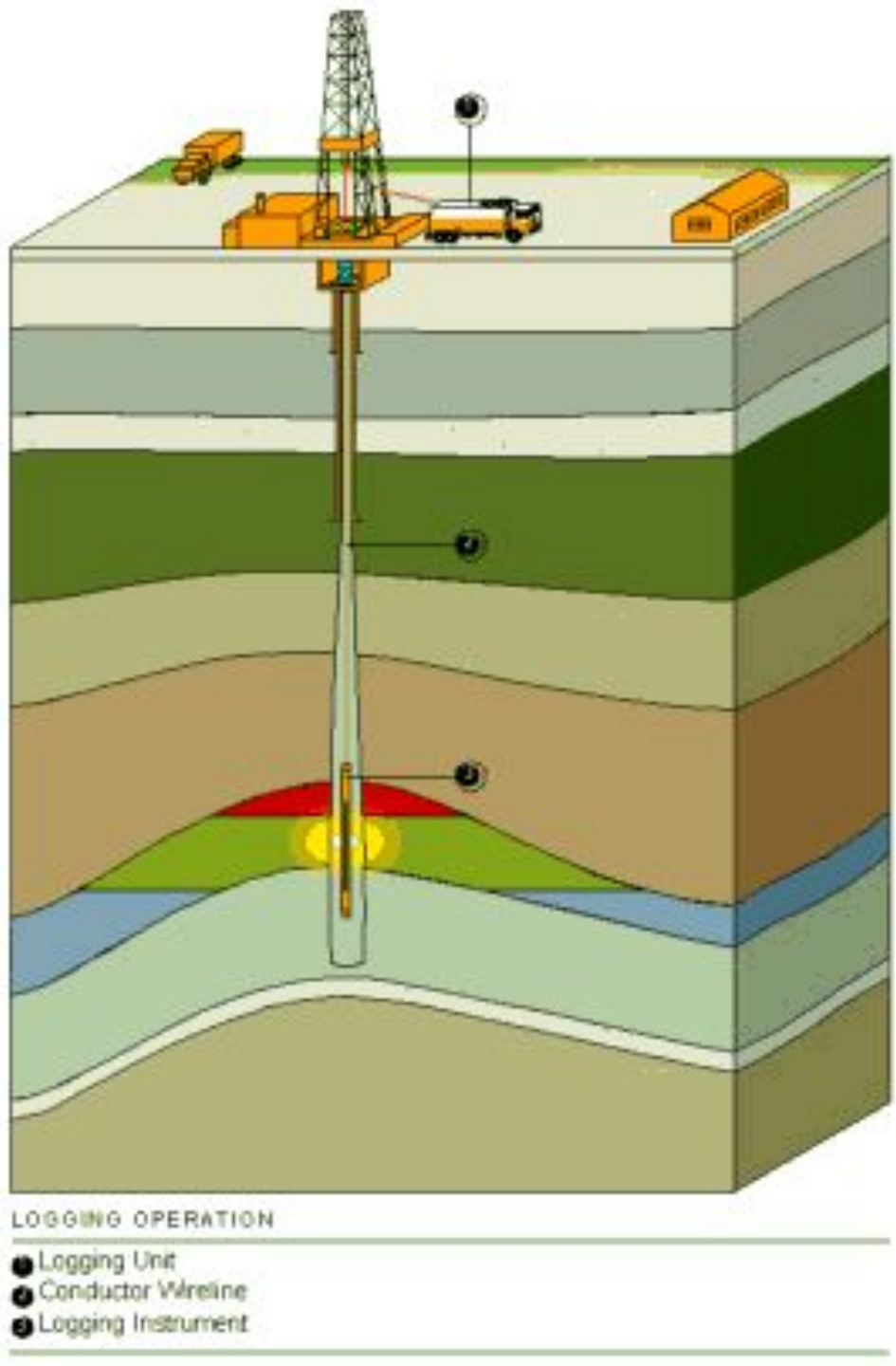
Геофизические исследования скважин

(каротаж)

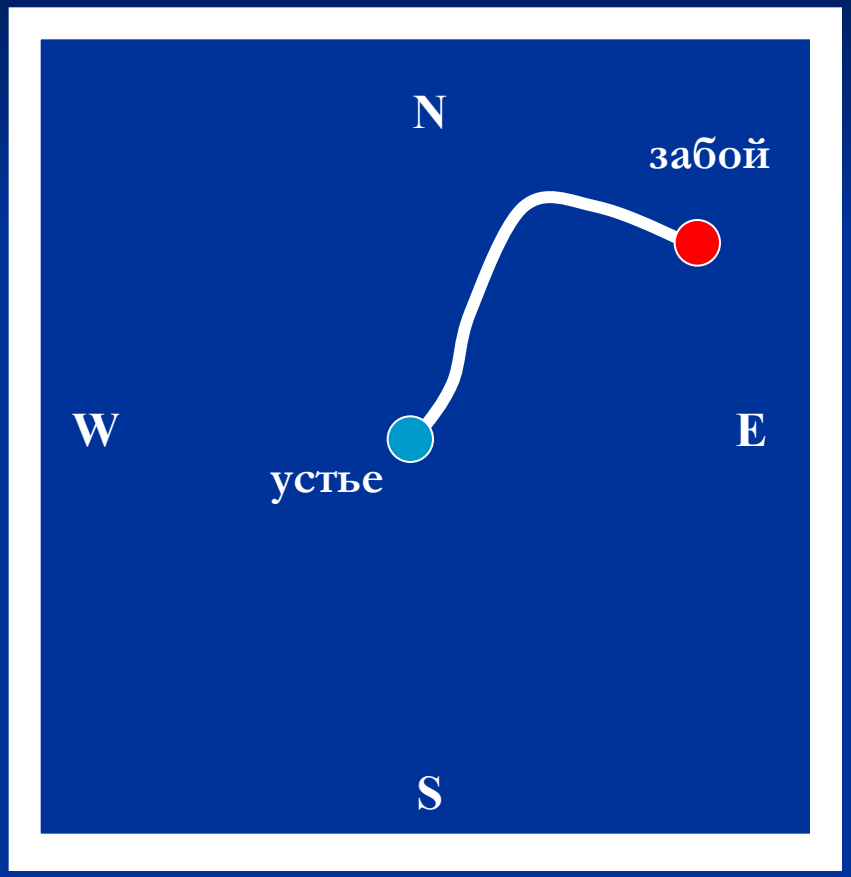


Технология ГИС

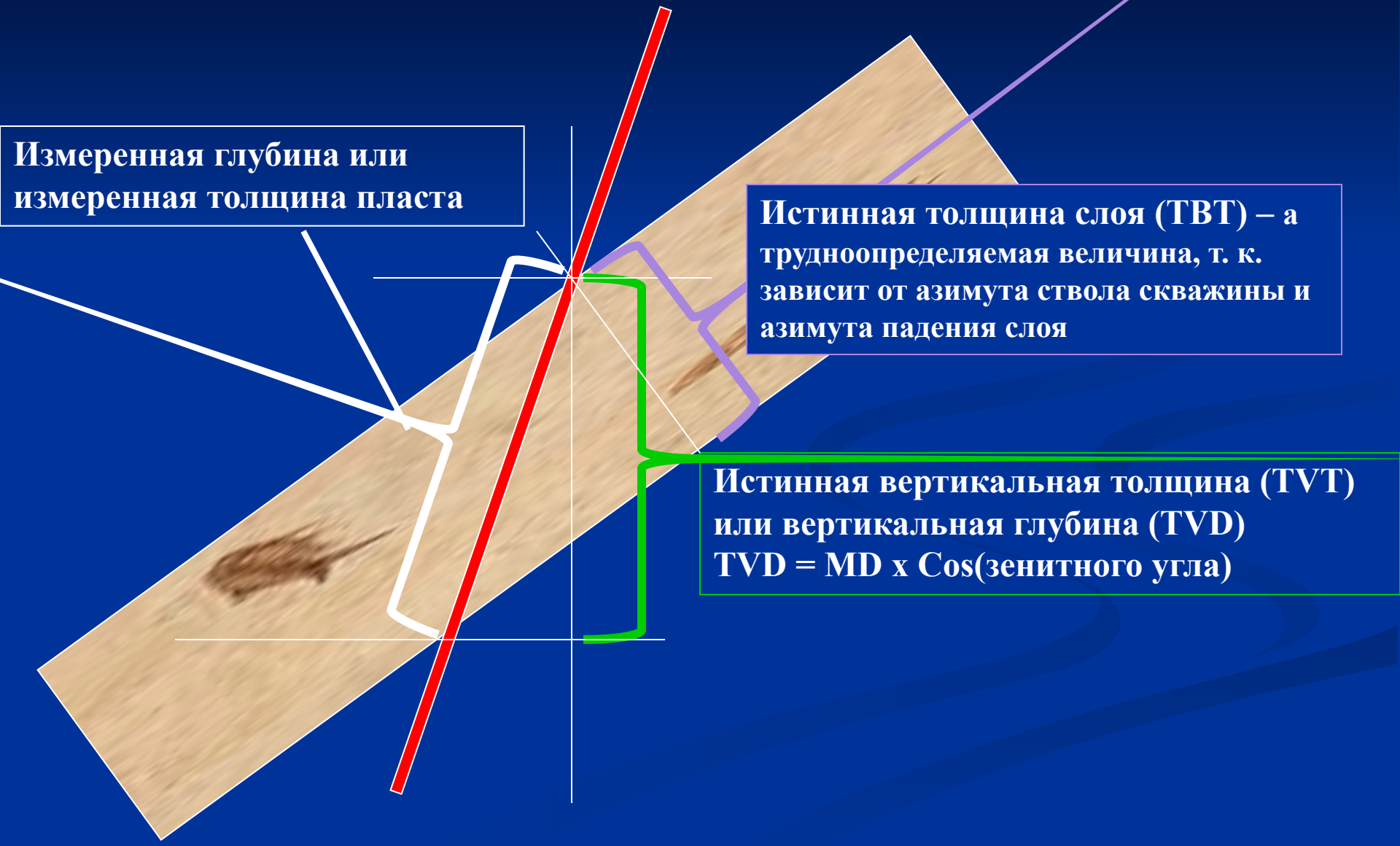
Иллюстрация производственного процесса геофизических исследований скважин

