

Промысловая геофизика

ЛЕКЦИЯ № 1

Составитель: асс.каф. ГФХМР Данильева Н.А.

- *Геофизические исследования скважин* - область прикладной геофизики, в которой современные физические методы исследования горных пород используются для геологического изучения разрезов, пройденных скважинами, выявления и оценки запасов полезных ископаемых, получения информации о ходе разработки месторождений и о техническом состоянии скважин.
- *Геофизические исследования в скважинах, бурящихся на нефть и газ* - *промысловая геофизика*.

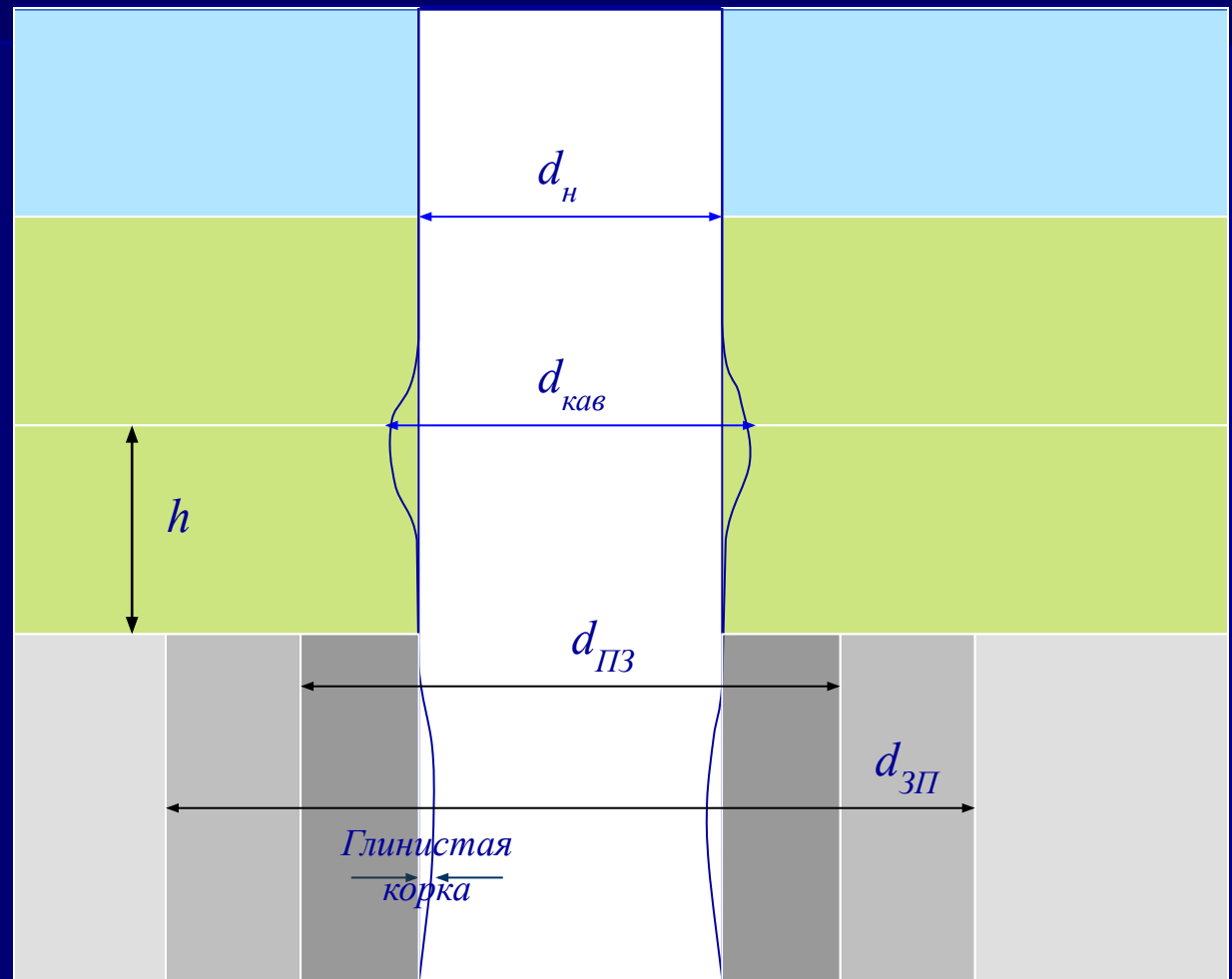
История развития ГИС

- *Впервые исследования скважин были проведены в 1906-1913 гг Голубятниковым Д.В. методом термометрии.*
- *Позднее бр. Шлюмберже ввели методы сопротивлений в 1926-1928 гг. во Франции, позднее и в СССР.*
- *1931 г – инклинометрия;*
- *1933 г – газовый каротаж;*
- *1934 г – гамма-каротаж;*
- *1935 г – механический каротаж, НК, кавернометрия;*
- *1948 г – АК, ИК, ДК.*

Скважина как объект исследований

Скважина - горная выработка большой глубины и очень малого диаметра. Сечение скважины – окружность, реже эллипс. Диаметр зависит от горных пород, слагающих скважину.

