

**“Моделирование
измерительного модуля
детектора реакторных антинейтрино на
основе пластикового сцинтиллятора”**

**Научный руководитель: Чмыхало Дмитрий
Александрович, НИЦ КИ**

Студент: Прокопов Дмитрий Сергеевич, Б21-102

Введение

Развитие малой атомной энергетики потребовало введения средств мониторинга состояния ядерного реактора на плавучих атомных энергоблоках(ПАЭБ). Одним из возможных решений является разработка детектора реакторных антинейтрино, который сможет контролировать следующие параметры реактора:

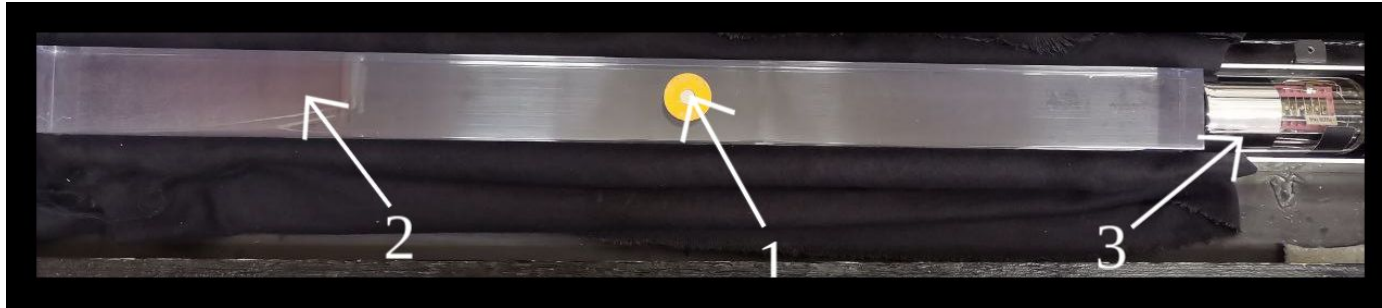
- Количество ядерного материала в реакторе;
- Мощность ядерного реактора;
- Качество и состав ядерного материала;
- Необходимость остановки реактора для его перезагрузки;

Цель

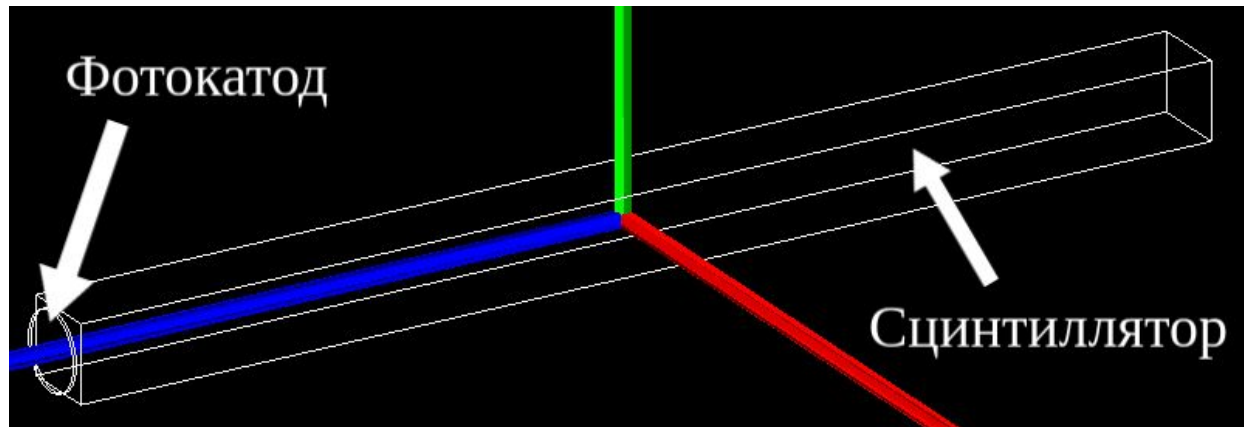
Разработка измерительного модуля детектора реакторных антинейтрино на основе пластикового сцинтиллятора

- Задачи:
- 1) Моделирование энергетических спектров радиоактивных элементов с помощью программного пакета GEANT4
- 2) Расчет неоднородностей сцинтилляторов с последующим определением его прозрачности путем соотношения полученных данных с экспериментальными
- 3) Исследование зависимости светособирания от размеров пластикового сцинтиллятора

Лабораторная установка и ее модель



- 1) Источник радиоактивного излучения(Cs-137);
- 2) Пластиковый сцинтиллятор из полистирола размеров 5*5*70(для проведения исследований имеется 2 образца);
- 3) ФЭУ с диаметром фотокатода 5см;



Построение спектров радиоактивных элементов

Cs-137 излучает гамма-квант с энергией 662 КэВ;

