

# ОТЧЁТ О НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ: ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИСТИРОЛА

Научный руководитель:

к.ф.-м.н., доцент

А.В. Гробов

Консультант:

Г. Д. Долганов

Выполнил:

М.А. Шадрин

2021 г.

# Цели:

- Получение практических навыков по измерению временных характеристик веществ
- Обработка полученных данных
- Выработка методики данных измерений
- Сравнение измерений для плат xTDC4 и Petiroc2A
- Определение положение радиоактивного источника по временным и амплитудным компонентам

# Работа с платой xTDC4

- Для работы с платой xTDC4 было необходимо разобраться с запуском программы поставляемой вместе с платой.
- Далее было необходимо разобраться с логикой работы платы.
- После успешного запуска был дописан скрипт с опросом платы и записью интересующих нас событий в файл, с учетом ошибок в ходе работы платы.

# Временные измерения с генератором

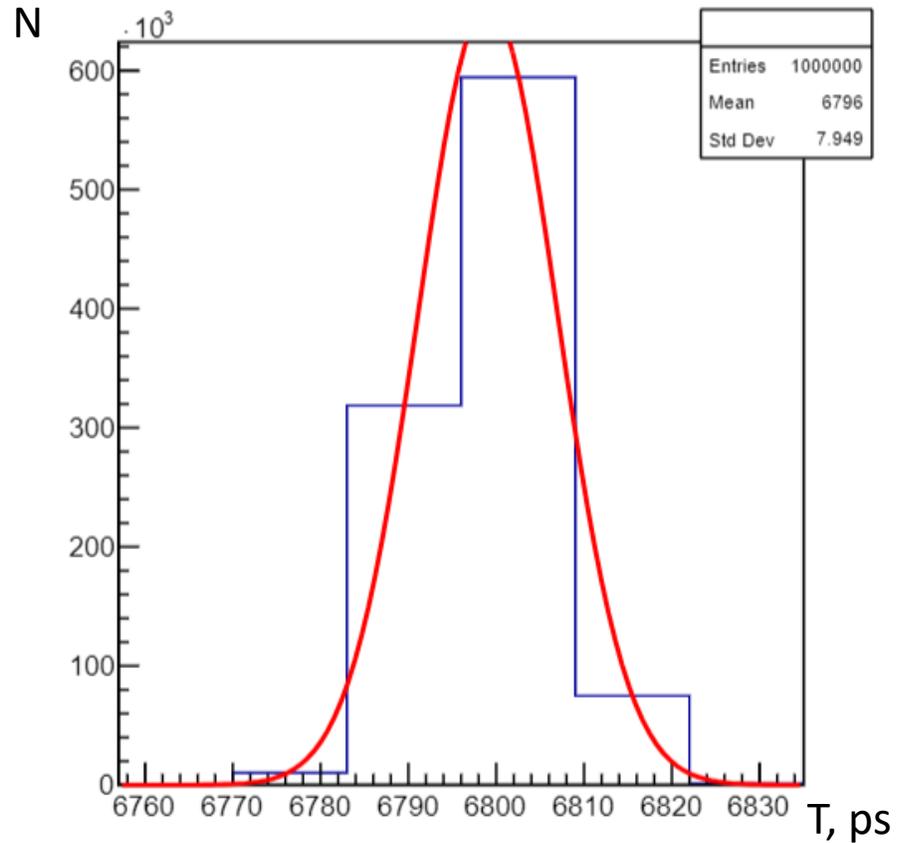


Рис. 1 Временное измерение с генератором, на плате xTDC4

$$\sigma_{xtdc} = 8 \text{ ps}$$

