

УДК 539.1.074

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ ОТКЛИКА CdZnTe ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ДОЗИМЕТРИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

А.А. Захарченко, А.А. Вережкин, В.Е. Кутний, А.В. Рыбка, М.А. Хажмурадов

Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»

61108, г. Харьков, ул. Академическая 1

E-mail: rybka@kipt.kharkov.ua

Поступила в редакцию 11 ноября 2008 г.

На основе метода Монте-Карло разработана методика восстановления функций отклика планарных CdZnTe детекторов для дозиметрии гамма-излучения. В работе представлены результаты применения данной методики для восстановления функций отклика CdZnTe детектора на гамма-излучение от ^{241}Am и ^{137}Cs . Для надежного восстановления функций отклика детекторов достаточно экспериментальных спектров всего от трех источников: ^{241}Am , ^{152}Eu и ^{137}Cs . Полученные результаты использованы для расчета дискретной чувствительности регистрации дозиметрического блока детектирования на основе CdZnTe.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: функция отклика, CdZnTe, детектор, гамма-излучение, дозиметрия, метод Монте-Карло, EGSnc.

Функция отклика детектора на монохроматическое излучение (функция отклика) характеризует вероятность передачи чувствительному объему детектора энергии E при попадании в него γ -кванта с энергией E_γ . Определение функции отклика детектора в широком диапазоне энергий γ -излучения необходимо для правильной расшифровки экспериментальных данных и при расчете характеристик разрабатываемых приборов регистрации ядерных излучений [1, 2]. Экспериментальное получение функции отклика требует значительного количества источников монохроматического γ -излучения и занимает продолжительное время, поэтому в последние годы для расчета функции отклика детекторов широкое распространение получил метод Монте-Карло [1–4].

Имитационное моделирование значительно ускоряет процедуру получения функции отклика и упрощает калибровку приборов, ограничивая экспериментальные измерения отдельными изотопами, в спектрах излучения которых содержатся интенсивные одиночные линии (например, ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{60}Co). Кроме того, использование моделирования позволяет прогнозировать изменение характеристик приборов в процессе эксплуатации и рассчитывать необходимые параметры коррекции погрешности измерений. В тех случаях, когда в состав прибора входят тысячи детекторов излучений, моделирование является единственной реальной возможностью согласовать их отклик за приемлемое время [5].

В работах по моделированию функции отклика планарных CdZnTe детекторов, используемых в спектрометрии γ -излучения, удовлетворительное согласие с экспериментальными данными получено в области относительно низких энергий γ -квантов (линии 59,54 кэВ, ^{241}Am и 122 кэВ, ^{57}Co) [6]. В области более высоких энергий (например, 661,67 кэВ, ^{137}Cs) отклик детектора искажается высоким (по сравнению с Si и Ge детекторами) уровнем шумов детектора и электроники и значительным захватом носителей заряда дефектами-ловушками, имеющими энергетические уровни в запрещенной зоне полупроводника [7]. Для достижения разрешения по энергии CdZnTe детекторов лучше 5 % используются стриповые контакты [8]. Расчет функций отклика таких детекторов затрудняется неоднородным распределением электрического поля внутри детекторов и эффектом «разделения заряда» между соседними анодами, который приводит к тому, что неравновесные электроны, созданные в результате взаимодействия γ -кванта с веществом детектора, собираются более чем одним анодным стрипом [9].

Методология восстановления функции отклика планарных CdZnTe детекторов, применяемых для дозиметрии γ -излучения, разработана в значительно меньшей степени. Основными особенностями детекторов-дозиметров и приборов на их основе является сравнительно низкая эффективность сбора заряда (< 90 %) и высокий уровень шумов, что приводит к ухудшению разрешающей способности детекторов по энергии до значений 10 % и более. Форма фотопиков при высоких энергиях не описывается гауссианом [10] и не восстанавливается по методу, используемому в [6].

