



МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ДЕТЕКТОРА НА ОСНОВЕ STRAW ТРУБОК (STT) ПРИ ПОМОЩИ ПАКЕТА GARFIELD++: РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРЕКОВ И АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ.

Научный руководитель: А. Т. Мухамеджанова

Студент: А. И. Гурова, группа Б22-182

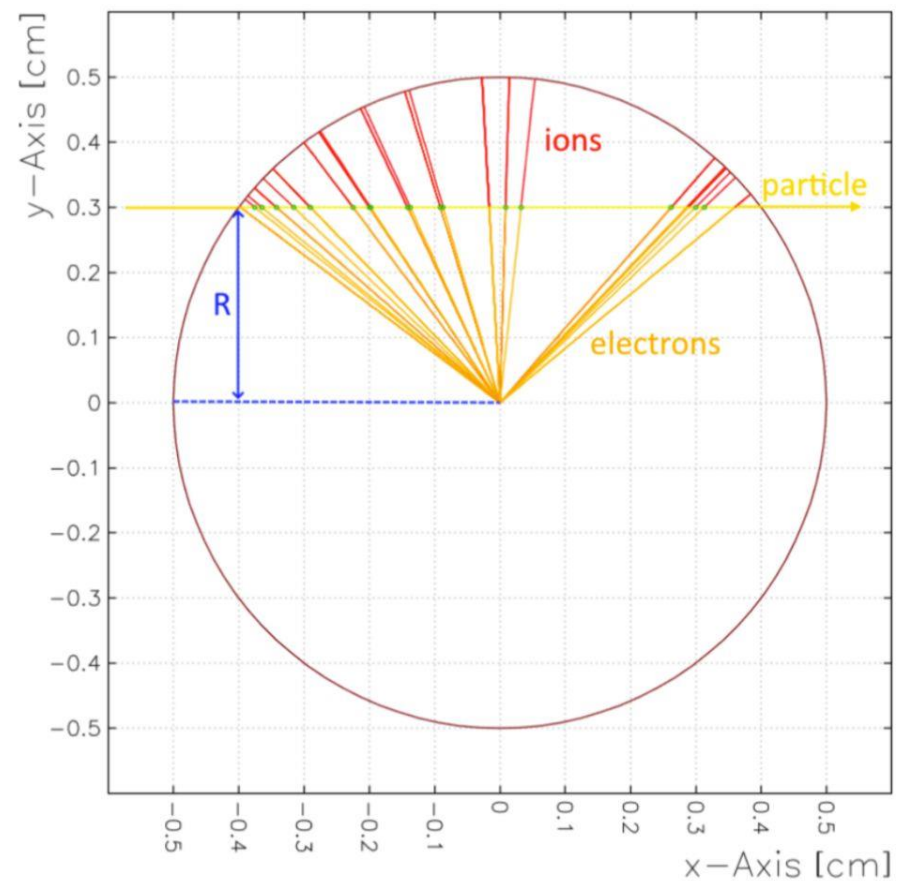
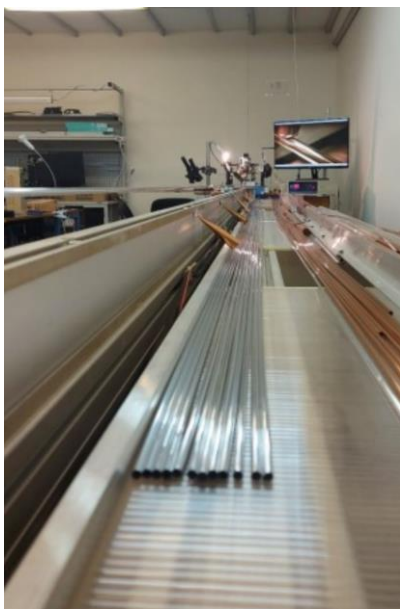


Цели работы:

1. Принцип работы газовых детекторов на основе Straw Tube Trackers.
2. Моделирование сигналов отклика Straw трубок с использованием Garfield++/ LTSpice.
3. Зависимость параметров сигналов от расстояния до трека и влияние магнитного поля.
4. Важность временных характеристик сигнала (drift time) и их использование в анализе.
5. Учет шума в электронике.
6. Сравнение с данными эксперимента NA62.

