

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

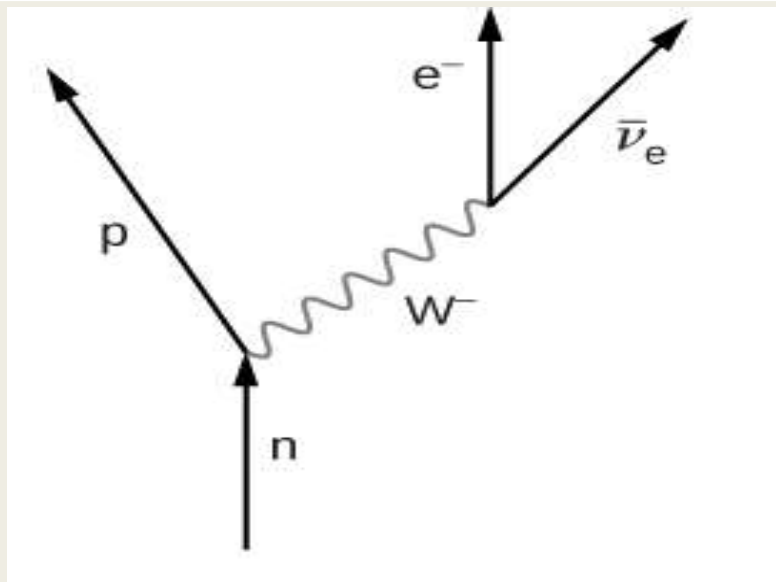
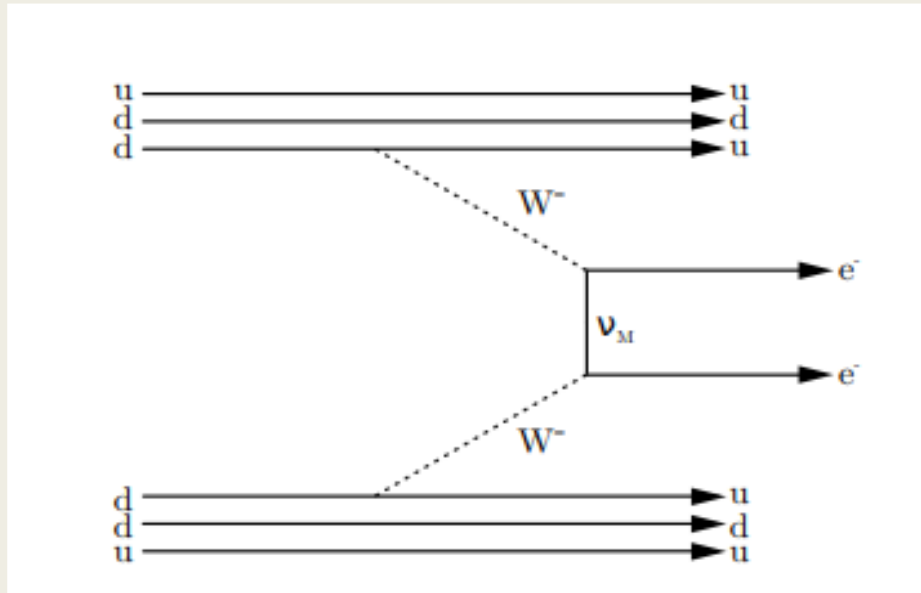
# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГИСТРАЦИИ БЕЗНЕЙТРИННОГО ДВОЙНОГО БЕТА-РАСПАДА В ДЕТЕКТОРЕ РЭД-100



