



Возможности использования кристаллов CdZnTe и CeBr_3 для измерений фотонного излучения в широком диапазоне энергий.

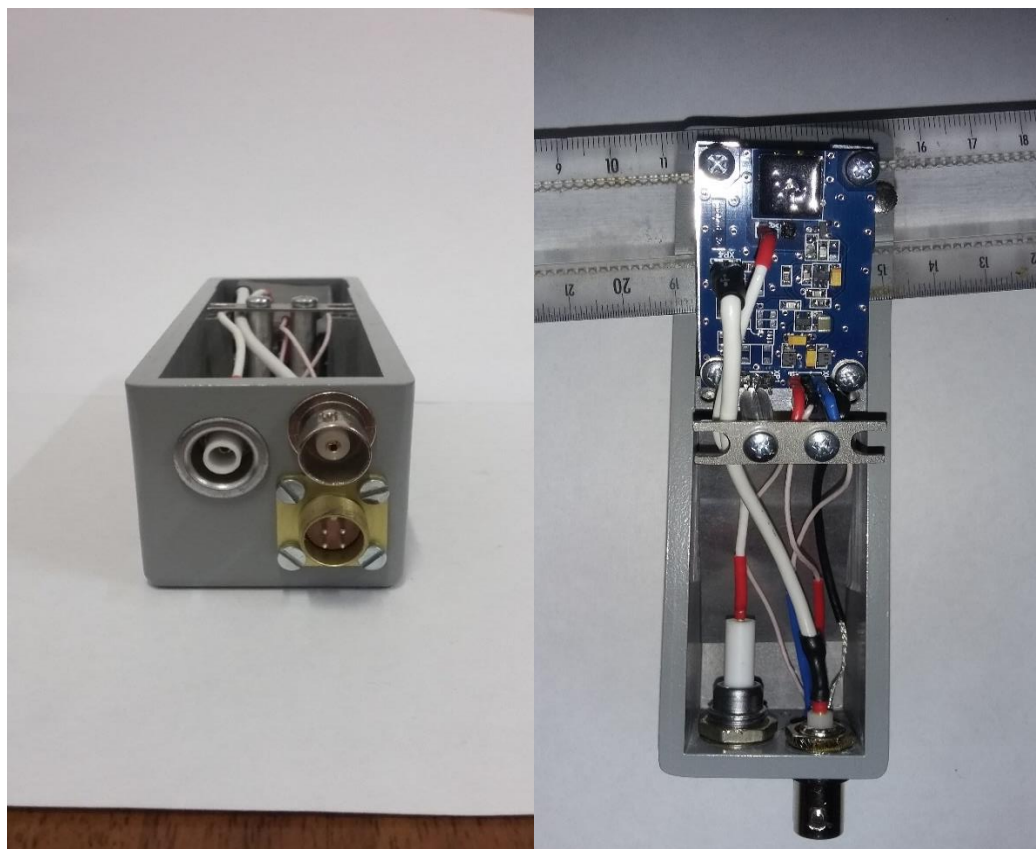
Подготовил: Шахов А. В.

г. Дубна
2020 г.



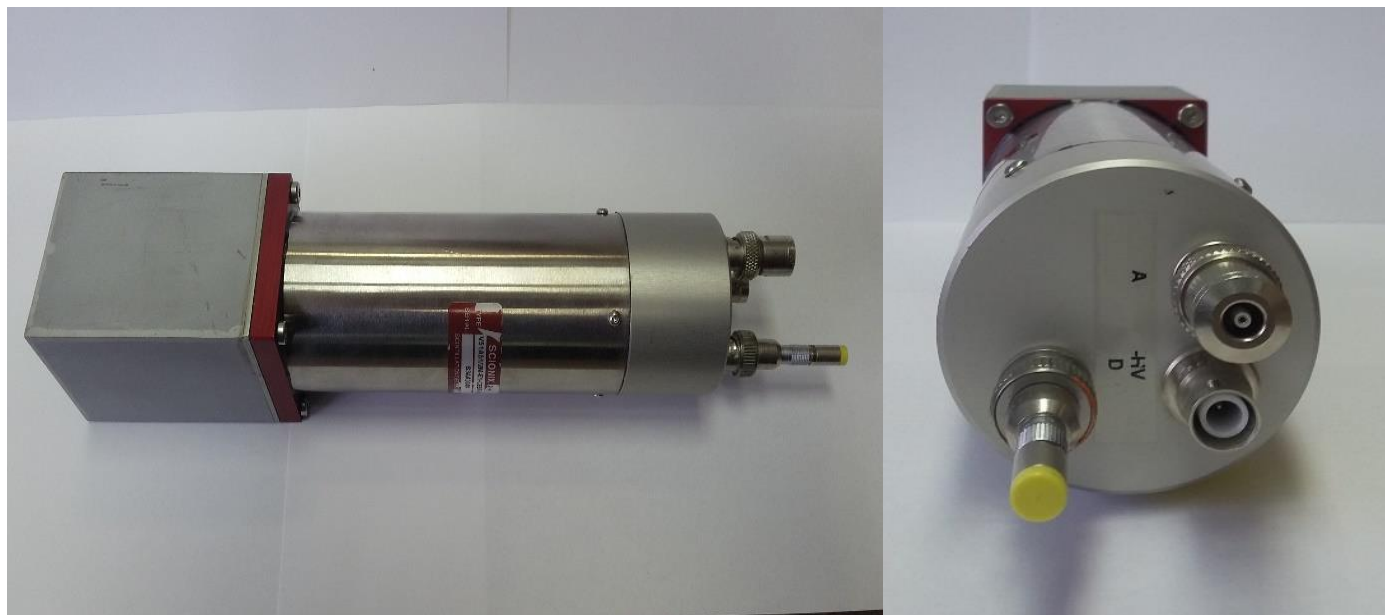
Цель работы: исследование характеристик новых полупроводниковых детекторов на основе (CdZnTe) и сцинтилляторов (CeBr₃), для измерений в широком диапазоне энергий до нескольких десятков МэВ. Создание спектрометрической установки для измерений основанных на методах γ – γ и α – γ совпадений для проверки возможности использования данных детекторов в экспериментах.