В данной работе представлены результаты разработки метода восстановления функции отклика CdZnTe детекторов с низким разрешением по энергии в диапазоне энергий γ -квантов от ~ 10 кэВ до 3 МэВ на основе метода Монте-Карло с использованием минимального набора источников γ -излучения. Проведено моделирование функции отклика планарного CdZnTe детектора с учетом неполного сбора заряда и изменения амплитуды сигнала вследствие наличия шумов детектора и электроники и захвата носителей ловушками. Выполнено сопоставление рассчитанного отклика CdZnTe детектора с экспериментальными измерениями для ^{241}Am и ^{137}Cs . Восстановленные функции отклика были использованы для моделирования зависимости дискретной чувствительности дозиметрического блока детектирования от энергии γ -излучения. Расчетные значения чувствительности сравниваются с экспериментальными данными для ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{60}Co .

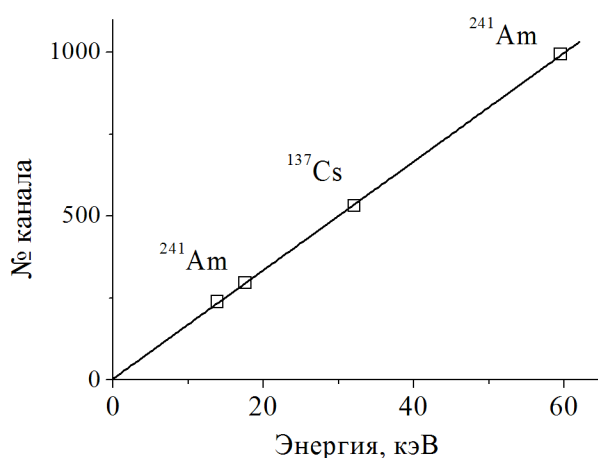
МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Функция отклика исследовалась для одного из CdZnTe детекторов дозиметрического качества [11]. Измерялись амплитудные распределения импульсов детектора при облучении γ -квантами от образцовых источников из набора ОСГИ (^{241}Am , ^{137}Cs). Основные параметры детектора и измерительного тракта приведены в табл. 1. Уровень шума в измерительном тракте характеризуется эквивалентным шумовым зарядом (ENC), измеряемым в единицах заряда (e^-) [12]. Темновой ток детектора не превышает 3 нА и, соответственно, вклад дробового шума детектора в ENC не превышает $140 e^-$ [15].

Таблица 1. Параметры детектора и измерительного тракта.

Параметр	Значение
Материал детектора	Cd _{0,9} Zn _{0,1} Te
Произведение подвижности (μ) на время жизни (τ) носителей заряда, см ² /В – электронов, ($\mu\tau$) _e – дырок ($\mu\tau$) _h	$1,1 \times 10^{-4}$ $1,3 \times 10^{-5}$
Размеры детектора, мм	6×6×3
Рабочее напряжение смещения, В	300
Ток утечки, нА	< 3
Чувствительность предусилителя, мВ/фКл	0,75
Время формирования импульса, мкс	1
Цена канала АЦП, мВ/канал	1,0
Эквивалентный шумовой заряд (ENC), e^-	290

Согласно методике, приведенной в [12], для преобразования номера канала аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) в энергию и собираемый заряд проведен калибровочный эксперимент с кремниевым детектором, обладающим практически 100% эффективностью сбора заряда. На рис. 1 показана зависимость

Рис. 1. Зависимость положения фотопика от энергии γ -излучения для Si детектора.

положения фотопика от энергии γ -излучения E_γ для Si детектора. Наклон прямой определяет цену канала АЦП в единицах энергии и заряда, а точка пересечения прямой с осью Y определяет номер канала, соответствующий нулевой амплитуде собранного заряда при $E_\gamma \rightarrow 0$ [13]. Использование калибровки по заряду более удобно, поскольку при этом исключается различие Si и CdZnTe детекторов по энергии образования электронно-дырочных пар w (3,2 эВ для Si и 4,64 эВ для CdZnTe). Для используемого измерительного тракта рассчитанная цена канала q_{adc} составила $16,6 \pm 0,1 e^-/\text{канал}$, а нулевому заряду соответствует 4 канал АЦП.

На рис.2 представлены спектры CdZnTe детектора, измеренные при облучении γ -квантами от источника ^{241}Am при напряжениях смещения 230 и 300 В, а на рис.3 – спектры при облучении детектора γ -квантами от источника ^{137}Cs . Параметры фотопиков, рассчитанные при помощи программы

разделения и анализа пиков PeakFit [14], приведены в табл. 2.

