

безопасности и энергетической эффективности автомобильных газонаполнительных компрессорных станций» при поддержке Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57414X0023).

**Список литературы:**

1. Костюков В.Н. Науменко А.П. Анализ современных методов и средств мониторинга и диагностики поршневых компрессоров. Ч. 1: Системы on-line мониторинга // В мире неразрушающего контроля. – 2010. – № 1 (47). – С. 12-18.
2. Грубо Е.О., Королев П.Г., Романцова Н.В., Утушкина А.В. Алгоритм неполного перебора составления расписания работы измерительной системы. // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2013. – №2. – С. 66-71.
3. Липский В. Комбинаторика для программистов. – М.: Мир, 1988. – 213 с.
4. Алексеев В. В., Боронахин А. М., Закемовская Е. Ю., Королёв П. Г., Романцова Н. В. Задача составления расписания многоканальных средств измерений с автоматической коррекцией. Критерии эффективности // Приборы. – 2011. – № 7. – С. 45-49.

**Влияние статистического набора данных на погрешность определения площади пика в гамма-спектрометрии**

*Еремеева Т.А., Чурсин С.С.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск*

*E-mail: [taeremeeva@bk.ru](mailto:taeremeeva@bk.ru)*

Гамма-спектрометрия предоставляет уникальные возможности проведения разнообразных исследований во многих областях знаний. Основной задачей спектрометрических измерений является определение энергии, интенсивности гамма-линий от различных источников, их идентификации и локализации. Посредством данного типа исследования осуществляется разрушающий и неразрушающий анализы ядерных и радиоактивных материалов. К основным преимуществам гамма-спектрометрии можно отнести возможность выполнения изотопного анализа образца, содержащего сложную смесь радионуклидов, а также возможность выполнения количественного определения активности и массы радиоизотопов в исследуемом образце [1].

Вследствие того, что результаты спектрометрических измерений подчиняются законам теории вероятности, возникает статистическая погрешность, которую можно объяснить как неопределенность в оценке истинного значения измеряемой величины, возникающей из-за того, что проведенные тем же самым способом в одинаковых условиях несколько повторных измерений дают различающиеся результаты.

Статистическая погрешность тесно связана с объемом статистики: чем больше число событий, тем меньше данная погрешность и точнее результат измерения. Для гамма-спектрометрии объемом статистики является площадь пика. Ограничением набора большой статистики в гамма-спектрометрии является время, которое необходимо снижать для увеличения производительности анализа. Соответственно стоит задача перед выбором между минимальным временем и достаточной статистикой, обеспечивающей минимальную погрешность.

В связи с этим, целью данной работы было проведение исследования влияния статистического набора данных на погрешность определения площади пика в гамма-спектрометрии.

Изучение влияния статистического набора на погрешность определения площади пика производилось на сцинтилляционном детекторе Canberra с кристаллом NaI размером 51x51 мм. Источником излучения являлся стандартный образец урана обогащением 36 %, площадь определялась для пика с энергией 186 кэВ.

В ходе исследования была проведена серия экспериментов с различным статистическим набором данных выбранного пика. Ограничением статистического набора данных служило число отсчетов в канале с выбранной энергией. При каждом ограничении статистического набора проводилось 5 измерений спектра образца, затем определялась площадь пика полного поглощения для выбранной энергии, которая затем усреднялась.

