

Сравнение модулей органических пластиковых сцинтилляторов детектора реакторных антинейтрино

Студент — Р. Р. Биктимиров ^{1, 2} Научный руководитель — Д. В. Попов ^{1, 2}

¹Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»



Мотивация:

- проведение независимого мониторинга состояния и состава топлива реактора;
- оценка мощности и дистанционный контроль энерговыработки ядерного реактора.

Цель:

сборка блока модульного детектора реакторных антинейтрино на основе органических пластиковых сцинтилляторов и определение его спектрометрических характеристик.

Задачи:

- 1 определение спектрометрических характеристик каждого отдельного сцинтиллятора;
- 2 сравнение сцинтилляторов по их спектрометрическим характеристикам;
- 3 подбор оптимальной конфигурации блока модульного детектора реакторных антинейтрино.



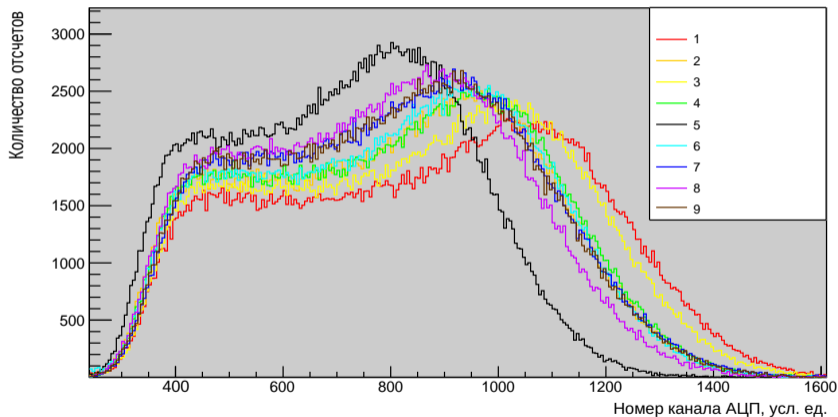
Схема установки



Источник радиоактивного излучения ^{137}Cs облучает сцинтиллятор размерами $(70 \times 5 \times 5)$ см, обернутый в светоотражатель. Сигнал собирается одним ФЭУ.



Экспериментальные спектры



Зарядовые спектры ^{137}Cs в точке 35 см для девяти сцинтилляторов



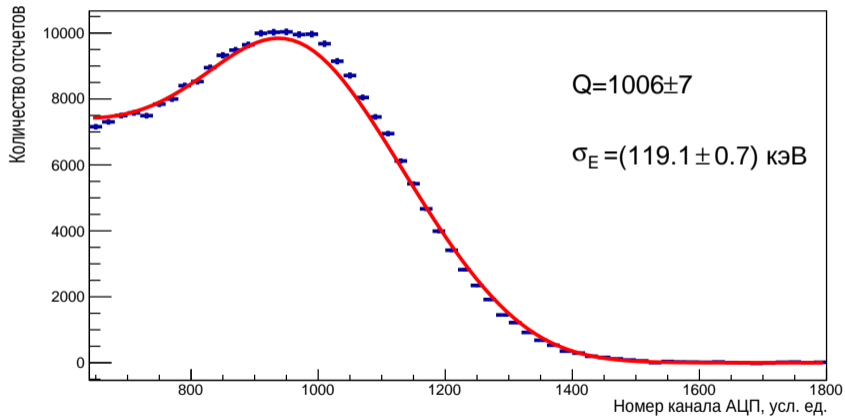
Функция отклика детектора

$$S(Q) = \int_0^{E_{\max}} S_{\text{th}}(E) \cdot N \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_E(E)} \cdot e^{-\frac{(E - kQ - b)^2}{2\sigma_E^2(E)}} dE,$$

где $S_{\text{th}}(E)$ — спектр по энергосовпадению, получаемый методом Монте-Карло; E — энергия; $\sigma_E(E)$ — энергетическое разрешение: $\sigma_E(E) = E \cdot \sqrt{\alpha^2 + \frac{\beta^2}{E} + \frac{\gamma^2}{E^2}}$, где α — параметр, характеризующий неоднородность светособирания детектора; β — статистический параметр, зависящий от числа фотоэлектронов; γ — параметр шумов электроники; k — коэффициент пропорциональности между наблюдаемой энергией E_{vis} и условным зарядом Q в линейном приближении: $E_{\text{vis}} = k \cdot Q + b$, где коэффициент b отвечает за смещение нуля по оси энергии; N — нормировка.