Инклинометрия скважин - Borehole Deviation Surveys

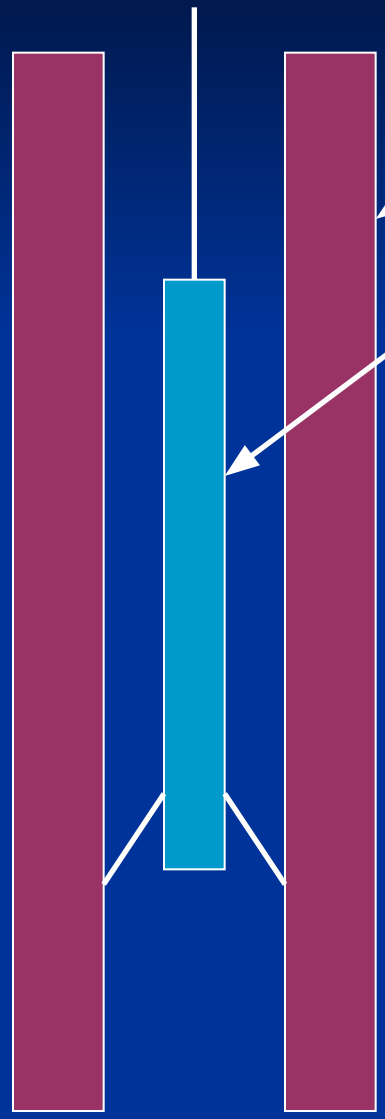
Азимутальная ориентировка ствола скважины



Отклонение скважины и толщина слоя



Кавернометрия скважин - Caliper

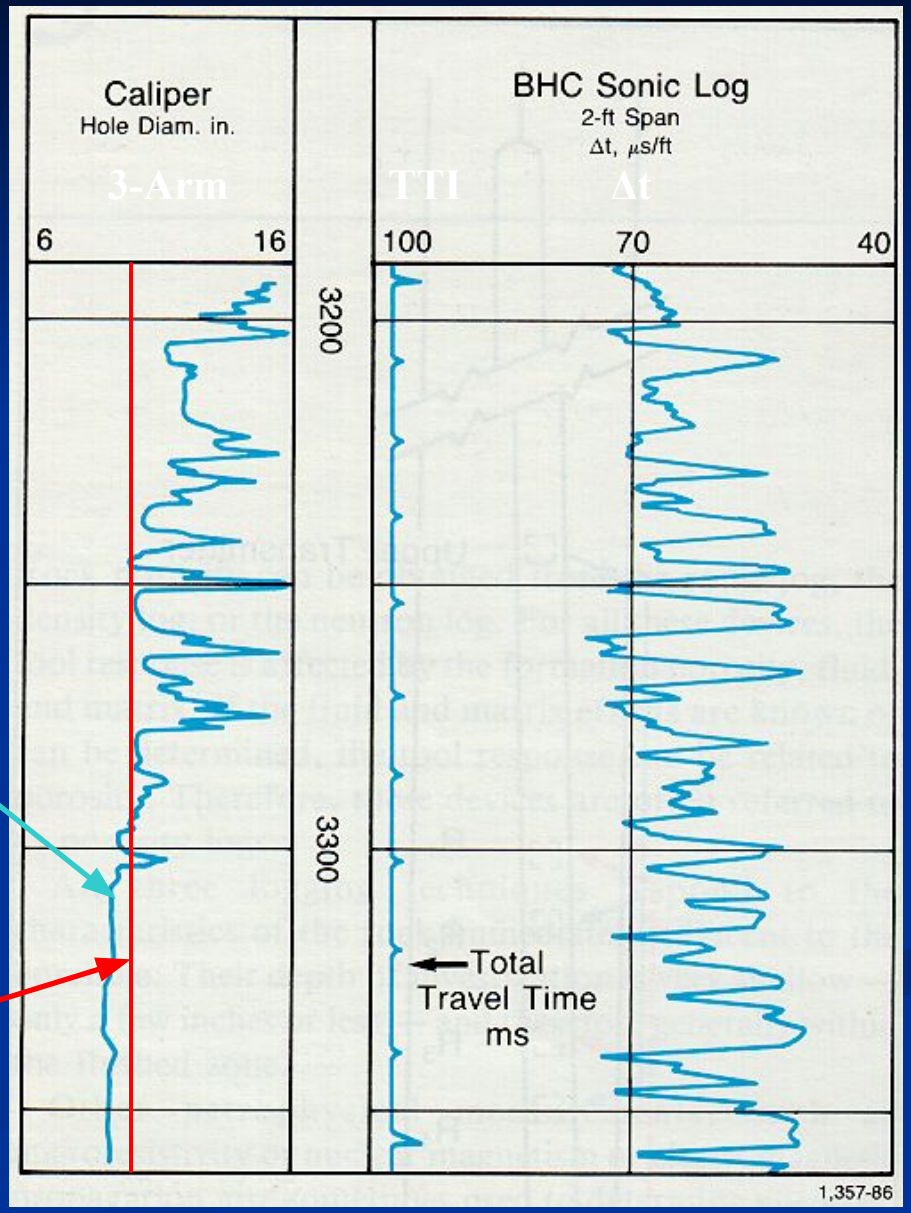


Скважина

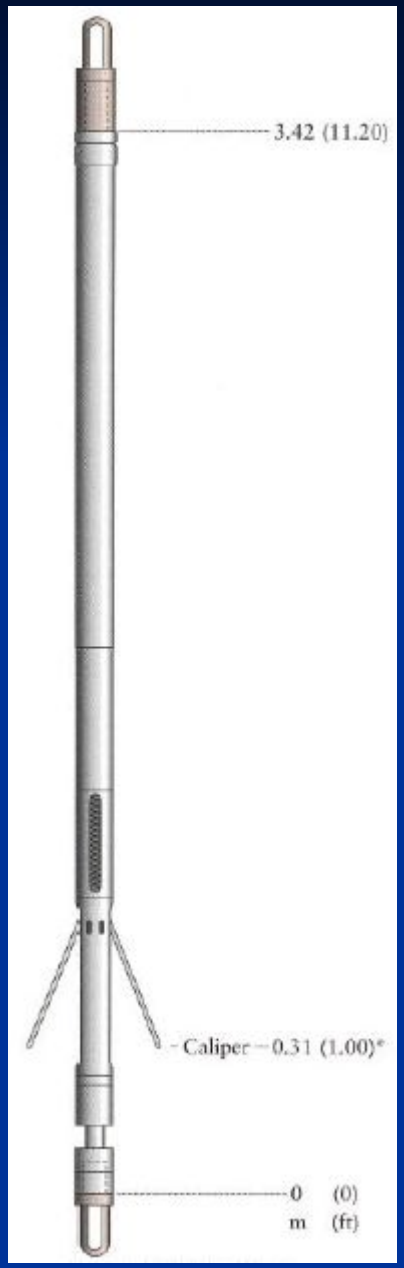
Кавернномер

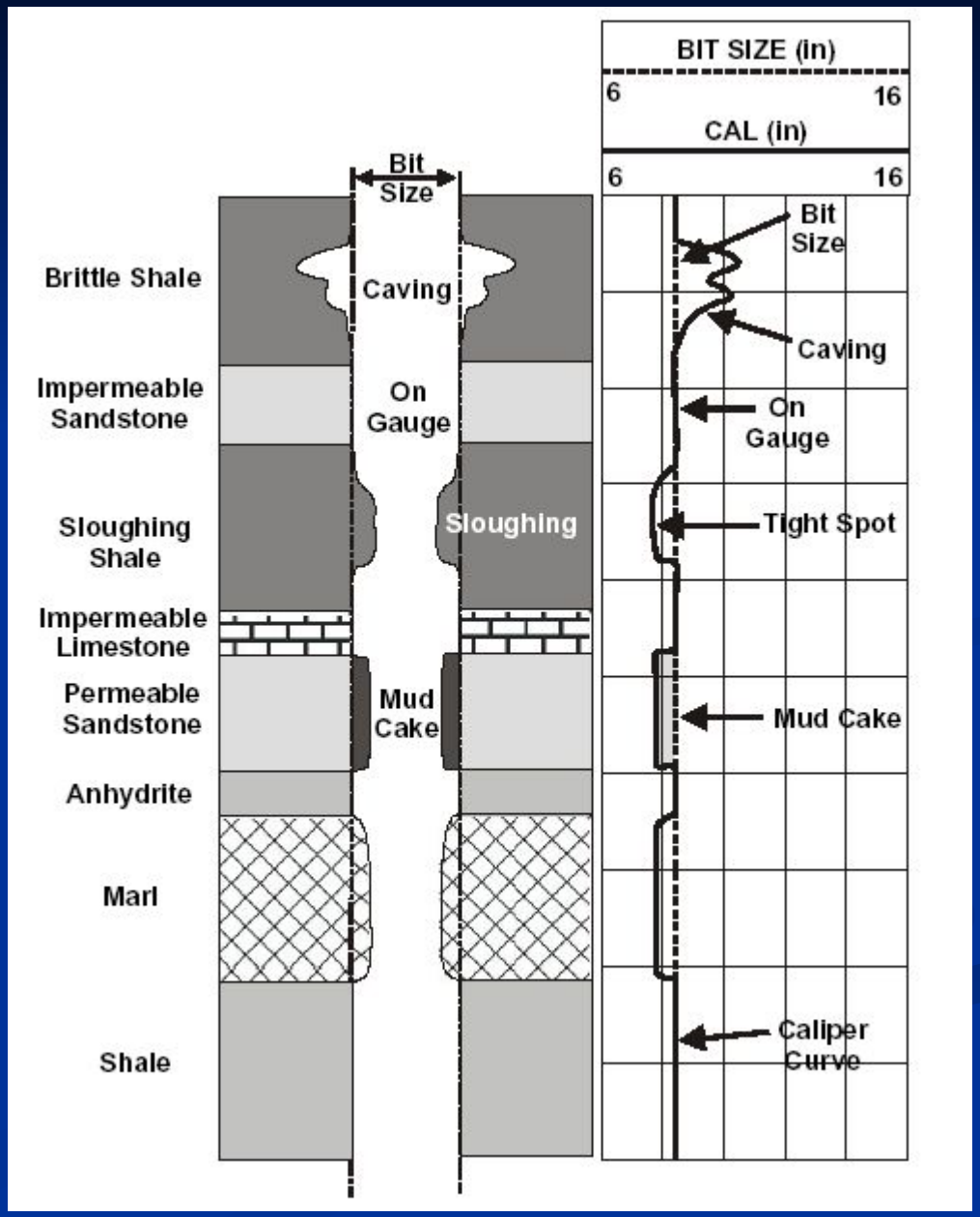
Измеренный диаметр скважины

Номинальный диаметр



Кавернометрия и литология





Метод самопроизвольных потенциалов (SP)

