

Joint Institute for Nuclear Research (Dubna)

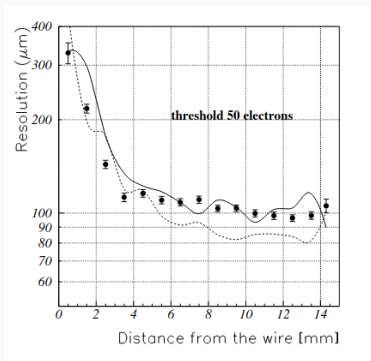
Distance measurement by straw tubes

Artem Chukanov

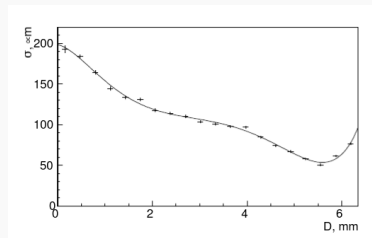
27th of November, 2023



ATLAS drift tubes



КTeV drift chambers





Для измеренной функции $f(x, y, z)$ ошибка на измерение даётся выражением:

$$\Delta f = \sqrt{\Delta f_x^2 + \Delta f_y^2 + \Delta f_z^2},$$

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x} \Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \Delta y\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z} \Delta z\right)^2}$$



Экспериментально нам доступно только время дрейфа электронов до проволочки, которое мы можем использовать для измерения расстояния от проволочки до трека.

Мы знаем только расстояние.

Направление, ориентация, угол нам неизвестны.



Результат косвенного измерения расстояния от проволоочки до трека с учетом погрешности записываем в виде

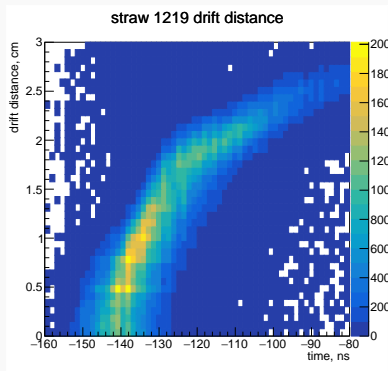
$$f(t) = \bar{f}(t) \pm \Delta\bar{f}(t)$$

$\bar{f}(t)$ - истинное среднее значение функции, $\Delta\bar{f}(t)$ - полная погрешность величины $f(t)$

$$\Delta\bar{f}(t) = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)^2 \Delta\bar{t}^2}$$

$\Delta\bar{t} = \sqrt{\Delta t^2 + \theta^2}$, Δt - статистическая погрешность, θ - инструментальная погрешность.

Экспериментально измеряем $\bar{f}(t)$, Δt , вычисляем $\frac{\partial f}{\partial t}$ и находим $\Delta\bar{f}(t)$



Два способа аппроксимации:

- ▶ через “гауссовы” центры для каждого значения времени
- ▶ с помощью метода перевзвешивания - каждой точке графика приписывается вес, который уменьшается с ростом расстояния до функции

Оба метода дают одинаковый результат, отличия только в начале и в конце графика. На данный момент выбрали первый метод.

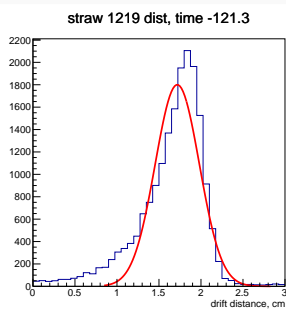
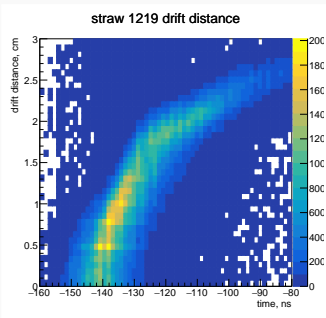
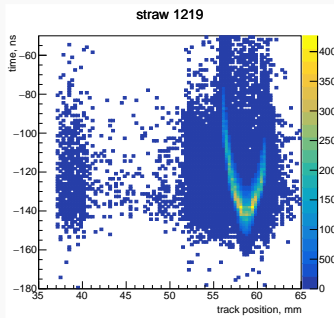
Функция для описания зависимости: $f(t) = p_1 t \cdot e^{-p_2 \cdot t + p_3} + p_4$

