



Моделирование дрейфа электронов в детекторе РЭД-100

Студент: Кораблев Денис Б22-102

Научный руководитель: ассистент кафедры
к.ф-м.н. Долганов Г.Д.

Научный консультант: старший преподаватель
Мачулин И.Н.



1. Оптимизация геометрии COMSOL модели детектора РЭД-100
2. Проведение моделирования электрического поля для импорта в Garfield++
3. Проведение моделирования дрейфа электрона в газовой фазе с помощью Garfield++
4. Оценка времени и траектории дрейфа электронов

Эксперимент РЭД-100



Рис 1. Схема детектора

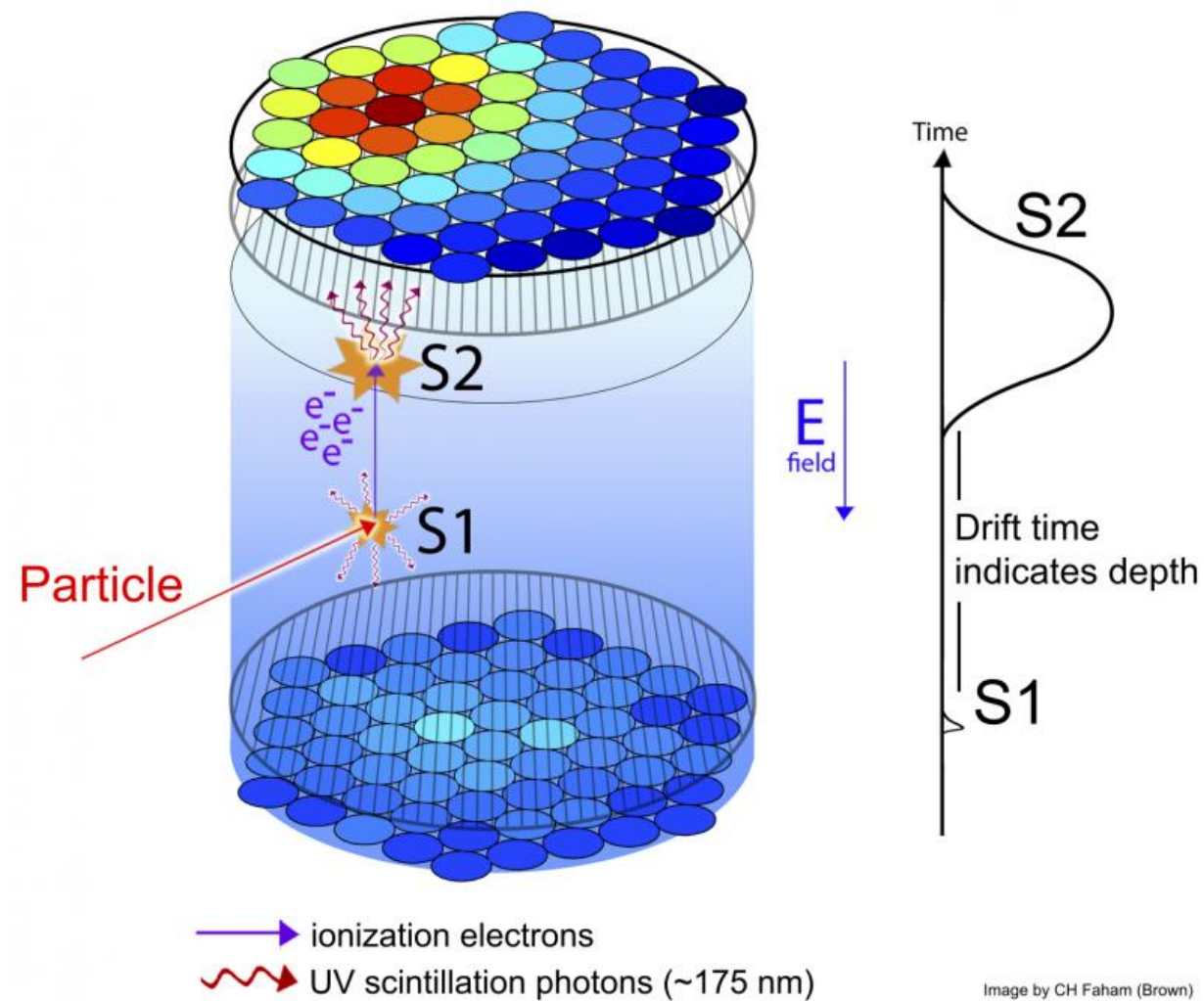


Image by CH Faham (Brown)

