

Карагандинский технический университет им. А. Сагинова

Кафедра «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»



Дисциплина

«Введение в теоретические основы полевых
геофизических методов»

Специальность 6В07201

«Геология и разведка месторождений полезных
ископаемых»

Лекция 10

«Методы постоянного тока»

Разработчик:

Мадишева Р.К., PhD
Ассоциированный профессор
каф. ГРМПИ



Караганда
2025

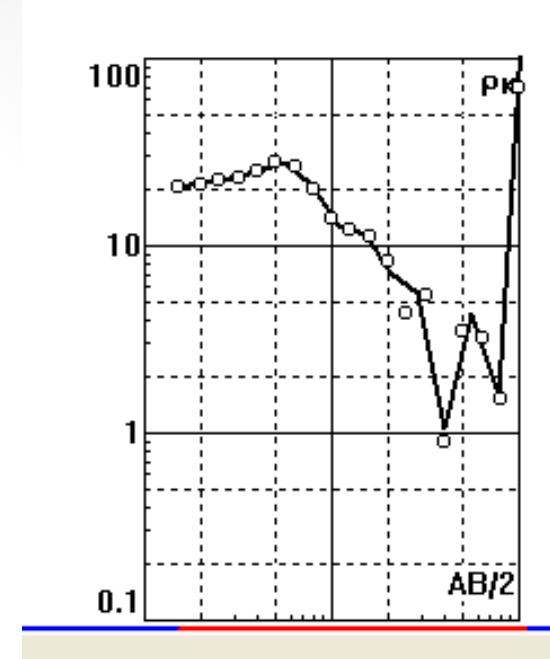
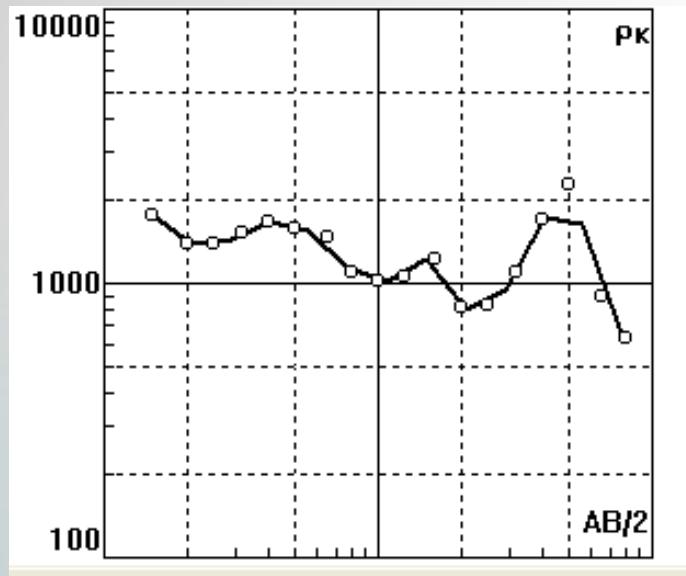
Методика вертикальных электрических зондирований

- ▶ **Методика вертикальных электрических зондирований.**
- ▶ Вертикальное электрическое зондирование выполняют чаще всего симметричной четырехэлектродной градиент-установкой с $MN < AB/3$. Работы проводят следующим образом.
- ▶ В избранной для зондирования точке (центре зондирования) устанавливают переносной электроразведочный прибор, батарею или генератор, две катушки с проводом для разноса питающих электродов (AB), и на небольшом расстоянии (1–2 м) друг от друга заземляют два приемных электрода (MN). Направление, по которому должны разноситься питающие и приемные линии, выбирают исходя из геологических и топографических соображений.
- ▶ Вдоль линии MN заземляют питающие электроды AB на расстоянии 1,5–3 м от центра и измеряют ток в питающей линии и разности потенциалов на приемных электродах.
- ▶ Далее рассчитывают: $\rho_k = k \cdot \frac{\Delta U}{I}$,
- ▶ где $k = 0,1\pi \cdot AM \cdot \frac{AN}{MN}$ — коэффициент установки (множитель 0,1 берется тогда, когда ΔU измеряют в милливольтах, а I — в сантиамперах).

