

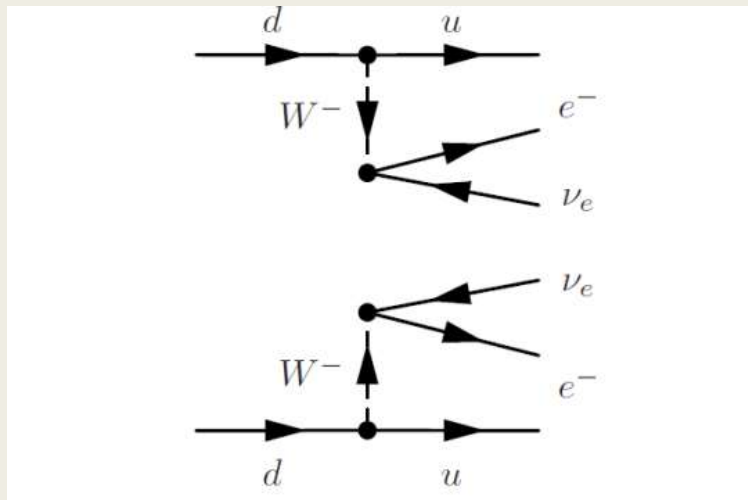
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ НИЯУ
«МИФИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГИСТРАЦИИ БЕЗНЕЙТРИННОГО ДВОЙНОГО БЕТА-РАСПАДА В ДЕТЕКТОРЕ РЭД-100

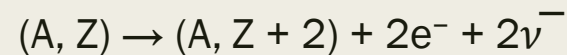


Коськин Ю.И.
группа Б21-102
Научный руководитель
Разуваева О. Е.

Двойной (безнейтринный) бета-распад



- Двойной бета-распад или двухнейтринный двойной бета-распад ($2\nu\beta\beta$ -распад) был впервые предсказан Марией Гёпперт-Майер в 1935 году. Пара протонов одновременно претерпевает β -распад, испуская два электрона и два антинейтрино:

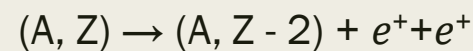


Впервые зафиксирован в 1987 году группой Майкла МОУ из Калифорнийского университета в Ирвине.

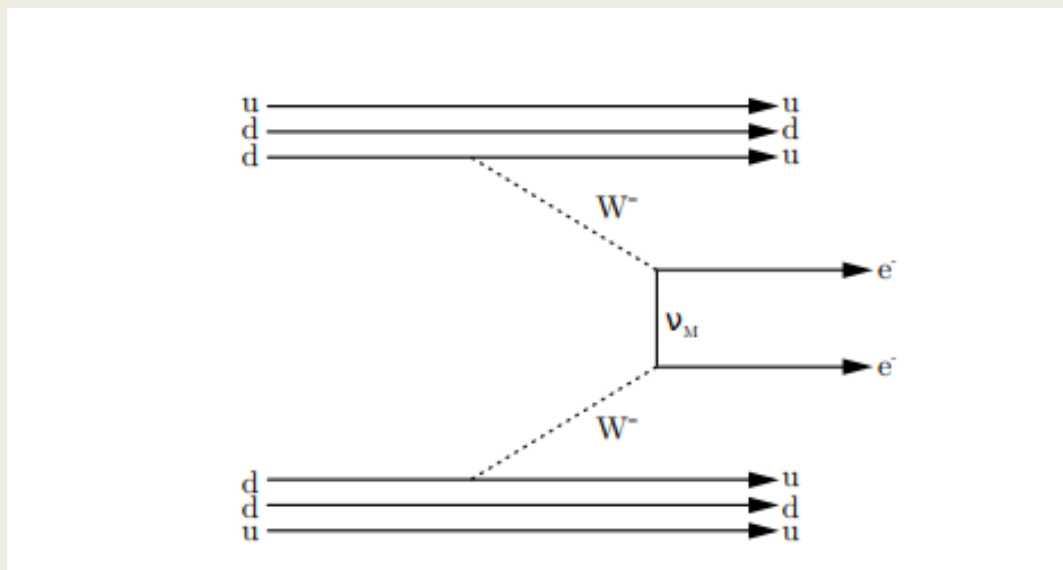
- Через два года, в 1937 году, Этторе Майорана выдвинул предположение о неразличимости нейтрино и антинейтрино и в 1939 году Вендел Фьюрри предложил вариант безнейтринного двойного бета-распада с виртуальными нейтрино ($0\nu\beta\beta$ -распад).



