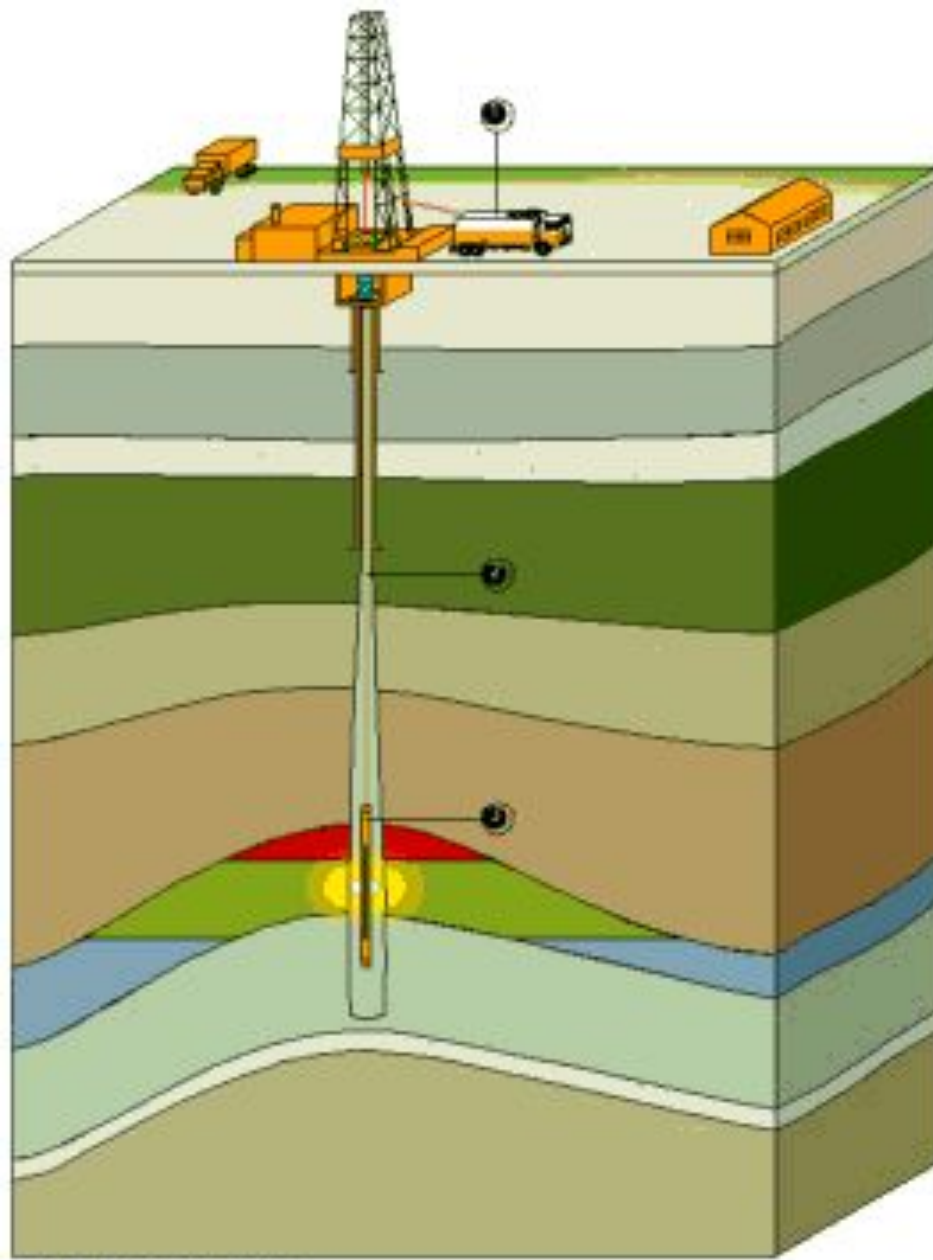


**Геофизические  
исследования скважин  
(каротаж)**



LOGGING OPERATION

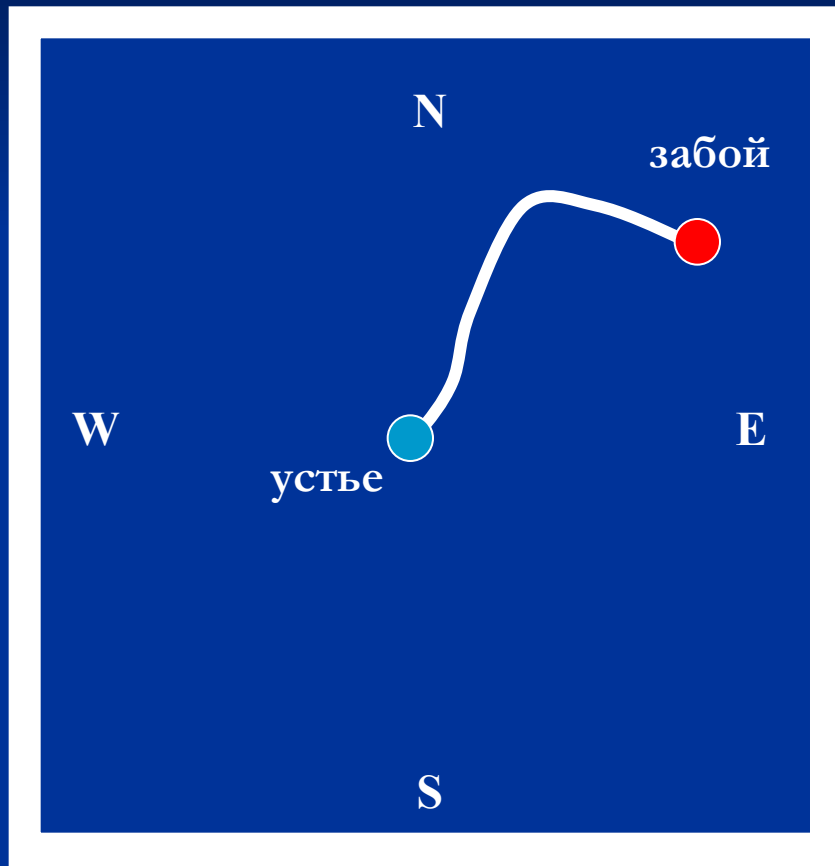
- Logging Unit
- Conductor Wireline
- Logging Instrument

# Технология ГИС

Иллюстрация  
производственного  
процесса геофизических  
исследований скважин

# Инклинометрия скважин - Borehole Deviation Surveys

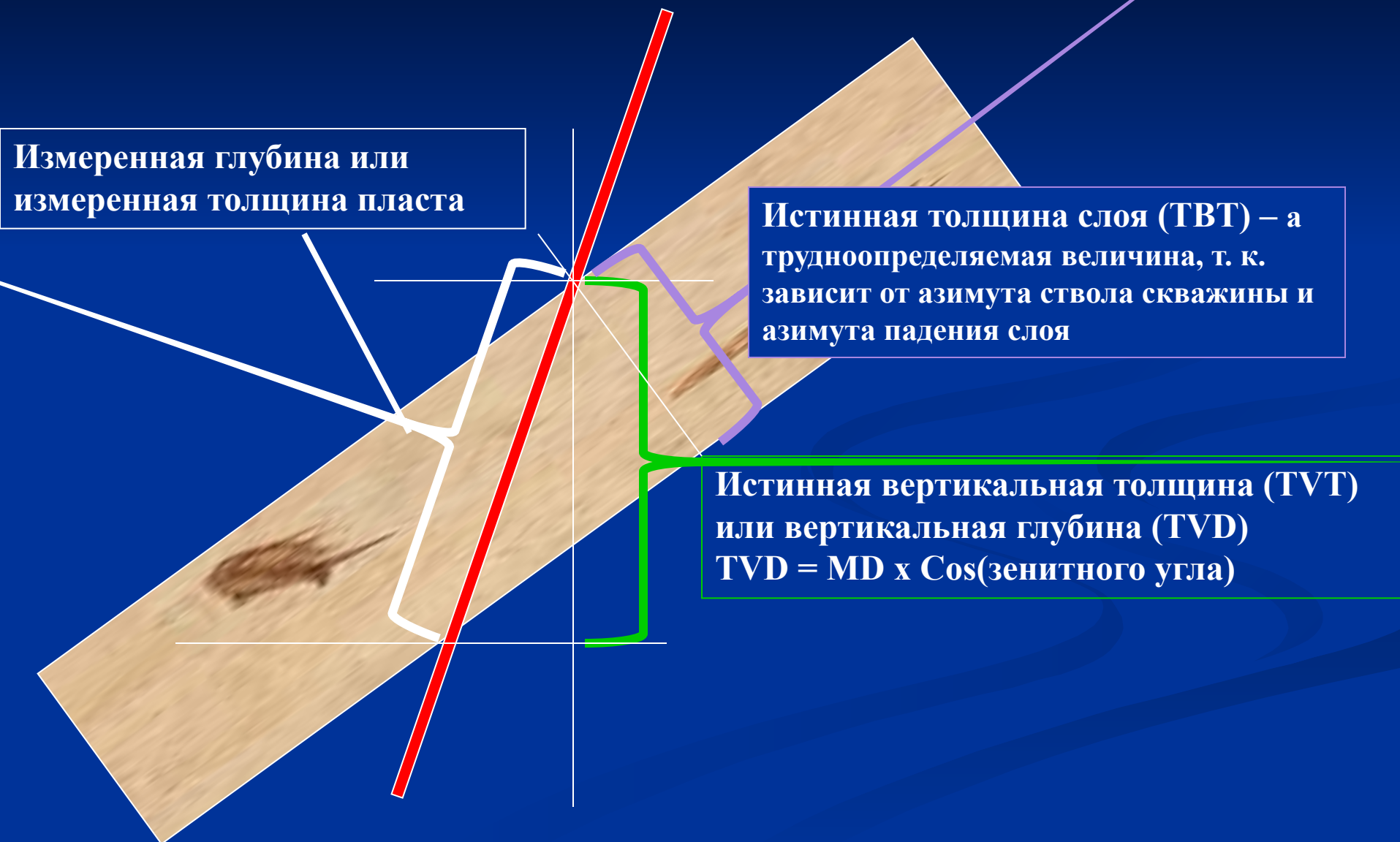
Азимутальная ориентировка  
ствола скважины



