

**ГРАДУИРОВКА  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$  ДЕТЕКТОРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТИ ПЛАНЕТ  
МЕТОДОМ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ**

<sup>1</sup>Козырев А.С.

<sup>1</sup>Литвак М.Л.

<sup>1</sup>Митрофанов И.Г.

<sup>1</sup>Санин А.В.,

<sup>2</sup>Тимошенко Г.Н.

<sup>1</sup>Третьяков В.И.

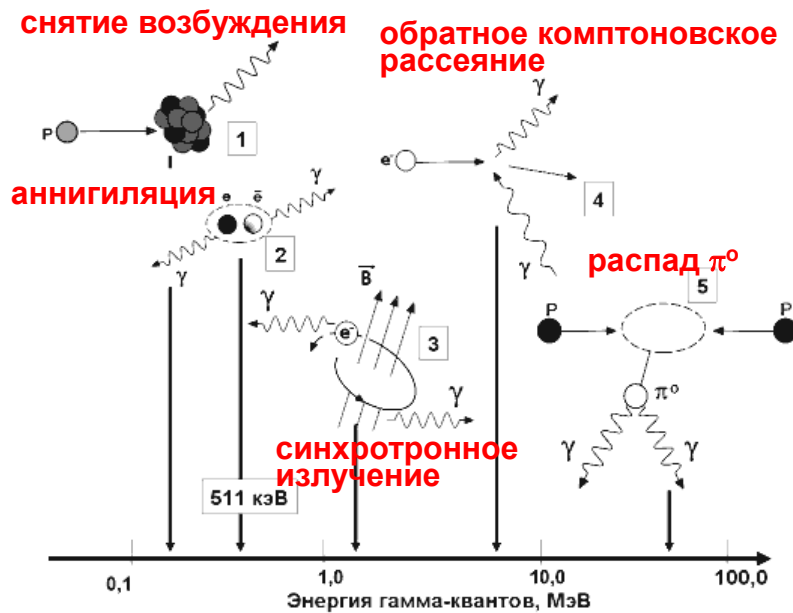
<sup>2</sup>Швецов В.Н.

*<sup>1</sup>Институт космических исследований РАН, Москва*

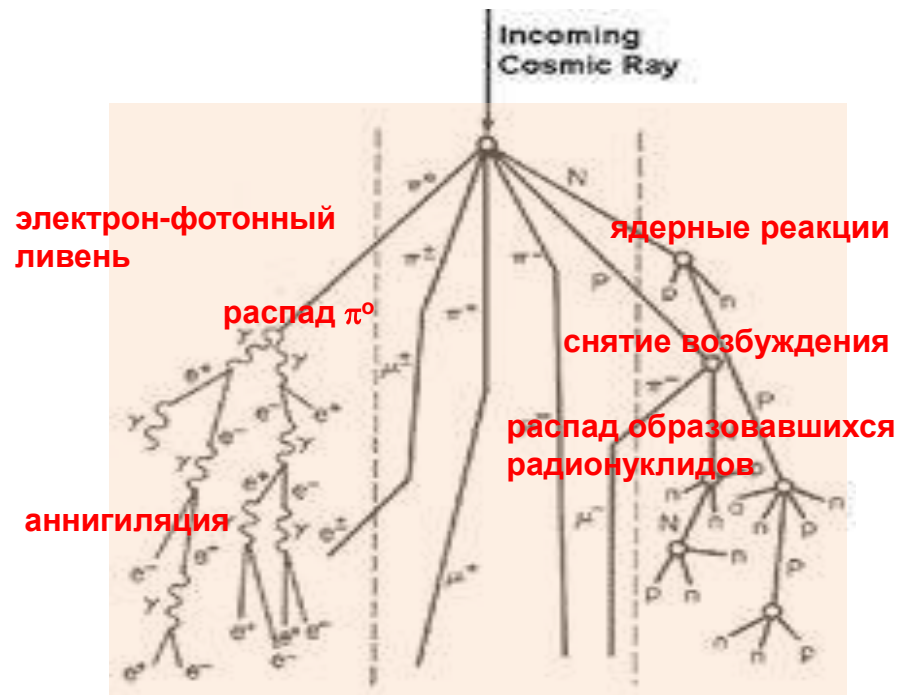
*<sup>2</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна*

## Гамма-спектр на орбите формируется за счет:

- космических гамма-квантов;
- гамма-квантов природных радионуклидов в поверхностном слое грунта планеты;
- гамма-квантов, рождаемых в поверхностном слое грунта планеты при взаимодействии с ним галактических космических лучей.