Методика вертикальных электрических зондирований

- ▶ Далее разносы питающих электродов последовательно увеличивают (в геометрической прогрессии) и для каждого разноса рассчитывают r_k .
- ▶ Зондирования трех- и четырехэлектродными установками называются вертикальными электрическими (ВЭЗ).
- ▶ Длина $\frac{AB}{2} = r$ в ВЭЗ может быть, например, принята 1,5; 2,2; 3; 4,5; 5; 8; 10; 15; 22; 30; 45; 60; 80; 100 м и т. д.
- ▶ При этом, когда $\frac{AB}{2}$ изменяется от 1,5 до 10 м, $MN = 1$ м;
- ▶ при $AB/2$ от 15 до 100 м $MN = 10$ м;
- ▶ при $AB/2$ от 150 до 1000 м $MN = 100$ м.

При работах строятся кривые кажущихся сопротивлений в логарифмическом масштабе(рис.1)

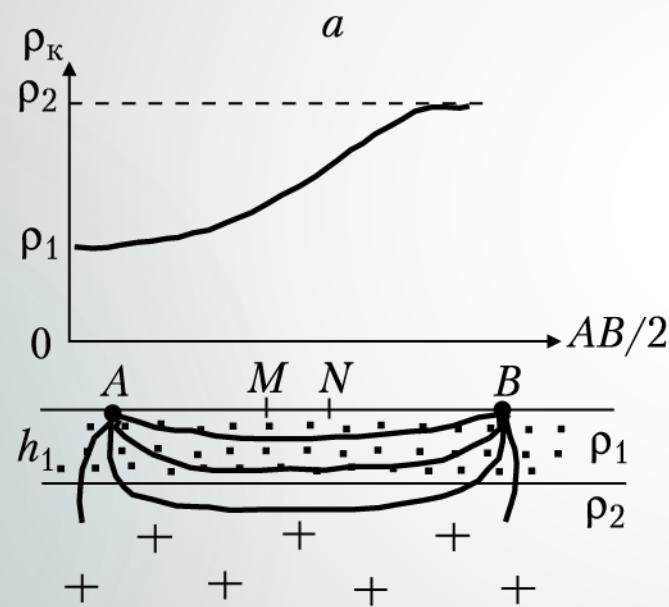


По результатам измерения ρ_k на дисплее компьютера или на бланке с логарифмическим масштабом по осям координат (ВЭЗ с модулем 6,25 см) строят кривую ВЭЗ: по вертикали откладывают ρ_k , а по горизонтали — величину полуразноса $r = \frac{AB}{2}$.

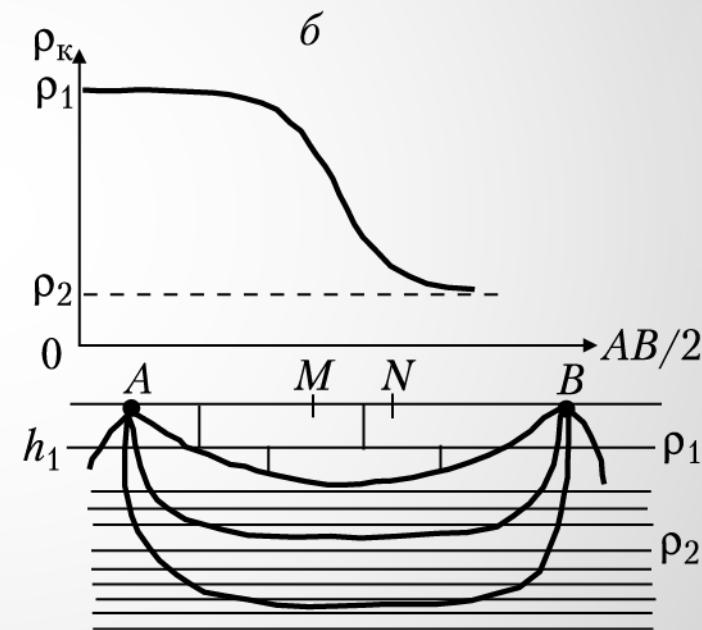
$$r = \frac{AB}{2}$$

Двухслойные кривые ВЭЗ(рис.2)

