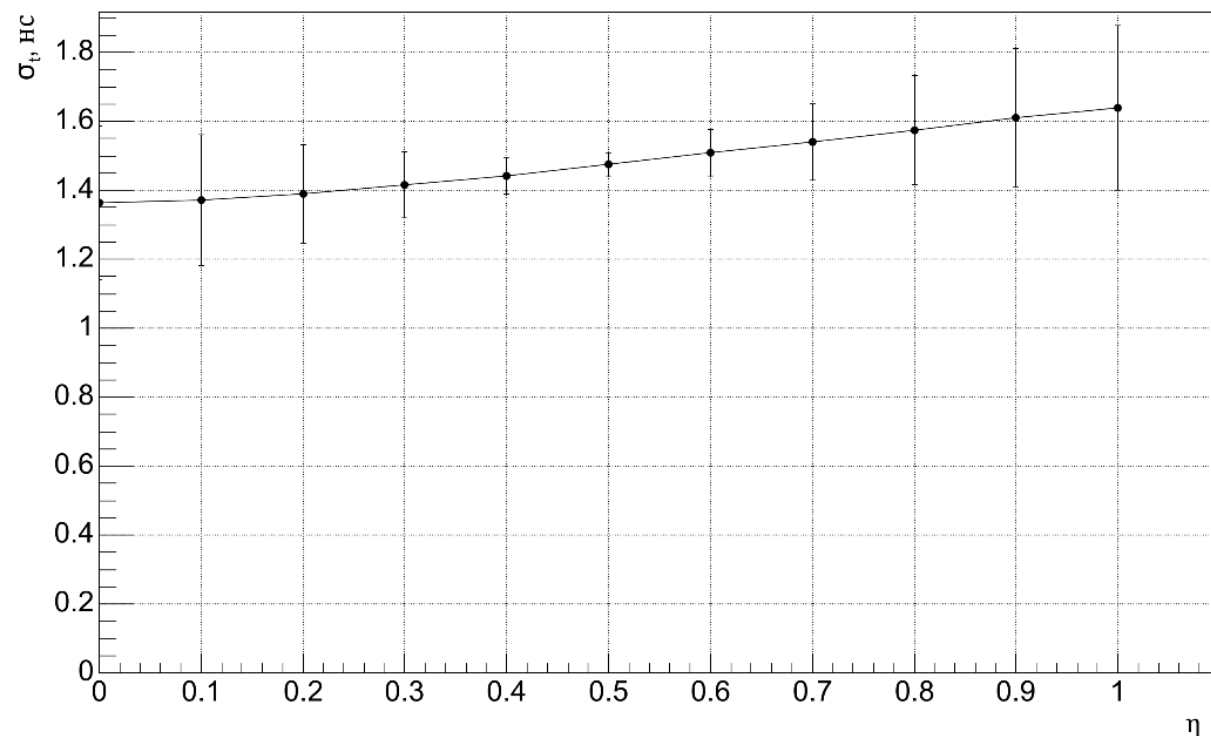
Продольная
координата
может быть
восстановлена по
разности времён
на двух концах.

Восстановление координаты

Координатное разрешение



Временное разрешение



Исследовалась зависимость качества восстановления координаты от параметра η восстановления времени. Наилучшее разрешение при $\eta = 0$.

