



Определение содержания ^{232}Th в
сцинтилляторе детектора IDREAM

.....

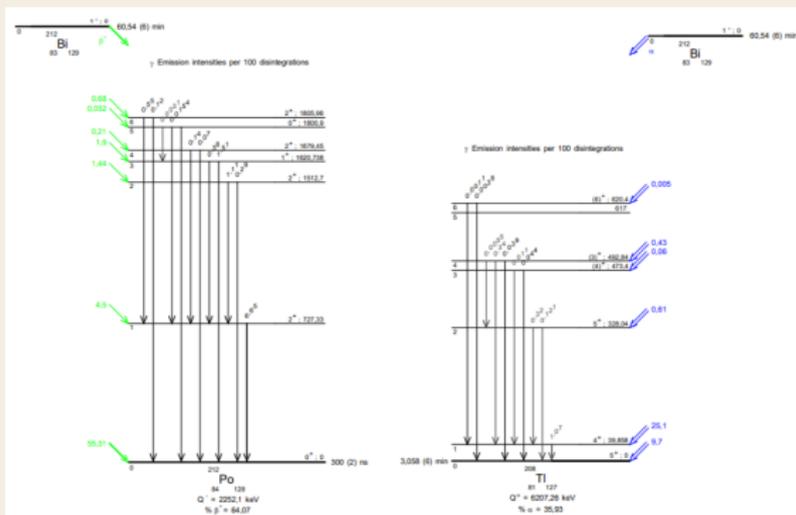
Жутиков Иван

Высокий фон детектора

При введении в эксплуатацию детектора и начале набора данных был обнаружен достаточно высокий фон, частота событий порядка кГц, что на порядок больше чем у аналогичных детекторов таких как РОНС (70 Гц) и NEOS (160 Гц). Поэтому возникла необходимость в поиске его источника. Данная работа посвящена проверке гипотезы, что фон вызван загрязненностью сцинтиллятора торием.

Принцип оценки загрязненности

Для определения количества тория в сцинтилляторе в данных детектора искалась пара событий от распада ^{212}Bi на ^{212}Po и от последующего альфа-распада ^{212}Po



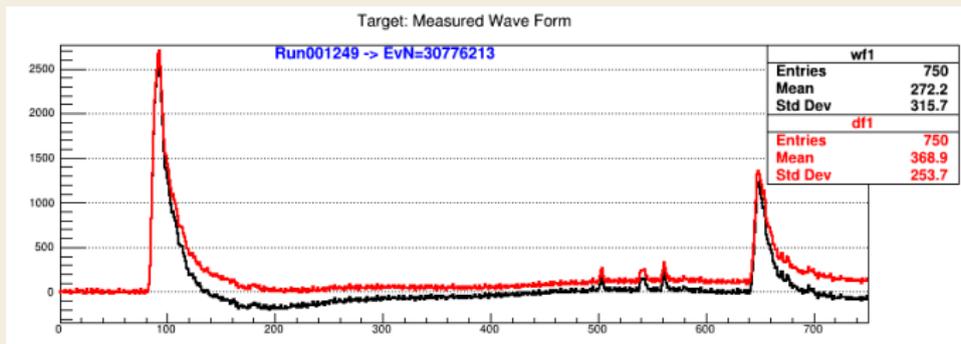
Критерии отбора

Критерии для сигнала:

- 1) Попадание в одно окно 1.5 мкс
- 2) $E_1 \in [0.75; 2.5]$ МэВ и $E_2 \in [0.75; 1.5]$ МэВ

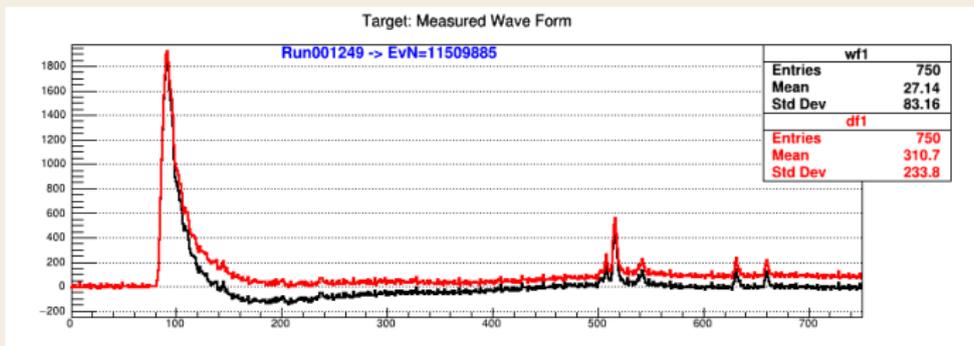
Критерии для фона:

- 1) Разница во времени от 100 до 101.5 мкс
- 2) $E_1 \in [0.75; 2.5]$ МэВ и $E_2 \in [0.75; 1.5]$ МэВ



