

Исследование положения эффективного центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

Лукашевич Р.В., Фоков Г.А.

Научно-производственное унитарное предприятие
«АТОМТЕХ», г. Минск, Республика Беларусь

XII-е МЕЖДУНАРОДНОЕ СОВЕЩАНИЕ

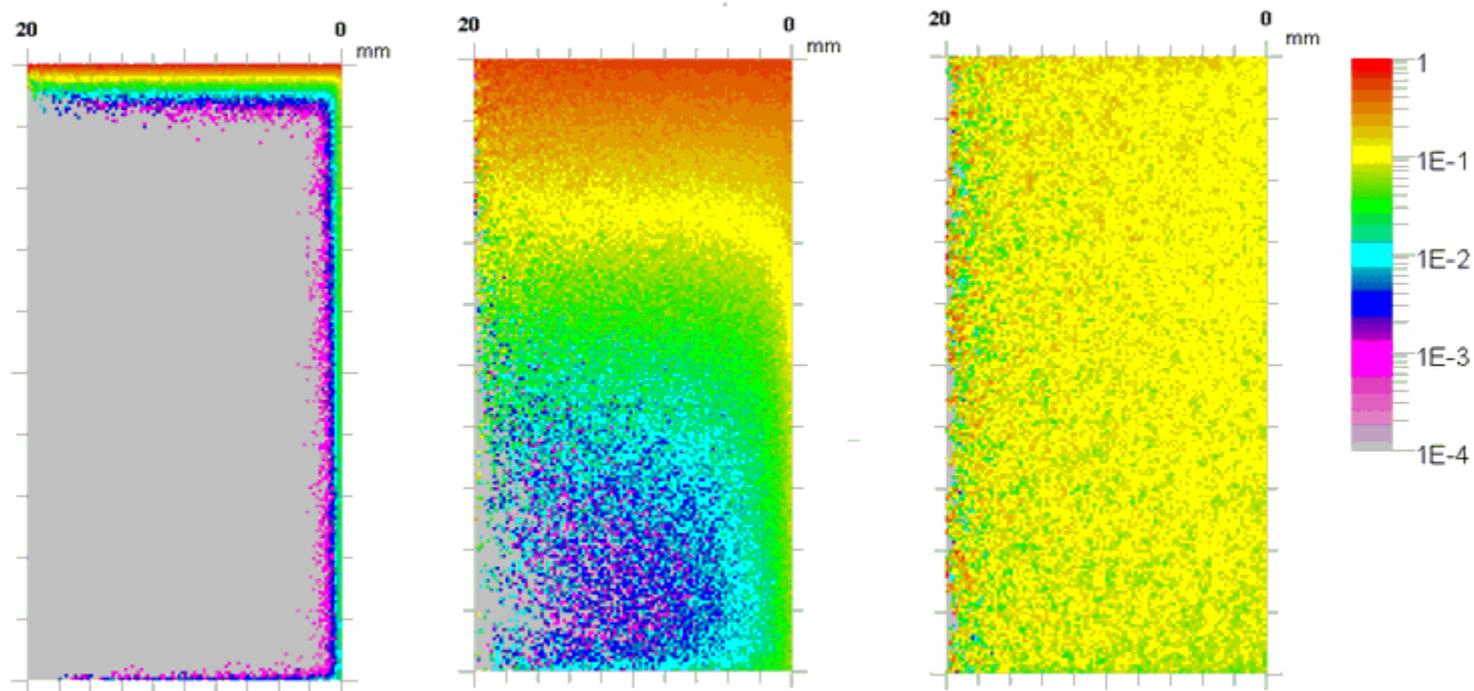
Проблемы прикладной спектрометрии и радиометрии

«ППСР — 2011»

10-14 октября 2011

г.Санкт-Петербург, Россия

Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло



Распределение энергии параллельного потока гамма-излучения 59 кэВ (слева), 166 кэВ (по центру) и 2600 кэВ (справа) в сцинтилляционном детекторе NaI(Tl) 40×40 мм. На рисунке представлены симметричные вертикальные сегменты детектора.

Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

Поставленные перед нами задачи:

- исследование положения эффективного центра для торцевой и боковой поверхности сцинтилляционного детектора в зависимости от расстояния до источника;
- исследование положения эффективного центра сцинтилляционного детектора в зависимости от точечного источника и параллельного потока гамма-излучения;
- исследование влияния геометрических размеров на положение эффективного центра сцинтилляционного детектора.

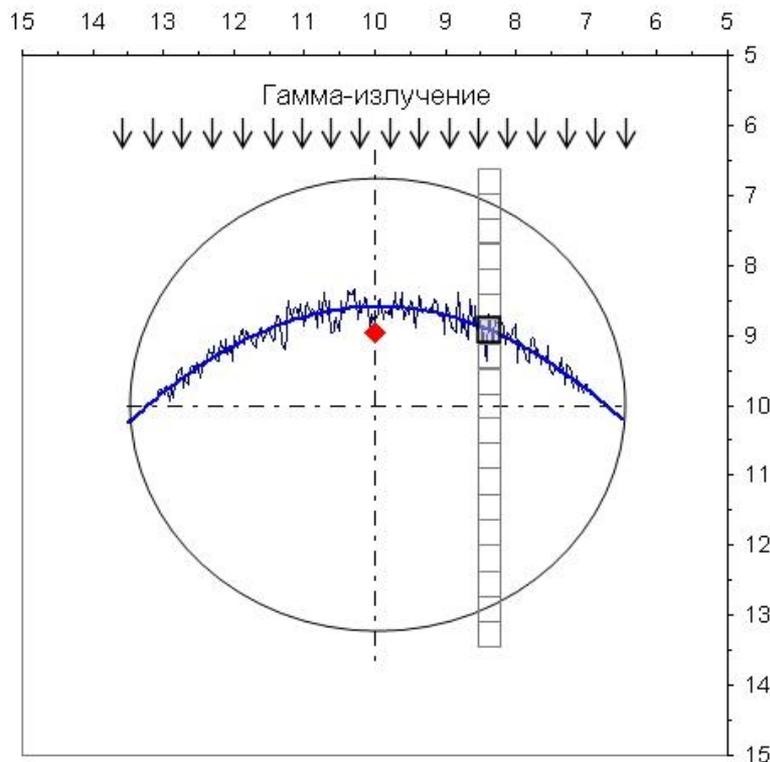
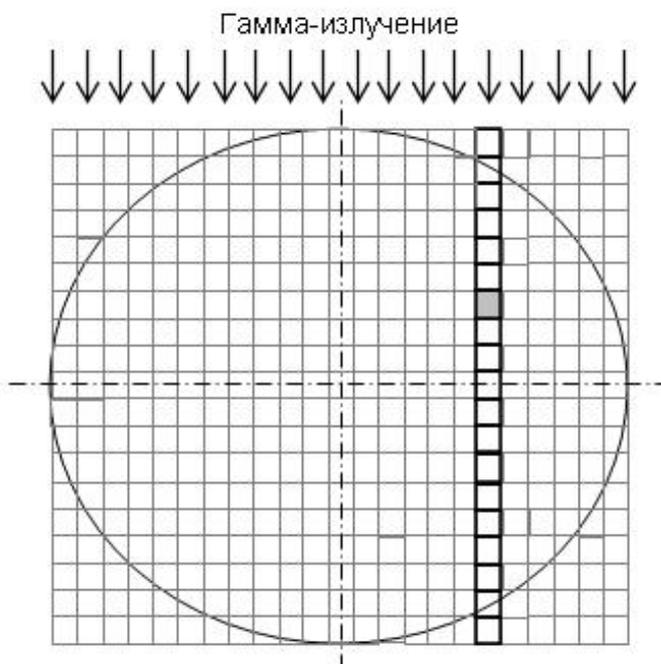
Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