Детектор на основе кристалла кадмий-цинк-теллур (CdZnTe)



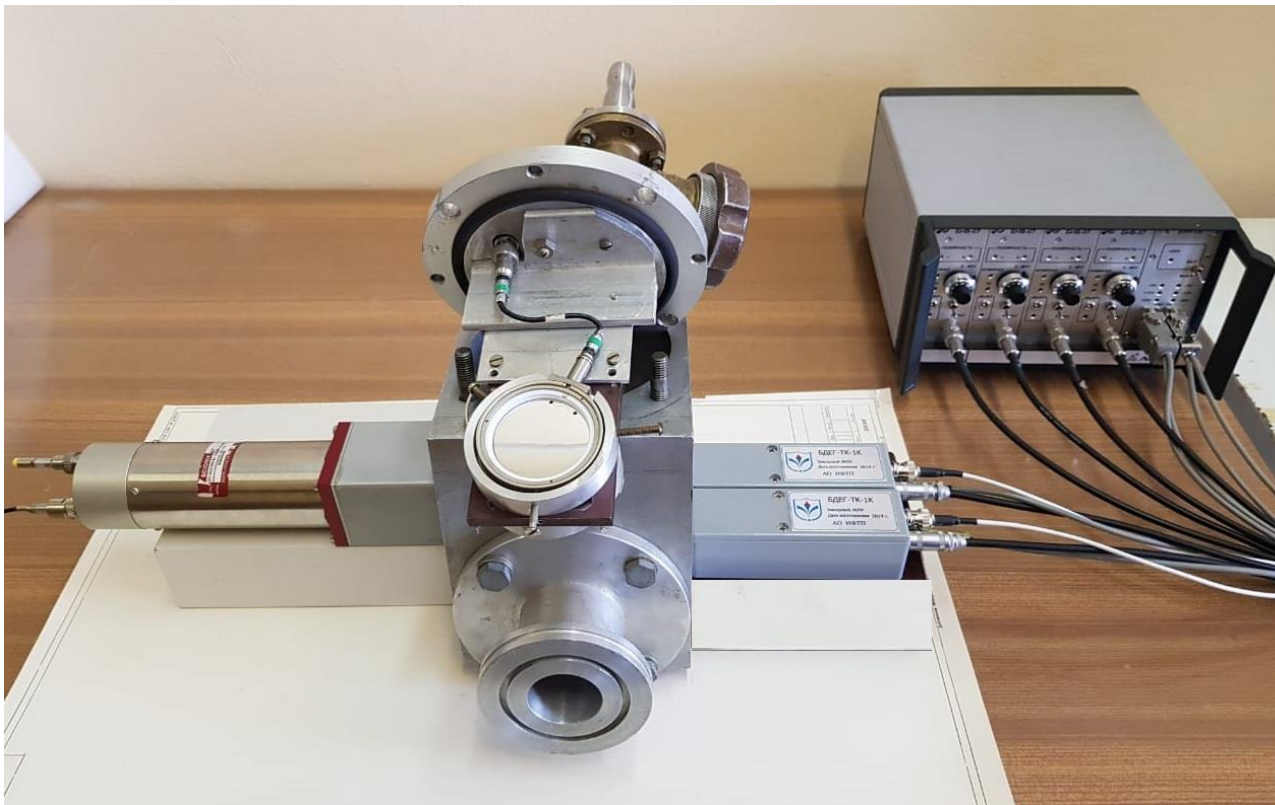
- Детектор обладает небольшим размером
- Достаточно высокий средний атомный номер
- Диапазон рабочих температур – в интервале от -5 до $+40$ °C, не требует охлаждения
- Наличие широкой запрещенной зоны ($1,5 \div 2,2$ эВ)
- Чувствителен к полям рентгеновского излучения
- Работает в магнитных полях

Детектор на основе сцинтиллятора CeBr_3



- Достаточно высокий средний атомный номер и плотность вещества
- Имеет собственную радиоактивность
- Гигроскопичен
- Чувствителен к полям рентгеновского излучения
- Не требует подключения дополнительных ФЭУ