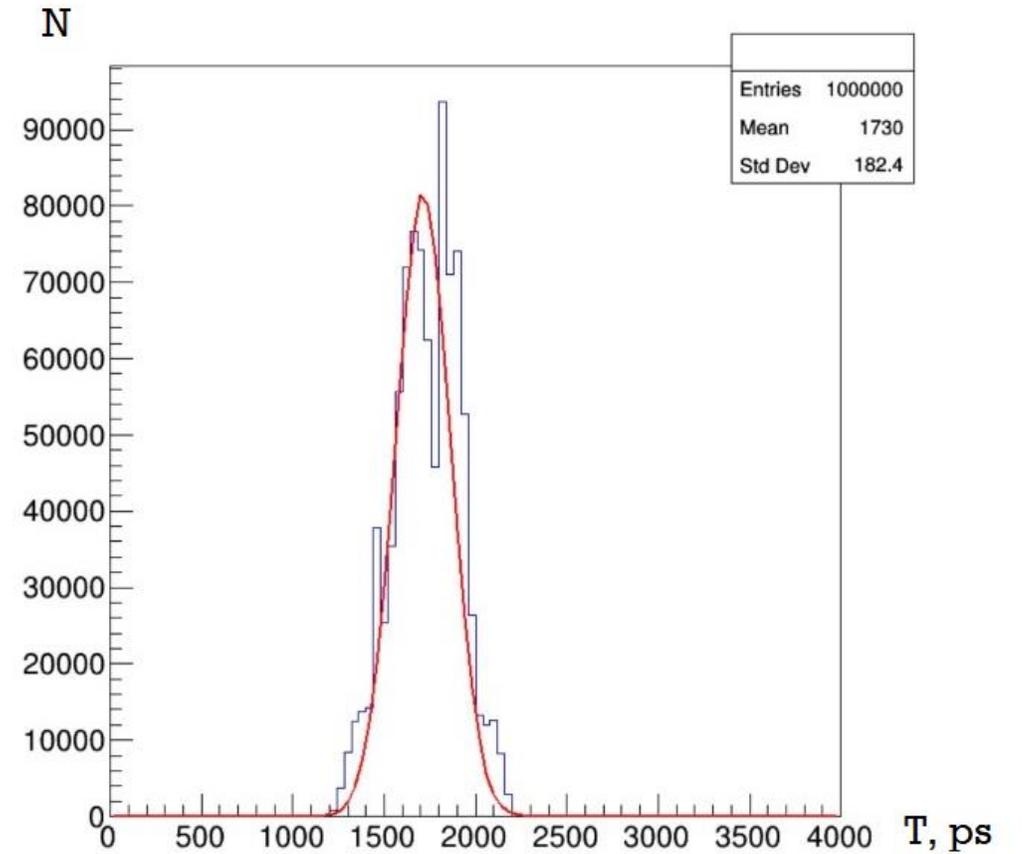


Рис. 2 Временное измерение с генератором, на плате Petiroc2A

$$\sigma_{petiroc} = 182 \text{ ps}$$

# Проведение измерений

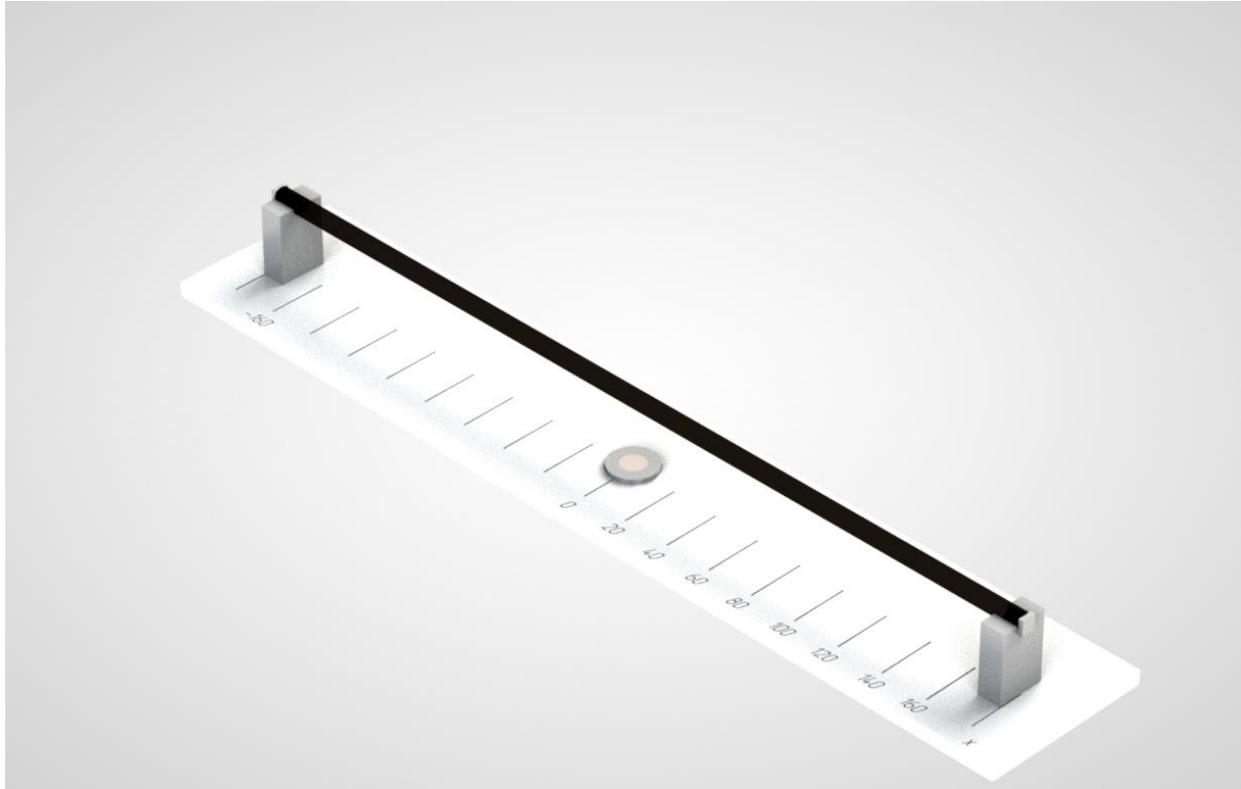


Рис. 3 Фотореалистичный вид установки

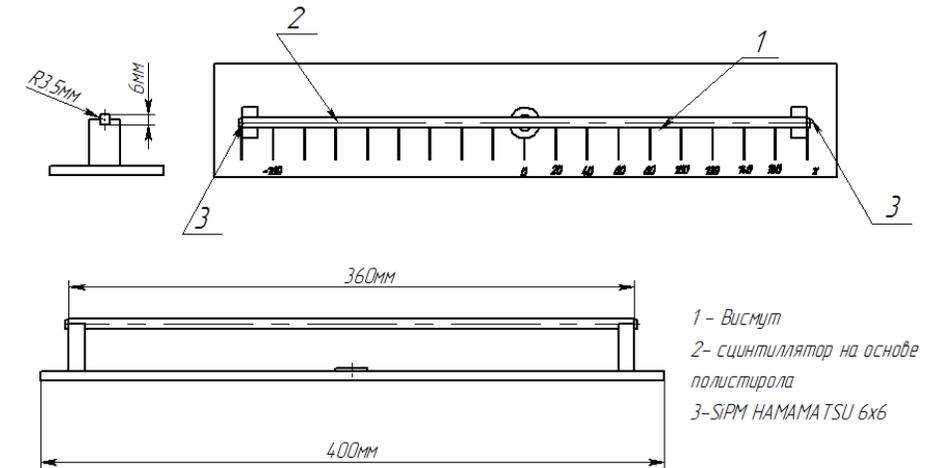


Рис. 4 Схема установки

# Временное разрешение в зависимости от положения источника

Положение источника, мм	$\sigma$ , пс	$\sigma_{gen}$ , пс	$\sigma_{petiros}$ , пс
120	463	471	478
100	477	499	446
80	464	483	433
60	468	499	617
40	488	484	757
0	433	467	333