Зависимость расстояния от времени дрейфа



6

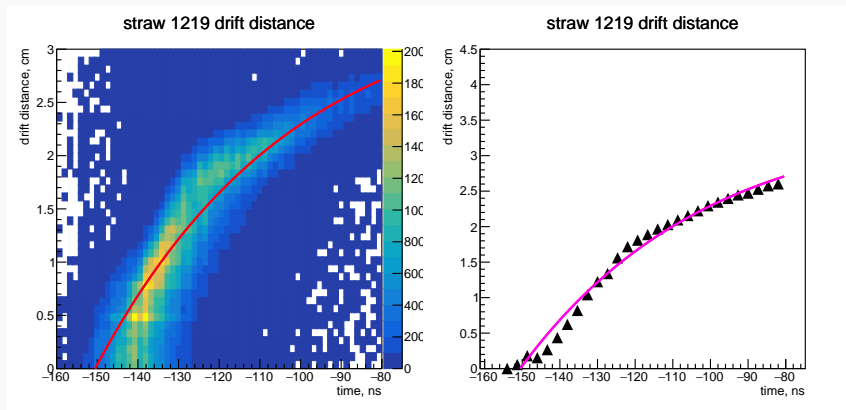
Пример определения центра распределения по гауссу для определённого времени



Зависимость расстояния от времени дрейфа



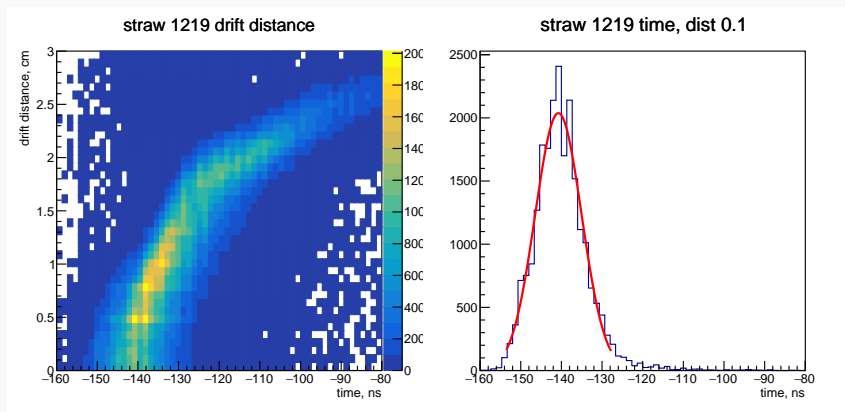
Аппроксимация распределения функцией $f(t) = p_1 t \cdot e^{-p_2 \cdot t + p_3} + p_4$, считаем $\frac{\partial f}{\partial t}$



Определение ошибки на измерение времени



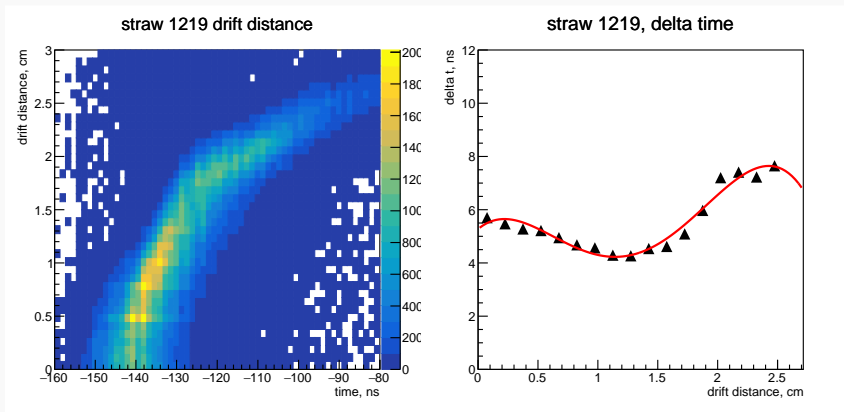
Для каждого интервала по расстоянию до трека определяем среднее отклонение по времени при аппроксимации распределения гауссом