Na-22 излучает гамма-квант с энергией 1274 КэВ, еще один пик появляется засчет аннигиляции позитрона с образованием 2 гамма-квантов с энергией 511 КэВ;

Co-60 излучает гамма-кванты с близкими энергиями 1333 и 1173 КэВ;

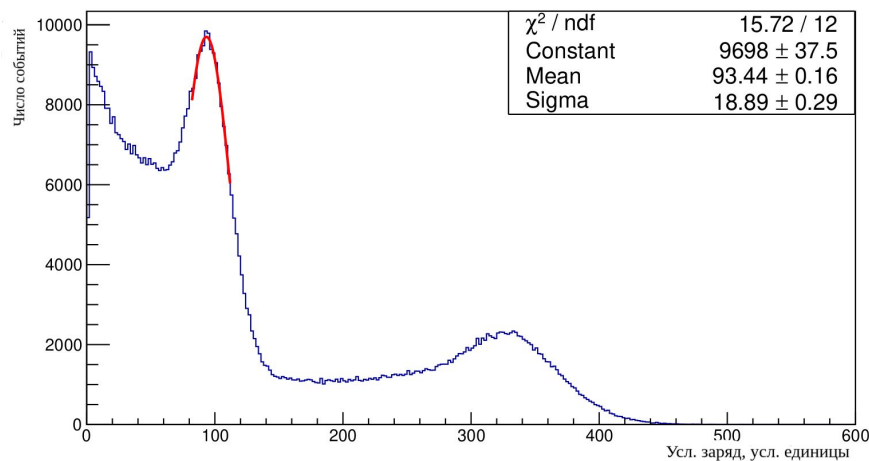


Рис.2:Спектр Na-22

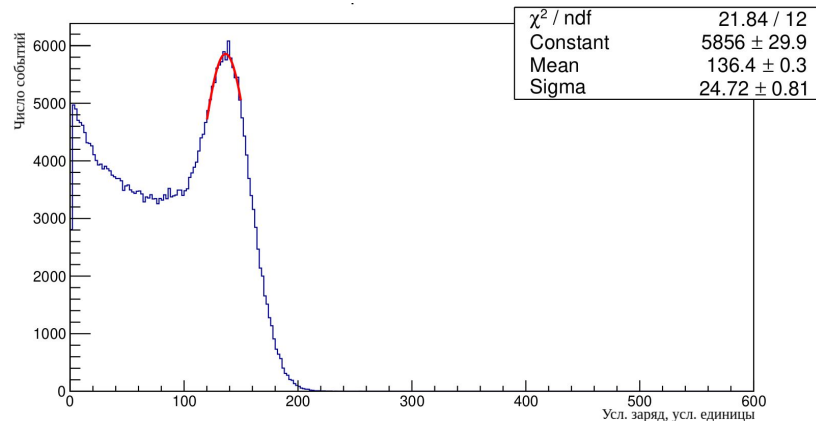


Рис.1: Спектр Cs-137

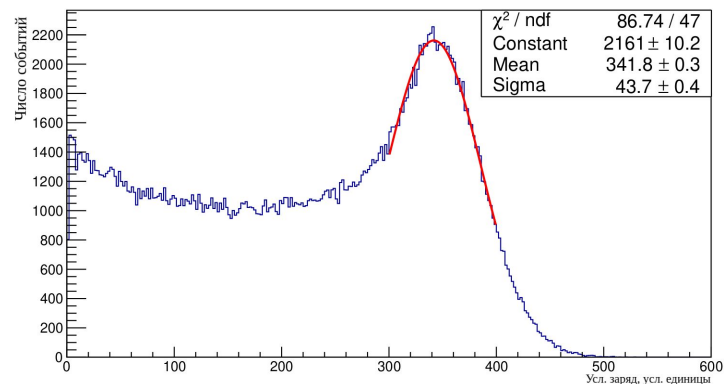
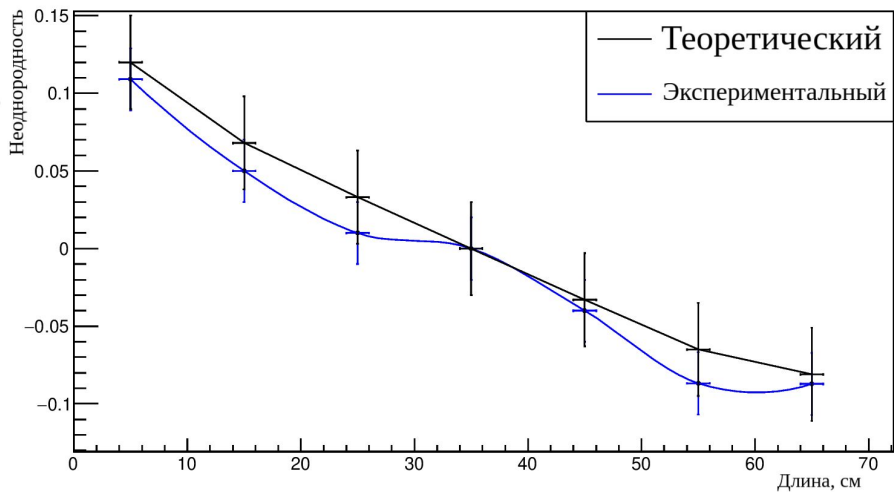


