



Расчёт теоретического антинейтринного
спектра для детектора iDREAM от
энергоблока №3 Калининской АЭС

.....

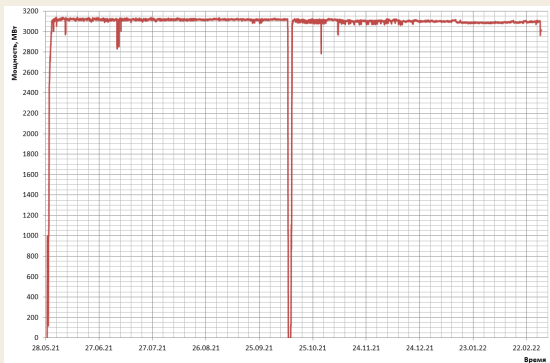
Жутиков Иван

Цели работы:

- Обработка массива данных по активной зоне блока №3 КАЭС для текущей кампании реактора
- Анализ данных полученных из картограмм активной зоны, изучение эволюции долей деления в ходе кампании
- Расчёт спектра $\bar{\nu}_e$ от реактора и анализ его изменения в ходе кампании.

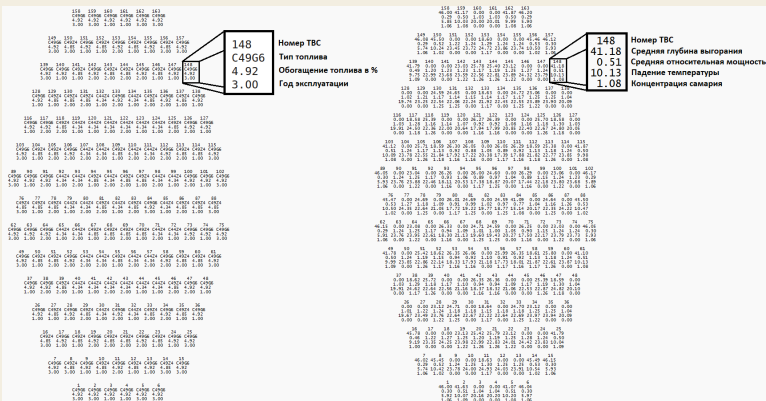
Исходные данные

В качестве исходных данных использовался расчёт активной зоны реактора №3 Калининской АЭС, проделанный отделением физики ВВЭР НИЦ «Курчатовский институт» по данным о загрузке реактора и реальному графику мощности реактора.



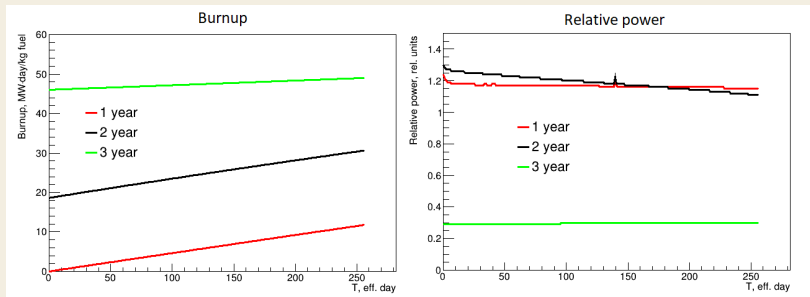
Анализ картограмм

Для получения необходимых для расчёта данных был проведён анализ картограмм активной зоны реактора.



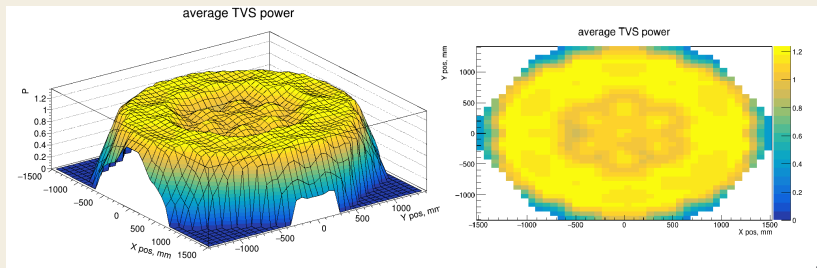
Зависимости глубины выгорания и относительной мощности от времени

