



РАСЧЁТ ОЖИДАЕМОГО ЭФФЕКТА ОТ УПРУГОГО КОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ РЕАКТОРНЫХ АНТИНЕЙТРИНО В ДЕТЕКТОРЕ НА ОСНОВЕ НЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ

Научный руководитель: Литвинович Е.А.

(доц., к.ф.-м.н.)

Студент: Крапля В.М.

Москва 2025г

Введение

Упругое когерентное рассеяние нейтрино (УКРН)

$$\frac{d\sigma}{dT} = \frac{G_F^2}{4\pi} M \left(2 - \frac{MT}{E^2} \right) N^2$$

Формула дифференциального сечения УКРН, где

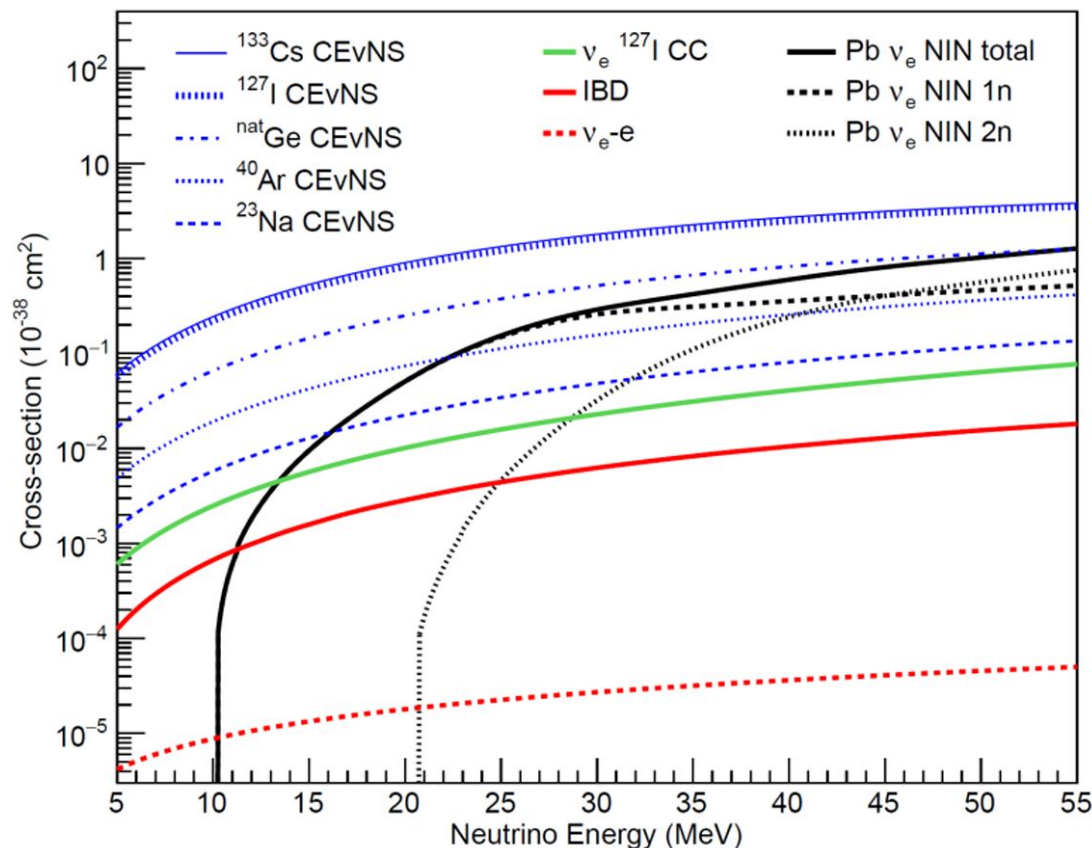
T – энергия отдачи ядра [кэВ]

Gf – постоянная ферми [ГэВ⁻²]

M – масса ядра [МэВ]

E – энергия нейтрино [МэВ]

N – число нейтронов



Сечение взаимодействия больше ➡ масса мишени меньше

**Трудности при
поиске УКРН**

Требуется сверхнизкий
порог детектирования
(сотни Эв)

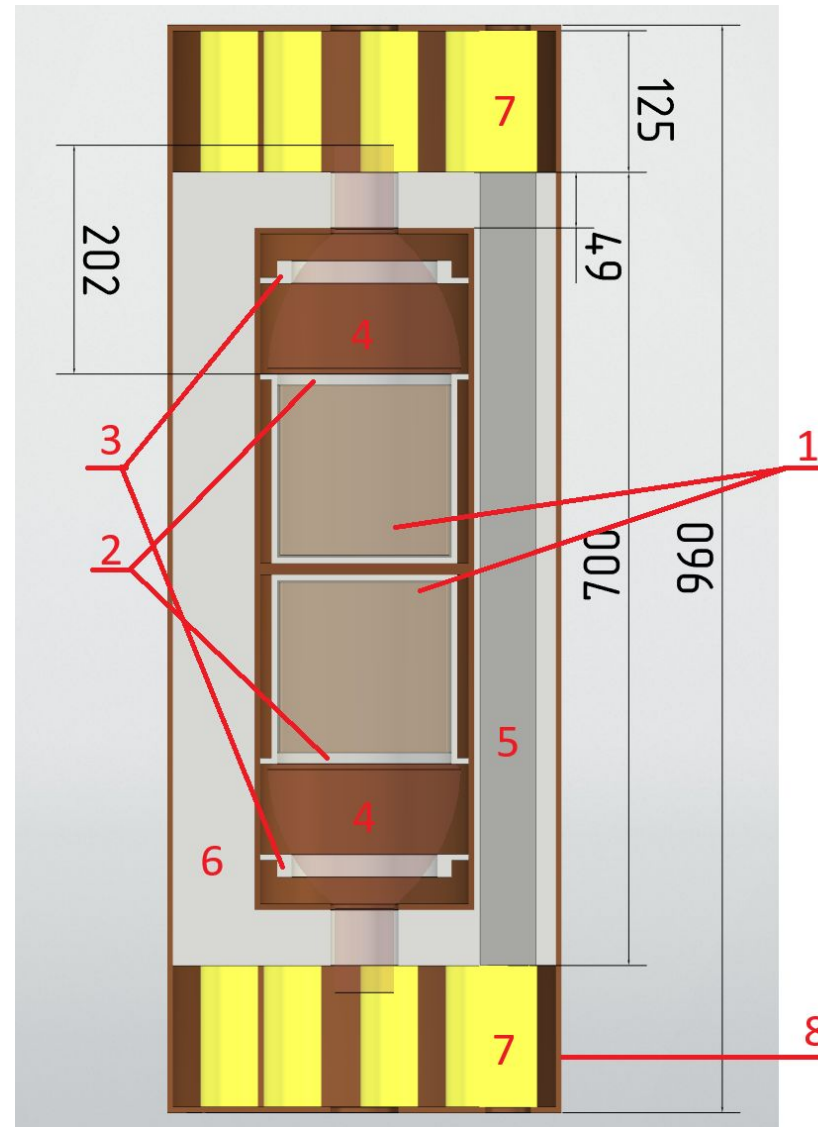
Большие шумы в ROI

Цель и задачи работы

- **Цель:** Расчет эффекта от УКРН в перспективном детекторе на основе неорганических сцинтилляторов.
- **Задачи:**
 1. Изучение конструктивных особенностей детекторов низкоэнергетических событий;
 2. Создание конструкции перспективного детектора низкоэнергетических событий;
 3. Создание физической модели детектора для измерения фоновых событий в Geant4;
 4. Сравнить данные с эксперимента с результатами измерений в рамках модели в Geant4;

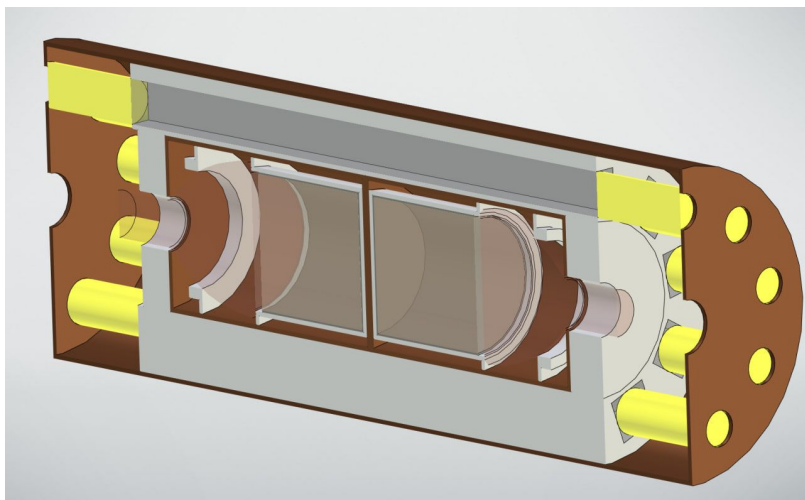
- **Возможность уточнения параметров физики в рамках Стандартной Модели (СМ) и поиск физики за рамками СМ при измерении УКР реакторных антинейтрино.**
- **Создание эффективных детекторов реакторных антинейтрино позволит проводить объективный мониторинг ядерных реакторов, что упростит контроль за нераспространением ядерных материалов.**

1. Несколько регистрирующих блоков;
2. Многослойная пассивная защита;
3. Наличие мюонного вето.