Напротив глин и угля образуются каверны, напротив пористых пластов – глинистая корка.



вертикальные

наклонные

горизонтальные

Типы скважин

Мелкие

$h < 1000$ м

глубокие

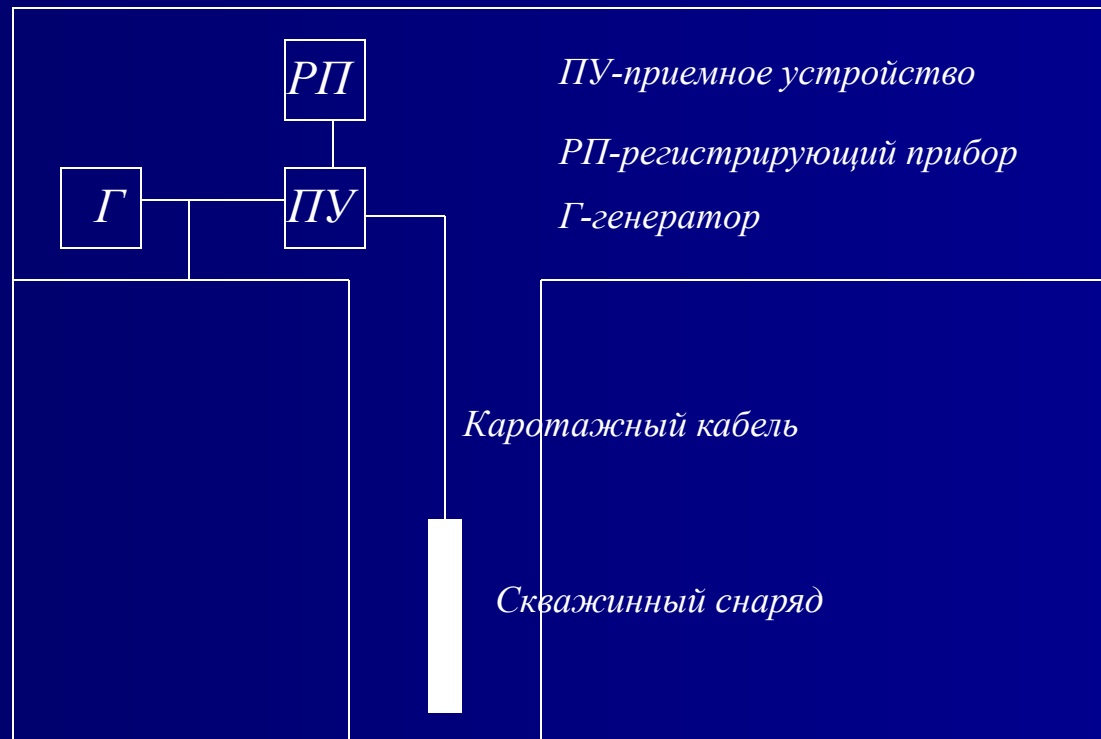
$1000 > h < 5000$ м

сверхглубокие

$h > 5000$ м

Аппаратура для ГИС

- ❖ *Наземная – каротажная лаборатория, лебедка, подъемник;*
- ❖ *Скважинная – зонд.*



Задачи, решаемые ГИС:

- ❖ изучение геологического разреза;*
- ❖ выявление и оценка МПИ;*
- ❖ контроль за разработкой месторождений;*
- ❖ изучение технического состояния скважин;*
- ❖ проведение прострелочных и взрывных работ;*
- ❖ уточнение данных наземной геофизики;*
- ❖ решение экологических задач;*
- ❖ решение инженерно-геологических задач;*

Классификация методов

ГИС

- Электрические методы: КС, ПС, ВП, БК, БКЗ;
- Электромагнитные методы: ИК, ДК, ВИКИЗ, ЯМК;
- Радиоактивные методы: ГК, ГК-С, ГГК, ГГК-П, ГГК-П, ГГК-Ц, ГГК-Д,Т;
- Нейтронные методы: НГК, ННК-Т, ННК-НТ, НГК-С, ИНГК, ИННК-Т, ИНГК-С, СО-каротаж;
- Акустические методы: АК, ВАК, АКЦ, ВСП, АК-сканер, АК-Кав., ШМ, виброакустический каротаж;
- Термические методы: геотермия (естественное поле), термометрия (искусственное поле);
- Прямые методы: ИПТ, ОПК, ГДК;
- Изучение тех.состояния скважин: кавернометрия, профилометрия, инклинометрия, ГГК-Ц, ГГК-Д,Т, ЛМ, ЭМД;
- Исследования действующих скважин: расходометрия, резистивиметрия, барометрия, ГДК.