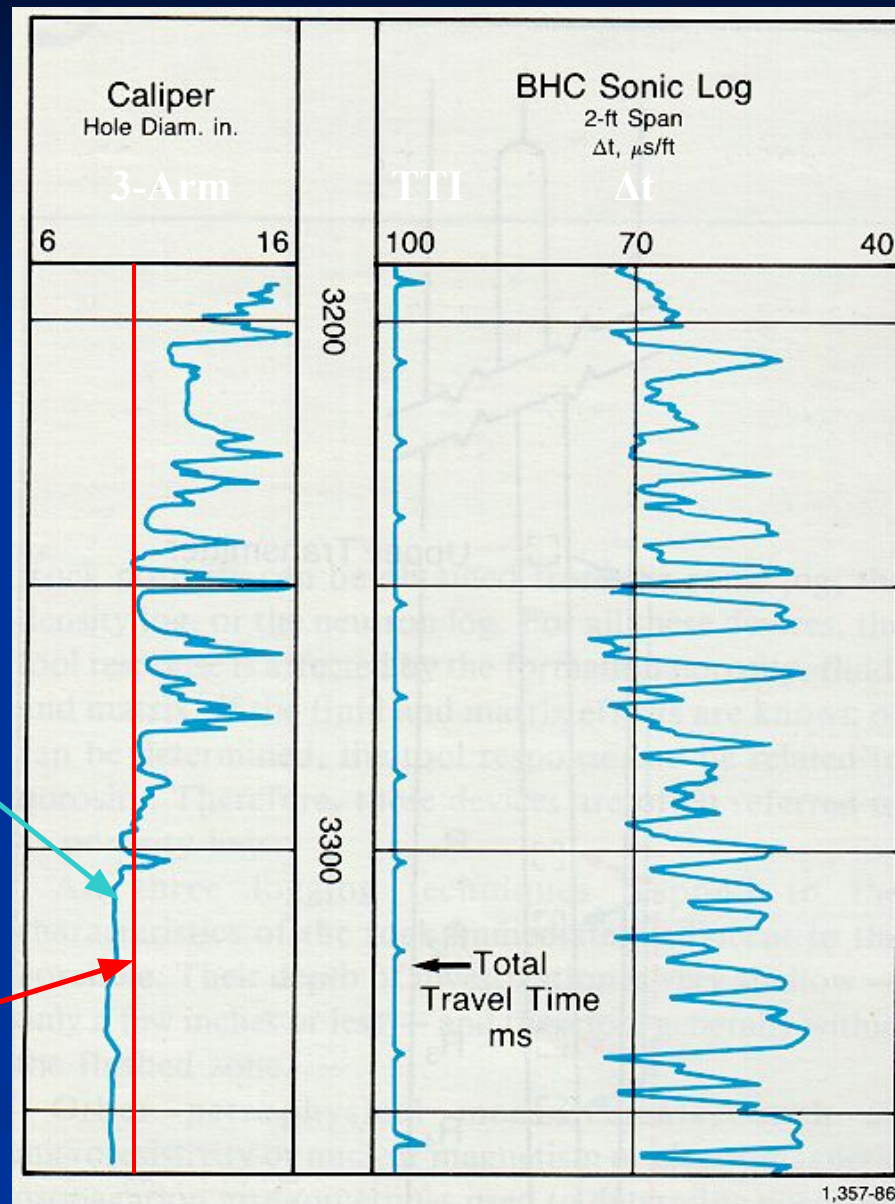
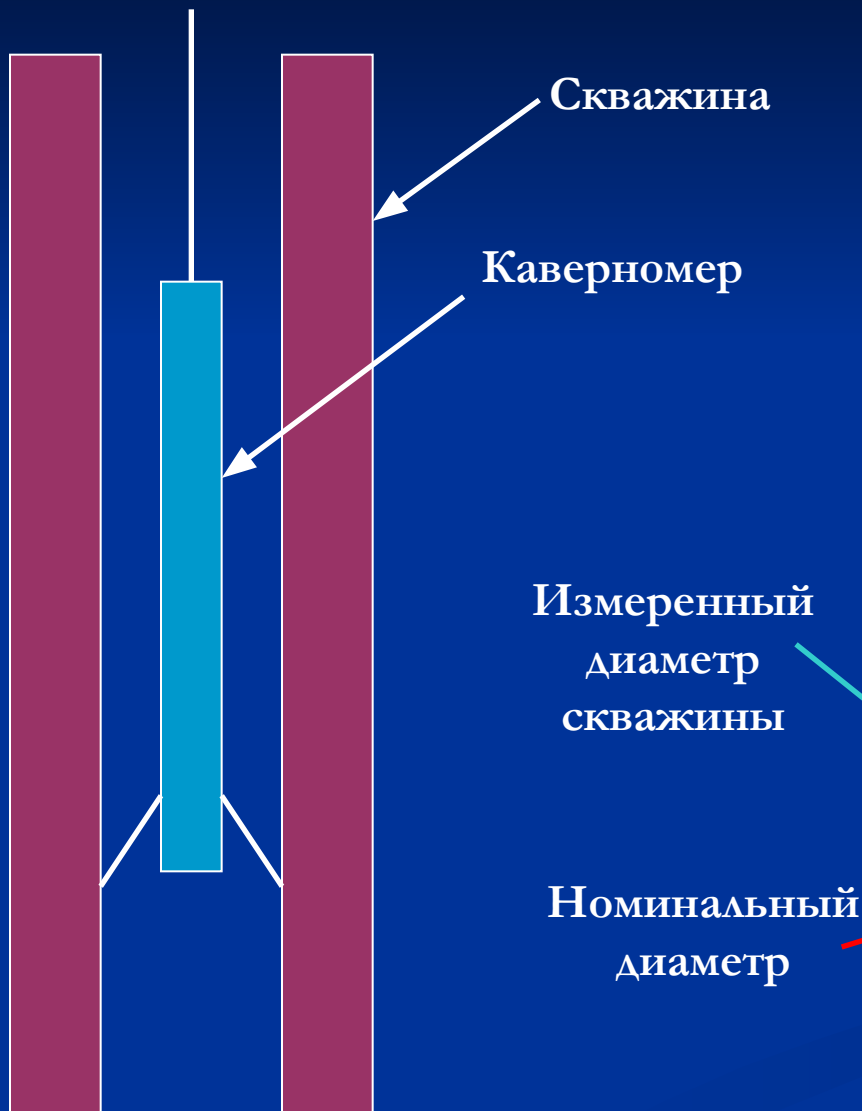
Вертикальное  
отклонение ствола  
скважины



