

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

"ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ ЗА ПРЕДЕЛАМИ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ РЭД-100"

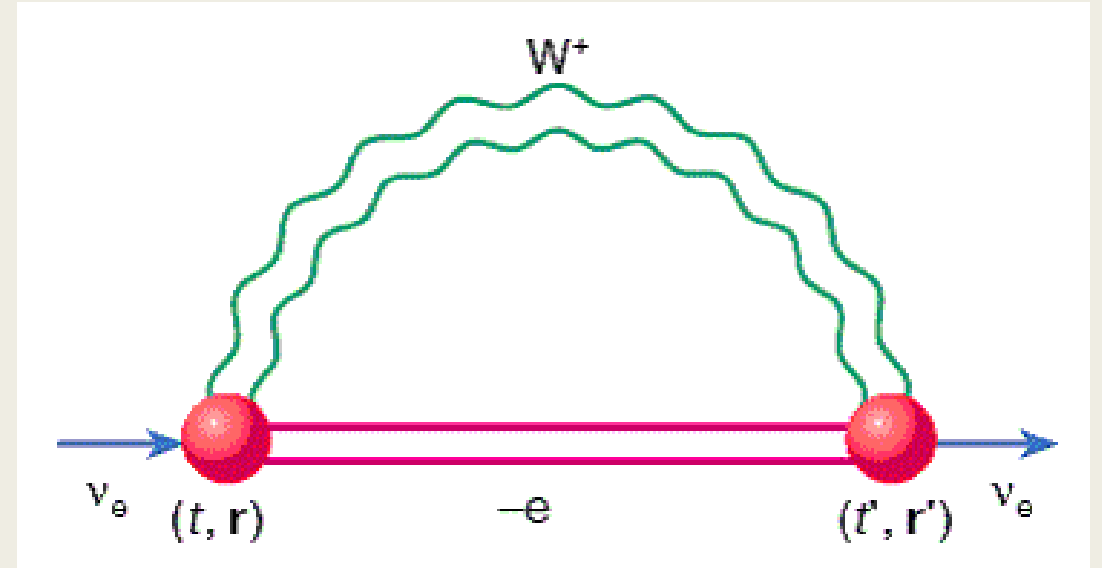


Коськин Ю.И.
группа Б21-102
Научный руководитель
Разуваева О. Е.

27.12.2024

Магнитный момент нейтрино

- Наличие у нейтрино массы (дираковская природа) влечет за собой наличие у него такой характеристики как магнитный момент. Несмотря на нейтральную природу частицы, на первый взгляд противоречивое утверждение находит свое объяснение в пространстве взаимодействия виртуальных частиц с внешним магнитным полем. Нейтрино, движущееся в таком поле в некоторый момент времени t распадается на виртуальные W^+ -бозон и электрон.



Неминуемо провзаимодействовав с полем виртуальные частицы поменяют свое состояние и как следствие, после взаимного поглощения, конечное состояние нейтрино. Получившиеся поправки к энергии нейтрино разбиваются на слагаемые, одно из которых можно интерпретировать как вклад от взаимодействия магнитного момента нейтрино с внешним магнитным полем. Для нейтрино этот момент будет сонаправлен спину, а для антинейтрино – противоположен.

