

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВКЛАДОВ В ЧИСЛО ДЕЛЕНИЙ ОСНОВНЫХ ДЕЛЯЩИХСЯ ИЗОТОПОВ В ЯДЕРНОМ РЕАКТОРЕ

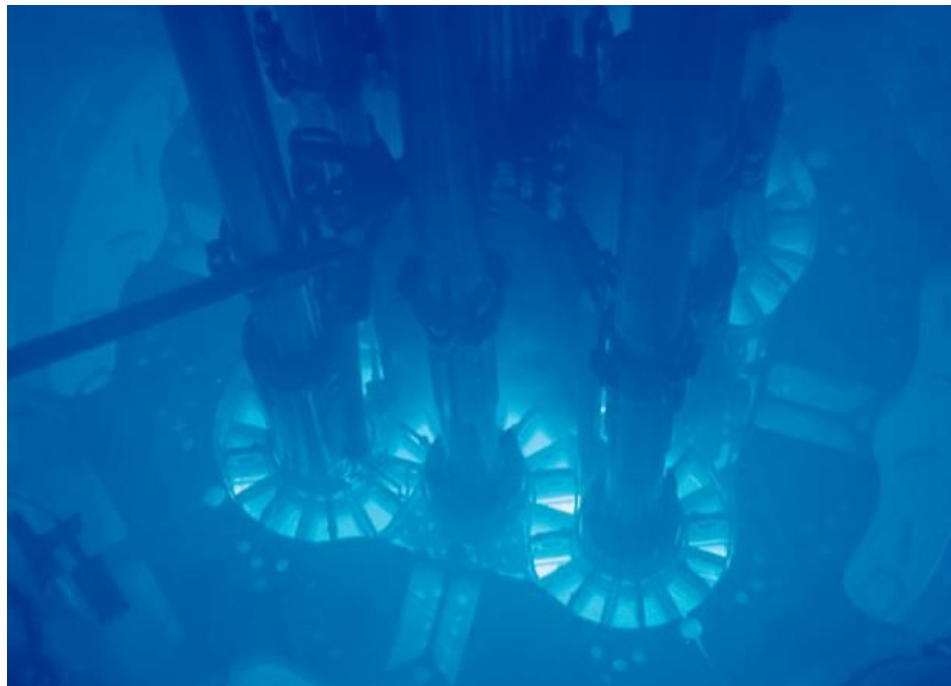
Выполнил: Нугманов Р. Р.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., нач. лаб. НИЦ “КИ”
Литвинович Евгений Александрович

Введение

Нейтринный метод мониторинга работы ядерного реактора позволит решить следующие задачи:

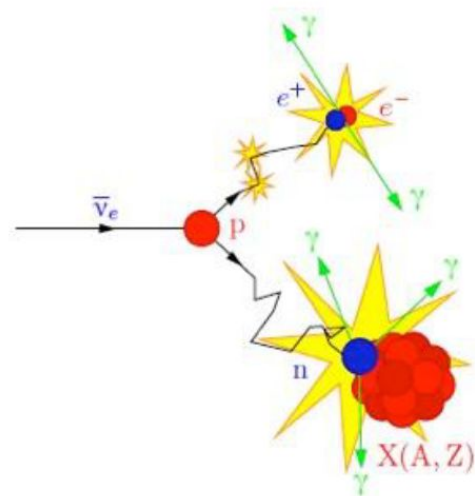
- Контроль за наработкой оружейного плутония
- Оптимизация процесса работы реактора