По итогу из картограмм получены следующие зависимости средней по высоте глубины выгорания и относительной мощности от эффективного времени



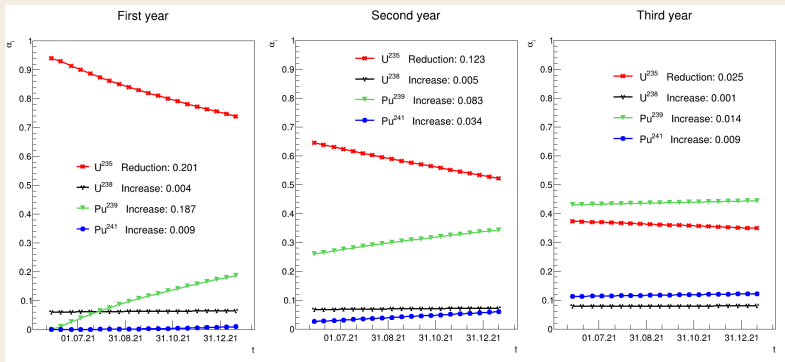
Среднее значение относительной мощности

Относительные мощности в основном определяются положением ТВС в реакторе и слабо меняются со временем, на данных графиках показаны их средние за кампанию значения в зависимости от положения в активной зоне.



Эволюция долей деления в течение кампании

Объединив зависимости глубины выгорания и теоретические зависимости долей деления от глубины выгорания, были получены зависимости долей деления от астрономического времени.



Расчёт теоретического спектра антинейтрино

Расчёт спектра антинейтрино производился по следующей формуле:

$$N_{det}(E) = \frac{\epsilon}{4\pi L^2} \cdot N_p \cdot \int_{T_{start}}^{T_{end}} \frac{P_{th}(t)}{E_f(t)} \cdot \langle \sigma(t) \rangle dt.$$

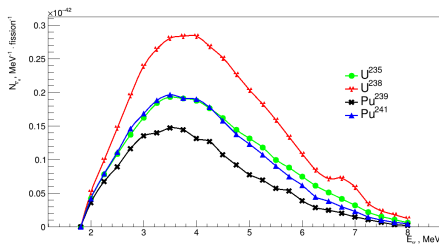
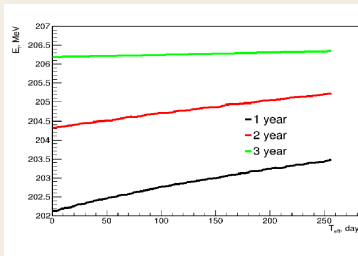
- ϵ - эффективность регистрации $\bar{\nu}_e$ детектором iDREAM
- L - расстояние от детектора до реактора
- N_p - число протонов в мишени
- P_{th} - мощность реактора
- E_f - средняя тепловая энергия деления
- $\langle \sigma \rangle$ - среднее сечение обратного бета-распада
- T_{start} и T_{end} соответствуют началу и концу периода наблюдения

Средняя энергия деления и среднее сечение обратного бета-распада

Средние тепловая энергия и сечение обратного бета-распада выражаются соответственно следующими формулами:

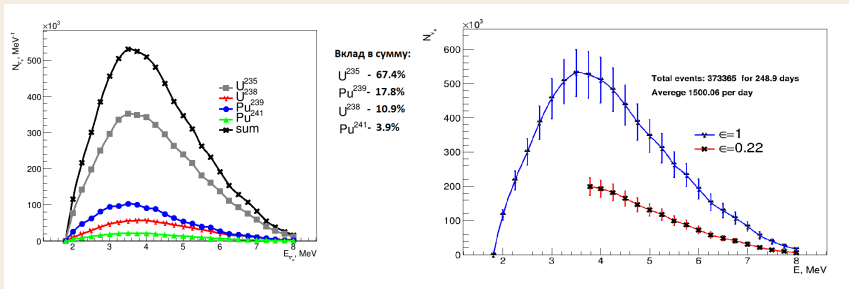
$$E_f = \sum_i \alpha_i E_i$$

$$\langle \sigma \rangle = \sum_i \alpha_i \sigma_{IBD}(E_{\bar{\nu}_e}) S_i(E_{\bar{\nu}_e})$$