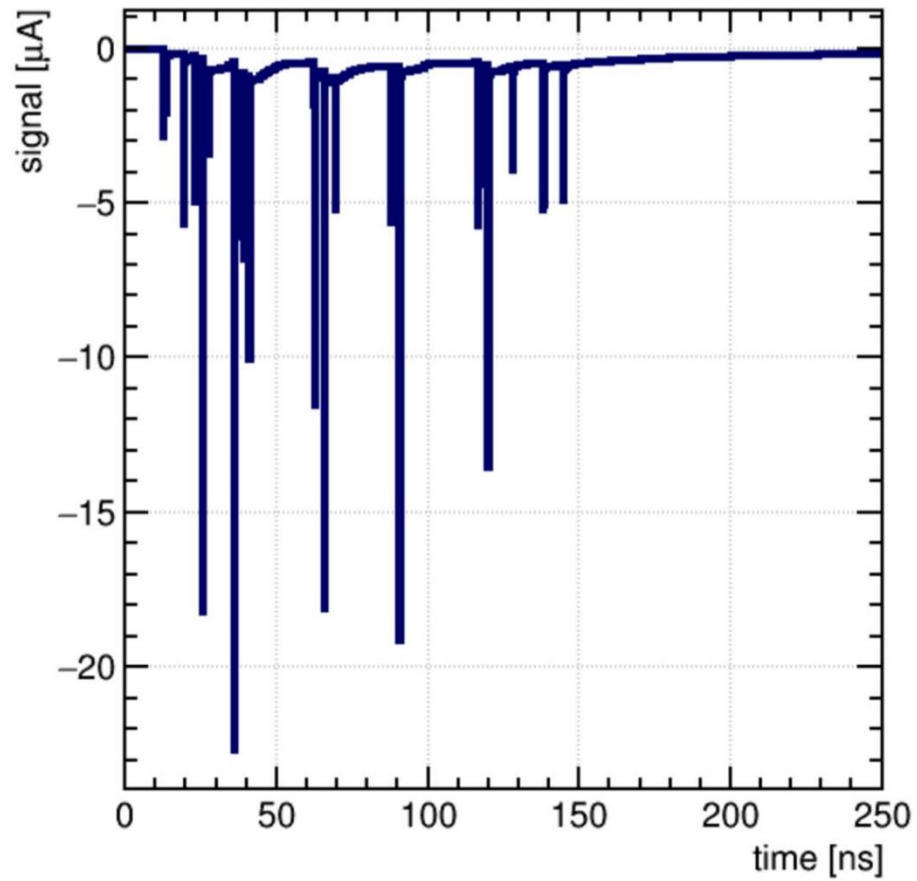
STRAW ТРУБКИ

Принцип работы:

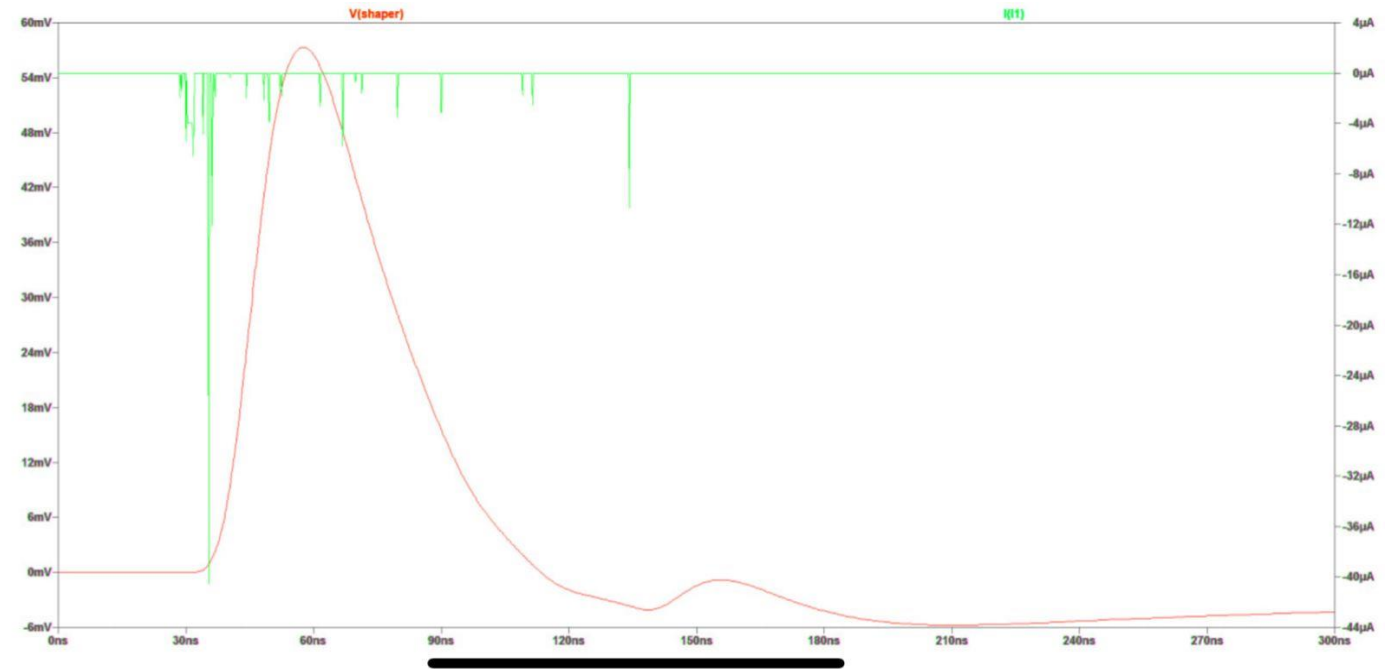


1. Диаметр straw трубки: 10 мм
2. Диаметр анода: 30 мкм
3. Напряжение (HV): 1750 В
4. Смесь газов: Ar+CO₂ / 70:30[%]
5. Температура: 20 °C
6. Давление: 1 атмосфера
7. Частица: мюон 1 ГэВ

Garfield++ и LTSpice.