Основные задачи

-Выделение проницаемых зон

-Определение глинистости

-Корреляция разреза

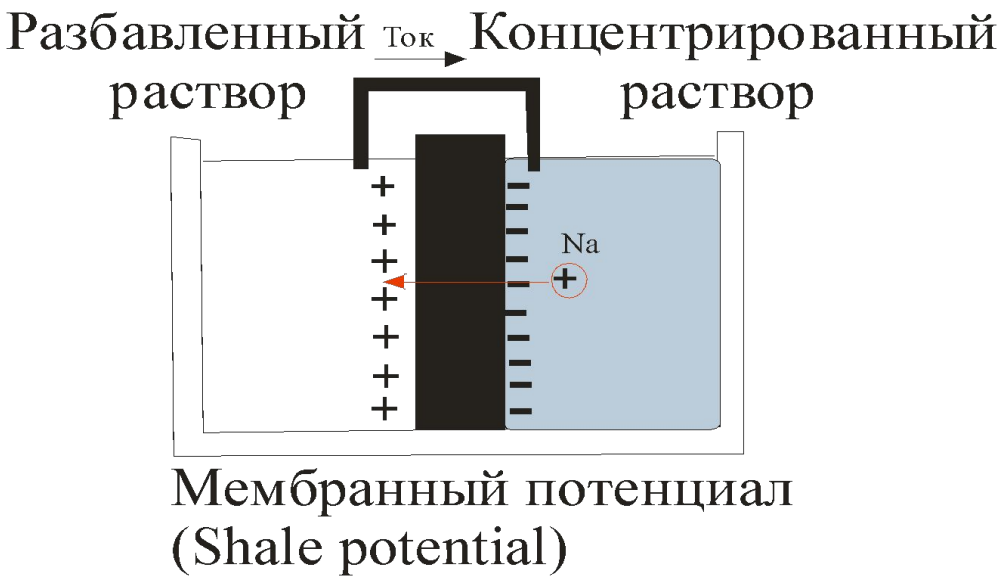
Основные условия образования СП

-Буровой раствор на водной основе

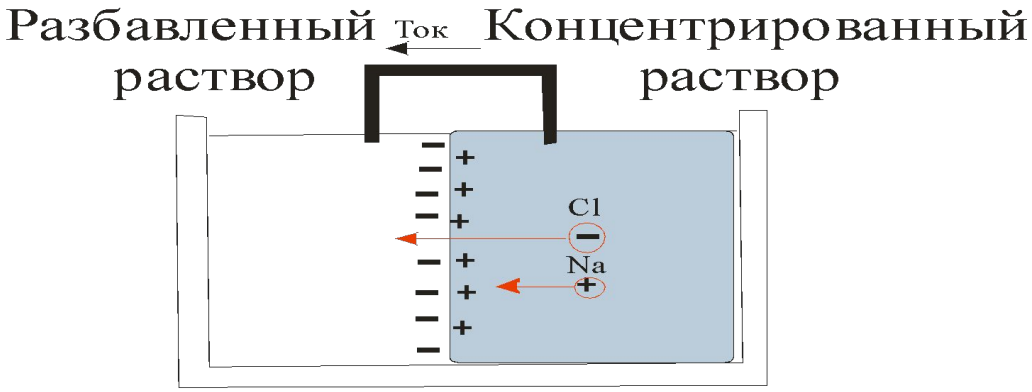
-Наличие зон с хорошей пористостью и проницаемостью

-Разность сопротивлений бурового раствора и пластовой воды

Лабораторная демонстрация образования мембранного и диффузионного потенциалов



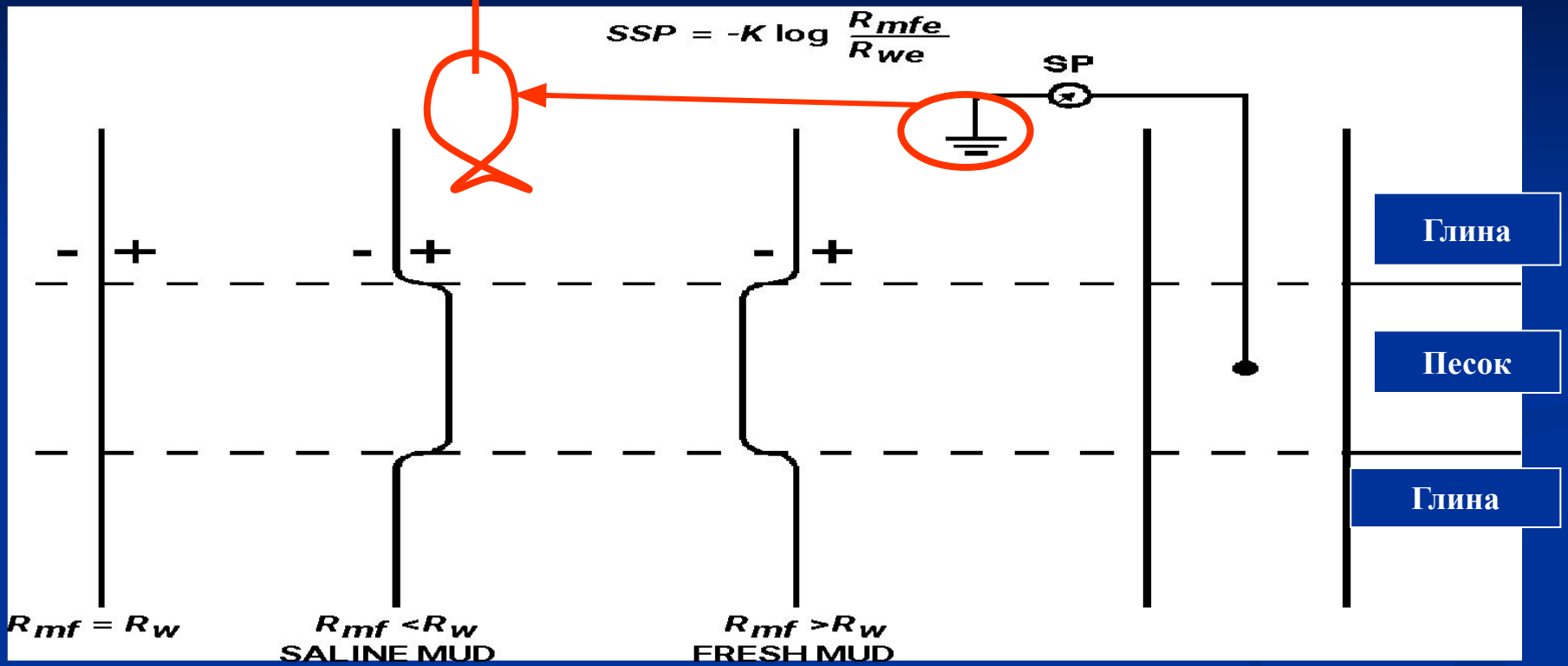
Мембранный потенциал
(Shale potential)



Диффузионный потенциал
(Liquid - junction potential)

Отклонения кривой ПС в зависимости от солености

Поверхностное заземление – «рыба»



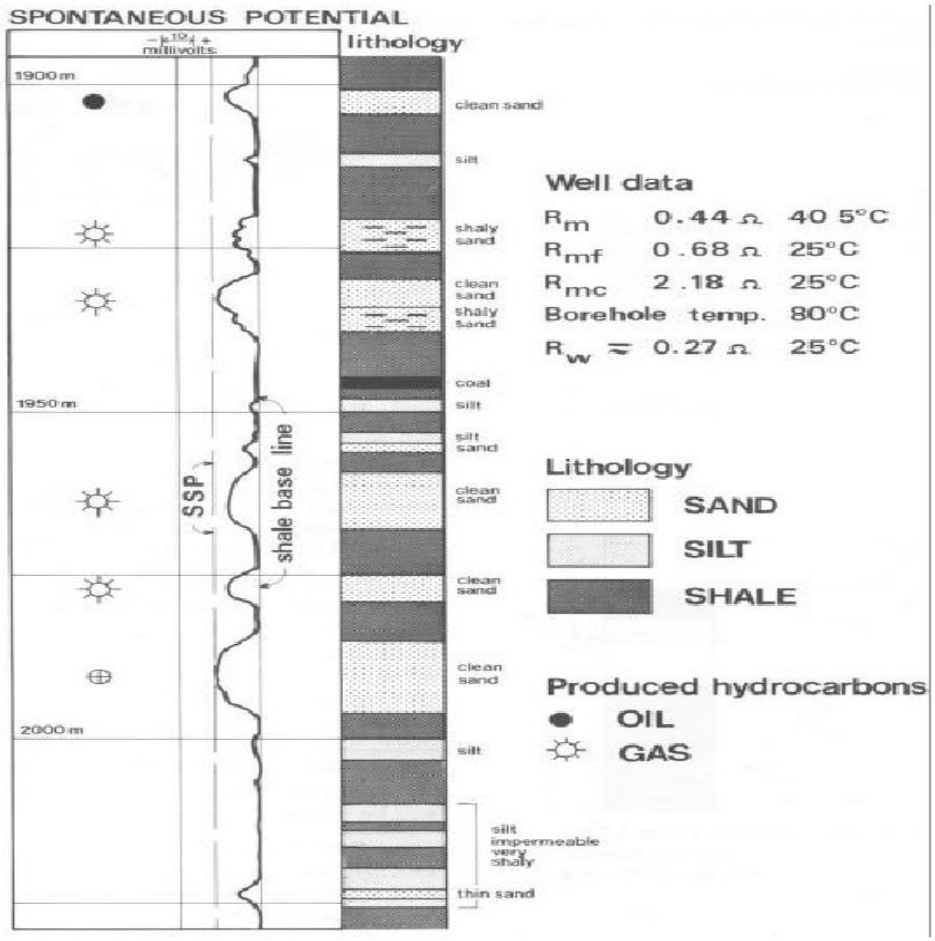
Соленый буровой раствор

Пресный буровой раствор

K = 61 + .133*F

K = 65 + .24*C

Метод SP может применяться для оперативного качественного определения проницаемых пластов



Метод ГК (GR)

Естественная гамма-активность пород обусловлена содержанием в них изотопов радиоактивных элементов