Таблица 1 – Временное разрешение в зависимости от положения источника

# Определение положения источника по временным измерениям

Погрешность во временных измерениях лежит  
В промежутке от 450 пс до 500 пс

$$\tau = \tau_0 + k * x$$

$$\tau_0 = 4926.2 \pm 23.9$$

$$k = 21.8 \pm 0.2$$

$$X_t = \frac{\tau - \tau_0}{k}$$

**Ошибка определения положения от 19 мм до 24 мм**

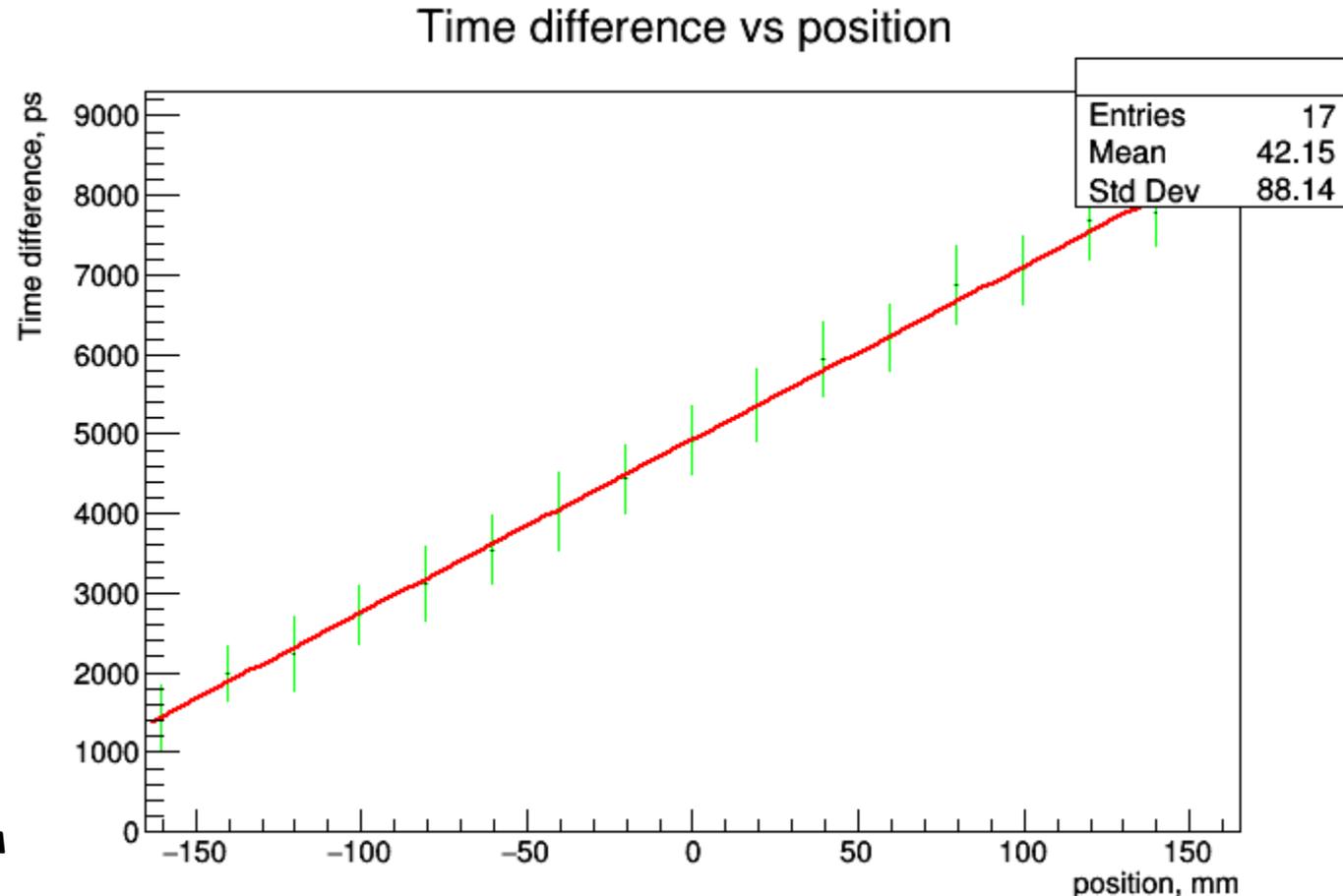