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

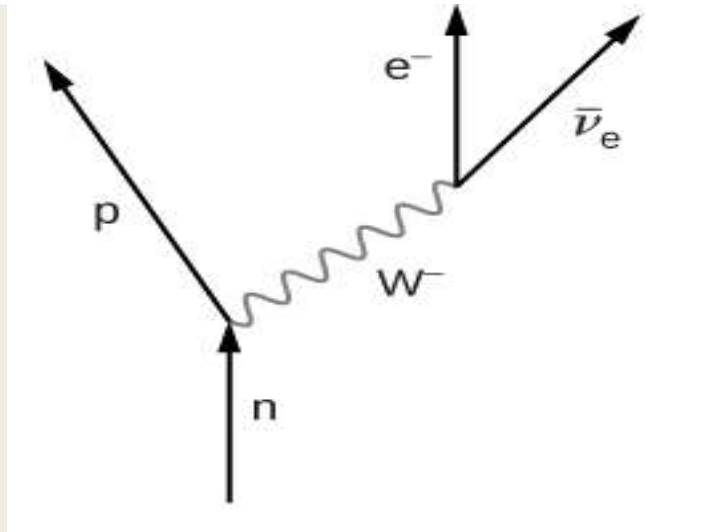
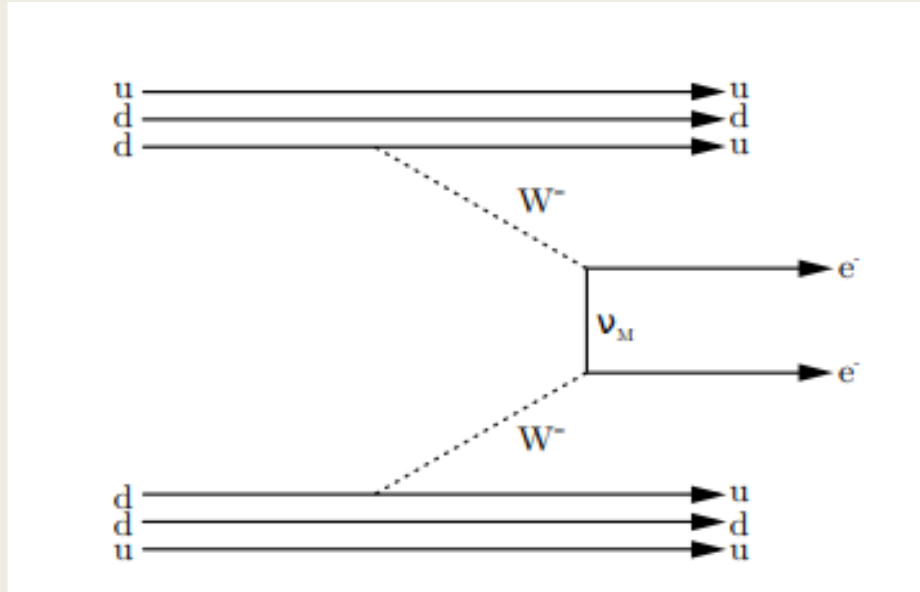
27.05.2024

# Теоретические аспекты $0\nu\beta\beta$ -распада



- Волновая функция не знакопеременная внутри ядра. Для средних ядер это условие ограничивает энергию нейтрино до величины порядка 40 МэВ
- Данная величина много больше энергии нейтрино возможной при  $2\nu\beta\beta$ -распаде  $\rightarrow$  объем фазового пространства больше  $\rightarrow$  больше ли вероятность процесса ?
- Нет, но почему ?
- Эксперимент Дэвидса по поиску антинейтрино в реакции (1955)  $\bar{\nu}_e + {}^{37}\text{Cl} \rightarrow {}^{37}\text{Ar} + e^-$  -- не обнаружено
- Нарушение P-симметрии (опыт Ву, 1957), открытие хиральности  $\rightarrow$  дираковская природа нейтрино не доказана

