

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

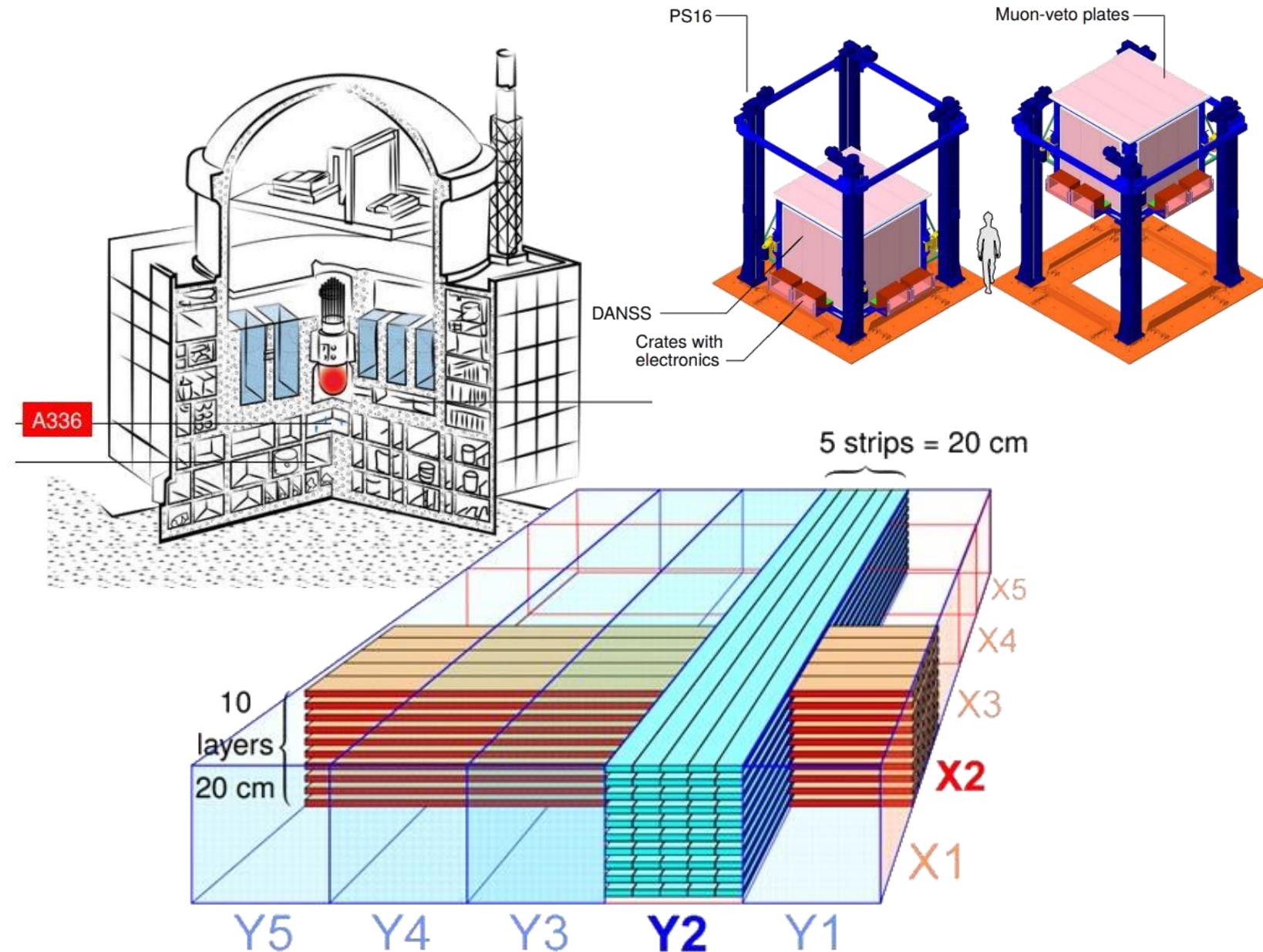
---

ЮСКО ЕВГЕНИЙ, М24-114

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – АЛЕКСЕЕВ И. Г.

# Эксперимент DANSS

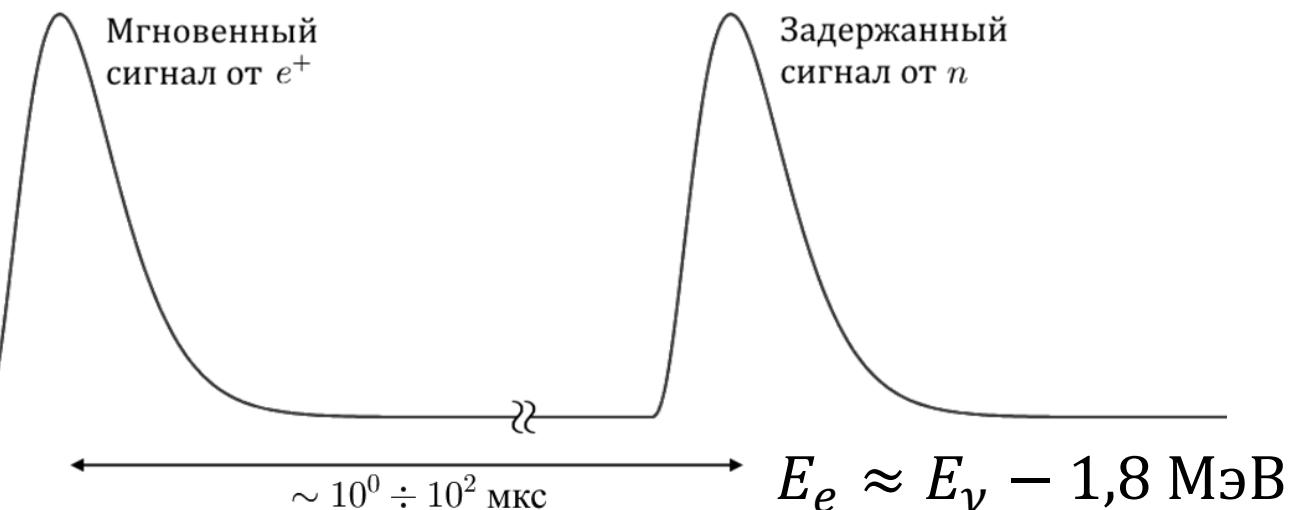
- Поиск стерильного нейтрино.
- Размещён под одним из реакторов Калининской АЭС.
- Чувствительный объём  $1 \times 1 \times 1 \text{ м}^3$ , составленный из 2500 стрипов из пластикового сцинтиллятора.
- Подвижная платформа позволяет изменять расстояние до реактора в пределах  $10,9 \div 12,9 \text{ м}$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