Рис. 5 Зависимость разницы времен между 2 событиями от положения источника.

# Определение положения источника по амплитудным измерениям

Amplitude versus position graph

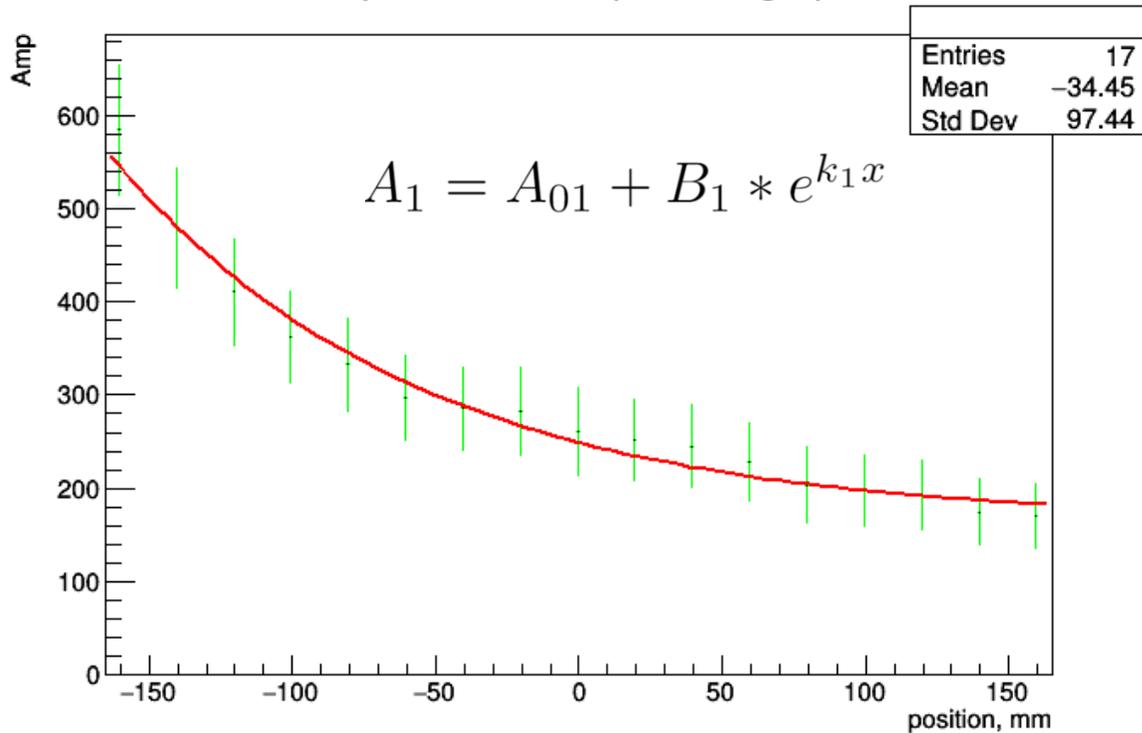


Рис. 5 Зависимость амплитуды сигнала от положения источника для первого SiPM.  $A_{01} = 164.2 \pm 12.2$

Параметры полученные в результате фитирования:  
 $B_1 = 85.5 \pm 14.9$   
 $k_1 = -0.0094 \pm 0.00109$