Электрические методы каротаж



```
graph TD; A[Электрические методы каротаж] --> B[Методы естественного поля]; A --> C[Методы искусственного поля]; B --> D[Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС)]; C --> E[Каротаж вызванной поляризации (ВП)]; C --> F[Каротаж сопротивлений (КС)]; C --> G[Боковой каротаж (БК) БКЗ, МБК];
```

Методы естественного поля

*Каротаж потенциалов
самопроизвольной
поляризации (ПС)*

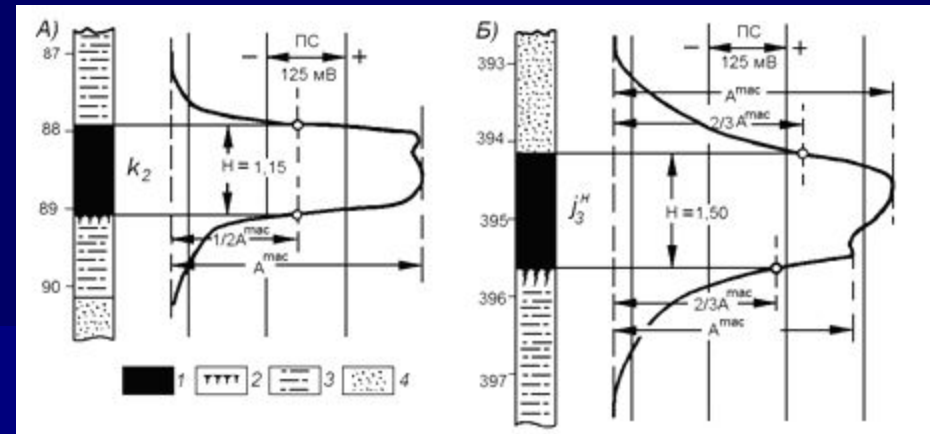
Методы искусственного поля

*Каротаж
вызванной
поляризации
(ВП)*

*Каротаж
сопротивлений
(КС)*

*Боковой
каротаж (БК)
БКЗ, МБК*

Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации



Потенциалы собственной поляризации пород обусловлены следующими физико-химическими процессами:

- ❖ *диффузией солей и пластовых вод в промывочную жидкость и наоборот, а также адсорбцией ионов на поверхности минеральных частиц ГП;*
- ❖ *фильтрацией вод из промывочной жидкости в породы и пластовых вод в скважину;*
- ❖ *окислительно-восстановительными реакциями, происходящими в породах и на контакте их с промывочной жидкостью и металлами.*

Решаемые задачи:

- ❖ *литологическое расчленение разреза;*
- ❖ *выделение нефтегазоносных и водоносных коллекторов;*
- ❖ *определение минерализации пластовых вод.*