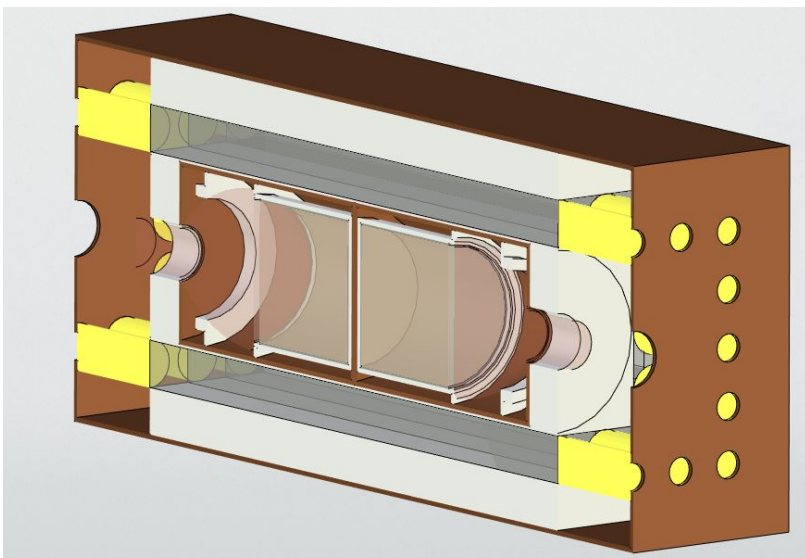


- 5

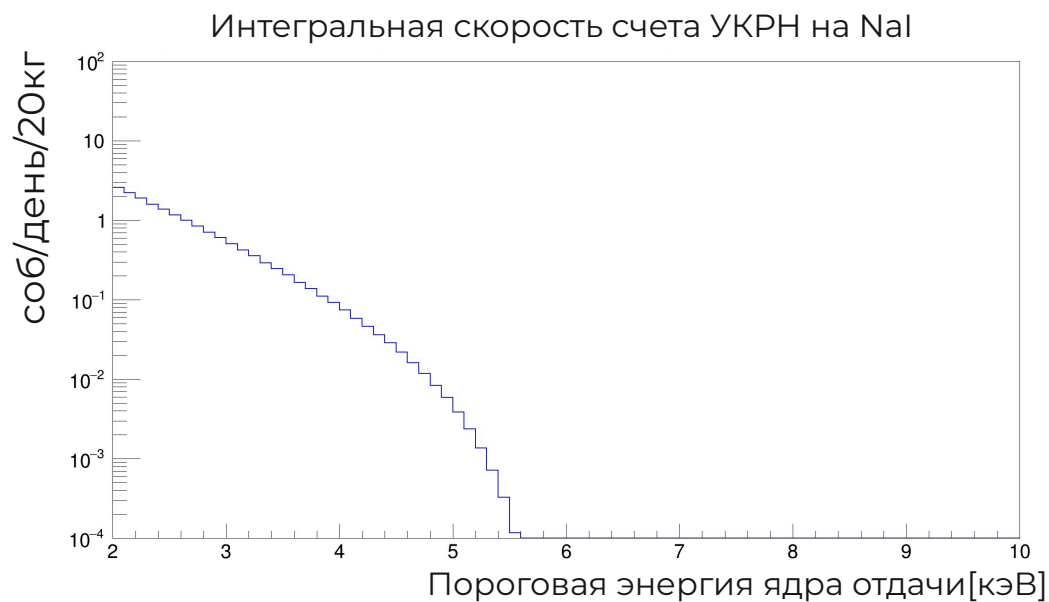
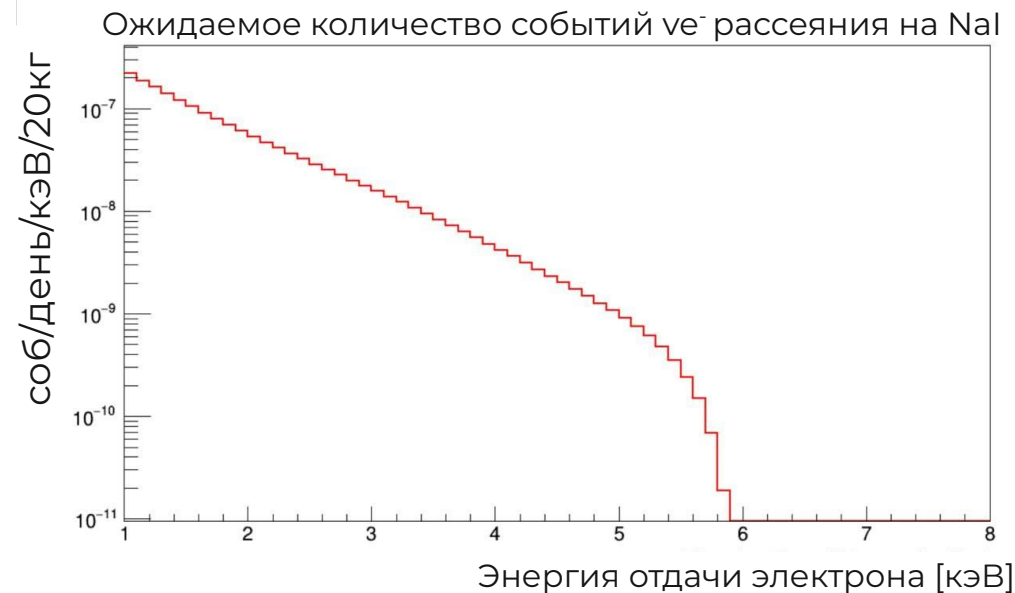
Предлагаемая конструкция детектора



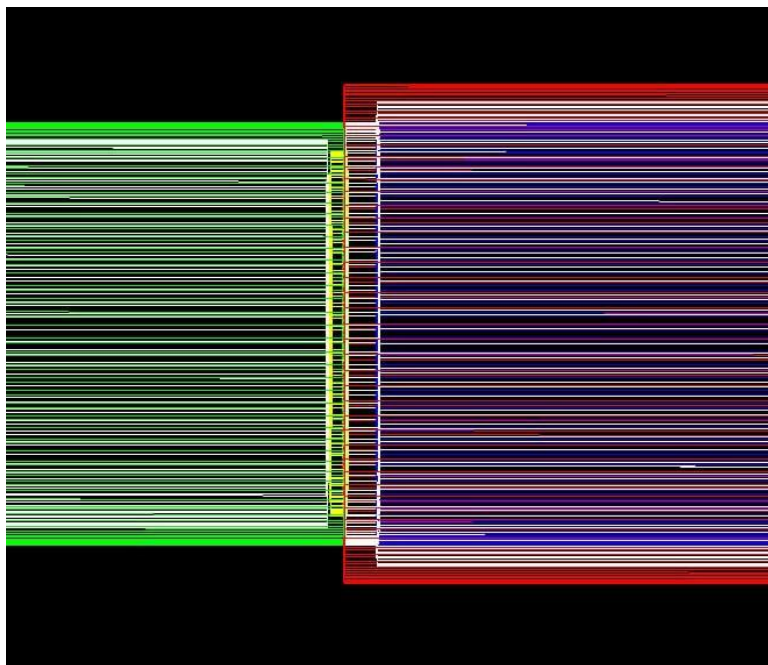
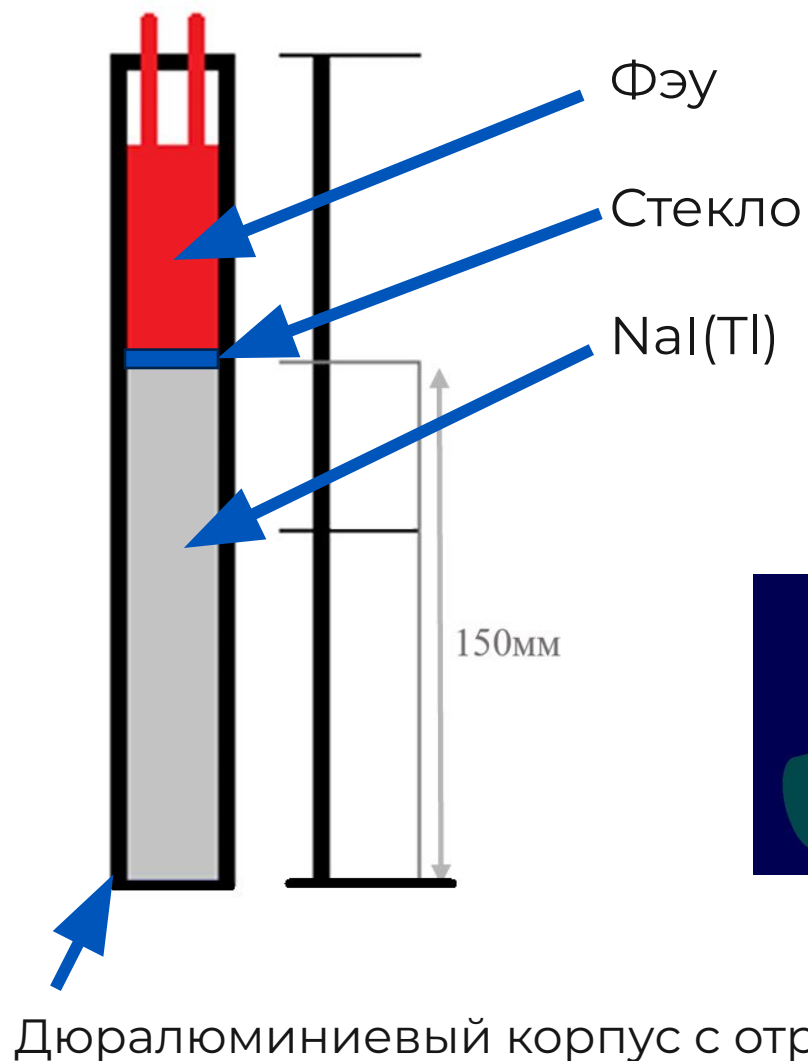
9 сцинтилляторов вето – 70% защиты