Зависимость ошибки определения времени от расстояния



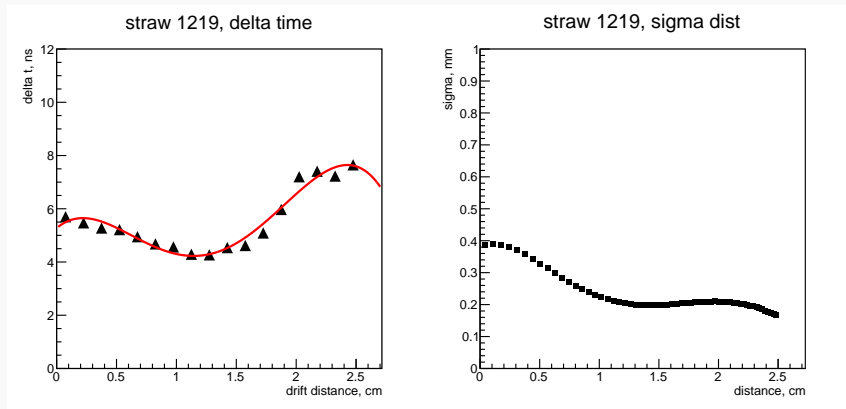
Аппроксимируем распределение ошибок полиномом 4-й степени (для получения плавного распределения функции ошибок), получаем $\Delta t(r)$



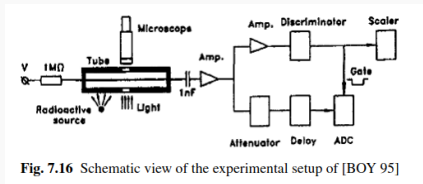
Ошибки определения расстояния до трека



Получаем зависимость $\Delta \bar{f}(t) = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)^2 \Delta \bar{t}^2}$

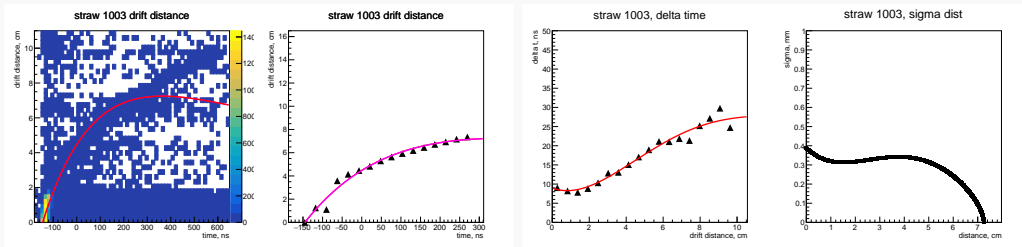


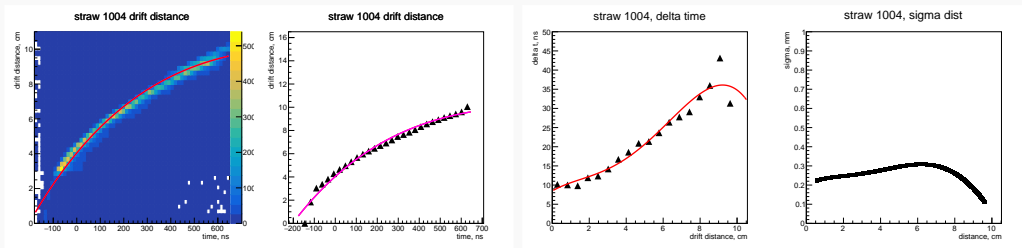
- ▶ Ошибка на определение положения проволоочки ~ 20 мкм
- ▶ Ошибка на определение положения трека ~ 50 мкм
- ▶ Ошибка на положение проволоочки при её вибрации при развитии электронного ливня $\sim 10 - 30$ мкм, I. R. Boyko, G. A. Chelkov, V. I. Dodonov, M. A. Ignatenko, M. Yu. Nikolenko, Vibration of signal wires in wire detectors under irradiation, Nucl. Instrum. Methods in Phys. Res. A367, 321 (1995)