Установка для корреляционных измерений

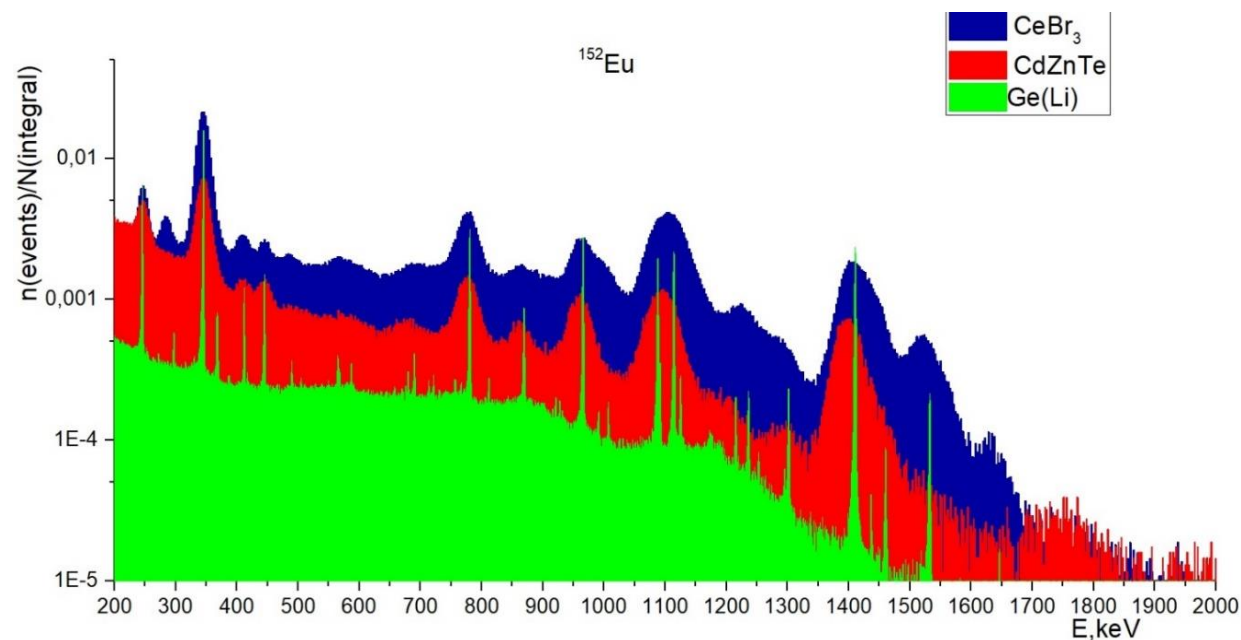
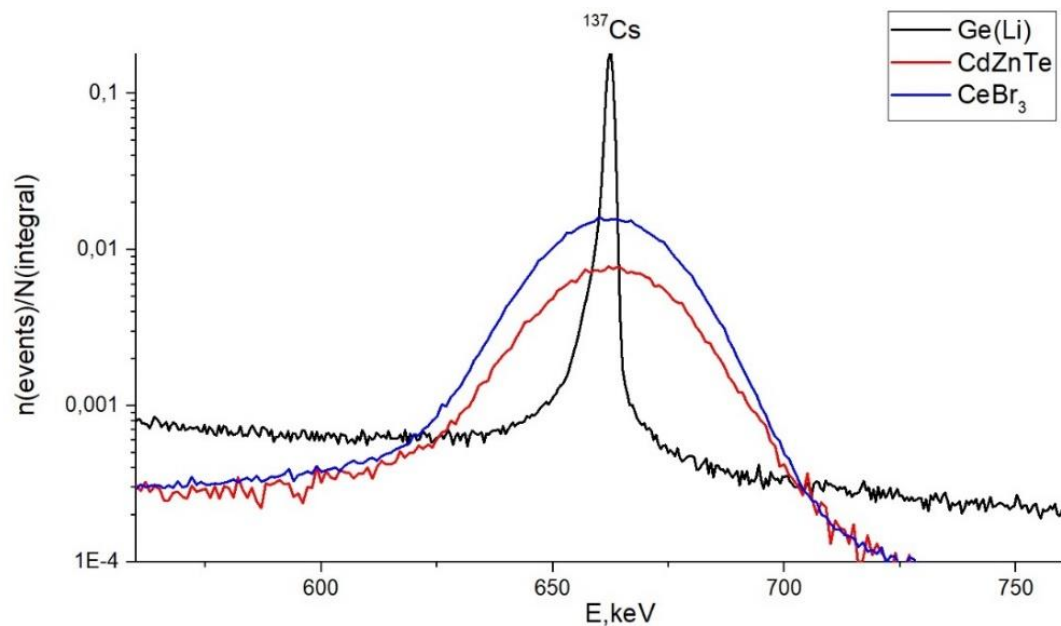


Спектрометрическая установка для измерений γ - γ и α - γ совпадений состоит из:

- Сцинтилляционного гамма детектора CeBr_3
- Полупроводникового гамма детектора CdZnTe
- Полупроводникового альфа детектора Si
- Вакуумной камеры выполняющей роль рабочего объёма установки
- Измерительной электроники (дигитайзер)



Сравнение характеристик детекторов CeBr_3 , CdZnTe и Ge(Li) .