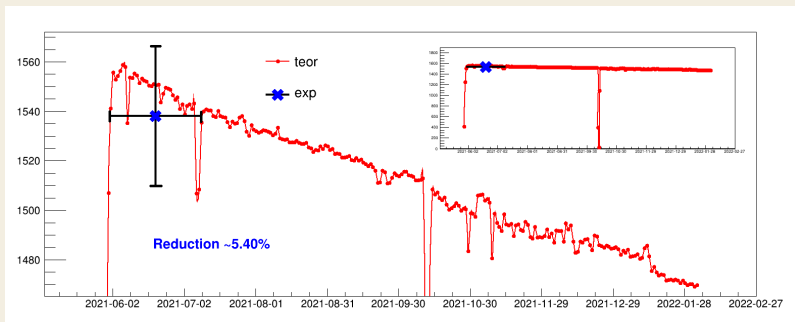
Расчёт спектра $\bar{\nu}_e$

В результате расчётов получаются следующие спектры.



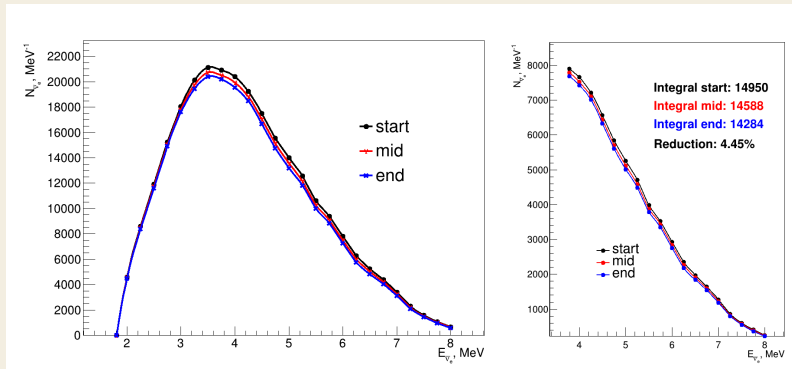
Изменение скорости счета детектора со временем

Анализ данных iDREAM за период с 1.06.21 по 9.07.21 показывает, что детектор регистрирует в среднем $N_{\nu}^{obs} = 1538 \pm 28$ событий в день с порога в 3 МэВ, что достаточно хорошо совпадает с расчётным значением $N_{\nu} = 1546$ за тот же период.



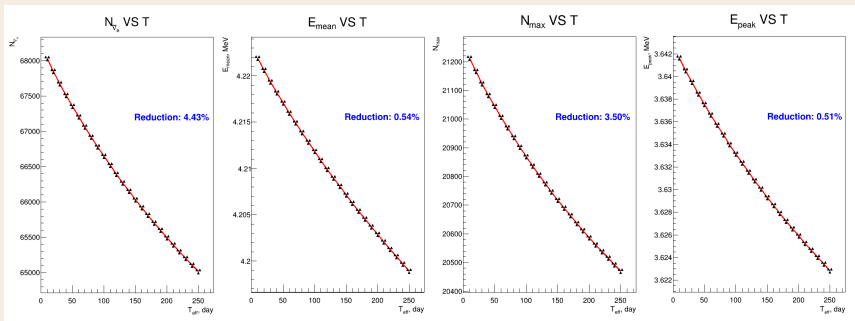
Изменение спектра антинейтрино со времени

В результате расчётов так же получается следующее изменение спектра в детекторе



Изменение спектра с течением времени

Более детальные графики изменения основных характеристик спектра.



Заключение

В ходе работы были получены следующие результаты:

- Проведена обработка и анализ картограмм выгорания блока №3 КАЭС для текущей кампании, получены зависимости глубин выгорания и относительных мощностей от времени для каждой ТВС.
- Получены зависимости долей деления основных изотопов от времени для каждой ТВС.
- Получен спектр антинейтрино от реактора, показан вклад различных изотопов в него, исследованы зависимости скорости счёта детектора и спектра антинейтрино от времени.