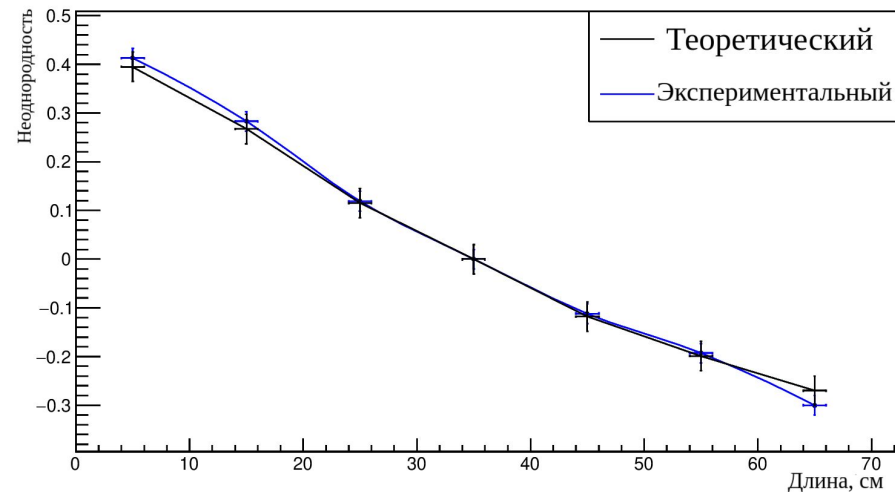
Рис.3: Спектр Co-60

Построение неоднородностей пластиковых сцинтилляторов

$$\delta(x) = \frac{\bar{\mu}(x)}{\bar{\mu}\left(\frac{l}{2}\right)} - 1$$



- Рис.4: Пластиковый сцинтиллятор №1, прозрачность $(3,00 \pm 0,10)$ м.



- Рис.5: Пластиковый сцинтиллятор №2, прозрачность $(1,00 \pm 0,10)$ м.

Исследование светособираания пластикового сцинтиллятора

- В рамку выделен имеющийся образец
- В результате получено, что при уменьшении габаритов сцинтиллятора интенсивность светособираания увеличивается.