# Получение и регистрация нейтрино

## ПОЛУЧЕНИЕ

- Бета-распад в ядерном реакторе:



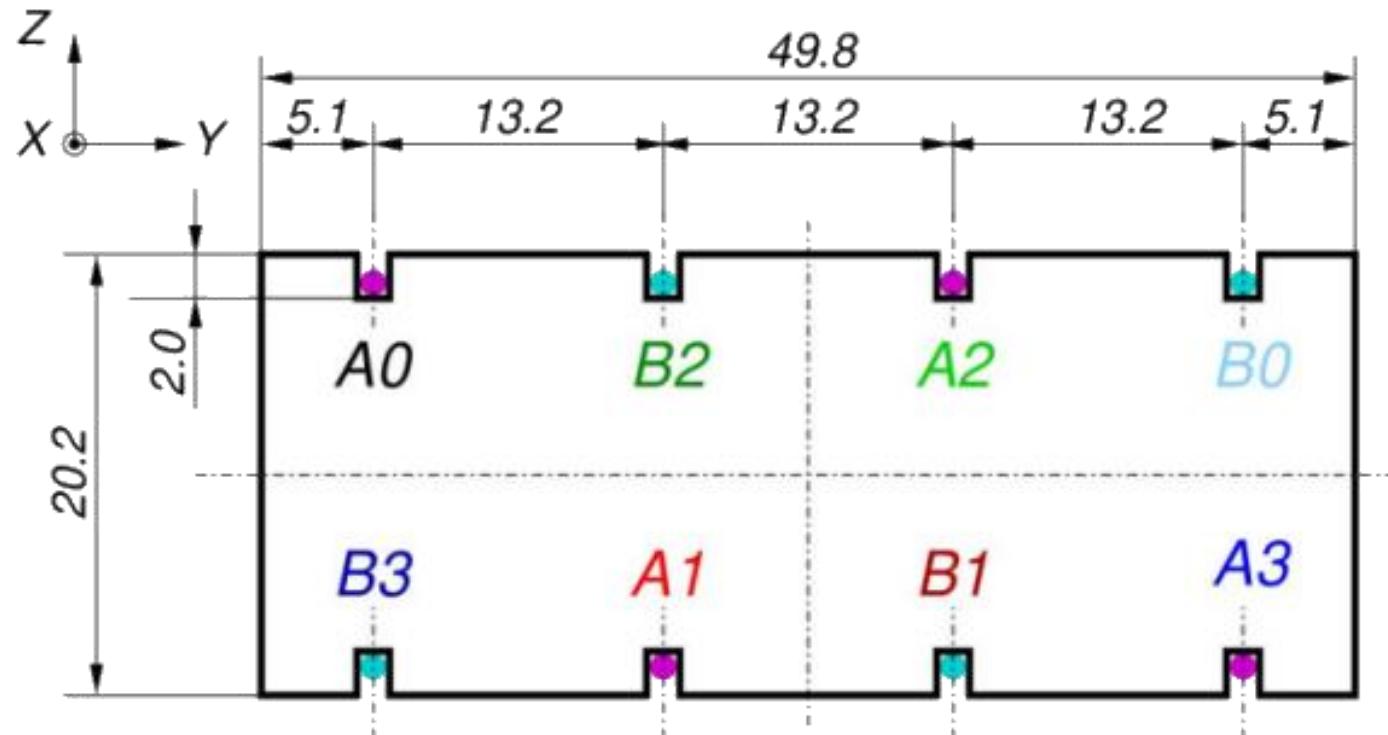
## РЕГИСТРАЦИЯ

- Обратный бета-распад:



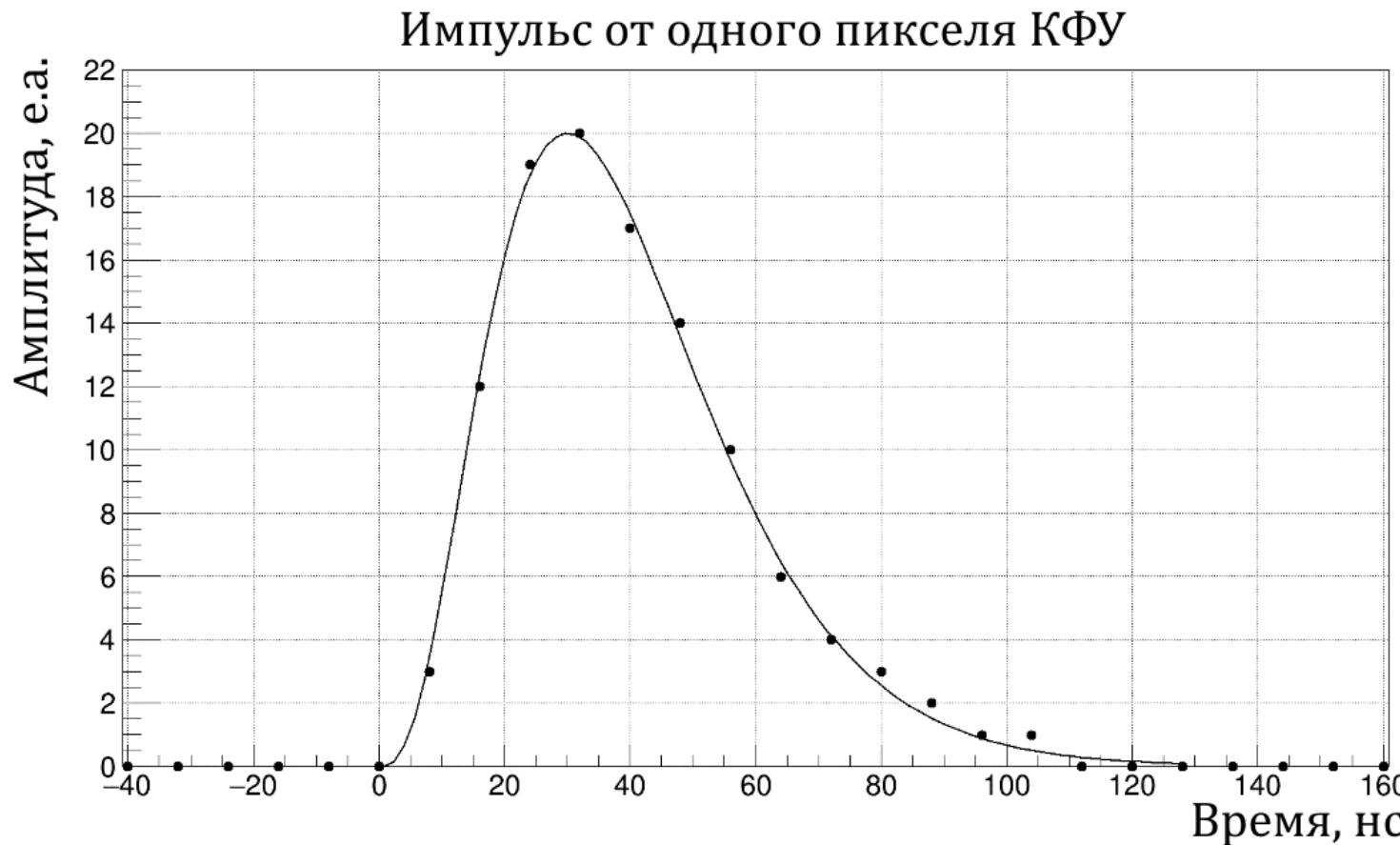
# DANSS после модернизации

- В настоящее время идёт процесс модернизации детектора.



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

# Монте-Карло → бинарный файл



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

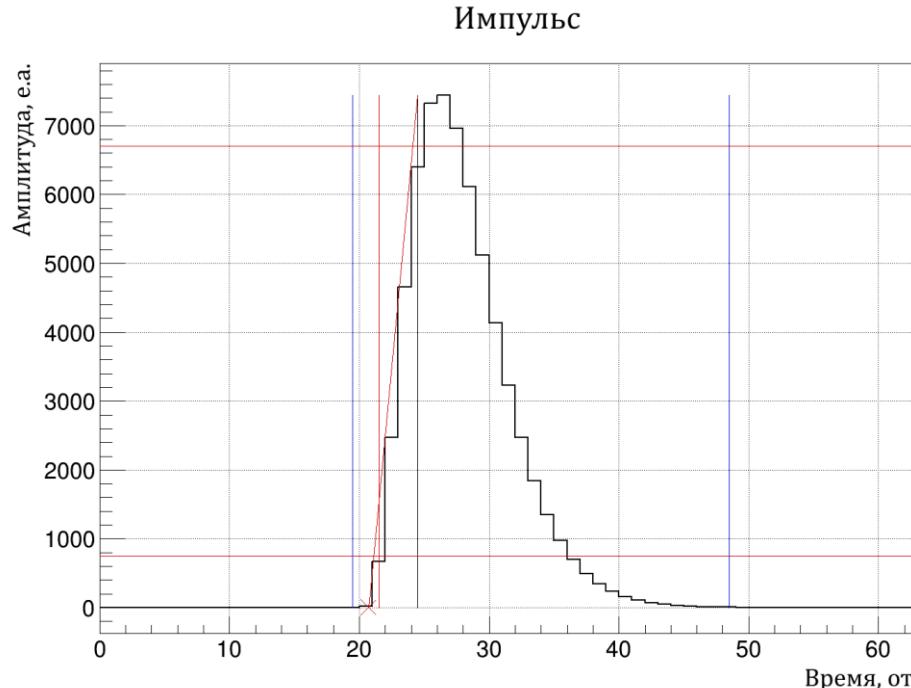
$$\xi = \frac{t - t_0}{3\tau} \quad A_0 = 20 \text{ е.а.}$$
$$\tau = 15 \text{ нс}$$

