

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИСТРАЦИИ ПИКОВ ПОЛНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ДЛЯ ПОЛЕВОЙ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ

Гроздов Дмитрий Сергеевич

Лаборатория методов исследования и анализа веществ и материалов,
аналитический отдел

grozdov@geokhi.ru

Сцинтилляционные детекторы давно и широко используются не только в лабораторном анализе, но и в полевых измерениях. Несмотря на худшее энергетическое разрешение, по сравнению с полупроводниковыми детекторами, они обладают большей эффективностью регистрации пиков полного поглощения (ППП), значительно дешевле, надежнее при автономном использовании. Обычно при полевых измерениях объект анализа содержит ограниченное по составу число радионуклидов, поэтому применение сцинтилляторов является оправданным. В последнее время разработаны различные математические методики калибровки сцинтилляционных детекторов по эффективности регистрации ППП [1, 2, 3]. При этом используются различные геометрические шаблоны статичных объектов (плоские поверхности, прямоугольные коробки, бочки, трубы и т.д.).

Задачей исследования являлась разработка способа расчета эффективности регистрации ППП сцинтилляционным детектором для полевого анализа и контроля удаленных объектов (например, поверхность земли: ж/д и авто- дороги, почва, грунт; непрерывных атмосферных выбросов АЭС и т.д.).

В качестве детектора использовался сцинтилляционный детектор NaI(Tl) размером 63*63 мм. В качестве калибровочного источника использовали точечный источник ^{226}Ra , энергии фотонов которого находятся в широком энергетическом диапазоне, а активность достаточна для измерений с приемлемой статистикой на расстоянии до 10 м.

Разработан способ вычисления эффективности регистрации ППП для произвольной точки пространства и заданной энергии излучения. На основе экспериментальных



Рис. 1. Схема эксперимента по градуировке детектора.

данных строили набор зависимостей

эффективности регистрации ППП для различных энергий в зависимости от расстояния до детектора и линейного угла от его оси. При проведении экспериментов калибровочный источник размещали на разных расстояниях от детектора и с шагом по линейному углу 10° от оси детектора (Рис. 1). При расчетах учитывали поглощение гамма-квантов в воздухе. Полученные экспериментальные значения эффективности регистрации ППП являлись опорными для расчетов значений эффективности регистрации ППП в произвольной

Разработанный алгоритм позволяет при необходимости сгенерировать 2D карту эффективности регистрации ППП для требуемого радиального расстояния от детектора (Рис. 2).

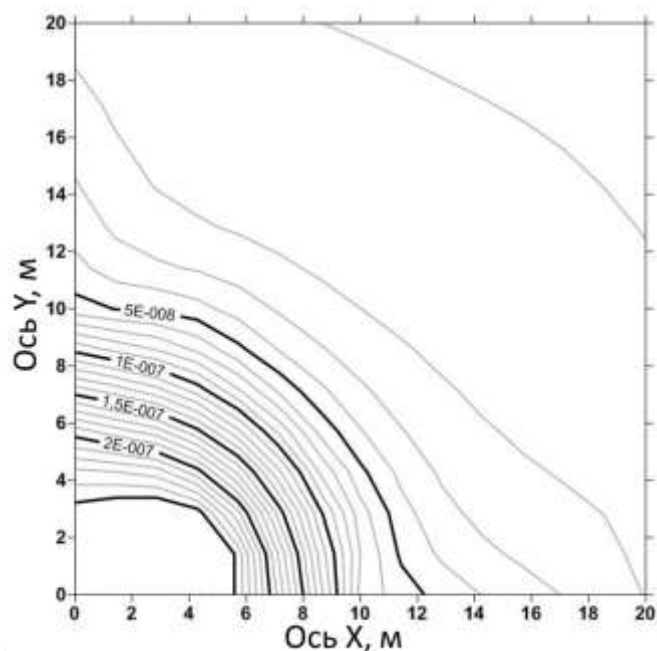


Рис. 2. Пример 2D карты эффективности ($E_{\gamma}=361$ КэВ).

На практике приходится использовать связку детектор-коллиматор. Это позволяет уменьшить фон при измерении слабоактивного объекта или уменьшить нагрузку на спектрометрический тракт при измерении высокоактивного объекта. В качестве коллиматора использовался свинцовый цилиндр с внутренним радиусом 15 см и толщиной стенок 10 см. В случае использования детектора с коллиматором разработан алгоритм и программное обеспечение для коррекции значений опорных точек для расчета эффективности регистрации ППП в зависимости от апертуры коллиматора.

Определено минимальное расстояние, на котором детектор можно считать точечным.

Список литературы:

[1]http://www.canberra.com/products/insitu_systems/isocs.asp (ссылка действительна на 10.08.2014).

[2]www.ortec-online.com/download/ISOTOPIIC.pdf (ссылка действительна на 10.08.2014).