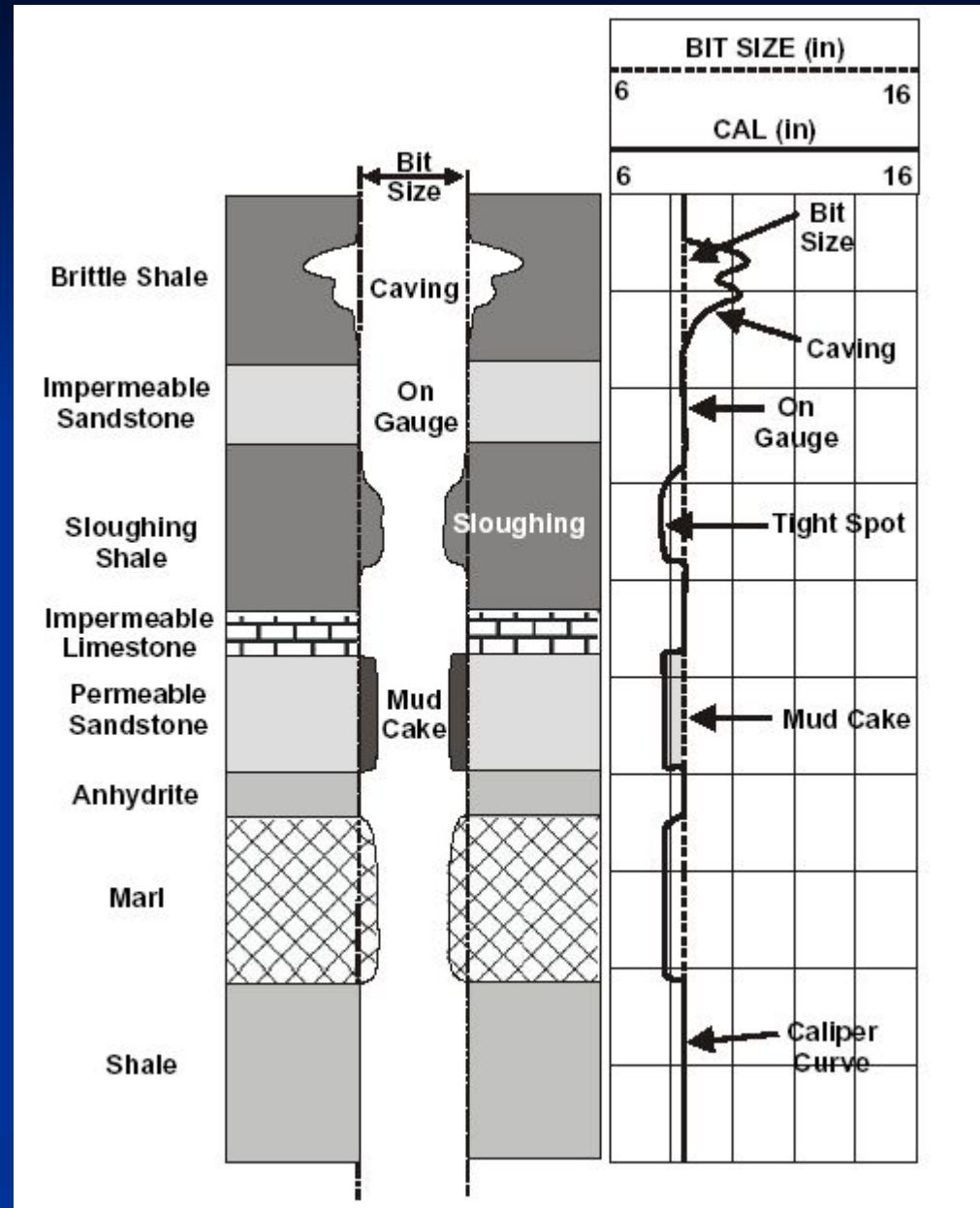
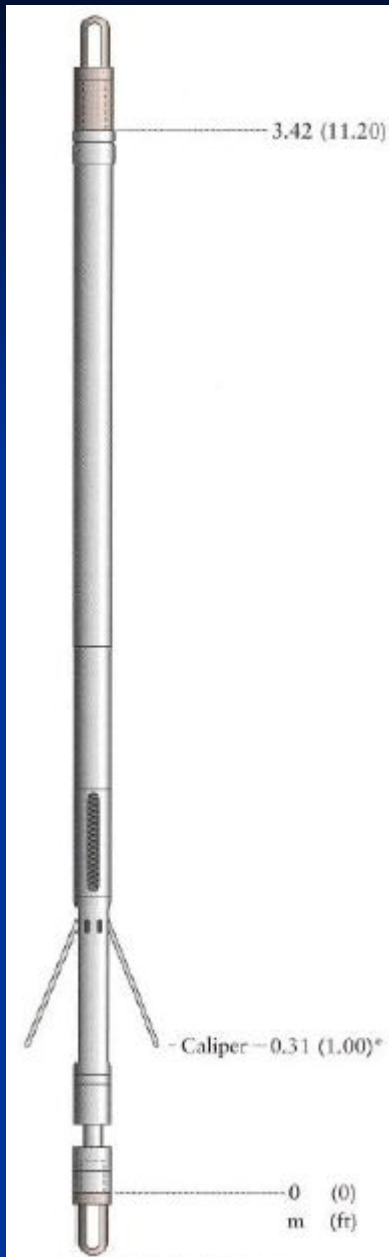
# Отклонение скважины и толщина слоя



# Кавернометрия скважин - Caliper



# Кавернометрия и литология



# Метод самопроизвольных потенциалов (СП)

## Основные задачи

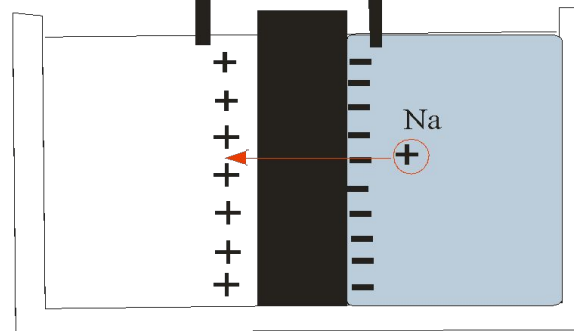
- Выделение проницаемых зон
- Определение глинистости
- Корреляция разреза

## Основные условия образования СП

- Буровой раствор на водной основе
- Наличие зон с хорошей пористостью и проницаемостью
- Разность сопротивлений бурового раствора и пластовой воды

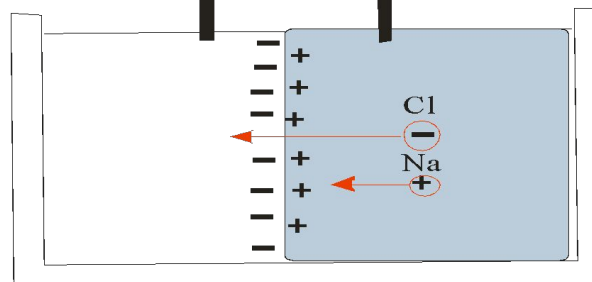
# Лабораторная демонстрация образования мембранного и диффузионного потенциалов

Разбавленный раствор      ток      Концентрированный раствор



Мембранный потенциал  
(Shale potential)

Разбавленный раствор      ток      Концентрированный раствор

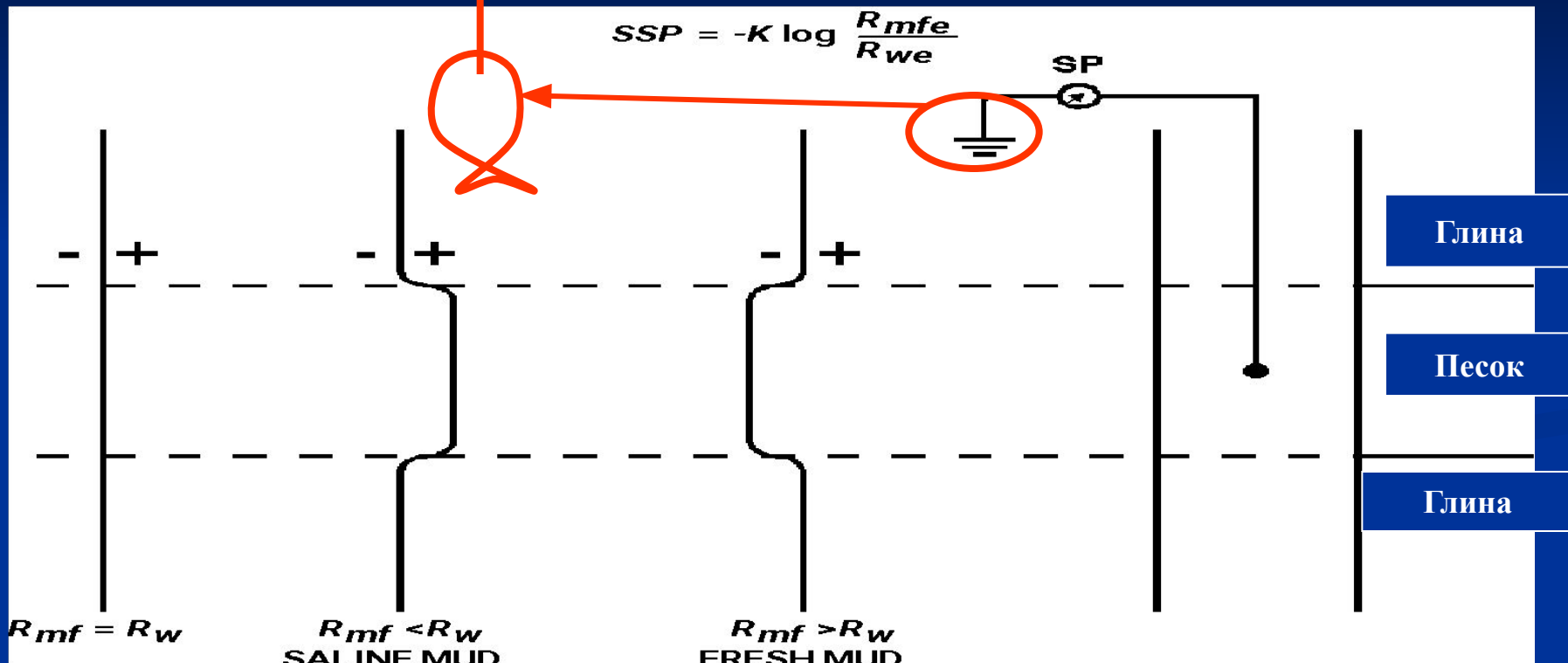


Диффузионный потенциал  
(Liquid - junction potential)



# Отклонения кривой ПС в зависимости от солености

Поверхностное заземление – «рыба»