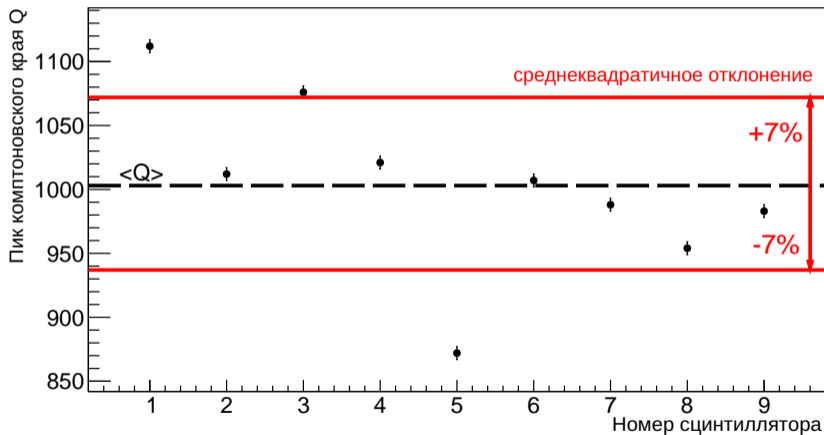
Функция отклика детектора



Аппроксимация зарядового спектра ^{137}Cs в точке 35 см



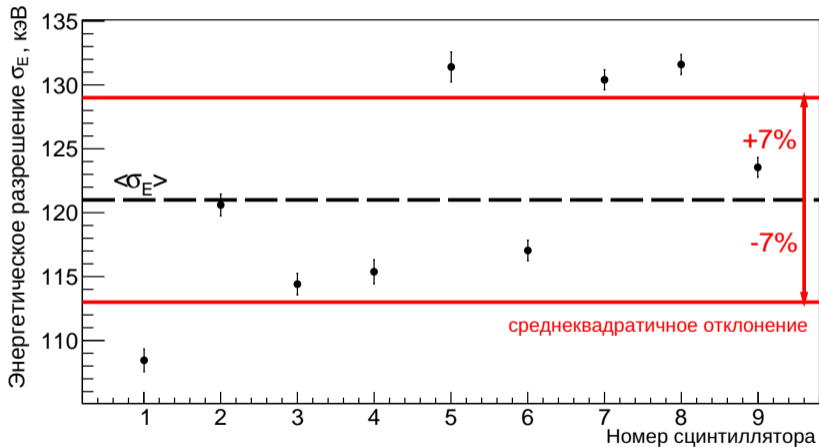
Сравнение модулей



Распределение условного заряда Q для 9 модулей в точке 35 см



Сравнение модулей



Распределение энергетического разрешения для 9 модулей в точке 35 см



Заключение

В данной работе было произведено сравнение модулей органических пластиковых сцинтилляторов по их спектрометрическим характеристикам. По предварительной оценке: 1) разброс собираемого заряда относительно среднего для 9 модулей составляет

$\Delta_Q = 70$ усл. ед., $\frac{\Delta_Q}{\langle Q \rangle} = 7\%$; 2) разброс энергетического разрешения от среднего