Эффективность сбора заряда (CCE) определена в табл. 2 как отношение величины собираемого заряда в максимуме фотопика к среднему создаваемому заряду в детекторе при полном поглощении γ -кванта с энергией E_γ

$$CCE = \frac{N_{ph} q_{adc}}{E_\gamma / w}, \quad (1)$$

где N_{ph} – номер канала, соответствующий положению максимума фотопика.

Исследуемый дозиметрический детектор имеет низкую CCE, соответствующую значениям ($\mu\tau$)_{e,h} (табл. 1). Наличие четко выраженного фотопика на линии 661,67 кэВ (отношение пик/долина $\sim 4:1$) подтверждает сравнительно низкий уровень шумов [15] и указывает на достаточно малую концентрацию ловушек. Поскольку длина свободного пробега носителей заряда для данного детектора меньше его толщины, то с ростом напряжения смещения от 230 до 300 В и, соответственно, длины свободного пробега наблюдается увеличение полной ширины фотопика на полувысоте (FWHM). Как показано в [7], это вызвано тем, что флуктуации количества захваченного заряда прямо пропорциональны расстоянию, пройденному носителями в детекторе.

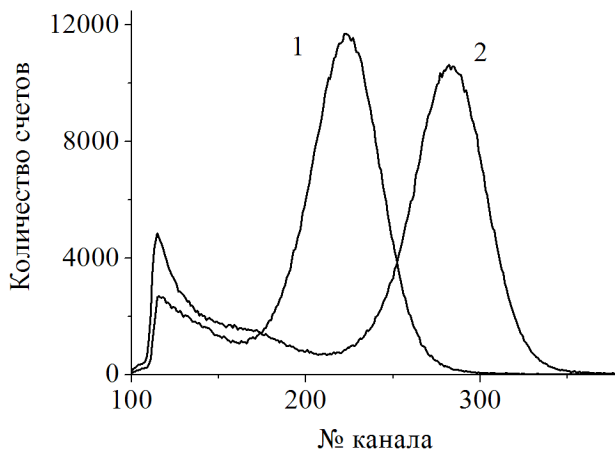


Рис. 2. Спектры ^{241}Am CdZnTe детектора при напряжениях смещения 230 (1) и 300 (2) В.

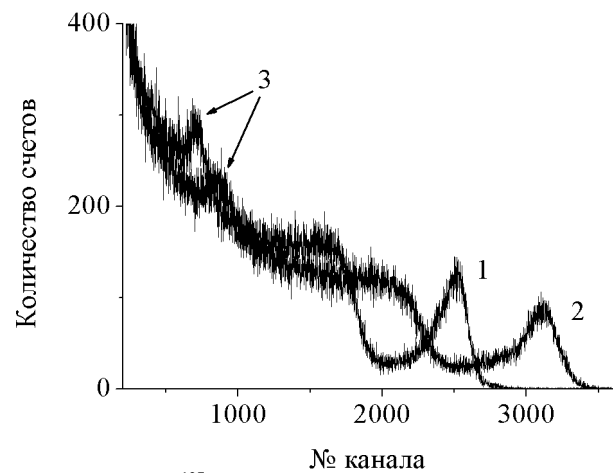


Рис. 3. Спектры ^{137}Cs CdZnTe детектора при напряжениях смещения 230 (1) и 300 (2) В. 3 – положение пика обратно отраженных γ -квантов (184,3 кэВ).

Отношение пик/долина в измеренных спектрах существенно превышает 2:1, что позволяет рассчитать FWHM с использованием гауссиана для подгонки формы фотопика.

Таблица 2. Параметры фотопиков CdZnTe детектора.

Источник	^{241}Am		^{137}Cs	
	Энергия γ -квантов, кэВ	Напряжение смещения ($U_{см}$), В	Энергия γ -квантов, кэВ	Напряжение смещения ($U_{см}$), В
Энергия γ -квантов, кэВ	59,54		661,67	
Напряжение смещения ($U_{см}$), В	230	300	230	300
FWHM, e^-	754 ± 5	788 ± 14	4250 ± 73	4684 ± 97
Разрешающая способность, %	$20,7 \pm 0,2$	$17,0 \pm 0,3$	$10,3 \pm 0,2$	$9,1 \pm 0,2$
ССЕ, %	$28,4 \pm 0,2$	$36,1 \pm 0,2$	$28,9 \pm 0,2$	$36,1 \pm 0,2$
Отношение пик/долина	8:1	8,6:1	4,4:1	3,7:1

