

# Геофизические методы исследования скважин.

Курсовая работа на тему:

Метод высокочастотного индукционного  
каротажного изопараметрического  
зондирования  
(ВИКИЗ)

Выполнил: Лошкарев А. Н.

Гр. ГИС-07

Преподаватель: Блинкова Н. В.

# ВИКИЗ

ВИКИЗ расшифровывается как "высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование". Метод разработан в Институте геологии и геофизики Сибирского отделения РАН под руководством проф. Ю. Н. Антонова.

По своей сути ВИКИЗ является вариантом боковых каротажных зондирований (БКЗ) в индукционном исполнении. В методе используется принцип частотно-геометрического зондирования, в котором увеличение глубины исследований достигается, во-первых, за счет увеличения длины зонда, и, во-вторых, за счет уменьшения частоты электромагнитного поля.

Аппаратура ВИКИЗ содержит 5 трехкатушечных зондов разной длины, работающих каждый на своей частоте, которые поочередно подключаются к измерительной линии. Измеряемой величиной является разность фаз сигнала в двух приемных катушках, которая передается на поверхность в виде цифрового кода.

Применение двух измерительных катушек позволяет минимизировать влияние на результаты измерений самой скважины.

Изопараметричность понимается как сохранение одинаковых показаний всех зондов в одной и той же однородной среде с постоянным значением электропроводности.

Для достижения изопараметричности выполняются два условия:  $1. L \cdot f = \text{const}1$ ,  $2. \Delta L/L = \text{const}2$ ,

где  $\Delta L$  - база;  $L$  - длина зонда;  $f$  - частота.

Если показания разных зондов не совпадают между собой, это свидетельствует о радиальной неоднородности удельного электрического сопротивления УЭС. Т.к. все зонды имеют разную длину и разную частоту электромагнитного поля, то основной вклад в измеряемый сигнал вносят цилиндрические зоны, неодинаково удаленные от оси зонда. Чем меньше частота и чем больше длина зонда, тем больше удалена от оси зонда область, влияющая на его показания.

По этой причине показания малых зондов характеризуют УЭС зоны проникновения, а больших - неизменной части пласта. Скорость спуска прибора не более 2 км/час, при этой скорости измерения проводятся через **0.05** м по глубине.

# Основные геолого-геофизические задачи решаемые методом.

Метод высокочастотных индукционных каротажных изопараметрических зондирований предназначен для исследования пространственного распределения удельного электрического сопротивления пород, вскрытых скважинами, бурящимися на нефть и газ. Использование метода ВИКИЗ позволяет решать следующие задачи ГИС:

- расчленение разреза, в том числе тонкослоистого, с высоким пространственным разрешением;
- оценка положения водонефтяных и газоводяных контактов;
- определение удельного электрического сопротивления неизменной части пласта, зоны проникновения фильтрата бурового раствора с оценкой глубины вытеснения пластовых флюидов;
- выделение и оценка параметров радиальных неоднородностей в области проникновения, в том числе скоплений соленой пластовой воды («окаймляющие зоны»), как прямого качественного признака присутствия подвижных углеводородов в коллекторах.

# Применяемая аппаратура

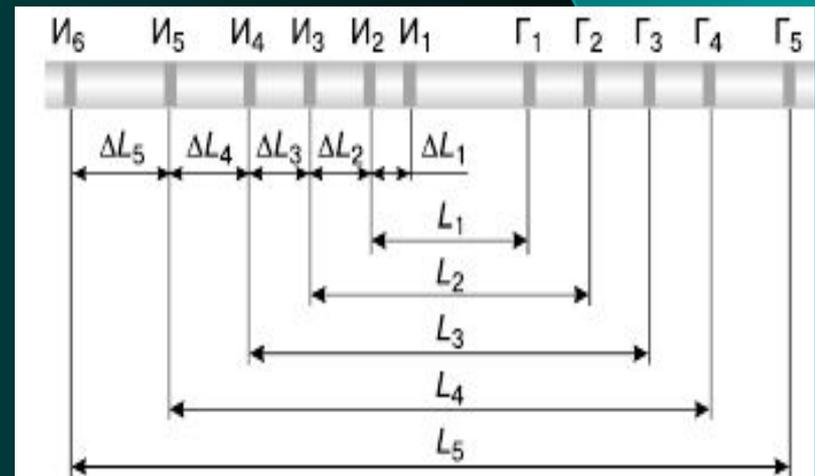
Аппаратура ВИКИЗ обеспечивает измерение разностей фаз между э.д.с., наведенными в измерительных катушках пяти электродинамически подобных трехкатушечных зондов (генераторная и две приемные катушки), и потенциала самопроизвольной поляризации ПС. Габаритные размеры скважинного прибора: диаметр — 0,073 м, длина — 4,0 м. Прибор состоит из зондового устройства, блока электроники и наземной панели.