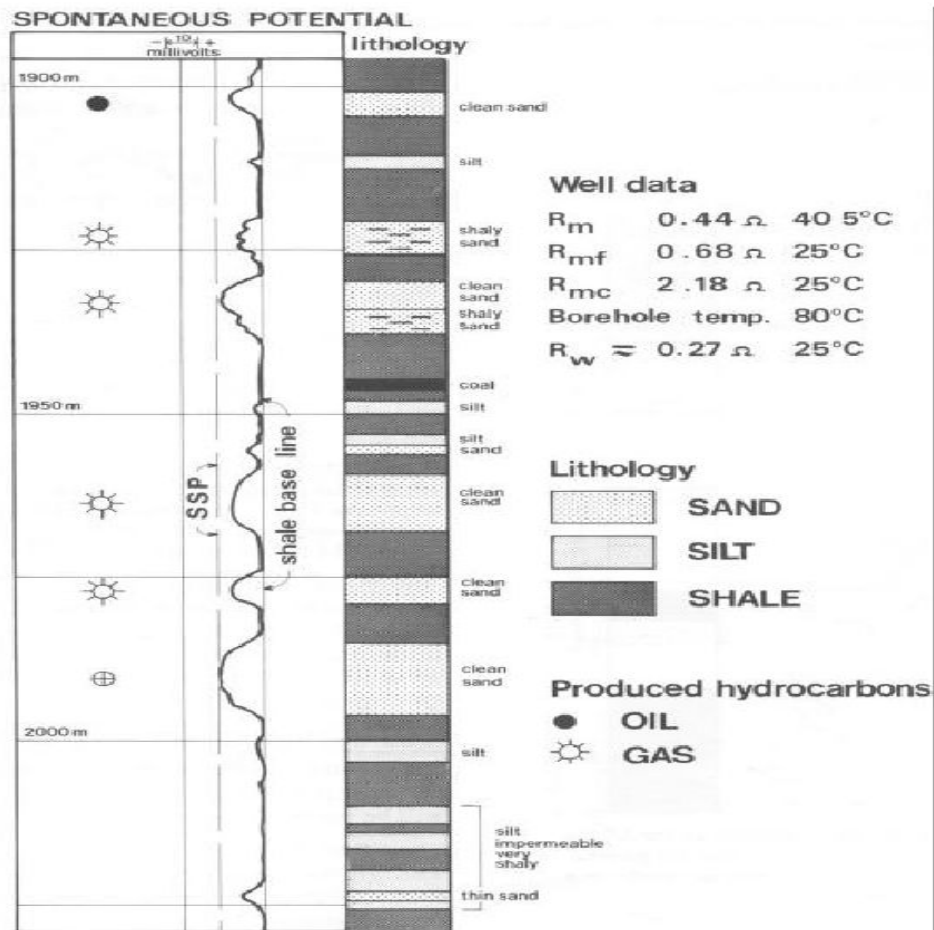
Соленый буровой  
раствор

Пресный буровой  
раствор

$$K = 61 + .133 * F$$

$$K = 65 + .24 * C$$

# Метод SP может применяться для оперативного качественного определения проницаемых пластов

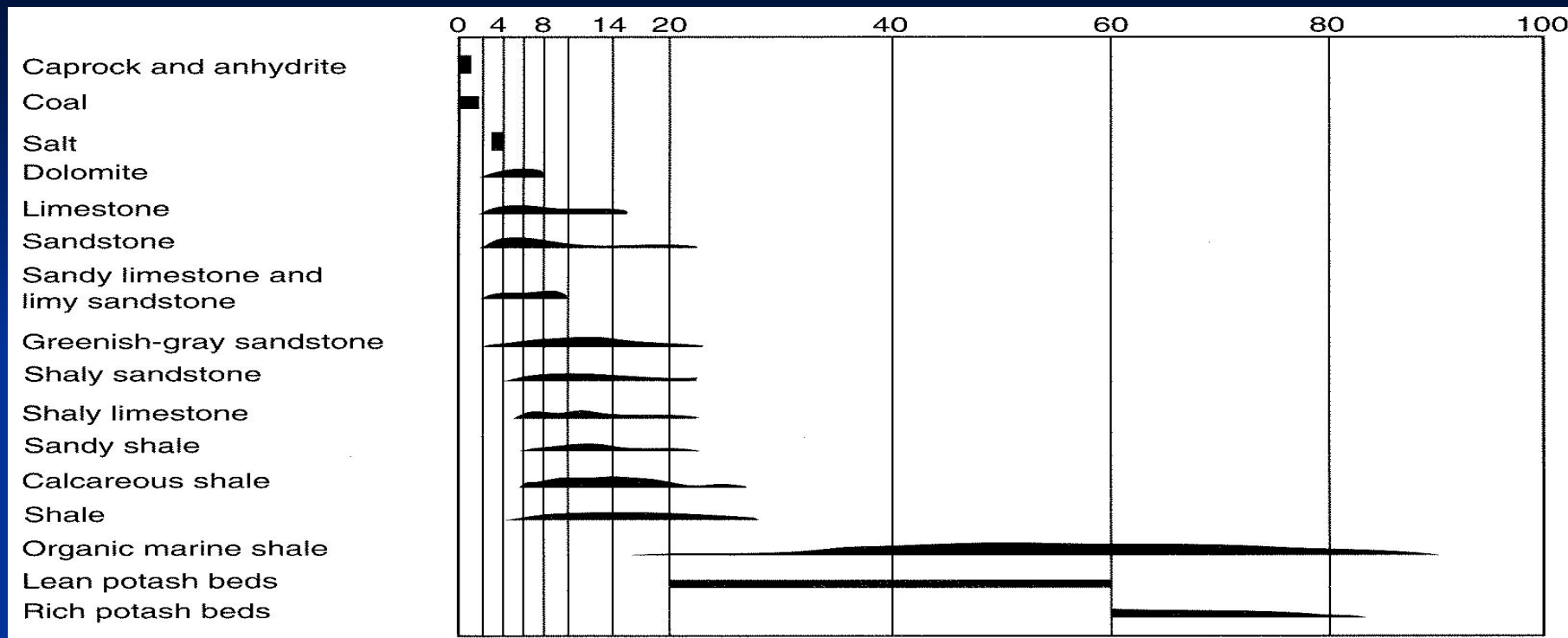


# Метод ГК (GR)

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



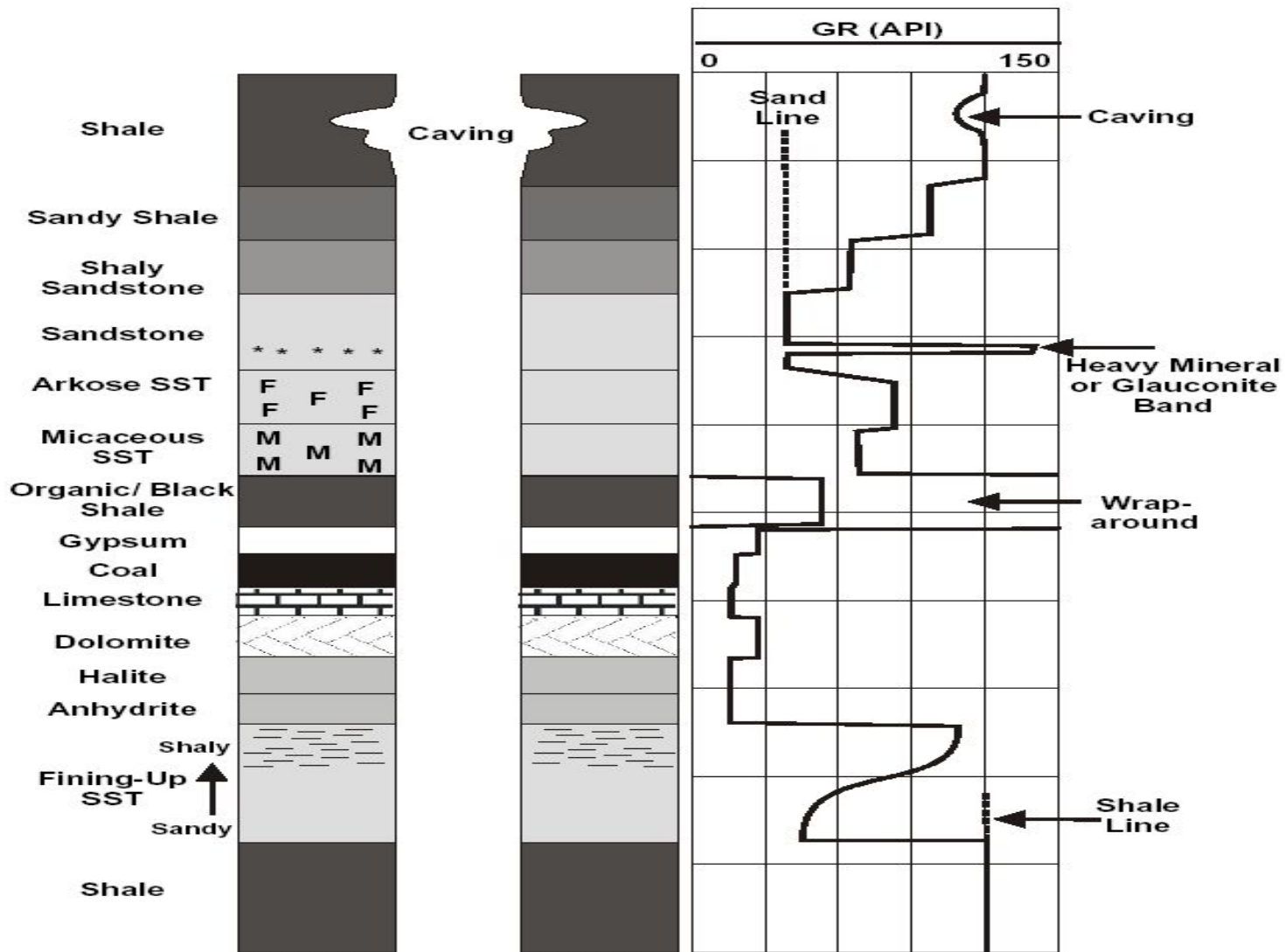
# Группы пород по радиоактивности



(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 -  $\text{H}_2\text{O}$  и нефть -  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  заполняют поры породы.
- ❑ Поэтому определить пористость можно просто, посчитав атомы водорода Н.