Расчеты проводились на основе данных, смоделированных методом Монте-Карло с помощью программного комплекса **SNEGMONT** (Scattering of Nuclons, Electrons, Gamma by **MONTE**-Carlo)

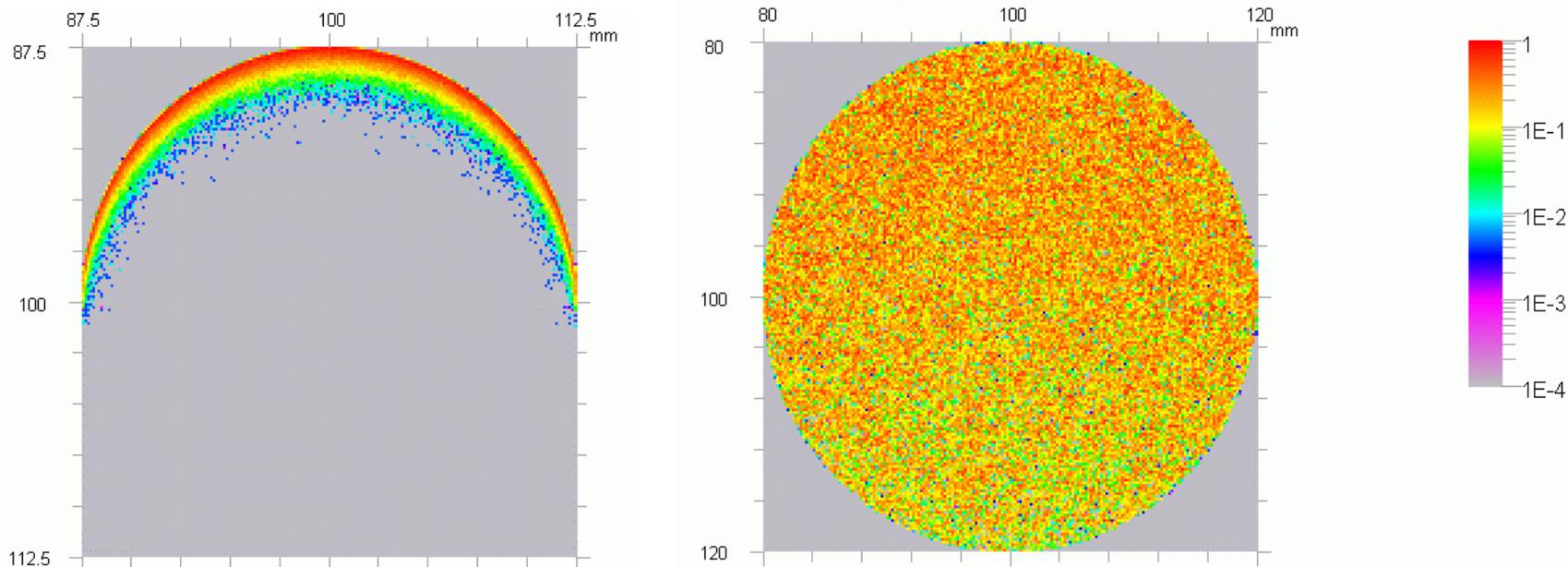
- ⤴ язык программирования VISUAL C++6
- ⤴ смешанная процедура моделирования переноса электронов и позитронов
- ⤴ диалоговый режим ввода исходных заданий
- ⤴ высокое быстродействие
- ⤴ динамические базы данных
- ⤴ многофункциональность (расчёт спектров, двумерных дозовых полей в областях интереса, функции отклика детекторов)
- ⤴ визуализация процесса расчёта

Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

- **Задача:** На цилиндр кристалла сбоку падает плоский равномерный моноэнергетический поток гамма-излучения. Необходимо найти распределение энергии внутри кристалла и вычислить эффективный центр.



Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло



Распределение энергии потока гамма-излучения с энергией 59,6 кэВ (слева) в сцинтилляционном детекторе NaI(Tl) 25×40 мм и 662 кэВ (справа) в сцинтилляционном детекторе NaI(Tl) 40×40 мм.

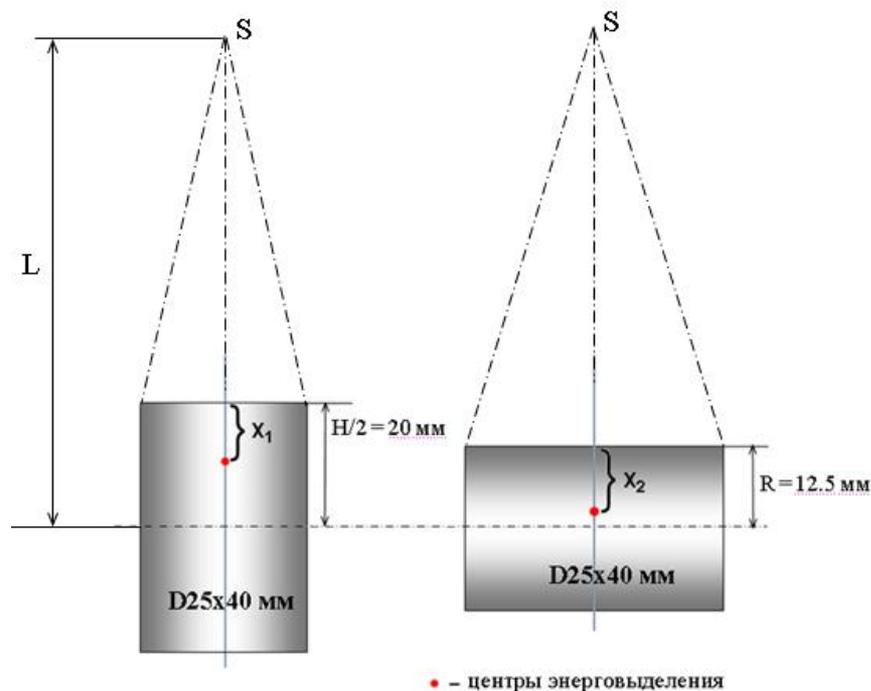
Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

- Исследование положения эффективного центра для торцевой и боковой поверхности сцинтилляционного детектора для точечного источника

Детектор NaI D25x40 мм,
точечный равномерный источник фотонов, $L = 1$ м

E, кэВ	X_1 , мм	X_2 , мм
59,54	0,321	2,773
100	1,177	3,665
200	6,387	7,660
392	13,348	10,632
662	15,518	11,313
2614	17,772	11,944
10000	19,069	13,236

E, кэВ	$H/2 - X_1$, мм	$R - X_2$, мм	dX, мм
59,54	19,679	9,727	9,952
100	18,823	8,835	9,988
200	13,613	4,84	8,773
392	6,652	1,868	4,784
662	4,482	1,187	3,295
2614	2,228	0,556	1,672
10000	0,931	-0,736	1,667



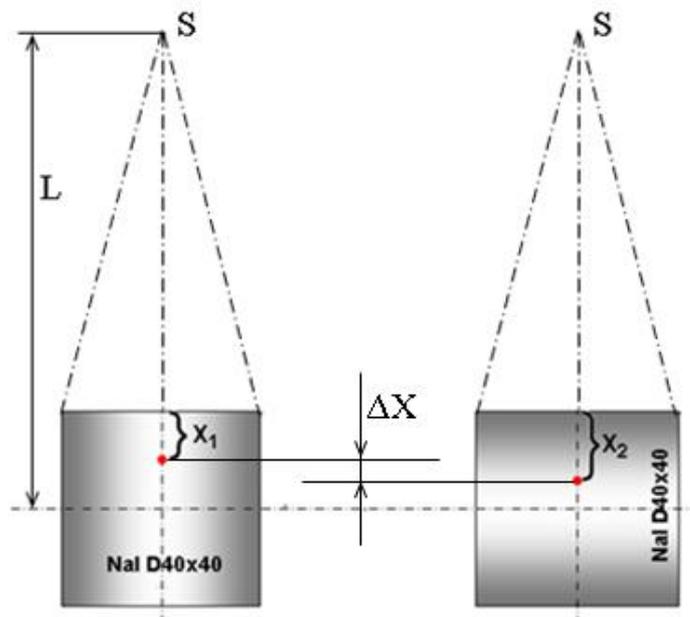
Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