# Пространственная компоновка элементов зондового устройства.

В аппаратуре ВИКИЗ используется набор из пяти трехкатушечных зондов. Конструктивно зондовое устройство выполнено на едином стержне и все катушки размещены соосно. Геометрические характеристики зондов представлены в таблице. Показана схема размещения катушек на зондовом устройстве. Здесь приняты следующие обозначения: Г1, Г2, Г3, Г4, Г5 — генераторные катушки; И1, И2, И3, И4, И5, И6 — измерительные катушки.

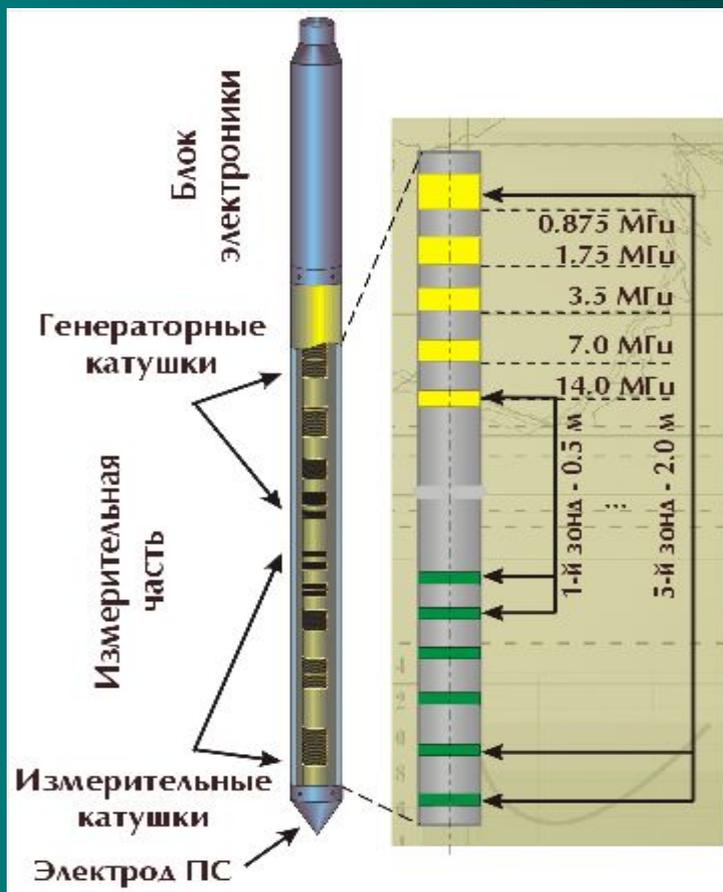
Геометрические характеристики зондов

| Схема зонда        | Длина, м | База, м | Точка записи, м |
|--------------------|----------|---------|-----------------|
| И6 0.40 И5 1.60 Г5 | 2,00     | 0,40    | 3,28            |
| И5 0.28 И4 1.13 Г4 | 1,41     | 0,28    | 2,88            |
| И4 0.20 И3 0.80 Г3 | 1,00     | 0,20    | 2,60            |
| И3 0.14 И2 0.57 Г2 | 0,71     | 0,14    | 2,40            |
| И2 0.10 И1 0.40 Г1 | 0,50     | 0,10    | 2,26            |
| ПС                 |          |         | 3,72            |