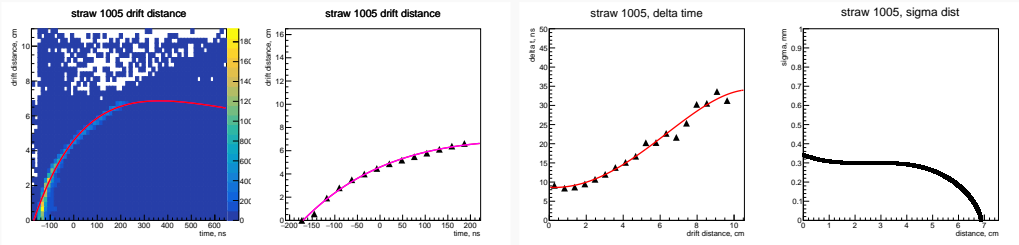
Все эти ошибки уже учтены в наших расчётах (их необходимо применять если проводить данный анализ с использованием моделированных событий)

Ошибки определения расстояния до трека

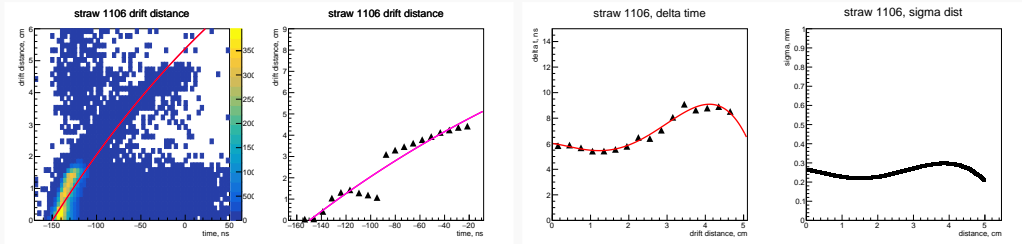


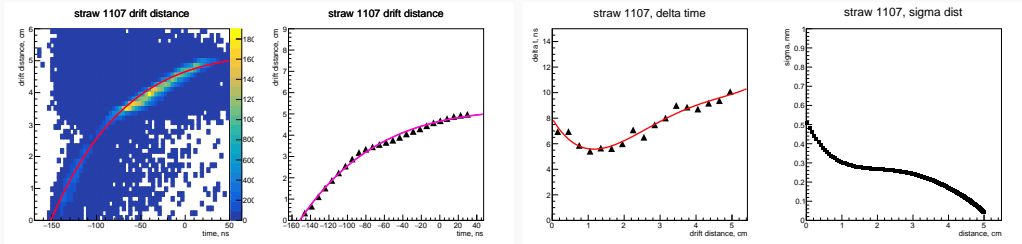


Ошибки определения расстояния до трека

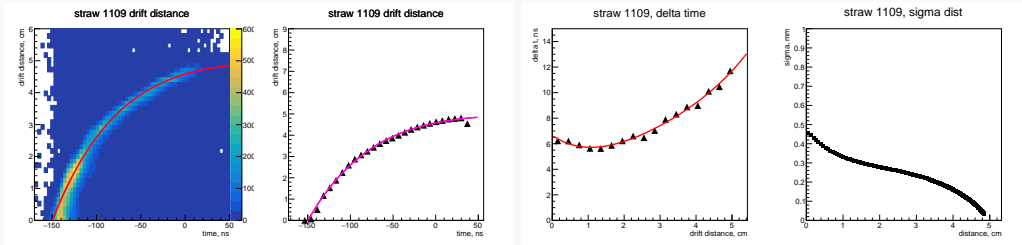