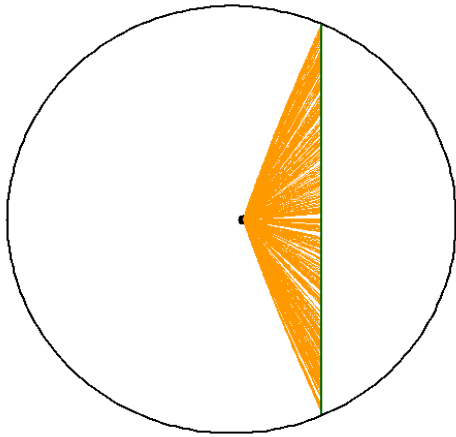


Garfield++

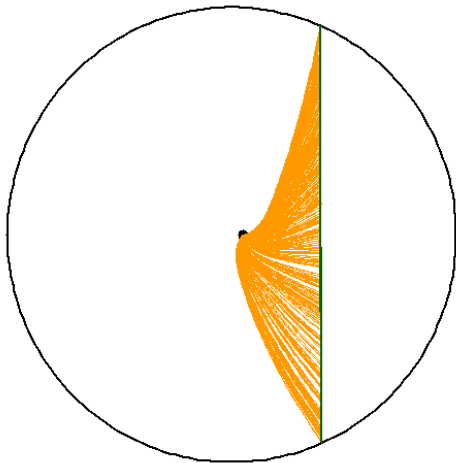


Garfield++ и LTSpice

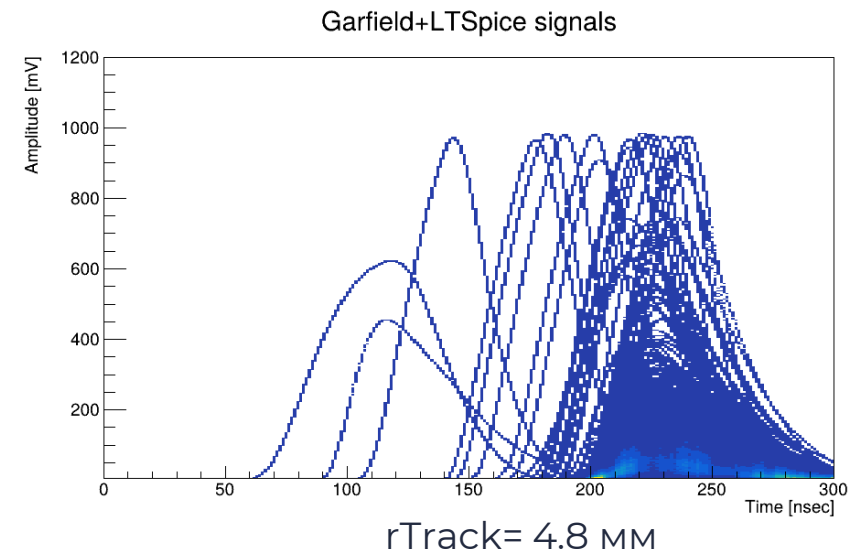
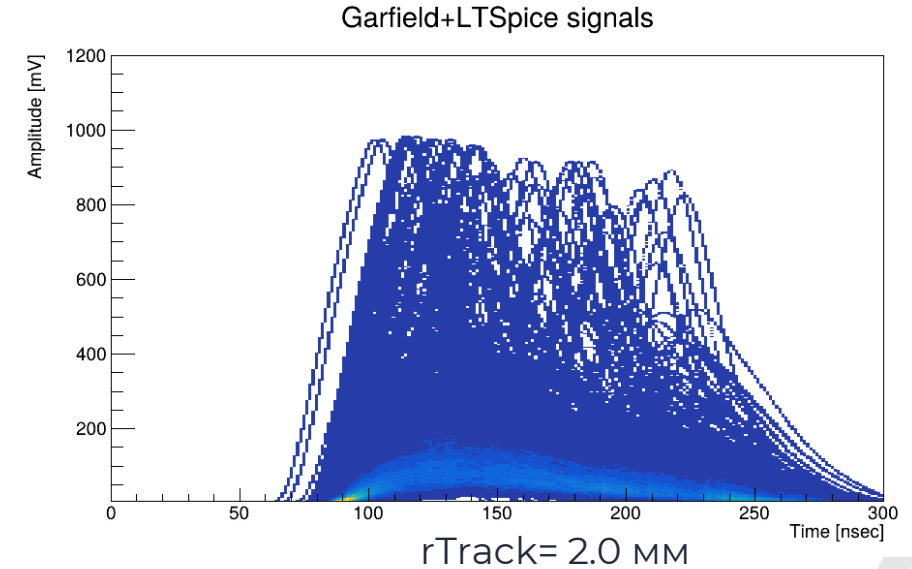
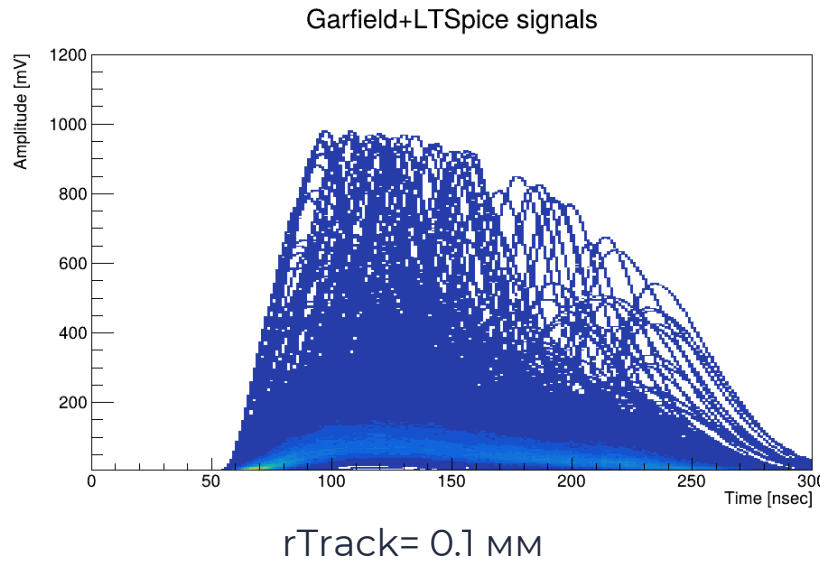
Визуальные смоделированные сигналы. Влияние магнитного поля и расстояния.