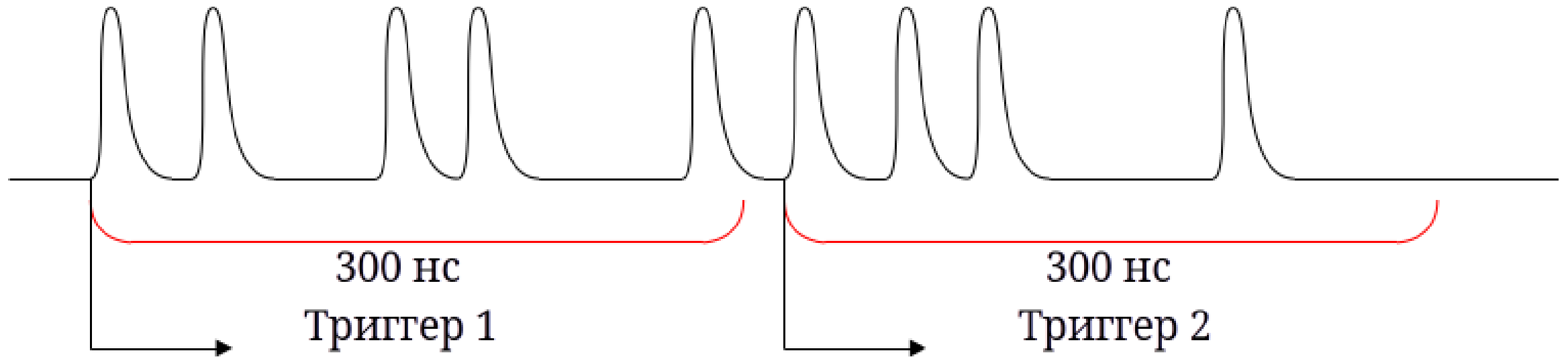
Определение энергии

$$E = \frac{I}{I_1 k_{\text{затух}} Y (1 + \alpha)}$$

- I — интеграл;
- I_1 — интеграл импульса от одного пикселя КФУ;
- $k_{\text{затух}}$ — коэффициент затухания (зависит от продольной координаты);
- $Y = 200 \text{ МэВ}^{-1}$ — количество фотонов, испускаемых при регистрации частицы единичной энергии;
- $\alpha = 3 \%$ — коэффициент кросс-тока.

Выделение триггеров

- Под триггером понимается группа близко лежащих импульсов.
- В идеальном случае каждому событию ОБР должны соответствовать два триггера: позитронный и нейтронный.



Отбор событий

В дальнейшем анализе участвуют только те события, в которых:

- ровно 2 триггера;
- энергия 2-го триггера превышает 1 МэВ;
- стрип с наибольшим энерговыделением в 1-м триггере не является крайним сбоку и не лежит в двух верхних или двух нижних слоях.

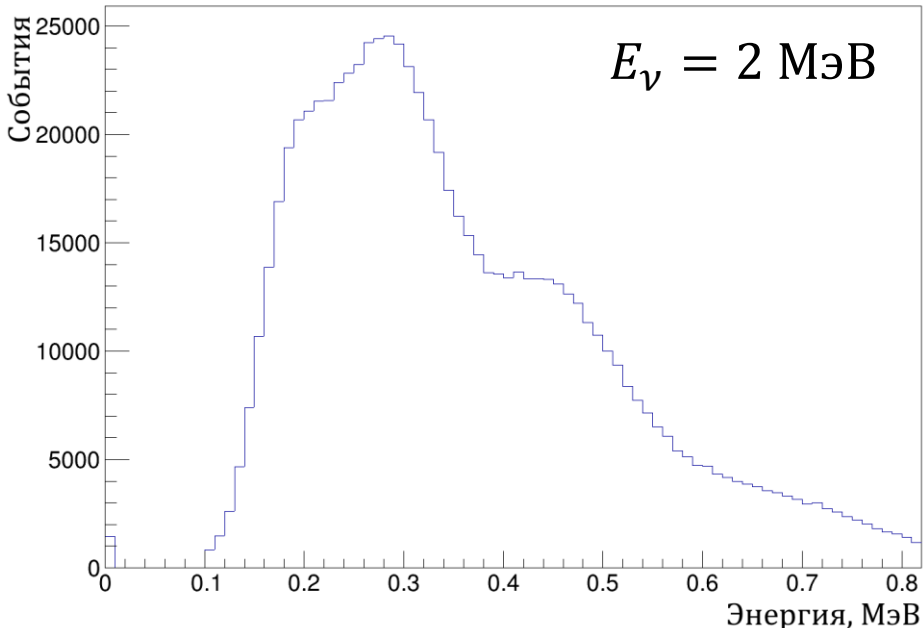
Выделение позитронного кластера

В позитронный триггер входит не только сигнал от позитрона, но и сигналы от аннигиляционных гамма-квантов.

