

ПРИМЕНЕНИЕ «МЕТОДА ALPHA-PROCESSING» ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПЛОТНОСТНОГО КАРОТАЖА

Г.А. Славкин, специалист, оператор по добыче нефти и газа
ООО «РН-Ванкор»
(Россия, г. Красноярск)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-6-2-91-95

Аннотация. В статье представлена методика *Alpha-processing*, которая улучшает вертикальное разрешение плотностного каротажа и вводит поправку за влияние скважины путём объединения двух (или более) датчиков. Задачей является поиск наилучшего способа объединения измерений двух датчиков с получением максимального вертикального разрешения. Также стоит отметить, что поскольку точки измерения датчиков могут не совпадать по глубине, важно учитывать соответствующую коррекцию, необходимую для оптимального соответствия. В работе представлен результат, демонстрирующий успешность предложенной методики.

Ключевые слова: *Alpha-processing*, геофизический метод, плотностной каротаж, ГГК-II, вертикальная разрешающая способность.

Улучшение вертикальной разрешающей способности геофизических исследований становится актуальной задачей в условиях необходимости разработки скважин со стремительно меняющимися физическими параметрами пласта. Одним из методов, позволяющих улучшить вертикальную разрешающую способность геофизических исследований является метод *Alpha-processing*.

Метод *Alpha-processing* используется для обработки мультисенсорных устройств с двумя приемниками, малым и большим, объединяя измерения с разной вертикальной разрешающей способностью и разной глубиной исследования, что позволяет компенсировать эффекты, вызванные глинистой корой или буровой скважиной.

Целью данной работы является расширение области знаний по обработке каротажа и улучшению вертикальной разрешающей способности, а том числе представить метод *Alpha-processing*, описать принцип его работы и продемонстрировать его свойства на практическом примере.

На рисунке 1 представлены различные способы комбинирования датчиков с точки зрения геометрии объема исследования. Опираясь на рисунок 1, где представлена глубина исследования датчиков, можно рассчитать эффективную глубину исследования как разницу между большим (SF) и малым (SN) датчиками. Во второй части рисунка 1, показана функция вертикального отклика (вертикальной разрешенности) для способа комбинирования.

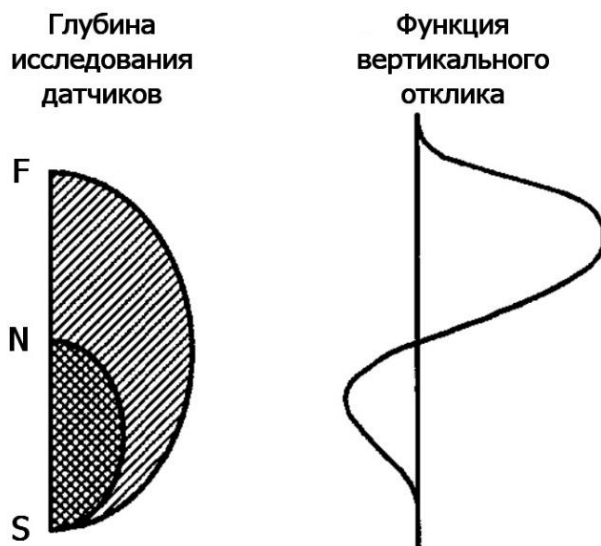


Рис. 1. Метод объединения измерений двух датчиков(комбинированный)

Первый и самый простой способ состоит в том, чтобы объединить данные двух датчиков без коррекции глубины или усреднения. Результатом является комбинация двух датчиков из одного и того же источника (рис. 1). Поправка за влияние скважины производится путем вычитания зоны исследования ближнего датчика из показаний дальнего датчика. В зоне исследования, а также в вертикальном разрешении доминирует область между ближним и дальним датчиками (рис. 1). Для этой конфигурации точка измерения находится приблизительно между двумя детекторами. Если глубина исследования двух датчиков существенно различается, зона исследования данной комбинации может простираться вплоть до источника. Данный фактор может привести к сложной вертикальной функции, как показано во второй части рисунка 1. Наблюдаются главный максимум, ширина которого равна расстоянию между ближним и дальним детекторами. Этот асимметричный отклик обычно наблюдается на ядерных, особенно нейтронных, каротажах. Он проявляется в форме нехарактерных колебаний вблизи границ пласта, которые не являются истинным представлением формации.

Для данных каротажей, глубина исследования которых не сильно меняется с интервалом, функция вертикального отклика будет более симметричной. Это верно для акустических и диэлектрических измере-

ний, для которых данная схема является оптимальной.