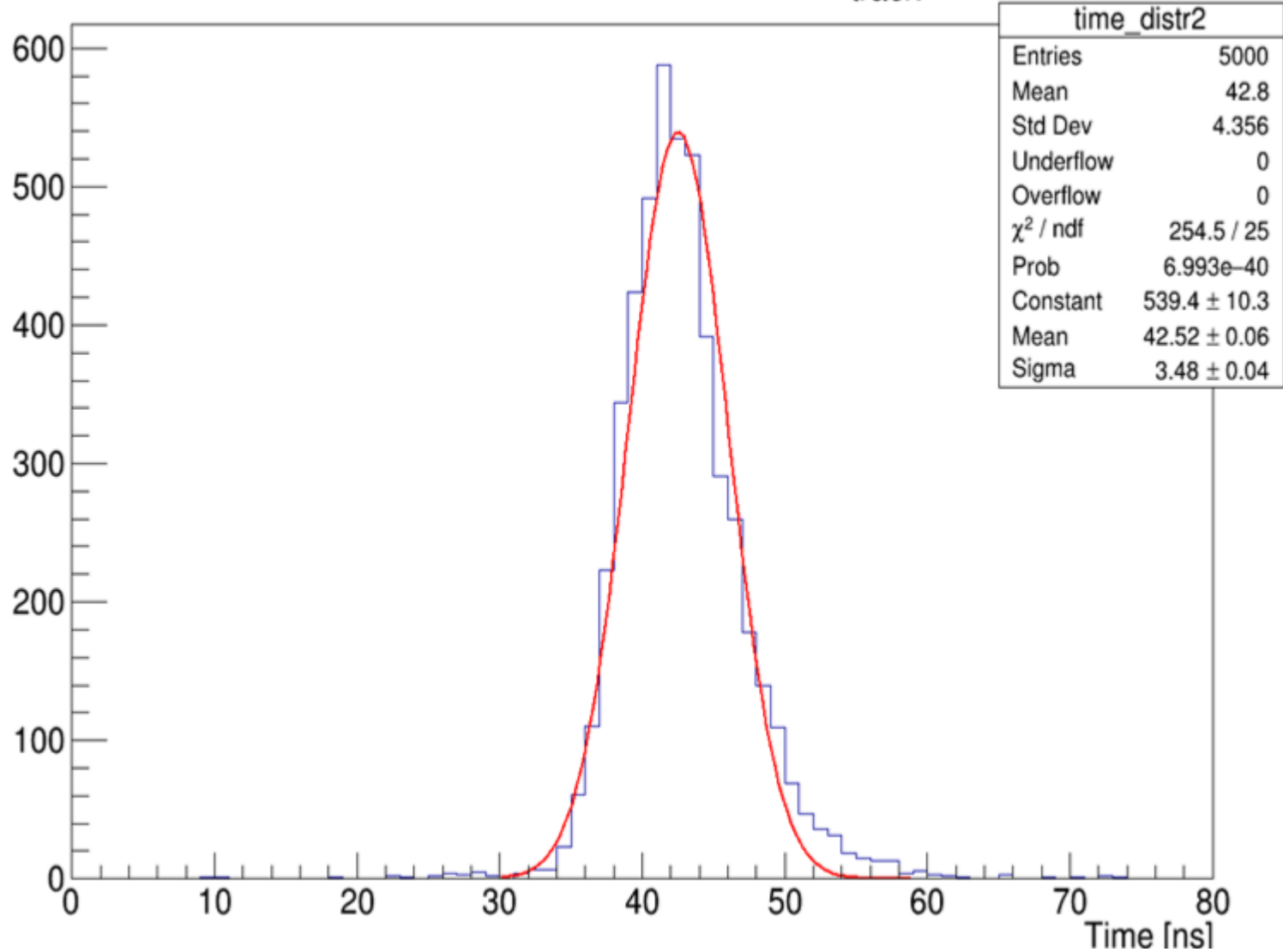
$B=0$



$B=2 \text{ Тл}$



Moment of 10 mV crossing, $R_{\text{track}} = 2\text{mm}$