- Исследование положения эффективного центра для торцевой и боковой поверхности сцинтилляционного детектора для точечного источника

Детектор **NaI D40x40** мм,
точечный равномерный источник фотонов, $L = 1$ м

E, кэВ	X_1 , мм	X_2 , мм
59,54	0,322	4,346
100	1,204	5,231
200	6,489	9,956
392	13,717	15,673
662	15,954	17,227
2614	17,870	18,593
10000	19,213	19,883

E, кэВ	$H/2 - X_1$, мм	$R - X_2$, мм	dX , мм
59,54	19,678	15,654	4,024
100	18,796	14,769	4,027
200	13,511	10,044	3,467
392	6,283	4,327	1,956
662	4,046	2,773	1,273
2614	2,130	1,407	0,723
10000	0,787	0,117	0,670

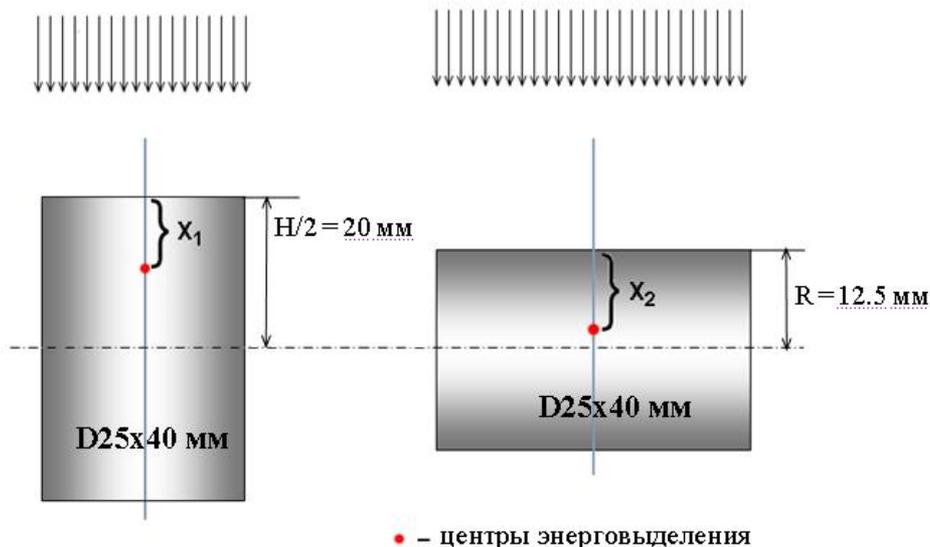


• – центры энерговыделения

Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

- Исследование положения эффективного центра для торцевой и боковой поверхности сцинтилляционного детектора для параллельного потока гамма-излучения.