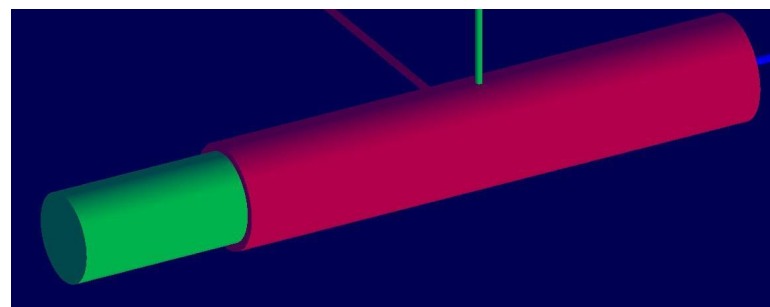
20 сцинтилляторов вето – 100% защиты



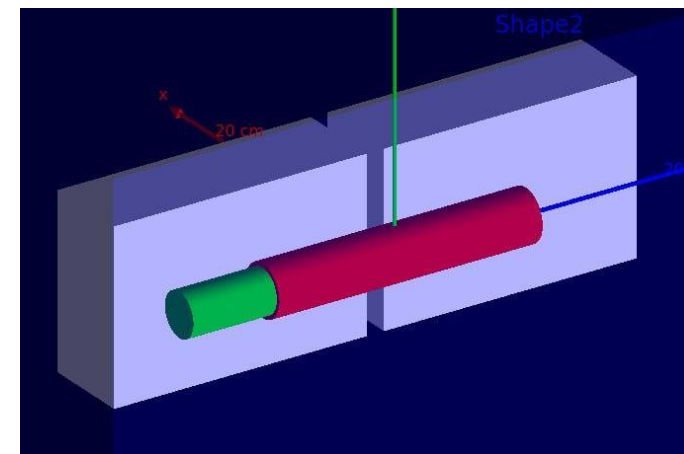
Создание модели в Geant4



Геометрия модели детектора

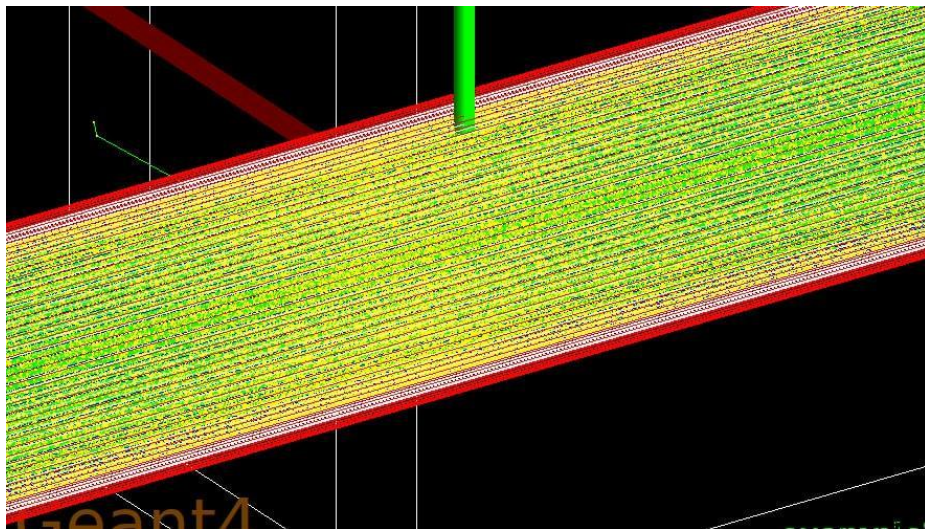


Геометрия эксперимента без коллиматора



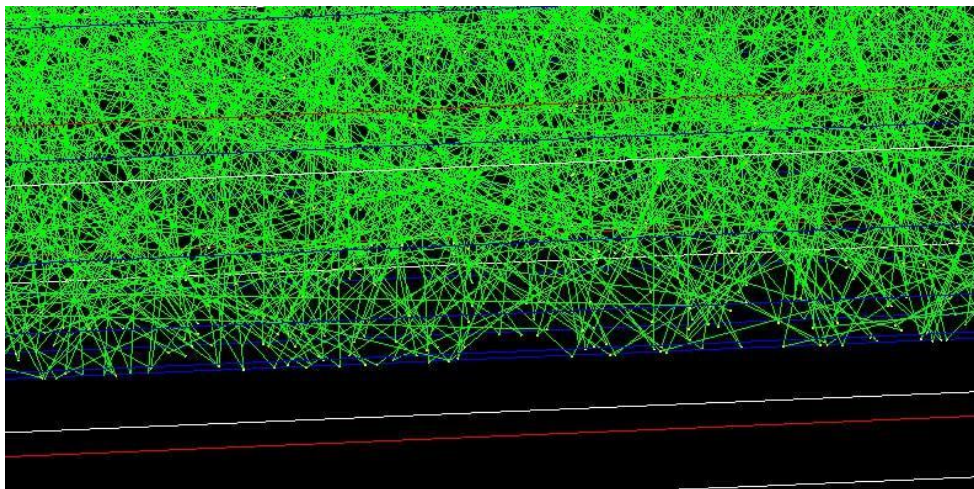
Геометрия эксперимента с коллиматором из Pb