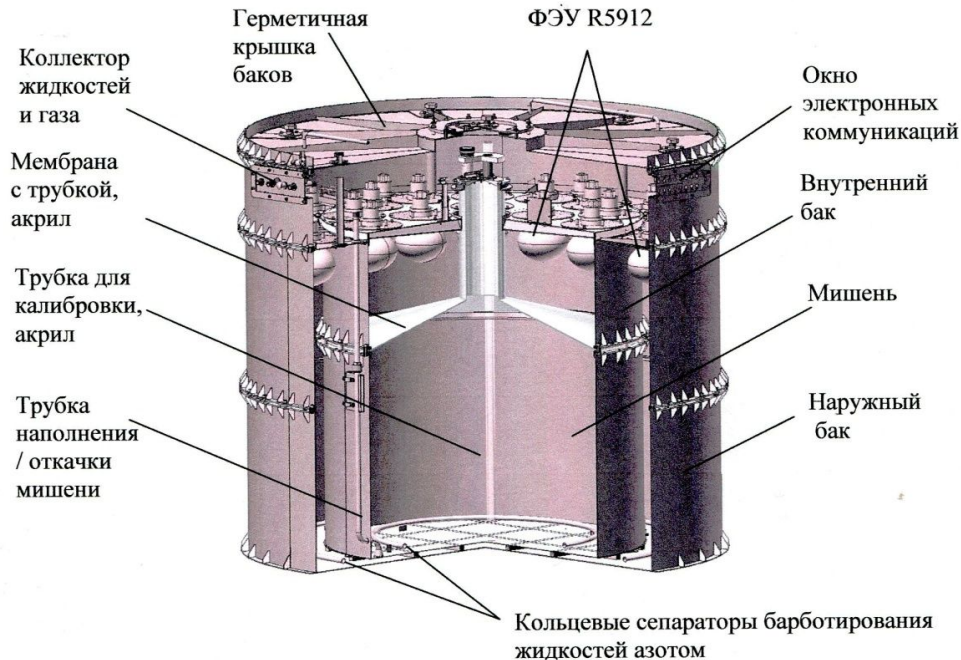
Метод регистрации антинейтрино

- Реакция обратного бета-распада
- Мгновенное и задержанное событие, скоррелированных по времени
- Порог реакции 1.806 МэВ

| Реакция | Сечение (10^{-44} см ² /деление) | Порог (МэВ) |
|---|--|-------------|
| $\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+$ | ~ 63 | 1.8 |
| $\bar{\nu}_e + d \rightarrow e^+ + 2n$ | ~ 1.1 | 4.0 |
| $\bar{\nu}_e + d \rightarrow \bar{\nu}_e + p + n$ | ~ 3.1 | 2.2 |
| $\bar{\nu}_e + e^- \rightarrow \bar{\nu}'_e + e^{-'}$ | ~ 0.4 | 0-6 |
| $\bar{\nu}_e + A \rightarrow \bar{\nu}_e + A'$ | $\sim 9.2 \cdot N^2$ | 0 |

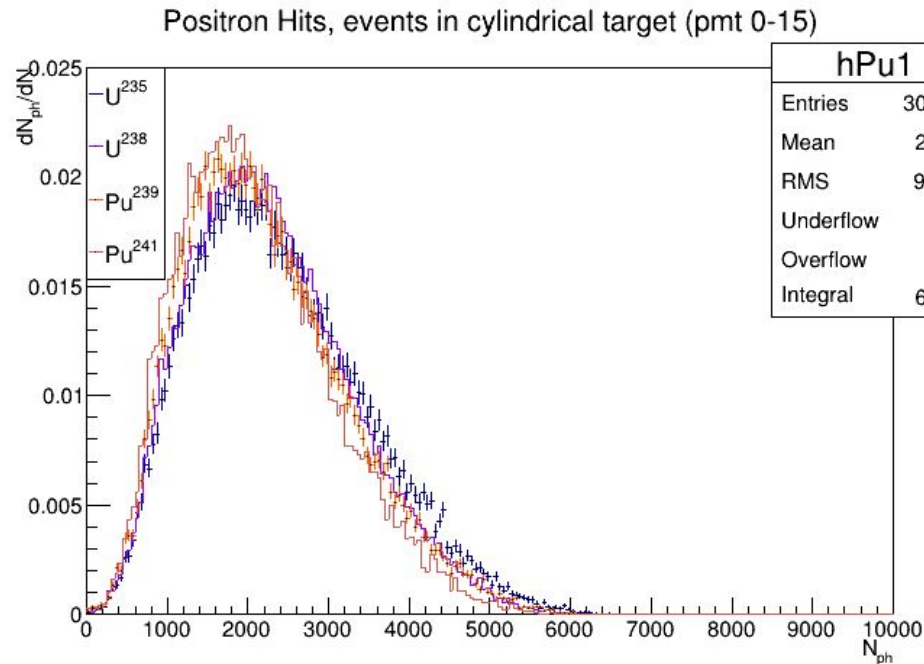


Детектор iDream



- Предназначен для мониторинга работы промышленных реакторов
- Разрабатывается как образец промышленного детектора для АЭС
- Детектор на основе жидкого сцинтиллятора