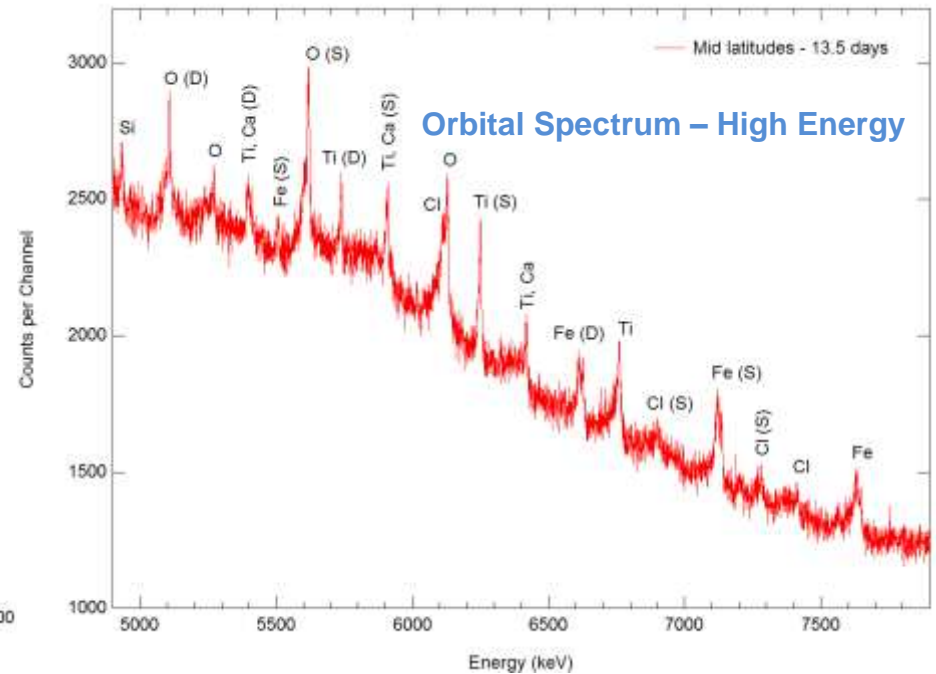
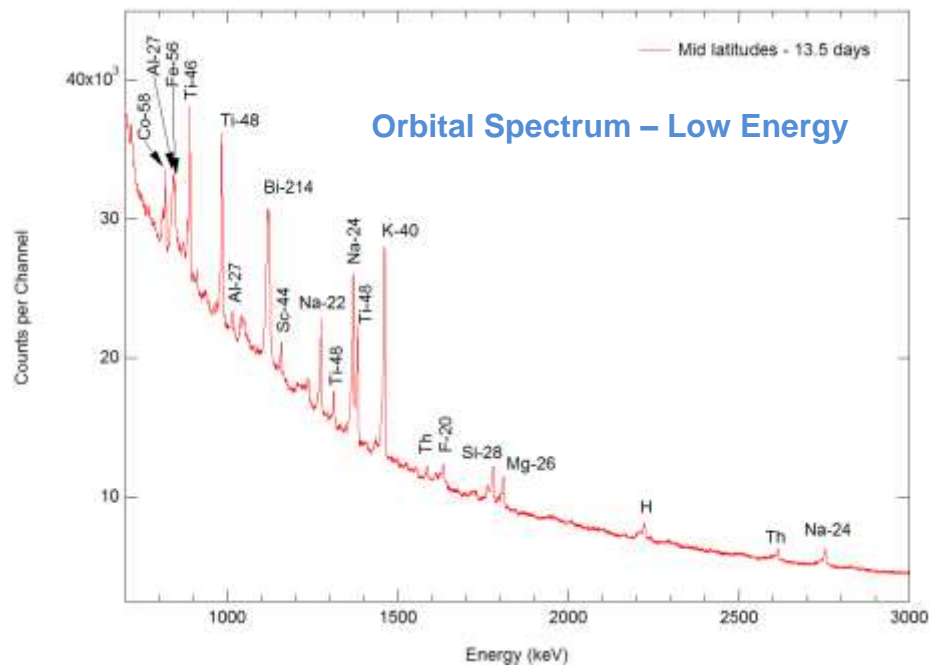


Основные физические механизмы генерации космического гамма-излучения



Межъядерный каскад в веществе

Длиннораспадные цепочки  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  с дочерними радионуклидами,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{50}\text{V}$ ,  $^{115}\text{In}$ ,  $^{123}\text{Te}$ ,  $^{138}\text{La}$  .....



## Mars Odyssey Gamma-Ray Spectrometer

Гамма-спектрометр аппарата Mars Odyssey создан на базе  $\text{Ø}67 \times 67 \text{ mm}^3$  HPGe детектора n – типа. Детектор пассивно охлажден до криогенной температуры ( $< 130 \text{ K}^\circ$ ).





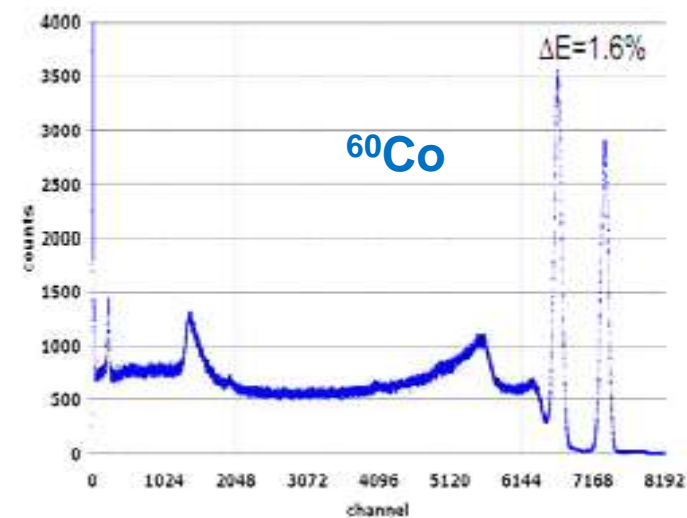
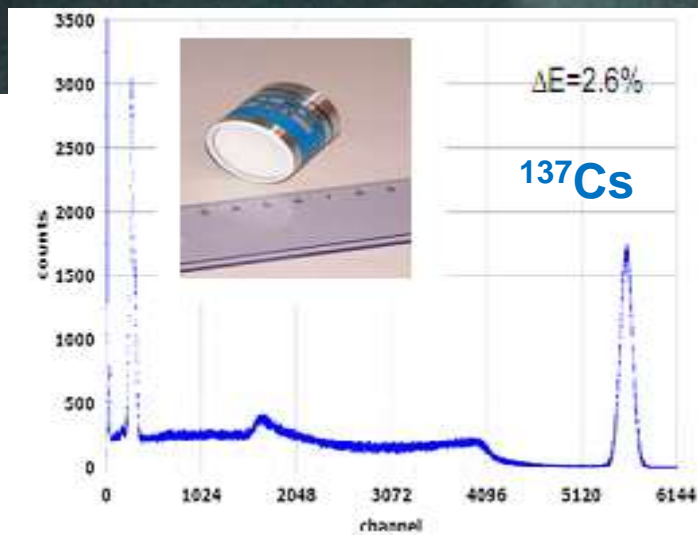
# 2001