Рис 2. Пример регистрации событий

Использование ПО COMSOL для моделирования электрического поля

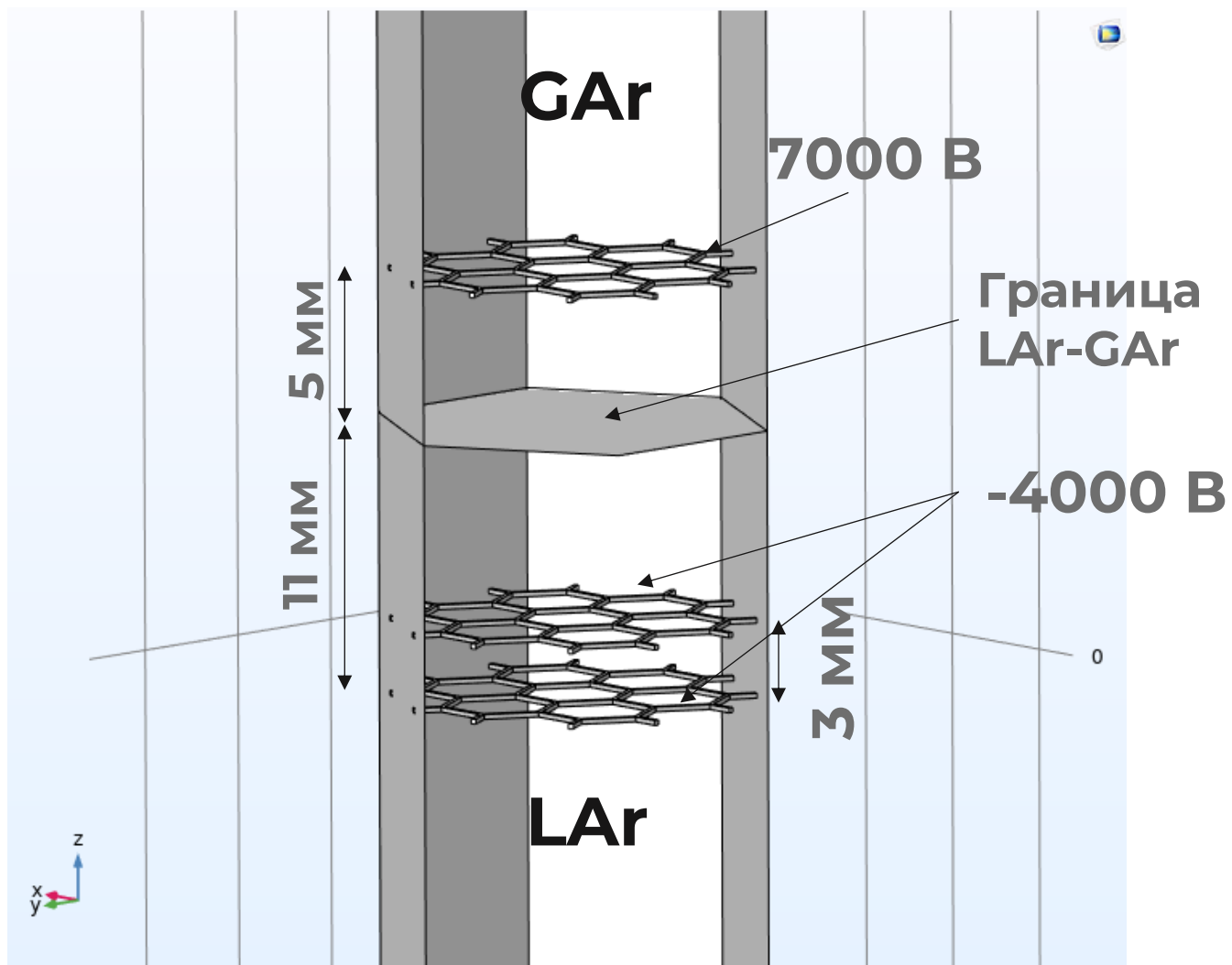


Рис 3. Начальная расчетная сетка

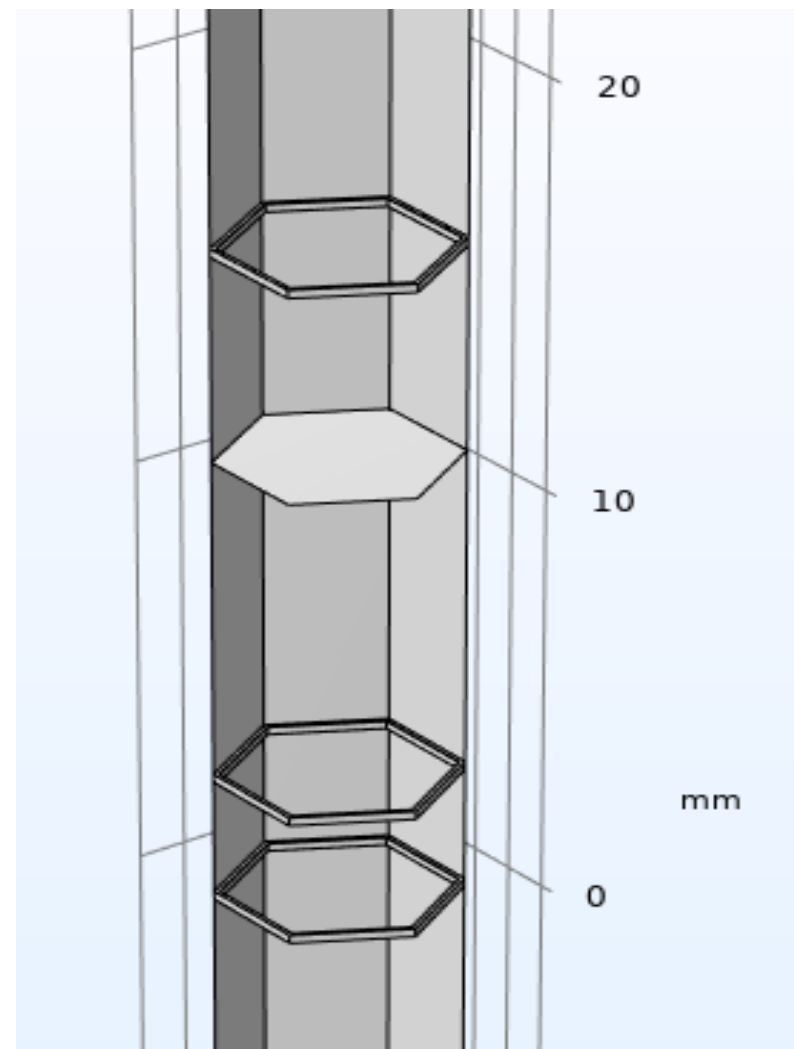