Спектры гамма-излучения ^{137}Cs источника, полученных в одинаковых условиях с детекторами: синий – CeBr_3 , красный- CdZnTe , черный- Ge(Li)

Спектры гамма излучения ^{152}Eu источника для детекторов, полученных в одинаковых условиях: синий – CeBr_3 , красный- CdZnTe , зеленый- Ge(Li)



Энергетическое разрешение и эффективность детекторов CeBr_3 , CdZnTe и Ge(Li)

Энергетическое разрешение

Energy	FWHM/E, %		
	Ge(Li)	CeBr ₃	CdZnTe
¹⁵² Eu- 121.7 keV	1.22	15.3	10.14
¹⁵² Eu- 244.6 keV	0.67	11.38	8.7
¹⁵² Eu- 344.3 keV	0.47	7.91	5.77
¹³⁷ Cs – 661.2 keV	0.4	4.57	3.44
⁶⁰ Co – 1173.2 keV	0.23	4.07	3.38
⁶⁰ Co – 1332.5 keV	0.20	3.7	2.7

Эффективность регистрации гамма излучения

	source	V, cm ³	H, см	ε_g , %	ε_{abs} , %
Ge(Li)	¹³⁷ Cs (661.1 keV)	98.125	5	5.3	3.12
CdZnTe	¹³⁷ Cs (661.1 keV)	0.5	5	1.12	4.9
CeBr ₃	¹³⁷ Cs (661.1 keV)	132.651	5	6.57	27.62

Сравнение энергетического диапазона гамма-излучения регистрируемого детекторами CdZnTe и CeBr₃ с использованием источника «Pu-Be»

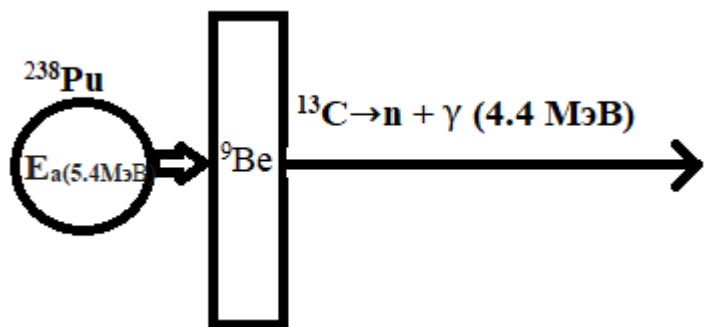
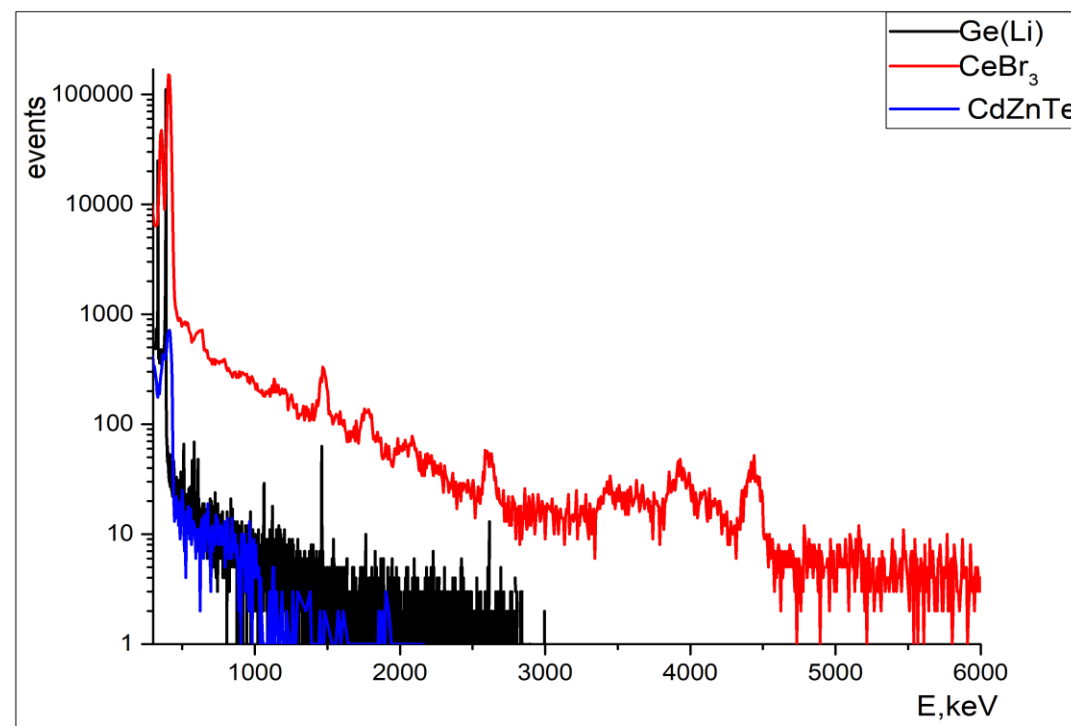


Схема нейтронного источника «Pu-Be»
для получения жестких гамма-квантов



Спектры источника «Pu-Be» для детекторов CdZnTe, Ge(Li) и CeBr₃.