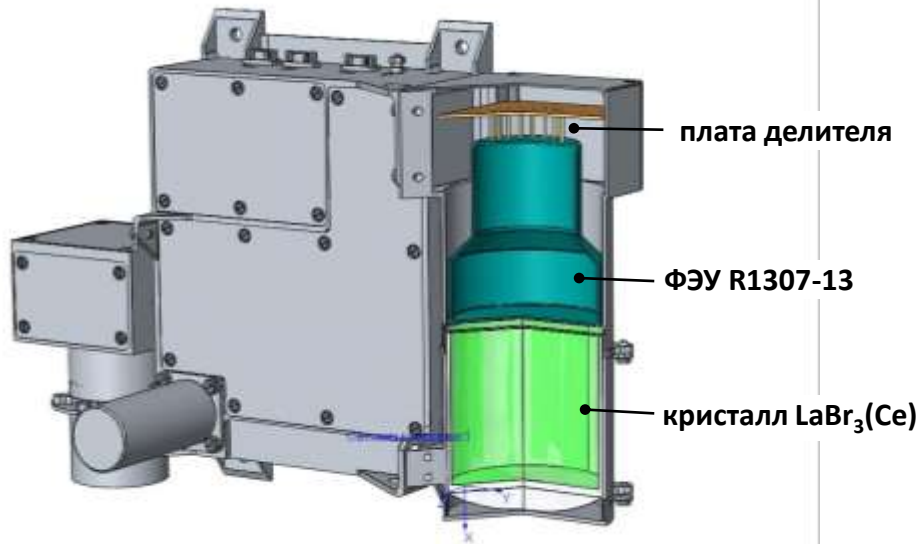
## Saint-Gobain Crystals

# LaBr<sub>3</sub> (Ce)



	Nal:TI	LaCl <sub>3</sub> :Ce	LaBr <sub>3</sub> :Ce	BGO	GSO	LYSO
Density	3.67	3.79	5.29	7.13	6.7	7.2
Decay Time (ns)	240	28	15	300	60	41
Timing Res. (ps)			315 <sup>(1)</sup>			640 <sup>(1)</sup>
Light Output (Ph/Mev)	39 000	46 000	63 000	9000	9000	34 000
E. Res. @ 662 keV	7	< 4	3	>> 10	9	8
Max. Emission wavelength (nm)	415	350	380	480	440	420





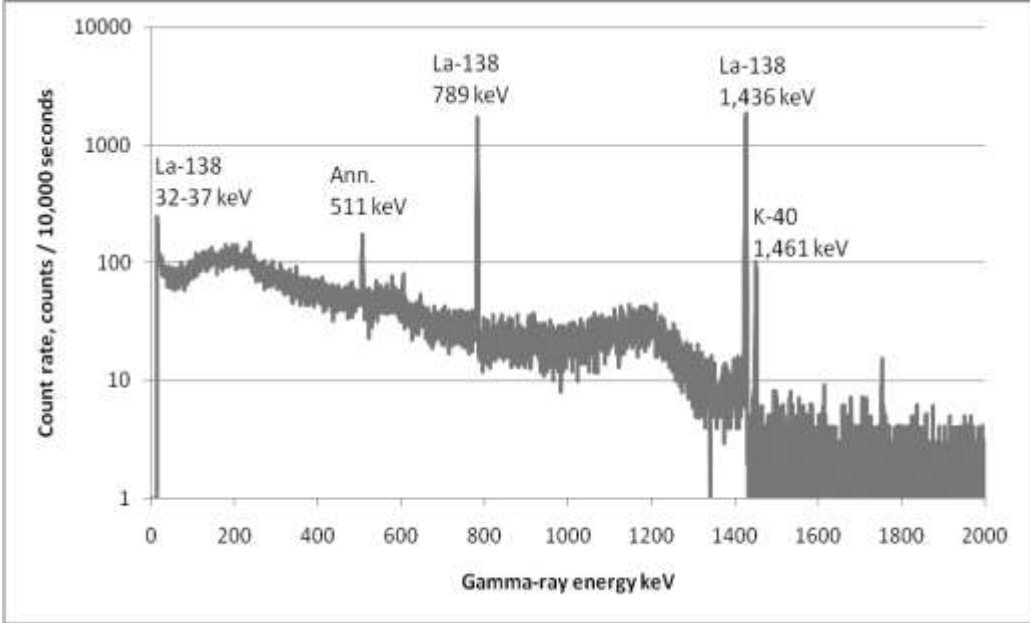
# МГНС

В составе научной аппаратуры миссии ЕКА «БепиКоломбо» к Меркурию, старт которой запланирован на 2015 г.

# АДРОН

в составе космических аппаратов «Луна-Ресурс» и «Луна-Глоб» с запуском в 2013-2014 гг. на индийской ракете-носителе GSLV-2

## СОБСТВЕННАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ



$^{139}\text{La}$  (99,91 %) +  $^{138}\text{La}$  (0,09 %)