Amplitude versus position graph

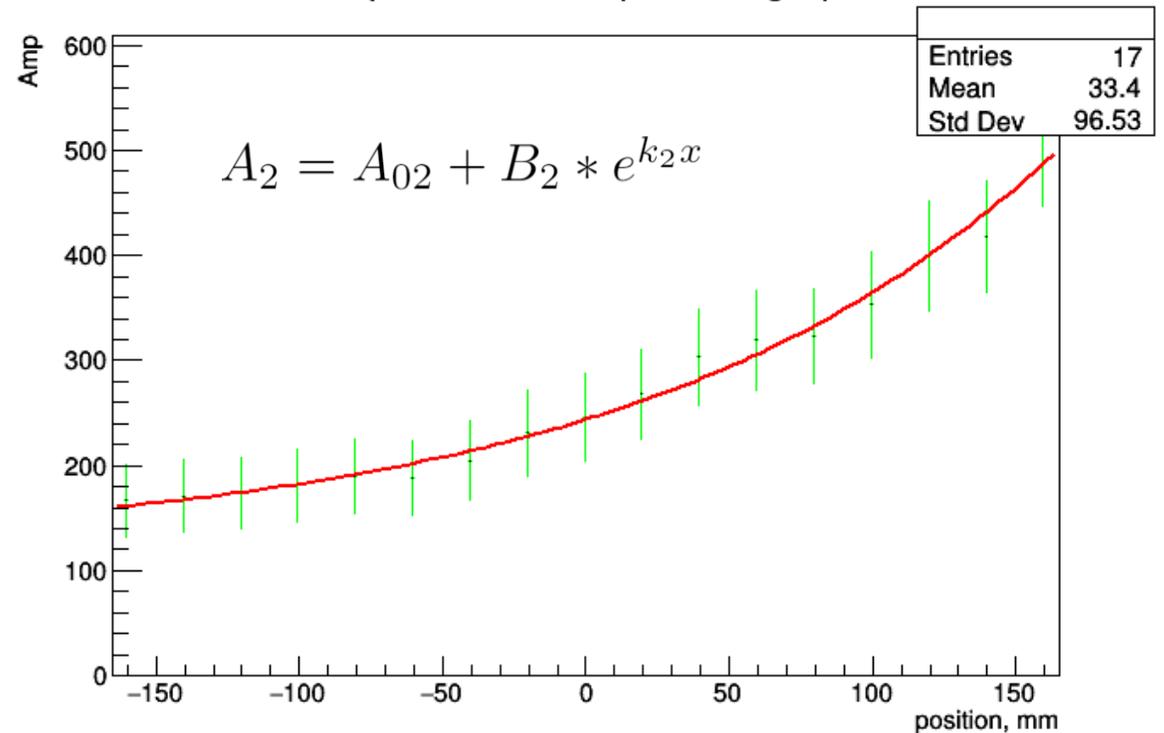


Рис. 6 Зависимость амплитуды сигнала от положения источника для 2 SiPM.  $A_{02} = 119.6 \pm 15.5$

Параметры полученные в результате фитирования:  
 $B_2 = 123.8 \pm 18.2$   
 $k_2 = 0.0068 \pm 0.0008$

**Ошибка определения положения от 50 мм до 200 мм при определении положения по данным с одного SiPM**

# Определение положения источника

Формулы для расчета итогового  
Положения радиоактивного источника

$$X_t = \frac{\tau - \tau_0}{k}$$

$$X_i = \frac{\ln(A_i - A_{0i}) - \ln B_i}{k_i}; \quad i = 1, 2$$

$$X = \frac{X_1 P_1 + X_2 P_2 + X_t P_t}{P_1 + P_2 + P_t}$$

$$P_i = \frac{1}{\sigma_i^2}$$

$$\sigma_{res} = \sqrt{\frac{1}{P_1 + P_2 + P_t}}$$

В качестве входных данных необходимо подать:

t – разницу времен между событиями и ее погрешность

N – номер канала советующий энергетическому пику электронов с энергией 959 кэВ для 2 SiPM

**Ошибка определения положения от 17 мм до 20 мм**

**При определении положения по данным с двух SiPM и по временным измерениям.**

# Заключение

- В ходе проведения данной работы были получены навыки по работе с платой xTDC4
- Выработана методика проведения временных измерений
- На основе полученных данных были написаны программы для восстановления положения радиоактивного источника, с использованием 3 источников информации. Результирующая погрешность составляет не более 20 мм.
- среднеквадратичное отклонение для полистирола измеренное на плате xTDC находится в промежутке от 450 пс до 500 пс.