Результаты экспериментов после обработки и усреднения данных показаны на рисунке 1. Полученные данные аппроксимировались методом наименьших квадратов степенной функцией  $y(x)$  вида (1), суть которого – минимизация суммы квадратов отклонения аппроксимирующей функции от экспериментальных данных (2):

$$y(x) = ax^{-b}; \quad (1)$$

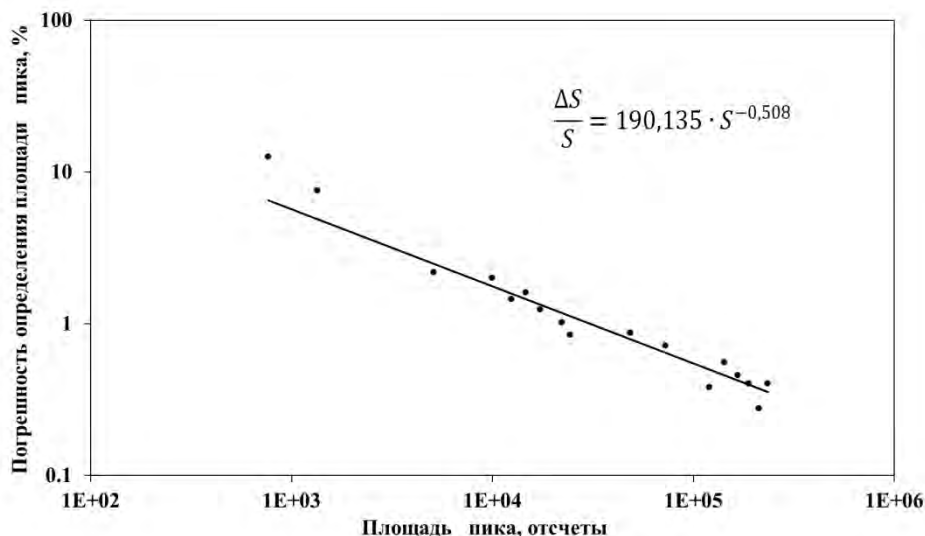
$$\sum_{i=1}^N [y_i - y(x_i)]^2 \cdot \omega_i \rightarrow \min. \quad (2)$$

При аппроксимации учтены веса полученных данных  $\omega_k$ . Так как все измерения значений функции производятся с одинаковой точностью, но при каждом значении площади пика производилась серия измерений, которая затем усреднялась, то весами измерений  $\omega_k$  выбраны пропорционально площади пиков [2]:

$$\omega_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^N x_i}. \quad (3)$$

Проведя аппроксимацию с помощью математического пакета Excel, была восстановлена аппроксимирующая кривая следующего вида (рис.1):

$$\frac{\Delta S}{S} = 190,135 \cdot S^{-0,508}.$$



**Рис. 1.** Зависимость погрешности определения площади пика от площади пика с аппроксимированной кривой

Анализируя полученные данные, видно, что для обеспечения статистической погрешности менее 5 % необходимо иметь статистический набор данных не менее 1 000 отсчетов в пике полного поглощения. Для минимизации статистической погрешности (менее 1 %), исходя из полученных данных, необходимо иметь статистический набор данных не менее 30 000 отсчетов в пике полного поглощения.

Таким образом, существует возможность выбора между производительностью анализа и статистической точностью определения характеристик радиоактивных проб. В зависимости от того, какие цели и задачи преследуют конкретные гамма-спектрометрические измерения, необходимо отдать приоритет одной или другой составляющей.

#### Список литературы:

1. Бойко В.И., Жерин И.И., Каратаев В.Д., Недбайло Ю.В., Силаев М.Е. Образовательная программа в области физической ядерной безопасности. Учебное пособие «Методы и приборы для измерения ядерных и других радиоактивных материалов». – 2011. – 356 с.
2. Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. – Наука, 1971. – 192 с.

#### Исследование характеристик гранулированного минерального сорбента

*Зарубин В.В.<sup>1</sup>, Мартемьянов Д.В., Мартемьянова И.В., Толмачёва Т.П.*

<sup>1</sup>*Лицей при Томском политехническом университете, Россия, г. Томск*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск*

*E-mail: [martemdv@yandex.ru](mailto:martemdv@yandex.ru)*

Проблема загрязнённости водных сред различными химическими веществами имеет сегодня высокую значимость [1, 2]. Сложившаяся ситуация оказывает негативное влияние на человека и экосистему в целом, и поэтому она требует обязательного решения.