МОДЕЛИРОВАНИЕ АМПЛИТУДНЫХ СПЕКТРОВ

Для расчета амплитудных спектров CdZnTe детекторов нами использована модель, подробное описание которой приведено в [3, 15]. Прохождение γ -квантов через детектор моделируется при помощи программы расчета транспорта фотонов и электронов EGSnrc [16]. EGSnrc – это классический код Монте-Карло, позволяющий моделировать отдельные акты взаимодействия фотонов в средах произвольного состава и геометрии. Разработанный нами программный код, который встраивается в EGSnrc, моделирует отклик детектора для каждого γ -кванта с учетом статистических эффектов генерации пар в объеме детектора и изменения амплитуды выходного импульса под влиянием шумов электроники и захвата носителей заряда.

На первом этапе расчета программа запоминает для заданной энергии γ -кванта E_γ соответствующее значение энергии ионизации E_i , поглощенной в детекторе. На втором этапе код вычисляет амплитуду импульса заряда для каждого взаимодействующего фотона с учетом ССЕ, вклада шумов и захвата носителей ловушками. Выделенная энергия преобразуется в заряд с учетом средней энергии образования пары неравновесных носителей для CdZnTe w . Для расчета эффективности сбора заряда в планарных детекторах используется модель Хехта [17].

Как следует из [18, 19] удовлетворительным приближением для описания вариаций количества пар образовавшихся носителей может быть распределение Гаусса со средним E_i/w и дисперсией σ

$$\sigma^2 = F \frac{E_i}{w} + \sigma_{enc}^2 + a_1 \left(\frac{E_i}{w} \right)^2, \quad (2)$$

где F — фактор Фано ($\approx 0,1$ для CdZnTe) [20], σ_{enc} — ENC, учитывающий вклад собственных шумов детектора и шумов электроники [12], a_1 — полуэмпирическая константа, рассчитываемая по зависимости ширины фотопика от энергии γ -излучения.

Последний член в уравнении (2) определяется захватом носителей заряда ловушками и может не учитываться, если отношение времени сбора заряда t к времени жизни носителей τ меньше 10^{-2} [7]. Хотя в общем случае a_1 зависит от E_i , но при энергиях выше ~ 100 кэВ величина a_1 практически постоянна [18].

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОТКЛИКА CdZnTe ДЕТЕКТОРОВ

Для расчета функции отклика детектора на γ -излучение произвольной энергии помимо параметров переноса заряда $(\mu\tau)_{e,h}$ из экспериментальных данных необходимо определить величину коэффициента a_1 в уравнении (2). Для этого требуется построить зависимость дисперсии $\sigma \approx FWHM/2,35$ от энергии фотопика. В уравнении (2) в случае полного поглощения энергия ионизации E_i совпадает с E_γ , поскольку неионизационные потери в исследуемом диапазоне энергий γ -квантов пренебрежимо малы. Для построения зависимости использованы фотопики 59,54 кэВ (^{241}Am) и 661,67 кэВ (^{137}Cs). Уровень шумов и низкая эффективность сбора заряда детектора (табл. 2) не позволили выделить низкоэнергетичные пики источников ^{241}Am (13,9 и 17,2 кэВ) и ^{137}Cs (мультиплет 32,2 кэВ), поэтому для подгонки параболической зависимости (2) использован пик от обратно рассеянных γ -квантов ^{137}Cs , которому соответствует энергия 184,3 кэВ (рис.3).

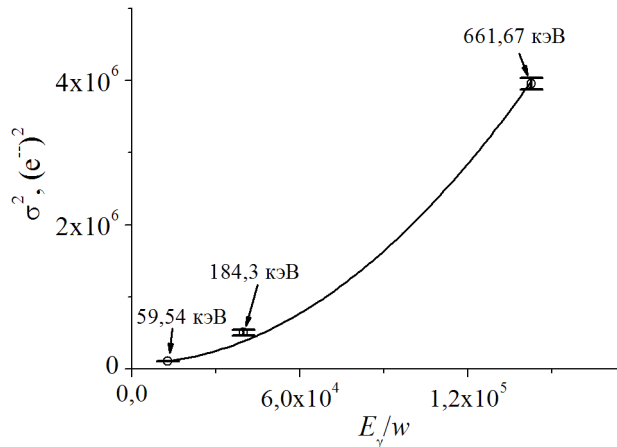


Рис.4. Зависимость σ^2 от среднего количества создаваемых пар электрон-дырка для CdZnTe детектора.