# Основные компоненты прибора.

## Схема зондовой части скважинного прибора



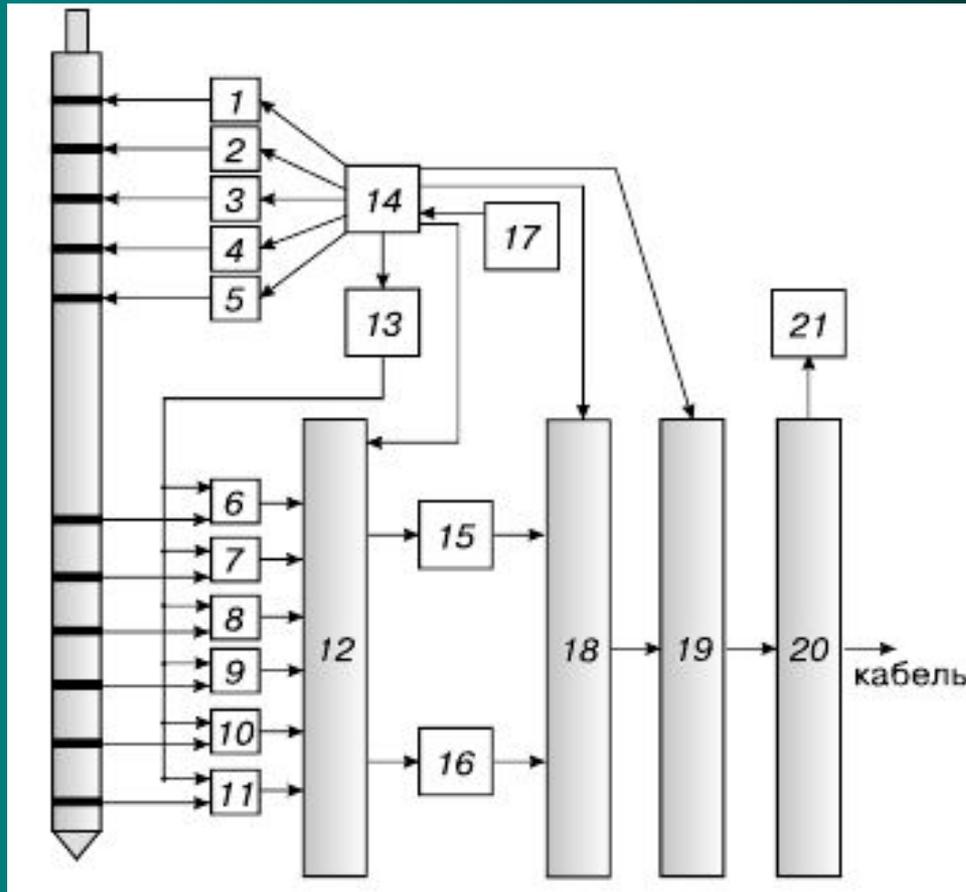
## Наземный прибор аппаратуры ВИКИЗ.

Основная функция — прием и преобразование информации, поступающей от скважинного прибора к виду, удобному для регистрации. Хранение калибровочных значений.

При использовании компьютеризированной каротажной станции может быть заменен специальной программой.



# Структурная схема скважинного прибора.



Электронная схема содержит: усилители мощности — 1—5; смесители — 6—11; аналоговый коммутатор — 12; перестраиваемый гетеродин — 13; устройство управления скважинным прибором — 14; усилители промежуточной частоты — 15, 16; опорный кварцевый генератор — 17; широкополосный фазометр — 18; передатчик телесистемы — 19; выходное устройство — 20; блок питания — 21. Смесители расположены в зондовом устройстве рядом с измерительными катушками. Там же установлен аналоговый коммутатор. Остальные элементы схемы расположены в блоке электроники. Скважинный прибор подключается к наземной панели с помощью трехжильного кабеля. При регистрации на компьютеризированную каротажную станцию функции наземной панели может выполнять соответствующая программа.

# Интерпретация результатов ВИКИЗ

При интерпретации результатов ВИКИЗ выделяют в разрезе интервалы, где наблюдается расхождение диаграмм зондов разной длины с превышением показаний малых зондов над показаниями больших. Эти интервалы соответствуют пластам-коллекторам с повышающим проникновением бурового раствора.

Далее осредняют диаграмму каждого зонда в пределах пласта и строят кривую зондирования -  $p_k = f(L)$ . Если пласты имеют достаточно большую мощность, и на результаты измерений мало влияют вмещающие породы, кривые получаются близкими к теоретическим.