$$\rho_1 < \rho_2$$

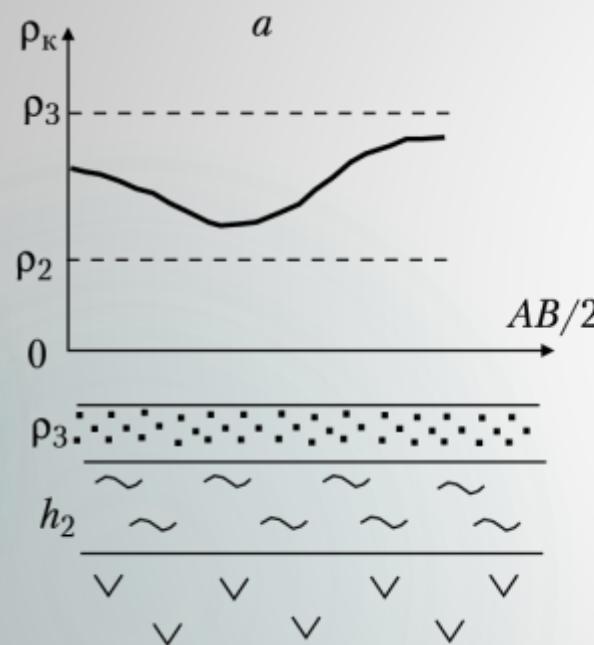


$$\rho_1 > \rho_2$$

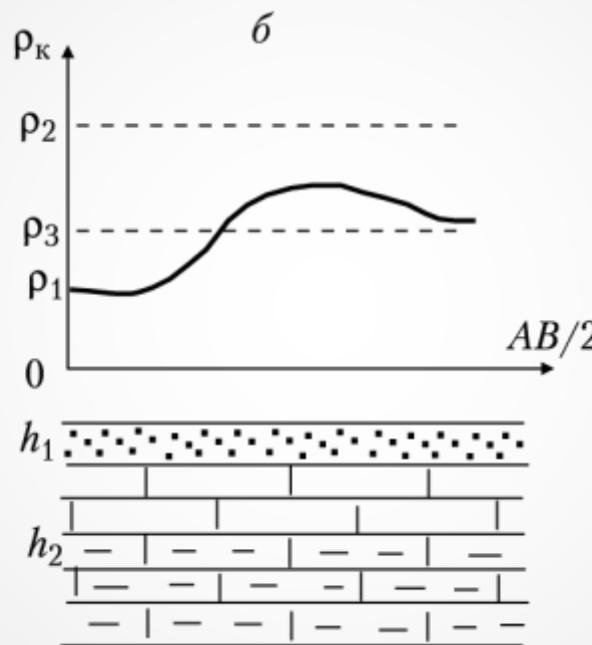


Многослойные кривые ВЭЗ(рис.3):

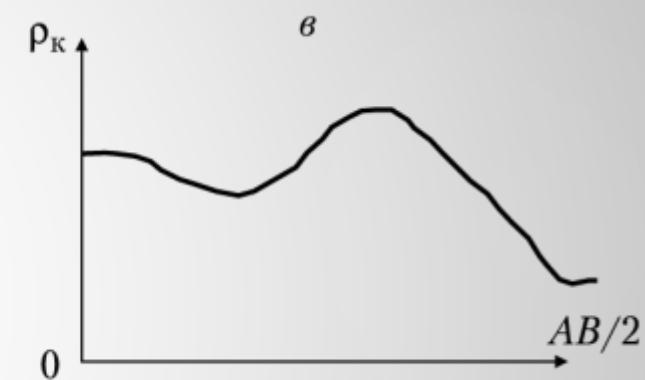
трехслойные типа Н



трехслойные типа К



трехслойные типа НКQ



- ▶ После окончания зондирования и построения кривой ВЭЗ аппаратуру и оборудование переносят на новую точку.