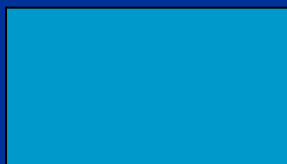
# Принцип определения пористости нейтронным методом

Водородный индекс-  $H_i$

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

$$H_i = 1$$

$$H_i = 0$$



Вода

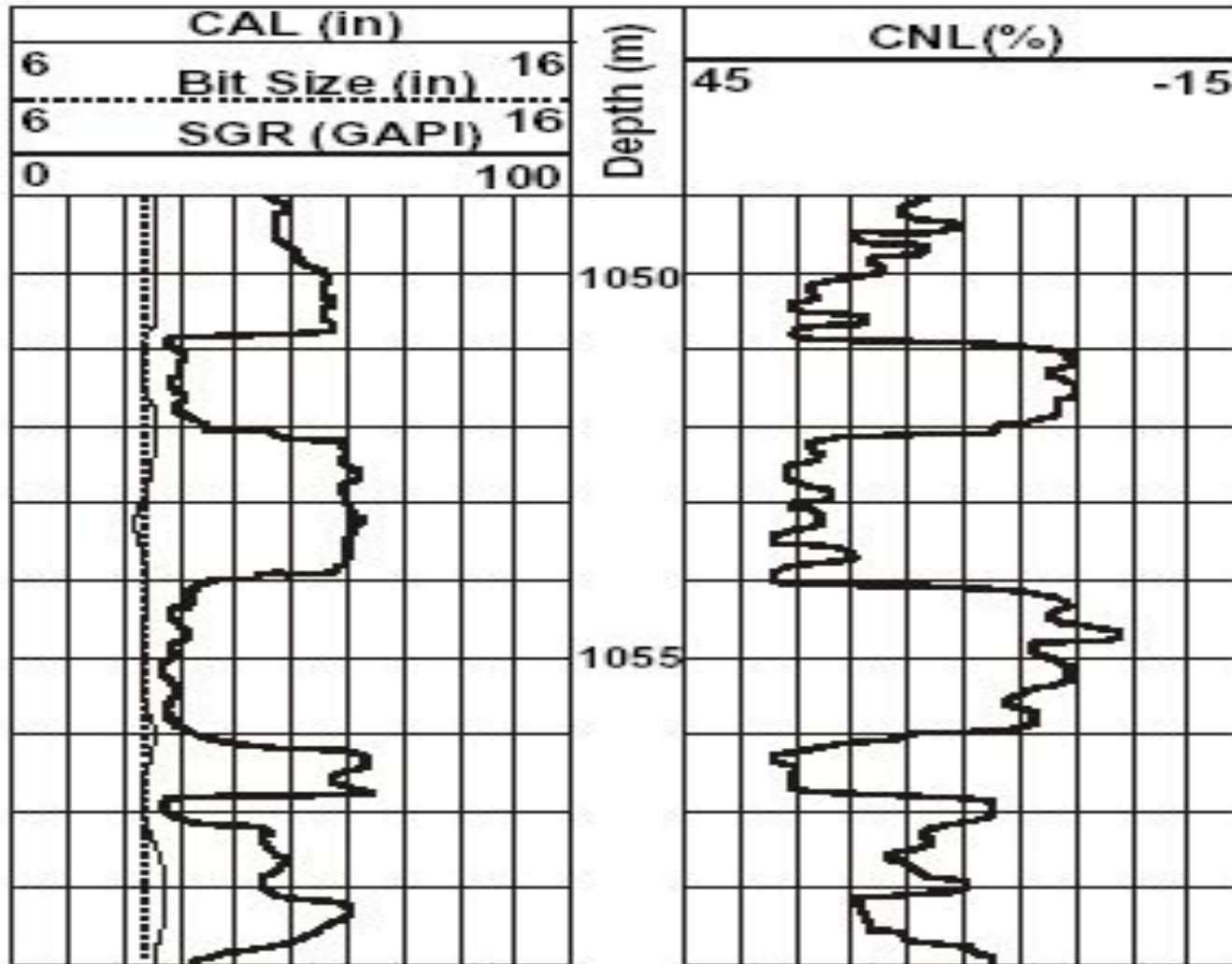
$$\phi = 1$$



Кальцит

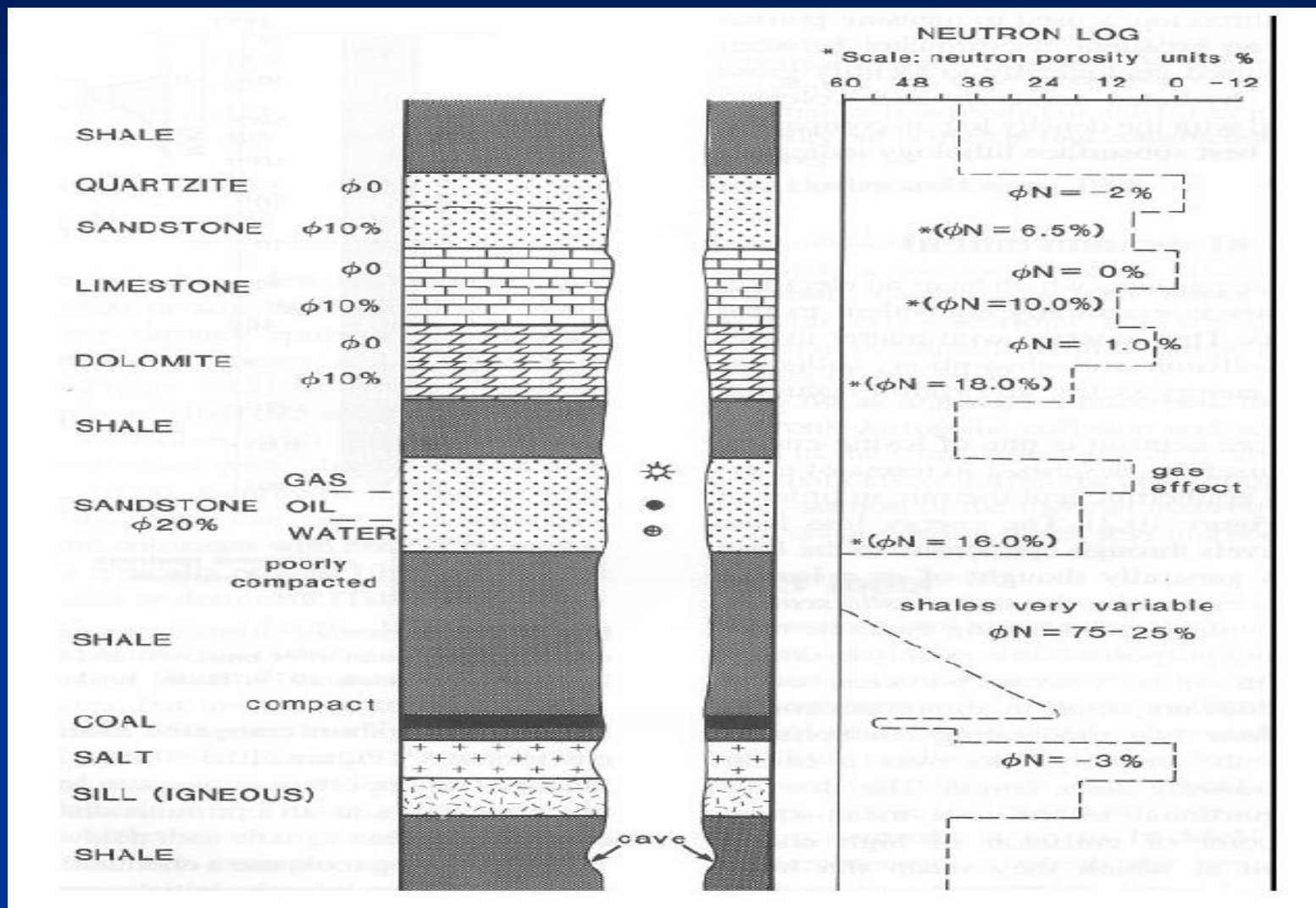
$$\phi = 0$$

# Пример диаграммы нейтронного каротажа. CNL log.



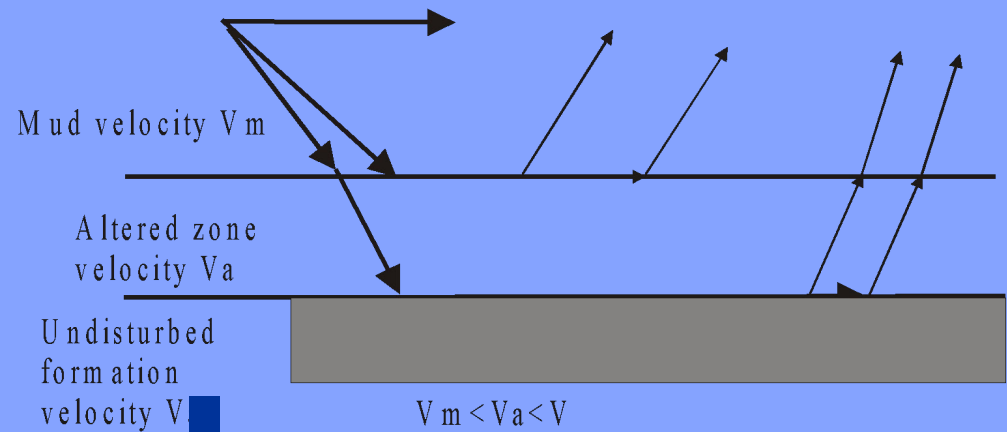
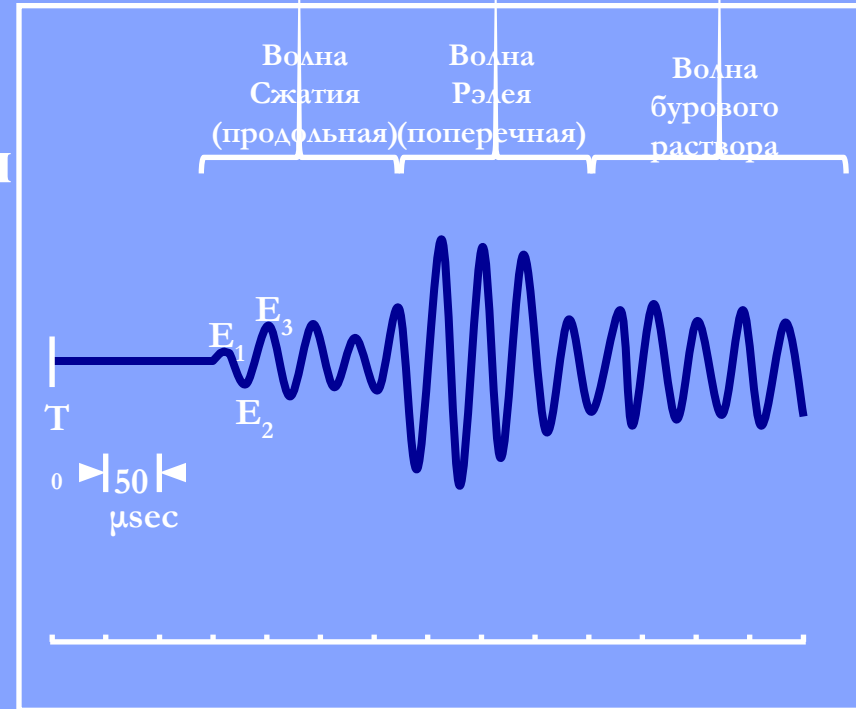