Исследования в области магнитного момента нейтрино

1. BOREXINO (Л'Аквила, Италия)

2. TEXONO (Куо-Шенг, Китай)

$$\mu_{\nu_e} < 7.4 \cdot 10^{-11} \mu_B$$

3. Super-Kamiokande (Хиде, Япония)

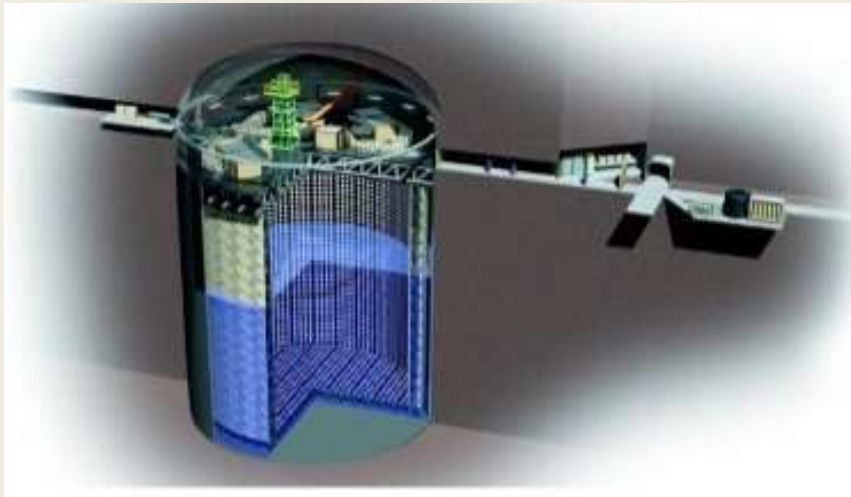


Рисунок 3