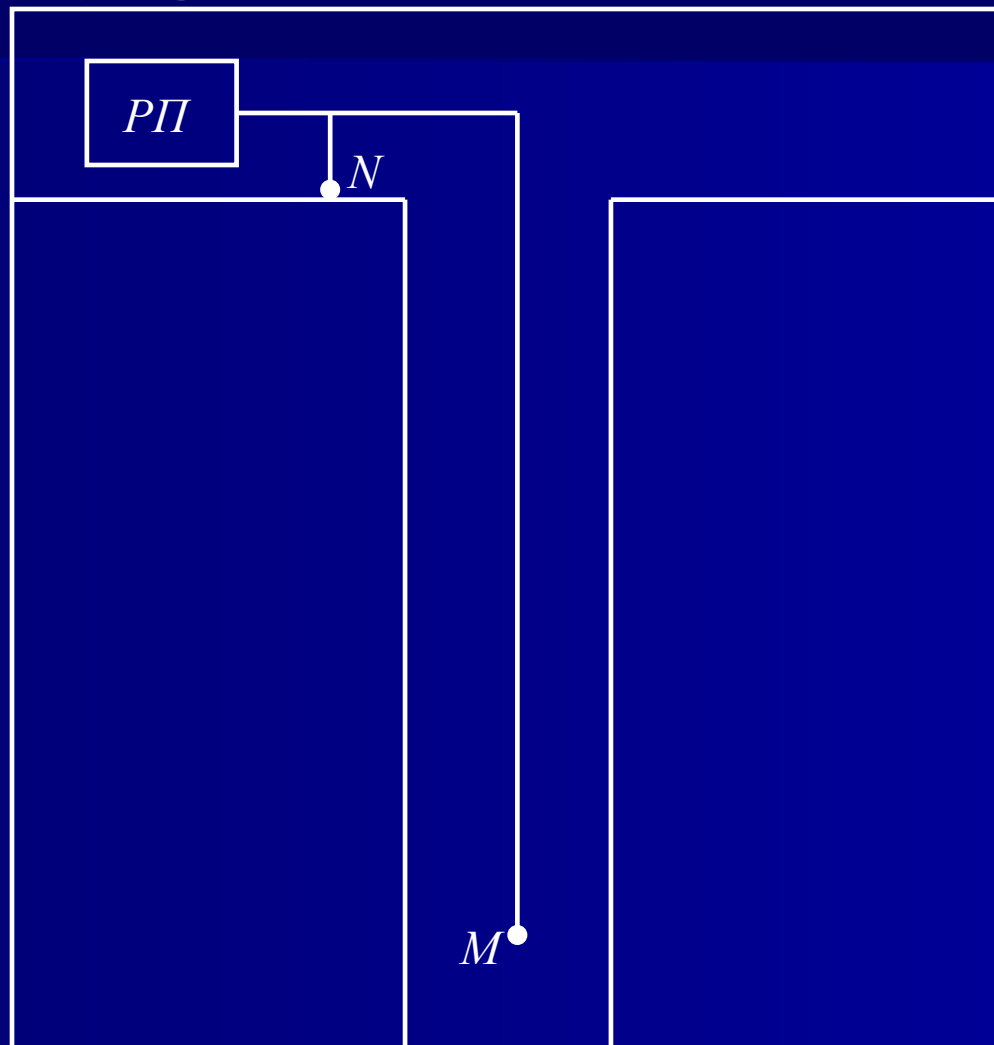
В группу методов ПС входят

⋮

- *обычный метод потенциалов СП;*
- *метод градиента СП;*
- *метод селективированных зондов СП;*
- *метод квазистатических потенциалов СП;*
- *метод специальных зондов СП.*

Обычный метод потенциалов СП

- *РП – регистрирующий прибор*
- *N – заземляемый электрод*
- *M – приемный электрод*