# Определение положения источника по амплитудным измерениям

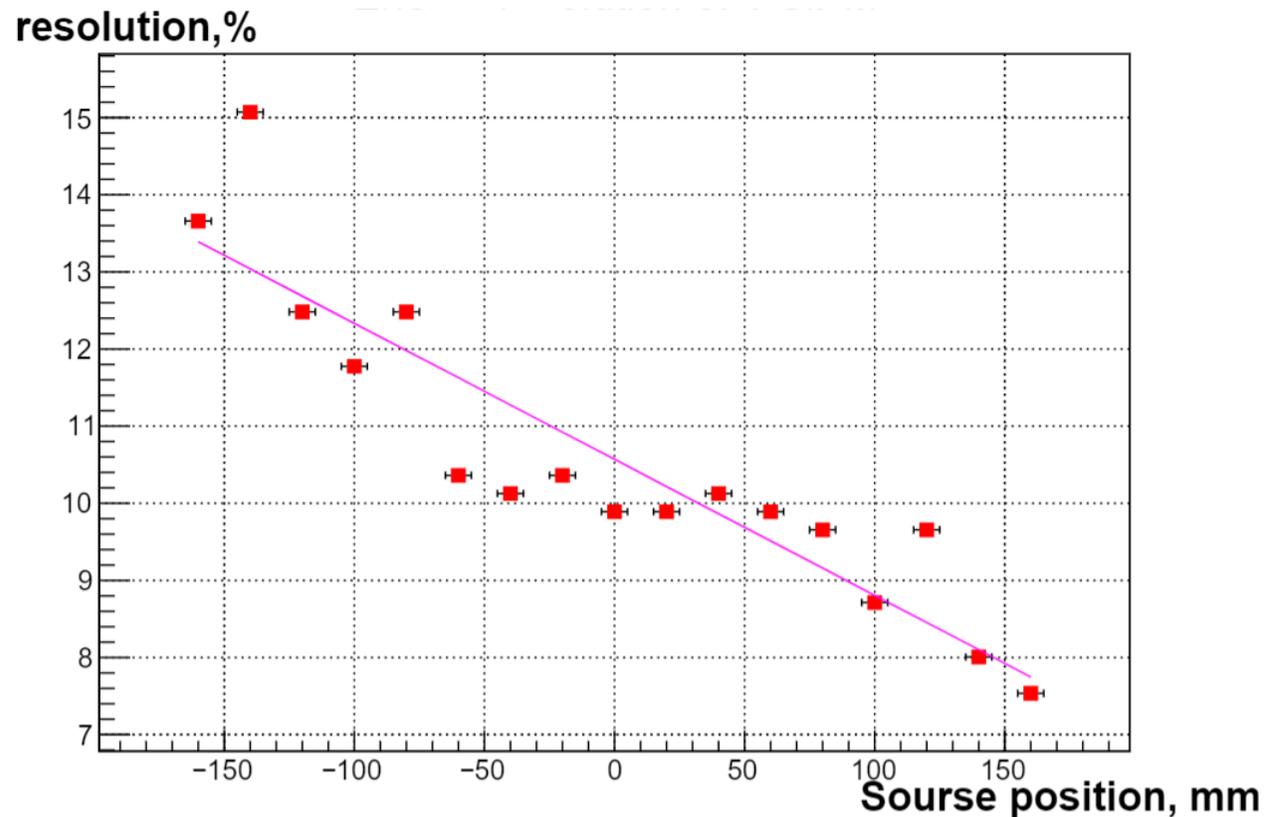


Рис. 7 Зависимость энергетического разрешения от положения источника для первого SiPM.