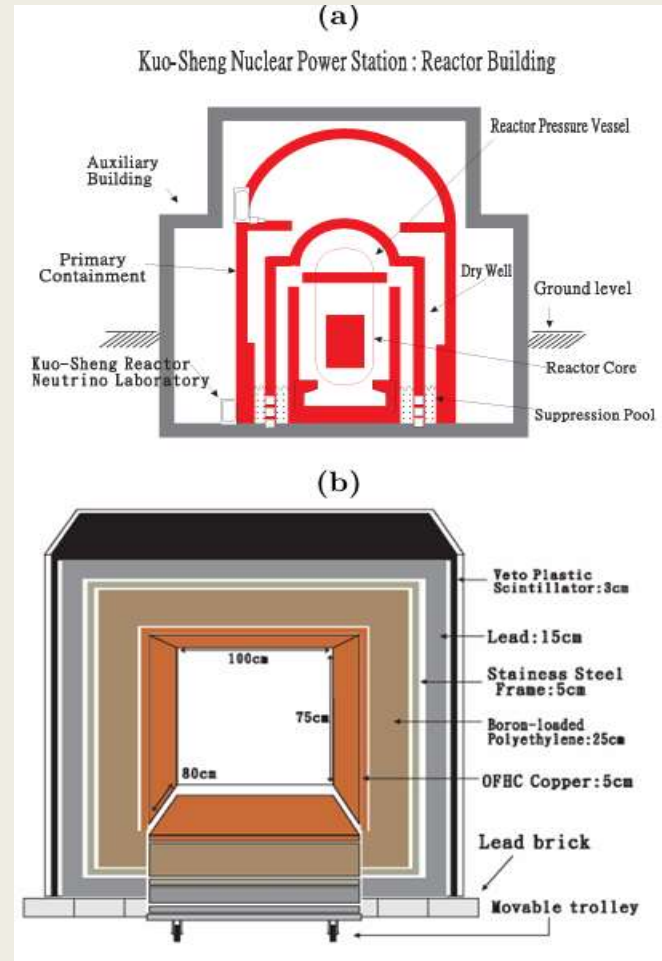


Рисунок 2

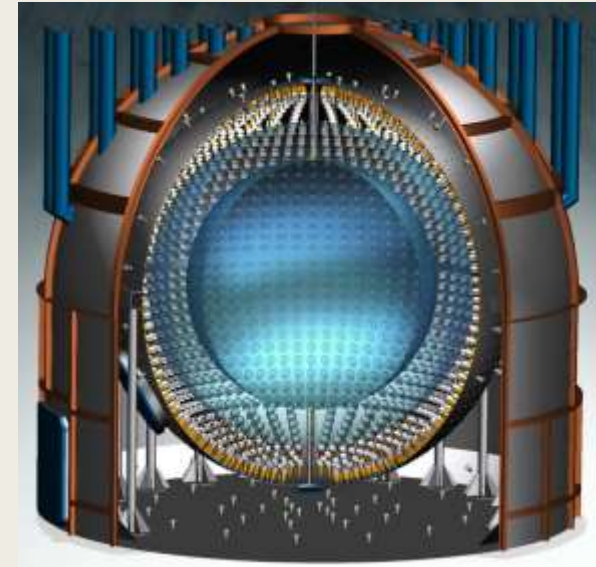
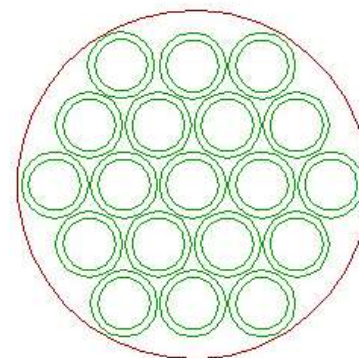
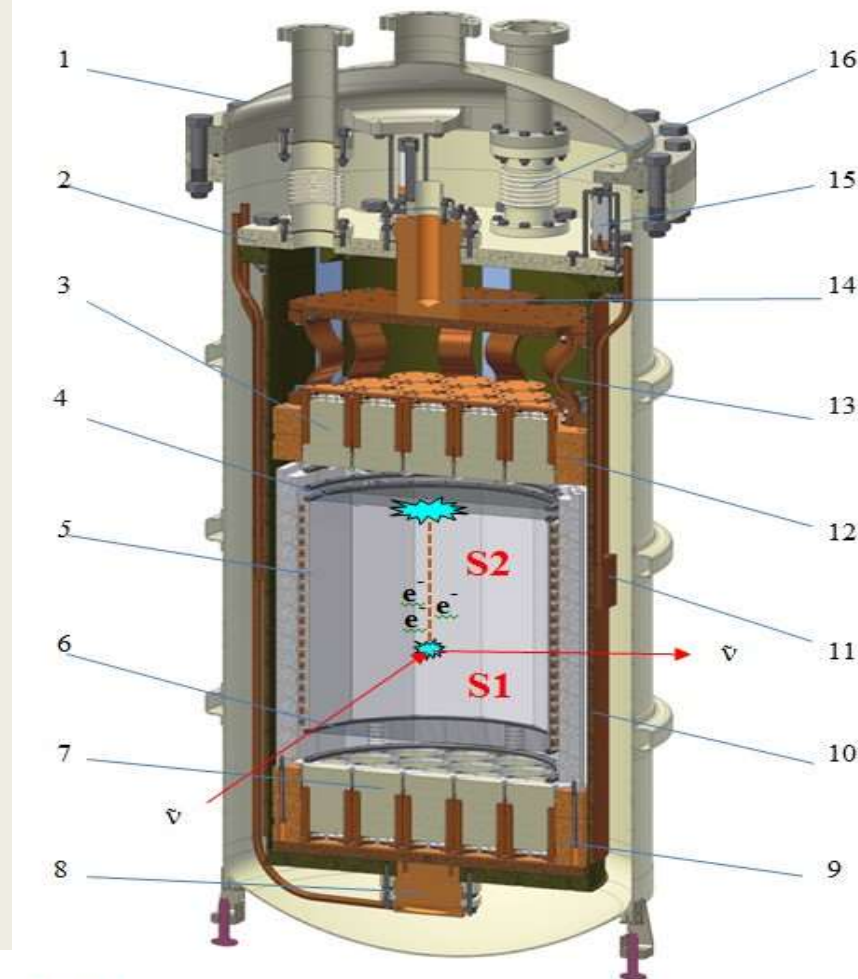


Рисунок 1

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 сигнала от магнитного момента. Начало