Рис 4. Геометрия оптимизированной модели

Исследование вида треков дрейфовых электронов

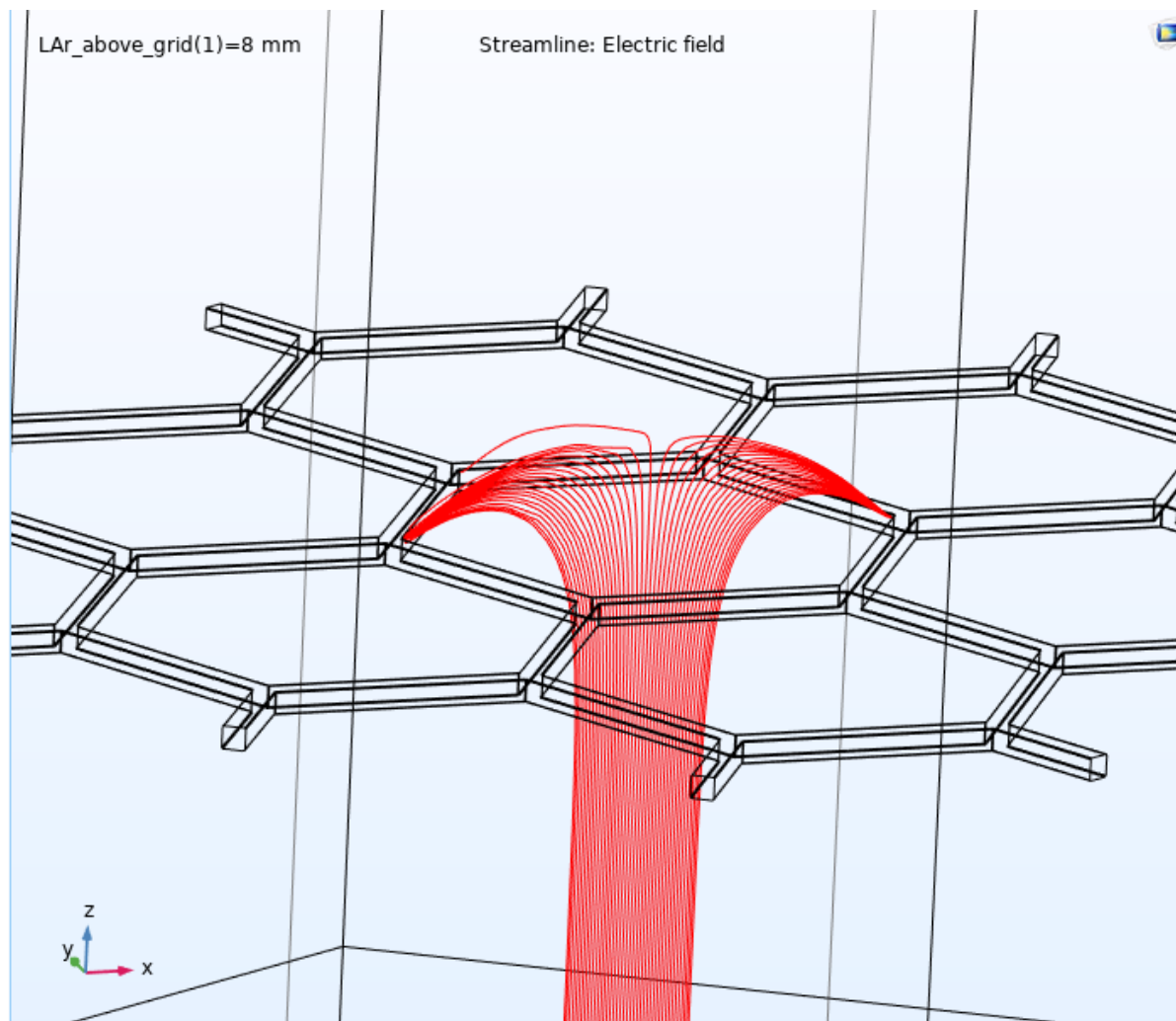


Рис 5. Пример линий напряженности

Основные проблемы:

1. Линии электрического поля имеют разную длину, что может приводить к разному световыходу для различных траекторий
2. Электрическое поле вдоль одной траектории может быть сильно неоднородным, что затрудняет расчет световыхода для отдельных электронов

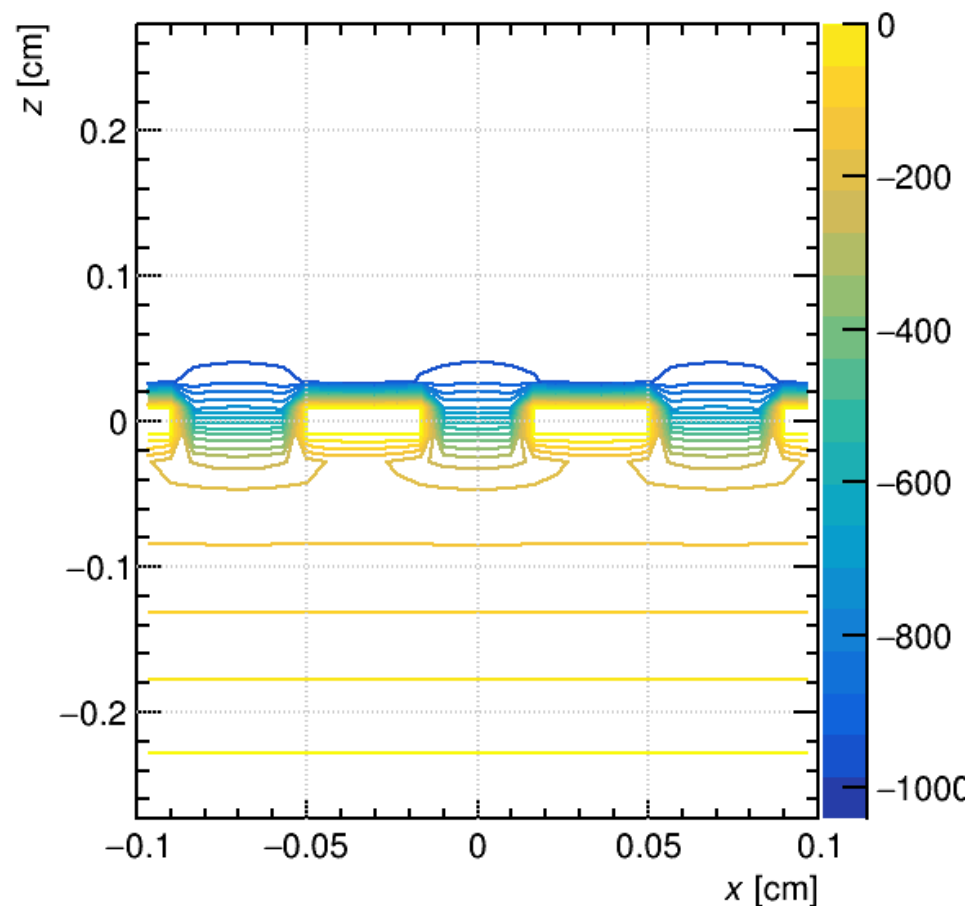
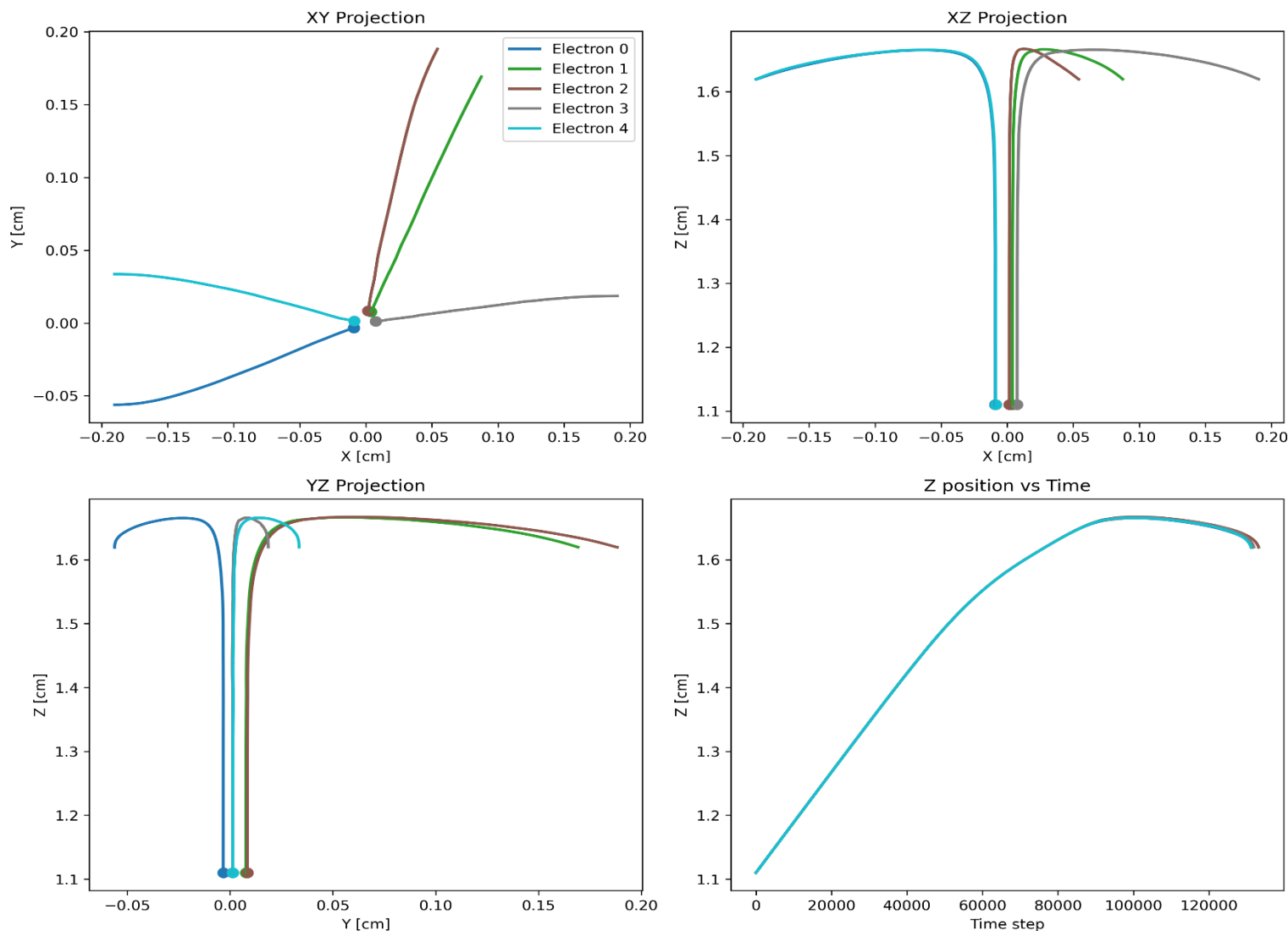


