

# *ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН*

## *ЛЕКЦИЯ № 1*

*Составитель: доц.каф. ГФХМР Данильева Н.А.*

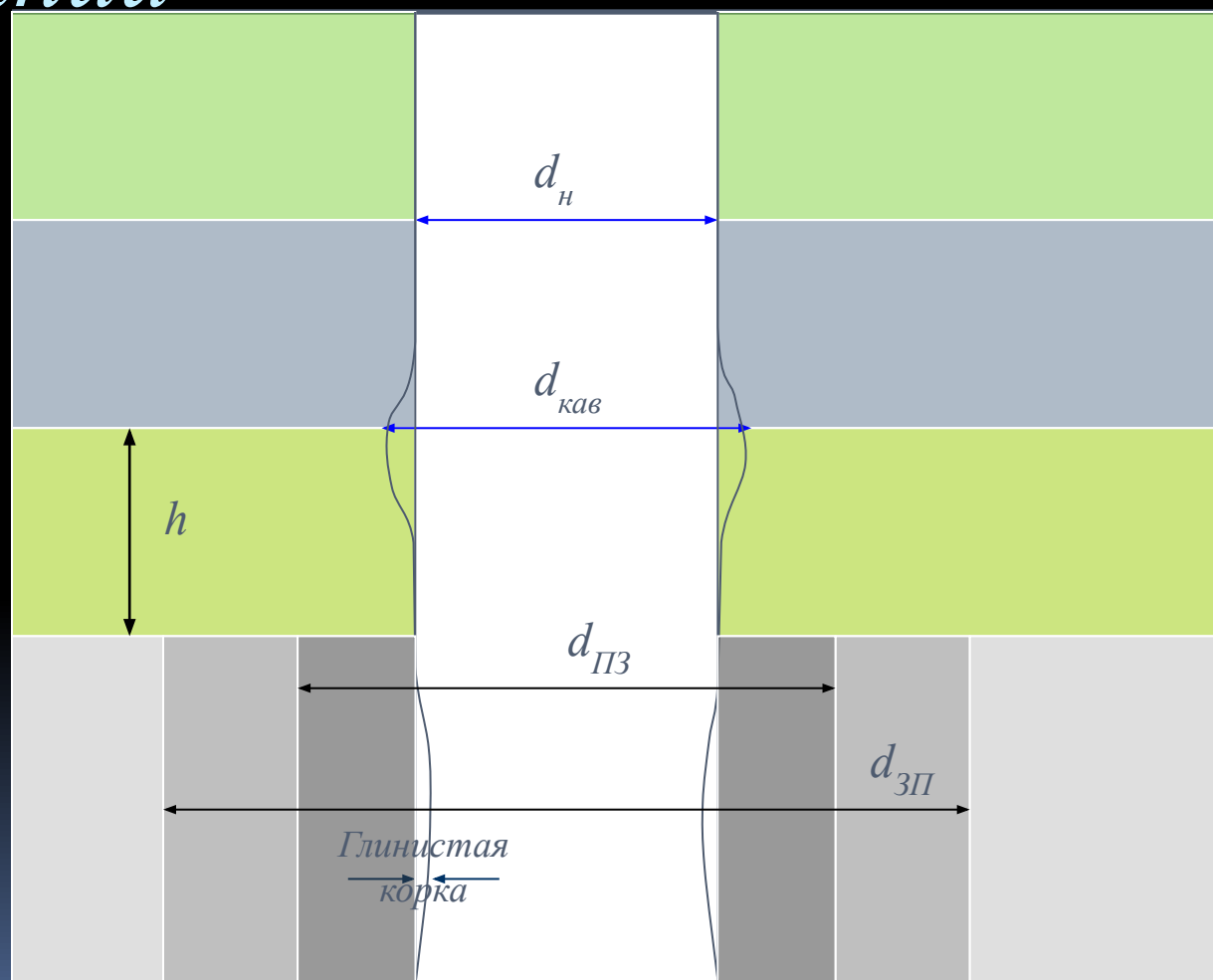
- *Геофизические исследования скважин* - область прикладной геофизики, в которой современные физические методы исследования горных пород используются для геологического изучения разрезов, пройденных скважинами, выявления и оценки запасов полезных ископаемых, получения информации о ходе разработки месторождений 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*

