

УДК 550.832

*А. В. Смирнов, В. А. Беляков, В. С. Лисицын, Г. К. Точиленко**ООО «Нефтегазгеофизика»*

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В СЦИНТИЛЛЯЦИОННОЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ**

На примере аппаратуры типа АИМС-СТ и АИМС-90 рассмотрены и проанализированы методы преобразования и обработки сигналов в сцинтилляционной гамма-спектрометрии, применяемые в ООО «Нефтегазгеофизика». Указаны основные достоинства и недостатки каждого из методов.

*Ключевые слова: гамма-спектрометрия, оцифровка сигнала, методы нейтронного гамма-каротажа, анализ эффективности.*

Производство гамма-спектрометрической аппаратуры освоено многими предприятиями, занимающимися разработкой приборов для геофизических исследований скважин (ГИС). Это спектрометрическая аппаратура естественной гамма-активности породы для оценки содержания тория, урана и калия, а также спектрометрическая аппаратура гамма-излучения радиационного захвата нейтронов для оценки элементного состава породы. В основе работы спектрометрической аппаратуры лежит процесс преобразования поглощенной в детекторе энергии гамма-кванта в цифровой код, пропорциональный величине этой энергии. При использовании сцинтилляционных детекторов поглощенная в них энергия гамма-квантов создает множественные световые вспышки (сцинтилляции), которые преобразуются ФЭУ (фотоэлектронный умножитель) в электрический сигнал (импульс тока), прямо пропорциональный величине заряда, созданного гамма-квантом в рабочем объеме детектора [5, 11].

Сигнал с ФЭУ усиливается, оцифровывается и передается в персональный компьютер (ПК) в виде аппаратурного спектра. Задача определения энергии гамма-кванта может быть реализована через измерение амплитуды сигнала, полученного с ФЭУ, расчет площади этого сигнала и др. Точное определение амплитуды импульса (заряда) позволяет приблизиться к эталонному энергетическому разрешению, которое может реализовать применяемый сцинтилляционный детектор. На практике ухудшению энергетического разрешения спектро-

метра способствуют несколько факторов: шумовая составляющая, наложенная на получаемый сигнал от ФЭУ; температурный фактор (изменение световыхода кристалла, темновые токи в ФЭУ); высокая загрузка спектрометрического тракта, в результате которой импульсы, генерируемые гамма-квантами, оказываются наложенными друг на друга; смещение нулевой линии сигнала, возникающее при интенсивной загрузке сцинтиллятора. Доля наложенных импульсов, кроме того, зависит от времени высвечивания сцинтилляционного кристалла.

Вопрос энергетического разрешения всегда был и остается одним из самых важных, так как величина разрешения дает в простой и наглядной форме оценку информационных возможностей спектрометра [11]. Энергетическое разрешение спектрометра  $\eta$  (Е) обычно определяют как отношение ширины  $\Delta E$  функции отклика  $K(E, V)$  на ее полувысоте к Е [11]:

$$\eta(E) = \frac{\Delta E}{E}.$$

Разрешение (понимается энергетическое разрешение спектрометрической системы в целом) показывает, насколько велики потери информации при использовании конкретной спектрометрической системы. Разрешение трактуется как естественная неопределенность, с которой можно определить истинное значение энергии зарегистрированного кванта излучения (частицы) по наблюдаемому значению.

Для реализации определения энергии зарегистрированного гамма-кванта блоком детектирования в аппаратуре, выпускаемой ООО «Нефтегазгеофизика», применяются несколько алгоритмов, имеющих свои плюсы и минусы: оцифровка импульсов по команде стробирования, оцифровка площади сигнала.

В первом случае время начала оцифровки импульса выбирается фиксированным: токовый импульс с ФЭУ после инвертирования поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и компаратор (после дополнительного усиления), на котором формируется временная задержка, равная времени нарастания переднего фронта входного сигнала. Сформированный на компараторе сигнал (строб) поступает на соответствующую ножку АЦП, и выполняется оцифровка сигнала. Этот способ формирования энергетического спектра реализован в аппаратуре СГК, ЗГК-ЛП и АИМС-СТ [1, 9, 12].

Второй способ заключается в определении площади зарегистри-