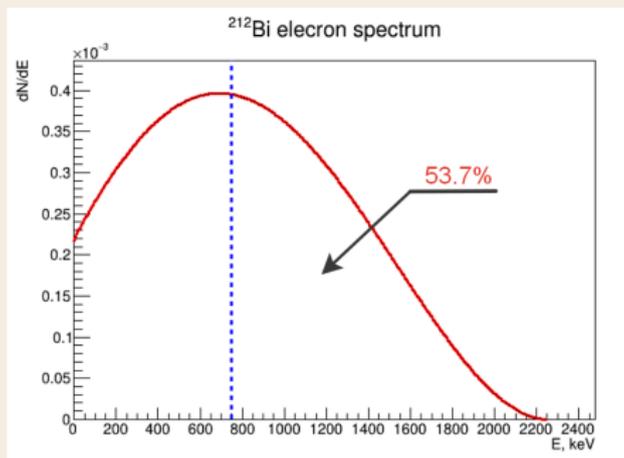
Дополнительный отбор по форме импульса

Так же для улучшения результатов был проведен анализ по форме импульсов вторых сигналов, так как в данных присутствуют узкие пики соответствующие шумам электроники.

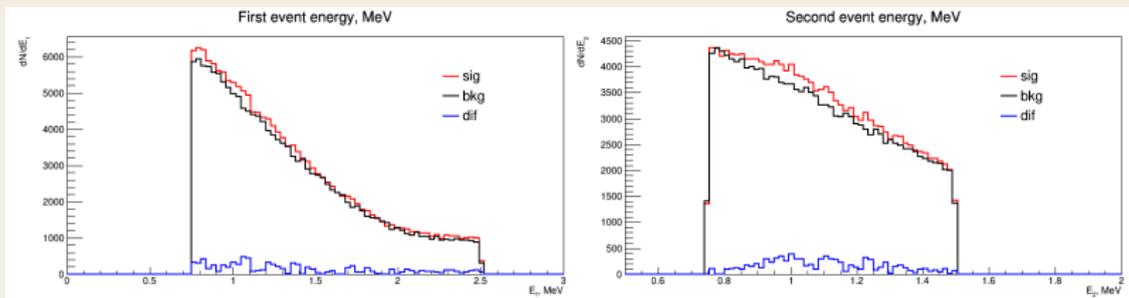
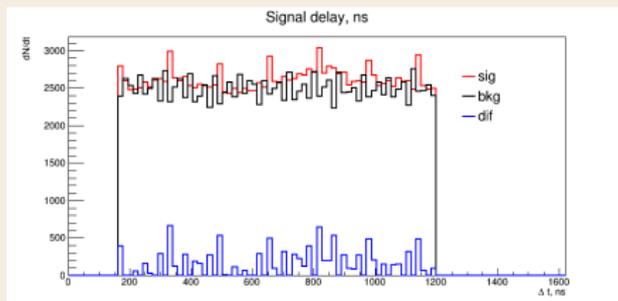


Учет недобранных событий

В результате установки таких ограничений на энергию мы должны будем получить только 53.7% от всех событий. Так же стоит учесть, что в окне [160;1200] нс содержится 63% событий и то, что ^{212}Bi только в 64% распадается на ^{212}Po .



Полученные результаты



Определение предела на концентрацию

Из функции правдоподобия получим оценку на количество сигнала над фоном

$$L(N_S, N_B | \nu_s, \nu_b) = \text{Pois}(N_S | \nu_s + \nu_b) \cdot \text{Pois}(N_B | \tau \nu_b) \Rightarrow \nu_s = N_S - N_B$$

Для 95% доверительного верхнего предела получается следующее выражение

$$\Delta N^{95} = (\nu_s + \alpha \sigma) \cdot \frac{1}{0.537} \cdot \frac{1}{0.64} \cdot \frac{1}{0.63} = 39266,$$

где $\alpha = 1.64$ квантиль соответствующая 95%.

$$n_{Th} < \frac{\Delta N^{95}}{1 - e^{-\lambda T}} \cdot \frac{1}{N_A} \cdot \frac{M_{Th}}{m} = 1.1 \cdot 10^{-10} \text{ Г/Г.}$$

Сравнение результатов

Полученный предел на концентрацию тория $n_{Th} < 1.1 \cdot 10^{-10}$ г/г говорит о том, что высокий фон детектора вызван чем-то другим, вероятно загрязнением в металлической конструкции детектора. Для сравнения приведём так же концентрации в других детекторах и в обычной воде

Детектор	n_{Th} , г/г	Способ определения
Daya Bay	$\approx 2.46 \cdot 10^{-13}$	BiPo
RENO	$\approx 1.77 \cdot 10^{-11}$	ICP-MS
Double Chooz	$\approx 1.2 \cdot 10^{-15}$	BiPo
Обыкновенная вода	$\sim 10^{-10}$	α спектрометрия