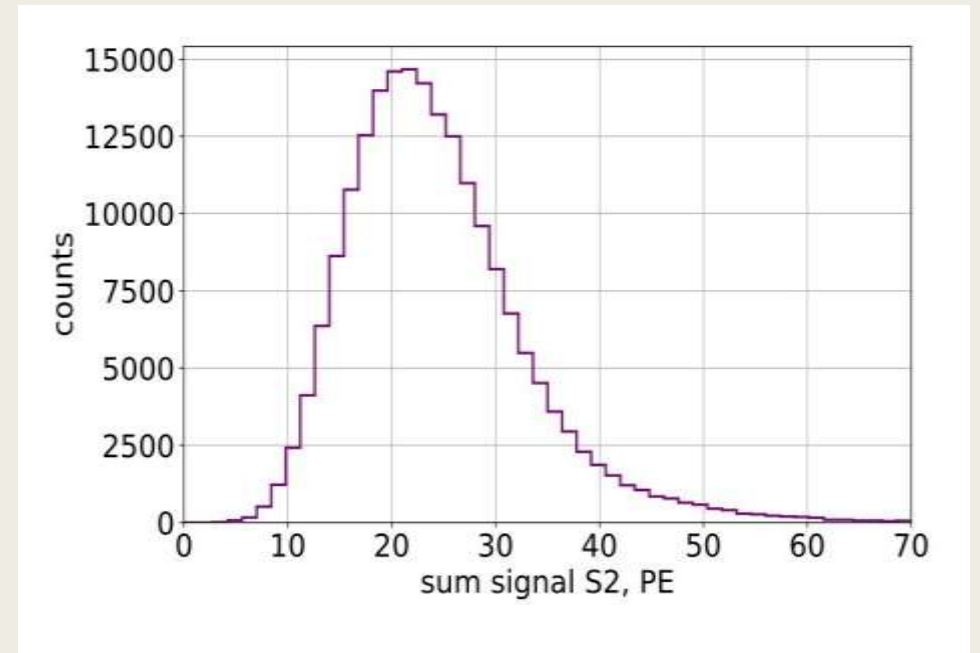
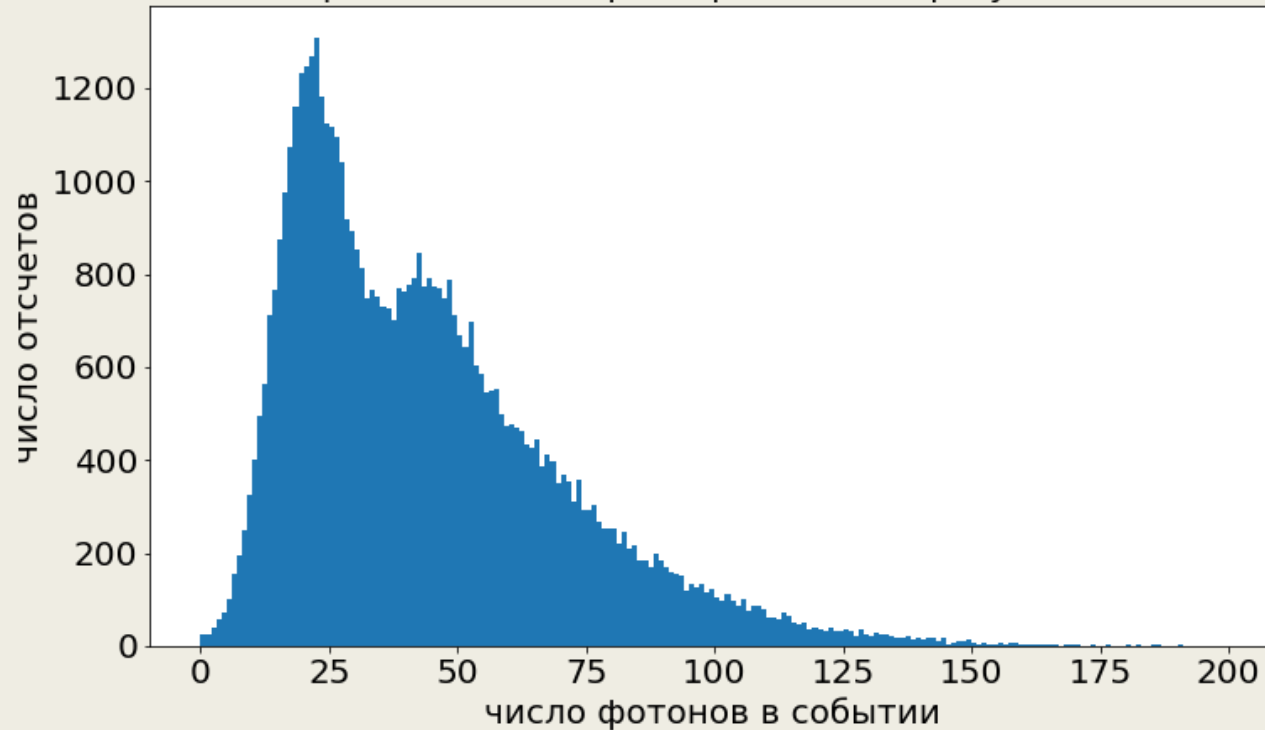
На каждый электрон ионизации в пуассоновском приближении разыгрывались электроны экстракции. Принимая во внимание вероятностный характер процесса захвата электрона примесями в детектирующем объеме ($\exp(-t_{\text{drift}}/\tau)$, где τ – время жизни), а также вероятность самого факта экстракции (32.8%), было разыграно число событий, соответствующее имеющимся экспериментальным данным при выключенном реакторе с сеанса на КАЭС.