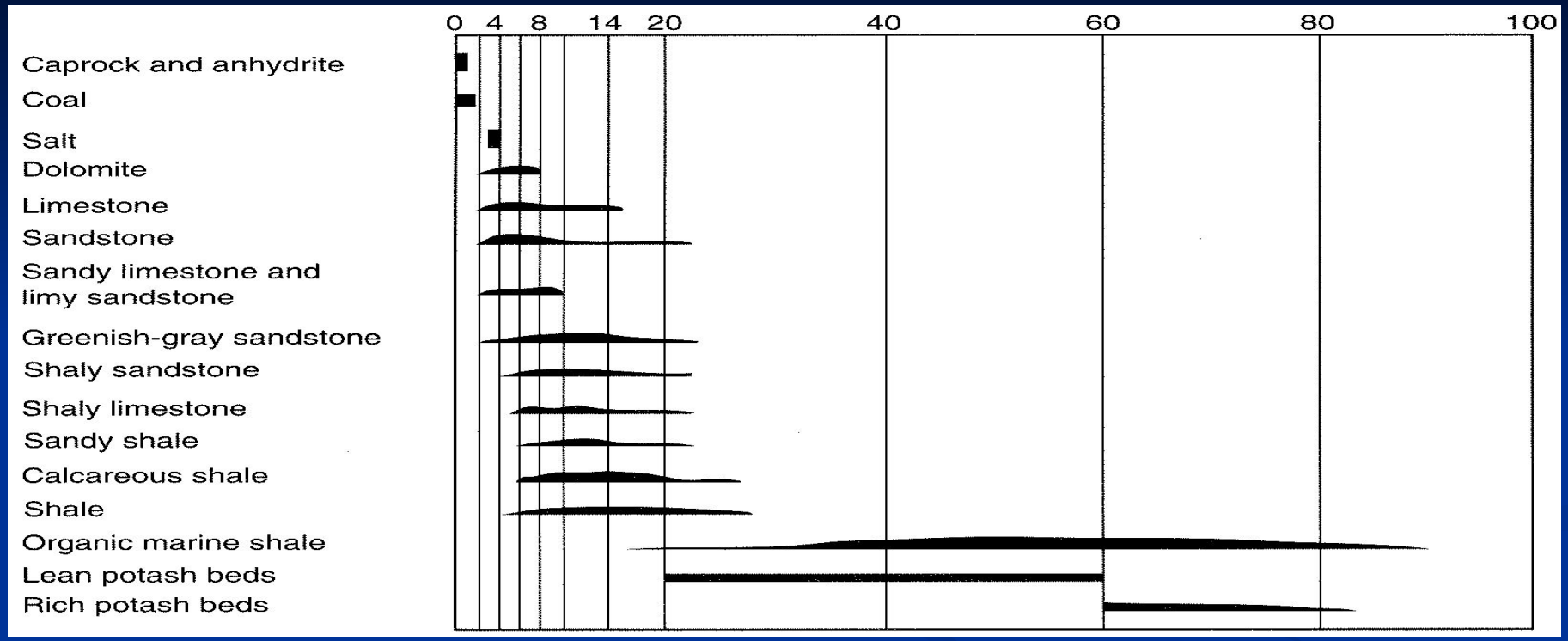
Полевой шпат
Слюда
Иллит

K^{40}

Фосфаты

U^{238}, Th^{232}

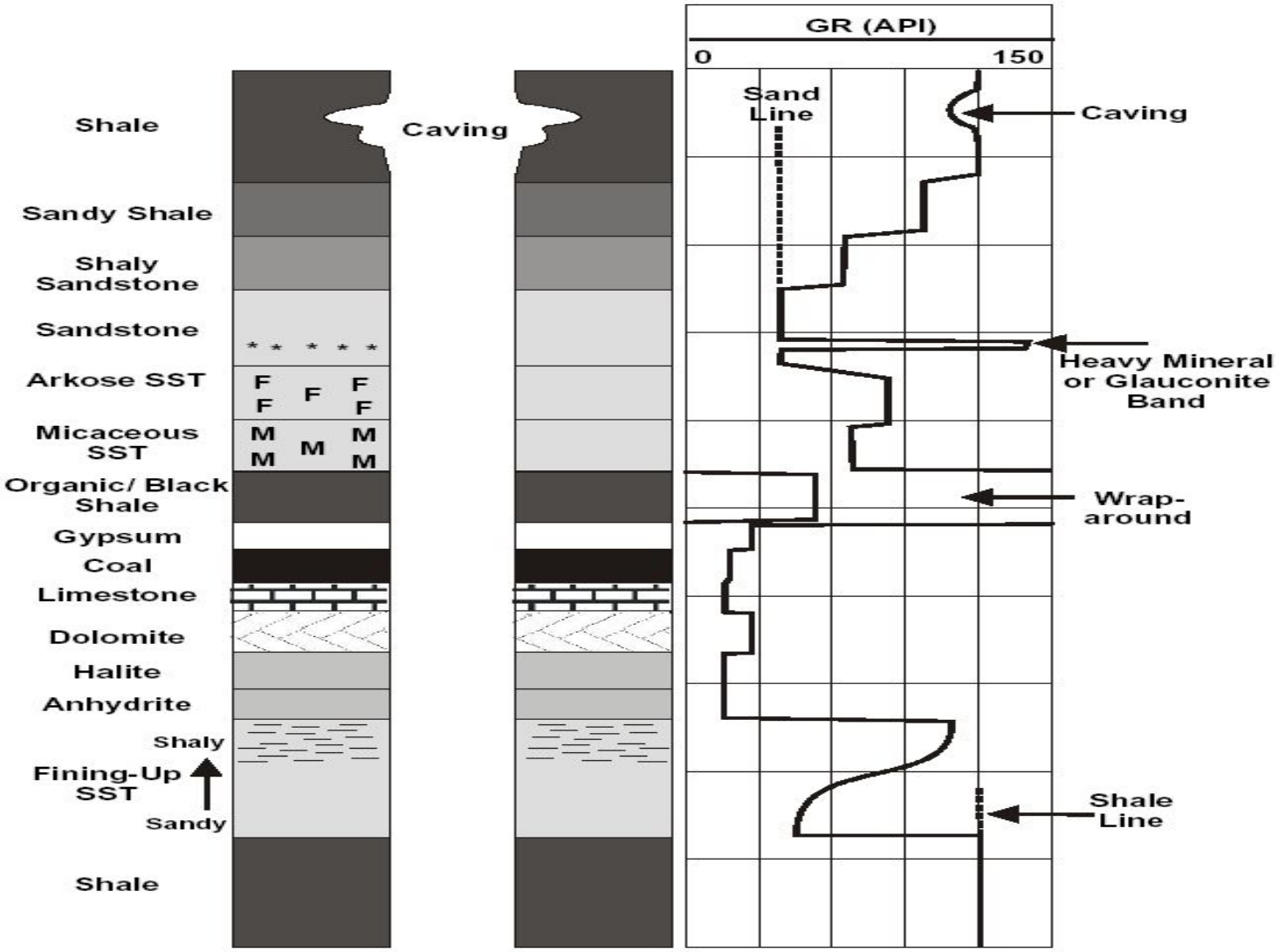
Группы пород по радиоактивности



(After Russell, 1941)

Самая высокая радиоактивность наблюдается в калиевых пластах и в глинах, которые сформировались в восстановительной обстановке в присутствии органического материала

Влияние различных литологических разностей на показания GR



Нейтронный каротаж

- Зонд излучает в породу нейтроны высокой энергии
- Нейтроны сталкиваются с ядрами атомов породы и замедляются
- Наиболее интенсивные замедлители – водород и хлор
- При каждом столкновении нейтроны теряют энергию (скорость)
- Скорость нейтронов падает до такой степени, что они могут быть захвачены ядром
- Ядра, захватившие нейтроны, излучают гамма-лучи
- Вода - H_2O и нефть - C_nH_{2n+1} заполняют поры породы.
- Поэтому определить пористость можно просто, посчитав атомы водорода H.