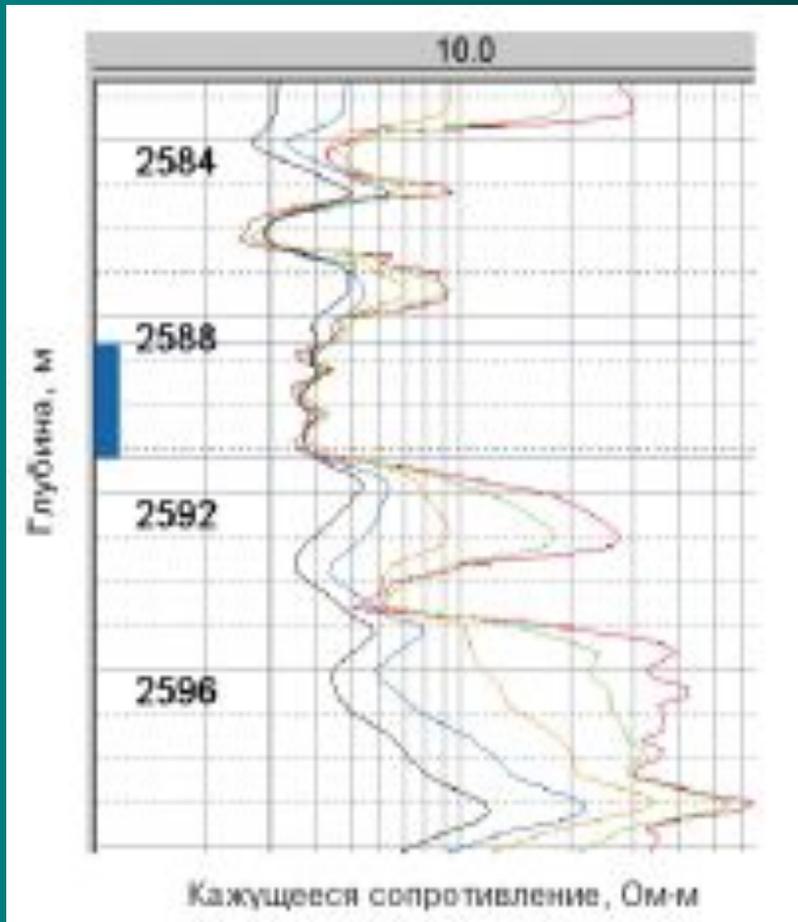
Для теоретических расчетов используются цилиндрически слоистые модели (как для БКЗ).

Для интерпретации результатов ВИКИЗ разработано программное обеспечение, которое посредством подбора кривых зондирования позволяет определить для каждой радиальной зоны, включая водную оторочку, ее УЭС и толщину. (М. И. Эпов, Ю. Н. Антонов, 2000).