# Теоретические аспекты $0\nu\beta\beta$ -распада

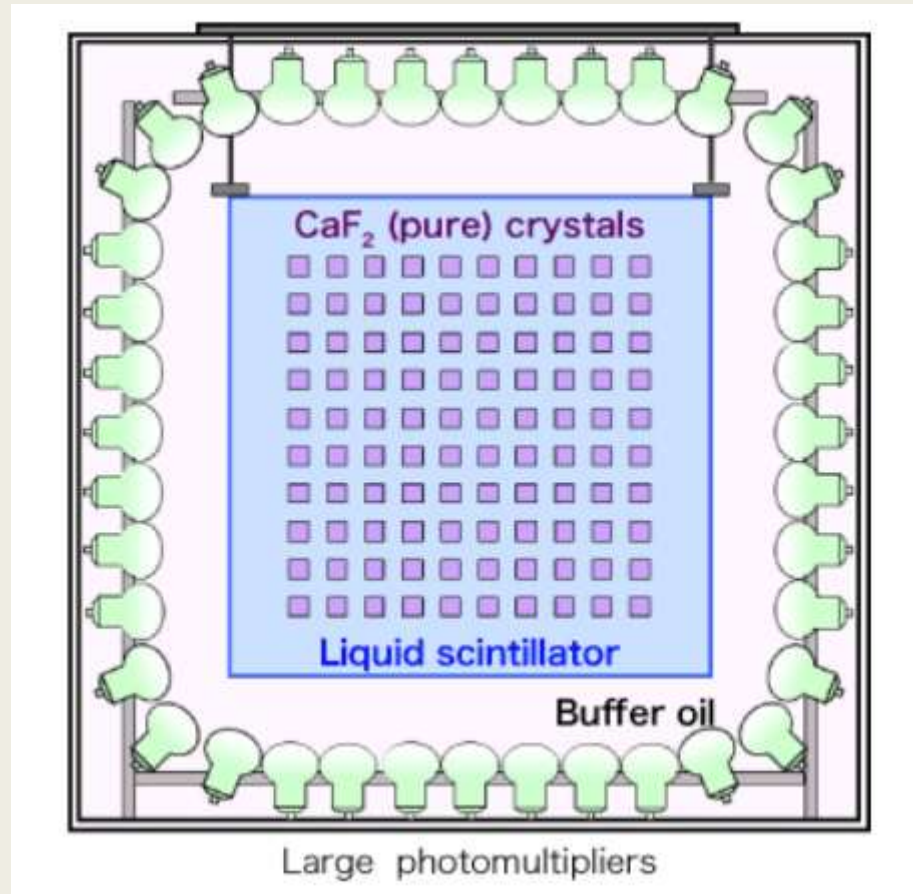


Теория двухкомпонентного нейтрино

- В ней нейтрино описывается двухкомпонентными волновыми функциями, представляющими собой решение уравнения Дирака для частиц с нулевой массой. Теория была предложена Ландау, Саламом и Ли и Янгом.
- Введя определенным образом майорановскую массу ненулевого значения в лагранжиане системы, на теоретическом уровне возможно изменение спиральности в промежуточном состоянии антинейтрино и как следствие сама реализация процесса  $0\nu\beta\beta$ -распада.