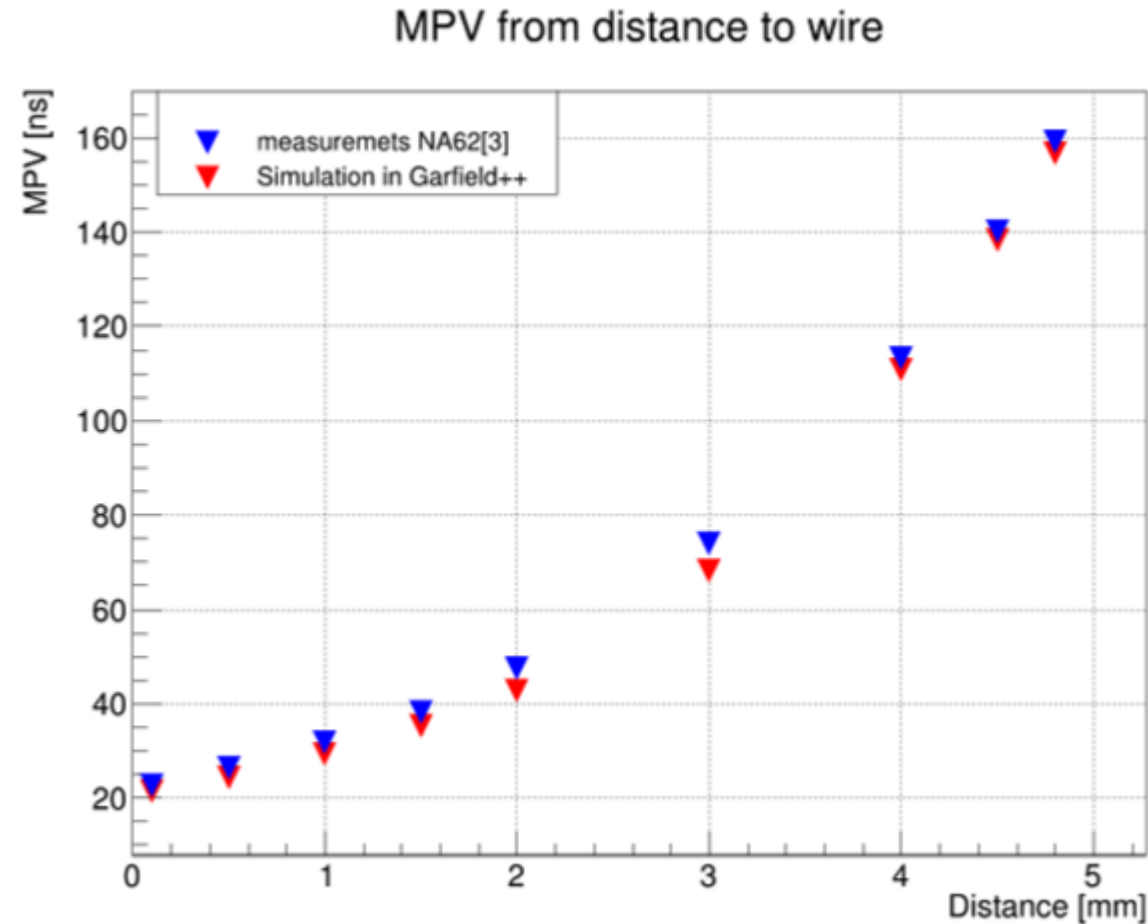
**Распределение времени
пересечения порога (10 мВ)
для $r_{\text{Track}} = 2\text{ mm}$**