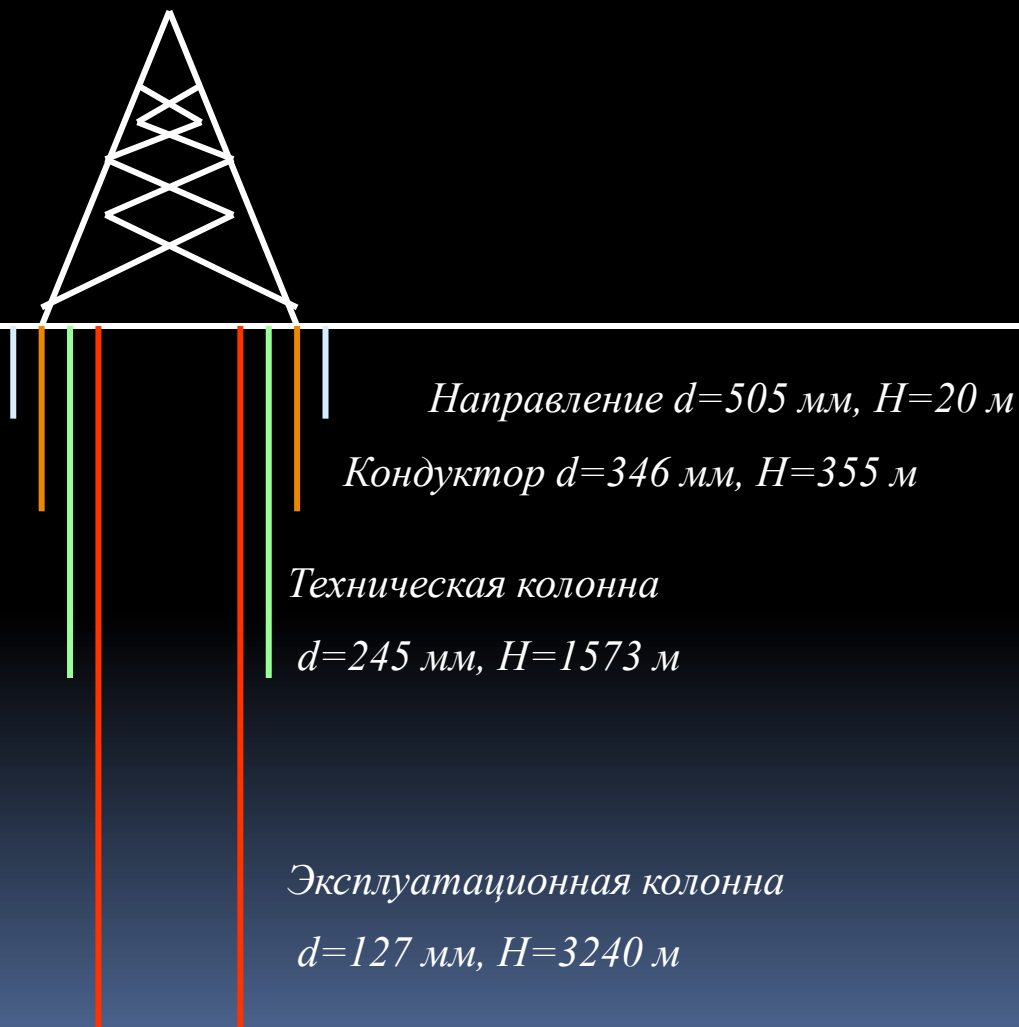
*Типы скважин*

*Мелкие*  
 *$h < 1000$  м*

*глубокие*  
 *$1000 > h < 5000$  м*

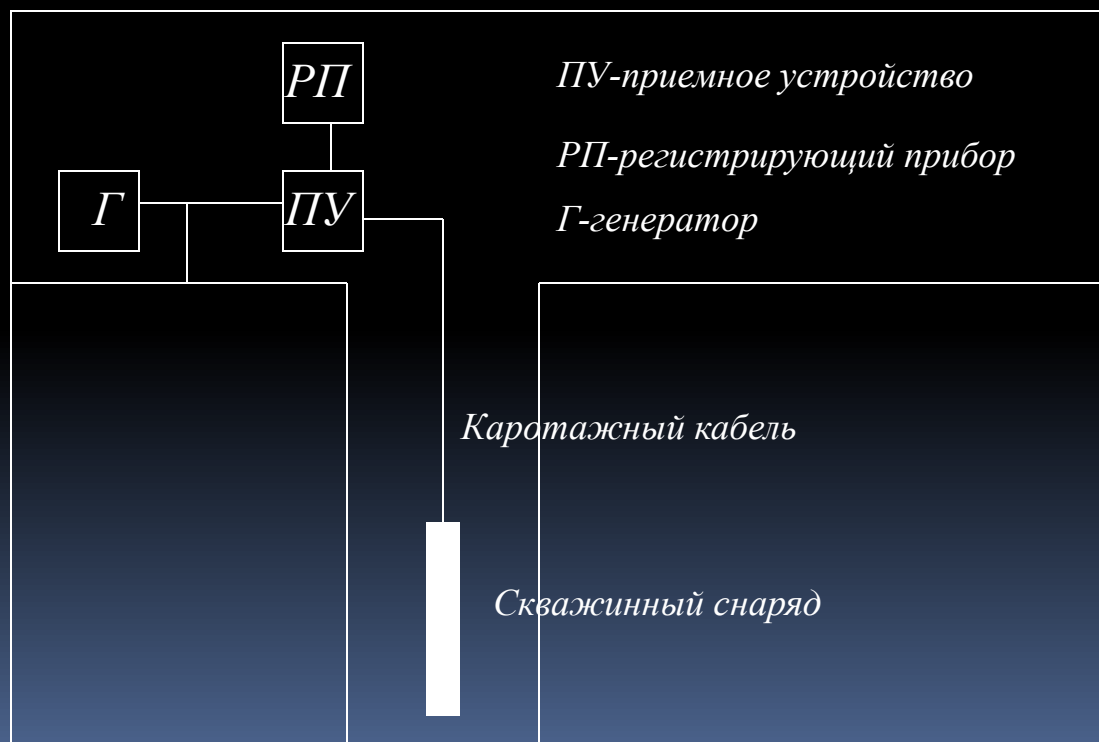
*сверхглубокие*  
 *$h > 5000$  м*

# Конструкция скважины (для нефтяной)



# Аппаратура для ГИС

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



## КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ, РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ И СХЕМА УСТАНОВКИ ГИС

- Классификацию методов ГИС проводят по типу изучаемых физических полей. В этой связи различают электрические и электромагнитные, радиоактивные (ядерно-физические), сейсмоакустические (в том числе ультразвуковые), термические, магнитные, геохимические, механические и др.