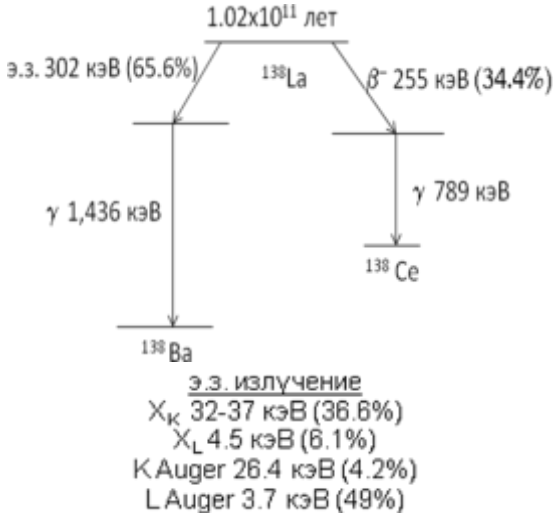
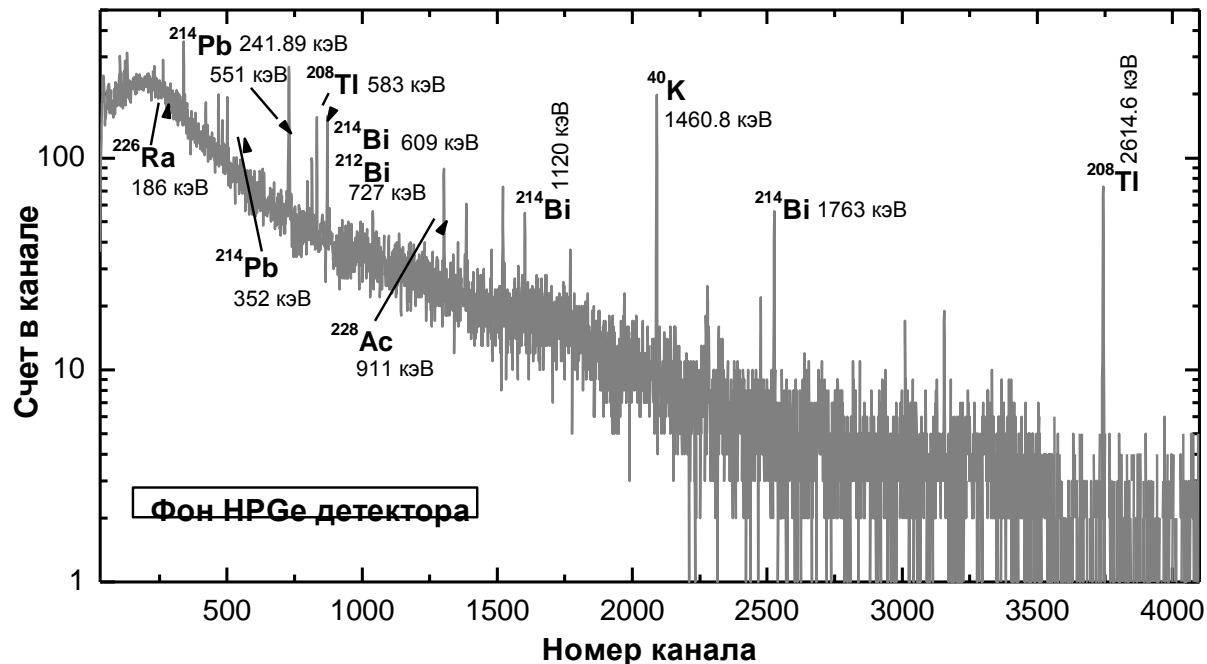
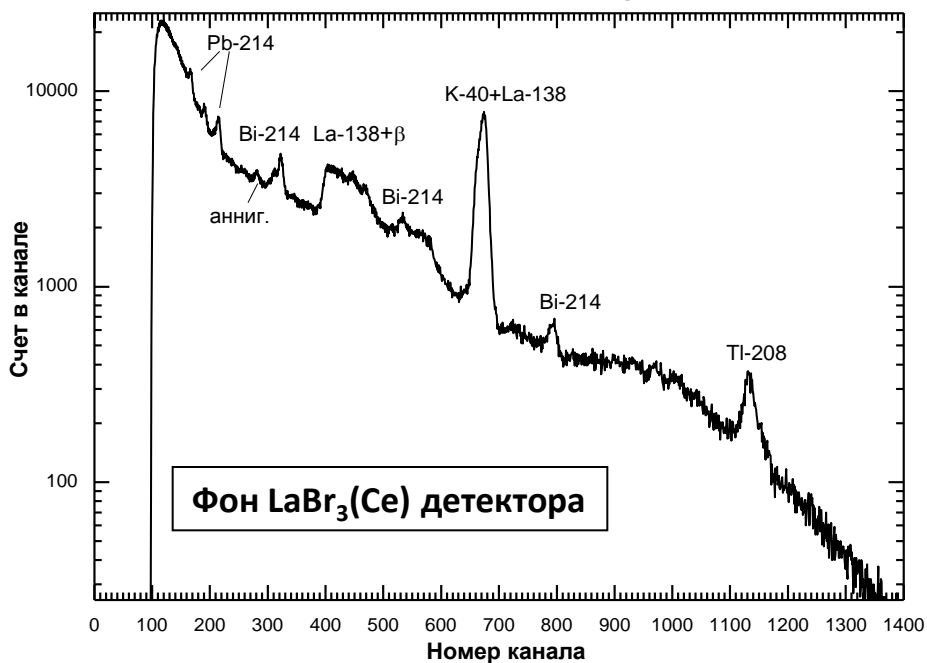