Принцип определения пористости нейтронным методом

Водородный индекс- Hi

$$H_i = \frac{V_h}{V_{total}}$$

$$H_i = 1$$

$$H_i = 0$$

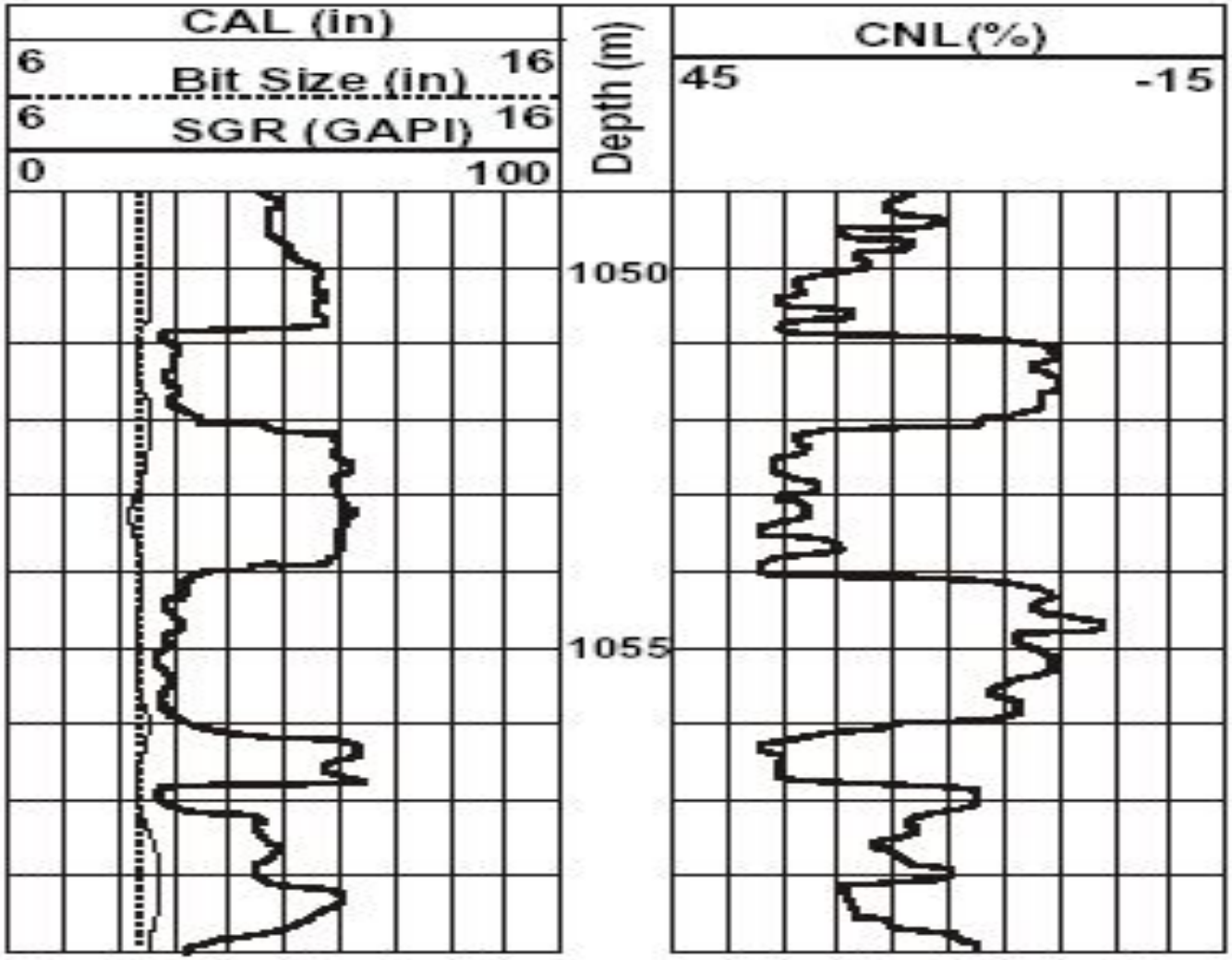
Вода

$$\phi = 1$$

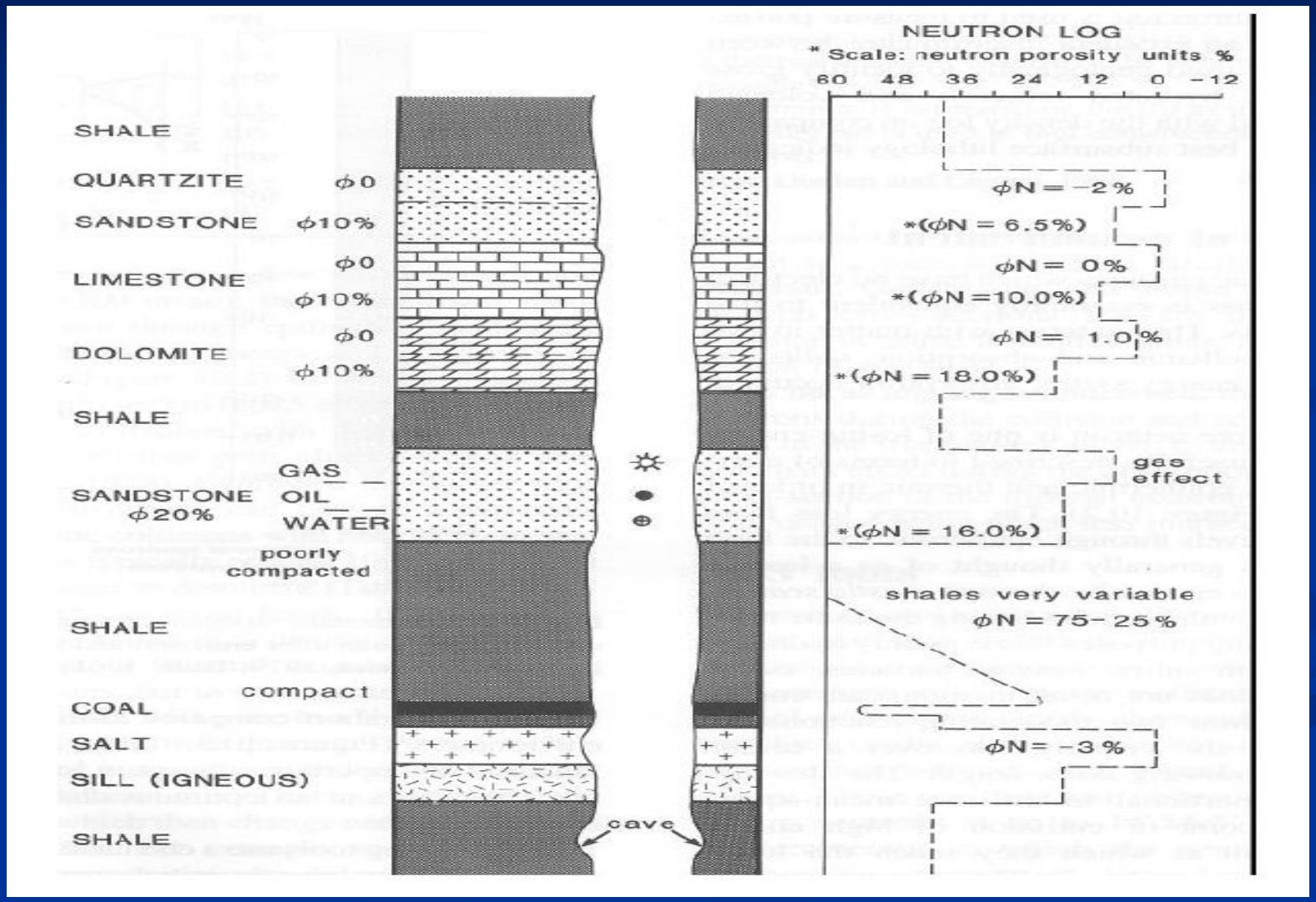
Кальцит

$$\phi = 0$$

Пример диаграммы нейтронного каротажа. CNL log.

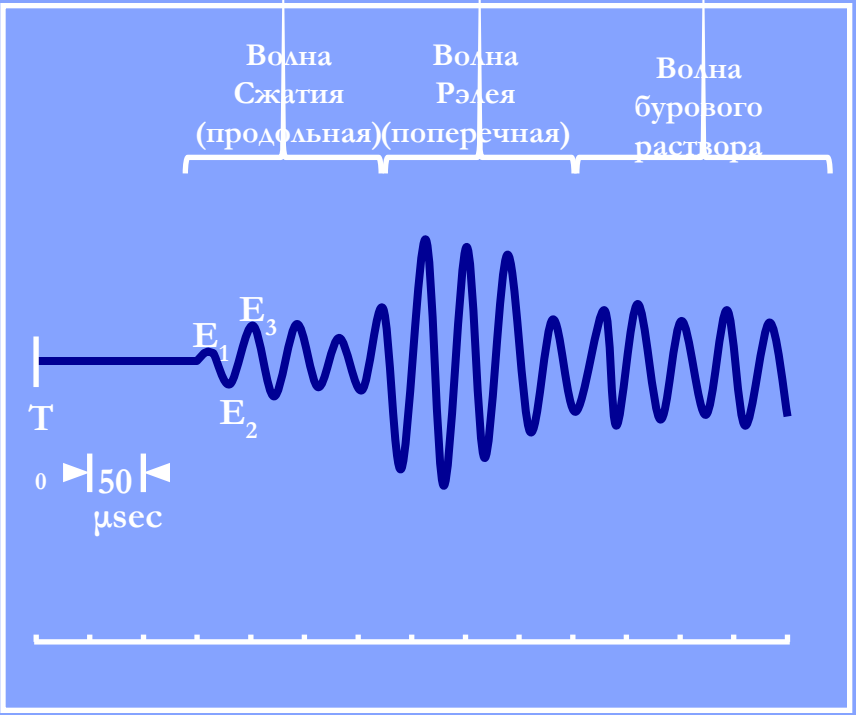


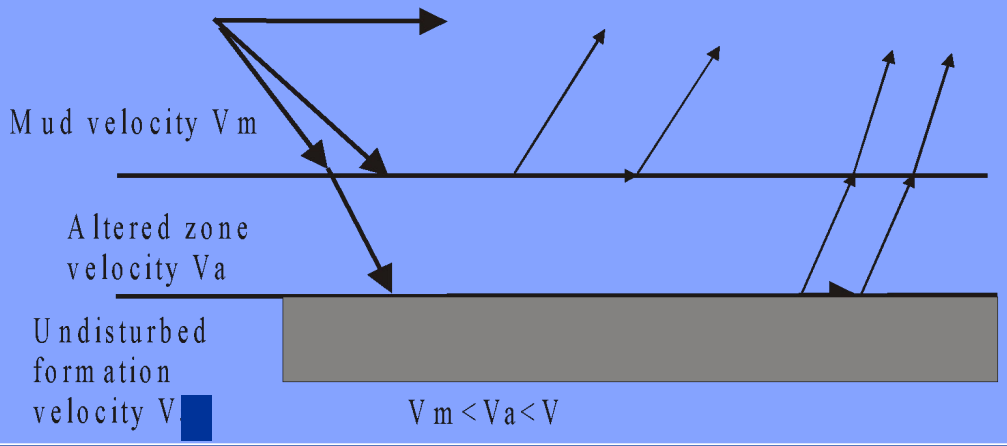
Типичная пористость по нейтронному каротажу для пород различной литологии