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

# Анализ импульсов

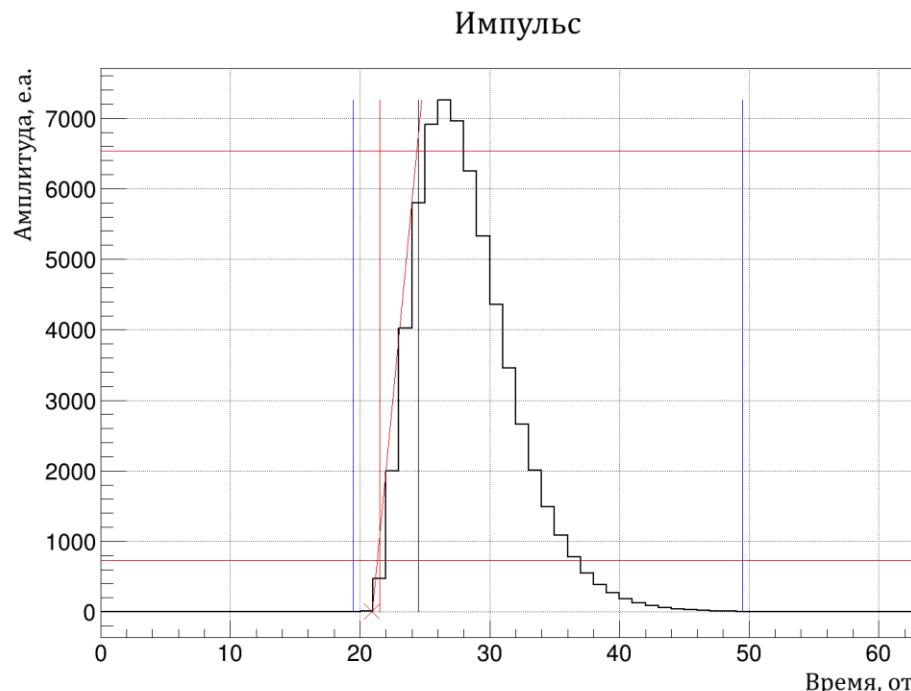
Записи поочерёдно просматриваются, в них выделяются импульсы. Для каждого импульса определяются основные параметры:

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



— Импульс  
— Границы импульса  
— Фронт  
— Время

Event #10  
Begin: 999999856 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:

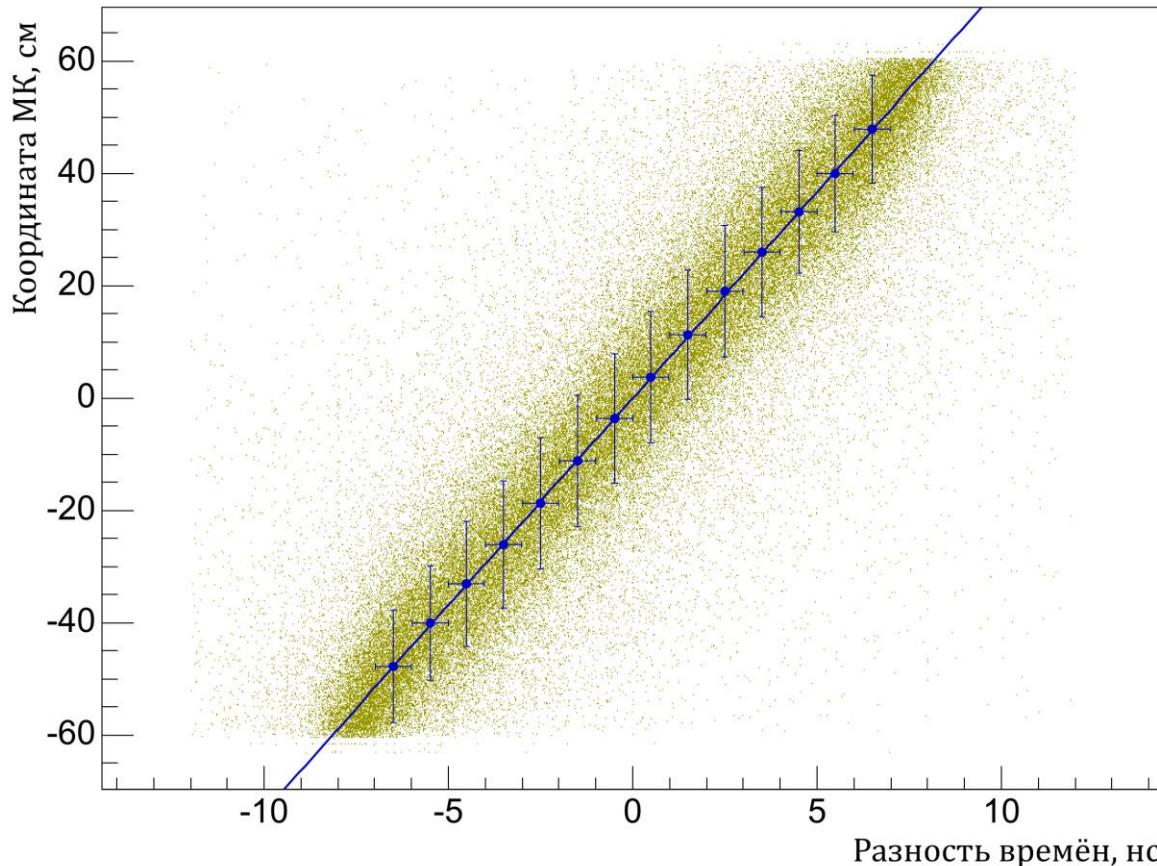


— Импульс  
— Границы импульса  
— Фронт  
— Время

Event #10  
Begin: 999999856 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