или

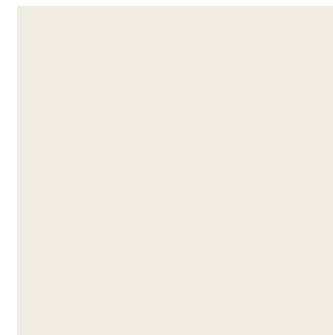
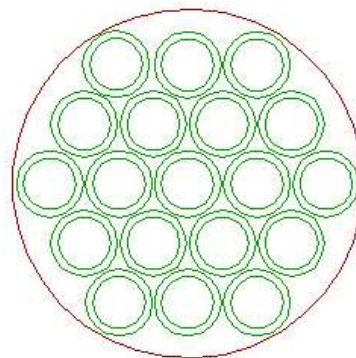
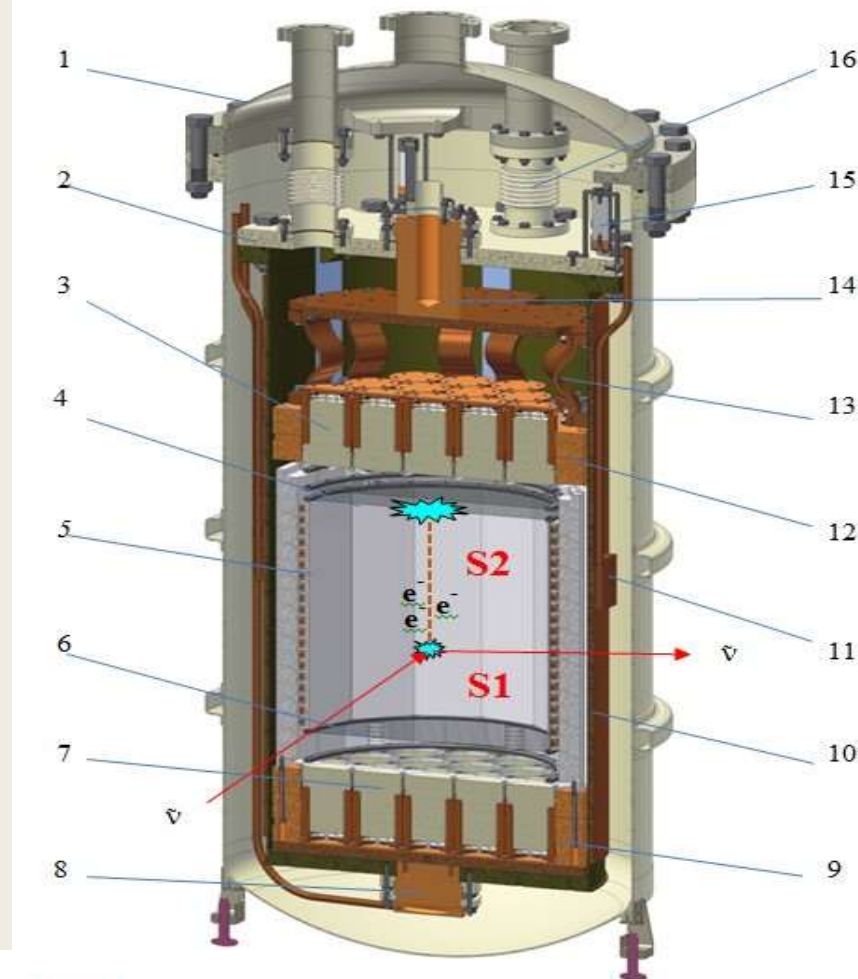


По сей день остается необнаруженным.