Оптические свойства

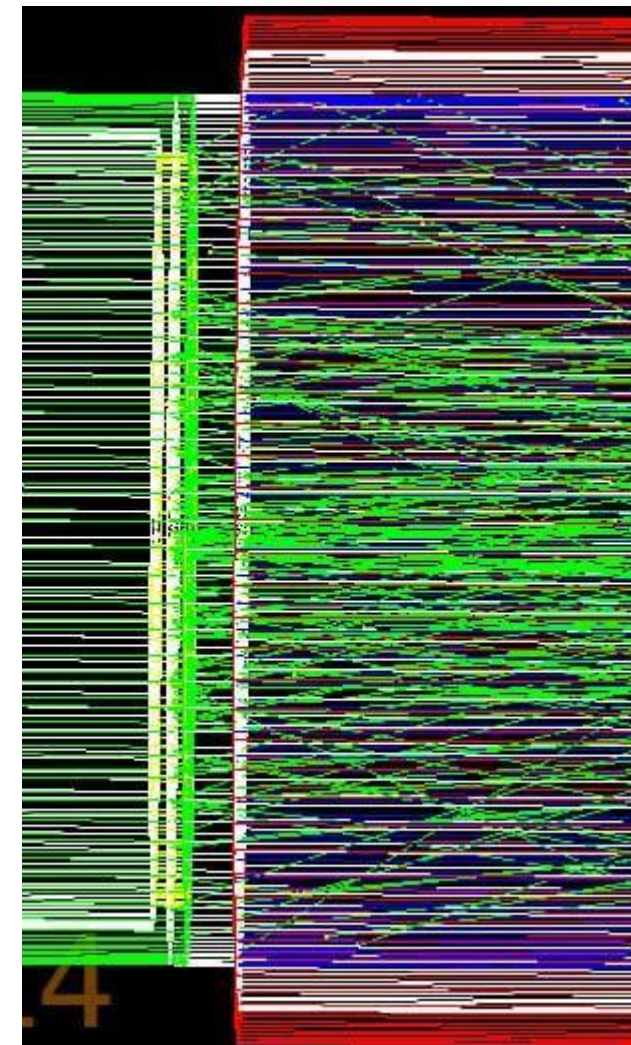


Сцинтилляция

Источник: K40
1 Гамма-квант
Энергия 1461 кэВ

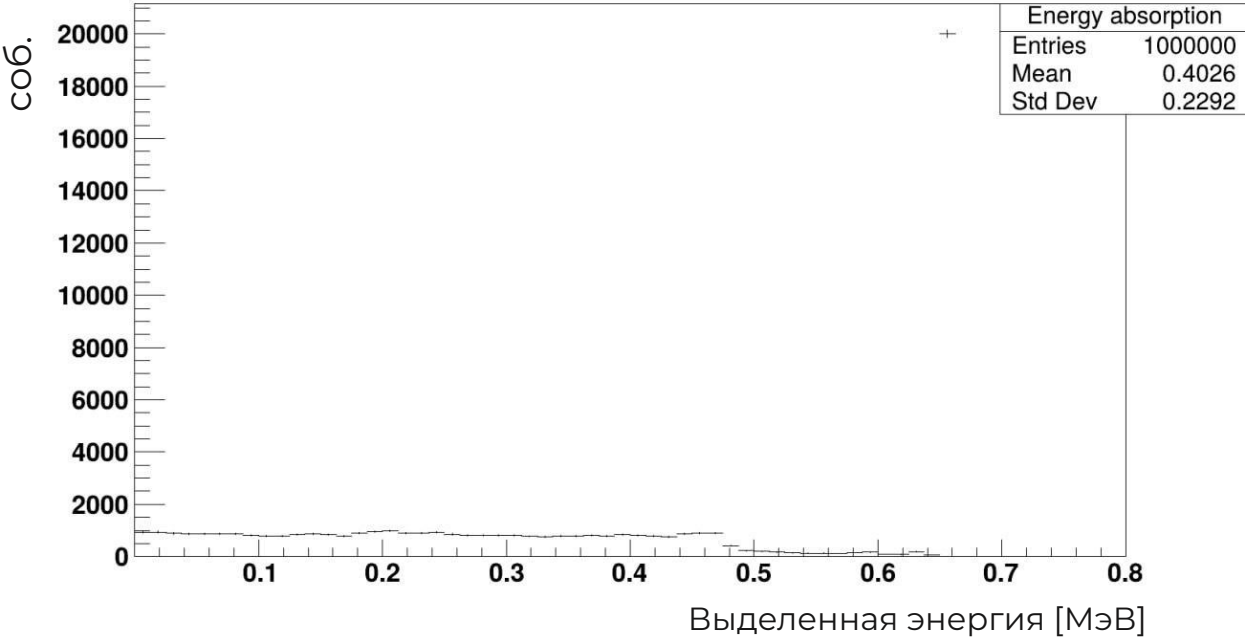


Отражение

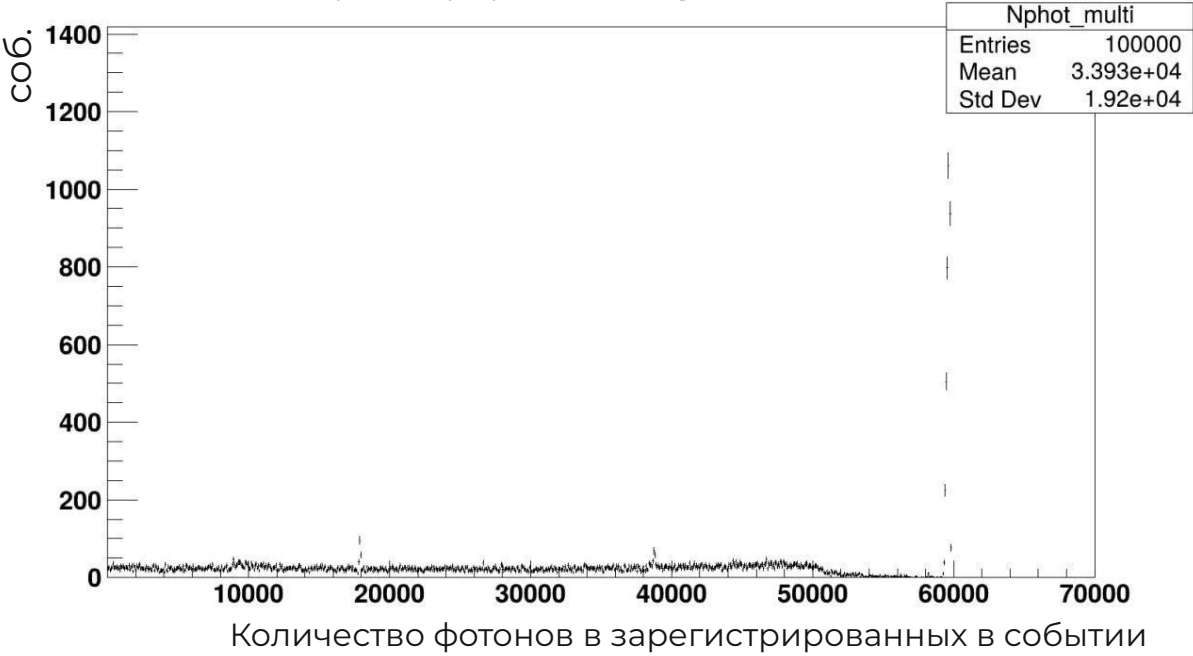


Прозрачность стекла/Поглощение фотонов
фотокатодом

Дифференциальный спектр энергии выделенной в **NaI(Tl)** гамма квантом 662 кэВ

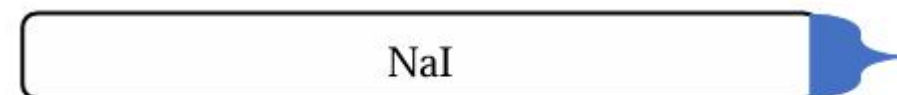
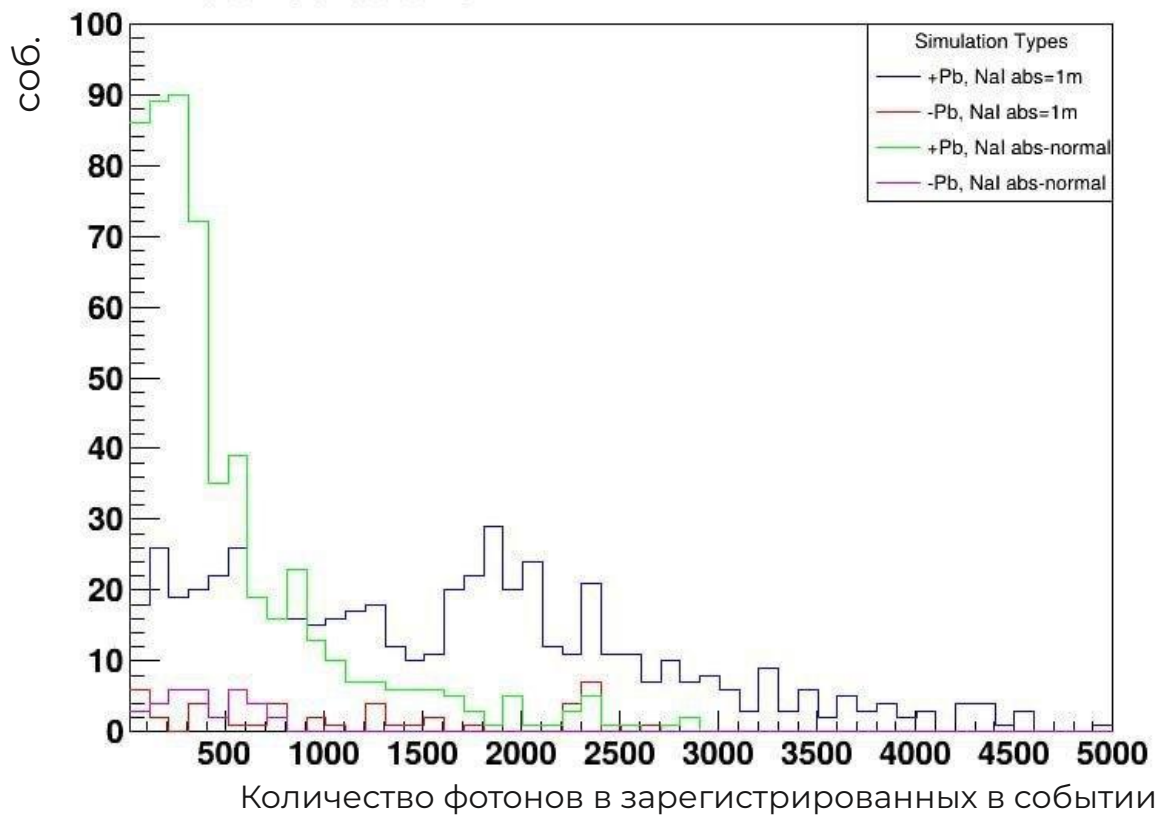


Дифференциальный фотонный спектр, зарегистрированный **фотокатодом**



Подбор параметров сцинтиллятора

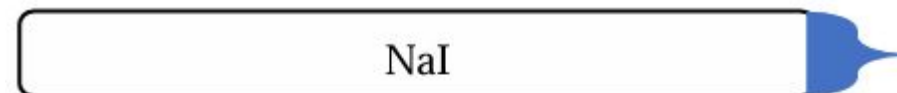
Дифференциальный фотонный спектр,
зарегистрированный **фотокатодом**