Спектр γ - γ совпадений, полученный с помощью экспериментальной установки от источника ^{60}Co

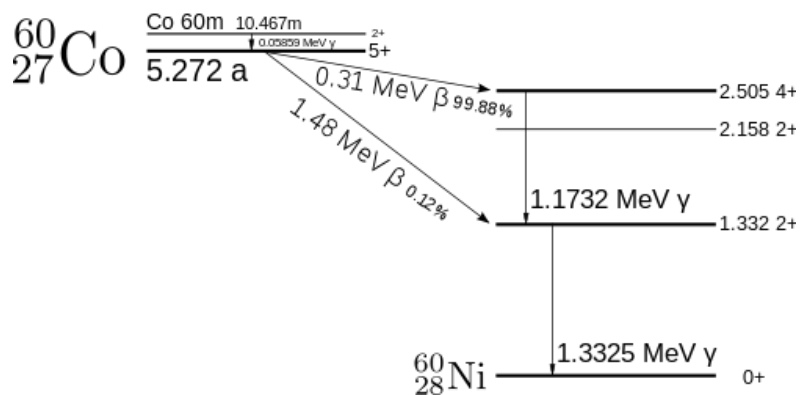
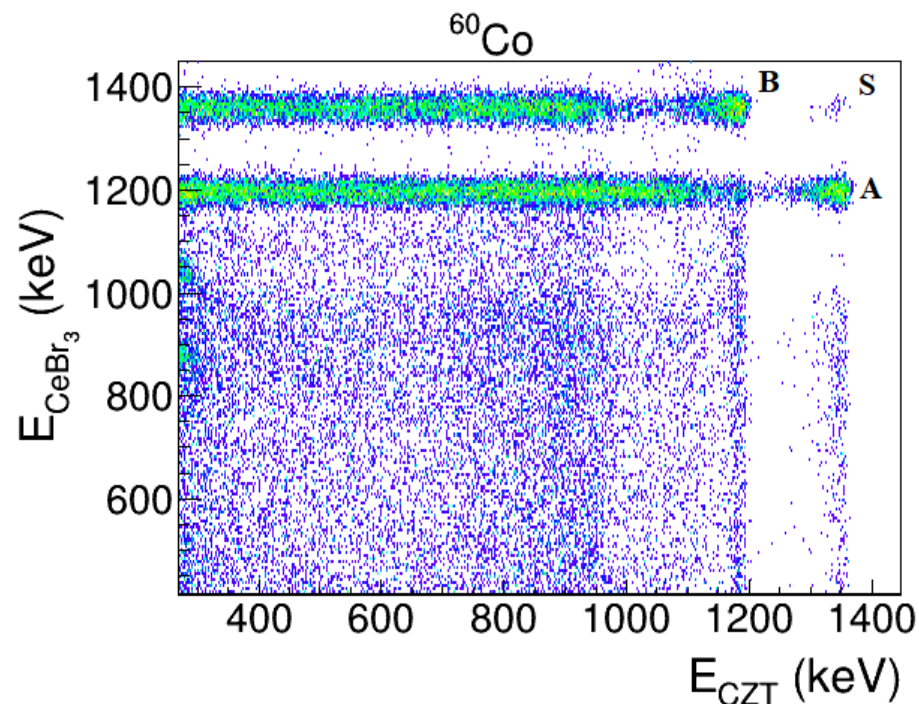