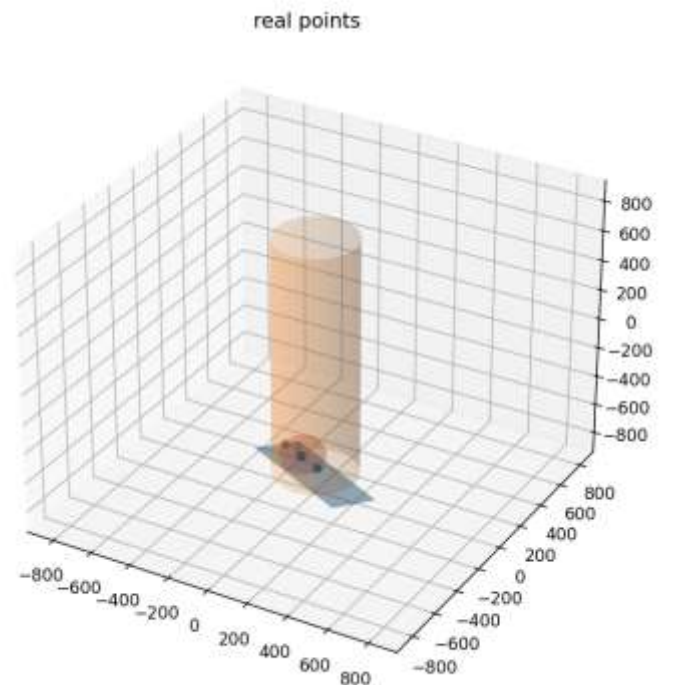
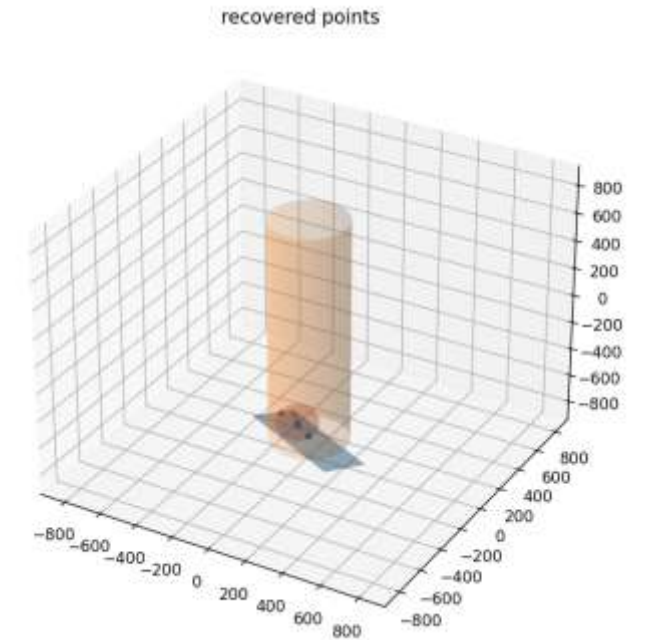
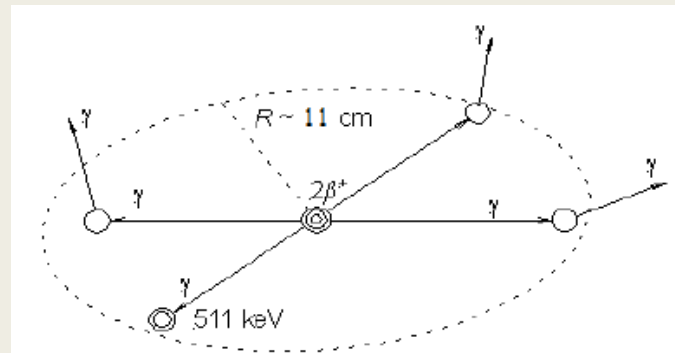
Детектор РЭД-100

- Двухфазный эмиссионный детектор
- Сцинтиляция + электроны ионизации
→ вторичная сцинтиляция в газовой фазе (электролюминесценция)
- Рабочий объем сверху и снизу просматривается матрицами из 19 ФЭУ
- Время между S1 и S2 позволяет определять глубину произошедшего взаимодействия, а распределение сигнала между ФЭУ — координату в плоскости XY и полную энергию события.