NaI



^{137}Cs



NaI

Свинец 5 см

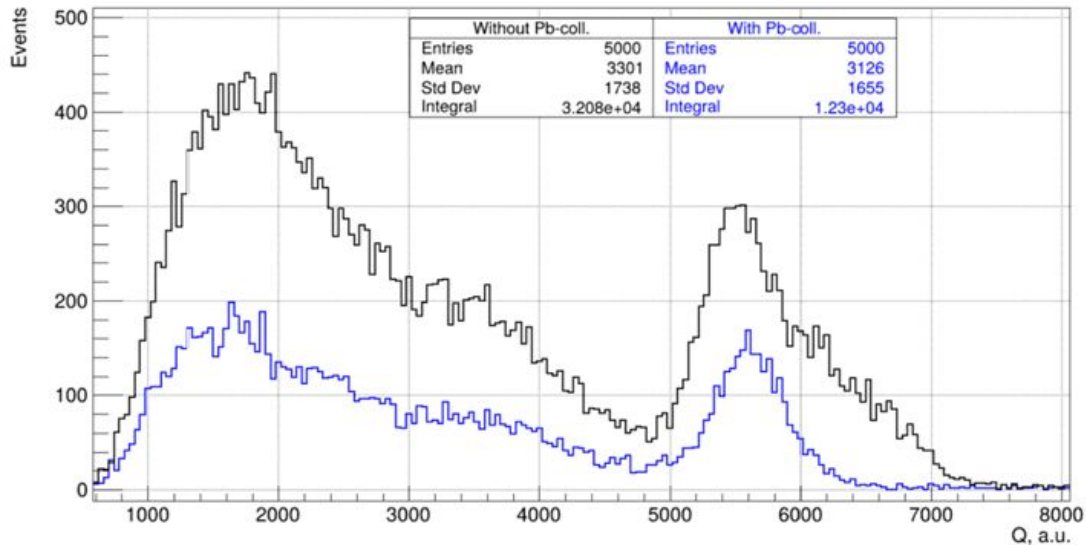
Свинец 5 см



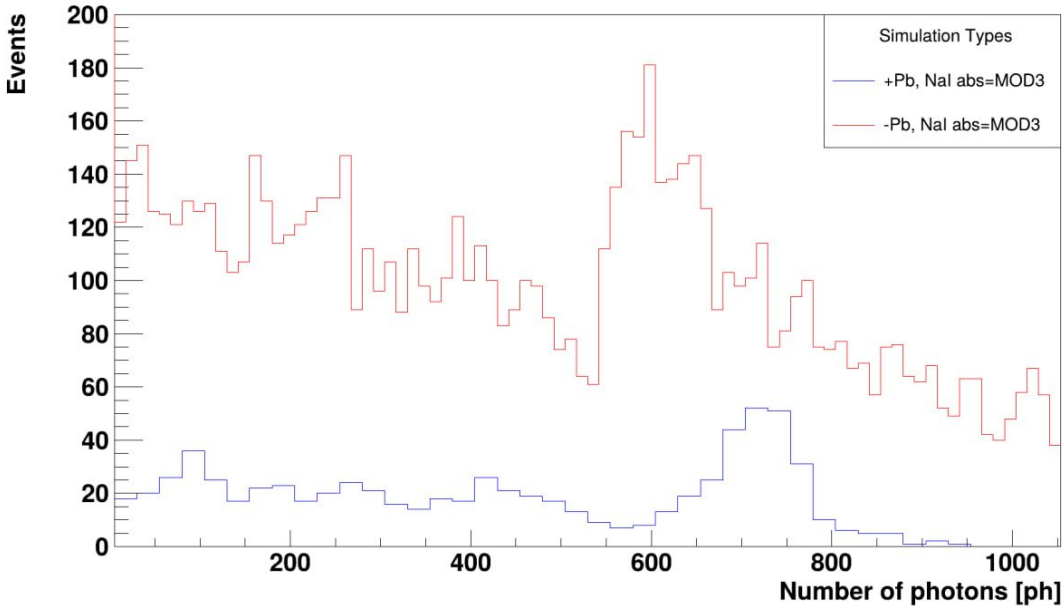
^{137}Cs

Влияние длины поглощения волны NaI(Tl) на результаты моделирования эксперимента

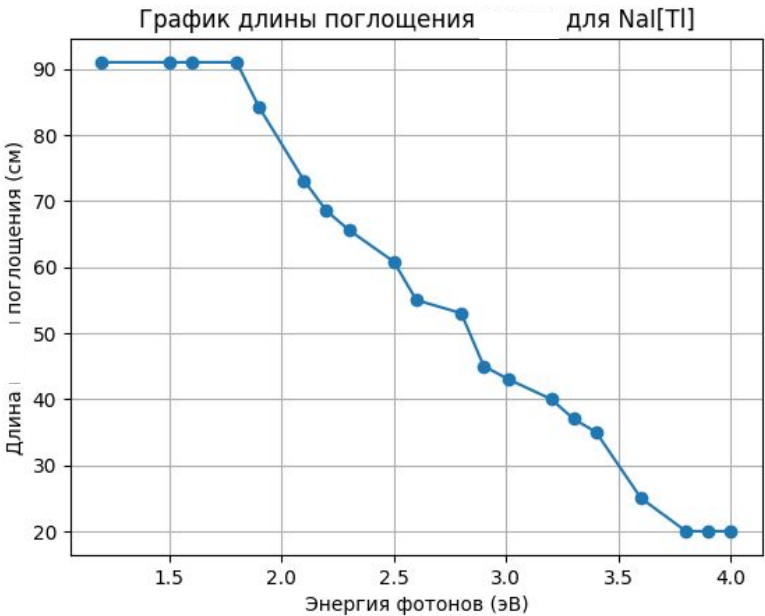
Сравнение расчетов модели с экспериментом



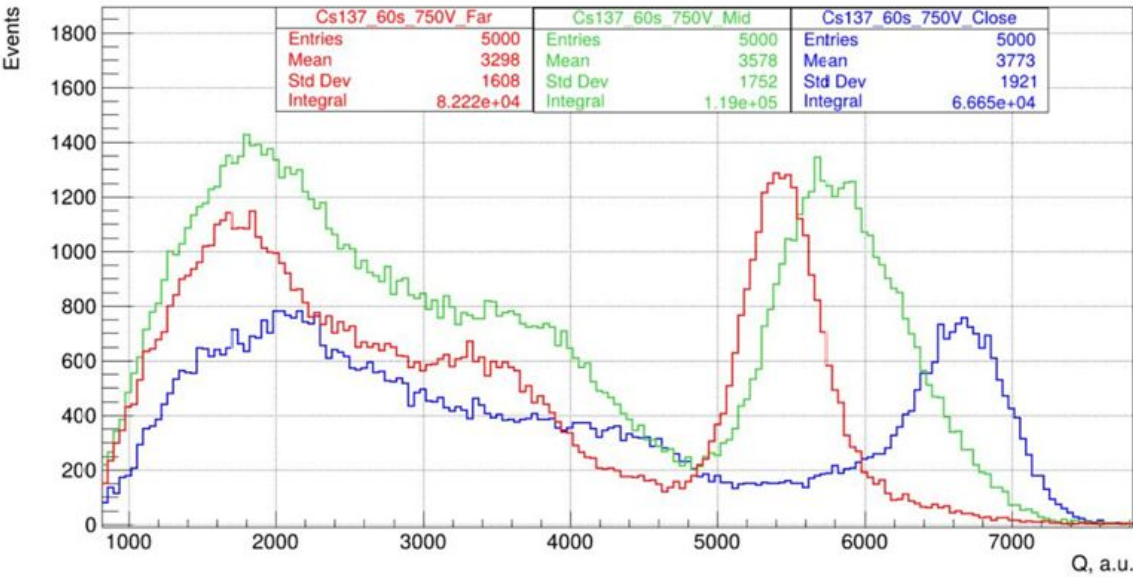
эксперимент



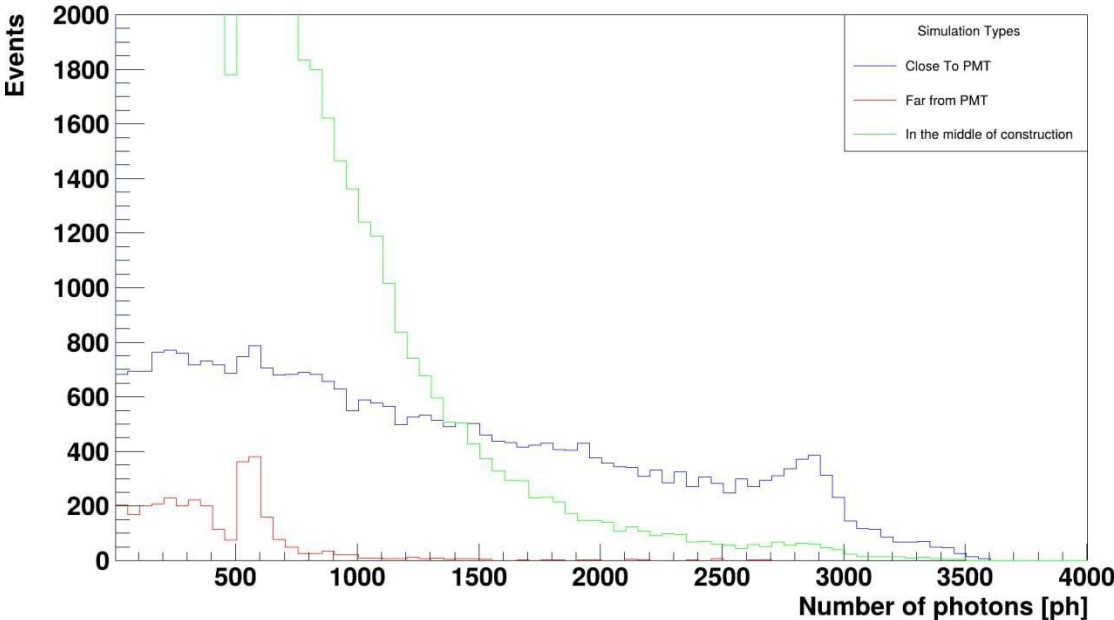
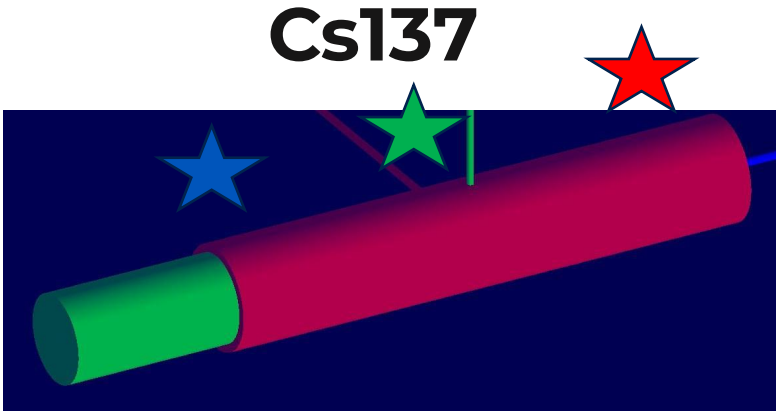
Geant4



