

**Институт геологии и нефтегазового дела им. К.  
Турысова**

GEO214 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН  
(ПРОДВИНУТЫЙ)

**4 – лекция**  
**Интерпретация диаграмм бокового каротажа**

Д.т.н., профессор  
**Ратов Боранбай Товбасарович**

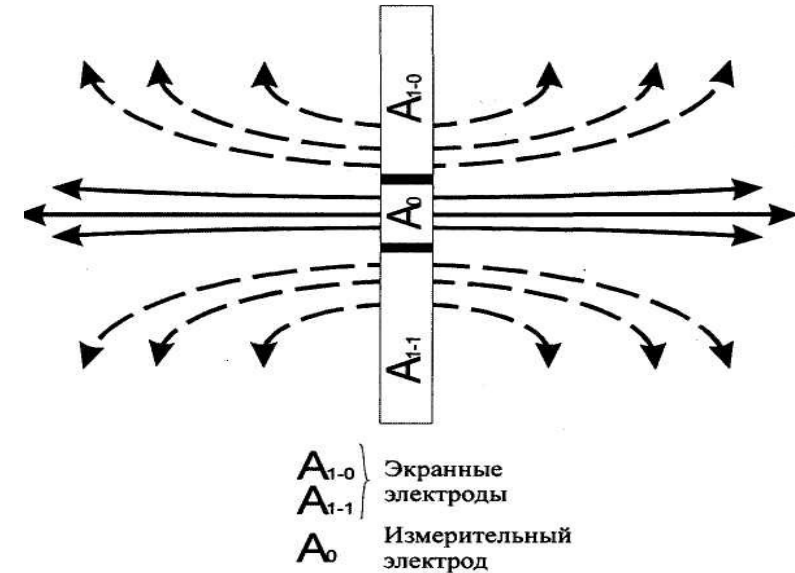
## БОКОВОЙ КАРОТАЖ (БК)

**БК** - электрические исследования фокусированными зондами с фокусировкой тока в радиальном направлении с помощью экранных электродов. Измеряемая величина - кажущееся удельное электрическое сопротивление.

Значения кажущихся сопротивлений  $r_k$ , измеряемые при боковом каротаже, слабо искажаются влиянием скважины и вмещающих пород. Поэтому БК эффективен при изучении разрезов с частым чередованием пластов, характерным, например, для карбонатных пород, а также в условиях высоких отношений удельных сопротивлений пород  $r_{\pi}$  и промывочной жидкости  $r_c$ .

Благодаря высокому вертикальному разрешению БК целесообразно применять также для исследования терригенных разрезов, разбуренных на пресных и минерализованных промывочных жидкостях.

Боковой трехэлектродный зонд состоит из центрального электрода  $A_0$  и двух экранных  $A_{1-0}$  и  $A_{1-1}$ , разделенных изолирующими промежутками. При производстве ГИС на все три электрода подается одинаковое напряжение и измеряется величина падения напряжения между центральным электродом  $A_0$  и удаленным электродом расположенным на корпусе прибора.



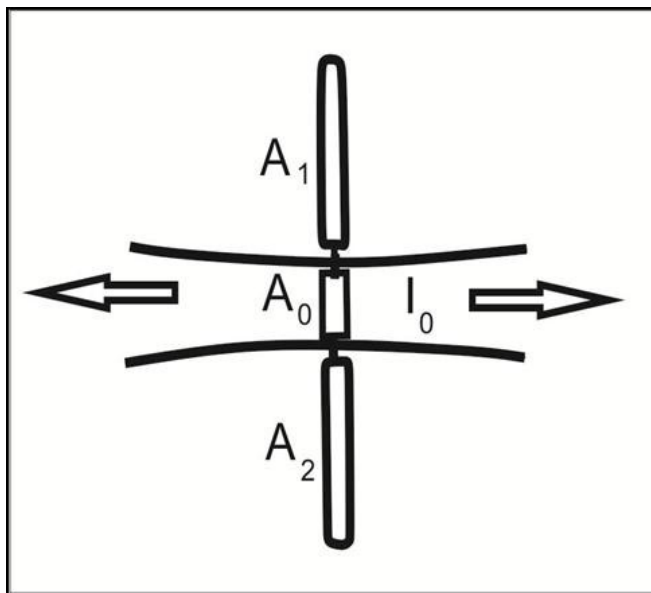
# Метод экранированного заземления с фокусировкой тока (боковой каротаж)

