

УДК 539.12.05

Е.А.Репникова (6 курс, каф. ЭЯФ), А.В.Деч, С.С.Козловский, к.ф.-м.н., доц.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ГАММА – ИЗЛУЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ ТРЕХМЕРНЫЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ СТРУКТУРЫ

Разработка программ, описывающих процесс переноса энергии фотонами и заряженными частицами в трехмерном пространстве на основе метода Монте-Карло, и на сегодняшний день остается одной из популярных задач ядерной физики.

Программа моделирования прохождения фотонов через трехмерные многослойные структуры при облучении их гамма квантами в диапазоне энергий от 1 кэВ до 100 МэВ была разработана на кафедре экспериментальной ядерной физики СПбГТУ. В настоящее время эта программа проверена на большом количестве экспериментальных данных.

Задача прохождения гамма квантов через вещество решается в трехмерной геометрии. Изначально с помощью простого и удобного графического интерфейса задается геометрия эксперимента. Программа предусматривает создание поверхностей практически любой формы, что позволяет моделировать системы любой степени сложности.

Программа позволяет задавать три типа объектов: источник, детектор и пассивный элемент. Допускается задание лишь одного источника; количество детекторов и пассивных элементов не ограничено. Химический состав материалов объектов, входящих в моделируемую систему может быть произволен. Детектор отличается от пассивного элемента тем, что для него учитывается доля энергии, поглощенной в нем при прохождении гамма квантов. Источник может быть как точечным, так и протяженным, в том числе и совмещенным с любым другим объектом. Энергетический спектр гамма квантов, излучаемых источником, может быть задан как монолиния или как спектр, определенный в соответствующем файле данных.

Программа позволяет задавать энергетическое разрешение для различных типов детекторов, тем самым моделируя амплитудный спектр, адекватный наблюдаемому в эксперименте.

Разработанная нами программа обладает множеством функциональных возможностей, позволяющих определить такие величины как флюенс частиц, распределение дозы, спектр энерговыделения в детекторе.

Для проверки работоспособности программы были проведены экспериментальные измерения амплитудных распределений на выходе сцинтилляционного детектора, полученных при облучении последнего различными источниками гамма квантов. Сцинтилляционный детектор представлял собой кристалл CsI(Tl) размером 63×100 мм, заключенный в светонепроницаемый контейнер из алюминиевого сплава с толщиной стенок ~ 1 мм и со светоотражающей засыпкой из окиси алюминия ~ 1 мм. Кристалл был оптически состыкован с ФЭУ. Детектор размещался в центре комнаты с площадью ~ 30 м², на высоте ~ 1,5 м от пола при высоте потолка ~ 3,5 м. Все элементы детектора и окружающего пространства моделировались при помощи графического интерфейса программы. Сравнительный анализ данных показывает, что во всем исследованном диапазоне энергий от ~ 20 КэВ до ~ 2 МэВ наблюдается хорошее согласие экспериментальных и расчетных амплитудных распределений.

Правильность работы программы подтверждает также сравнение экспериментальных данных, вошедших в каталог Scintillation Spectrometry Gamma-Ray Spectrum Catalogue по измерению спектров различных источников излучения с помощью сцинтилляционного детектора на основе NaI(Tl). Эти эксперименты были выполнены в Idaho National Engineering &

Environmental Laboratory. При моделировании измерений были в точности воспроизведены экспериментальные условия, описанные в каталоге.

Сравнительный анализ показал, что амплитудные спектры для различных изотопов, представленных в каталоге – Scintillation Spectrometry Gamma-Ray Spectrum Catalogue довольно хорошо согласуются с амплитудными распределениями, полученными при моделировании.

На данном этапе предполагается дальнейшее развитие программы моделирования прохождения гамма излучения через антропоморфные фантомы. Возможность построения тканезквивалентного, гетерогенного фантома позволит определить среднюю дозу и дозу в точке в исследуемых органах и тканях.