

6. Мурцовкин В. А. Электропроводность пористых сред с двухфазным насыщением // Коллоидный журнал. 2013. Т. 75. № 1. С. 109–117.
7. Мурцовкин В. А., Зеленов А. С. Расчет электропроводности и проницаемости горных пород по данным ядерно-магнитного каротажа // НТВ “Каротажник”. Тверь: Изд. АИС. 2006. Вып. 2–4 (143–145). С. 108–120.
8. Тиаб Д., Доналдсон Э. Ч. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов. М.: ООО “Премиум Инжиниринг”, 2009.
9. Dunn K.-J., Bergman D. J., LaTorraca G. A. Nuclear Magnetic Resonance. Petrophysical and Logging Applications. Pergamon, 2002.

УДК 550.832

В. Ю. Барляев

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ СПИНОВОГО ЭХА В ПРИБОРЕ ЯДЕРНО-МАГНИТНОГО КАРОТАЖА СИЛЬНОГО ПОЛЯ

Рассмотрены вопросы повышения отношения сигнал/шум при регистрации сигналов спинового эха в приборе ядерно-магнитного каротажа (ЯМК) сильного поля как аппаратными (аналоговые входные цепи), так и математическими (цифровая обработка сигналов) методами. Сравняются различные схемы входных цепей приемника сигналов спинового эха и делается вывод о предпочтительности двухконтурной входной цепи. Сравняются различные цифровые фильтры, применяемые для выделения сигналов спинового эха, и делается вывод о предпочтительности применения треугольного окна.

Ключевые слова: прибор ЯМК сильного поля, сигнал спинового эха, отношение сигнал / шум, цифровая обработка сигнала.

Приемник сигналов прибора ЯМК сильного поля можно разделить на две основные части: аналоговую и цифровую.

Аналоговая часть осуществляет электрическое согласование цепей зонда с входными цепями приемника и усиливает входные сигналы до уровня, необходимого для нормальной работы аналого-цифрового преобразователя (АЦП). При этом стабильность коэффициента передачи усилителя не является критичной, так как общий комплексный

коэффициент передачи приемника контролируется перед каждым измерением.

Все преобразования принимаемых сигналов осуществляются цифровой частью. Оцифровке подвергается недетектированный сигнал, имеющий несущую частоту порядка сотен килогерц. Объем данных оцифровки получается очень большим и непригодным для передачи по каналу связи в регистрирующее устройство. Так, при оцифровке сигнала одного спинового эха получается около 15 *кбайт* информации. При обычном измерении релаксационной кривой, имеющей 400 сигналов спинового эха, общий объем информации одного измерения составляет около 6 *Мбайт*. Поэтому в приборе производится предварительная обработка данных, призванная уменьшить объем информации, а также произвести унификацию передаваемых данных, чтобы свести к минимуму влияние особенностей конкретной реализации аппаратуры на результат измерения.

Предварительная обработка включает в себя детектирование сигналов и выделение комплексной амплитудной огибающей спинового эха, фильтрацию детектированных сигналов и определение комплексной амплитуды спинового эха, коррекцию полученных результатов измерения на изменение коэффициента передачи и сдвига фазы приемника. В результате предварительной обработки определяется амплитуда спинового эха и формируется массив данных, где амплитуда каждого спинового эха определяет соответствующую точку измеряемой релаксационной кривой.

Объем данных одного измерения, передаваемых по каналу связи в регистрирующее устройство, после предварительной обработки составляет около 2 *кбайт*. Кроме амплитуд спинового эха туда входит информация о форме четырех первых сигналов спинового эха, коэффициенте передачи приемника, об амплитудах радиоимпульсов, о напряжении питания прибора и температуре как внутри прибора, так и в скважине.

Одной из наиболее важных качественных характеристик прибора ЯМК является чувствительность приемника сигналов спинового эха. Отношение сигнал/шум на выходе приемника зависит от уровня полезного сигнала, действующего на входе приемника, уровня шумов зонда и собственных шумов приемника:

$$SNR = \frac{E^2}{N_S^2 + N_A^2},$$