Обычно точки зондирований располагают вдоль разведочных линий.

Расстояния между соседними точками ВЭЗ изменяются от нескольких десятков до нескольких сотен метров и должны быть сравнимы с проектируемыми глубинами разведки. Максимальный разнос $\frac{AB}{2}$ выбирают в 3–10 раз больше этих глубин.

- ▶ Рассмотрим несколько типичных разрезов и получаемых над ними кривых ВЭЗ, поясняющих физико-геологический смысл зондирований.

Пусть имеется двухслойный разрез: сверху — наносы, внизу — граниты (рис. 2 а). При малых разносах ($AB < h_1$) $\rho_k \approx \rho_1$. С увеличением разносов ток будет отжиматься плохо проводящими подстилающими породами к поверхности, поэтому возрастут его плотность и ρ_k . Очевидно, что на больших разносах ($AB > 10 h_1$) $\rho_k \rightarrow \rho_2$. В результате зондирования получают двухслойную кривую ВЭЗ для случая $\rho_1 < \rho_2$. Кроме такой восходящей, могут наблюдаться и нисходящие кривые ВЭЗ, если $\rho_1 > \rho_2$ (рис.2 б).

- ▶ После окончания зондирования аппаратуру и оборудование переносят на новую точку.

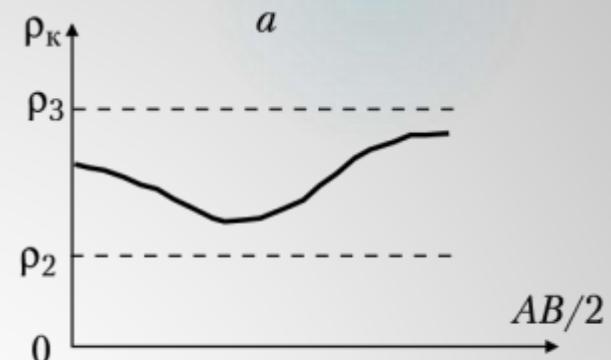
Обычно точки зондирования располагают вдоль разведочных линий.

Расстояния между соседними точками ВЭЗ изменяются от нескольких десятков до нескольких сотен метров и должны быть сравнимы с проектируемыми глубинами разведки. Максимальный разнос выбирают в 3–10 раз больше этих глубин.

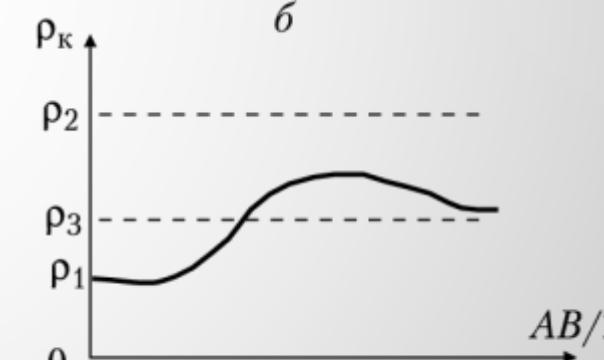
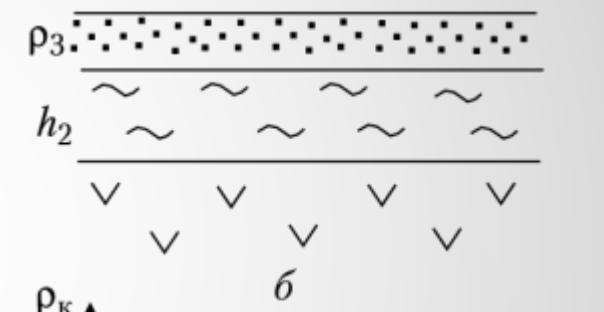
- ▶ Рассмотрим несколько типичных разрезов и получаемых над ними кривых ВЭЗ, поясняющих физико-геологический смысл зондирований.