Рис 6. Пример модели в Garfield++

Пакет моделирования Garfield++ - это специализированный инструмент для проведения симуляции дрейфа и взаимодействия отдельных частиц в материалах.

Исследование вида треков дрейфовых электронов



Моделировалось:

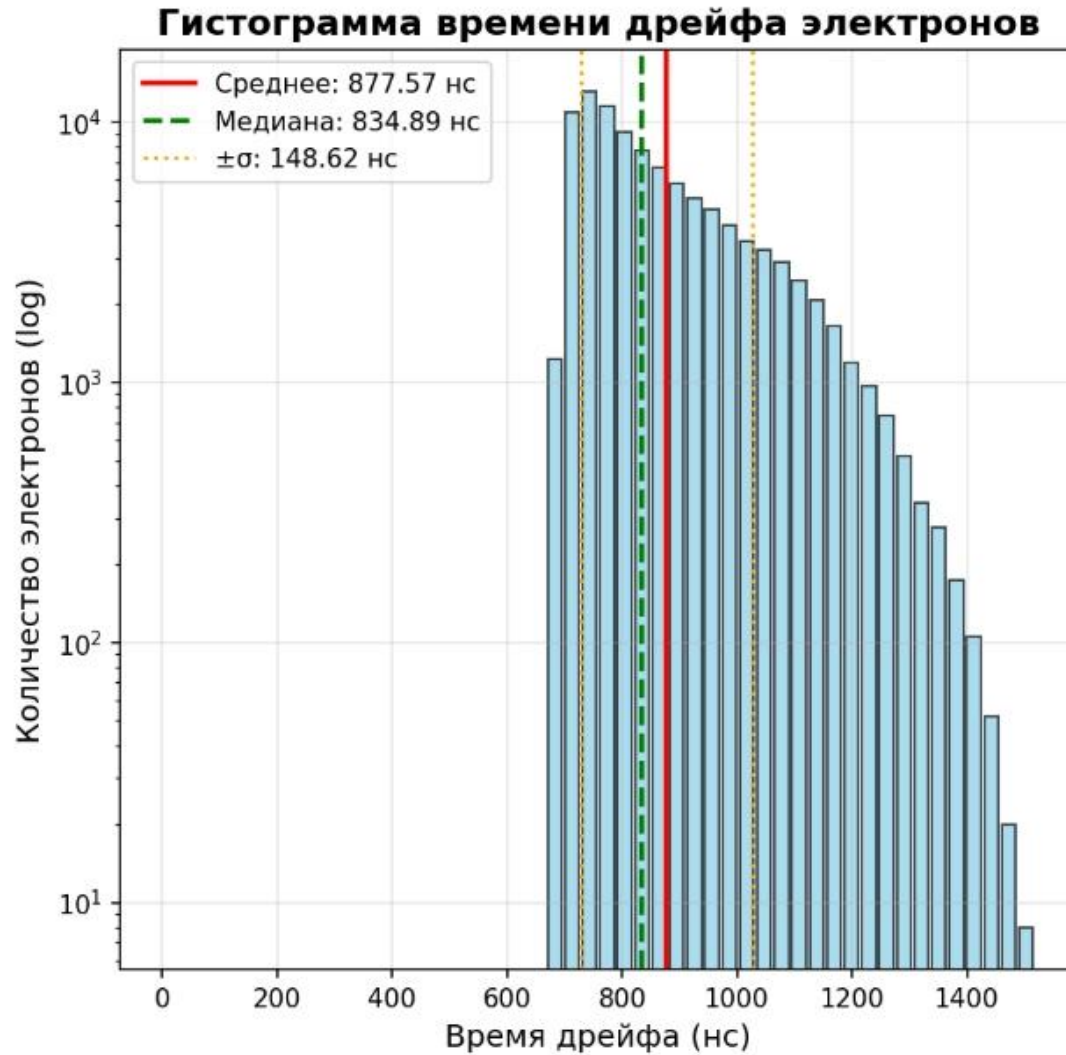
5 электронов были запущены случайно из центра шестиугольной сетки на уровне границы раздела фаз