Схема распада La-138

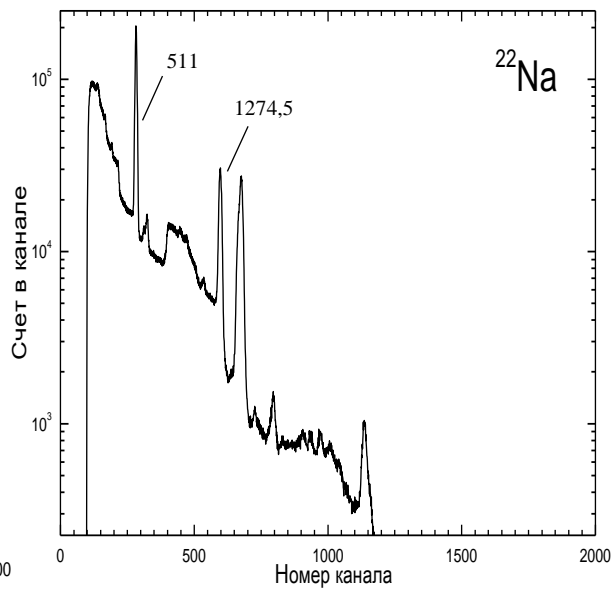
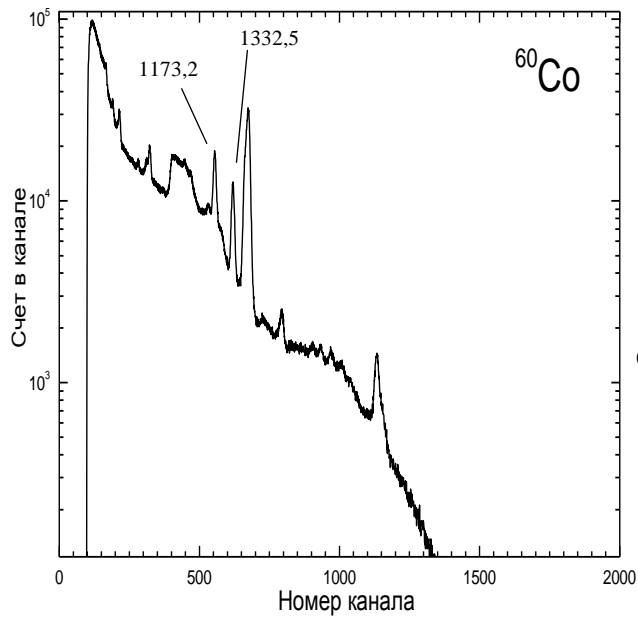
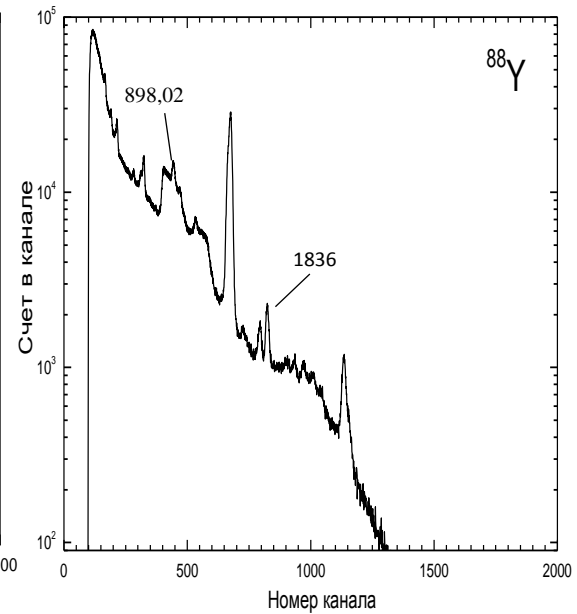
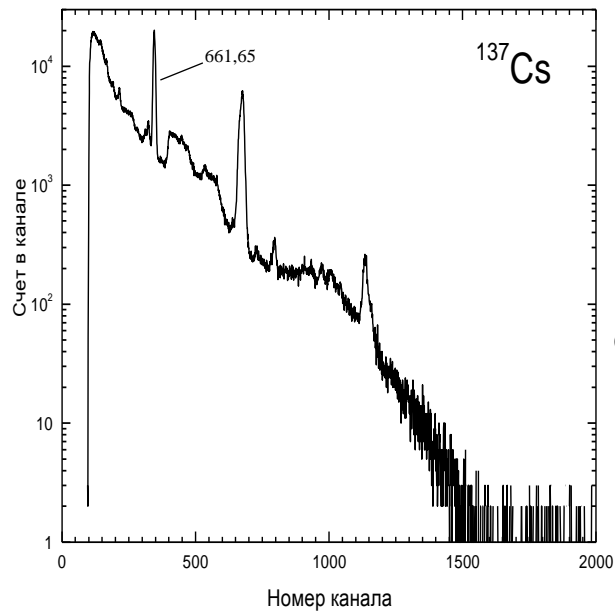
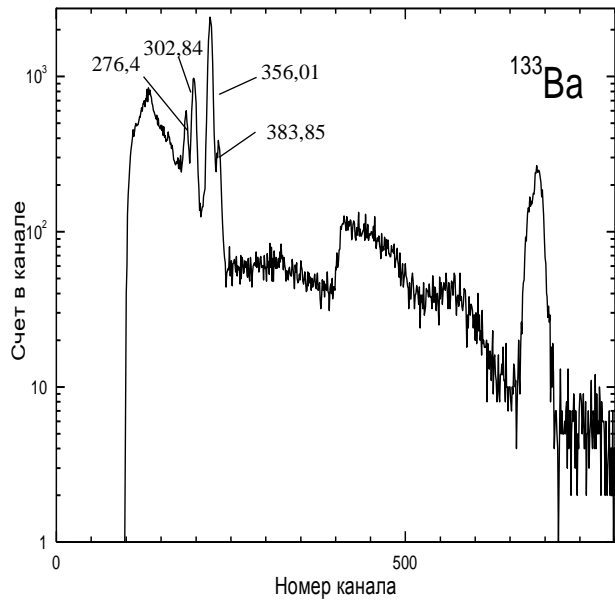


## Градуировка шкалы гамма-спектрометра МГНС в диапазоне до 10 МэВ:

- фоновый гамма-спектр;
- спектры от образцовых источников ОСГИ;
- спектры, измеренные при облучении нейтронами материалов с известным химическим составом.