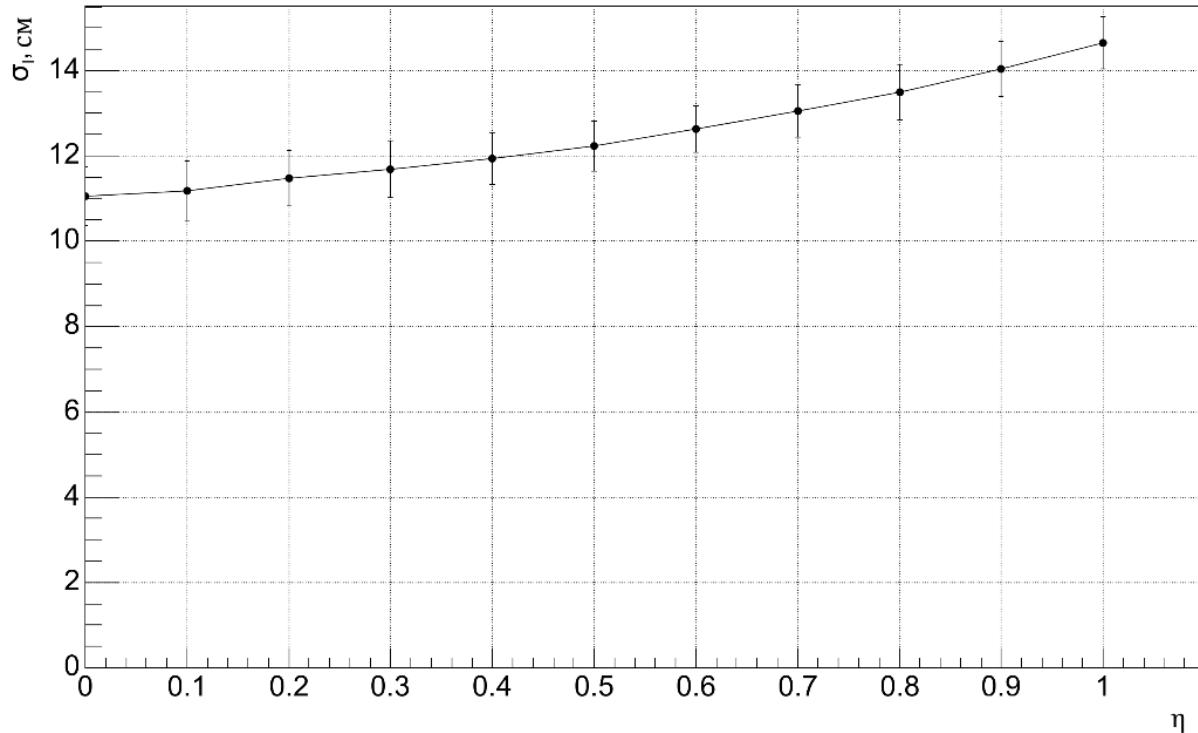


Events: 462961  
Hits: 183492  
Fit:  $l \text{ [cm]} = k t \text{ [ns]} + b$ :  
 $k = 7.35207 \pm 0.734113$   
 $b = 0.018723 \pm 3.10224$

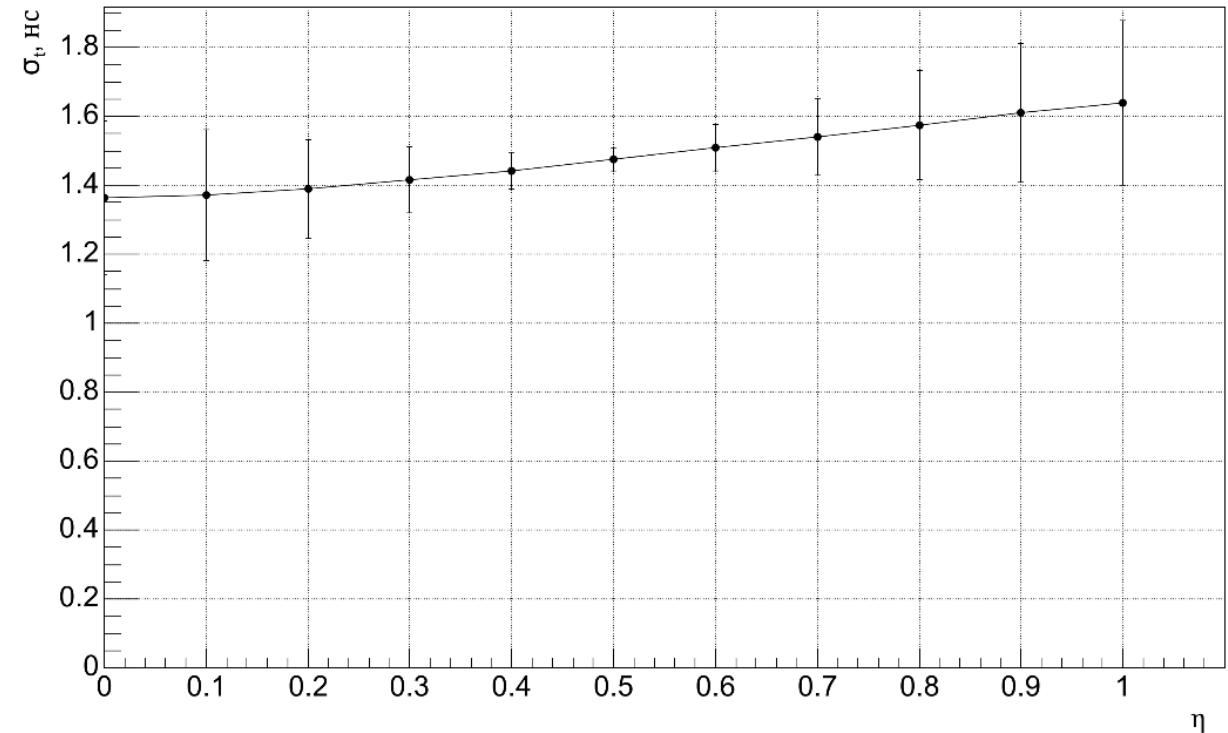
Продольная  
координата  
может быть  
восстановлена по  
разности времён  
на двух концах.