Трехслойный разрез

- ▶ Сверху залегают пески, ниже — хорошо проводящие ток глины, а еще ниже — изверженные породы с высоким сопротивлением (рис. 3. а). При малых разносах AB $\rho_k \rightarrow \rho_1$, с увеличением разносов ток стремится войти во второй проводящий слой. Значит, вблизи MN уменьшаются плотность тока и ρ_k . При очень больших разносах ток будет проходить в основном в третьем слое, а при $AB/2 \rightarrow \infty$ $\rho_k \rightarrow \rho_3$.
- ▶ Трехслойные кривые, у которых $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$, называют кривыми типа Н. Представим, что под наносами залегает мощная толща карбонатных пород — сухих в верхней части и обводненных в нижней (ниже уровня подземных вод). На полученной над таким разрезом кривой ρ_k будет максимум (рис. 3. б). Подобные кривые называют кривыми типа К.

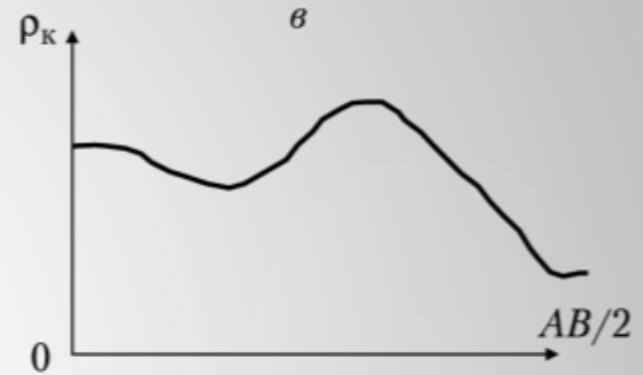


трехслойные
типа Н



трехслойные
типа К

- ▶ Как видим, двухслойный геологический разрез по данным электроразведки выявляется как трехслойный. Этот пример показывает, что далеко не всегда литологические слои соответствуют электрическим горизонтам. Если $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$, то кривую называют кривой типа А, если $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ — кривой типа Q.
- ▶ На практике обычно получают многослойные кривые ВЭЗ. Они имеют буквенно обозначение, состоящее из типов трехслойных кривых, из которых состоит данная многослойная. Например, кривая, приведенная на рис. 3.8 в, — пятислойная типа НКQ.



трехслойные типа НКQ

Методика дипольных электрических зондирований - ДЭЗ

► Методика дипольных электрических зондирований.

Если надо изучить разрез на больших глубинах (несколько сотен метров), то разносы АВ приходится увеличивать до 10 км. При таких разносах проводить ВЭЗ сложно.