На рис.4 представлена зависимость σ^2 от E_γ при $U_{см} = 300$ В и соответствующая ей подгоночная кривая, полученная по методу наименьших квадратов. Поскольку при моделировании расчет амплитуды импульса детектора проводится в единицах заряда, то E_γ и σ пересчитаны на рис.4 в количество пар неравновесных носителей заряда через среднюю энергию образования пары электрон-дырка w . По результатам подгонки $a_1 = (1,9 \pm 0,12) \times 10^{-4}$. Эта величина почти на два порядка превышает значение a_1 для германиевого детектора ($\approx 2,5 \times 10^{-6}$) [4]. Согласно [7] из этого следует, что концентрация ловушек в исследуемом CdZnTe детекторе также на два порядка больше, чем в Ge.

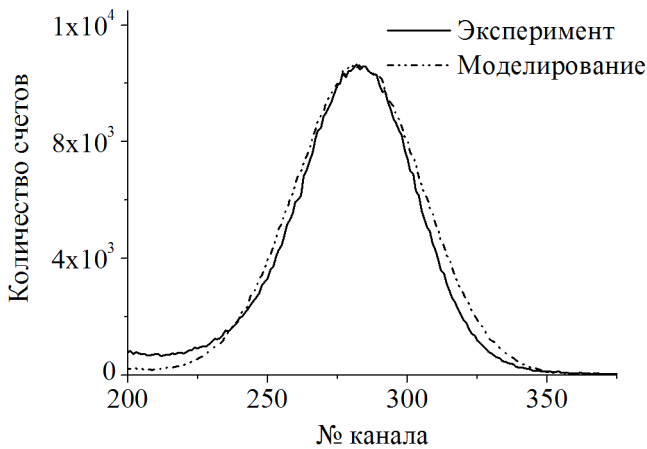


Рис.5. Моделирование отклика CdZnTe детектора на γ -кванты с энергией 59,54 кэВ (^{241}Am). $U_{см} = 300$ В.

На рис.5 показаны результаты моделирования отклика CdZnTe детектора, параметры которого приведены в табл.1, на γ -кванты с энергией 59,54 кэВ (^{241}Am). Сравнение с экспериментальным спектром показывает, что характеристики моделируемого фотопика (центр, площадь, FWHM) восстанавливаются с хорошей точностью.

На рис. 6 показаны результаты моделирования отклика CdZnTe детектора на излучение источника ^{137}Cs в области фотопика (рис. 6а) и в области комптоновского рассеяния (рис. 6б). Для удобства сравнения расчетные спектры сглажены при помощи программы PeakFit, а спектр на рис. 6б представлен в полулогарифмическом масштабе. Как видно из рис. 6а расчетное положение фотопика 661,67 кэВ и края комптоновского поглощения совпадает с данными эксперимента. Наблюдаемые различия в форме так называемого «дырочного хвоста» связаны, по всей

видимости, с локальными неоднородностями материала детектора. Их наличие приводит к тому, что в области детектора, где амплитуда собираемого заряда соответствует фотопику, величина $(\mu\tau)_h$ может отличаться от усредненных значений, которые измеряются экспериментально (табл. 1) [5, 7].

В области комптоновского рассеяния (рис. 6б) моделируемый спектр хорошо согласуется с экспериментальным до энергий ~ 60 кэВ. Удовлетворительно восстанавливается пик от обратно рассеянных γ -квантов (184,3 кэВ). Различия в области низких энергий связаны с влиянием шумов измерительного такта и, возможно, с зависимостью $a_1(E_\gamma)$ в уравнении (2).

Пик обратно рассеянных γ -квантов (184,3 кэВ) в спектре ^{137}Cs (рис.3) CdZnTe детекторов дозиметрического качества обычно имеет небольшую интенсивность и слабо выделяется на фоне мощной комптоновской подложки, что не всегда позволяет рассчитать FWHM с приемлемой точностью. Поэтому при определении коэффициента a_1 желательно увеличить количество анализируемых фотопиков в области энергий γ -излучения ниже 500 кэВ. Оптимальным выбором может служить источник ^{152}Eu , имеющий большой период полураспада (13,5 лет) и широкий набор интенсивных одиночных линий γ -излучения, достаточно равномерно распределенных в диапазоне энергий от 100 до 1500 кэВ.