Вклад  $^{138}\text{La}$  в фоновый спектр проявляется в виде линий 511 кэВ, 789 кэВ и 1436 кэВ. Последняя линия неразрешима в детекторе с линией от природного радионуклида  $^{40}\text{K}$  (1461 кэВ). Широкий горб в районе энергии 790-1000 кэВ образован квантами 789 кэВ с одновременным наложением импульсов от электронов, испускаемых  $^{138}\text{La}$ .



**Аппаратурные спектры от источников ОСГИ**



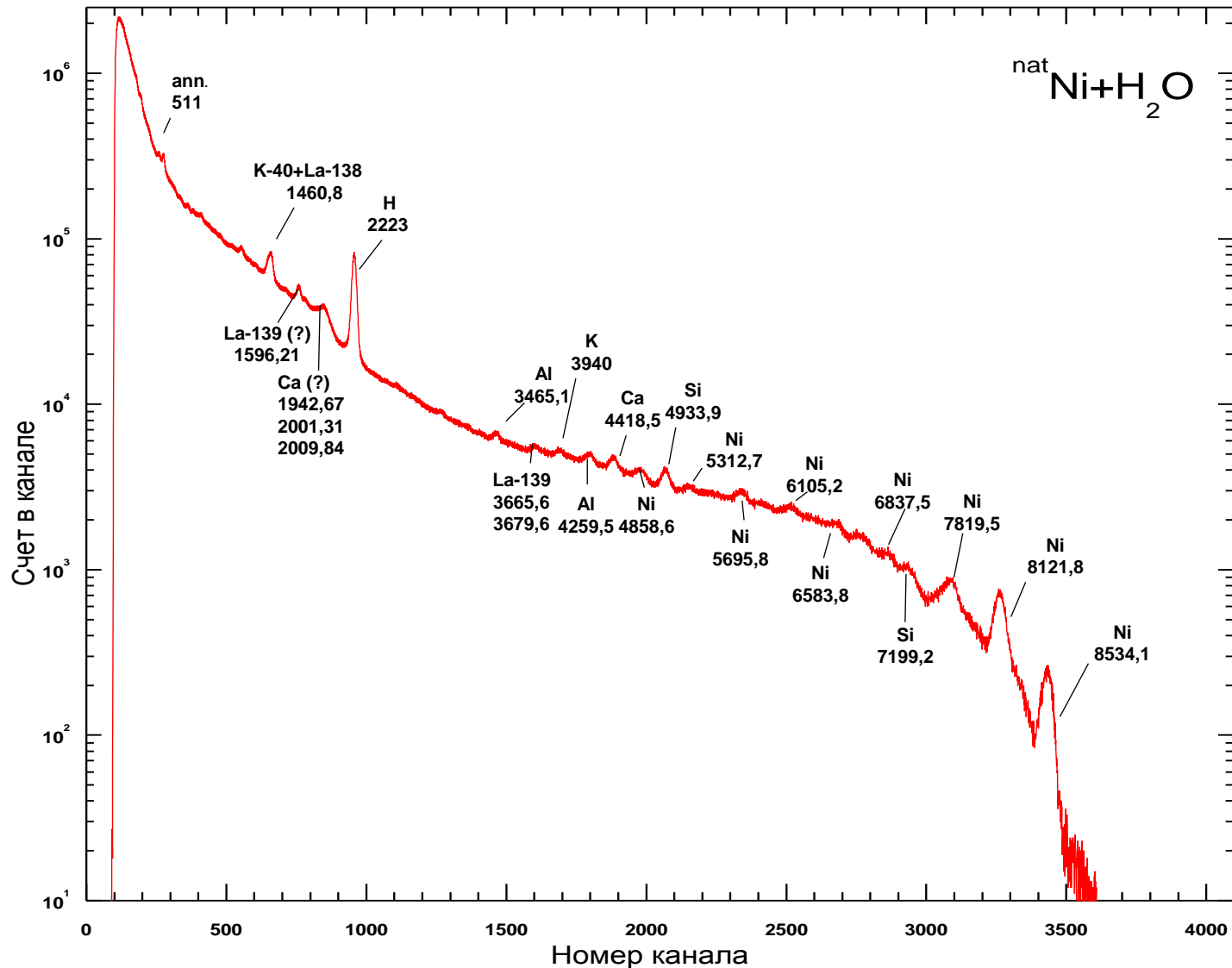
**Градуировка в открытой геометрии  
(экспериментальный зал ИБР-2)**