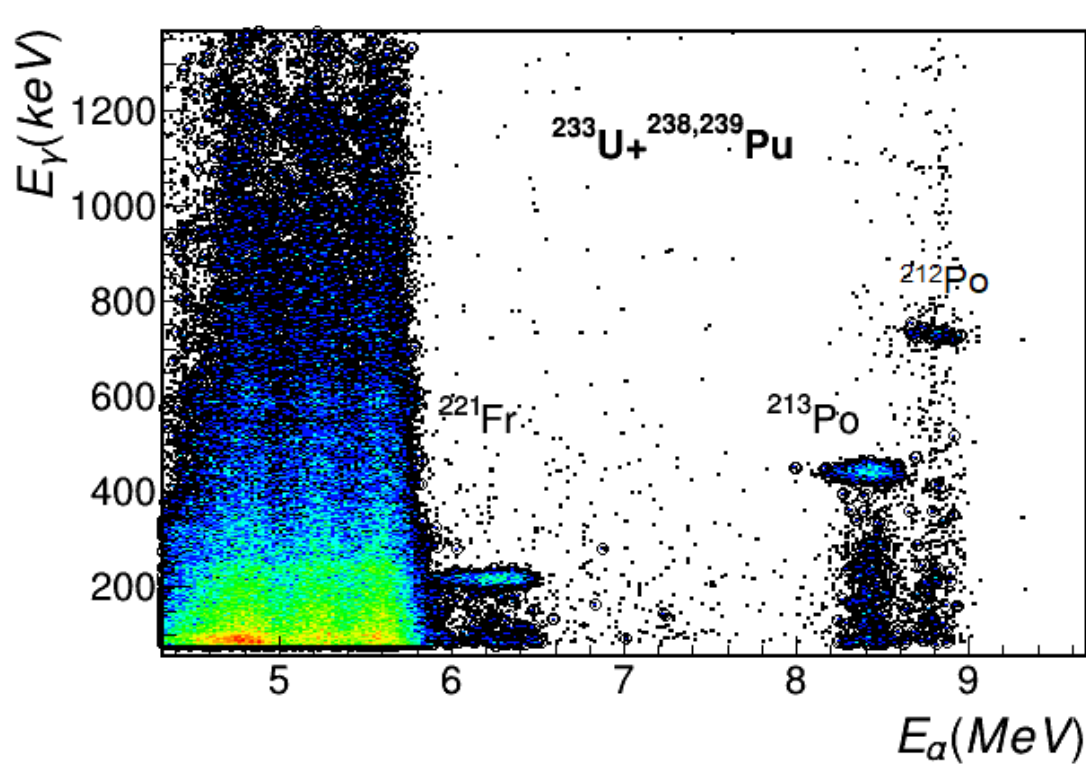
Схема распада ^{60}Co



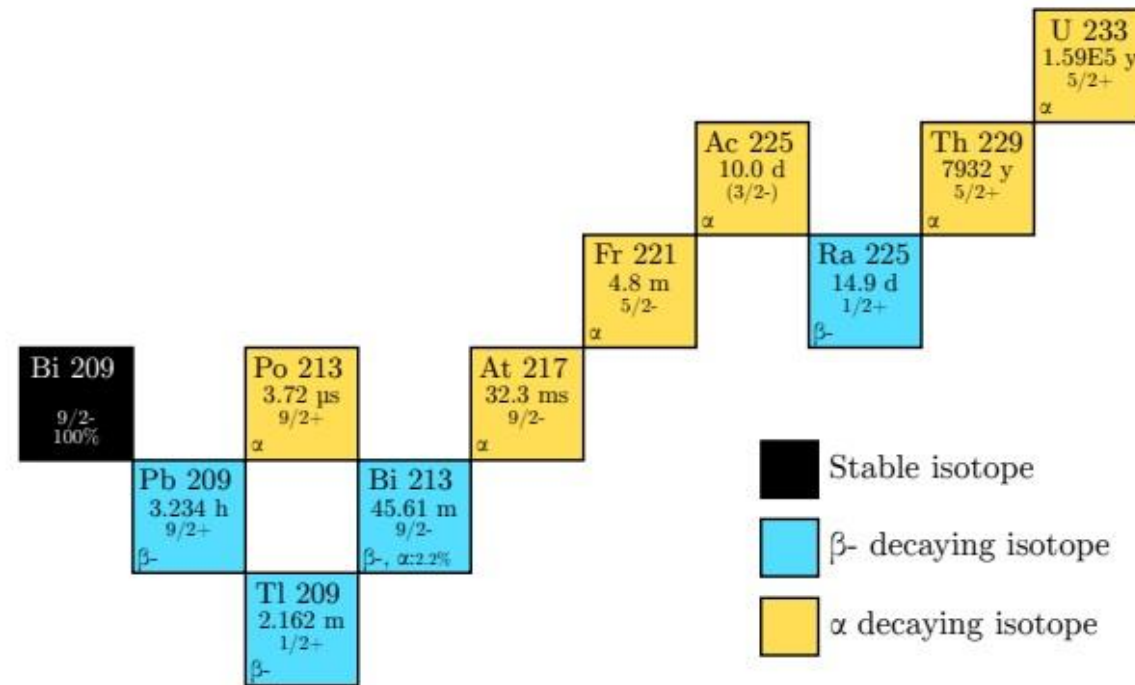
А) и В) Два истинных совпадений полных энергий. S) ложное совпадение одинаковой энергии.



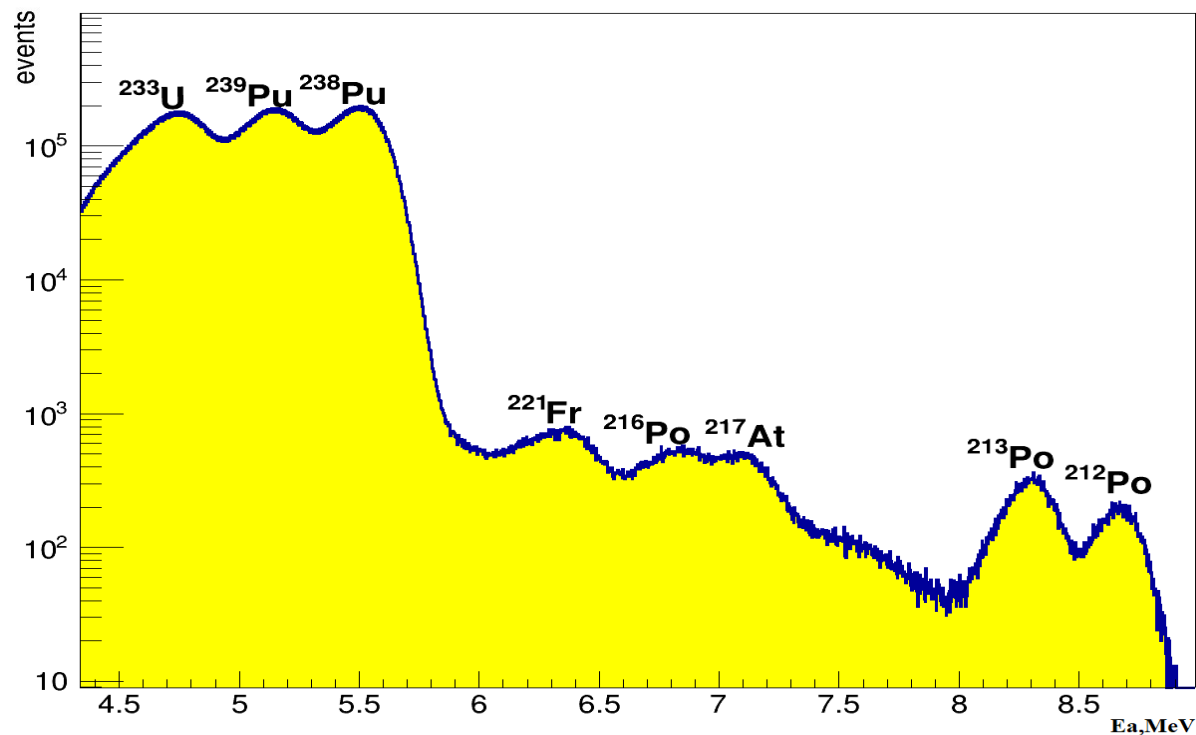
Спектр α - γ совпадений полученный на экспериментальной установке