# Восстановление координаты

Координатное разрешение



Временное разрешение



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

# Определение энергии

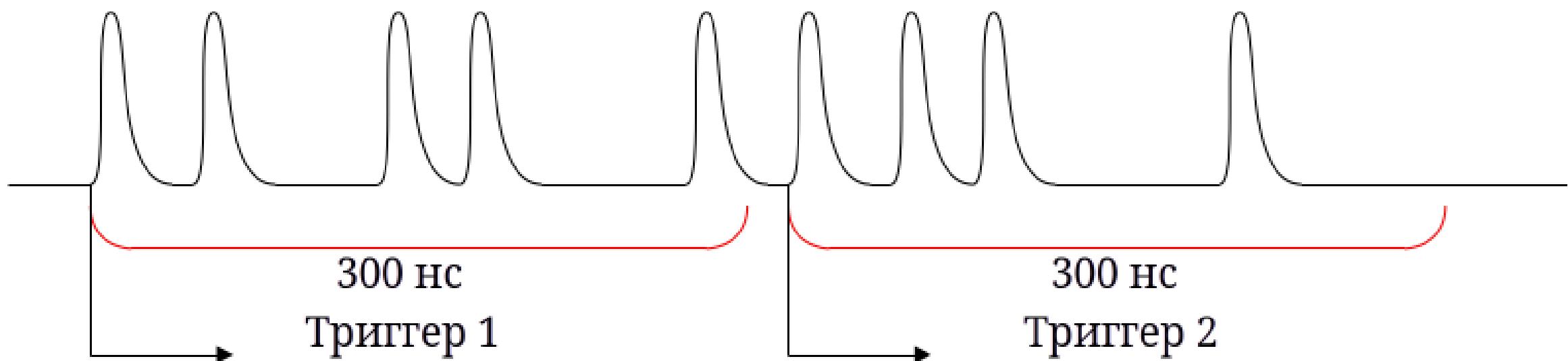
---

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

- $I$  — 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

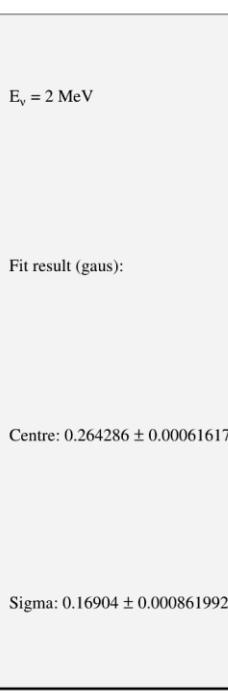
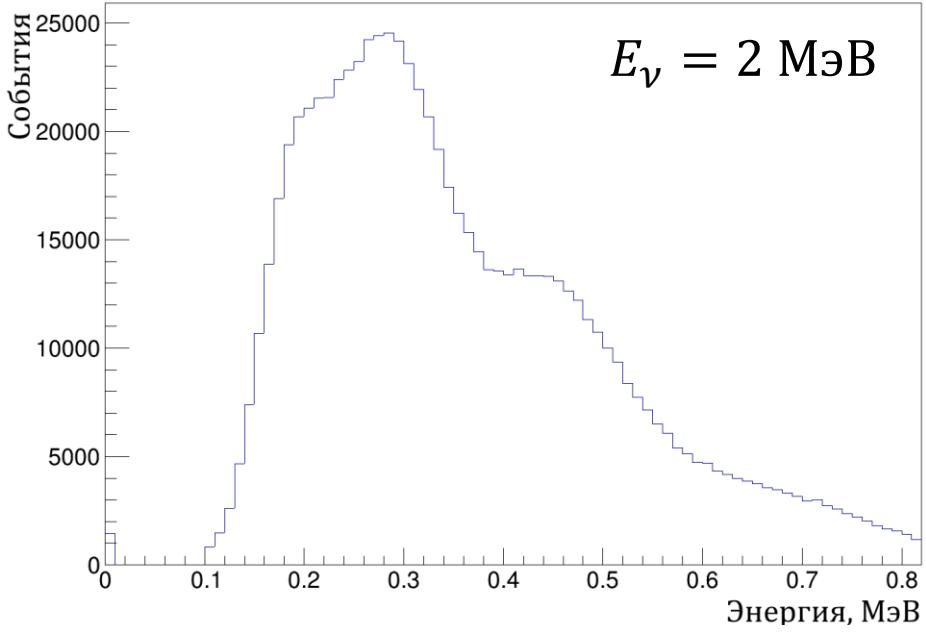
---