- К настоящему времени создано более 150 методов и модификаций. *К наиболее широко решаемым методами ГИС задачам можно отнести следующие:*



## *Задачи, решаемые ГИС:*

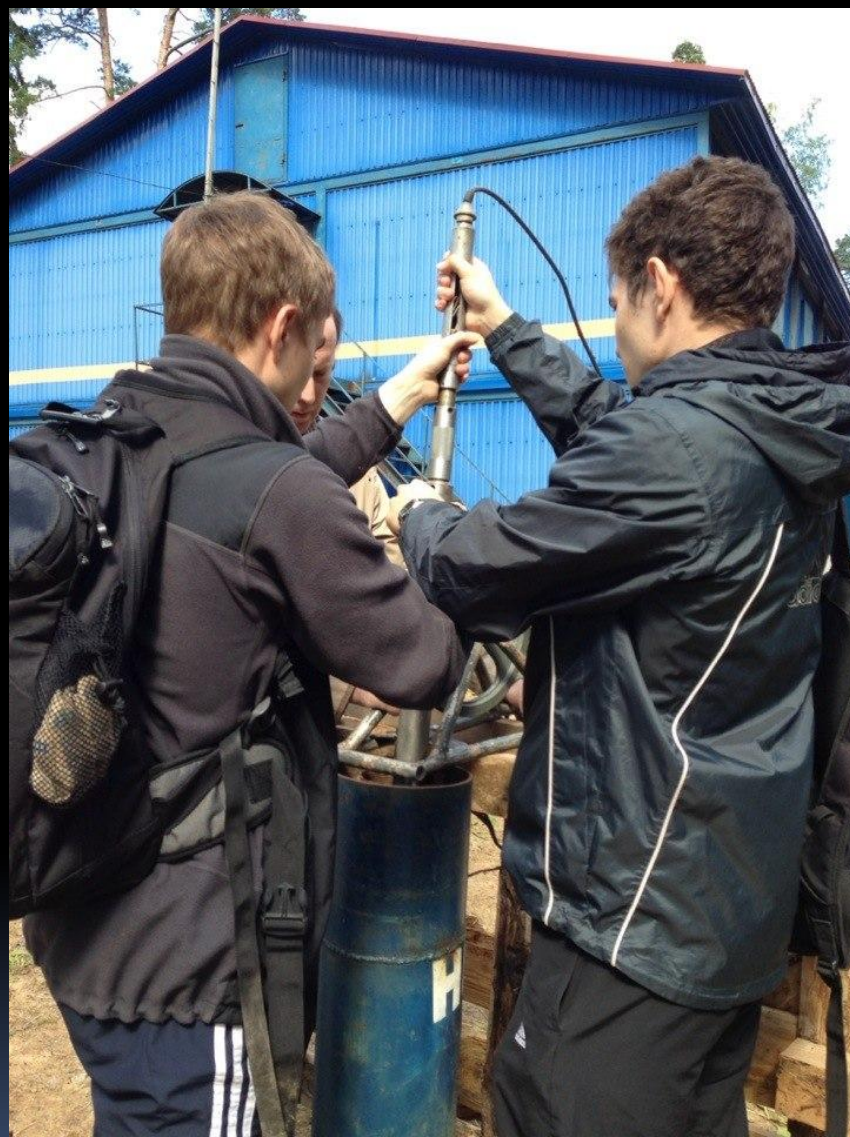
- ❖ изучение геологического разреза;*
- ❖ выявление и оценка МПИ;*
- ❖ контроль за разработкой месторождений;*
- ❖ изучение технического состояния скважин;*
- ❖ проведение прострелочных и взрывных работ;*
- ❖ уточнение данных наземной геофизики;*
- ❖ решение экологических задач;*
- ❖ решение инженерно-геологических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



ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

АМК  
ГОРИЗОНТ

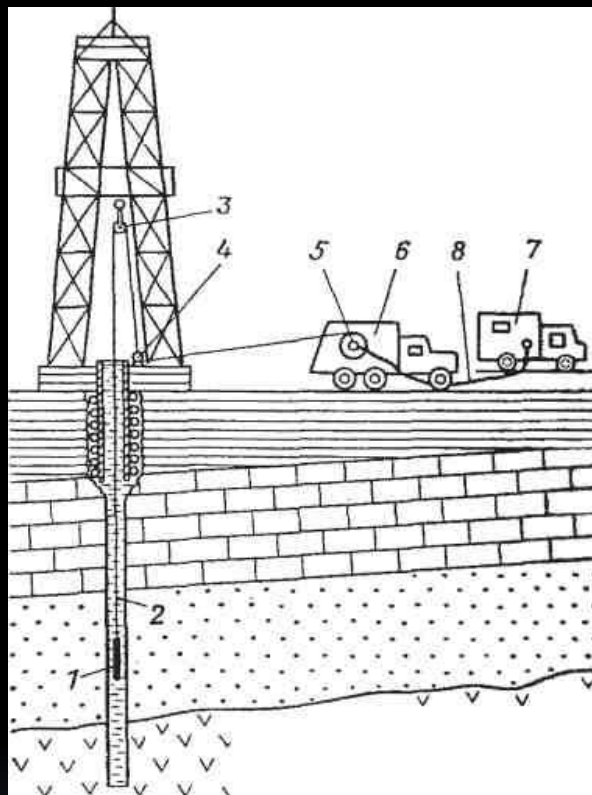






ВУЛКАН

# КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ, РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ И СХЕМА УСТАНОВКИ ГИС



- *Схема установки для геофизических исследований скважин (по Д. И. Дьяконову).*

1. - скважинный измерительный прибор — зонд конкретного метода ГИС спускаемый на кабеле  
2. Кабель намотан на барабан лебедки каротажного подъемника 5, установленной на транспортном средстве 6. В зонде располагаются датчики физических величин и электронные узлы, питаемые по кабелю. Прибор опускают в скважину через направляющий блок 4 и блок-баланс 3. Сигналы от датчиков зонда передаются по кабелю на поверхность через соединительный кабель 8 в геофизическую лабораторию 7. В ней ведется аналоговая (в виде диаграмм) или цифровая автоматическая их регистрация. Подъемник 5 и геофизическую лабораторию 7 называют каротажной станцией. В настоящее время аппаратура и спускоподъемное оборудование обычно размещают в одной машине.

# 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-С, 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 каротажа*

*Методы естественного  
поля*

*Методы искусственного  
поля*

*Каротаж потенциалов  
самопроизвольной  
поляризации (ПС)*

*Каротаж  
вызванной  
поляризации  
(ВП)*

*Каротаж  
сопротивлений  
(КС)*

*Боковой  
каротаж (БК)  
БКЗ, МБК*



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:

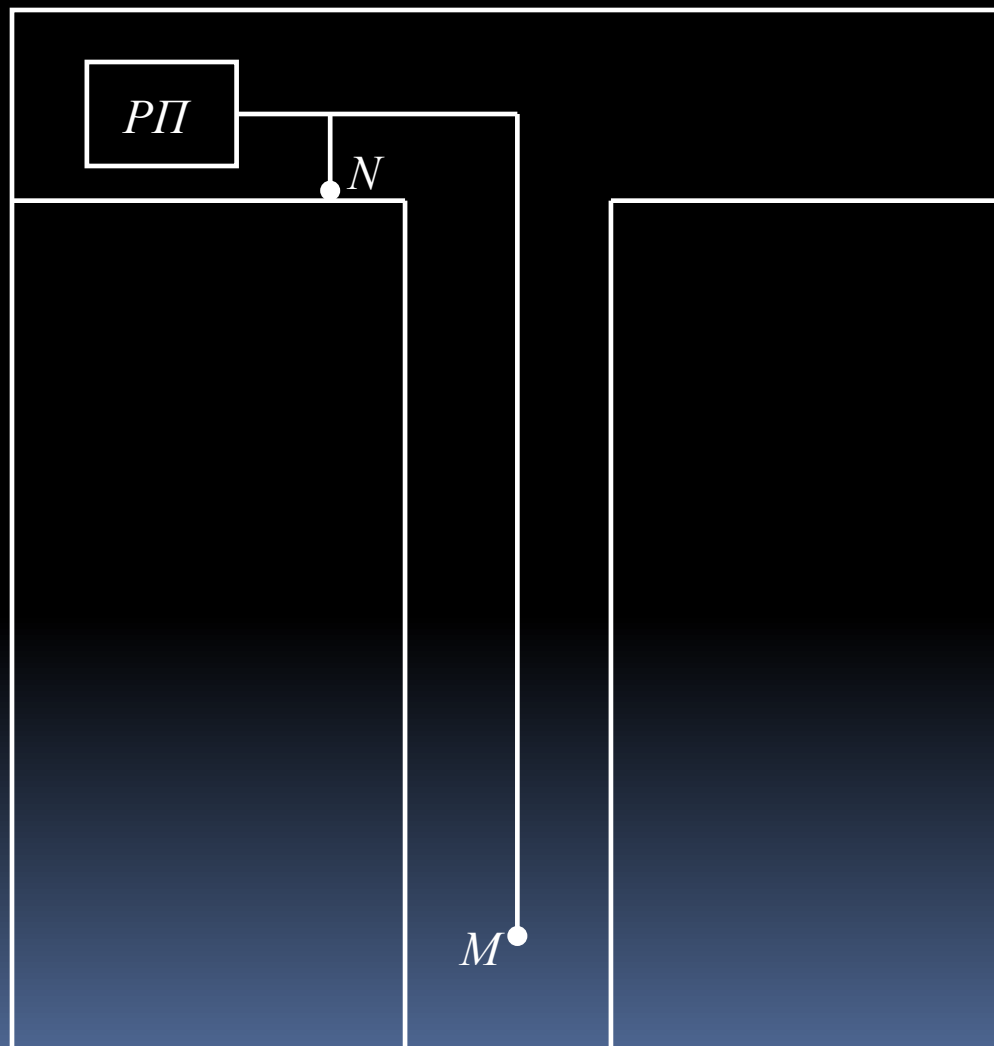
- ❖ *литологическое расчленение разреза;*
- ❖ *выделение нефтегазоносных и водоносных коллекторов;*
- ❖ *определение минерализации пластовых вод.*