Метод градиента СП

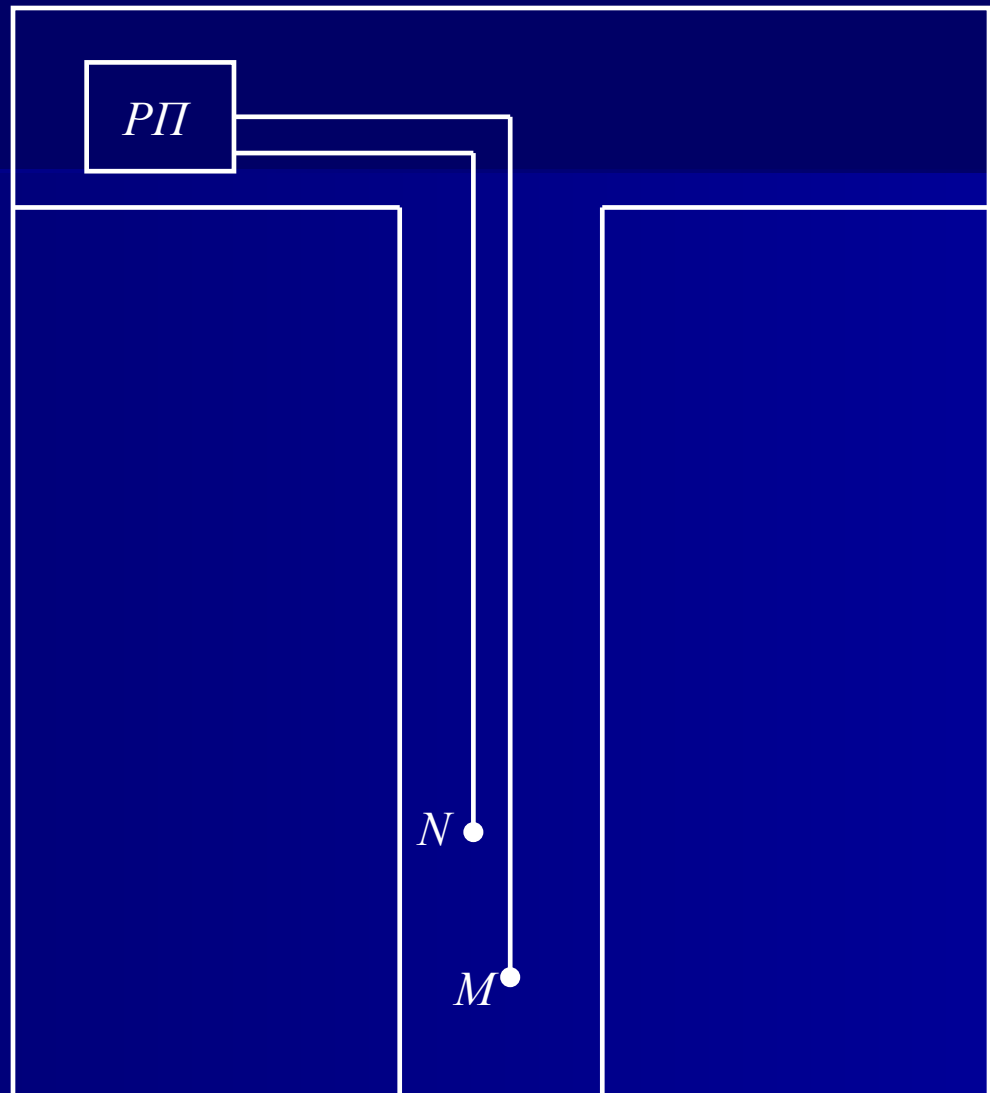


Схема скважинного прибора для
ПС

Метод селективированных зондов СП

- *В этом методе искусственно создаются условия, уменьшающие влияние ограниченной мощности пласта и сопротивления вмещающих пород на величину напряжения. Этот метод позволяет выделить в разрезах скважин проницаемые и глинистые пласты, залегающие среди пород высокого электросопротивления (карбонатов).*

Метод квазистатических потенциалов СП

- *При обработке данных обычного метода СП и метода градиента потенциала СП, полученных против пластов ограниченной мощности высокого удельного сопротивления, с помощью палеток вносят соответствующие поправки за влияние мощности и удельного сопротивления пласта, удельного сопротивления вмещающих пород и зоны проникновения, диаметров скважины. Исправленные значения разности потенциалов СП называют квазистатическими.*