Моделирование тривиальной геометрии события

- Использование особенностей геометрического распределения вершин $0\nu\beta\beta$ -распада позволяет воссоздать похожую картину в рамках компьютерного моделирования
- Пары аннигиляционных гамма-квантов с вероятностью 80% должны лежать на плоскости разлета внутри радиуса ~ 11 см
- Генерация пяти точек на двух пересекающихся прямых (на плоскости) \rightarrow размытие координат \rightarrow фитирование плоскостью \rightarrow проверка точности

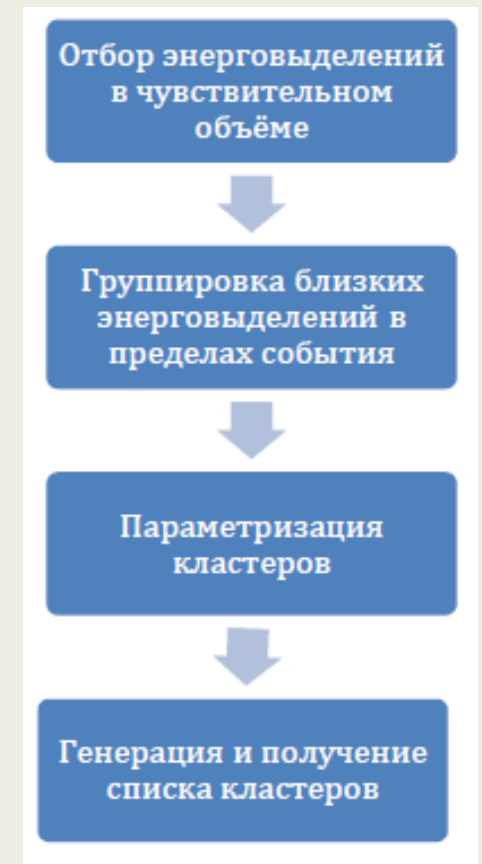


Алгоритм кластеризации

С точки зрения постановки эксперимента различимость некоторых энерговыделений не является важной, а точность их обнаружения недостаточно высокой → нужен алгоритм симуляции наблюдения энерговыделений на эксперименте