На рис. 7 показан расчетный отклик исследуемого CdZnTe детектора при $U_{см}=300$ В в диапазоне энергий от 60 до 500 кэВ на излучение источника ^{152}Eu . Из результатов моделирования следует, что для определения параметра a_1 в наибольшей степени пригодны линии 121,8, 244,7 и 344,3 кэВ.

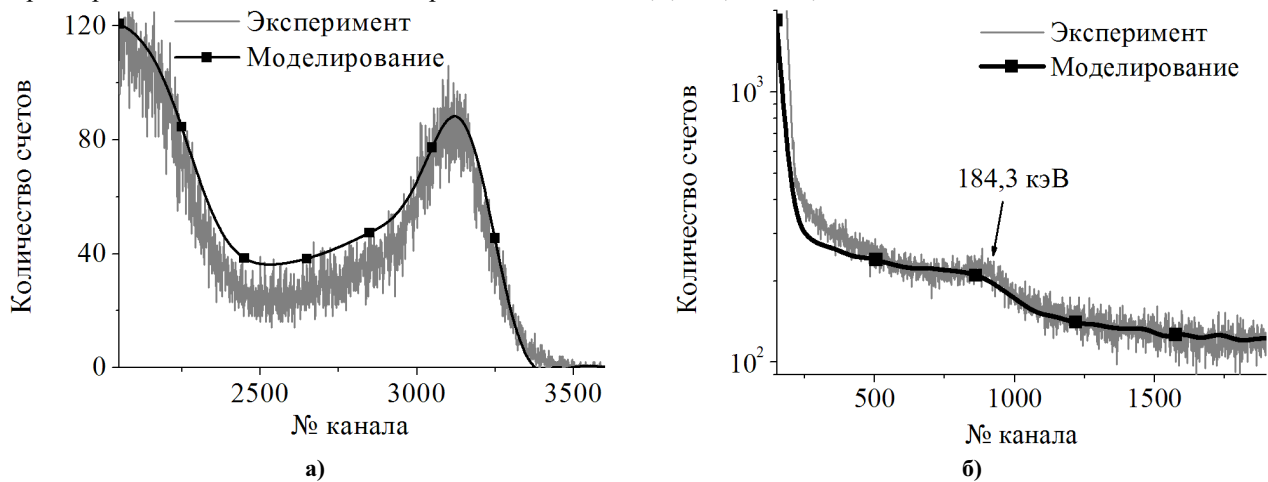


Рис. 6. Моделирование отклика CdZnTe детектора на излучение источника ^{137}Cs ($U_{см}=300$ В) а) в области фотопика 661,67 кэВ, б) в области комптоновского рассеяния.

Результаты восстановления функции отклика CdZnTe детектора использованы для моделирования дискретной чувствительности регистрации гамма-излучения дозиметрического блока детектирования [21] в диапазоне энергий от 60 до 3000 кэВ (рис. 8). Экспериментальные измерения чувствительности для γ -излучения от источников ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{60}Co показывают хорошее согласие с расчетными данными.

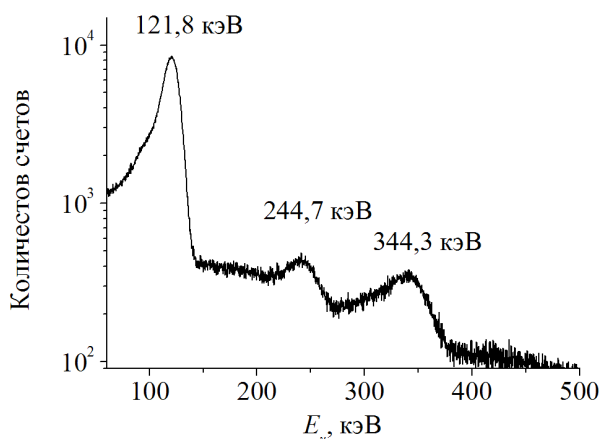


Рис. 7. Расчетный отклик CdZnTe детектора в диапазоне энергий 60...500 кэВ на излучение источника ^{152}Eu .