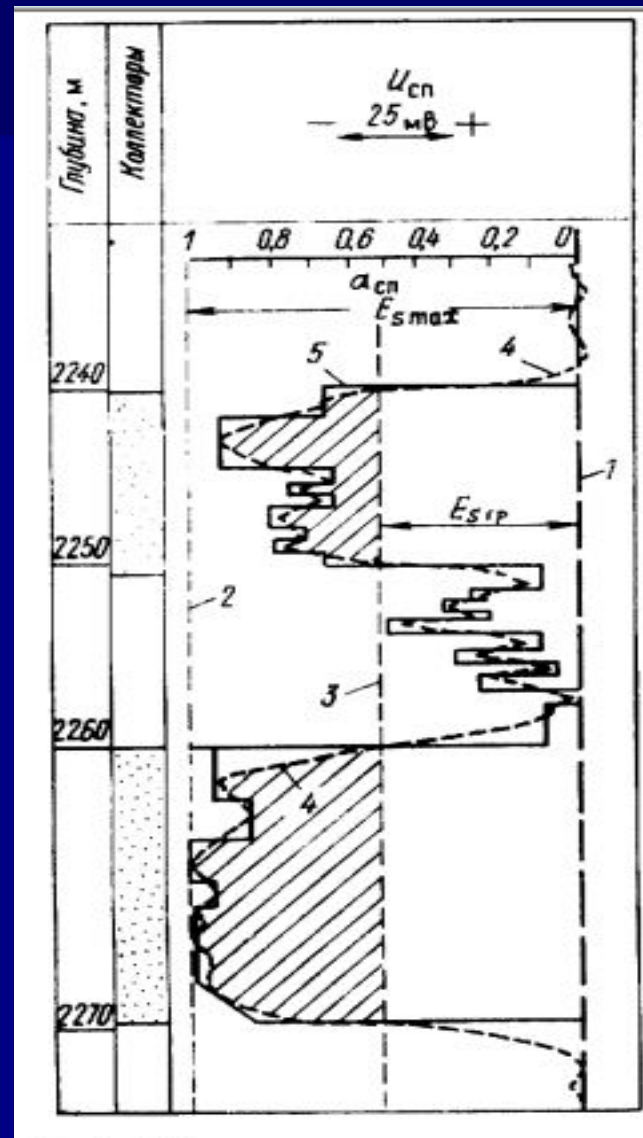
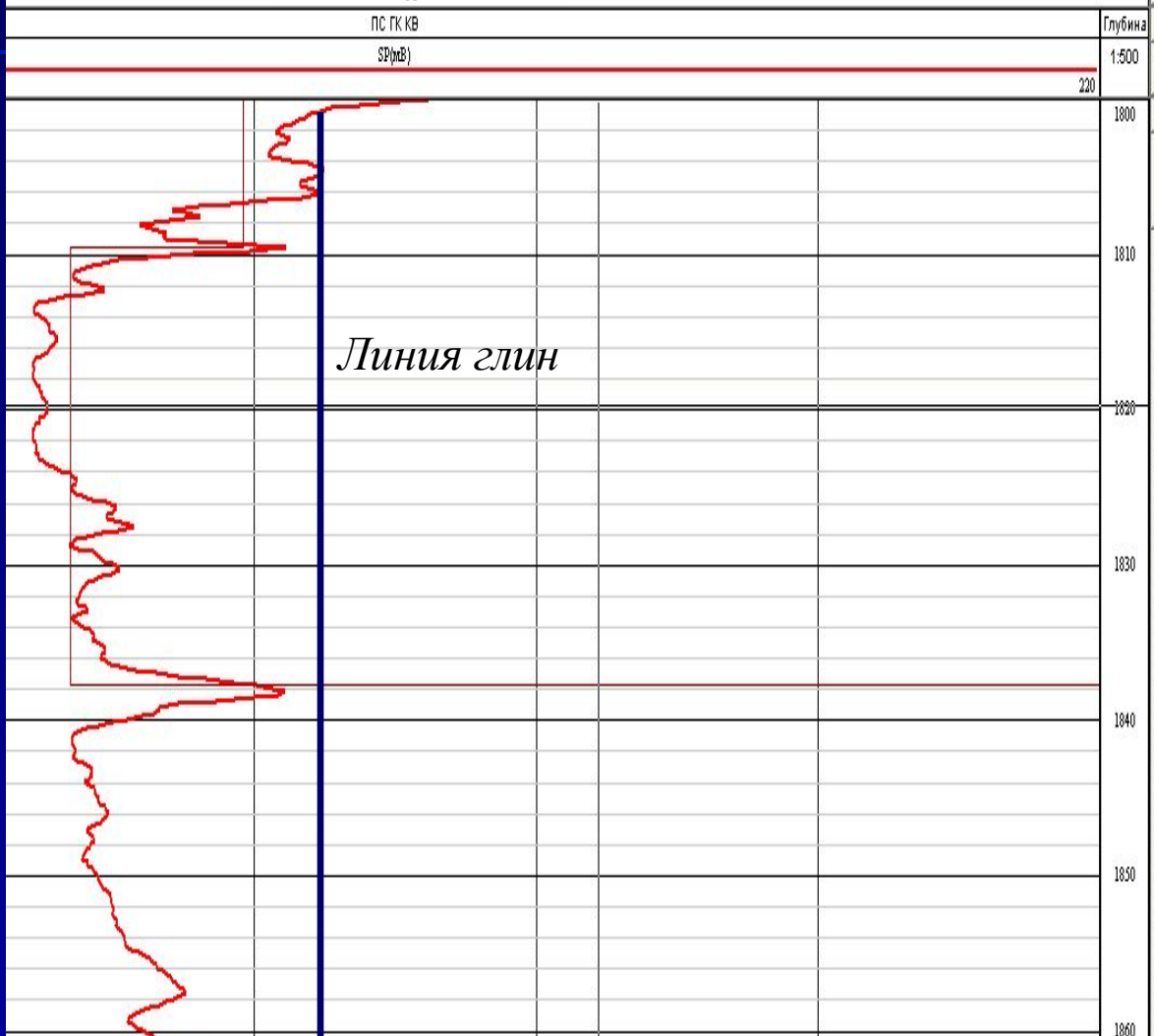
Метод специальных зондов СП