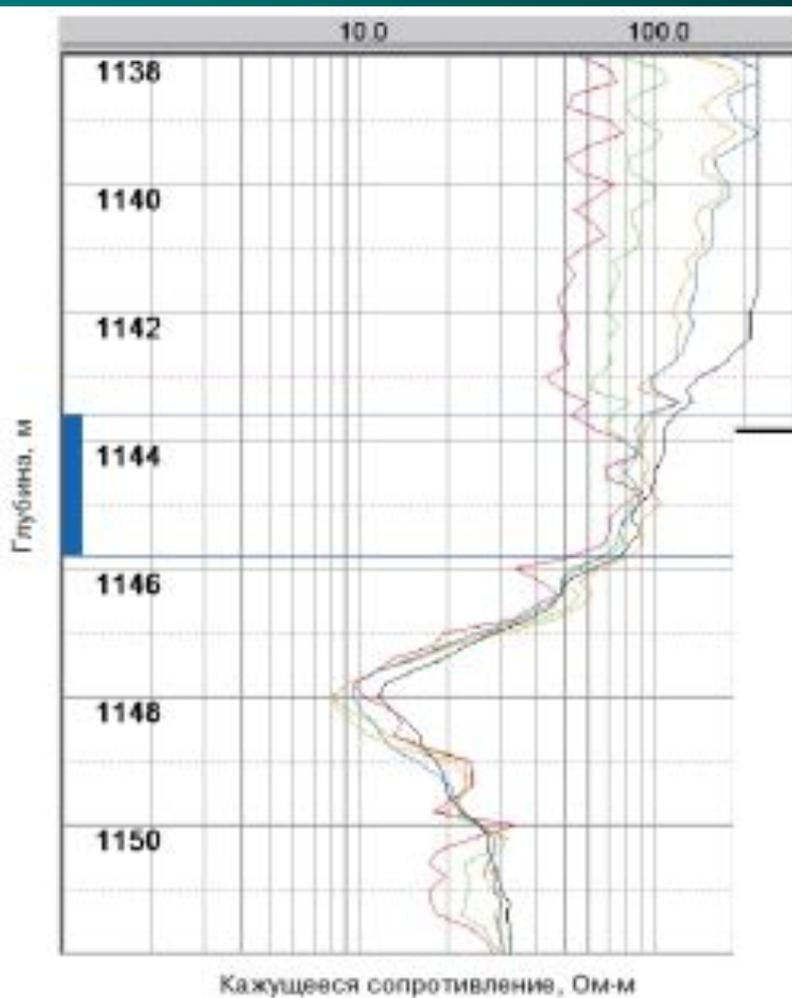
Сопоставление результатов ВИКИЗ и БКЗ показывает, что во величине сопротивления пласта оба метода дают очень близкие показания, а вот по величине  $p$  и  $D$  имеются большие расхождения. При этом ВИКИЗ позволяет более детально изучить строение зоны проникновения и определить УЭС ее различных частей, включая полностью промытые породы и окаймляющую зону "водной оторочки" в нефтенасыщенных коллекторах.

Неблагоприятными условиями для метод ВИКИЗ являются наличие высокоомных пород и сочетание низкоомного бурового раствора ( $\rho_0 < 0,01 \text{ Ом*м}$ ) и его глубокого понижающего проникновения.

# Типичные примеры интерпретации.

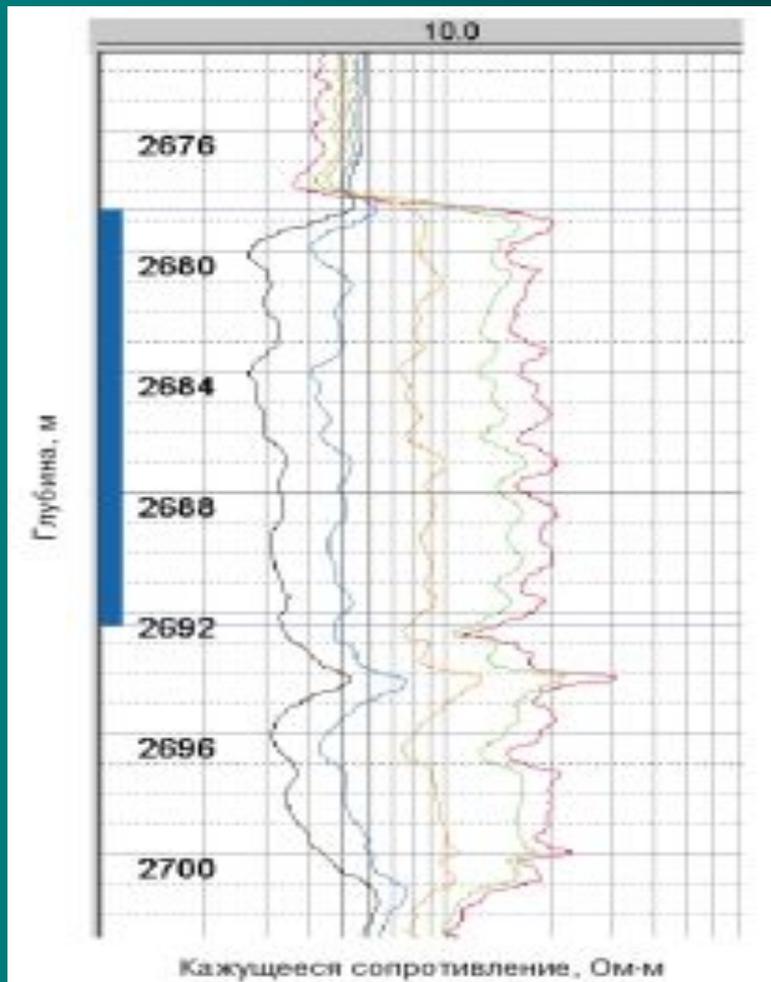


Глинистый пласт расположен в интервале 2588,7—2591,2 м и имеет сопротивление  $(3,85 \pm 0,32)$  Ом\*м. На кривых зондирования не отмечается изменений кажущихся сопротивлений, превышающих погрешности измерения, что свидетельствует о малости или отсутствии зоны проникновения и незначительном влиянии бурового раствора.