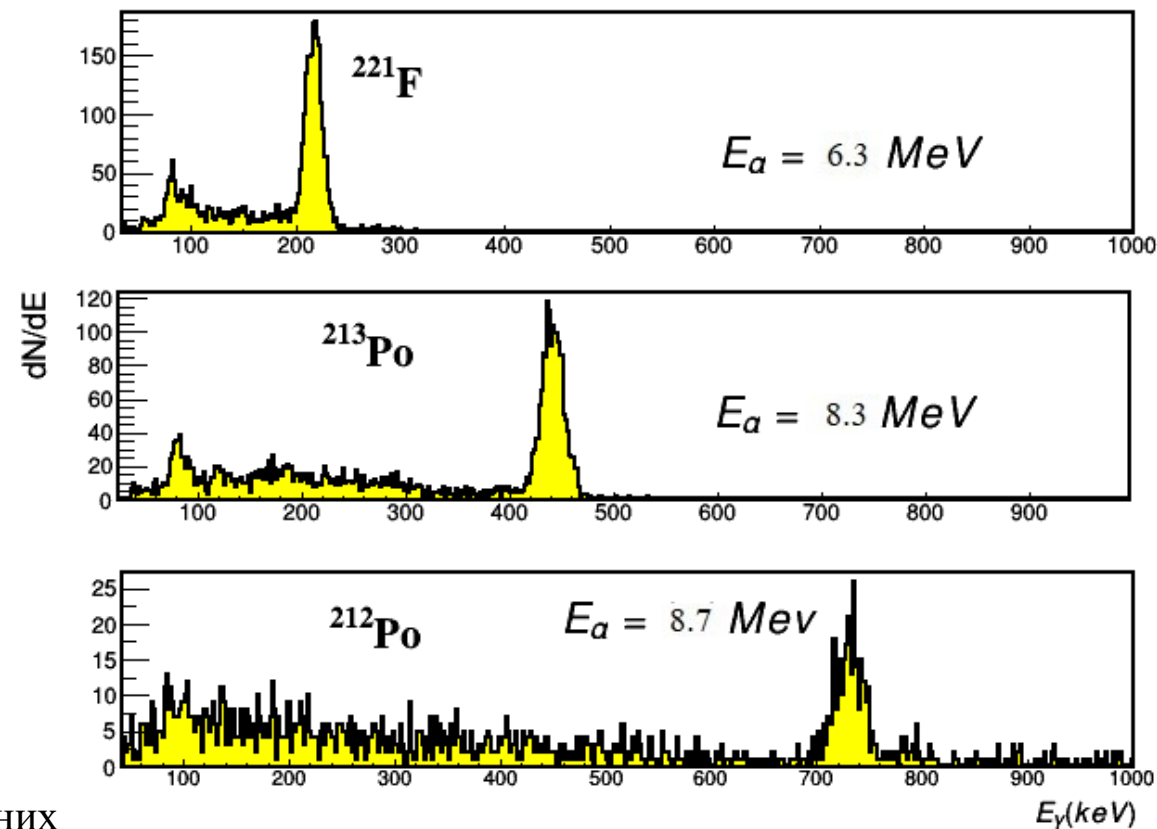
Спектр альфа-гамма-совпадений от источника ^{233}U , $^{238,239}\text{Pu}$



Цепочка распада ^{233}U

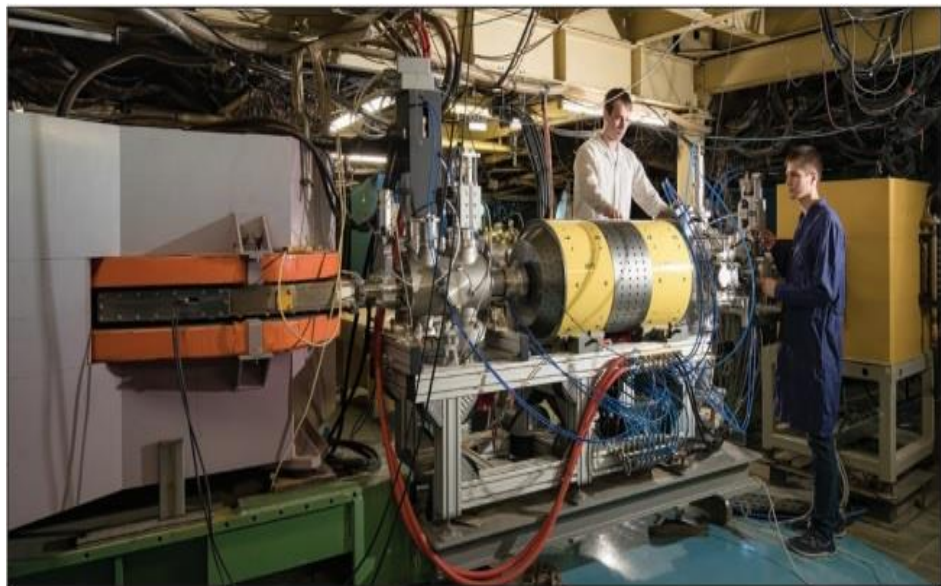


Прямые альфа-спектры ^{233}U , $^{238,239}\text{Pu}$ и альфа-спектры дочерних ядер, распада ^{233}U , ^{216}Po и ^{212}Po определены как дочерние элементы из распада природного тория ^{232}Th .