Drift time

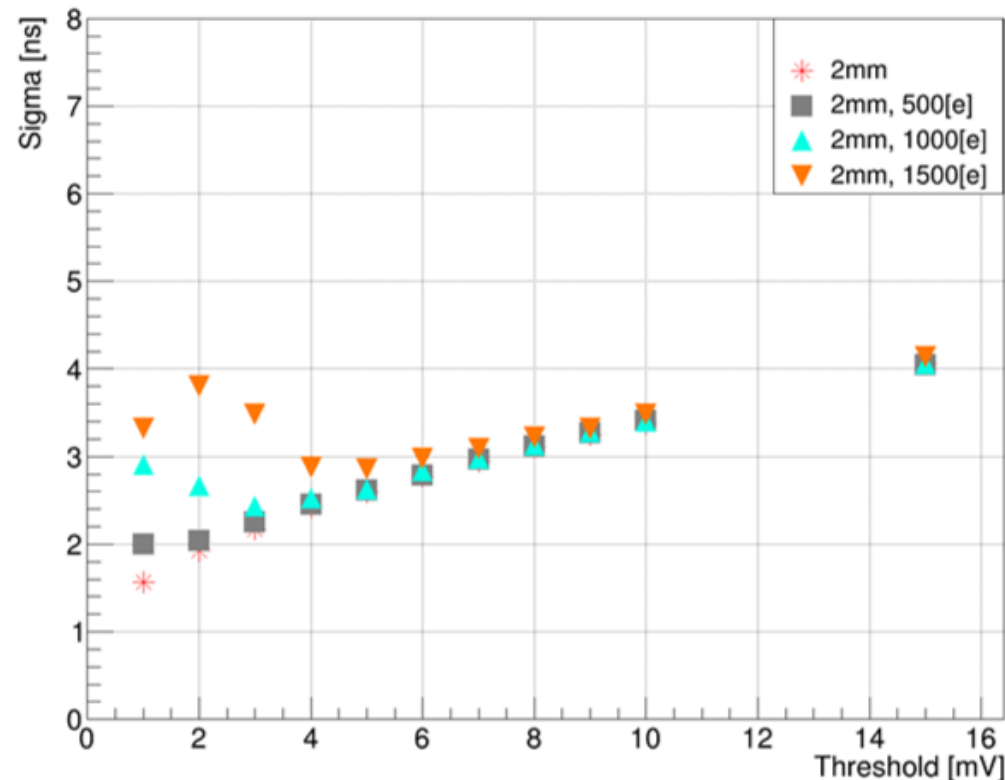
Время дрифта — это интервал между тем, когда ионизирующая частица проходит через straw трубку, и моментом, когда сигнал в straw трубке становится достаточно сильным, чтобы превысить заданный порог.