## *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

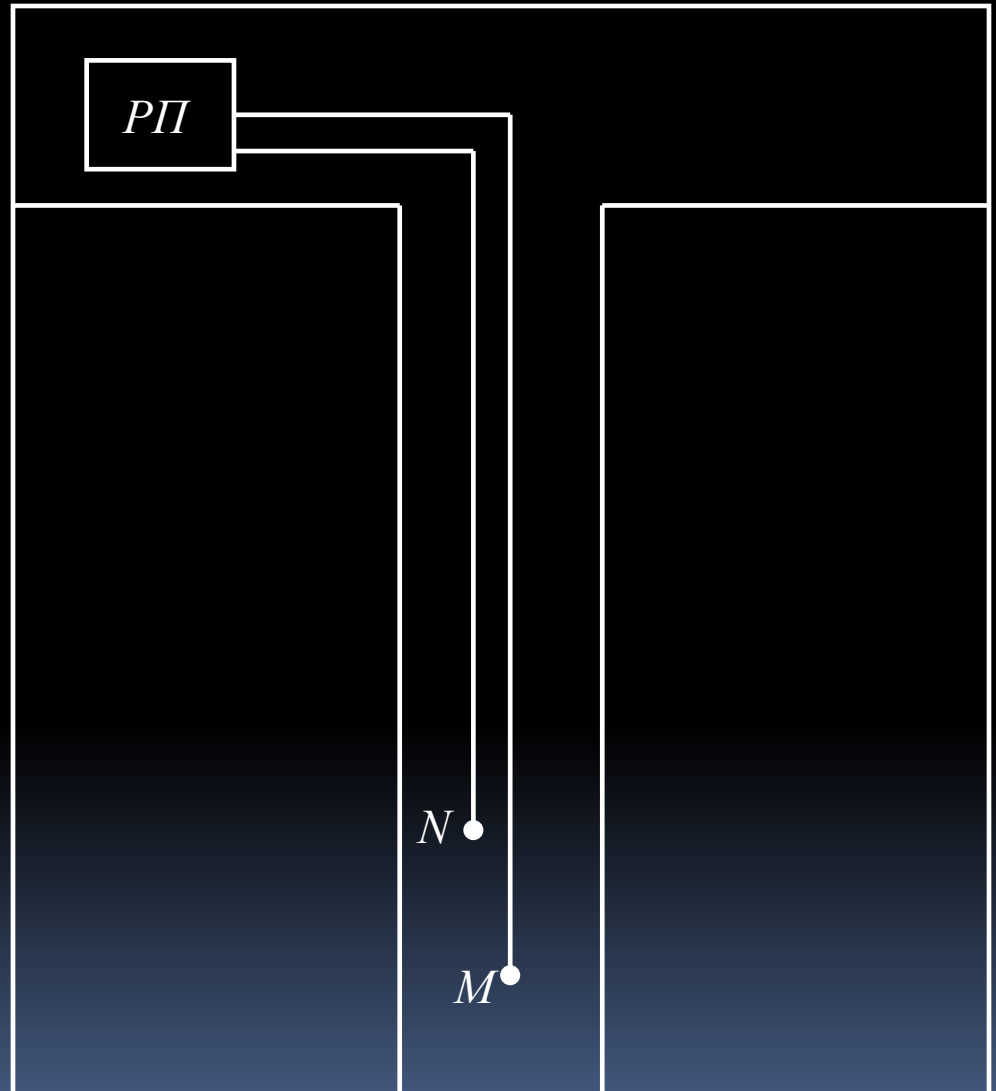


Схема скважинного прибора для  
ПС

## 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

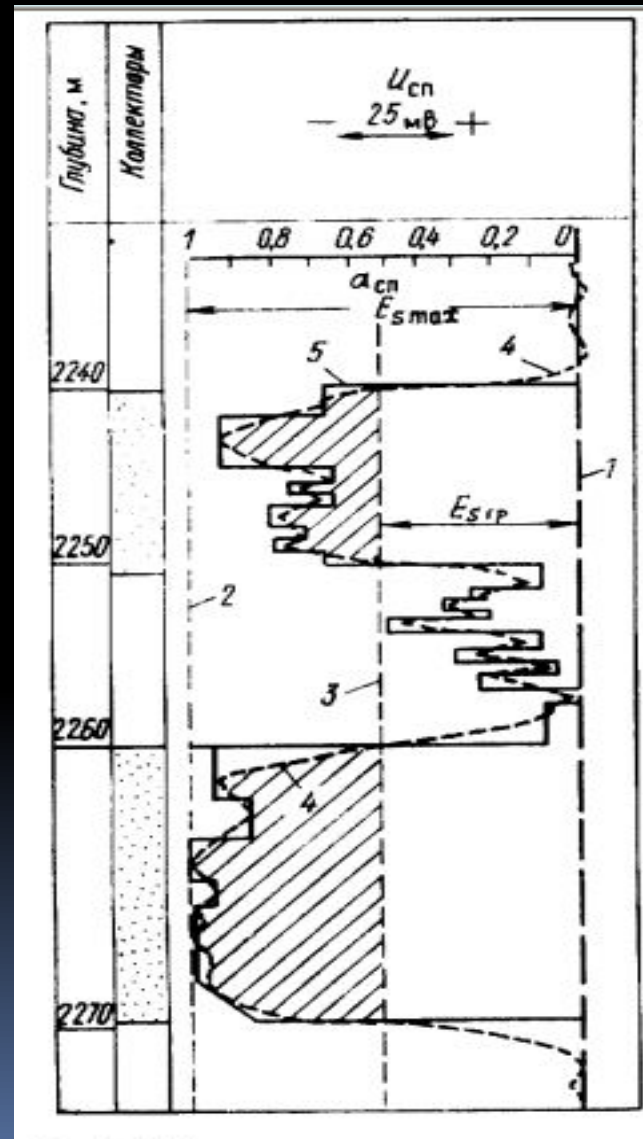
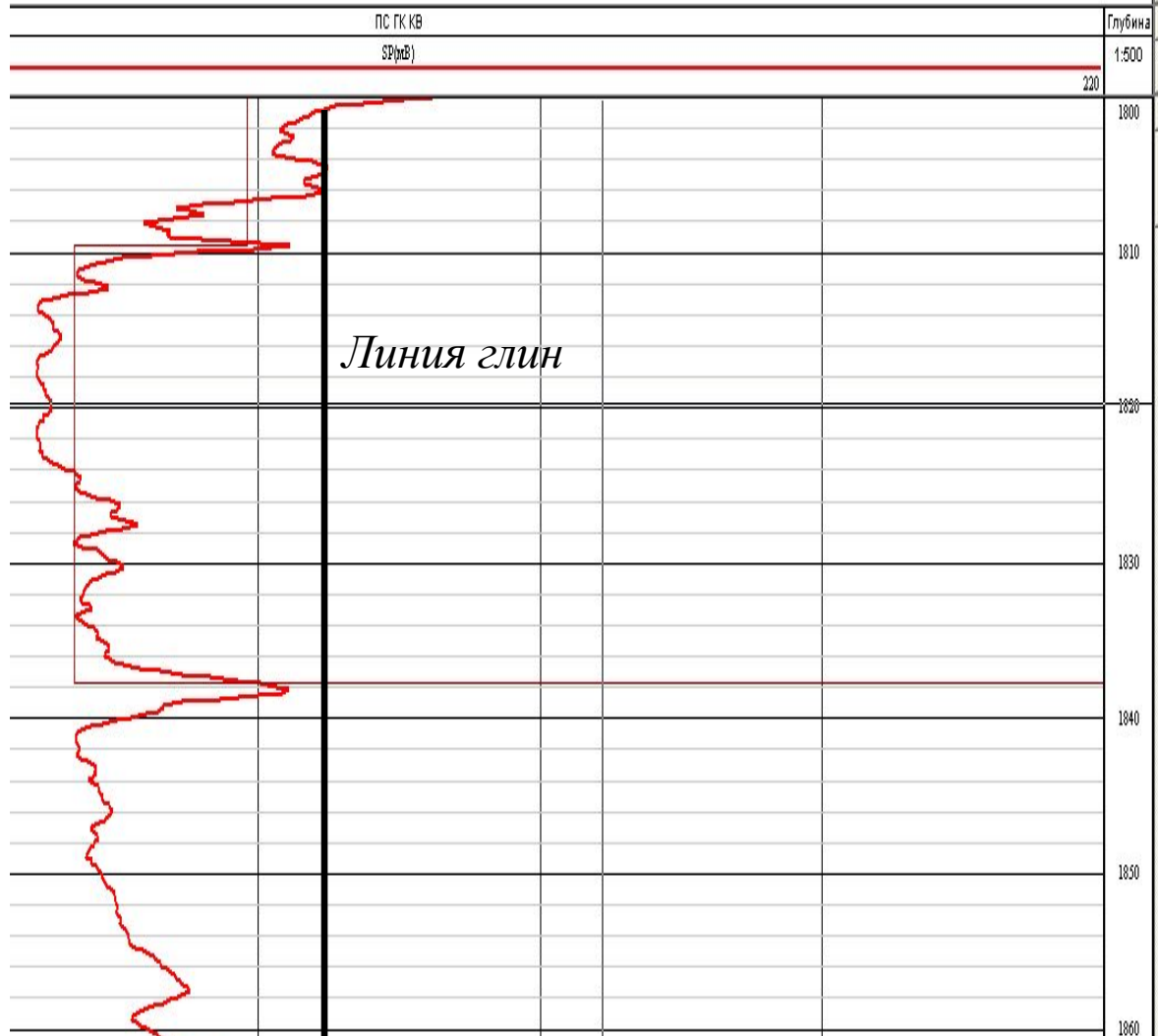
- При обработке данных обычного метода СП и метода градиента потенциала СП, полученных против пластов ограниченной мощности высокого удельного сопротивления, с помощью палеток вносят соответствующие поправки за влияние мощности и удельного сопротивления пласта, удельного сопротивления вмещающих пород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