Результаты:

Траектории имеют зонтообразную форму и замыкаются на аноде, что соответствует ожиданием.

Рис 7. Треки дрейфов в различных проекциях

Распределение времен дрейфов

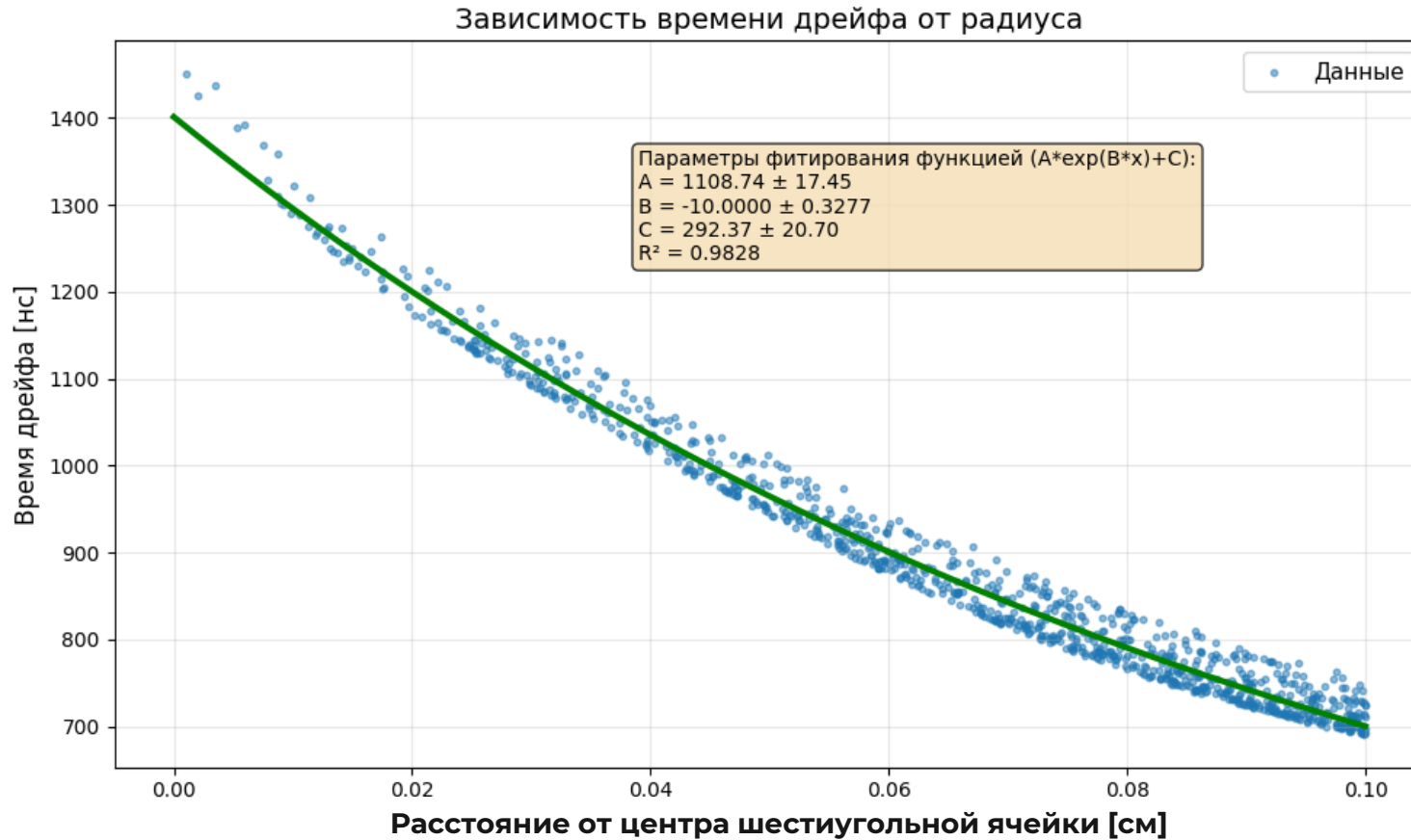


Для получения гистограммы было равномерно разыграно сто тысяч электронов по всей площади шестиугольного звена сетки.