Детектор NaI D25x40 мм,
равномерный параллельный поток фотонов



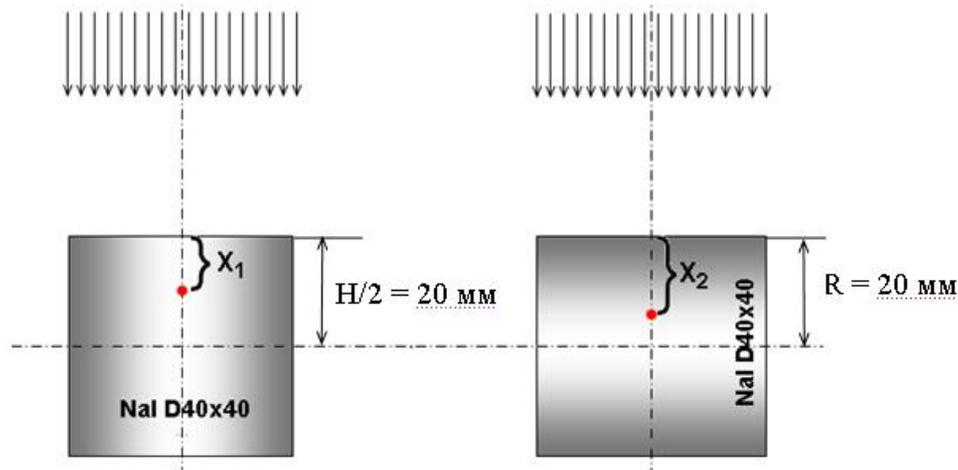
E, кэВ	X ₁ , мм	X ₂ , мм
59,54	0,28	2,829
100	1,18	3,707
200	6,53	7,756
392	13,61	10,73
662	15,80	11,35
2614	18,10	12,02
10000	19,41	13,35

E, кэВ	H/2-X ₁ , мм	R-X ₂ , мм	dX, мм
59,54	19,72	9,671	10,05
100	18,82	8,793	10,03
200	13,47	4,744	8,73
392	6,39	1,766	4,62
662	4,20	1,15	3,05
2614	1,90	0,477	1,42
10000	0,59	0,85	1,44

Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

- Исследование положения эффективного центра для торцевой и боковой поверхности сцинтилляционного детектора для параллельного потока гамма-излучения.

Детектор **NaI D40x40** мм,
равномерный параллельный поток фотонов



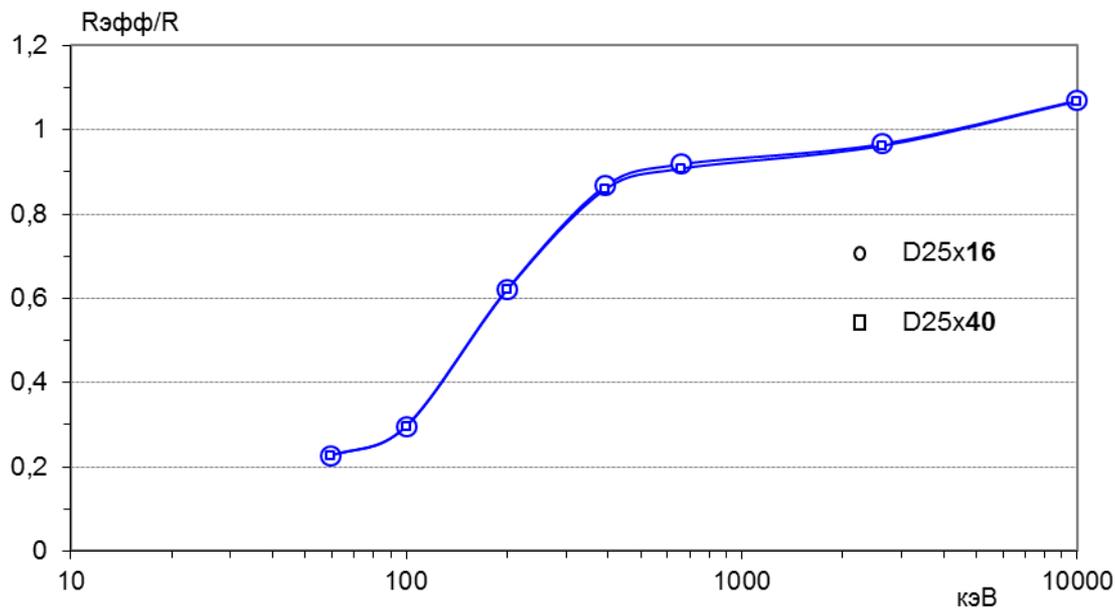
• – центры энерговыделения

E, кэВ	X ₁ , мм	X ₂ , мм
59,54	0,328	4,333
100	1,203	5,243
200	6,604	10,016
392	14,085	15,811
662	16,255	17,452
2614	18,220	18,795
10000	19,502	19,929