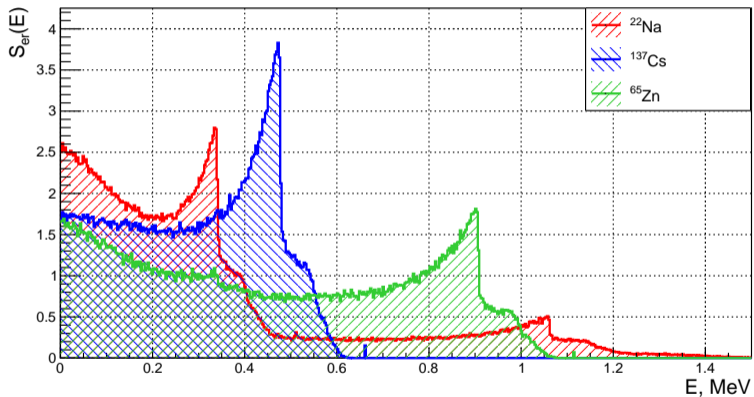
составляет $\Delta_E = 4$ кэВ, $\frac{\Delta_E}{\langle \sigma_E \rangle} = 7\%$.



Спасибо за внимание,
до новых встреч!



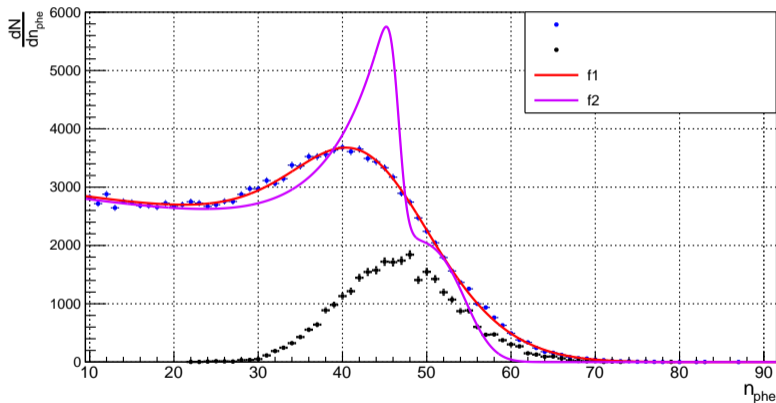
Дополнительные слайды



Спектры по энерговыведению



Дополнительные слайды



Спектр с разыгранными моно-электронами с энергией комптоновского края



Дополнительные слайды

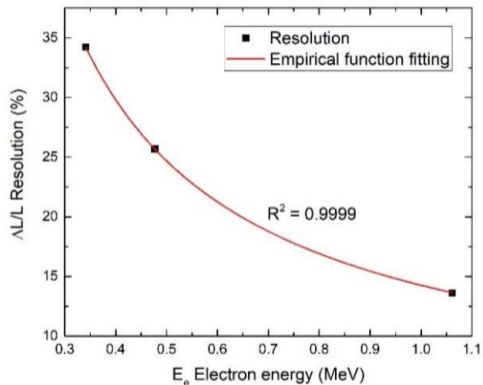
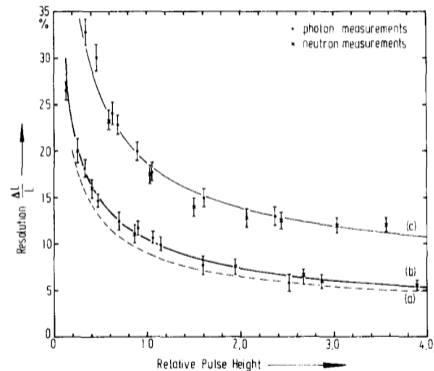


Fig. 4. Energy dependent resolution $\Delta L/L$ for the fabricated plastic scintillator.

а) Y. Kim и др. [1]



б) Klein и Dietze [2]



Дополнительные слайды: список литературы

1. Energy Resolution of the Fabricated Plastic Scintillator / Y. Kim [и др.]. — 2018.
2. Dietze G., Klein H. GAMMA-CALIBRATION OF NE 213 SCINTILLATION COUNTERS // Nuclear Instruments and Methods. — 1982.