Необходимо выделить часть сигнала, относящуюся к позитрону — позитронный кластер.

- Стрип с максимальным энергосигналом + ближайшие к нему стрипы (не менее 0,1 МэВ в каждом стрипе).
- Между стрипами кластера не должно быть стрипов без энергосигнала.
- Сигналы в соседних стрипах должны быть достаточно близко друг к другу (не более 30 см с учётом продольной координаты).

Энергия позитронного кластера



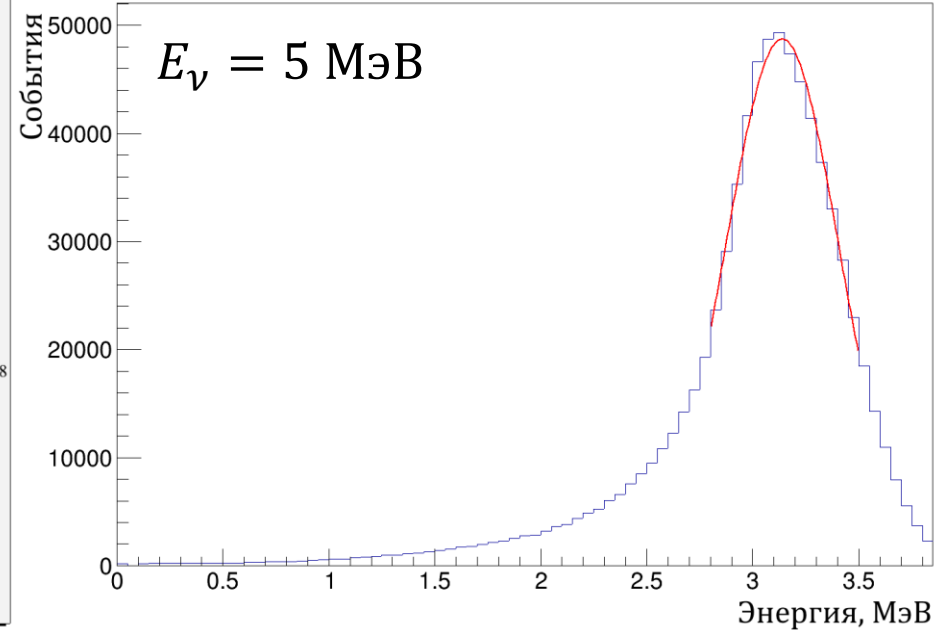
$E_\nu = 2 \text{ MeV}$

Fit result (gaus):