Описание программы: входные данные



- В программу закладываются эталонные спектры от 4х основных изотопов ядерного реактора:
 - ^{235}U
 - ^{238}U
 - ^{239}Pu
 - ^{241}Pu
- Анализируемые спектры подаются в формате .root файлов

Описание программы

Строится фитирующая функция:

$$f = a_5 f_5 + a_8 f_8 + a_9 f_9 + a_1 f_1$$

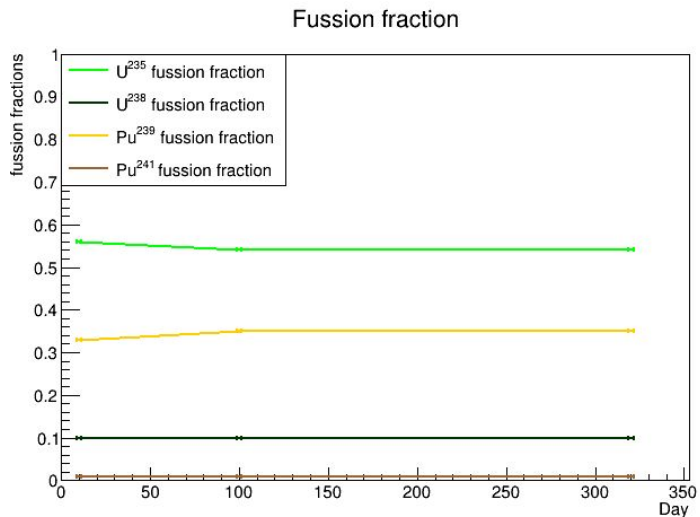
f_k - эталонные спектры

a_k - весовые коэффициенты

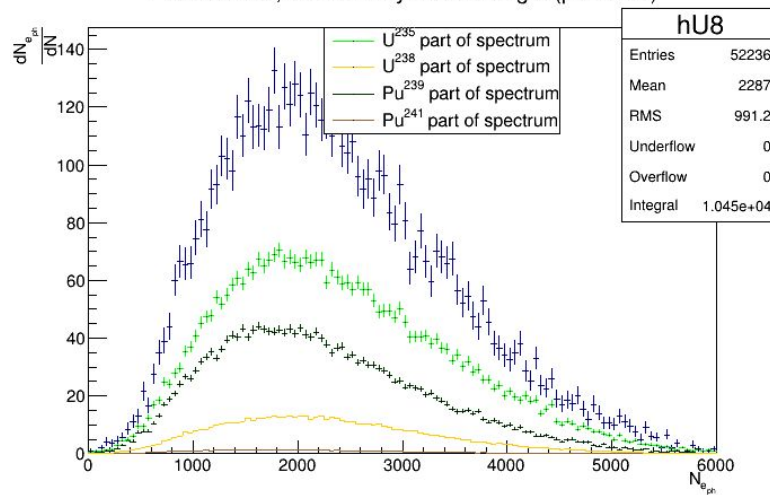
Оценка весовых коэффициентов с помощью метода χ^2 :

$$\chi^2 = \frac{(n_i - N \cdot f_i(a_5, a_8, a_9, a_1))^2}{\sigma_i^2}$$

Результаты



Positron Hits, events in cylindrical target (pmt 0-15)



| | 10-ти дневный спектр | 100-дневный спектр | 320-дневный спектр |
|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| ^{235}U | 0.56 | 0.54 | 0.53 |
| ^{238}U | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| ^{239}Pu | 0.33 | 0.35 | 0.36 |
| ^{241}Pu | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| χ^2 | 672 | 650 | 600 |
| ndf | 526 | 531 | 525 |
| p-value | $8.2 \cdot 10^{-6}$ | $1.7 \cdot 10^{-4}$ | $8.3 \cdot 10^{-3}$ |

Заключение

- Разработан метод оценки топливного состава ядерного реактора;
- Была написана программа по определению долей делений основных реакторных изотопов;
- Программа опробована на данных Монте-Карло симуляции детектора iDream;
- Полученный результат программы говорит о потенциальной возможности детектора iDream к мониторингу топливного состава активной зоны реактора.

Спасибо за внимание