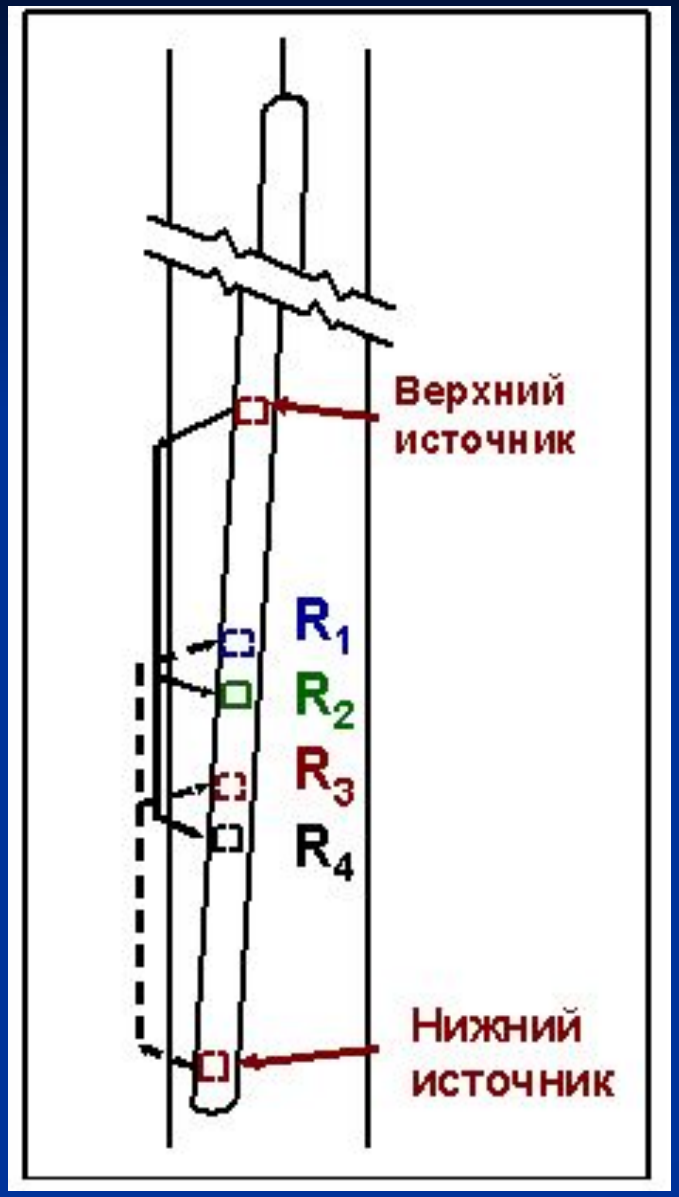
Акустический каротаж

Волновая картина, зарегистрированная звукоприемником





Акустические зонды



BoreHole Compensated (BHC) tool

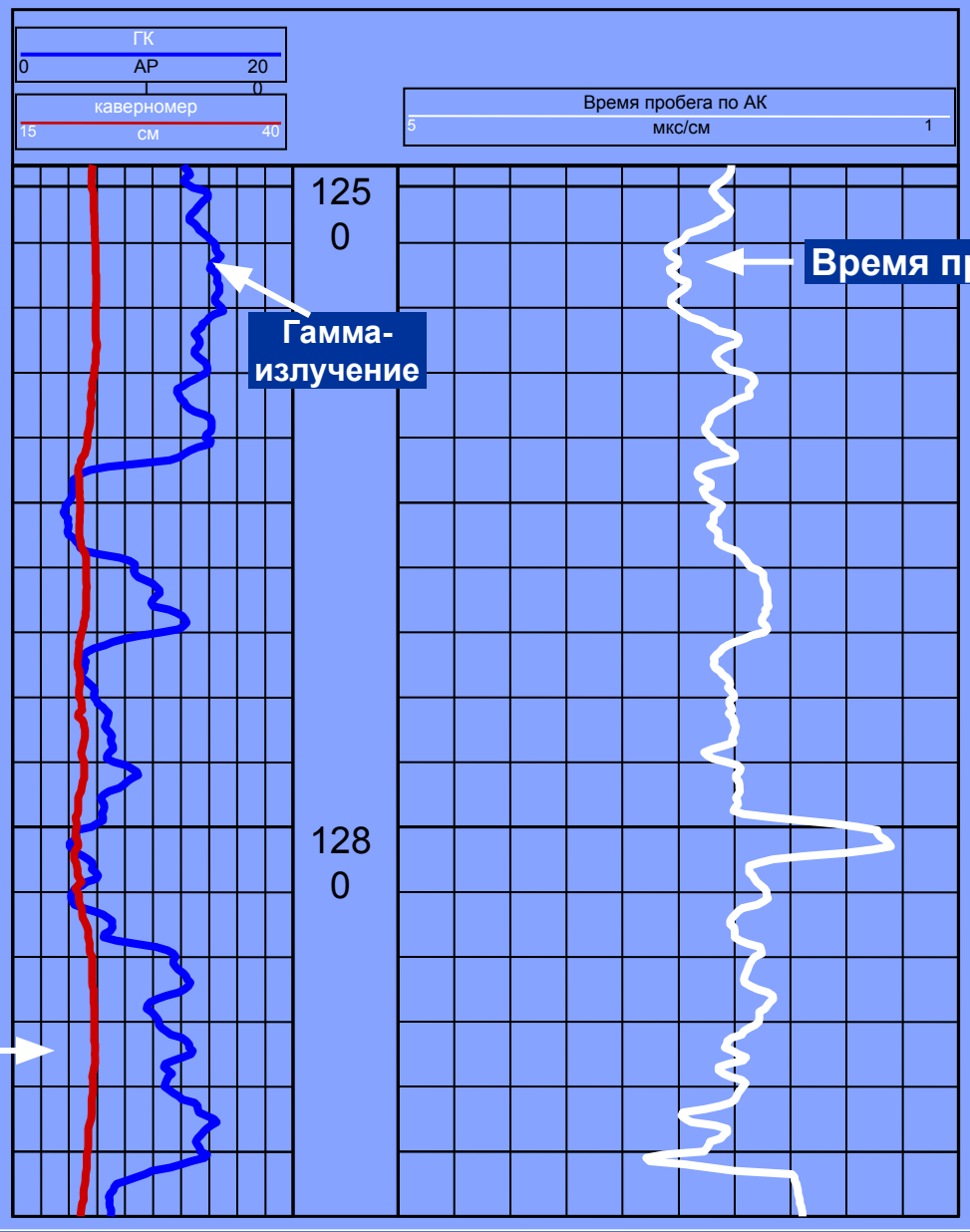
Компенсированная система с двумя передатчиками

Снижение паразитных эффектов:

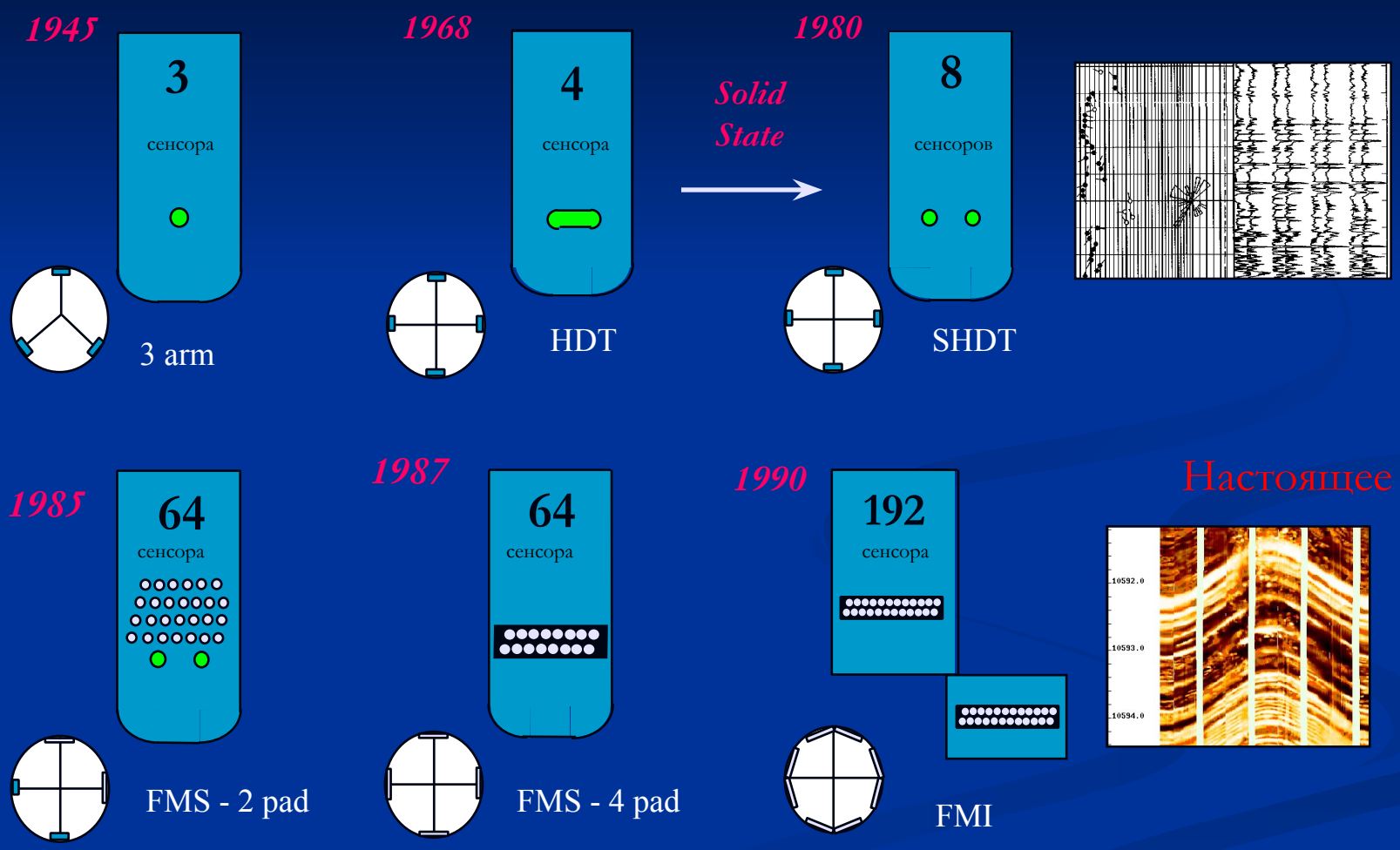
- **угол наклона прибора**
- **изменение диаметра скважины**

Усреднение показаний приемников

Типичная диаграмма АК



Микросканеры - наклономеры



Песчаники и глины – градационная шкала

Песчаник **Алеврит** **Глина**

Проницаемость

Отл	очень хорошая	хорошая	Низкая	Очень низкая

1000 100 10 1 .1

Удельное сопротивление

Применение сканирующих систем

- **Структурное**

  Угол падения – Проверка измеренной глубины
  Разломы – Глубина, Простирание, Перемещение, Угол,
  Сбросы – Несогласия, Границы пластов