Centre: 0.264286 ± 0.000616178

Sigma: 0.16904 ± 0.000861992

Энергия позитронного кластера



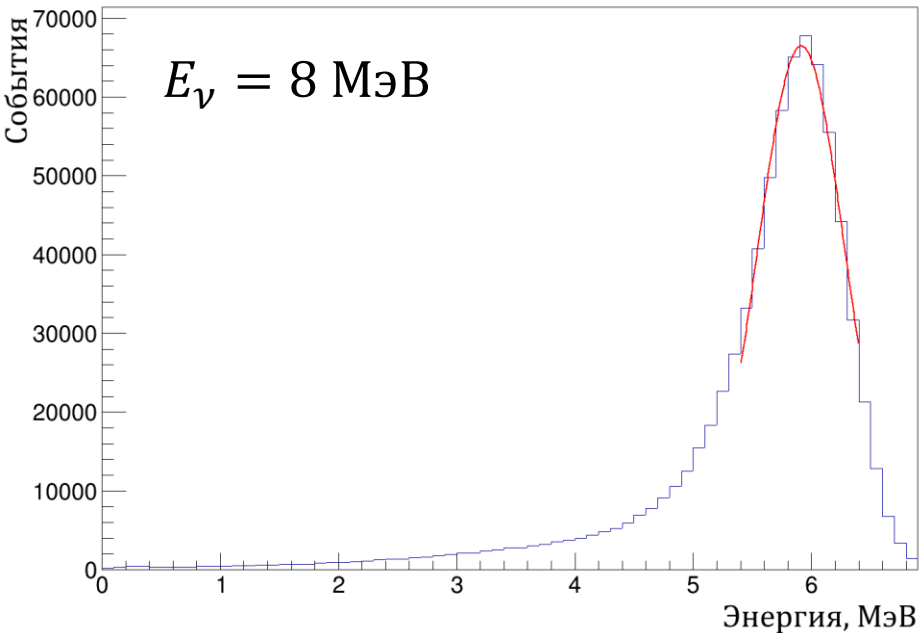
$E_\nu = 5 \text{ MeV}$

Fit result (gaus):

Centre: 3.13877 ± 0.000546945

Sigma: 0.267179 ± 0.000800588

Энергия позитронного кластера



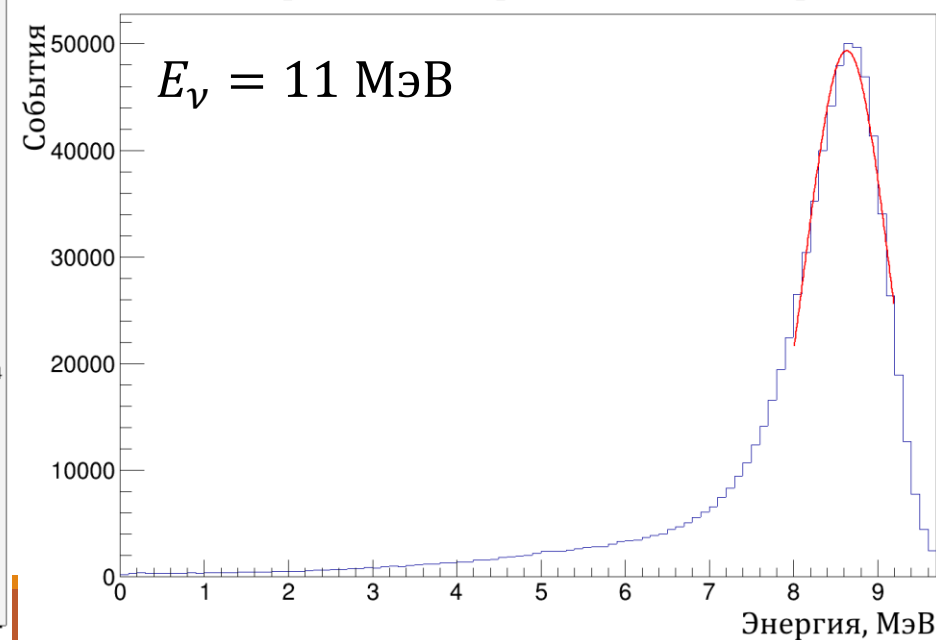
$E_\nu = 8 \text{ MeV}$

Fit result (gaus):