Моделирование сигнала от магнитного момента

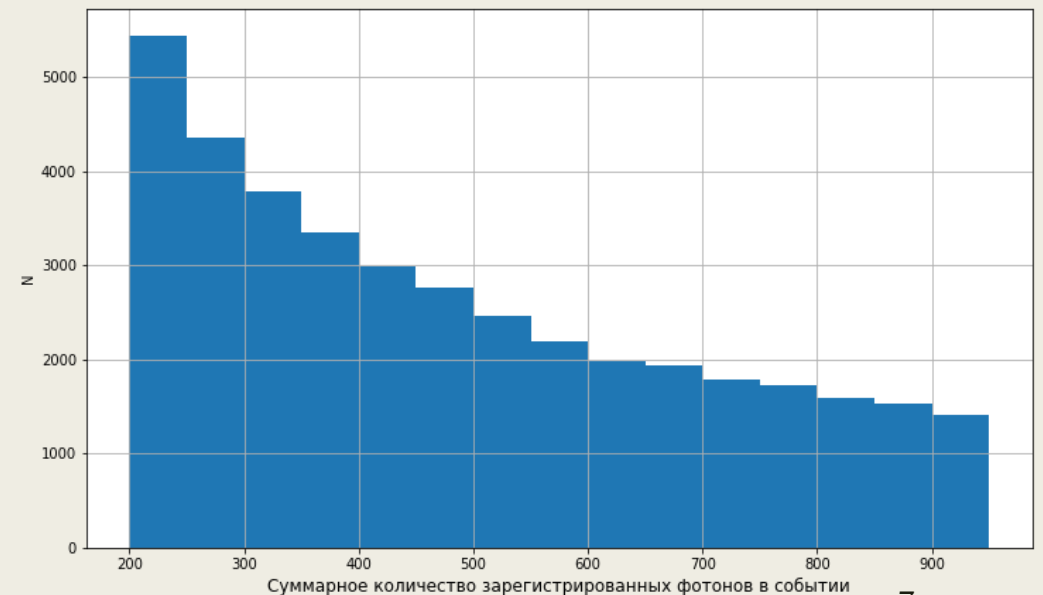
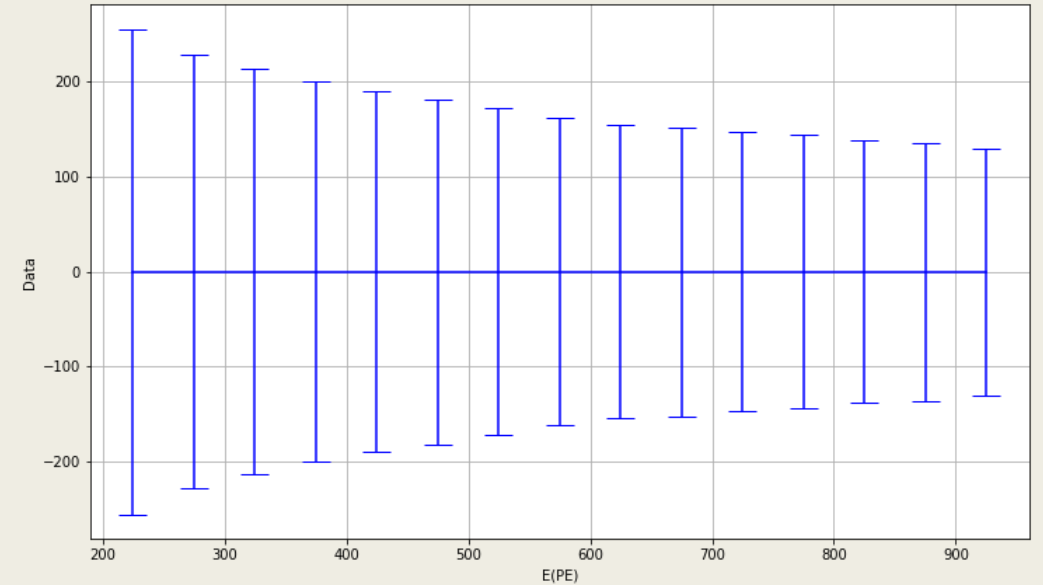
Таким образом были смоделированы электроны, которые могут испытать вторичную (S2) сцинтилляцию в газовом объеме. На основании теоретических данных (sum signal S2), для параметров соответствующего распределения и был получен теоретический фотонный спектр

фотонный спектр, теоретический результат



Чувствительность к магнитному моменту нейтрино

- «Азимов датасет» условно представляет из себя набор данных, генерируемый с использованием ожидаемых, а не случайных величин.
- В идеальном случае разность ON- и OFF-данных (при включенном и выключенном реакторе соответственно) с сеанса на КАЭС даст величину сигнала от УКРН и магнитного момента нейтрино. В предположении предельной малости сигнала, становится возможным построения «Азимов датасета» (график сверху), все точки которого находятся в нуле, погрешности для которого определяются величинами ошибок для спектра в фотонах (график снизу) экспериментальных данных.
- В дальнейшем, наложение на датасет теоретического спектра и анализ зависимости величины хи-квадрата от параметра амплитуды позволит определить чувствительность детектора к магнитному моменту.



Заключение

В рамках научно-исследовательской работы в 7 семестре:

- *Произведено ознакомление с теорией магнитного момента нейтрино*
- *Изучен опыт коллабораций, занимающихся исследованием свойств и значения магнитного момента нейтрино*
- *Сгенерировано теоретическое распределение световых выходов для многоэлектронных событий и начат процесс обработки данных с эксперимента на Калининской АЭС*

В дальнейшем планируется:

- *Продолжение работы по моделированию фонов в детекторе*
- *Сравнение теоретических и экспериментальных данных с целью оценки чувствительности детектора к магнитному моменту нейтрино*

Спасибо за внимание!