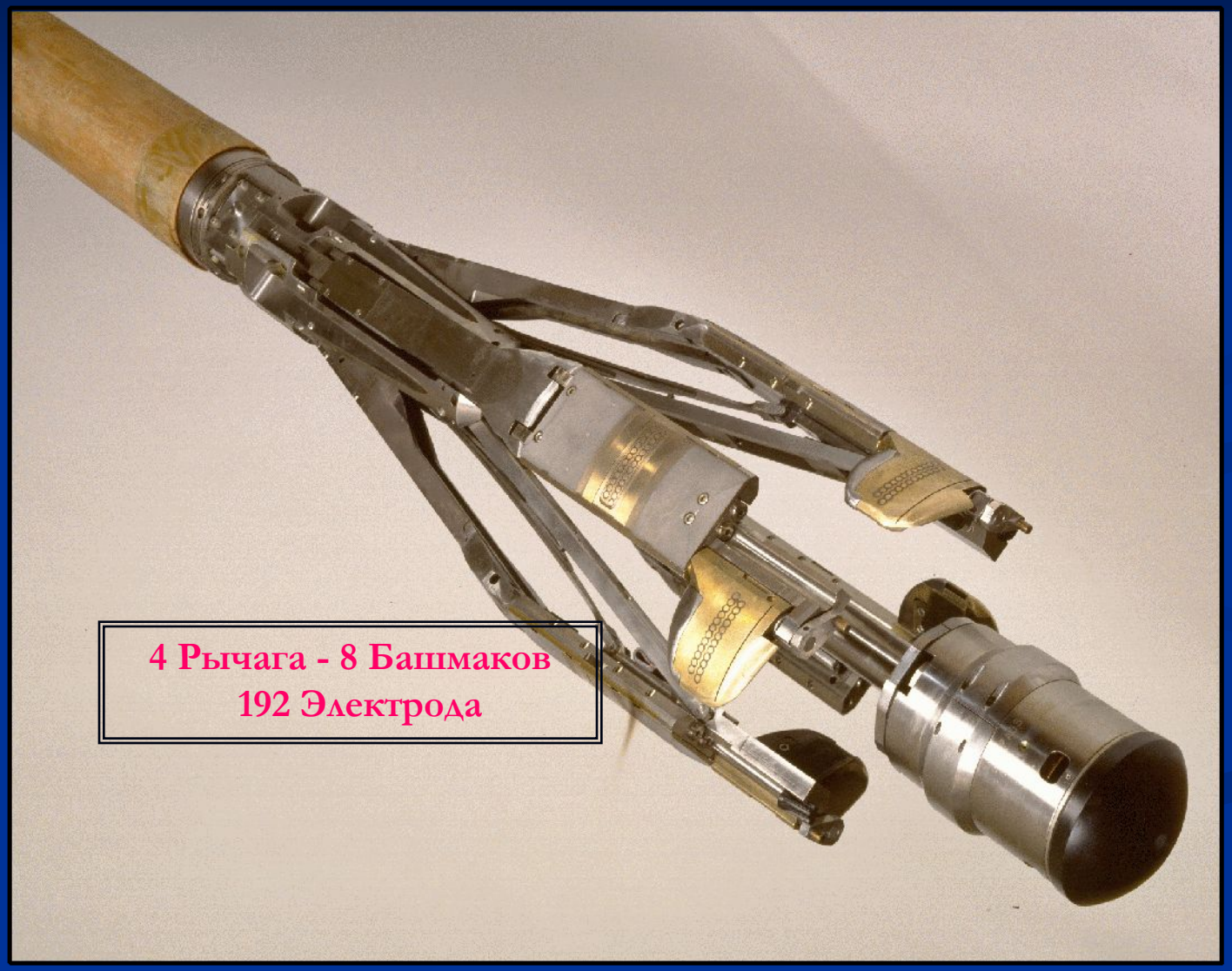
- **Стратиграфическое**

  Условия залегания
  Ориентировка

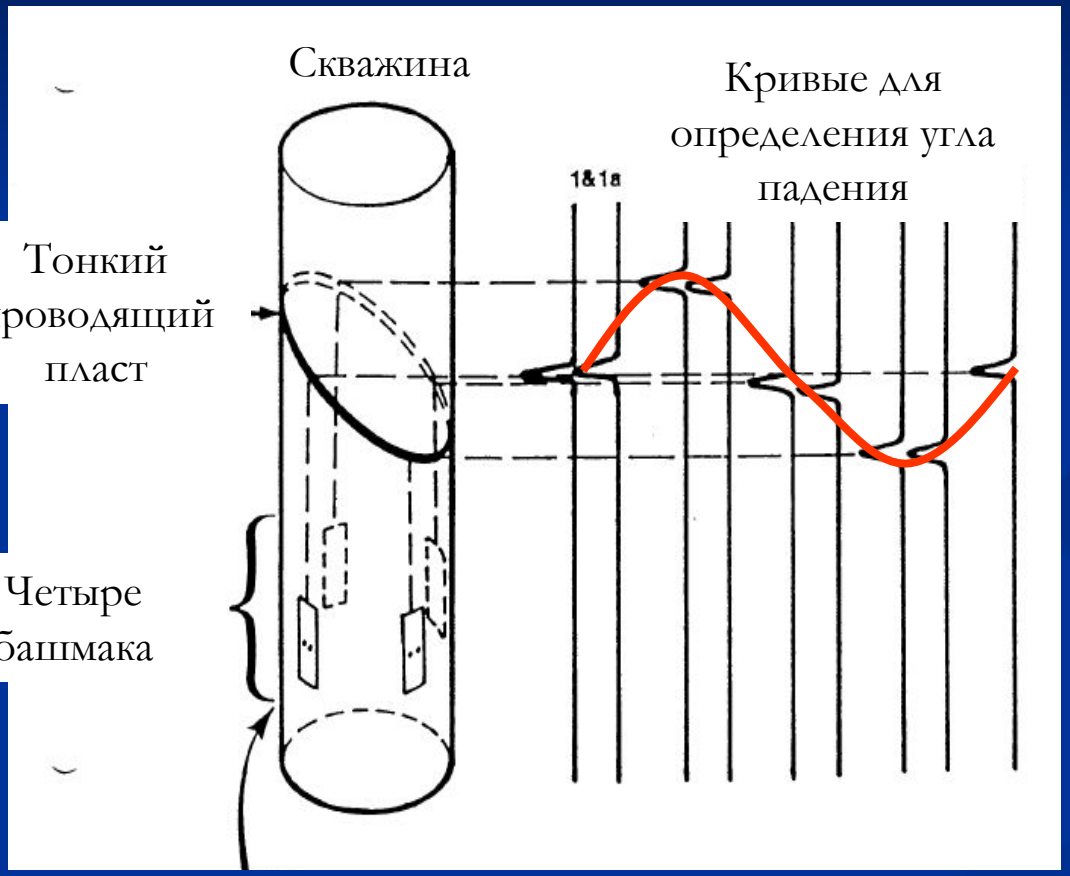
- **Изучение коллекторских свойств**

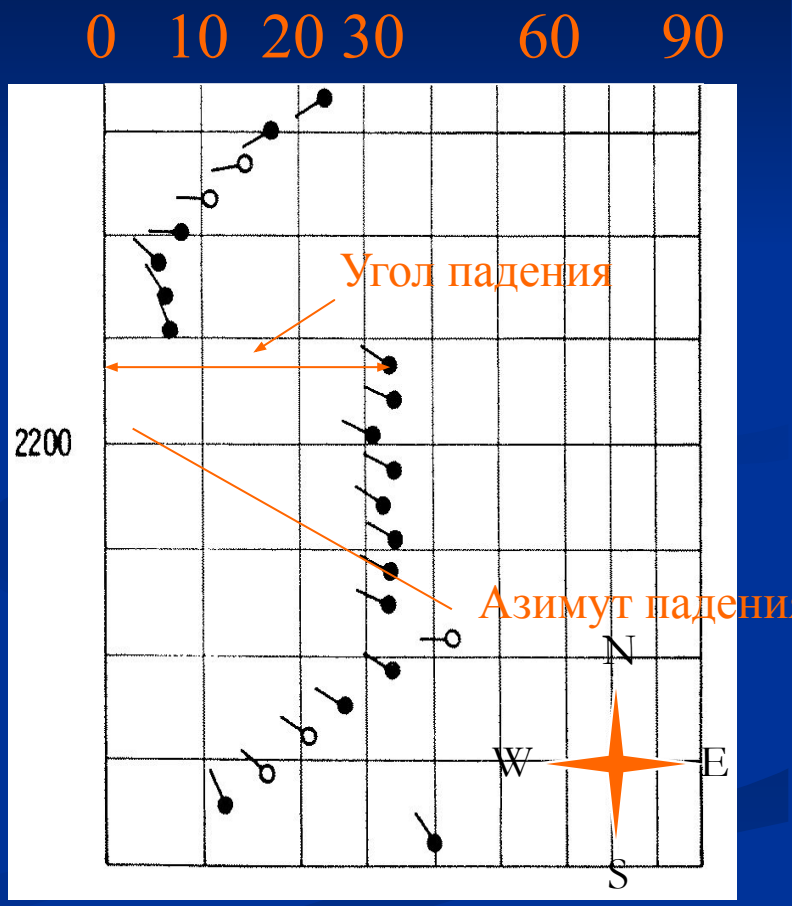
  Тонкие пласты
  Привязка изображения
  Калибровка по керну
  Изучение направлений проницаемости
  Трещины / Пустоты
  Геометрия скважины / Изучение трещин, образовавшихся в процессе бурения