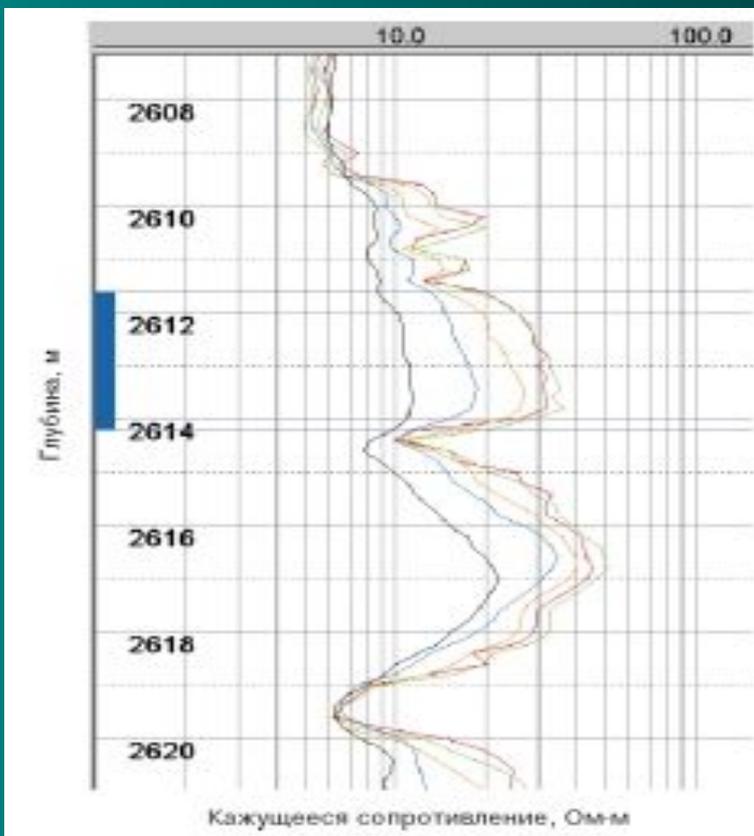
### Уплотненные малопроницаемые пласты.

Уплотненный пласт без проникновения расположен в интервале 1143,6—1145,8 м, его УЭС составляет  $(90,7 \pm 38,2)$  Ом·м. На кривой зондирования для коротких зондов отмечается уменьшение кажущегося сопротивления из-за влияния скважины. Снижение кажущегося сопротивления для длинного зонда от кровли к подошве (от 110 до 80 Ом·м) обусловлено влиянием проводящих подстилающих отложений.