Centre: 5.91259 ± 0.000760344

Sigma: 0.372231 ± 0.00109793

Энергия позитронного кластера



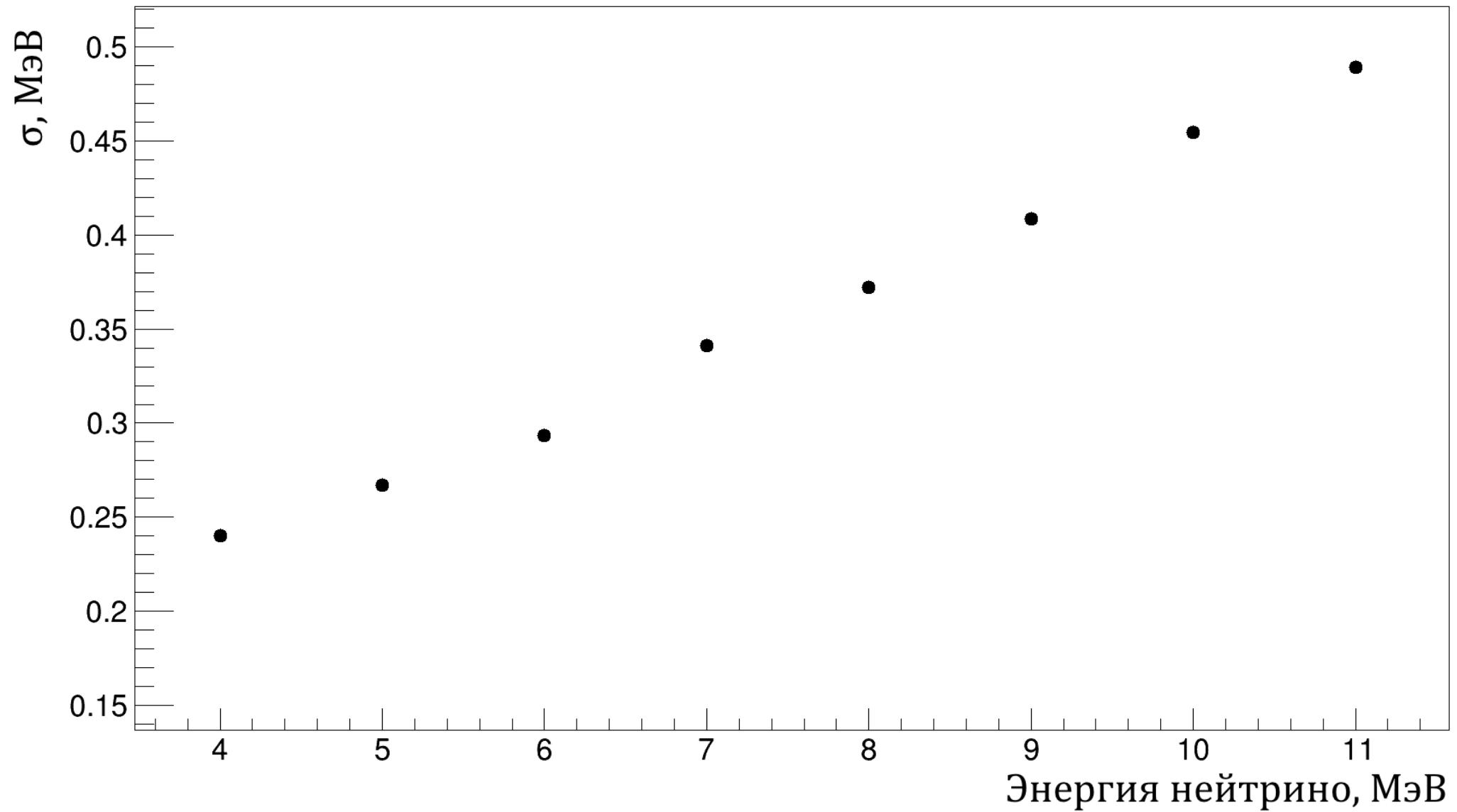
$E_\nu = 11 \text{ MeV}$

Fit result (gaus):

Centre: 8.63318 ± 0.00112081

Sigma: 0.489156 ± 0.00175941

Энергетическое разрешение



Заключение

- Была написана программа, которая на основе Монте-Карло создаёт модель сигнала детектора.
- Была изучена зависимость качества определения продольной координаты от параметров восстановления времени импульса.
- Был разработан алгоритм для выделения среди сигналов позитронного кластера.