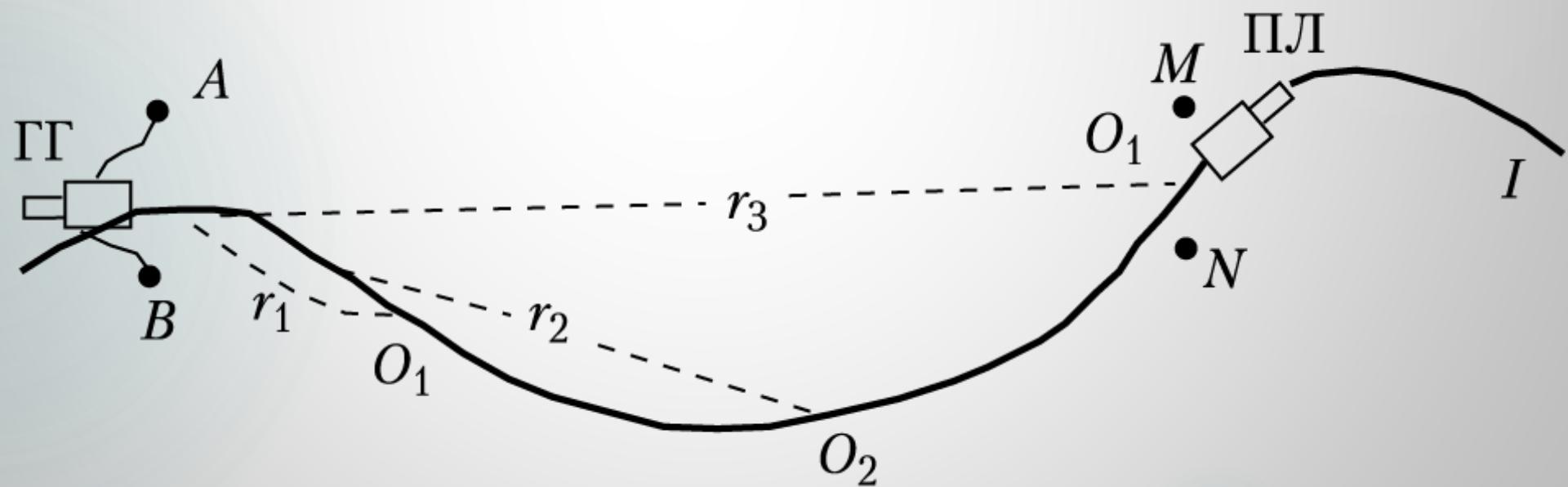
В этом случае предпочтуют использовать дипольные установки (азимутальные, радиальные и др.). При дипольных электрических зондированиях (ДЭЗ) измеряют кажущееся сопротивление при разных расстояниях или разносах (r) между питающим и приемным диполями (рис.4). Электроды относят либо в одну сторону от неподвижного питающего диполя (одностороннее ДЭЗ), либо вначале в одну, а затем в противоположную сторону (двустороннее ДЭЗ).

Схема (4) проведения дипольного азимутального зондирования:

ГГ — генераторная группа;

ПЛ — полевая лаборатория;

| — дорога



Методика дипольных электрических зондирований

- ▶ Дипольное зондирование выполняют с помощью электроразведочных станций. Сначала проводят топографическую подготовку работ. В зависимости от условий передвижения электроразведочных станций ДЭЗ можно выполнять по криволинейным маршрутам, приуроченным к дорогам, рекам и участкам, к которым может быть доставлена полевая лаборатория. На рисунке 4 приведена схема увеличения разносов дипольного азимутального зондирования. Величина R должна увеличиваться примерно в геометрической прогрессии (например, $R = 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 15; 20; 30$ км).
- ▶ Измерив ток в линии АВ (I_1) и разность потенциалов на MN (ΔU_1), можно получить $\rho_k = k_1 \Delta U_1 / I_1$, где k_1 — коэффициент дипольной установки (3.6). После этого полевая лаборатория переезжает на новую точку — О₂. По радио устанавливают связь между станциями, снова измеряют ΔU , I и рассчитывают ρ_k .

Методика дипольных электрических зондирований

- ▶ В результате в двойном логарифмическом масштабе строят кривую ДЭЗ: по горизонтали откладывают r (в азимутальном и экваториальном зондировании) или $r/2$ (в радиальном или осевом зондировании), а по вертикали — ρ_k . Форма кривых ДЭЗ, их названия такие же, как и у кривых ВЭЗ.



СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!

[https://bookonlime.ru
/node/743](https://bookonlime.ru/node/743)