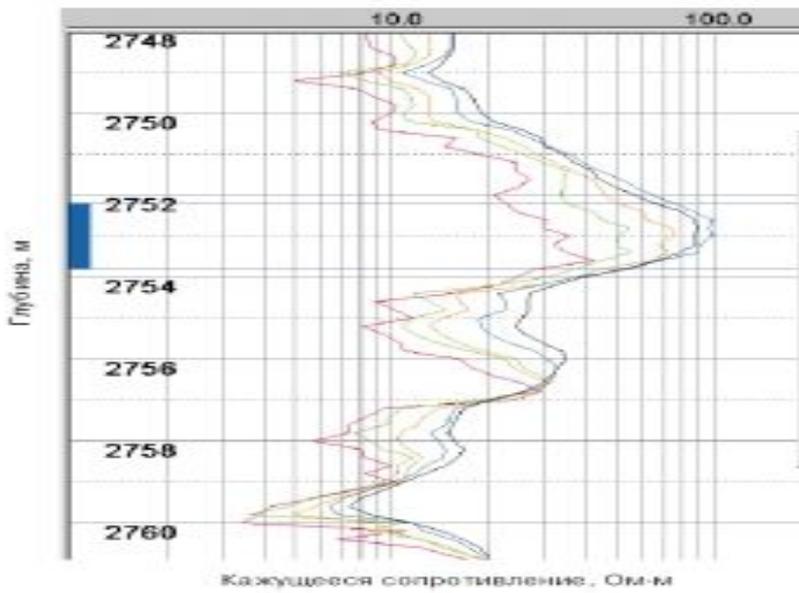
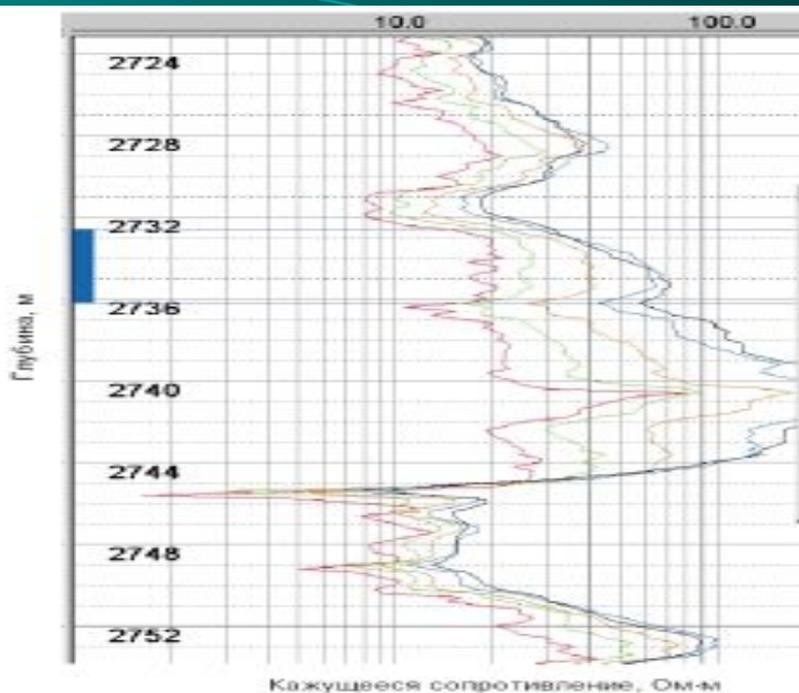
### Водонасыщенный коллектор с повышающим проникновением.

Данные на интервале 2678,6—2692,4 м мощного водонасыщенного коллектора. Зондирование характеризуется монотонно убывающей с длиной зонда кривой кажущихся сопротивлений. Показания даже для длинных зондов различаются между собой, что свидетельствует о наличии контрастной и достаточно широкой зоны проникновения. Представленный пример является весьма типичным для водонасыщенных коллекторов с повышающим проникновением.



### Нефтенасыщенный коллектор с повышающим проникновением.

На интервале 2411,6—2614,2 м нефтенасыщенного коллектора данные подтверждают, что далеко не всегда нефтенасыщенный пласт характеризуется наличием окаймляющей зоны. Кривая зондирования является типичной для пласта с повышающим проникновением. Показания коротких зондов близки к УЭС зоны проникновения, а длинный зонд дает завышенное по сравнению с УЭС пласта значение кажущегося сопротивления.



## Газонасыщенный коллектор с понижающим проникновением.

На интервале 2732,6—2736,2 м мощного газонасыщенного коллектора диаграммы коротких зондов отражают УЭС зоны проникновения и практически не изменяются на всем интервале пласта. В то же время на диаграммах длинных зондов отмечается увеличение кажущихся сопротивлений, что обусловлено влиянием более проводящей (УЭС около 20 Ом\*м) перекрывающей толщи. Кривая зондирования отражает повышение удельного электрического сопротивления от скважины к пласту.

Особенностью кривой зондирования **маломощного газонасыщенного коллектора** на интервале 2752,2—2753,8 м (рис. 8.12) является уменьшение кажущегося сопротивления для длинного зонда. Как уже неоднократно указывалось при анализе вертикальных характеристик, в высокоомных пластах небольшой мощности (меньше 2 м) влияние вмещающих на показания длинного зонда очень велико и не может быть скорректировано поправками. Поэтому при инверсии лучше либо вообще не принимать во внимание его показания, либо существенно увеличить относительную погрешность измерения.