[3]http://www.lsrn.ru/products/virtual_lab/lsrn_effmaker/ (ссылка действительна на 10.08.2014).

Список основных публикаций за последние 3 года:

1. V.P. Kolotov, D.S. Grozdov, N.N. Dogadkin. Enhancement of digital gamma activation autoradiography capabilities by means of computer analysis of the time series images. // J.Radioanalyt.Nucl.Chem. 2012. V.291. N2. P. 347.
2. D.S. Grozdov, V.P. Kolotov, N.N. Dogadkin. Computation of correction coefficients by means of Monte-Carlo simulation on photo activation analysis of the samples irradiated in non-uniform bremsstrahlung field of microtron. // J.Radioanalyt.Nucl.Chem. 2012. V.291. N2. P. 497.
3. V.P. Kolotov, D.S. Grozdov, N.N. Dogadkin. Generation of metaimages while analysis of the time series autoradiograms. // J.Radioanalyt.Nucl.Chem. 2013. V. 296. Issue 2. P 991. DOI 10.1007/s10967-012-2137-8.
4. D.S. Grozdov, V.P. Kolotov, N.N. Dogadkin. Software package for radionuclides mapping by means of processing of autoradiography images. / Ninth International Conference on Methods and Applications of Radioanalytical Chemistry. March 25-30, 2012. Sheraton Keauhou Bay Kailua-Kona, HI, USA. Log 440. http://www.marconference.org/wp-content/uploads/marxix_AbstractBook_20120310.pdf
5. Д.С. Гроздов, В.П. Колотов, Н.Н. Догадкин. Пакет программ для цифровой гамма-активационной автордиографии. / Тезисы докладов Всероссийской конференции по аналитической спектроскопии с международным участием. 23-29 сентября 2012 г. г.Краснодар. Краснодар: ООО "Альталюкс", 2012. С. 287.
6. Д.С. Гроздов, В.П. Колотов, Н.Н. Догадкин. Современная цифровая автордиография и обработка данных. / Тезисы докладов VII Российской конференции по радиохимии "Радиохимия 2012". 15-19 октября 2012 г. г. Димитровград: ООО «ВДВ «ПАК», 2012. С. 424.
7. Д.С. Гроздов, В.П. Колотов, Н.Н. Догадкин. Скрининговая гамма-активационная автордиография геологических аншлифов большой площади: аппаратно-программная реализация. / Тезисы докладов XX международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов». 8-13 апреля 2013 г. г. Москва. Москва: Издательство Московского университета, 2013. С. 25.
8. Д.С. Гроздов, Н.Н. Догадкин, В.П. Колотов. Алгоритмы и программы для цифровой обработки серии автордиографических изображений для повышения селективности анализа. / Аннотации докладов научной сессии НИЯУ МИФИ-2013. 1-6 февраля 2013 г. г. Москва. Москва: Типография НИЯУ МИФИ, 2013. С. 185.
9. Д.С. Гроздов, В.П. Колотов, Н.Н. Догадкин, А.А. Ширяев, В.И. Коробков. Воспроизводимость результатов количественной 2D денситометрии—ключ к получению данных, обеспечивающих повышение селективности анализа путем обработки серии автордиографических изображений. / Тезисы докладов Второго съезда аналитиков России (<http://www.wssanalytchem.org/car2013/doc/Abstracts-CRusAn2013.pdf>), Москва. 2013. С. 539.
10. Д.С. Гроздов, В.П. Колотов, Н.Н. Догадкин, А.А. Ширяев. Цифровая автордиография: сравнительный анализ различных типов детекторов. / Аннотации докладов научной сессии НИЯУ МИФИ-2014. 27 января-1 февраля 2014 г. г. Москва. Москва: Типография НИЯУ МИФИ, 2014. Т. 2. С. 138.
11. D.S. Grozdov, V.P. Kolotov, Y.E. Lavruhin, N.N. Dogadkin. Computation of full energy peak efficiency for voluminous radioactive atmospheric sources using remote scintillation gamma-ray spectrometry. / Booklet of abstracts of 17th Radiochemical Conference, Marianske Lazne, Czech republic. 11-16 may 2014. P. 126.
12. D.S. Grozdov, V.P. Kolotov, Y.E. Lavruhin, N.N. Dogadkin. Development of automated system for continuous remote control of radioactivity emitted by nuclear power plants. / Booklet of abstracts of 17th Radiochemical Conference, Marianske Lazne, Czech republic. 11-16 may 2014. P. 82.

ФИО: Гроздов Дмитрий Сергеевич.

Дата рождения: 26.10.1985.

Стаж работы в ГЕОХИ РАН: 6 лет.

Должность: и.о. старшего научного сотрудника.

Область научных интересов: гамма-спектрометрия, цифровая автордиография, компьютерное моделирование.