**Ошибка определения положения от 50 мм до 200 мм  
При определении положения по данным с одного SiPM**

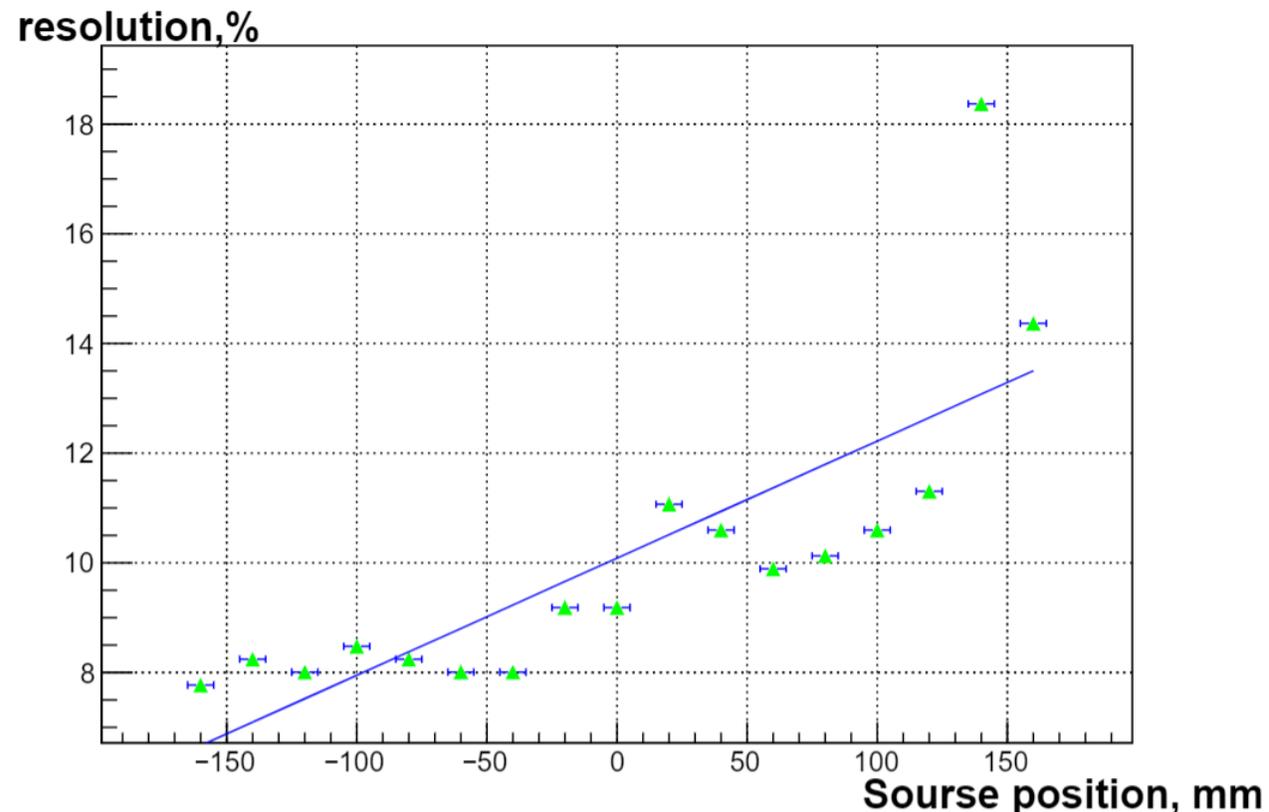


Рис. 8 Зависимость энергетического разрешения от положения источника для первого SiPM.

**Ошибка определения положения от 50 мм до 100 мм  
При определении положения по данным с двух SiPM**