Другим недостатком метода комбинирования является то, что эффективный объем исследования содержит большой участок зоны вблизи стенки скважины. Это делает результат очень восприимчивым к аномалиям в скважине.

На рисунке 2 представлен альтернативный способ объединения двух датчиков. Вертикальную разрешающую способность ближнего детектора сглаживают до разрешающей способности дальнего путём увязки по глубине, тем самым устанавливая их на равную глубину. Результирующее вертикальное разрешение ближнего датчика такое же, как и для дальнего. В результате исследования, зона вблизи стенки скважины имеет небольшое значение. Таким образом, альтернативный способ является лучшим методом объединения двух датчиков с точки зрения компенсации влияния скважины, так как он не вносит нехарактерные колебания в данные каротажа. Вертикальное разрешение хуже, чем в первом методе, поскольку оно полностью зависит от расстояния между дальним детектором и источником.

В результате анализа можно сделать вывод о несовместимости между оптимизацией глубинности исследования и вертикальным разрешением.

При этом ближний детектор имеет хорошо управляемую и симметричную функцию вертикального отклика. Он де-

монстрирует вертикальное разрешение, в котором преобладает его расстояние от источника. Однако ближний детектор сильно зависит от скважинных эффектов. С одной стороны, «альтернативный» метод имеет лучшую поправку за влияние скважины (глубинность исследования), с

другой стороны, ближний датчик имеет наилучшую функцию вертикального отклика. Сочетание этих двух достоинств может дать результат, который будет демонстрировать характеристики с лучшим эффектом.

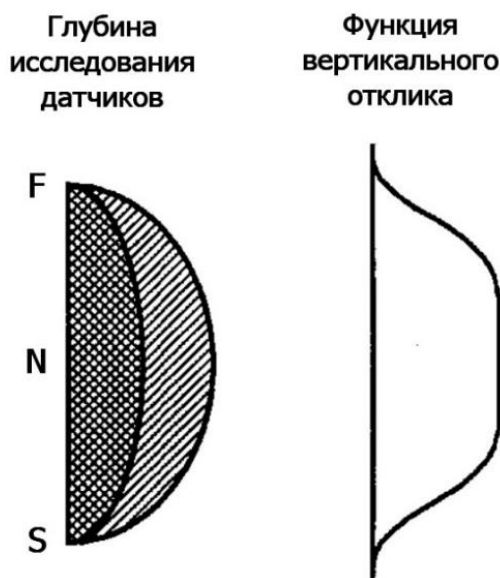


Рис. 2. Метод объединения измерений двух датчиков (альтернативный)

Итоговая вертикальная разрешающая способность зарегистрированной кривой плотности соответствует вертикальной разрешающей способности дальнего зонда. Регистрация по малому зонду является вспомогательной и используется для расчёта истинной плотности, по влиянию скважины. Тем не менее, показания малого зонда обладают лучшей разрешающей способностью, но искажены за счёт влияния скважины, поскольку радиус исследования существенно меньше.

Суть процедуры состоит в том, чтобы извлечь функцию вертикальной разрешающей способности из малого зонда – то есть высокочастотную компоненту, и до-

бавить её к зарегистрированной кривой, тем самым увеличить разрешающую способность каротажа.

$$p_{enh} = p_b + (p_{near} - \overline{p_{near}})$$

p_{enh} – результат расширенного вертикального разрешения;

p_b – зарегистрированная кривая плотности;

p_{near} – неотфильтрованная плотность ближнего детектора;

$\overline{p_{near}}$ – отфильтрованная плотность ближнего детектора.