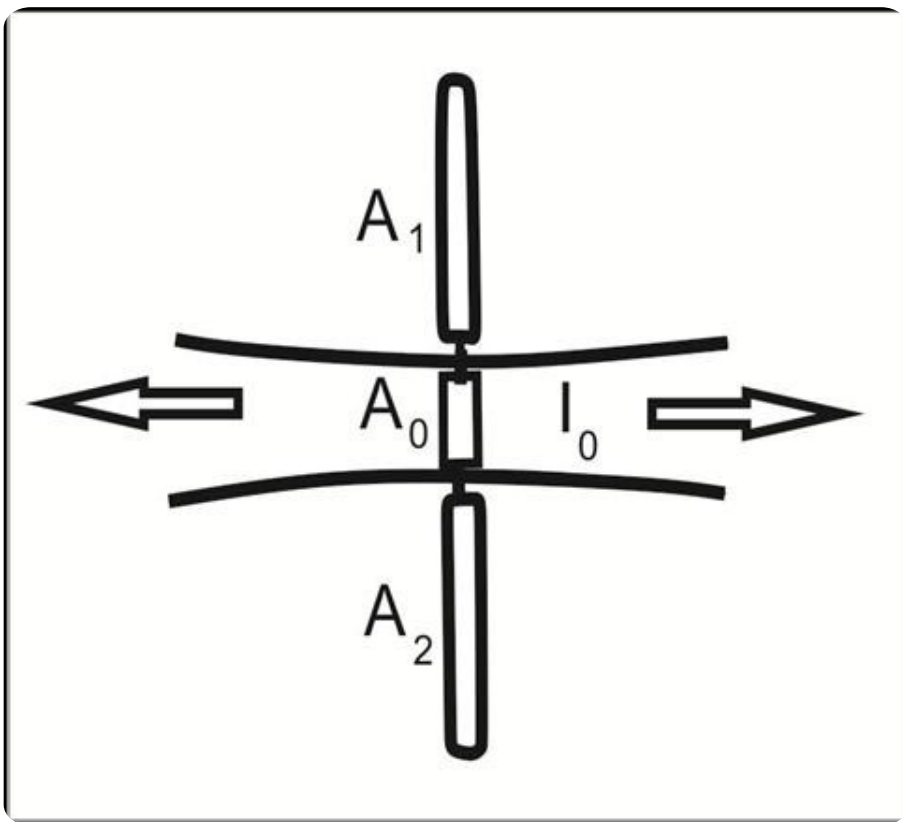
Метод **БК** направлен на устранение основного недостатка классического метода **КС**, заключающегося во влиянии бурового раствора на измеренное  $\rho_k$ .

- Регистрация кривой сопротивления фокусированными зондами называется боковым каротажом (БК). Измеряемая величина - кажущееся удельное электрическое сопротивление. Единица измерения - Ом\*м.
- Наиболее ценные результаты этот метод дает при каротаже тонких пластов, при большой разнице в сопротивлениях между пластами, вмещающими породами и буровым раствором

$$(\rho_{пл} / \rho_0 > 100 \text{ и } \rho_{БМ} / \rho_0 > 10).$$

• **Боковой метод (БК)** - измерение УЭС (Омм) горных пород при помощи зонда, обеспечивающего распространение тока перпендикулярно стенке скважины.





- Трехэлектродный зонд бокового каротажа БК состоит из трех электродов удлиненной формы .

- Центральный электрод  $A_0$  и, расположенные симметрично относительно него два экранирующие электрода  $A_1$  и  $A_2$ , представляют собой металлические цилиндры, разделенные между собой изоляционными прослойками.

- Через основной и экранные электроды пропускают *ток одной полярности* и обеспечивают этим равенство их потенциалов.

- Благодаря влиянию поля тока экранирующих электродов, ток  $I_0$  центрального электрода направляется непосредственно в пласт слоем перпендикулярно оси скважины на значительное расстояние.

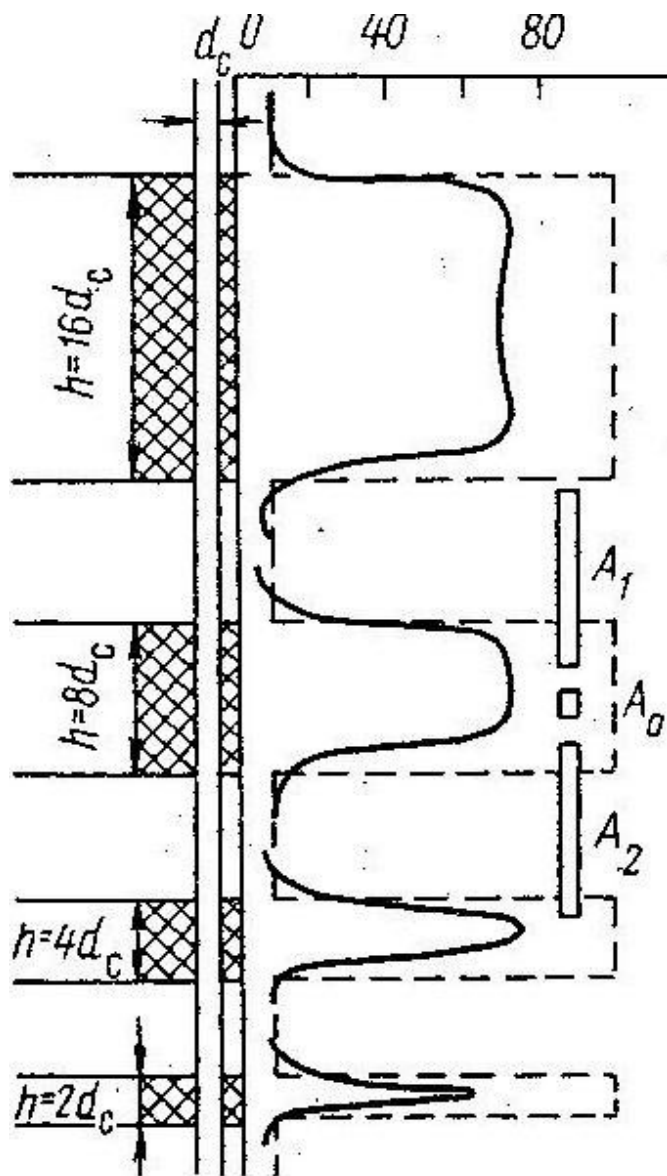
- Тем самым уменьшается влияние скважины и соседних пластов на результаты измерений.