# Эксперименты, ведущие поиск двойного безнейтринного бета-распада

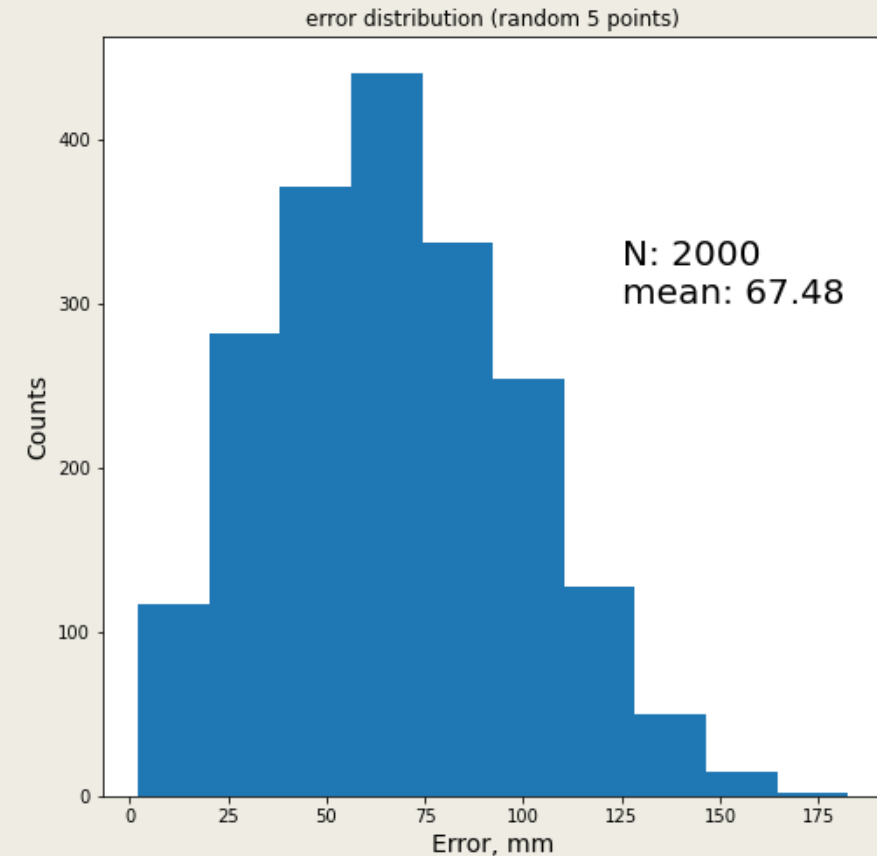
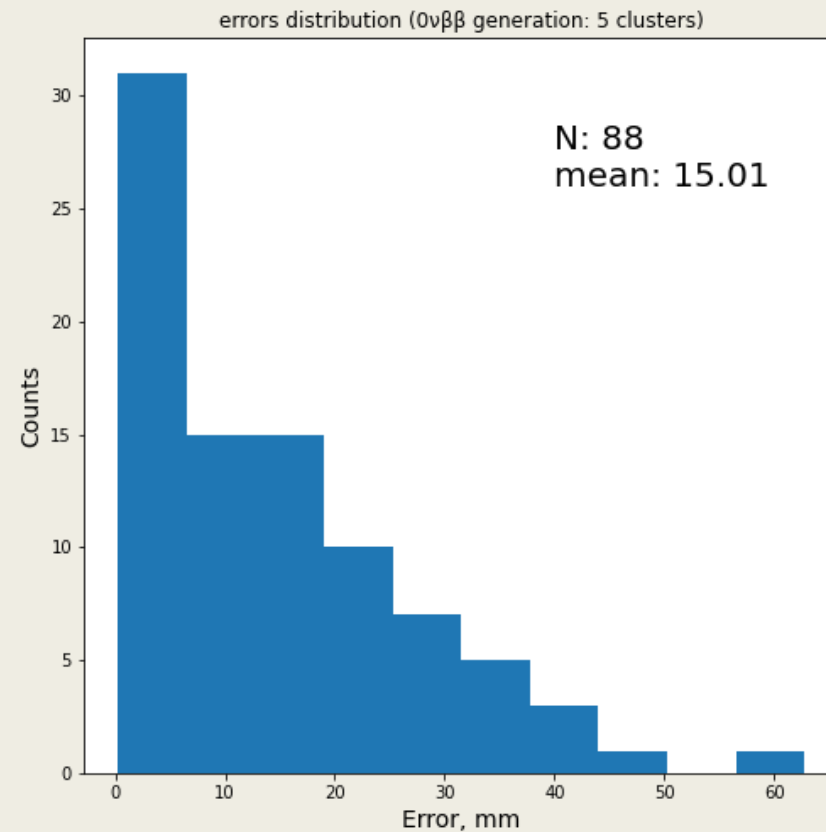
- CANDLES (Calcium fluoride for the study of Neutrinos and Dark matters by Low Energy Spectrometer)



- Для измерений используются погруженные в баки с жидким сцинтилятором кристаллы фторида кальция  $\text{CaF}_2$ , которые содержат  $^{48}\text{Ca}$ .
- Вне жидкого сцинтилятора – чистая вода, выполняющая роль пассивной защиты от фонового сигнала.
- Наблюдается со всех сторон 40 фотоумножителями
- Текущий результат:  $T_{1/2}^0 > 5.6 \times 10^{26}$  лет

# Моделирование. Результаты и анализ

С использованием программного пакета Geant4 смоделированы 3800 событий ДПБР. Среди них были отобраны пяти-кластерные.



Распределение средних значений ошибки при фитировании координат кластеров плоскостью (слева)  
Распределение средних значений ошибки при фитировании плоскостью координат пяти точек, случайно сгенерированных внутри сферы радиуса 11 см (справа), где N – число событий.

# Заключение

В рамках научно-исследовательской работы в 6 семестре:

- *было произведено более глубокое изучение теоретических аспектов ДПБР*
- *изучен опыт коллабораций, занимающихся поиском  $0\nu\beta\beta$ -распада*
- *произведен первичный анализ обработанных кластеризацией событий*

В дальнейшем планируется:

- *продолжение углубления в физику исследуемого распада*
- *продолжение работы над модифицированием алгоритма кластеризации*
- *анализ собранных данных*

Спасибо за внимание!