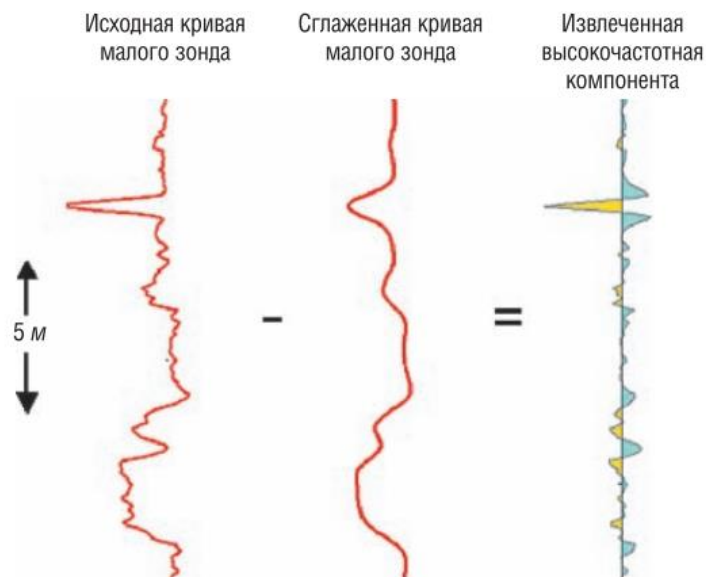


Рис. 3. Вычисление высокочастотной компоненты малого зонда

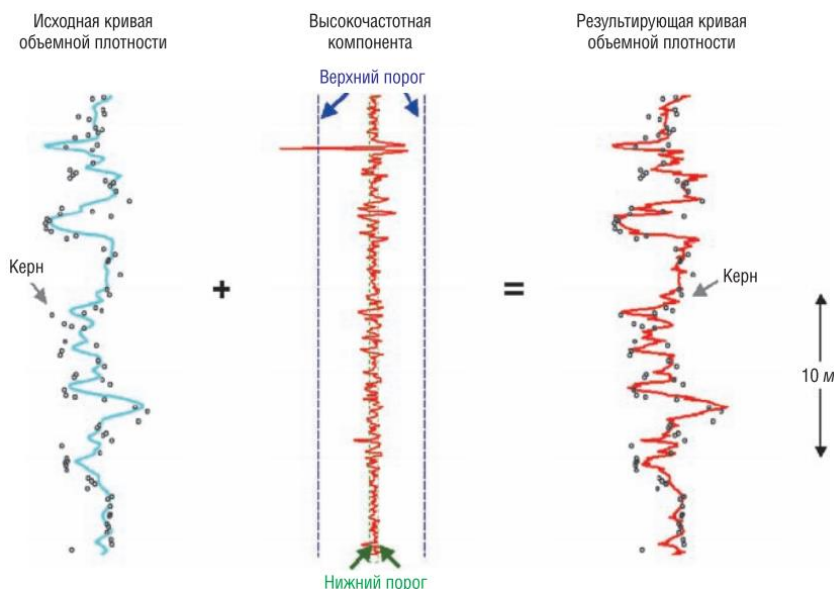


Рис. 4. Результат применения метода

Полученная диаграмма сохраняет низкочастотный тренд исходных данных, имеющих поправку за влияние скважины и смещающих пород, и приобретает вертикальную разрешающую способность малого зонда, близкую к 0,2 м.

Исходя из описанных ограничений, были получены результаты с положительным эффектом от применения метода в различ-

ных ситуациях. Для прибора плотностного каротажа со стандартной выборкой ожидаемое вертикальное разрешение плотности составляет около 60 см. С помощью данного метода может быть достигнуто разрешение до 15 см, особенно если использовать более высокую частоту дискретизации и более низкую скорость записи каротажа.

Библиографический список

1. Хабаров А.В., Волокитин Я.Е., Боркент Э.-Я. Методика оценки пористости тонкослоистых пластов-коллекторов // Каротажник. – 2009. – №12. – С. 129-143.
2. Князев А.Р., Малиновский А.К., Некрасов А.Н. Повышение информативности при интерпретации двухзондовых приборов каротажа // Каротажник. – 2019. – №5. – С. 129-141.

3. Flaum C., Galford J. E., Hastings A. Enhanced Vertical Resolution Processing of Dual Detector Gamma-Gamma Density Logs. – Houston: Schlumberger Well Service, 1989. – 11 с.
4. Jacobson L. A., Wyatt, Jr. D. F., Gadeken L. L., Merchant G. A. Resolution Enhancement of Nuclear Measurements through Deconvolution. – Houston: Halliburton Logging Services, 1991. – 8 с.
5. Morland A. M. Special log Processing for thin zones using geological impulse response functions, with particular application to total and spectral gamma ray logs. – South Australia: The University of Adelaide, 1984. – 13 с.

APPLICATION OF THE "ALPHA-PROCESSING METHOD" TO INCREASE THE VERTICAL RESOLUTION OF DENSITY TECHNIQUE

G.A. Slavkin, *Specialist, Oil and Gas Production Operator*
LLC «RN-Vankor»
(Russia, Krasnoyarsk)

***Abstract.** This paper presents an Alpha-processing technique that improves the vertical resolution of density logs and corrects for borehole effects by combining two (or more) sensors. The challenge is to find the best way to combine the measurements of the two sensors to obtain the maximum vertical resolution. It is also worth noting that since the measurement points of the sensors may not match in depth, it is important to consider the appropriate correction required for optimal matching. The paper presents a result demonstrating the success of the proposed method.*

***Keywords:** Alpha-processing, geophysical method, density logging, GGK-P, vertical resolution.*