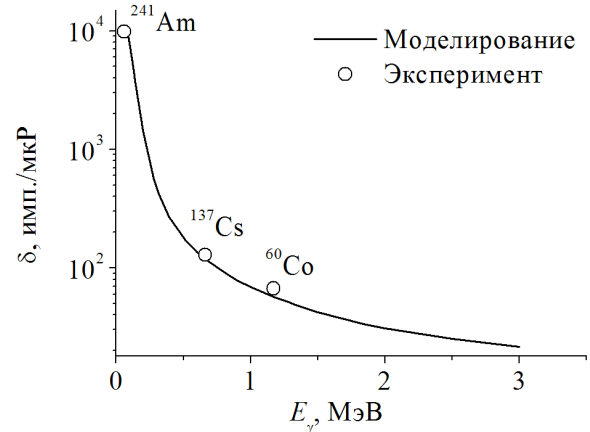


Рис. 8. Дискретная чувствительность CdZnTe детектора в диапазоне энергий 60...3000 кэВ. $U_{см}=300$ В.

ВЫВОДЫ

Сравнение расчетных и экспериментальных данных показывает, что при наличии выраженного фотопика 661,67 кэВ линии излучения ^{137}Cs функция отклика CdZnTe детекторов с низким разрешением по энергии может быть восстановлена по результатам анализа спектров всего двух источников: ^{241}Am и ^{137}Cs . При уровнях шумов, приводящих к вырождению фотопика 661,67 кэВ, для восстановления функции отклика нужно использовать источники, имеющие линии в области более низких энергий, например ^{57}Co (122 кэВ) или ^{152}Eu .

Для повышения точности определения коэффициента a_1 , характеризующего влияние захвата на ширину фотопика детектора в зависимости от энергии гамма-квантов, предпочтительнее использовать источник ^{152}Eu . Результаты моделирования показывают, что для определения параметра a_1 в наибольшей степени подходят линии 121,8; 244,7 и 344,3 кэВ источника ^{152}Eu . Таким образом, для надежного восстановления функции отклика CdZnTe детекторов необходимо измерить амплитудные спектры от источников ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{152}Eu .

Результаты моделирования дискретной чувствительности дозиметрического блока детектирования на основе CdZnTe в диапазоне энергий от 60 до 3000 кэВ согласуются с экспериментальными данными для ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{60}Co , что подтверждает точность восстановления функций отклика.