Сравнение расчетов модели с экспериментом



эксперимент



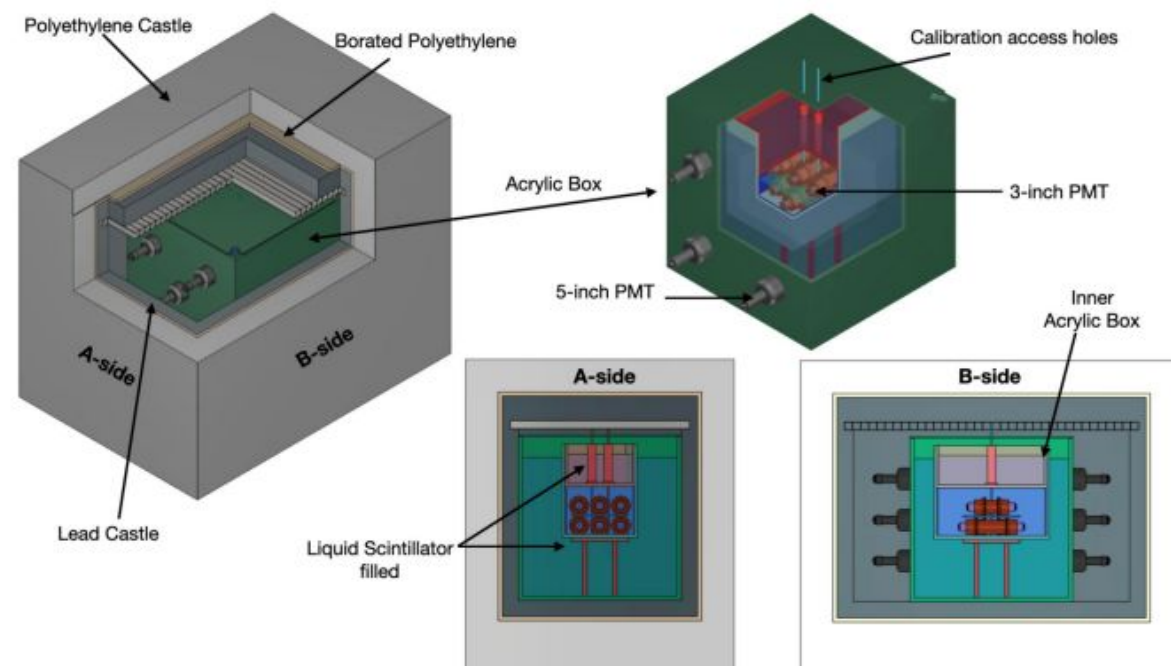
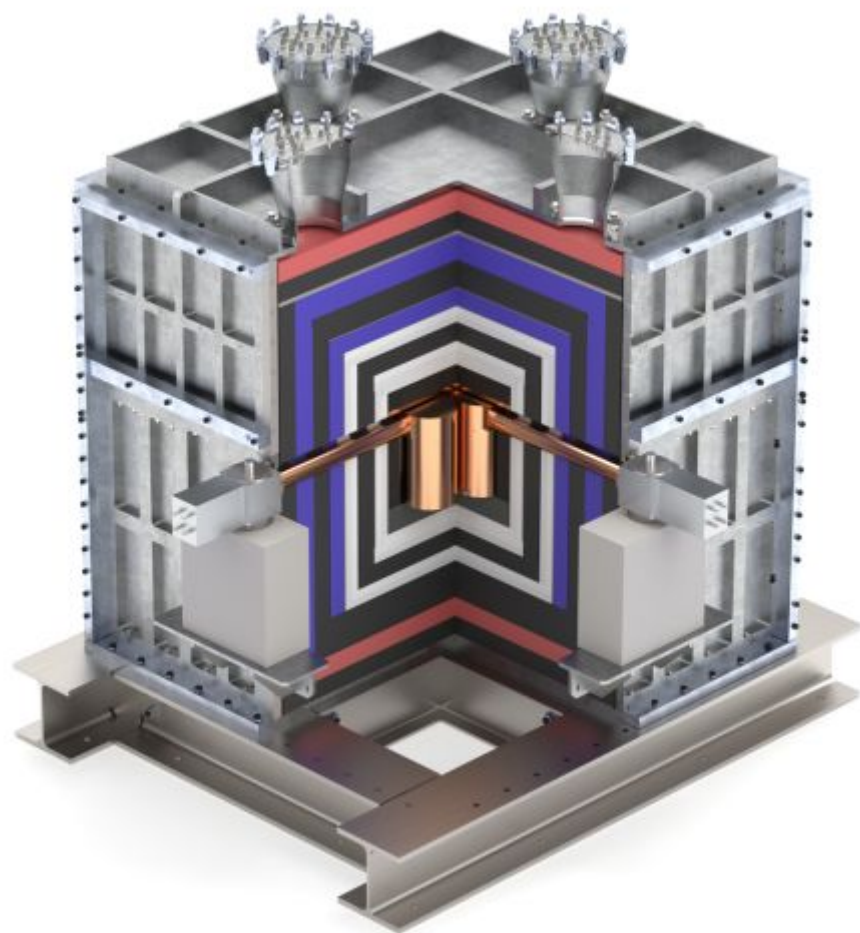
Geant4

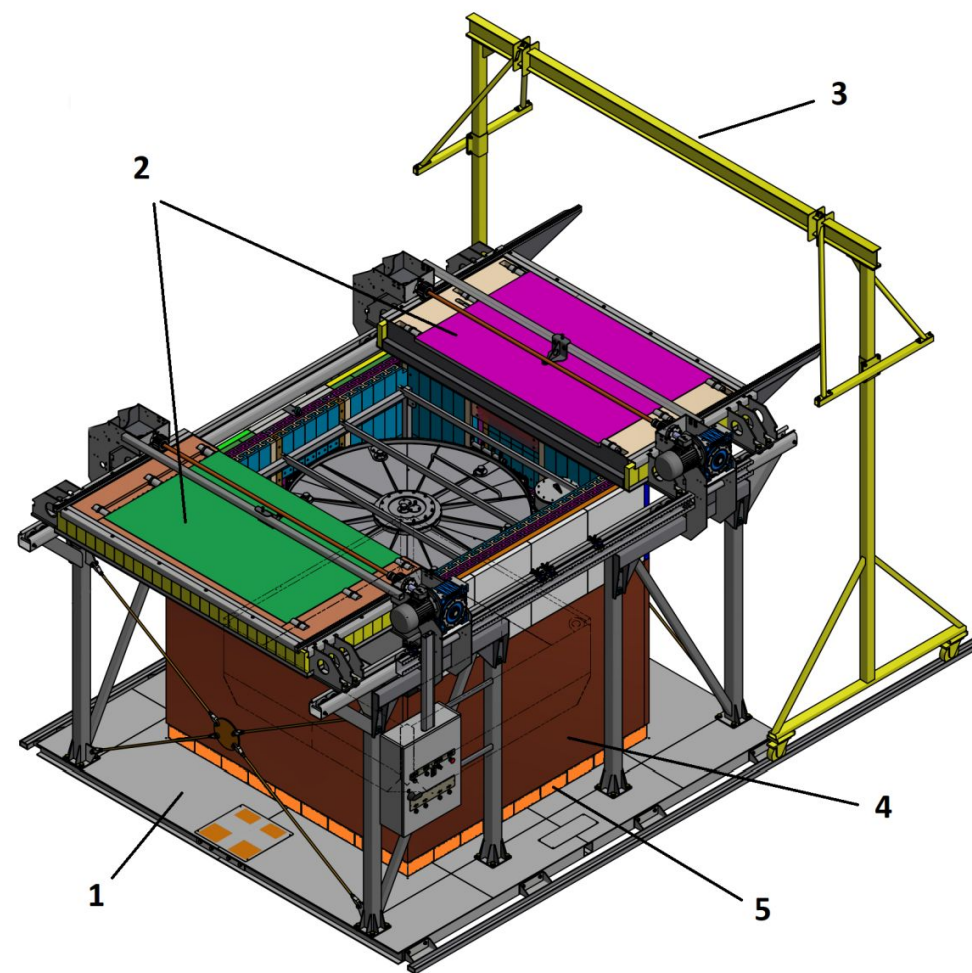
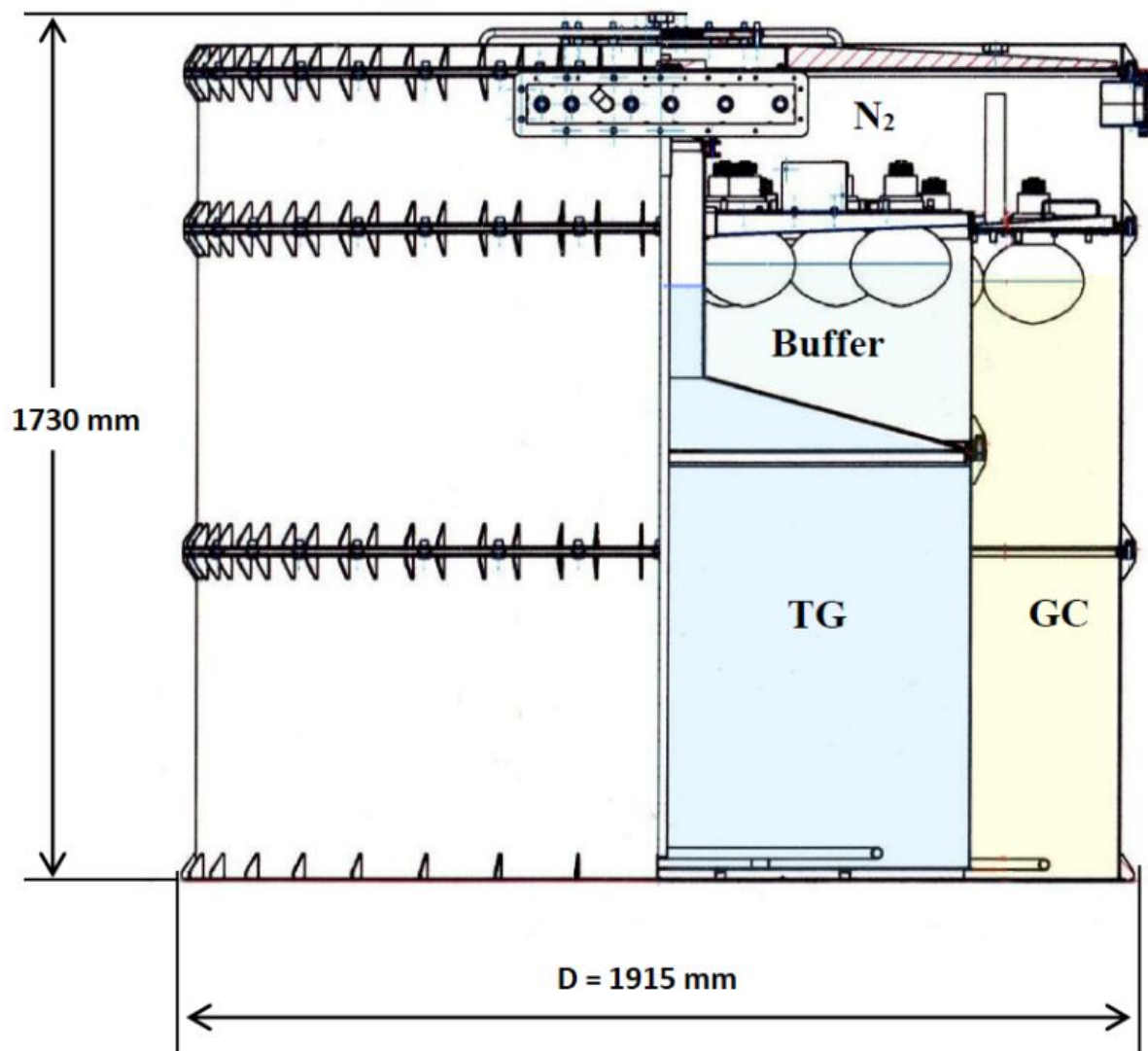
- Представлена конструкция детектора УКР реакторных антинейтрино;
- Создана рабочая модель эксперимента в Geant4, однако:
 - 1) Необходима финальная отладка модели;
 - 2) Требуется рассчитать спектры регистрируемые детектором от космического излучения и внутреннего загрязнения.

