

МОДЕЛИРОВАНИЕ HPGE-ДЕТЕКТОРА МЕТОДАМИ МОНТЕ-КАРЛО

Сабитова Р.Р., Беденко С.В., Зорькин А.И.
Томский политехнический университет, Томск
E-mail: radmila1@tpu.ru

Использование полупроводниковых детекторов решает широкий круг ядерно-физических задач. Вместе с тем, требования, возникающие в ходе исследований, приводят к необходимости усовершенствования технологии получения полупроводниковых детекторов, методов их калибровки и измерения геометрических параметров. Одной из таких задач является определение функции отклика детектора гамма-излучения, необходимое для правильной расшифровки экспериментальных данных.

В данной работе проведено моделирование детектора из особо чистого германия [1-2] в программном комплексе MCNP5. MCNP5 решает задачи переноса нейтронного, фотонного и комбинированного излучения в произвольной трехмерной геометрии многоцелевым методом Монте-Карло [3].

В ходе расчетов было выявлено как разные параметры кристалла детектора влияют на результаты.

На первом этапе, в связи с тем, что отсутствовали данные о расположении электродов, было создано две модели детектора GC1518, отличающихся включением литиевого электрода в линейные размеры кристалла. В результате валидации моделей для дальнейших расчетов была выбрана модель с меньшими отклонениями от эксперимента.

На следующем этапе было определено как толщина мертвого слоя, и соответственно, объем кристалла, влияет на эффективность регистрации излучения. Поэтому для определения эффективной толщины мертвого слоя в геометрию кристалла модели детектора был добавлен дополнительный слой германия (мертвый слой), структурно не отличающийся от основного материала кристалла, но влияющий на эффективность регистрации. Изменение толщины мертвого слоя с любой стороны кристалла на 0,2 мм меняло эффективность регистрации примерно на $4 \cdot 10^{-5}$ отн.ед. В ходе расчетов было получено, что и для верхнего, и для бокового мертвых слоев эффективная толщина составила 0,7 мм. При этом чувствительный объем кристалла для GC1518 составил $61,69 \text{ см}^3$.

Далее были рассчитаны коэффициенты поправки на самопоглощение гамма-квантов для образцов теллов сложной геометрии, отличающихся поворотами вокруг своей оси и содержанием урана. Различие поправочных коэффициентов самопоглощения для модели с максимальным и минимальным самопоглощением составляет в среднем 0,58 % при одинаковом содержании урана и увеличивается по мере его дальнейшего роста.

В результате проведенной работы построенная расчетная модель, повторяющая параметры реального гамма-спектрометра, позволяет с точностью ~ 3 % определять отклик детектора, следовательно, ее можно использовать при проведении экспериментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коаксиальные германиевые детекторы с реверсивными электродами (REGe) // Canberra. Radiation Safety. Amplified. [Электронный ресурс].– режим доступа : <http://www.canberra.ru>.
2. Алейников Ю.В., Попов Ю.А., Прозорова И.В. Моделирование полупроводникового детектора из особо чистого германия // Тезисы XI международной конференции «Ядерная и радиационная физика.– Алматы, РГП ИЯФ, 2017.– с. 278.
3. Briesmeister, J.F., Forster, R.A., Cox, L.J. at el. MCNPTM Version // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms Vol. 213, 2004, pp. 82-86.