Как видно из этого рисунка, данные, полученные в моделированиях Garfield++, воспроизводят данные о времени дрифта, измеренные в эксперименте NA62. Таким образом, рассчитанное время дрифта совпадает с полученным экспериментально.

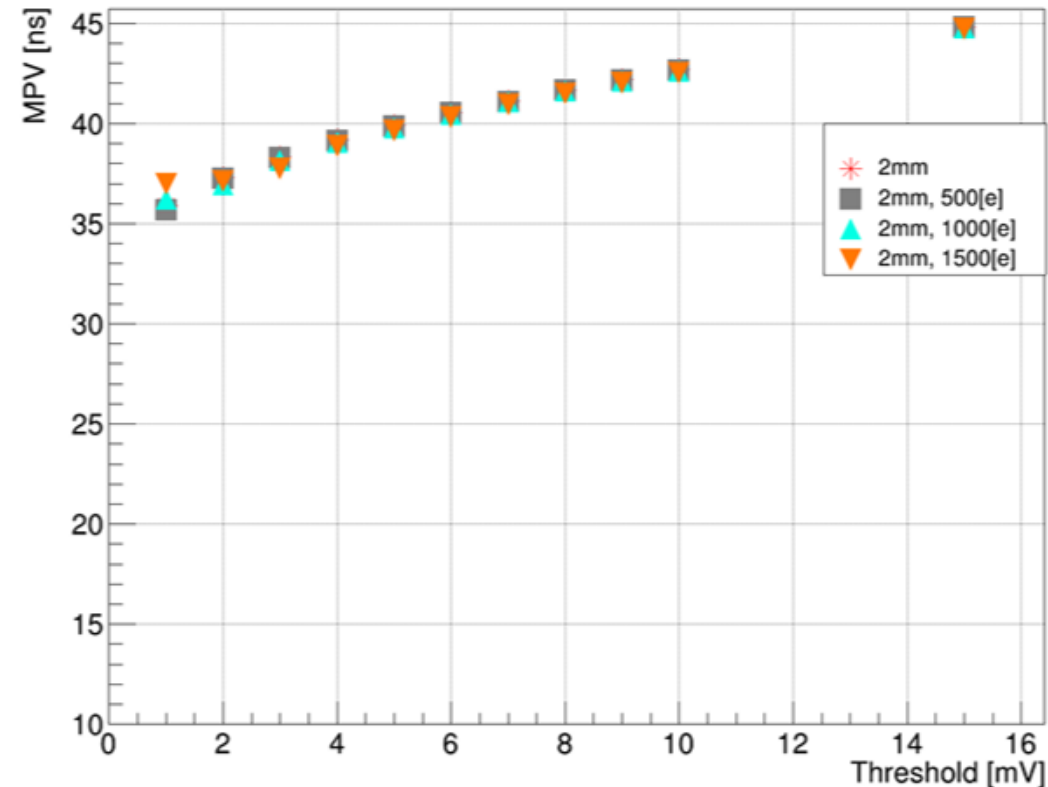


Для повышения реалистичности модели фронт-энд электроники (FEE) в симуляцию был добавлен белый гауссов шум (AWGN). Были смоделированы уровни эквивалентного шума заряда в 500e (номинальное значение для VMM3), 1000e и 1500e. На рисунке ниже показано, как шум влияет на измерение времени при различных уровнях порога. Тщательное моделирование шумов позволяет улучшить исследование характеристик реальной электроники и помогает подобрать оптимальные рабочие параметры для повышения временного и пространственного разрешения.

Sigma vs Threshold



MPV vs Threshold



В работе смоделирован отклик STRAW-детектора с использованием Garfield++, LTSpice и ROOT.

Исследовано влияние расстояния до проволоки, магнитного поля и шумов на форму сигнала и точность измерения времени.

Модель учитывает параметры микросхемы VMM3a и согласуется с данными эксперимента NA62.

Результаты полезны для оптимизации STRAW-детекторов и алгоритмов обработки сигналов в трековых системах.