# Типичная пористость по нейтронному каротажу для пород различной литологии



# Акустический каротаж

Волновая картина,  
зарегистрированная  
звукоприемником



# Акустические зонды

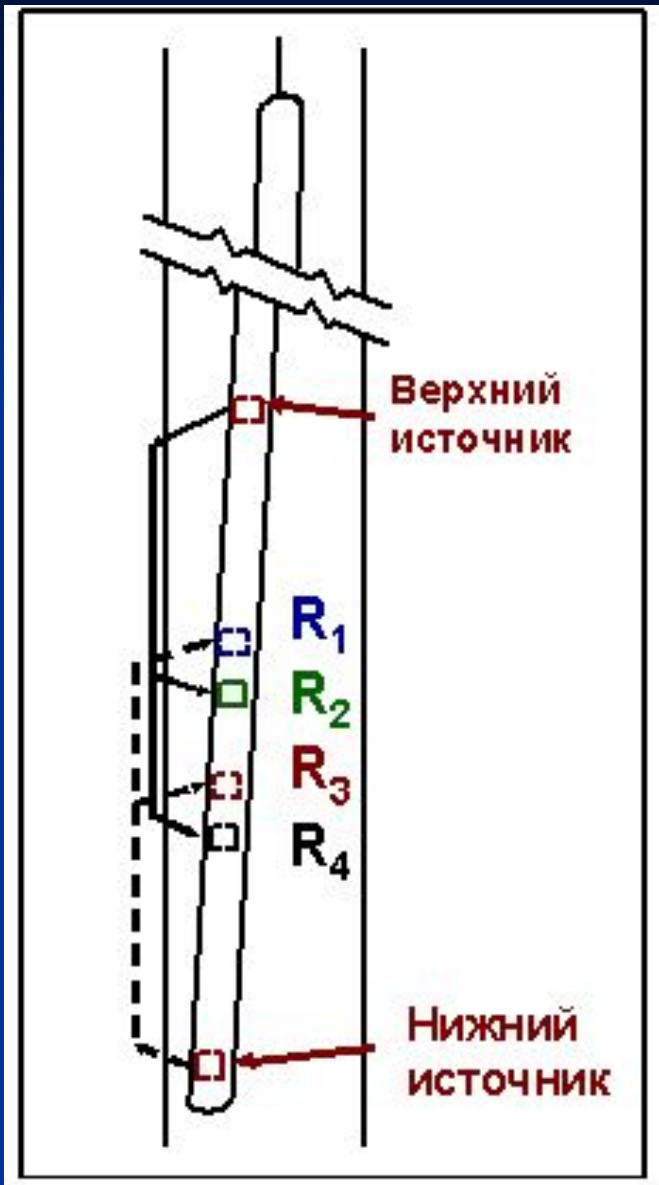
## BoreHole Compensated (BHC) tool

Компенсированная система  
с двумя передатчиками

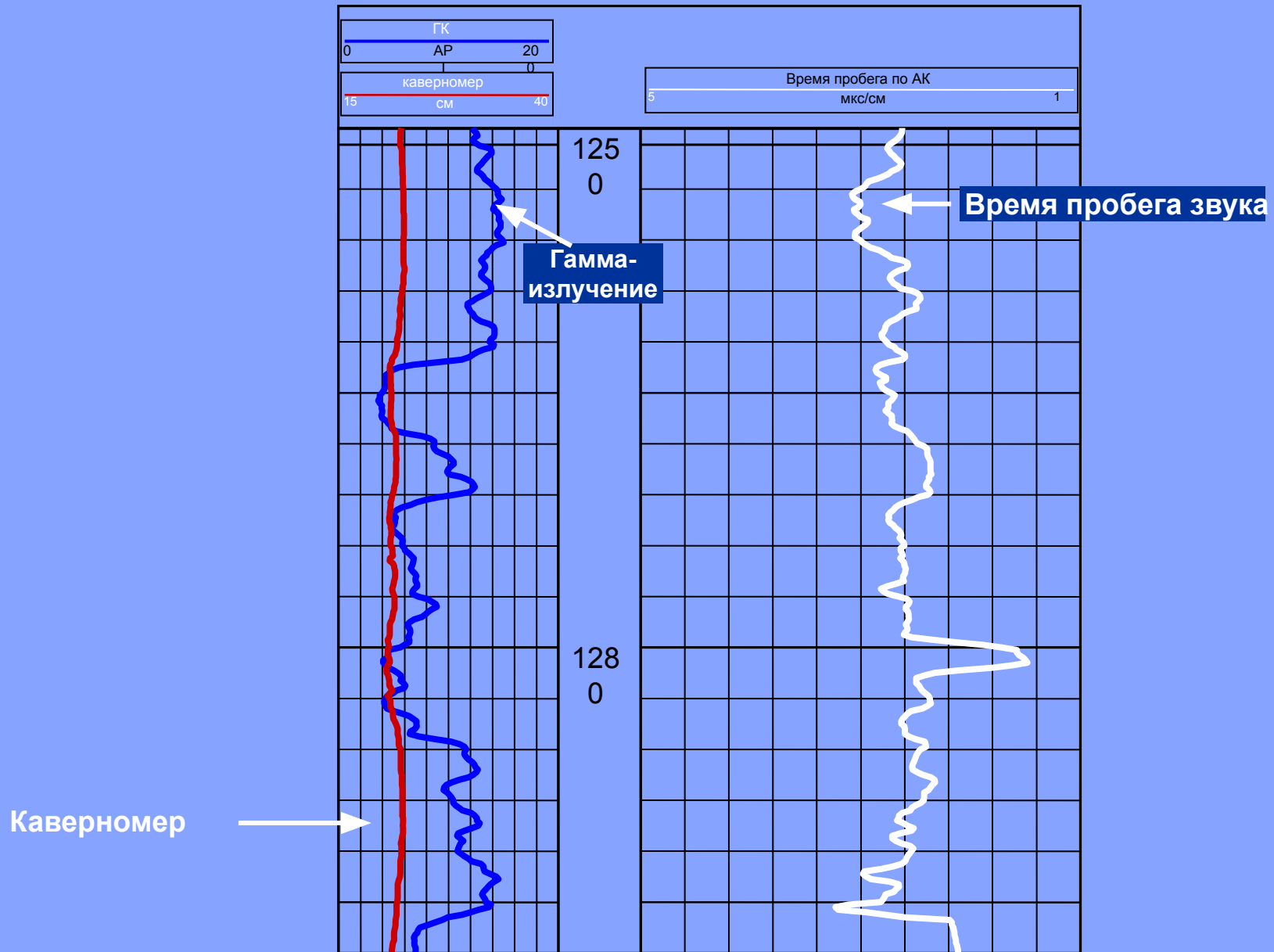
Снижение паразитных эффектов:

- угол наклона прибора
- изменение диаметра скважины

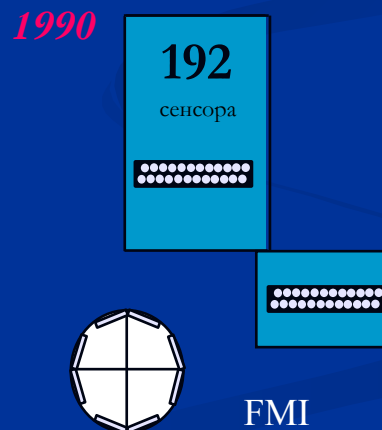
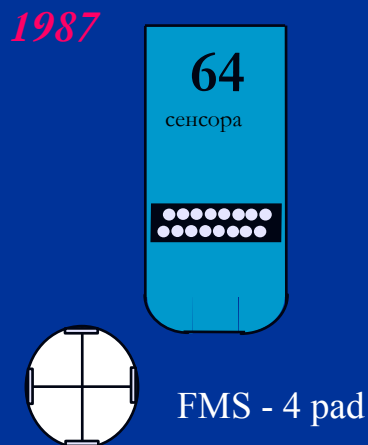
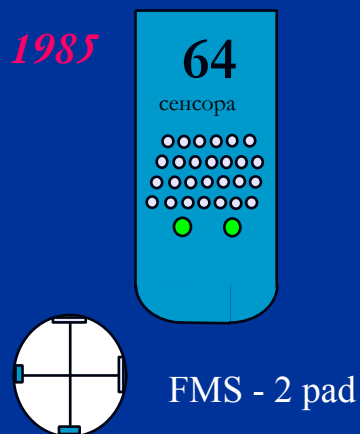
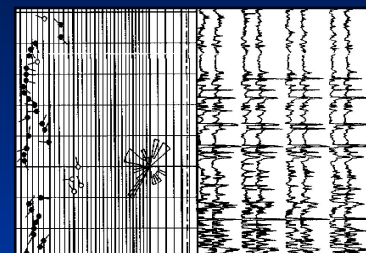
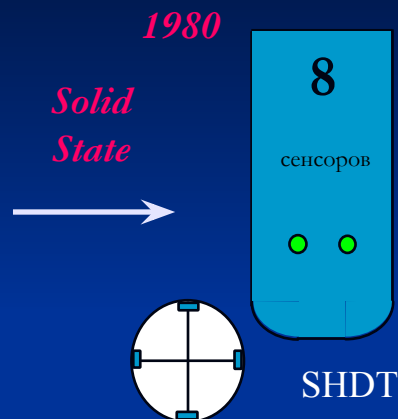
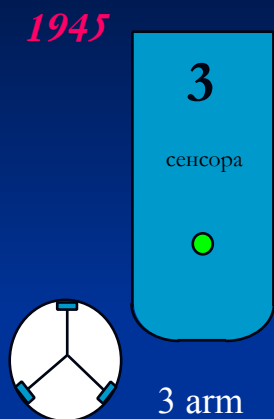
Усреднение показаний приемников