E, кэВ	H/2-X ₁ , мм	R-X ₂ , мм	dX, мм
59,54	19,672	15,667	4,005
100	18,797	14,757	4,040
200	13,396	9,984	3,412
392	5,915	4,189	1,726
662	3,745	2,548	1,197
2614	1,780	1,205	0,575
10000	0,498	0,071	0,427

Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

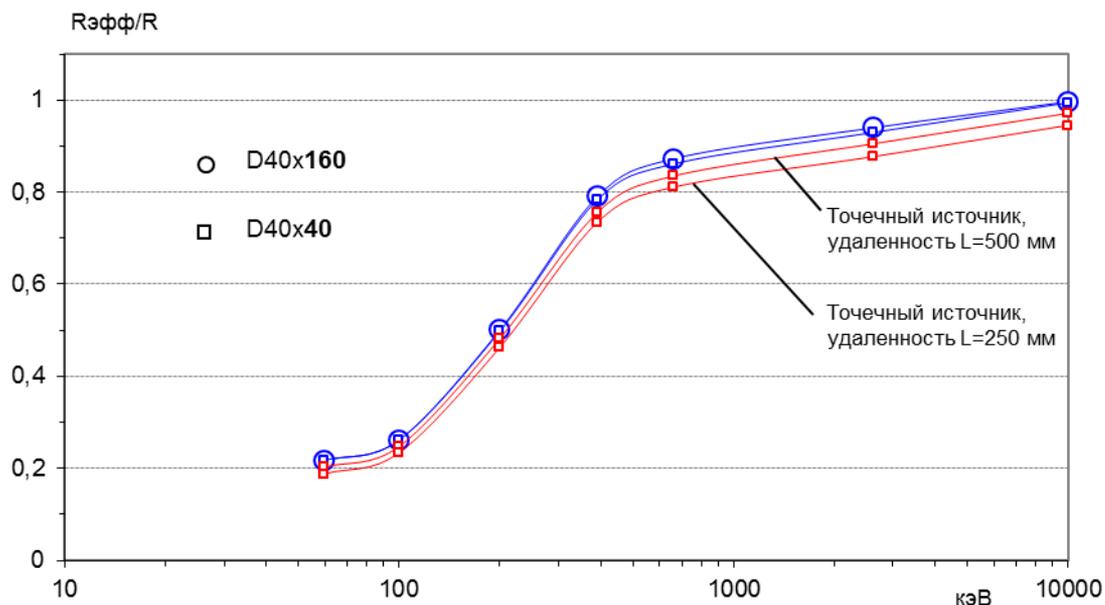
- Исследование влияния геометрических размеров сцинтилляционного детектора на положение его эффективного центра



E кэВ	$R_{эфф}$, мм	
	D25x160	D25x40
59,54	2,816	2,829
100	3,709	3,707
200	7,764	7,756
392	10,831	10,734
662	11,477	11,35
2614	12,075	12,023
10000	13,369	13,35

Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

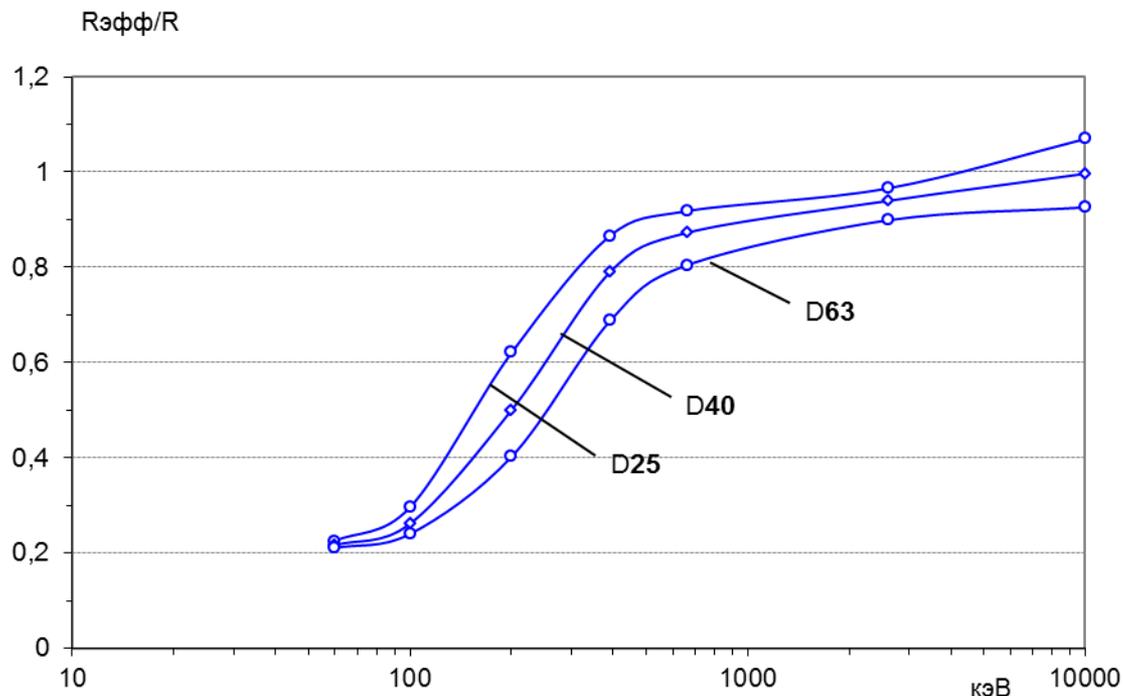
Исследование влияния геометрических размеров сцинтилляционного детектора и расстояния до источника на положение его эффективного центра



E, кэВ	Rэфф, мм			
	параллельный поток		L=500	L=250
	D40x160	D40x40	D40x40	D40x40
59,54	4,333	4,346	4,045	3,753
100	5,243	5,231	4,958	4,685
200	10,016	9,956	9,641	9,258
392	15,811	15,673	15,123	14,702
662	17,452	17,227	16,702	16,22
2614	18,795	18,593	18,102	17,544
10000	19,929	19,883	19,424	18,905

Исследование положения центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения с помощью метода Монте-Карло

- Исследование влияния геометрических размеров сцинтилляционного детектора на положение его эффективного центра



E кэВ	Рэфф, мм		
	D25x160	D40x160	D63x160
59,54	2,816	4,333	6,645
100	3,709	5,243	7,579
200	7,764	10,016	12,686
392	10,831	15,811	21,679
662	11,477	17,452	25,347
2614	12,075	18,795	28,317
10000	13,369	19,929	29,162

Выводы:

- Предложен оригинальный метод определения эффективного центра сцинтилляционного детектора при падении излучения на боковую поверхность цилиндра кристалла;
- Сделаны расчеты положения эффективного центра сцинтилляционного детектора «популярных» размеров при падении излучения на боковую поверхность цилиндра кристалла;
- Было установлено, что необходимо учитывать изменение положения эффективного центра сцинтилляционного детектора при измерениях боковой поверхностью кристалла детектора;
- Используя программный комплекс SNEGMONT, было установлено, что высота кристалла не влияет на положение эффективного центра детектора при измерениях боковой поверхностью (при одинаковых диаметрах кристалла);
- Полученные данные учитываются при испытаниях, калибровке и поверке серийно выпускаемых блоков детектирования, на основе сцинтилляционных детекторов в НПУП «АТОМТЕХ».



АТОМТЕХ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

220005, Республика Беларусь,

г. Минск, ул. Гикало, 5

тел.: +375-17-292-81-42

тел. / факс: +375-17-292-81-42, 288-29-88

info@atomtex.com

www.atomtex.com