- Сопротивление, регистрируемое при боковом каротаже, носит название эффективного и обозначается  $\rho_{\text{э}}$  или  $\rho_{\text{эф}}$  (иногда называют кажущимся и обозначают  $\rho_{\text{к}}$ ). Величину  $\rho_{\text{эф}}$  рассчитывают по формуле:

- $$\rho_{\text{эф}} = K(\Delta U / I_0),$$

- где  $K$ - коэффициент зонда, зависящий от размеров зонда;  $\Delta U$  – разность потенциалов между любым из электродов зонда и удалённым от них электродом  $N$ , находящимся на кабеле

- Ближайшей измеренная служит омметр (Омм)



- Кривые БК симметричны относительно середины пласта. Границы пластов высокого сопротивления отбиваются по кривым трёхэлектродного зонда БК по её резкому подъёму.

## **Интерпретация диаграмм бокового каротажа**

Границы пластов на диаграммах БК находятся по точкам, соответствующим началу крутого подъема кривой по отношению к оси глубин. При определении границ пластов по диаграммам семи- и девяти электродных зондов верхняя граница проводится выше, а нижняя - ниже середины нисходящей (восходящей) линии кривой сопротивления на величину равную половине длины зонда. [2]

Мощность пласта определяется как разность между значениями глубин кровли и подошвы выделенного пласта.

## Примеры интерпретации диаграмм

	Поведение кривых	Вывод
Водонасыщенный песчаник	Низкие и близкие значения кривых	Коллектор без нефти
Нефтенасыщенный пласт	Рост кривых, особенно БК-9	Пласт проницаемый, насыщен нефтью
Глина	$p_k \approx p_v$	Непроницаемый слой
Переход к воде	Падение $p_k$ вниз по разрезу	Контакт нефть-вода



## Количественная интерпретация

На этом этапе проводится вычисление **истинного сопротивления пласта (rp)** из зарегистрированных кривых рк.

Используются:

- номограммы пересчёта (для конкретных зондов и диаметров скважин);
- графические или программные методы коррекции влияния зоны фильтра;
- данные других методов ГИС (например, гамма-каротажа и нейтронного каротажа).

После нахождения **rp** вычисляют **водонасыщенность (Sw)** по уравнению Арчи:

$$S_w = \sqrt[n]{\frac{a \cdot R_w}{\phi^m \cdot R_t}}$$

где:

R<sub>w</sub> — сопротивление пластовой воды,

R<sub>t</sub> — истинное сопротивление пласта,

φ — пористость,

a, m, n — эмпирические коэффициенты, зависящие от пористой среды.

## **Факторы, влияющие на результаты интерпретации**

- Диаметр скважины и толщина фильтрационной корки;
- Сопротивление бурового раствора и фильтрата;
- Радиус зонда и расстояние между электродами;
- Анизотропия и неоднородность пласта;
- Минерализация пластовой воды.

Без учёта этих факторов истинное сопротивление может быть занижено или завышено, что приведёт к неправильной оценке насыщенности.

## **Заключение**

Интерпретация диаграмм бокового каротажа является **важнейшим этапом геофизической интерпретации скважинных данных.**

Метод позволяет:

- надёжно выделить коллекторы и непроницаемые слои;
- определить истинное сопротивление пород;
- оценить степень водо-, нефте- и газонасыщенности пластов;
- уточнить положение контактов и толщину продуктивных интервалов.

Благодаря высокой разрешающей способности и устойчивости к влиянию промывочного раствора, боковой каротаж остаётся **одним из базовых методов интерпретации геофизических исследований** в нефтегазовой геологии.