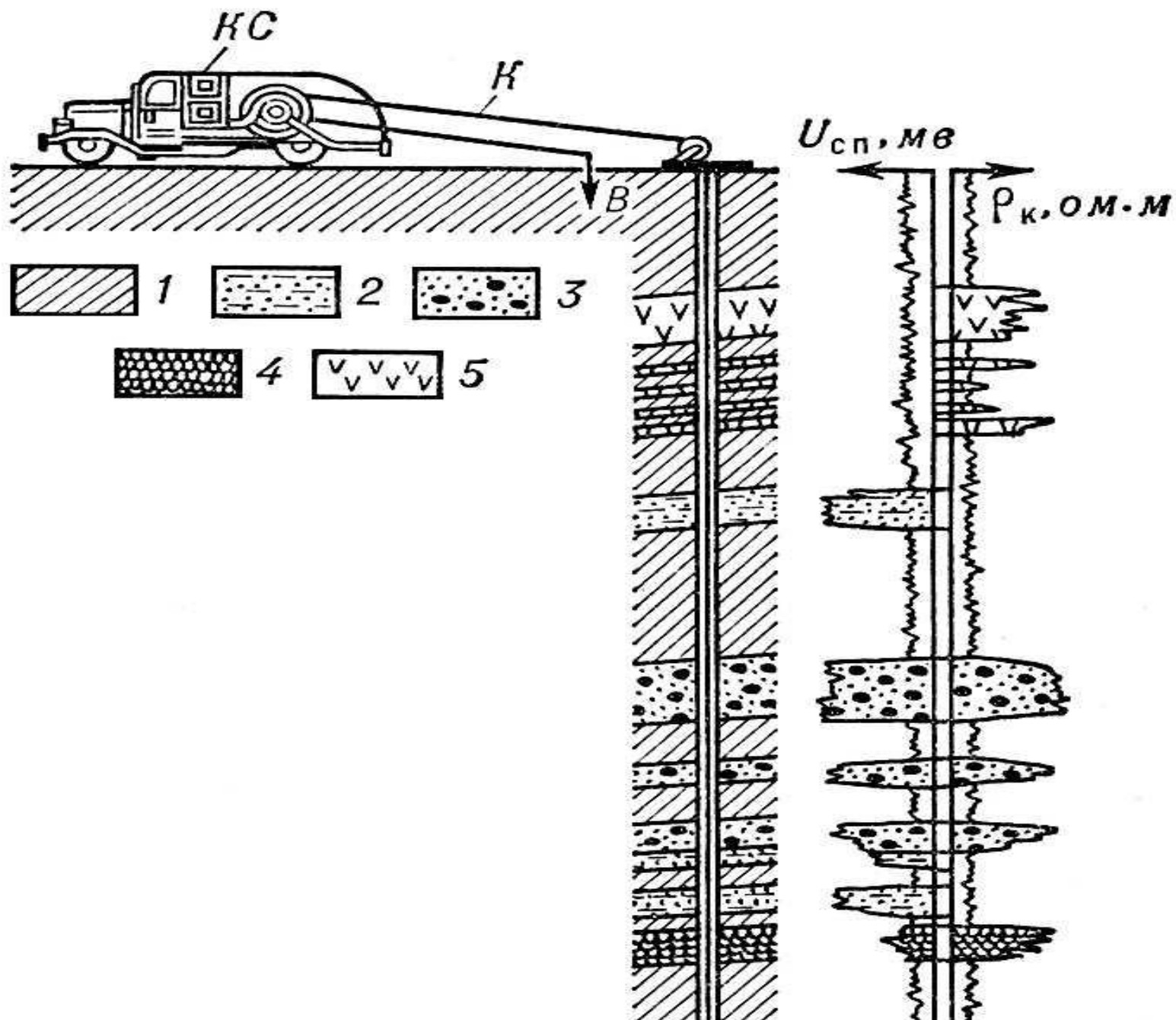
- *В тех случаях, когда по тем или иным причинам невозможно записать кривую СП обычным способом из-за сильных блуждающих промышленных или теллурических токов, применяют специальные зонды (стабильный зонд, трехэлектродный зонд Дахнова – Дьяконова, экранный зонд).*

Способ с контрольным замером потенциалов СП.

Кривая ПС. Линия глин.

ПЛАНШЕТ ДАННЫХ ГИС ПО СКВАЖИНЕ
Скважина 101 Амурская 1800.0-2462.0 м





Каротаж потенциалов вызванной поляризации

- *В основе явления ВП лежат сложные физические и электрохимические процессы. Электрохимические процессы характерны для пород с электронной и ионной проводимостями.*
- *У пород с электронной проводимостью (сульфиды, окислы, графит, антрацит) вызванная поляризация возникает главным образом вследствие окислительно-восстановительных процессов между проводящими ток минералами и соприкасающимися с ними растворами солей.*
- *У пород с ионной проводимостью — в результате как деформации ДЭС, так и в результате диффузии ионов ДЭС из участков с повышенной их концентрацией в зоны пониженной концентрации из-за чередования широких и узких капилляров.*