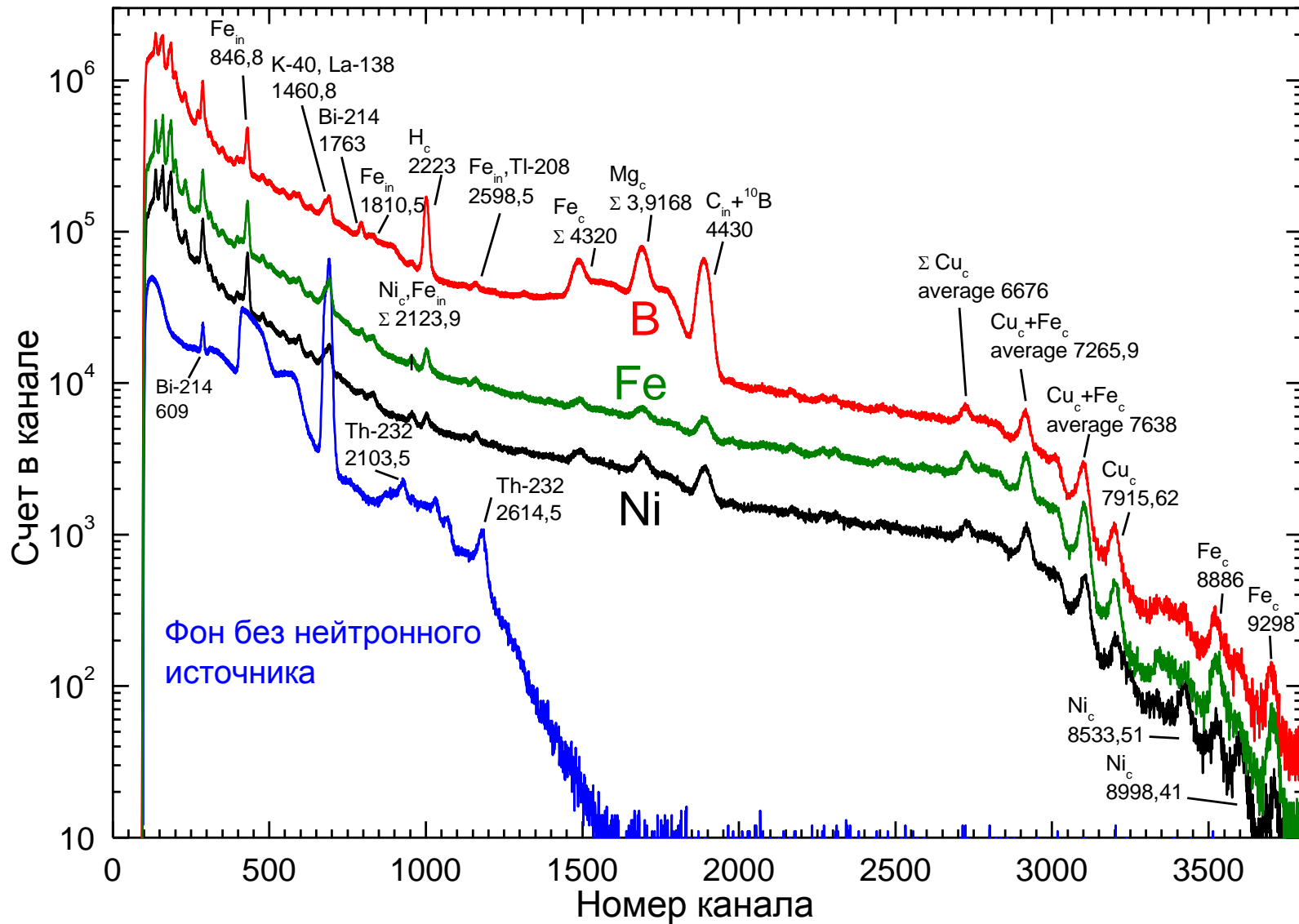
**Градуировка в низкофоновой защите**



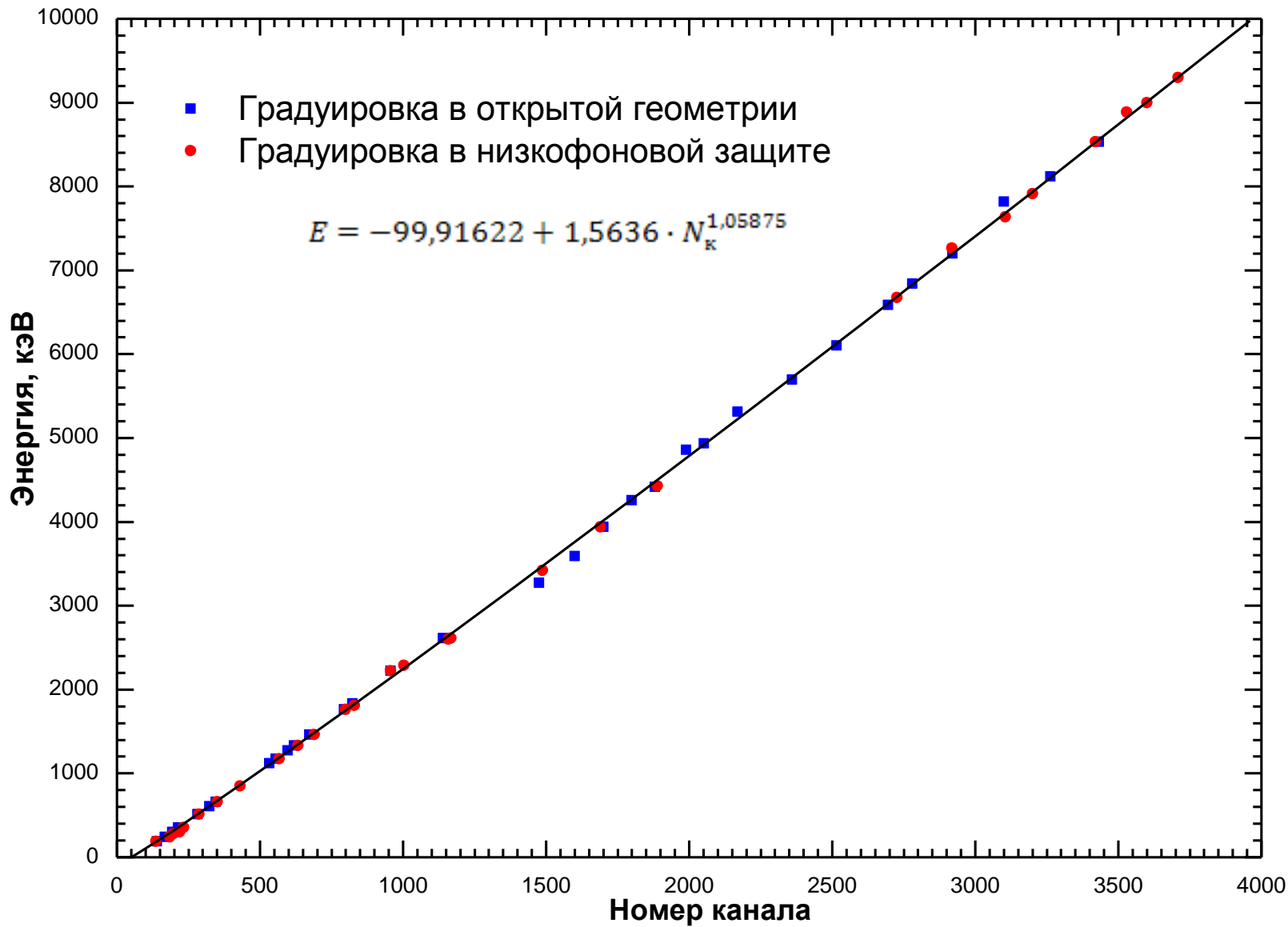
# Использование реакций радиационного захвата и неупругого рассеяния нейтронов