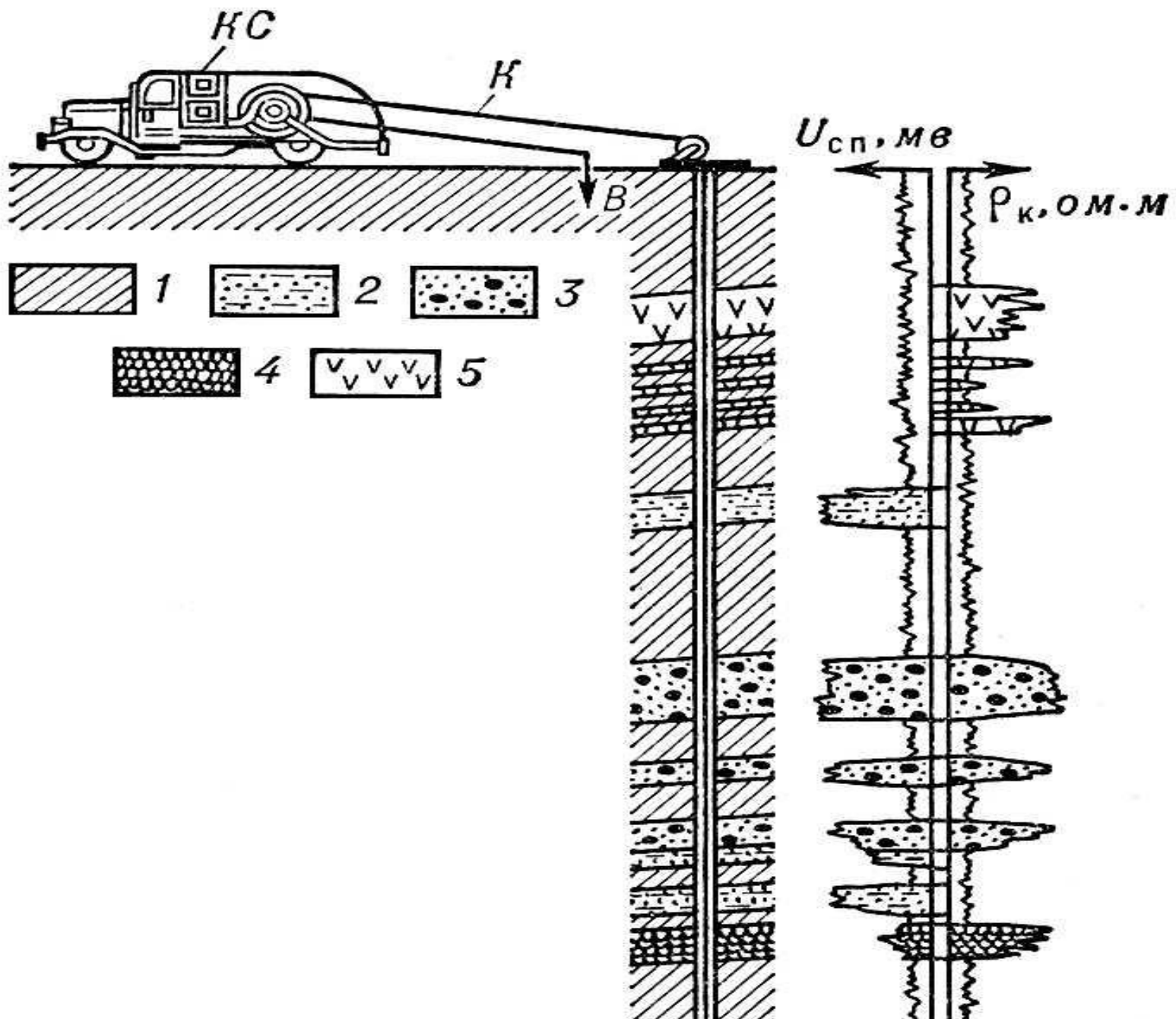
## Метод специальных зондов СП

- 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

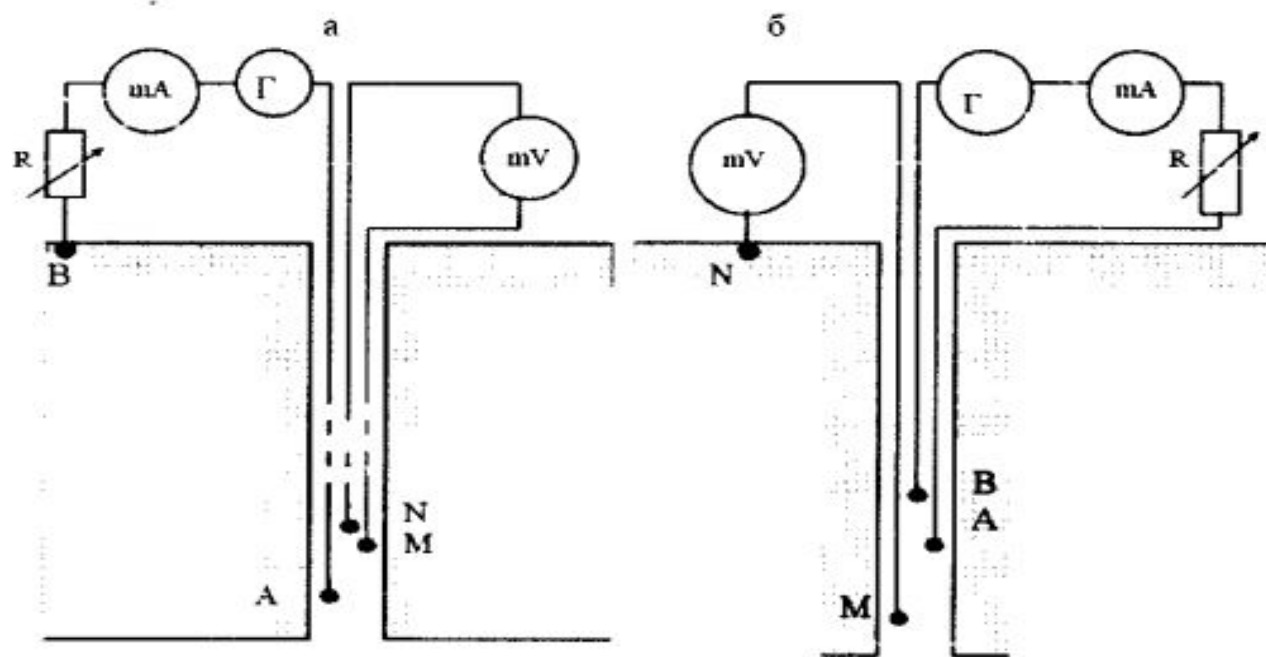
- *Высокие значения поляризуемостей рудных электропроводящих минералов (сульфиды железа, меди, никеля), а также магнетита и графита определяют основную область применения метода ВП. Даже редкая вкрапленность таких минералов, занимающая несколько процентов объема породы, обуславливает высокие значения поляризуемости породы  $\eta_K$  (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

- Простейшая двухэлектродная установка — АМ — потенциал-зонд — состоит из опускаемых в скважину питающего электрода М и одного измерительного электрода N.
- Четырехэлектродная установка. Электрод А соединяют токопроводящим кабелем с электродом В, заземленным на поверхности. Между электродами подключают генератор тока, который вырабатывает прямоугольные импульсы длительностью Т.

Второй измерительный электрод — N, также заземляют на земной поверхности. С помощью цепи АВ создается первичное, внешнее (поляризующееся) электрическое поле, оно возбуждает в приемных электродах разность потенциалов ( $\Delta U$ ). 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; мА – прибор для измерения силы тока; mV – прибор для измерения разности потенциалов в цепи измерительных электродов М и N