Правый хвост распределения отвечает электронам, запущенным из центра звена проволоки.

Рис 8. Распределение времени дрейфа

Распределение времен дрейфов



Для подтверждения утверждения о правом хвосте гистограммы был построен график зависимости времени дрейфа электронов от расстояния до центра шестиугольной ячейки сетки.

Рис 9. Распределение времени дрейфа от радиуса

Дальнейшие шаги в работе



Определение однородности световыхода от параметров детектора:

1. Расчет световыхода для различных траекторий электронов
2. Расчет неоднородности световыхода от разных конфигураций детектора (смещение сеток, разный уровень раздела фаз и т.п.)
3. Моделирование дрейфа электронов в LAr для определения их координат выхода из LAr в GAr.



Спасибо за внимание

Москва, 2024

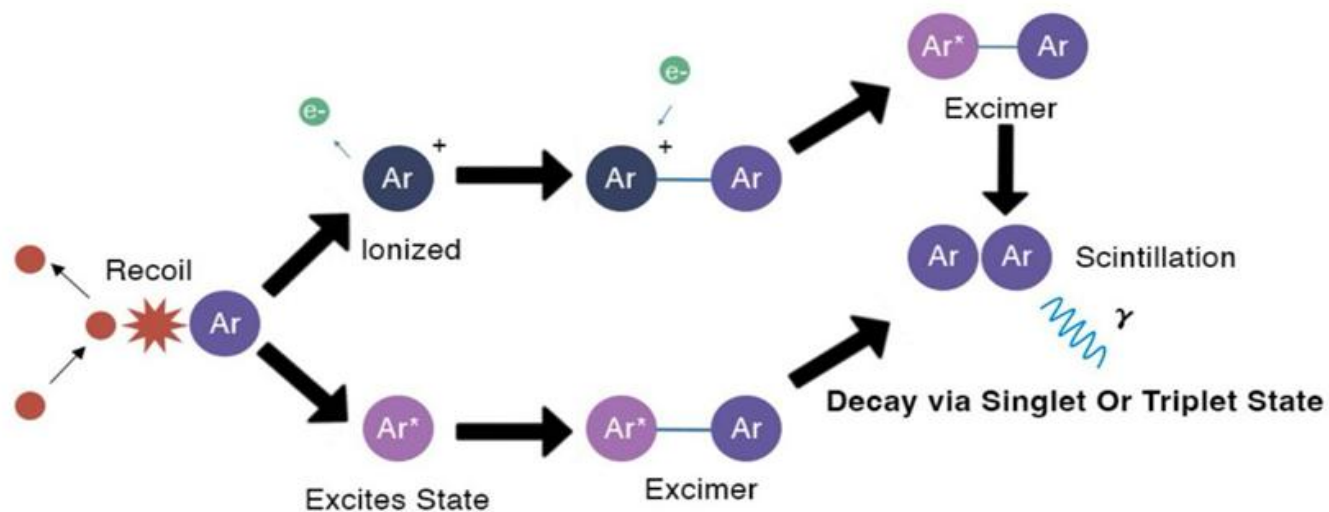


Рис 8. Схема взаимодействия аргона в детекторе

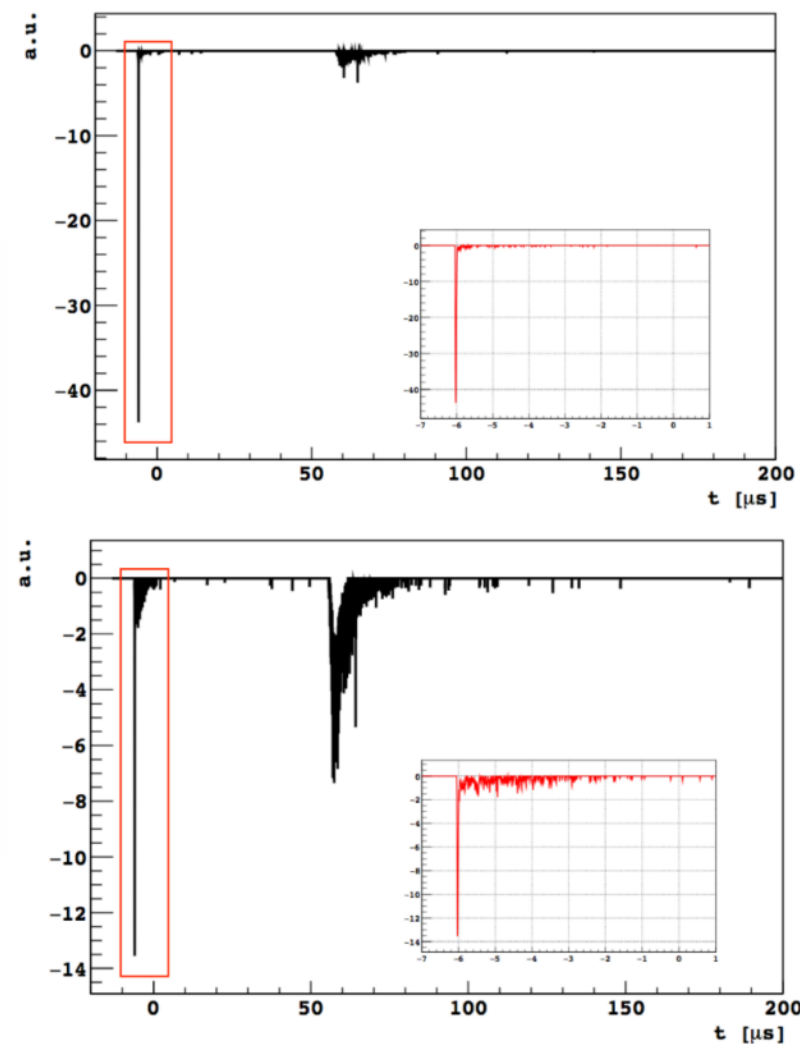


Рис 9. Схема классификации событий

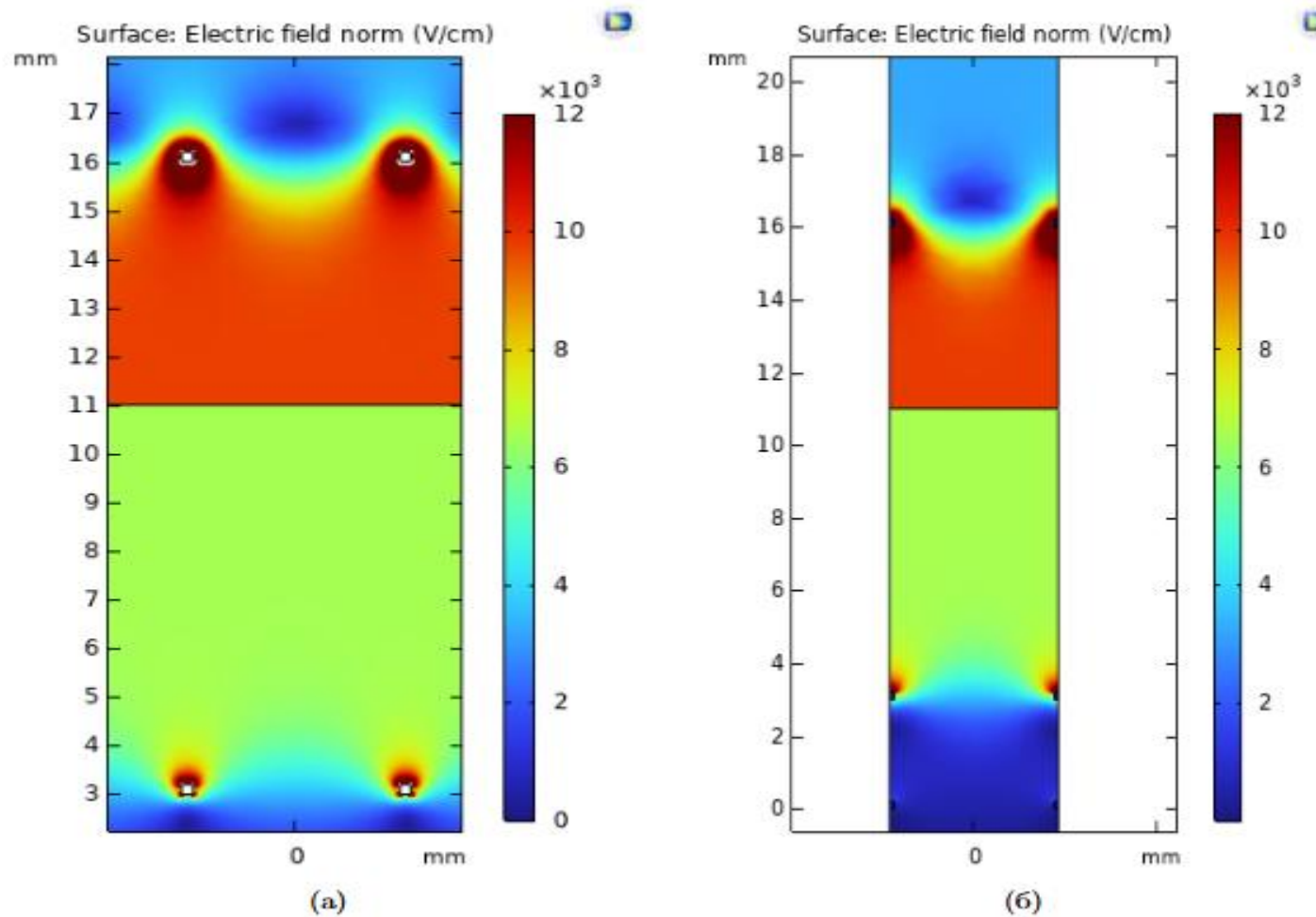


Рис 10. Сравнение двух моделей:

а) Изначальная модель; б) Оптимизированная модель