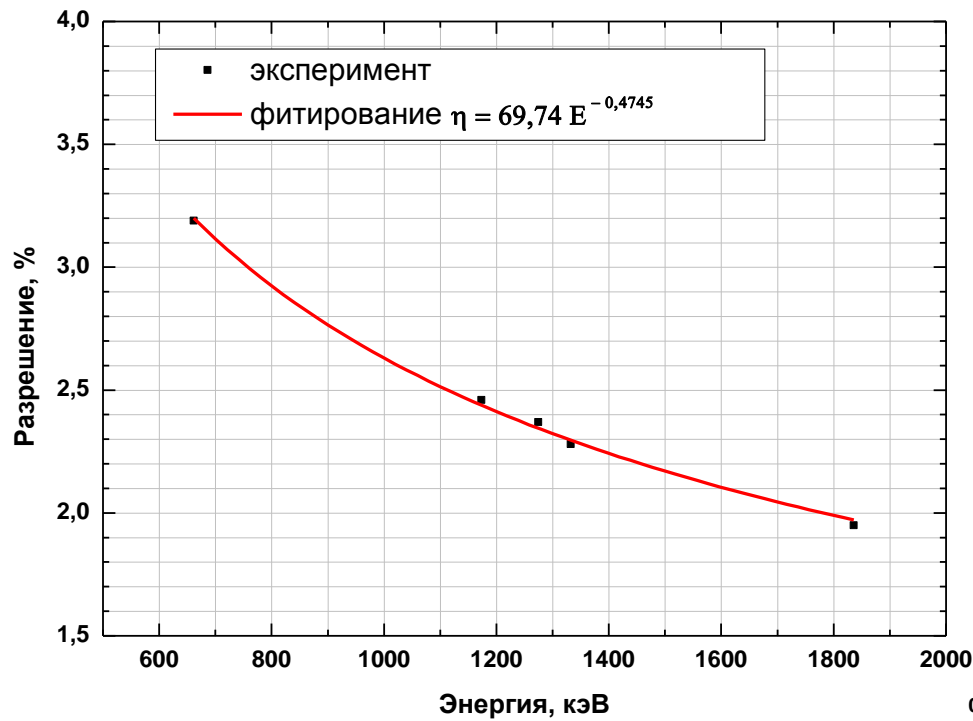
Аппаратурный спектр гамма-квантов, измеренный с  $^{252}\text{Cf}$  источником нейтронов, замедлителем  $\text{H}_2\text{O}$  и мишенью  $^{nat}\text{Ni}$  в условиях открытой геометрии



Аппаратурные спектры гамма-квантов, измеренные внутри низкофоновой защиты (Fe + Cu) с использованием реакций захвата и неупругого рассеяния нейтронов Pu-Be источника на радиаторах из Ni и  $B_4C$

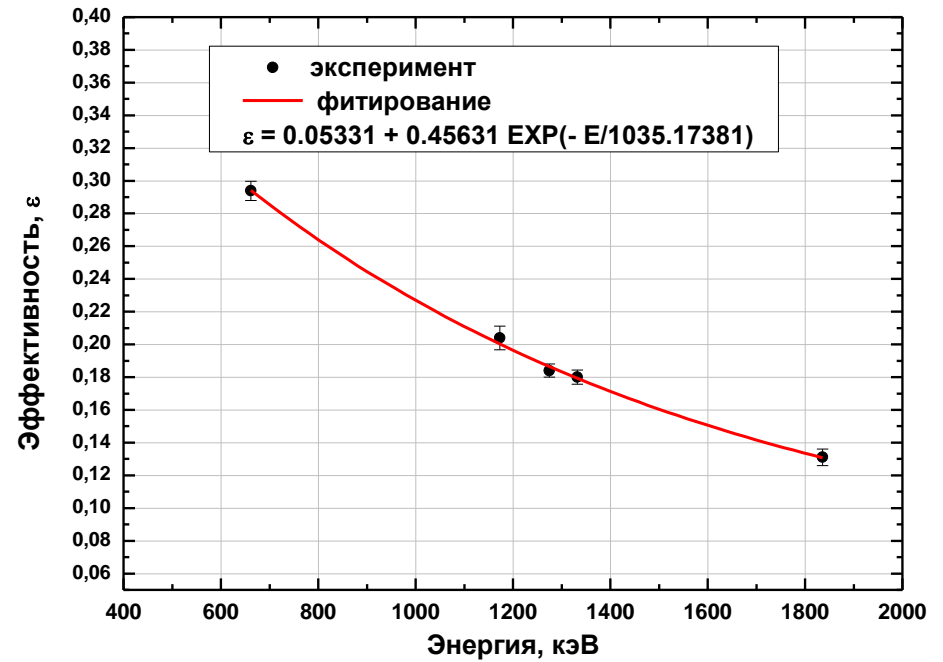


Суммарные результаты двух градуировок спектрометра в открытой геометрии и в низкофоновой защите в энергетическом диапазоне до 10 МэВ



Для линии водорода энергетическое разрешение  $\eta = 1,48 \%$ .

LaBr<sub>3</sub>(Ce) Ø2×2 дюйма



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