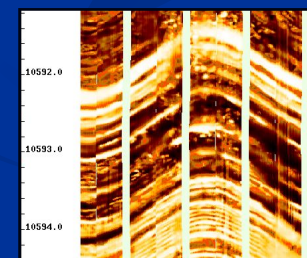
# Типичная диаграмма АК



# Микросканеры - наклономеры



Настоящее



# Песчаники и глины – градационная шкала



Песчаник

Алеврит

Глина

Проницаемость

От

очень хорошая

хорошая

Низкая

Очень низкая

1000

100

10

1

.1



Удельное сопротивление

# Применение сканирующих систем

## □ Структурное

Угол падения – Проверка измеренной глубины

Разломы – Глубина, Простираение, Перемещение, Угол,

Сбросы – Несогласия, Границы пластов

## □ Стратиграфическое

Условия залегания

Ориентировка

## □ Изучение коллекторских свойств

Тонкие пласты

Привязка изображения

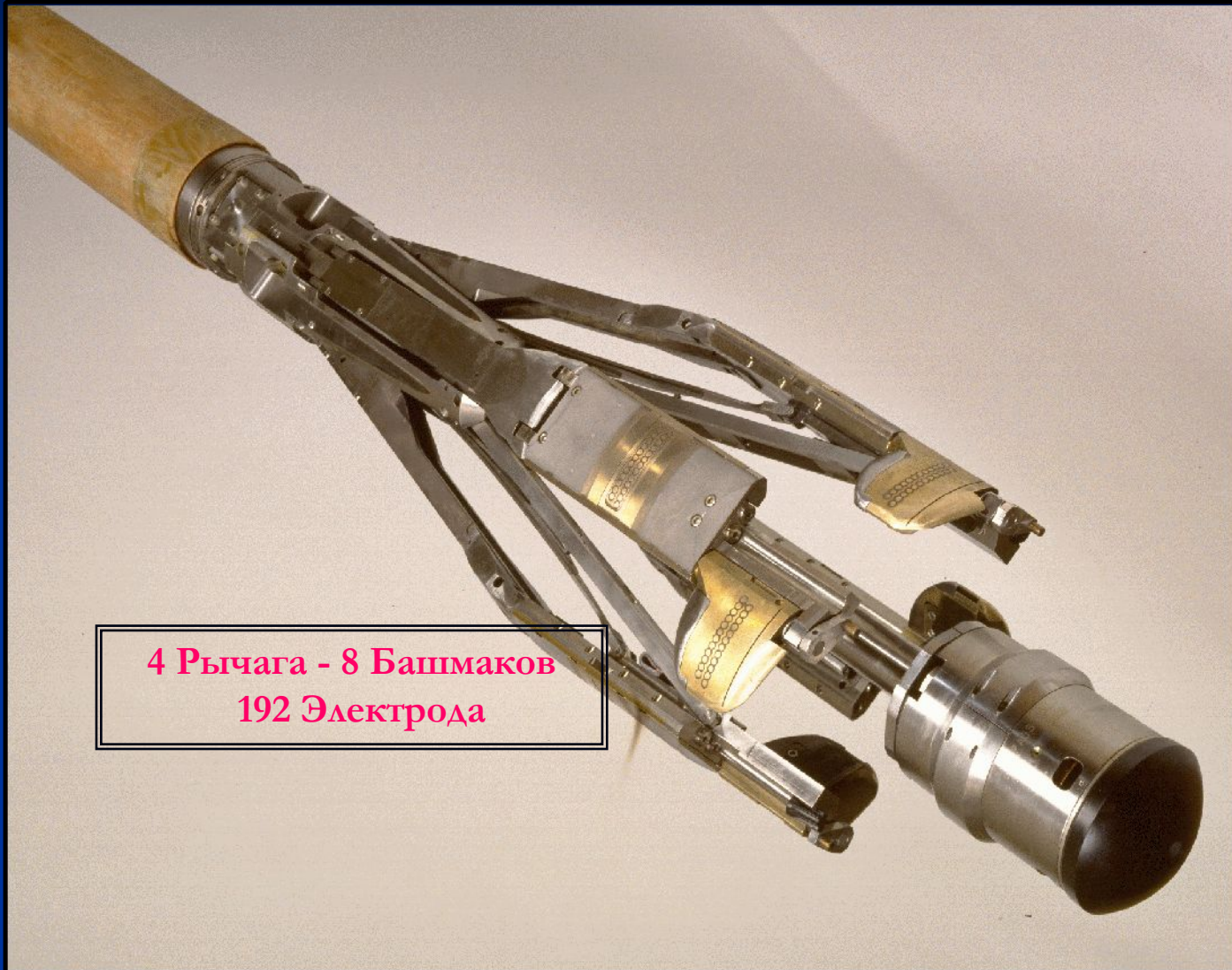
Калибровка по керну

Изучение направлений проницаемости

Трещины / Пустоты

Геометрия скважины / Изучение трещин, образовавшихся в процессе бурения

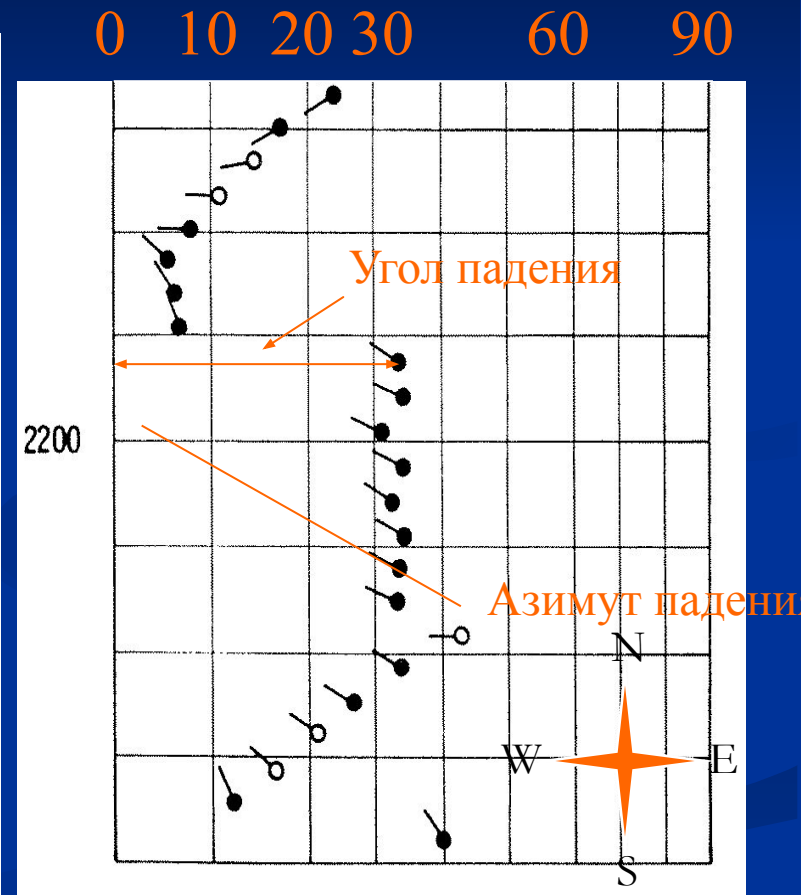
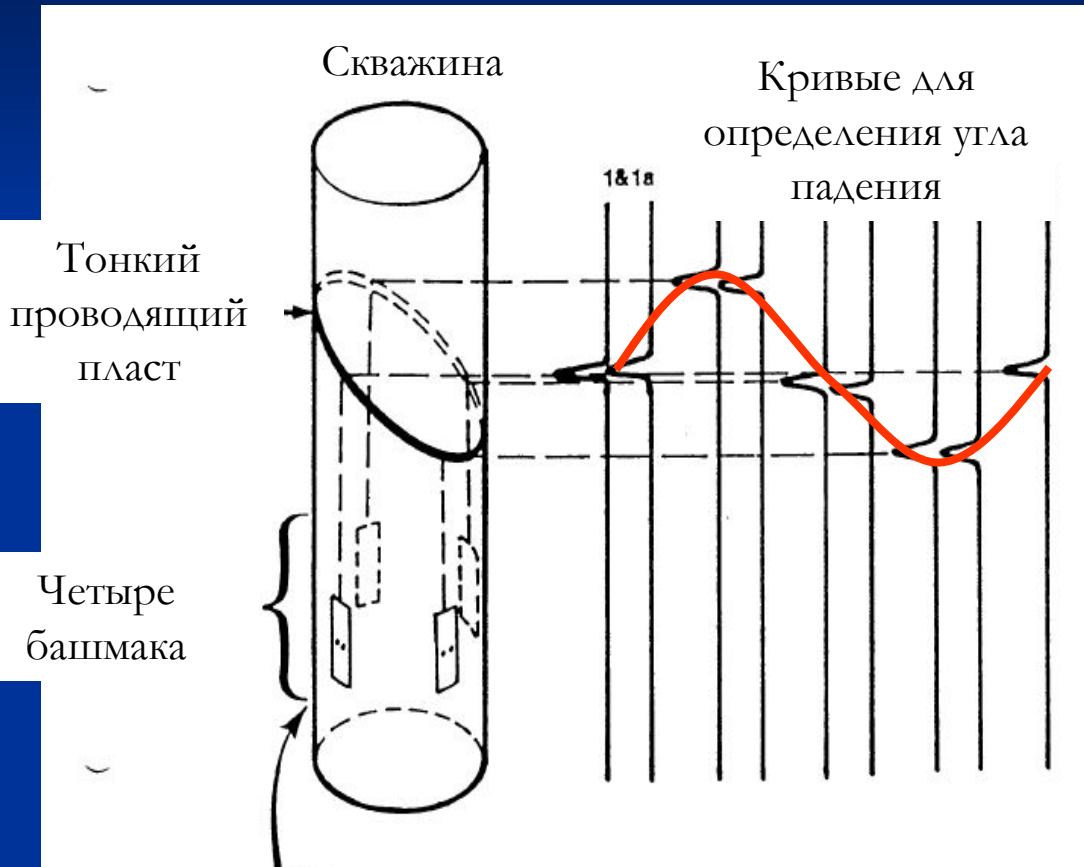
# Скважинный микросканер-наклономер - FMI