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

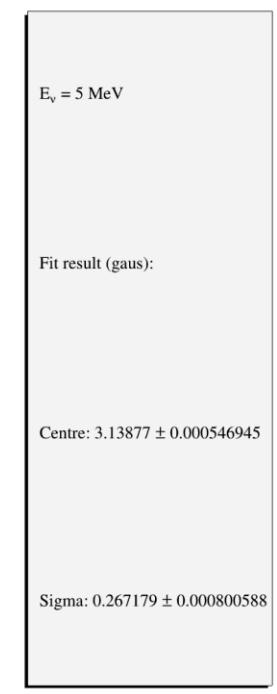
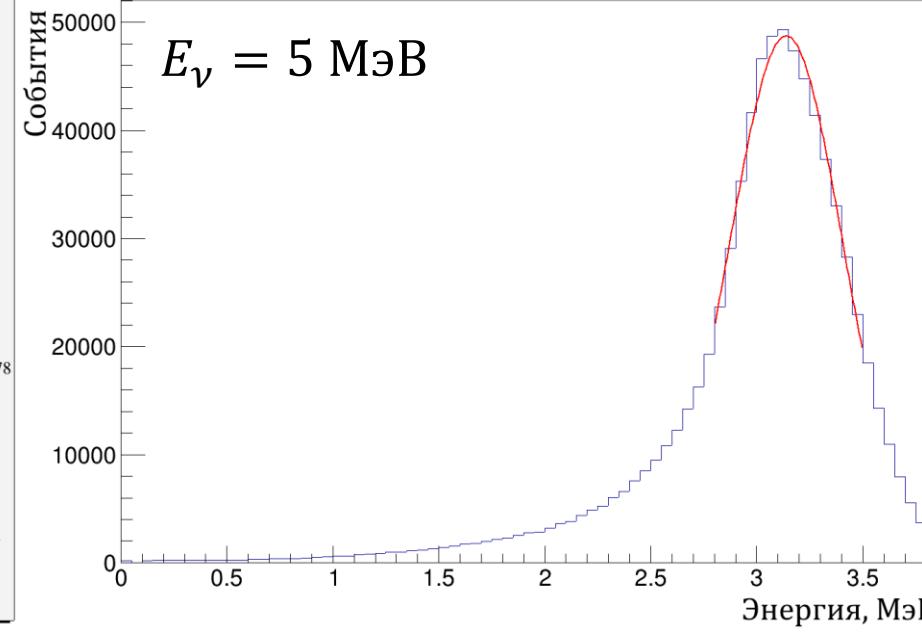
Необходимо выделить часть сигнала, относящуюся к позитрону — позитронный кластер.

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

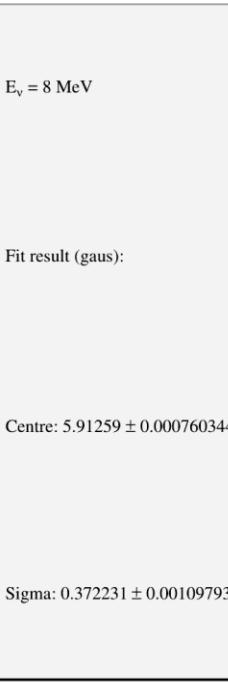
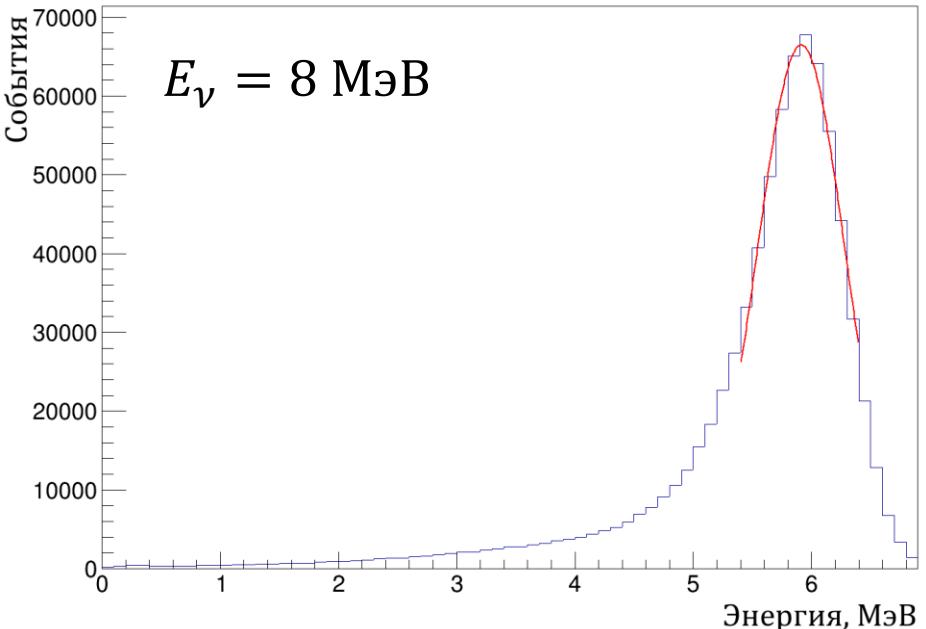
Энергия позитронного кластера