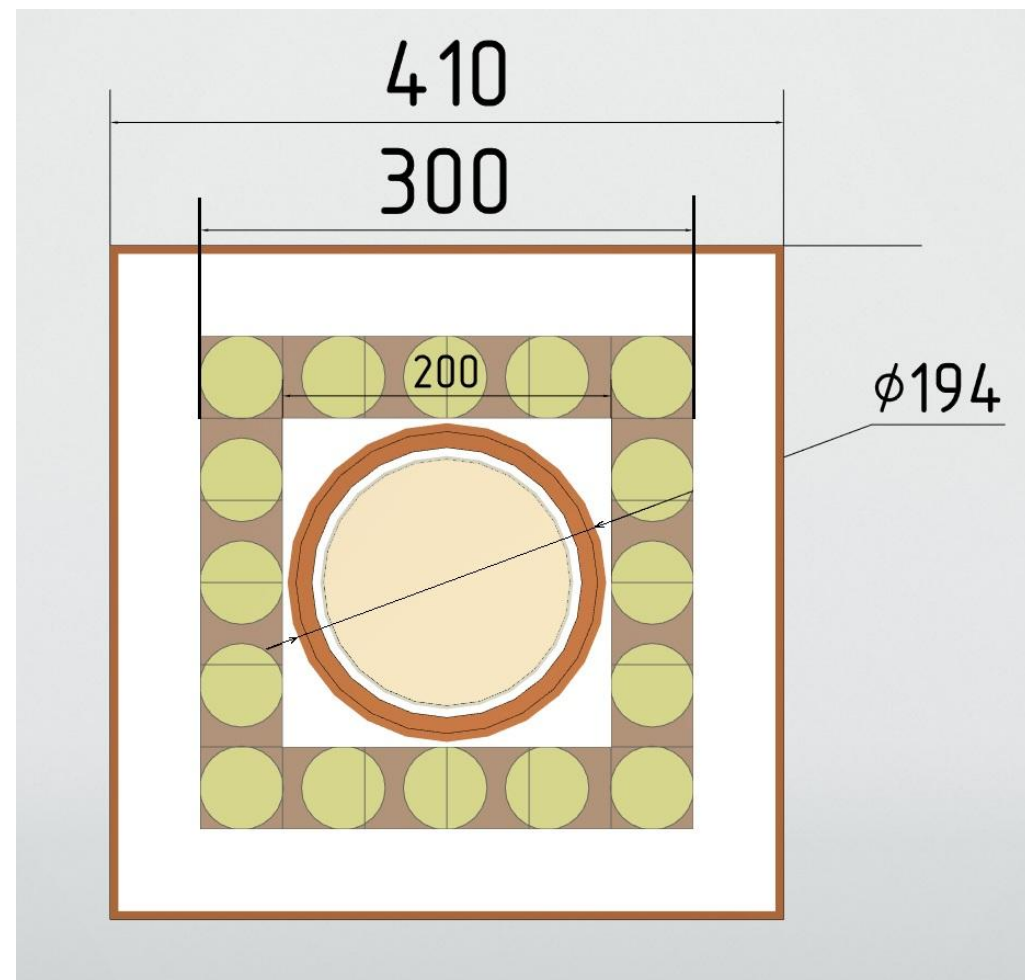
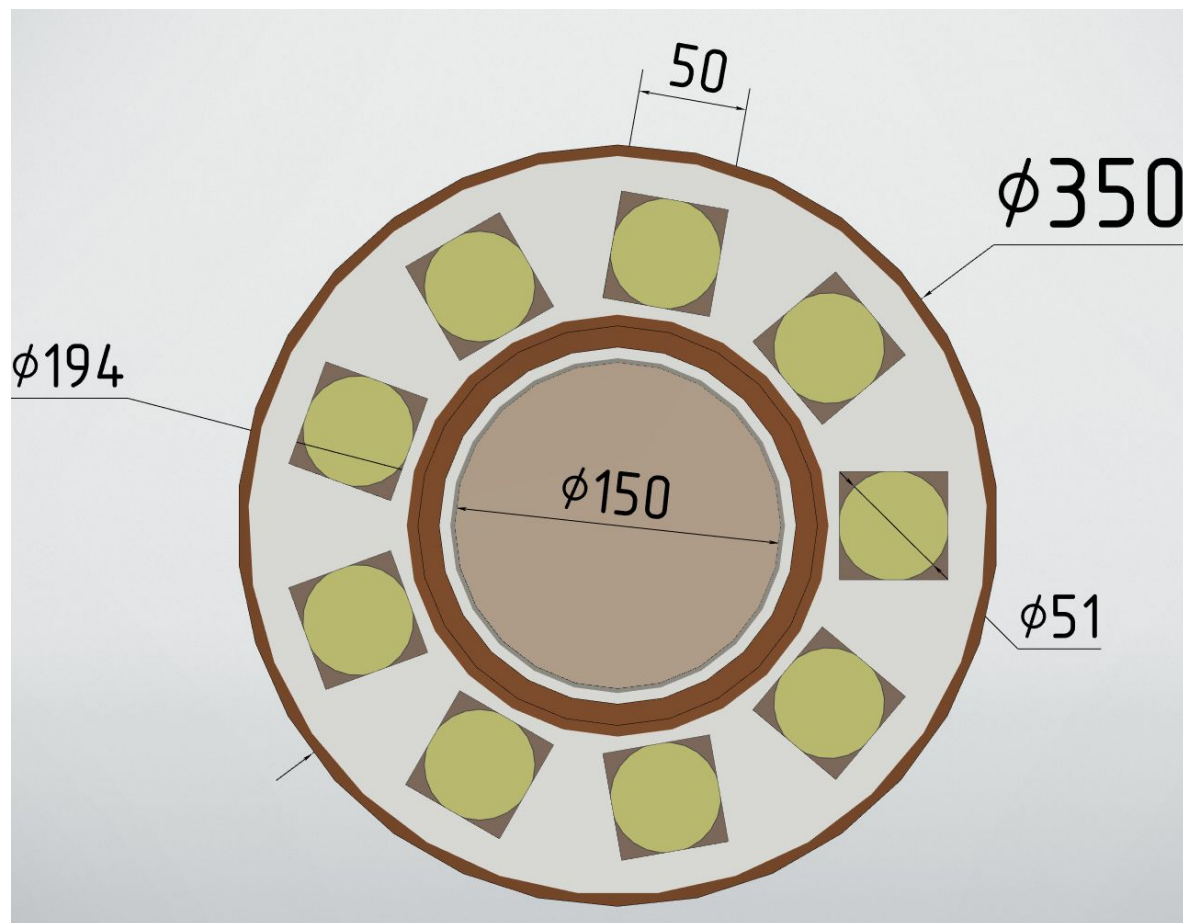