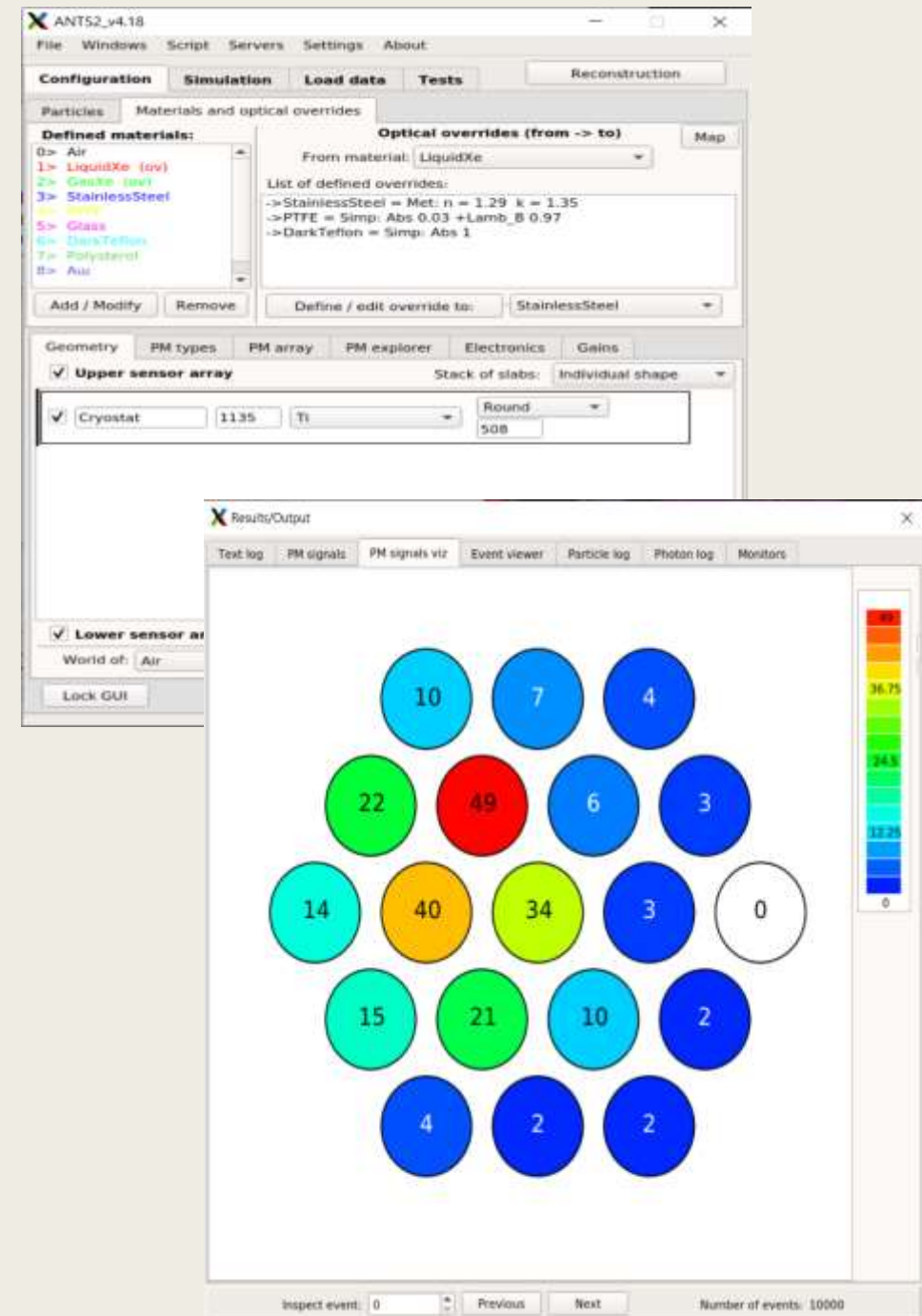
■ Алгоритм кластеризации (4 этапа) :

1. Генерация событий в программном пакете Geant4, отбор энерговыделений по координатам и деление по временным интервалам
2. Кластеризация - слияние близко расположенных по времени и пространственной координате точечных энерговыделений или кластеров и выдача их эффективных характеристик, таких как: размеры, пространственное и временное расположение, энергия
3. Отслеживание параметров (времени, координаты, энергии, типа частицы) отдельных кластеров и события в детекторе
4. Генерация и получения списка кластеров для генерации в дальнейшем сцинтилляционных сигналов в детекторе.



Программа Ants2

- Для моделирования световых событий и результатов регистрации фотонов матрицей ФЭУ в данной работе применяется программа Ants2
- Гибкая настройка геометрии детектора и материалов в его составе позволяют воссоздать модель РЭД-100 и использовать ее при моделировании
- При помощи известных Irf (light response function) производится восстановление координат событий с применением алгоритма пересекающихся сеток (Contracting grids)



Заключение

В рамках научно-исследовательской работы на 5 семестре:

- Было произведено ознакомление с детектором РЭД-100, исследованы общие принципы работы и его техническая структура.
- Изучена общая информация о двойном безнейтринном бета-распаде, написана программа упрощенного геометрического моделирования распада на языке программирования Python.
- Приобретены навыки работы с программными пакетами Geant4 и Ants2, изучен алгоритм кластеризации событий и его использование.
- В дальнейшем планируется модифицирование алгоритма кластеризации и его применение в рамках исследования возможности регистрации $0\nu\beta\beta$ -распада на детекторе РЭД-100, более подробное изучение $0\nu\beta\beta$ -распада.

Спасибо за внимание!