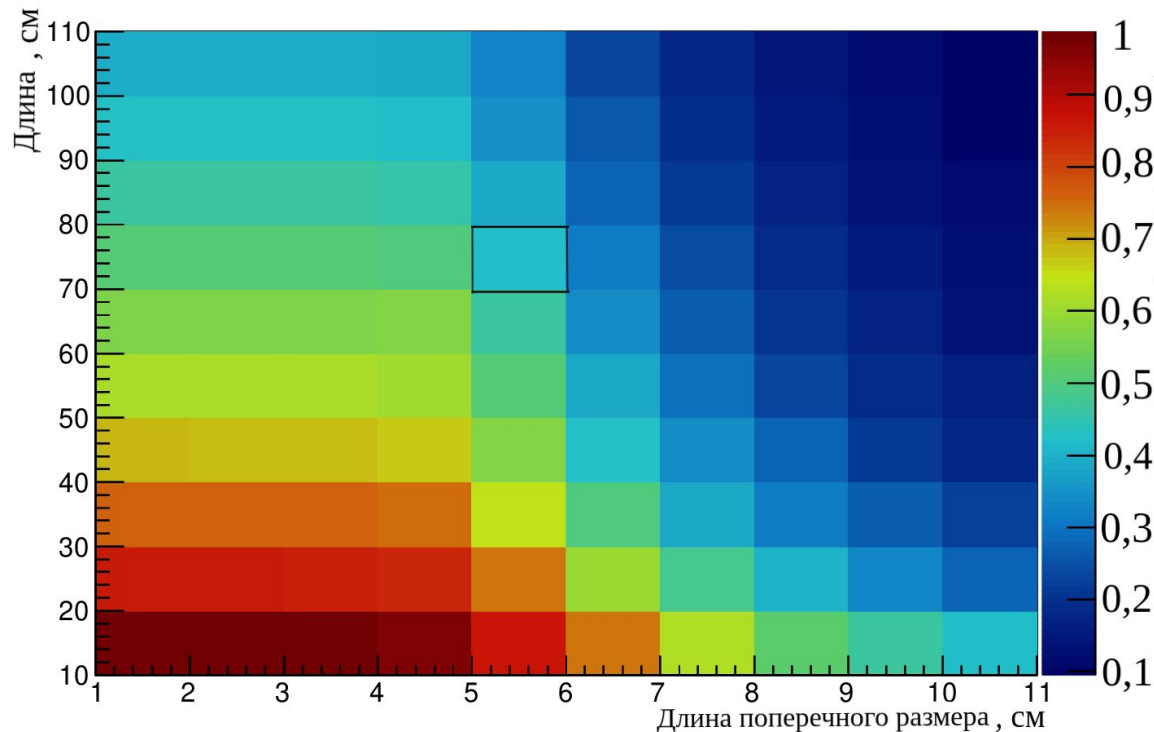


Рис.6: Зависимость интенсивности светособираания от размеров образца

Заключение

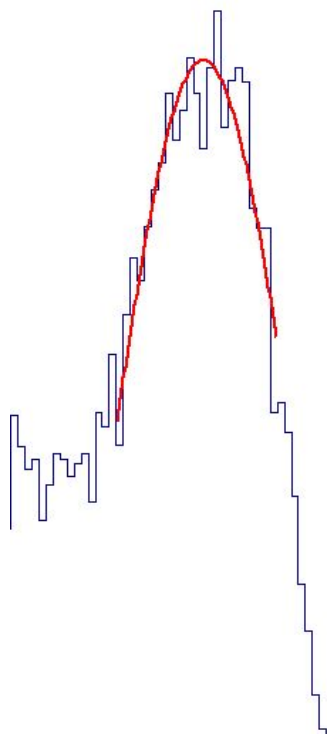
- Получены энергетические спектры радиоактивных элементов с помощью программного пакета GEANT4
- Построены неоднородности и достигнуто согласие с экспериментом при значениях прозрачностей пластиковых сцинтилляторов, равных $(3,00 \pm 0,10)$ м И $(1,00 \pm 0,10)$ м.
- Проведено исследование зависимости светособирания от размеров пластикового сцинтиллятора, определено, что при уменьшении размеров пластикового сцинтиллятора интенсивность светособирания увеличивается.

В дальнейшем будет проводиться разработка измерительного модуля детектора реакторных антинейтрино с учетом ее спектрометрических параметров.

Спасибо за внимание!

Дополнительные слайды

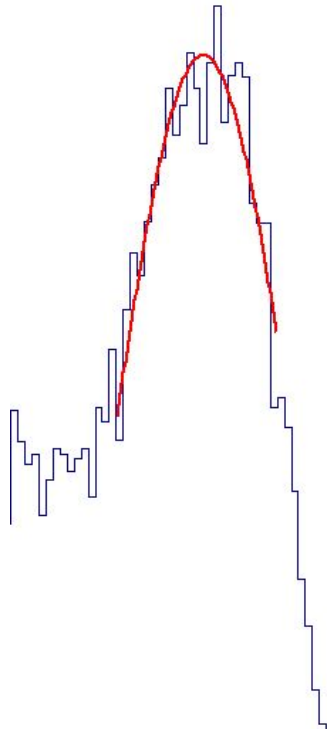
Методика определения прозрачности



$\chi^2 / \text{ndf} = 30.89 / 20$	
Constant	581.4 ± 7.6
Mean	134.8 ± 0.5
Sigma	26.38 ± 1.09

<u>dubna</u>	<u>Csmean</u>		<u>dubna</u>	<u>Csmean otr</u>
5	1,49E+02		5	0,1209808
10	1,47E+02		10	0,1035787
15	1,42E+02		15	0
20	1,42E+02		20	0,0639926
25	1,38E+02		25	0,0334077
30	1,36E+02		30	0,024061
35	1,33E+02		35	0
40	1,31E+02		40	-0,0151498
45	1,29E+02		45	-0,0339932
50	1,27E+02		50	-0,0493532
55	1,24E+02		55	-0,0658919
60	1,23E+02		60	-0,0761169
65	1,22E+02		65	-0,0814246

Методика оптимизации размеров пластикового сцинтиллятора



$\chi^2 / \text{ndf} = 30.89 / 20$	
Constant	581.4 ± 7.6
Mean	134.8 ± 0.5
Sigma	26.38 ± 1.09

детектор r=5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	1975	1971	1965	1923	1735	1484	1244	1037	924	839
20	1710	1709	1706	1685	1479	1202	972	799	669	562
30	1518	1522	1523	1495	1292	1009	778	629	530	440
40	1369	1364	1365	1340	1144	868	676	549	429	351
50	1233	1235	1238	1213	1028	771	595	469	383	324
60	1125	1124	1123	1143	924	687	529	418	338	275
70	1024	1024	1020	999	836	620	479	374	302	249
80	933	934	933	916	770	564	430	344	272	227
90	857	860	860	841	700	517	395	311	251	204
100	788	792	790	772	645	472	361	284	228	190