На основе рассмотренной методики можно моделировать отклик CdZnTe детекторов на γ -излучение с произвольным спектром и рассчитывать эксплуатационные характеристики приборов для дозиметрии и спектрометрии γ -излучения.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Sood A., Gardner R. A new Monte Carlo assisted approach to detector response functions // Nucl. Instr. & Meth. B – 2004. – Vol. 213. – P. 100–104.
2. Даниленко В.Н., Ковальський Е.А., Скубо Ю.В. и др. Моделирование экспериментов с помощью детекторов гамма-излучения на основе сжатого ксенона // Атомная энергия. – 2008. – Т. 105, вып. 1. – С. 38–44.
3. Захарченко А.А., Наконечный Д.В., Шляхов И.Н. и др. Моделирование энергетической зависимости чувствительности CdTe (CdZnTe) детекторов гамма-излучения // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2007. – № 1. – С. 28–31.
4. Steljić M., Milošević M., Beličev P. Monte Carlo simulations of the pulse-height response function of germanium detector // Proceedings 52nd ETRAN Conference, Palić, June 8-12, 2008. – NT2.4-1-4.
5. Sato G., Parsons A., Hullinger D. et al. Development of a spectral model based on charge transport for the Swift/BAT 32K CdZnTe detector array // Nucl. Instr. & Meth. A. – 2005. – Vol. 541. – P. 372–384.
6. Liu J.C., Nelson W.R., Seefred R. Response Calculations of the CdZnTe Detector Using EGS4 // Proceedings of the Second International Workshop on EGS, 8–12 August 2000, Tsukuba, Japan KEK Proceedings 200-20. – P. 135–143.
7. Bolotnikov A.E., Camarda G.C., Wright G.W., James R.B. Factors Limiting the Performance of CdZnTe Detectors // IEEE Trans. on Nucl. Sci. – 2005. – Vol. 52, №3. – P. 589–598.
8. Budtz-Jorgensen C., Kuvvetli I., Westergaard N.J. et al. The X-ray imager on AXO // Nuclear Instr. & Meth. A. – 2001. – Vol. 458. – P. 132–139.
9. Kalemci E., Matteson J.L. Investigation of charge sharing among electrode strips for a CdZnTe detector // Nuclear Instr. & Meth. A. – 2002. – Vol. 478. – P. 527–537.
10. Gunnink R., Arlt R. Methods for evaluating and analyzing CdTe and CdZnTe spectra // Nuclear Instr. & Meth. A. – 2001. – Vol. 458. – P. 196–205.
11. Rybka A.V., Davydov L.N., Shlyakhov I.N. et al. Gamma-radiation dosimetry with semiconductor CdTe and CdZnTe detectors // Nucl. Instr. & Meth. A. – 2004. – Vol. 531. – P. 147–156.
12. Кутний Д.В., Прохорец И.М., Рыбка А.В. и др. Методика измерения электромагнитного излучения полупроводниковыми детекторами // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Вакуум, чистые металлы, сверхпроводники (15). – 2006. – №1. – С. 163–169.
13. Matz R., Weidner M. Charge collection efficiency and space charge formation in CdTe gamma and X-ray detectors // Nucl. Instr. & Meth. A. – 1998. – Vol. 406. – P. 287–298.
14. URL <http://www.hearne.com.au/products/peakfit/>
15. Захарченко А.А., Кутний В.Е., Прохорец И.М. и др. Моделирование влияния шумов на характеристики CdZnTe детекторов гамма-излучения // Радиоэлектроника и информатика. – 2007. – № 1. – С. 13–16.
16. Kawrakow I. Accurate condensed history Monte Carlo simulation of electron transport. I. EGSnrc, the new EGS4 version // Med. Phys. – 2000. – Vol. 27, №4. – P. 485–498.
17. Akutagawa W., Zanio K. Gamma response of semi-insulating material in the presence of trapping and detrapping // J. Appl. Phys. – 1969. – Vol. 40, №9. – P. 3838–3854.
18. Kozorezov A.G., Wigmore J.K., Owens A. et al. Resolution degradation of semiconductor detectors due to carrier trapping // Nucl. Instr. & Meth. A. – 2005. – Vol. 546. – P. 209–212.
19. Owens A. Semiconductor materials and radiation detection // J. Synchrotron Rad. – 2006. – Vol. 13. – P. 143–150.
20. Devanathan R., Corrales L.R., Gao F., Weber W.J. Signal variance in gamma-ray detectors – A review // Nucl. Instr. & Meth. A. – 2006. – Vol. 565. – P. 637–649.
21. Кутний В.Е., Рыбка А.В., Захарченко А.А. и др. Разработка и создание приборов широкого спектра действия для радиационного и ядерного технологического контроля в системах АЭС на основе полупроводниковых сенсоров из CdTe, CdZnTe (проект 4.15) // Цільова комплексна програма НАН України «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій споруд та машин» Збірник наукових статей за результатами, отриманими в 2004–2006 р.р. / Науковий керівник – академік Б.Є. Патон, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона. – Київ, 2006. – С.220–223.

**SIMULATION OF RESPONSE FUNCTION OF CdZnTe DETECTORS
FOR GAMMA-RADIATION DOSIMETRY**

A.A. Zakharchenko, A.A. Veryovkin, V.E. Kutny, A.V. Rybka, M.A. Khazhmuradov

National Science Center “Kharkov Institute of Physics and Technology”

1, Academicheskaya St., Kharkov, Ukraine, 61108

E-mail: rybka@kipt.kharkov.ua

A procedure allowing to obtain a response function of CdZnTe planar detector used for gamma-ray dosimetry is developed based on the Monte-Carlo method. For reliable reconstruction of the detector response function the experimental spectra only from three sources: ²⁴¹Am, ¹⁵²Eu and ¹³⁷Cs will suffice. The proposed method was used for the calculation of the discrete sensitivity of CdZnTe dosimeter detector module.

KEY WORDS: response function, CdZnTe, detector, gamma-radiation, dosimetry, Monte-Carlo method, EGSnrc.