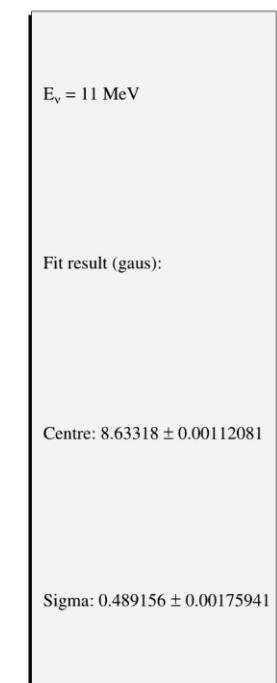
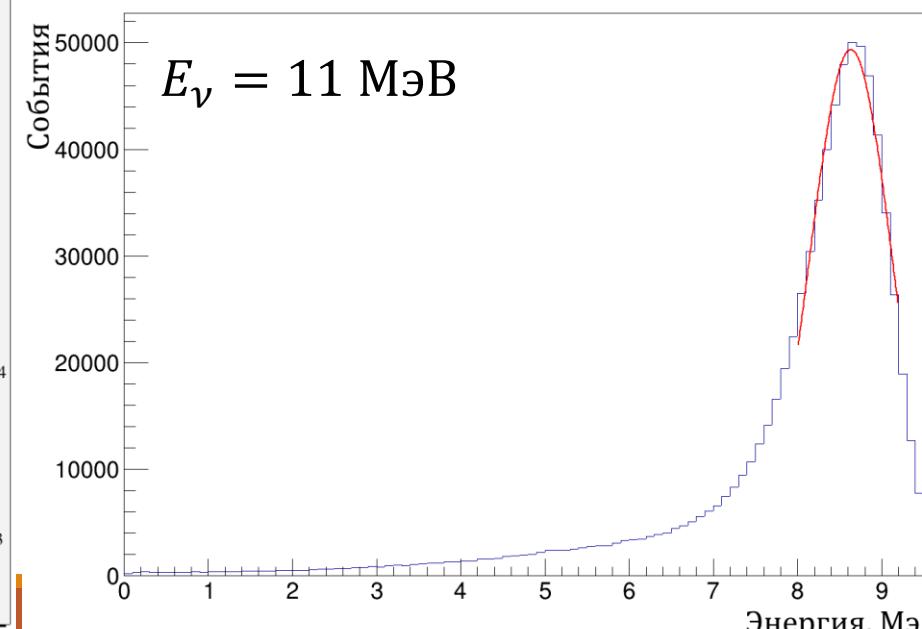
Энергия позитронного кластера



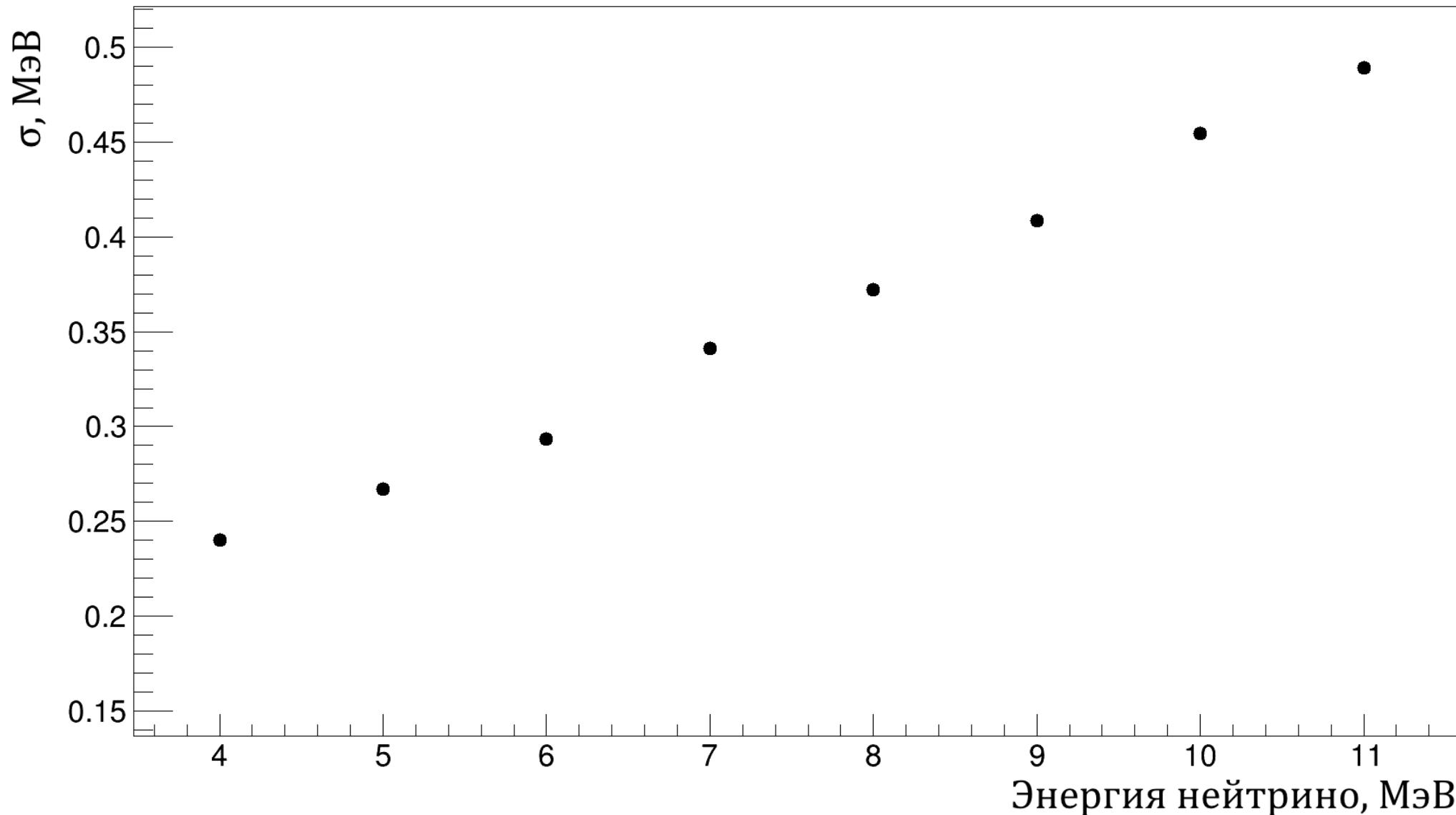
Энергия позитронного кластера



Энергия позитронного кластера



# 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.