Ошибки определения расстояния до трека

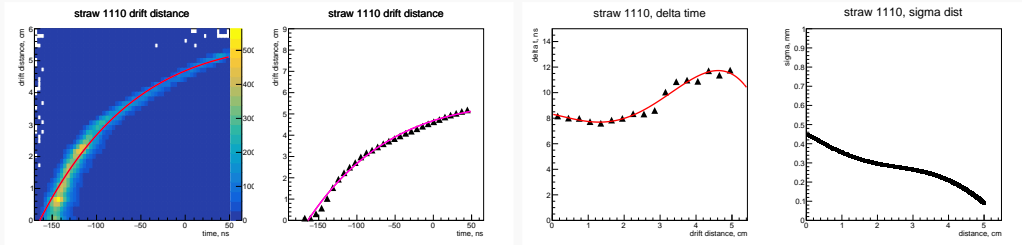


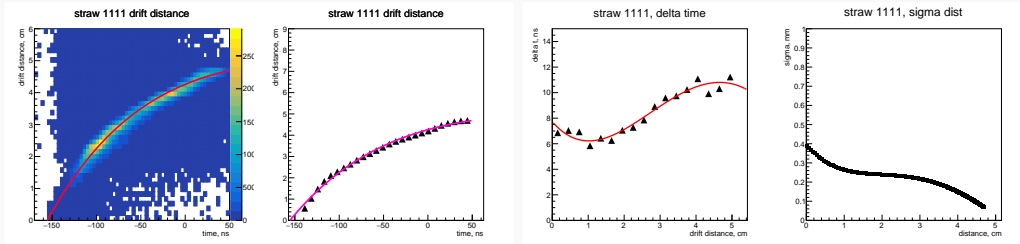


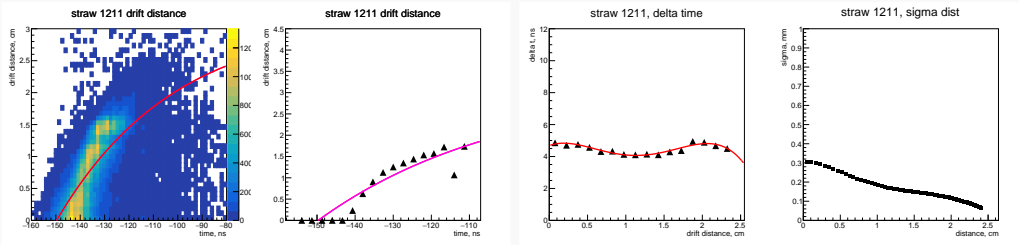
Ошибки определения расстояния до трека



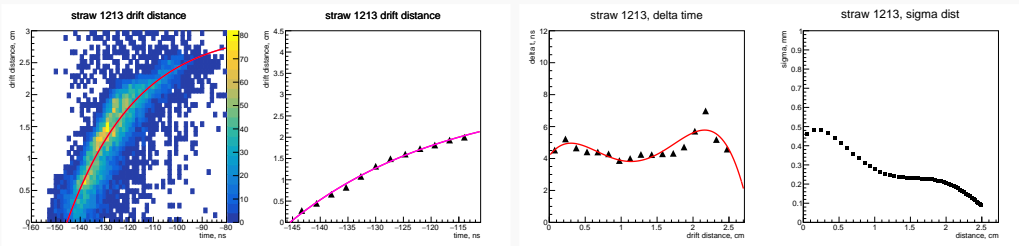
Ошибки определения расстояния до трека







Ошибки определения расстояния до трека



Ошибки определения расстояния до трека