Скважинный микросканер-наклономер - FMI

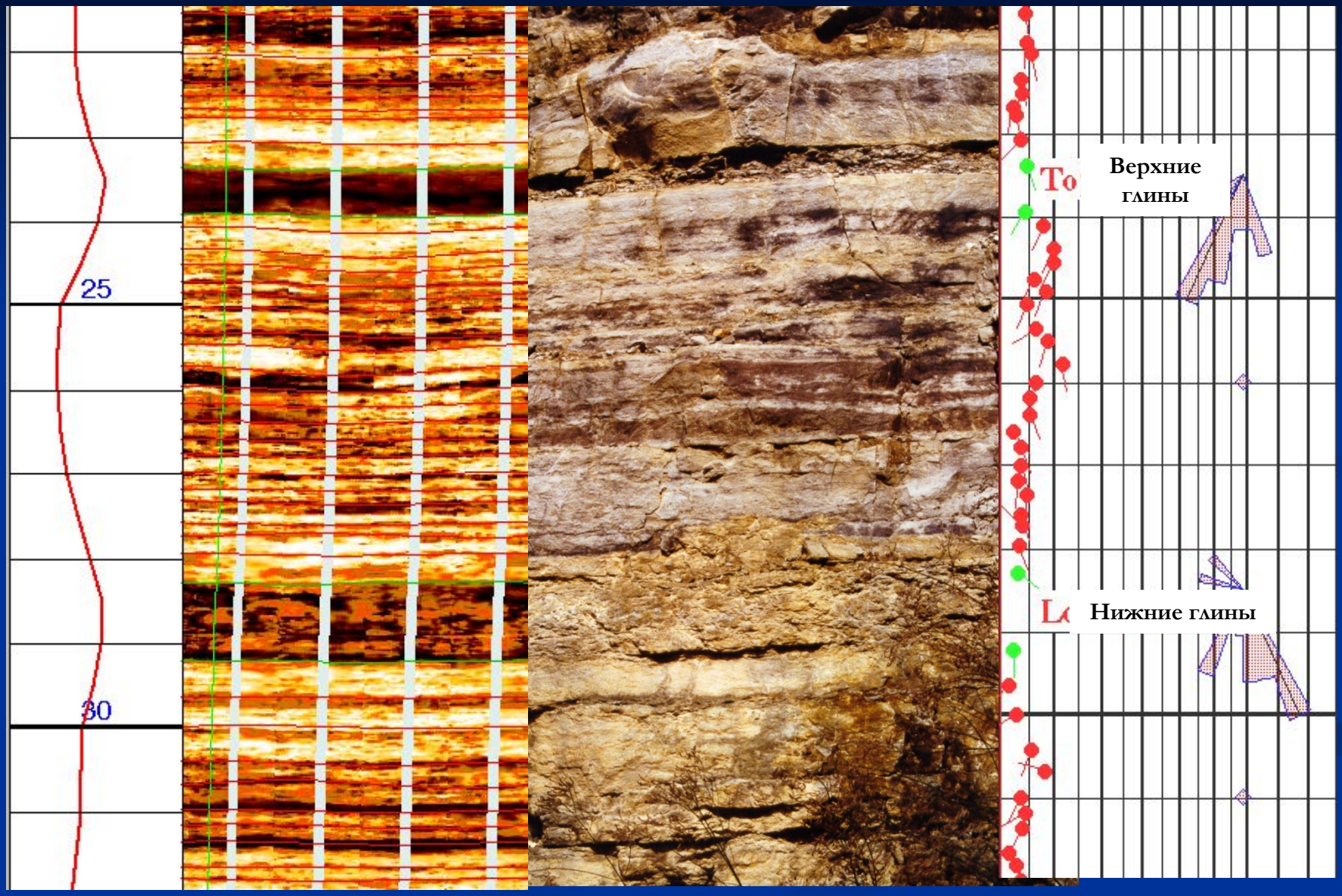


Определение угла падения азимута пласта

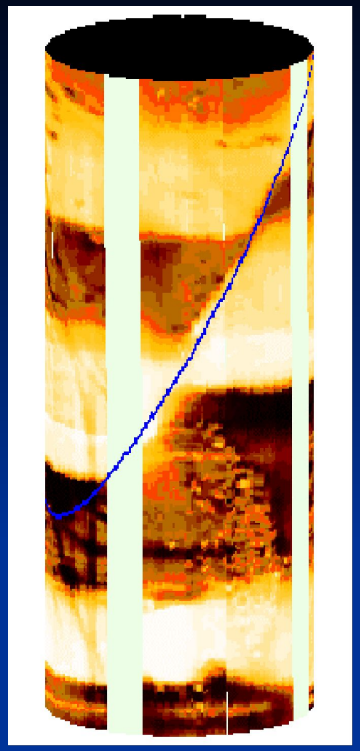


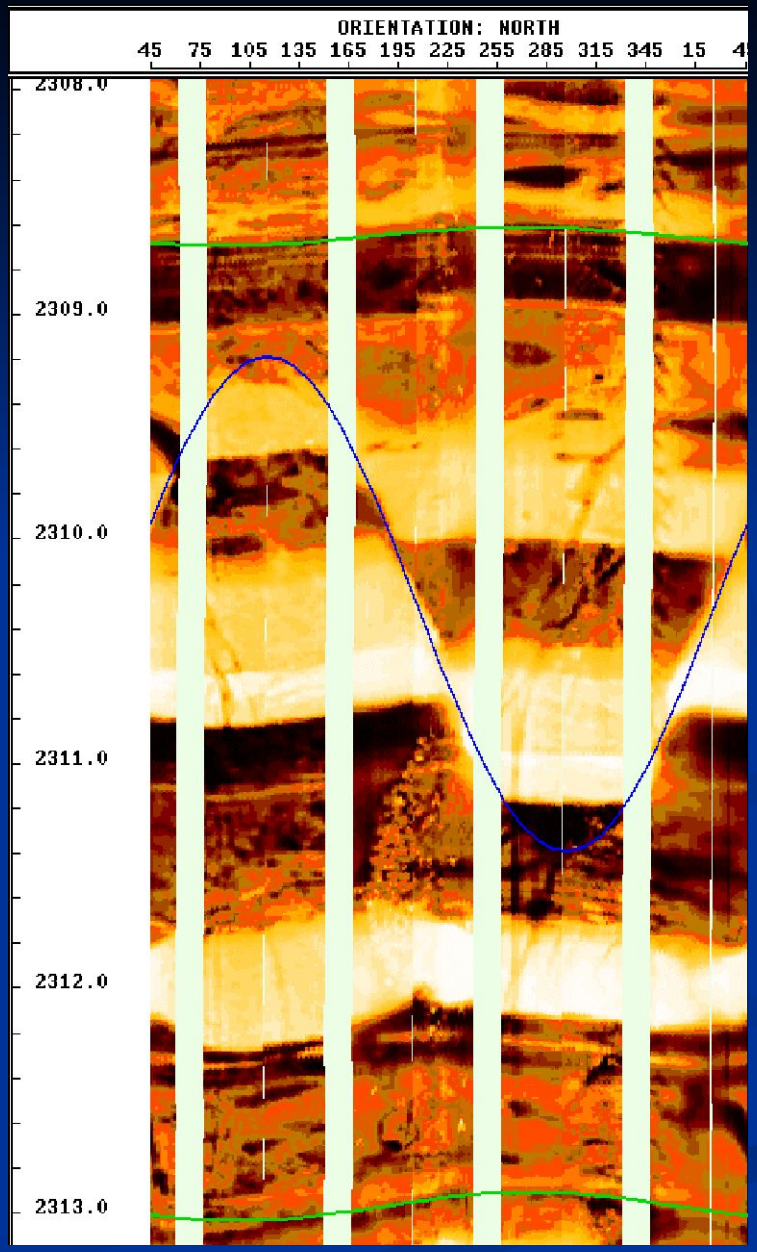


Сравнение сканированного изображения с разрезом

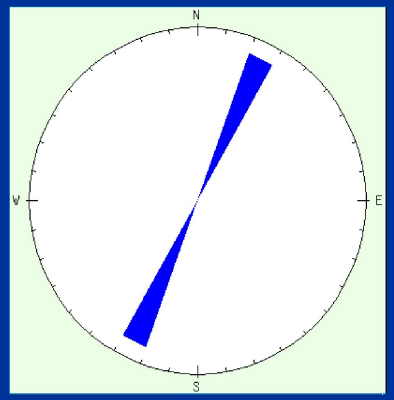


Разломы





TD: 62/304

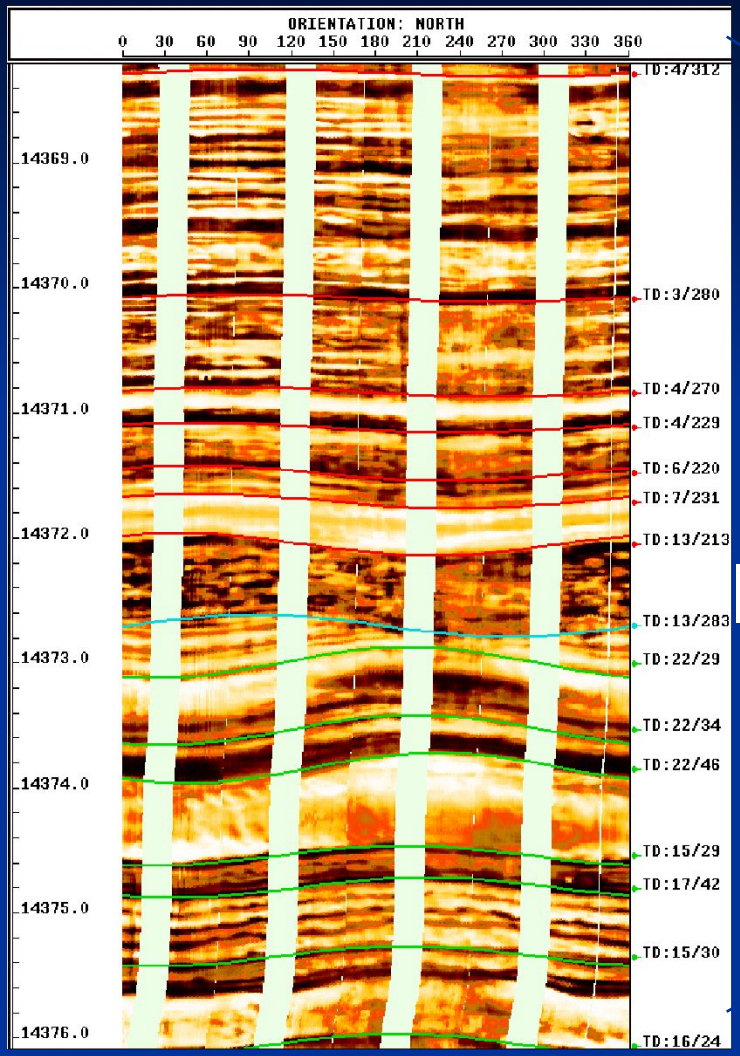


Нормальный разлом

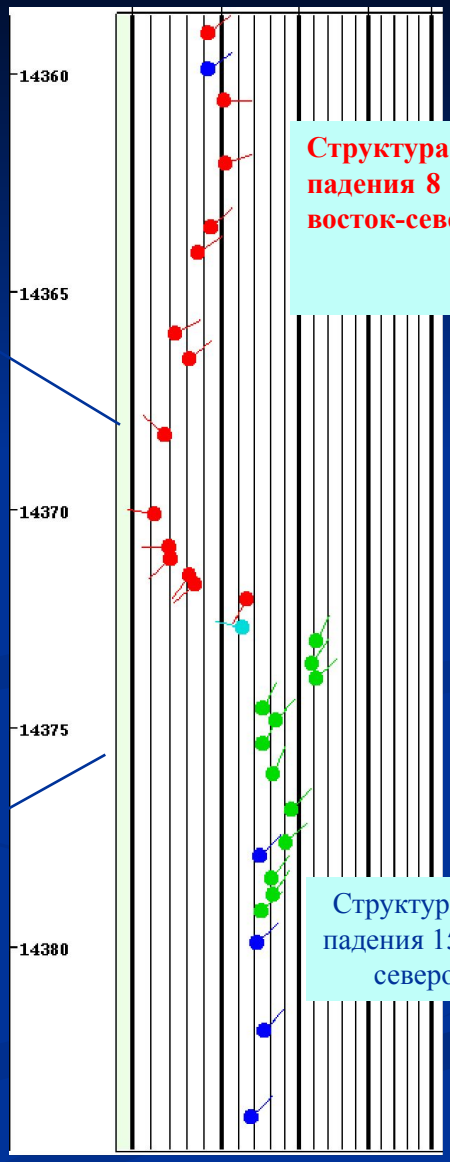
простирание:

N25E-S25W

Анализы несогласий



Граница несогласия



Структура выше: угол падения 8 градусов на восток-северо-восток

Структура ниже: угол падения 15 градусов на северо - восток