Решаемые задачи

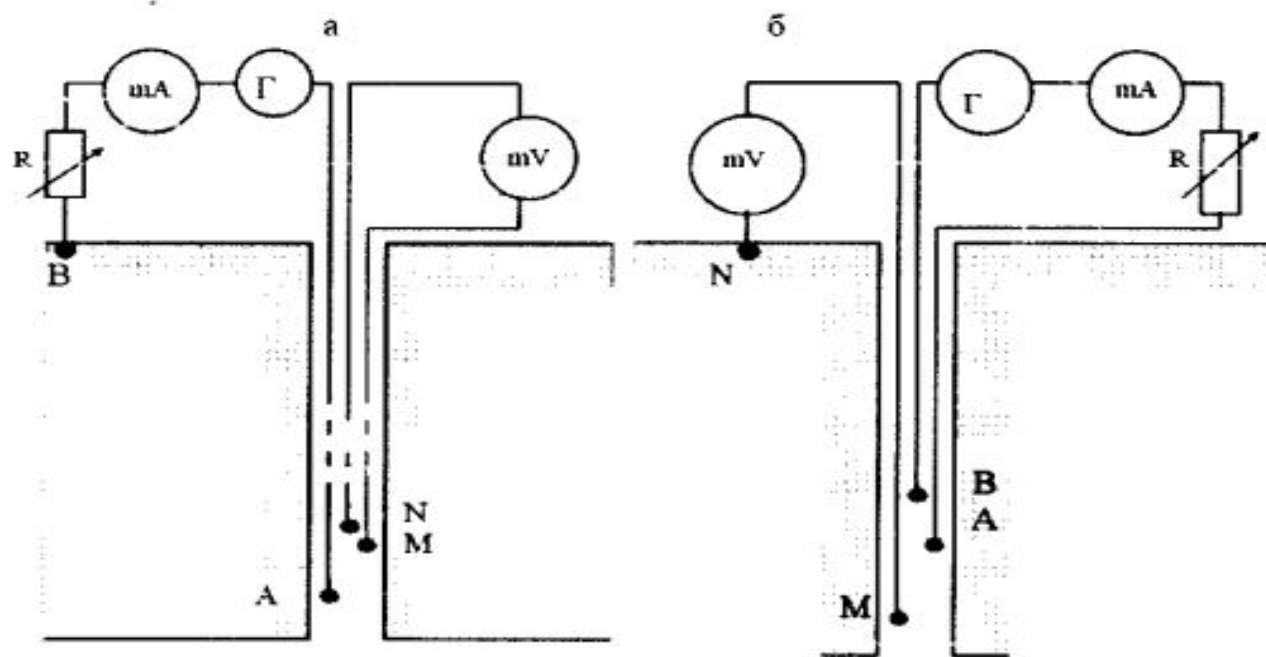
- *Высокие значения поляризуемостей рудных электропроводящих минералов (сульфиды железа, меди, никеля), а также магнетита и графита определяют основную область применения метода ВП. Даже редкая вкрапленность таких минералов, занимающая несколько процентов объема породы, обуславливает высокие значения поляризуемости породы η_K (10-20 %). Против глин, а также чистых очень пористых или сильно кавернозных известняков и доломитов показания ВП характеризуются наименьшими значениями. Значение ВП против названных разностей пород принимают за условный нуль и относят к ним все замеренные значения вызванных потенциалов.*
- *Он может быть использован для литологического расчленения пород (преимущественно песчано-глинистых), выделения водоупоров и хорошо промытых разностей песков.*

Методика проведения

- Четырехэлектродная установка.
- Электрод *A* соединяют токопроводящим кабелем с электродом *B*, заземленным на поверхности. Между электродами подключают генератор тока, который вырабатывает прямоугольные импульсы длительностью *T*.

Второй измерительный электрод — *N*, также заземляют на земной поверхности. С помощью цепи *AB* создается первичное, внешнее (поляризующееся) электрическое поле, оно возбуждает в приемных электродах разность потенциалов (ΔU). Одновременно при пропускании тока в горных породах создается вторичное (остаточное) электрическое поле вызванной поляризации ($\Delta U_{ВП}(t)$), возрастающее при включенном токе и быстро спадающее после выключения. Через короткий промежуток времени после разрыва токовой цепи во время t_0 регистрируют величину $\Delta U_{ВП}(t_0)$, в которую будет входить и разность потенциалов ($\Delta U_{ПС}$), измеряемую дополнительным зондом ПС. В результате рассчитывается потенциал ВП, исправленный за естественные потенциалы в скважине

Установки для проведения электрического каротажа КС, ВП, ПС



Принципиальная схема измерения удельного сопротивления пород:
а – однополюсный зонд; б – двухполюсный зонд; Г – источник тока; R – переменный резистор для регулирования силы тока; mA – прибор для измерения силы тока; mV – прибор для измерения разности потенциалов в цепи измерительных электродов М и N