# Эксперименты

## ■ GERDA (The GERmanium Detector Array)

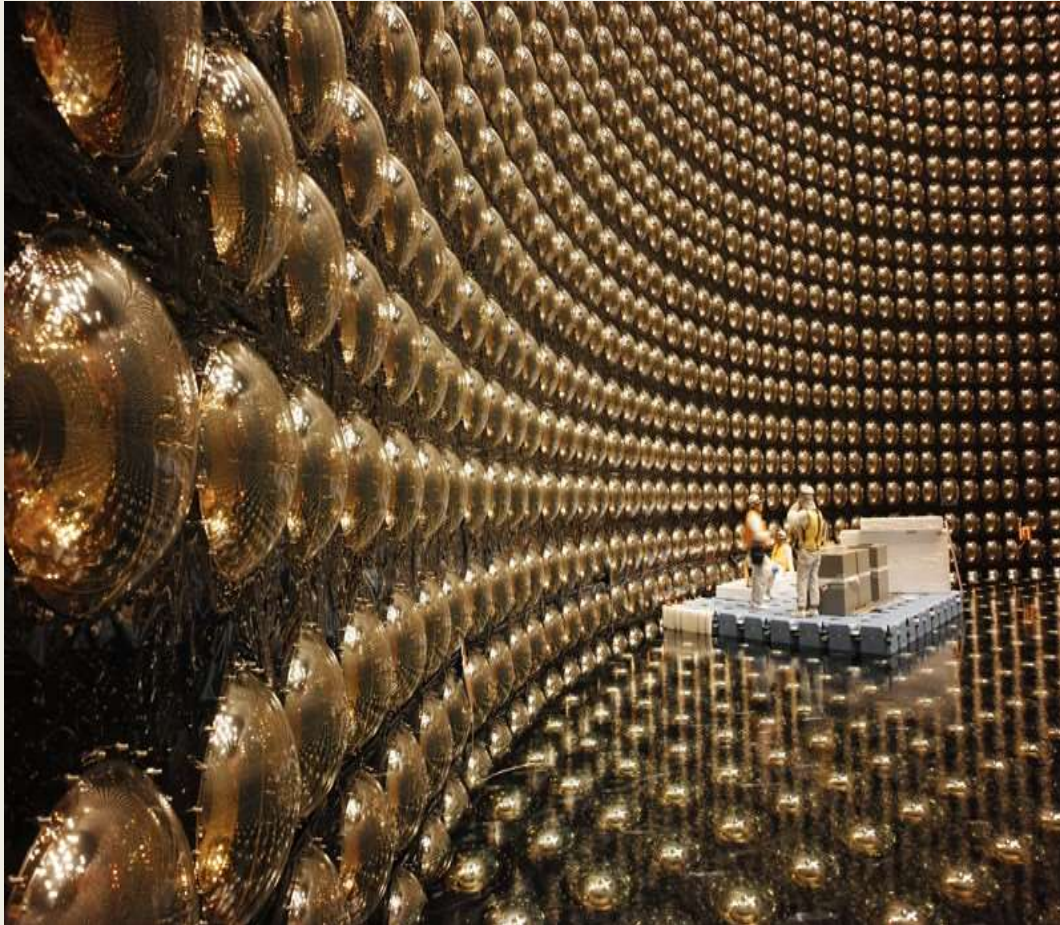


- Высокочистые германиевые детекторы в качестве и рабочего вещества, и источника (обогащенный  $^{76}\text{Ge}$ )
- Активная и пассивная защита – резервуар с жидким аргоном и резервуар с дистиллированной водой соответственно
- Полученный результат:  
 $T_{1/2} > 1.8 \times 10^{26}$  лет.



# Эксперименты

## ■ KAMLand-Zen (The KAmioka Liquid Scintillator Anti-Neutrino Detector)



- Рабочее вещество – жидкий сцинтиллятор, источник - изотоп ксенона  $^{136}\text{Xe}$ , растворённый в нём.
- Защита – 1000-тонный резервуар с жидким органическим сцинтиллятором, просматриваемый ФЭУ
- Полученный результат:  
 $T_{1/2} > 1.9 \times 10^{25}$  лет.