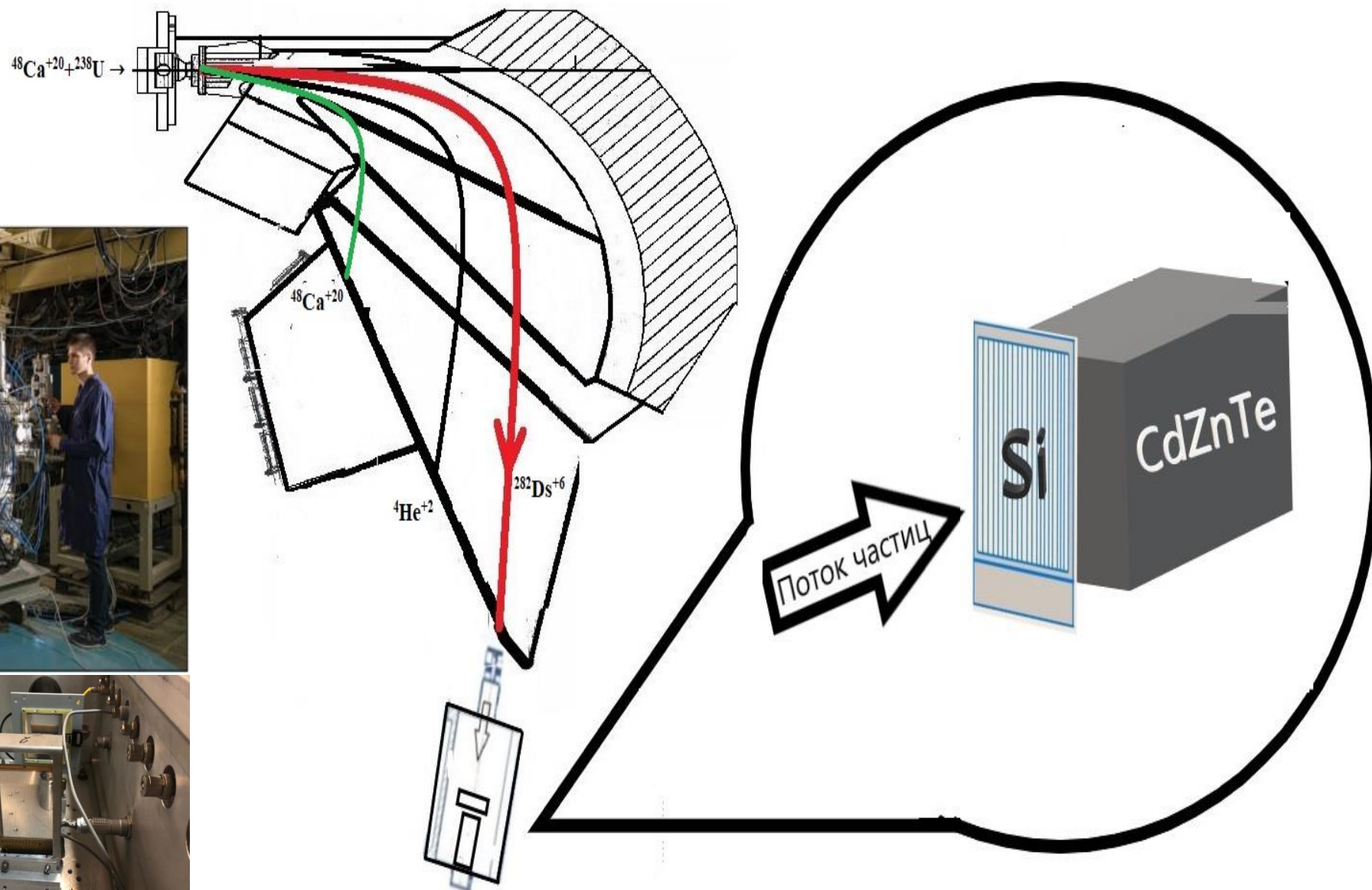


Гамма спектры совпадений

Детектор для регистрации тяжёлых продуктов реакции на физической установке (МABP)



Магнитный анализатор
высокого разрешения
(МABP)





Результаты работы

Был опробован новый тип детекторов на основе кристаллов CdZnTe и CeBr_3 . Исследованы и определены основные характеристики таких детекторов, такие как энергетическое разрешение FWHM/E_γ (кэВ), абсолютная эффективность регистрации $\varepsilon(\%)$. Проверена возможность регистрации в широком диапазоне энергии. Результаты подобных измерений показывают, что эти детекторы могут использоваться для исследования механизмов ядерных реакций и исследования свойств продуктов реакций, в частности, продуктов полного и не полного слияния.



Спасибо за внимание!