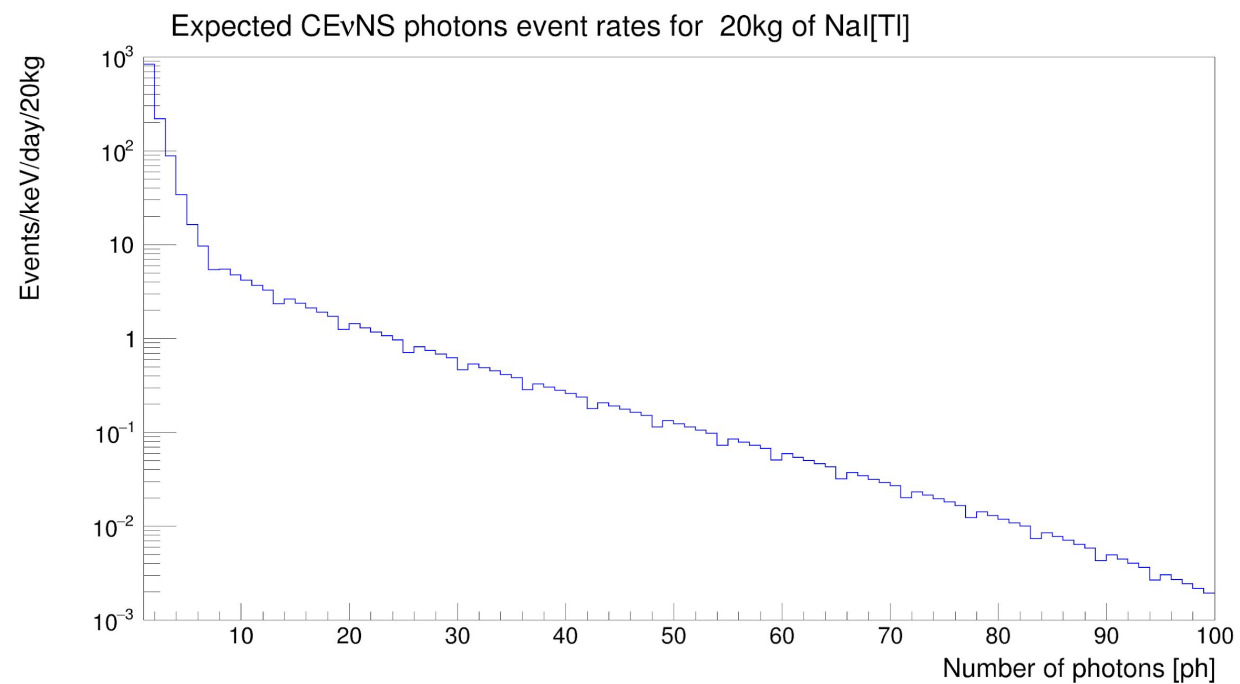
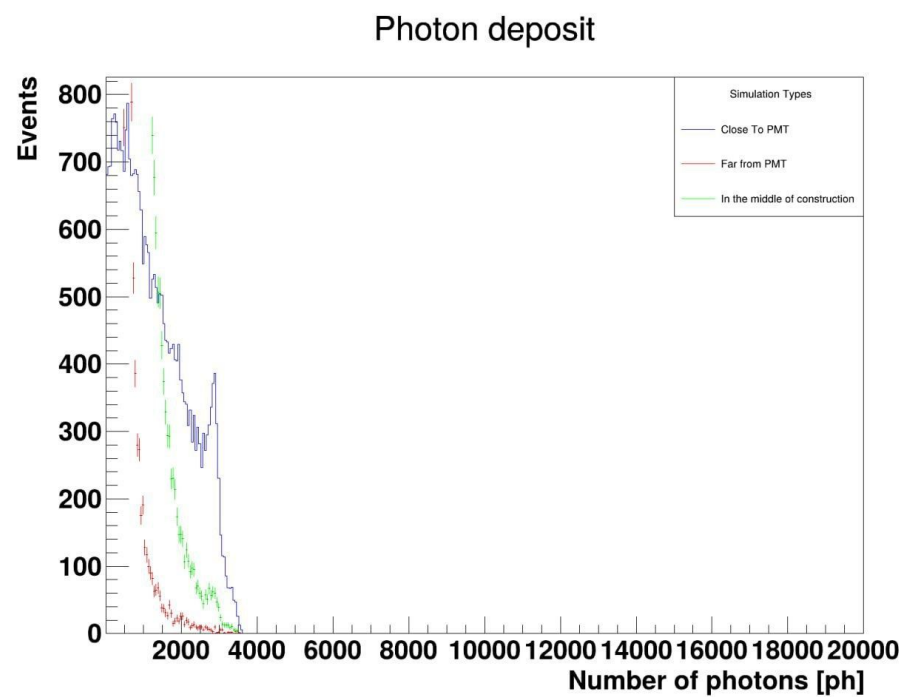
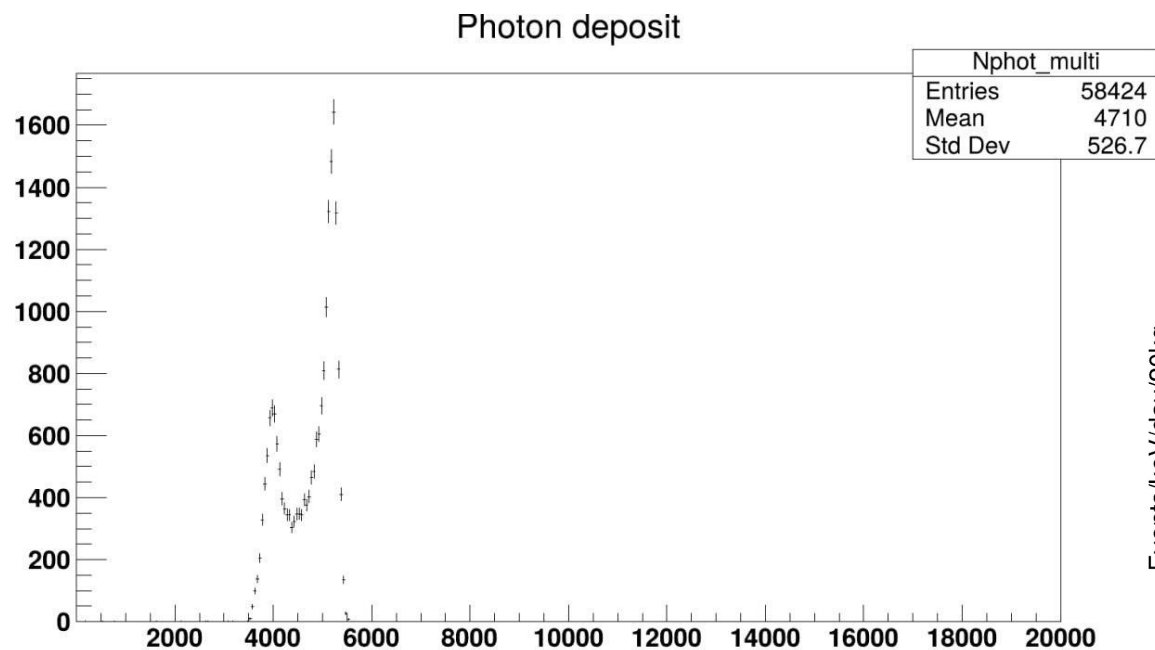
**Спасибо за
внимание!**



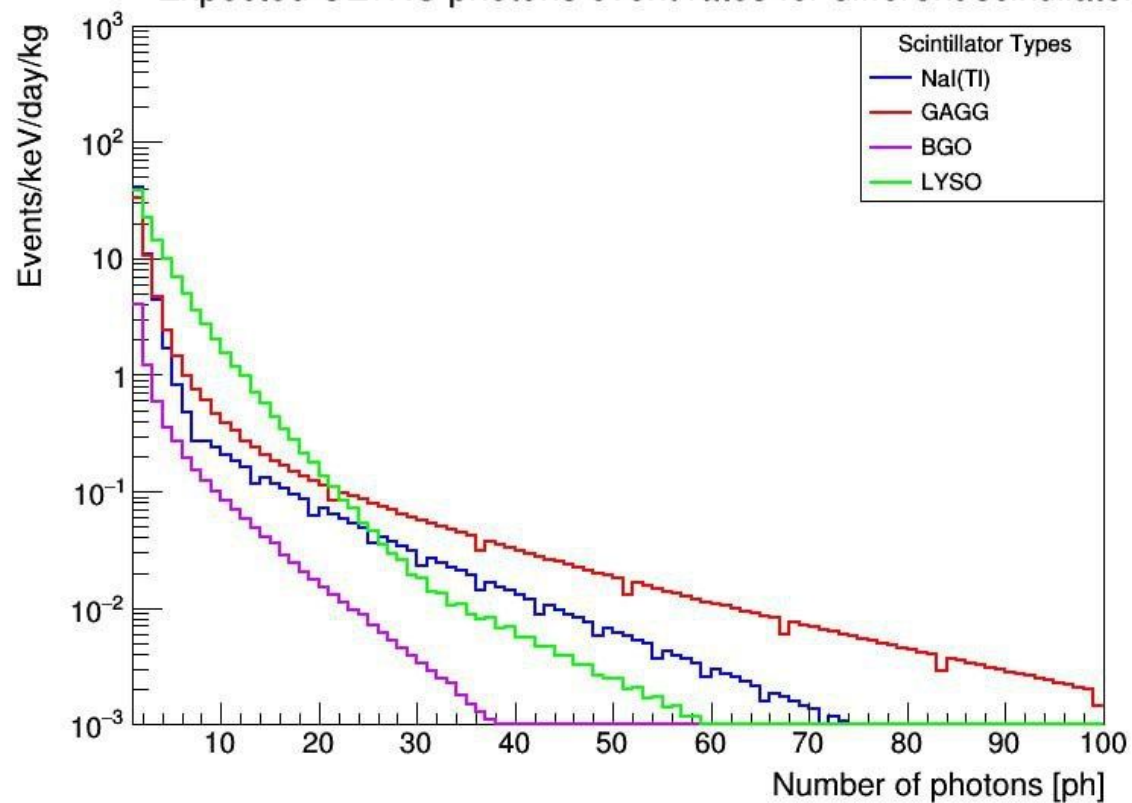








Expected CEvNS photons event rates for different scintillators



Expected CEvNS integral rates for different scintillators