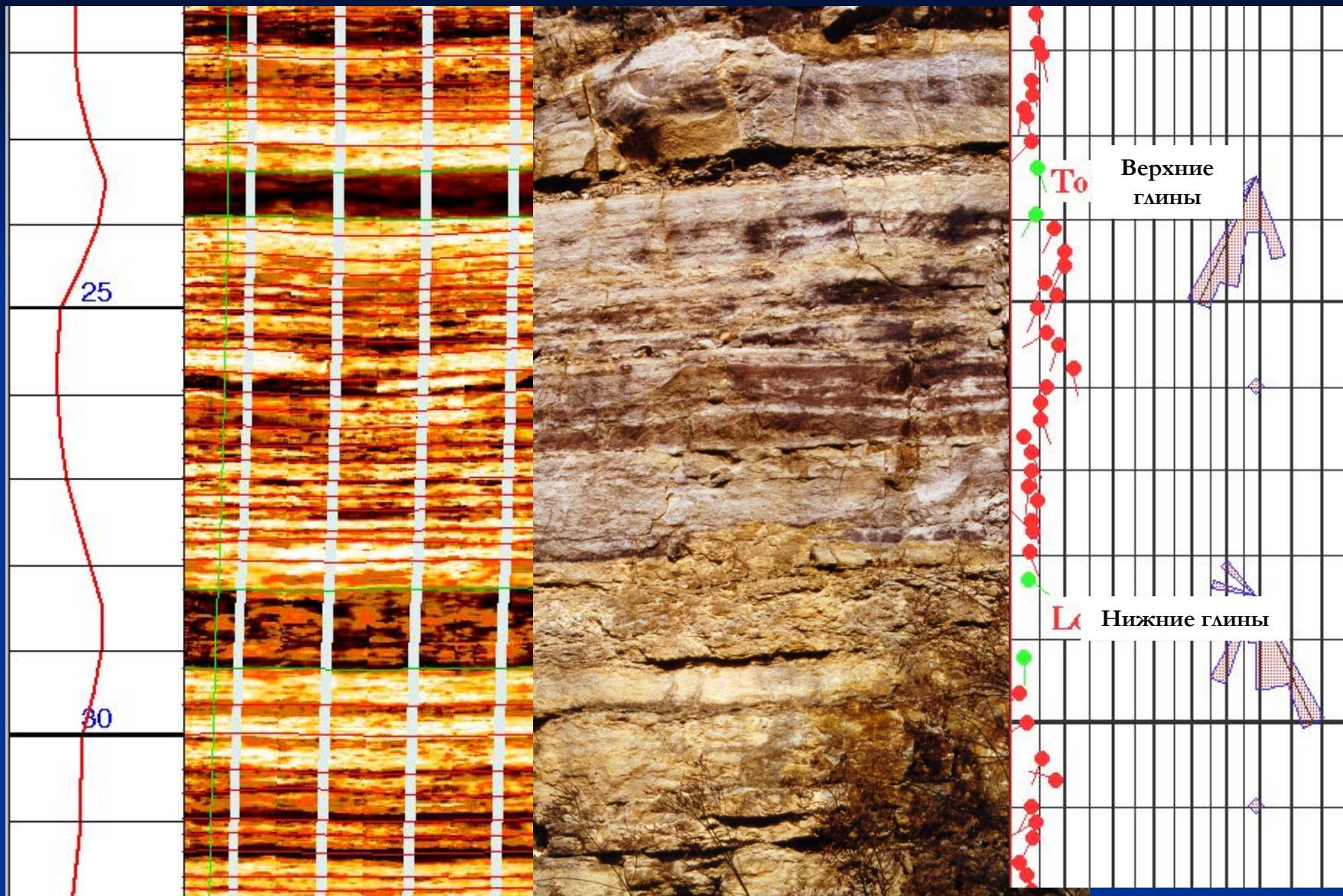
4 Рычага - 8 Башмаков  
192 Electroда



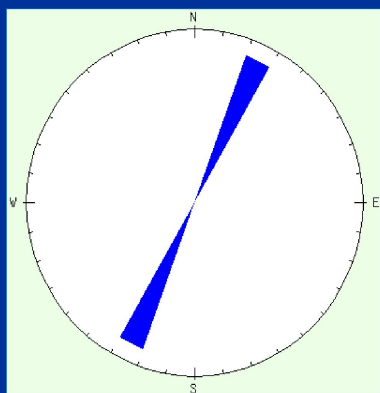
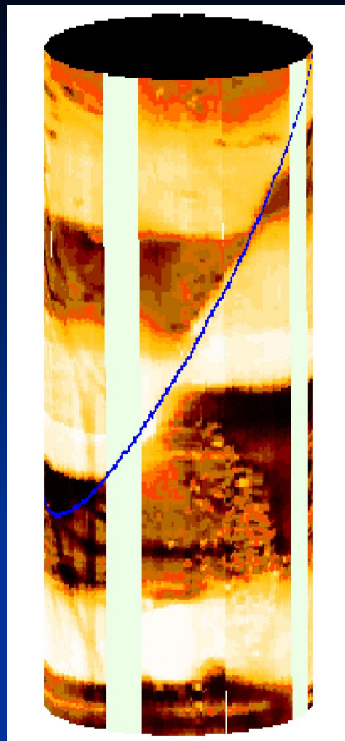
# Определение угла падения азимута пласта



# Сравнение сканированного изображения с разрезом



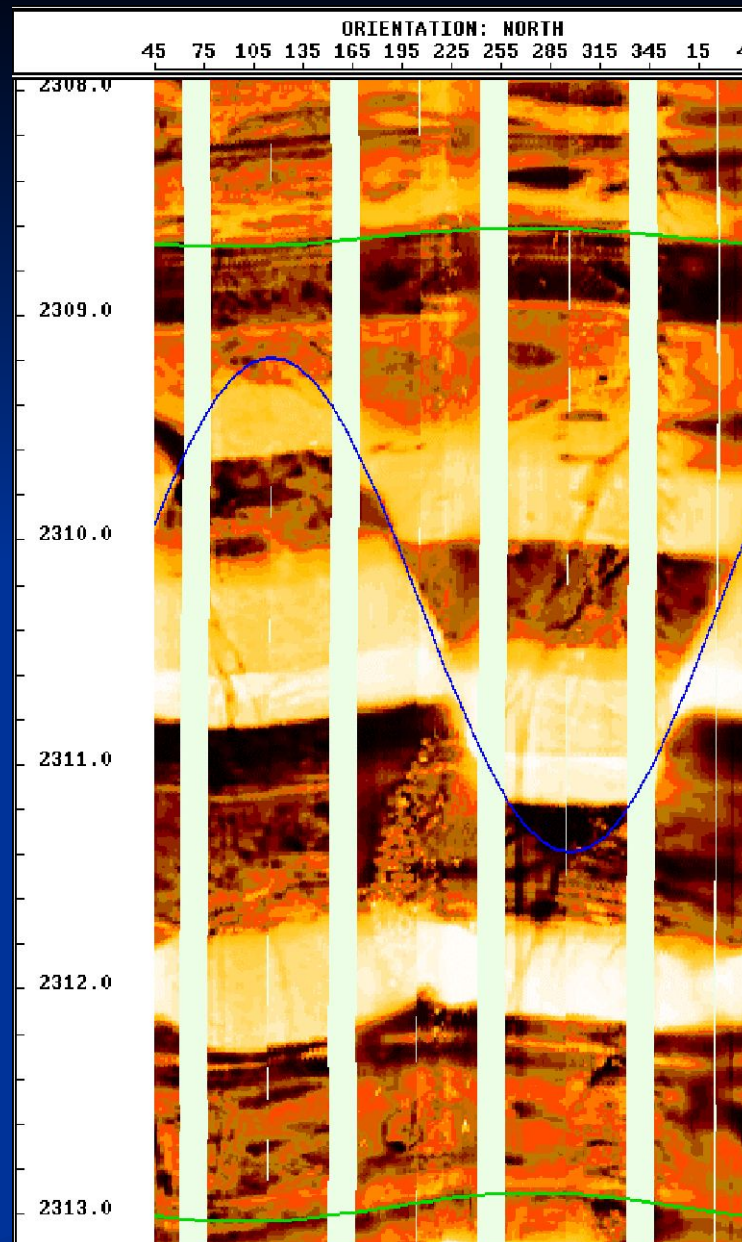
# Разломы



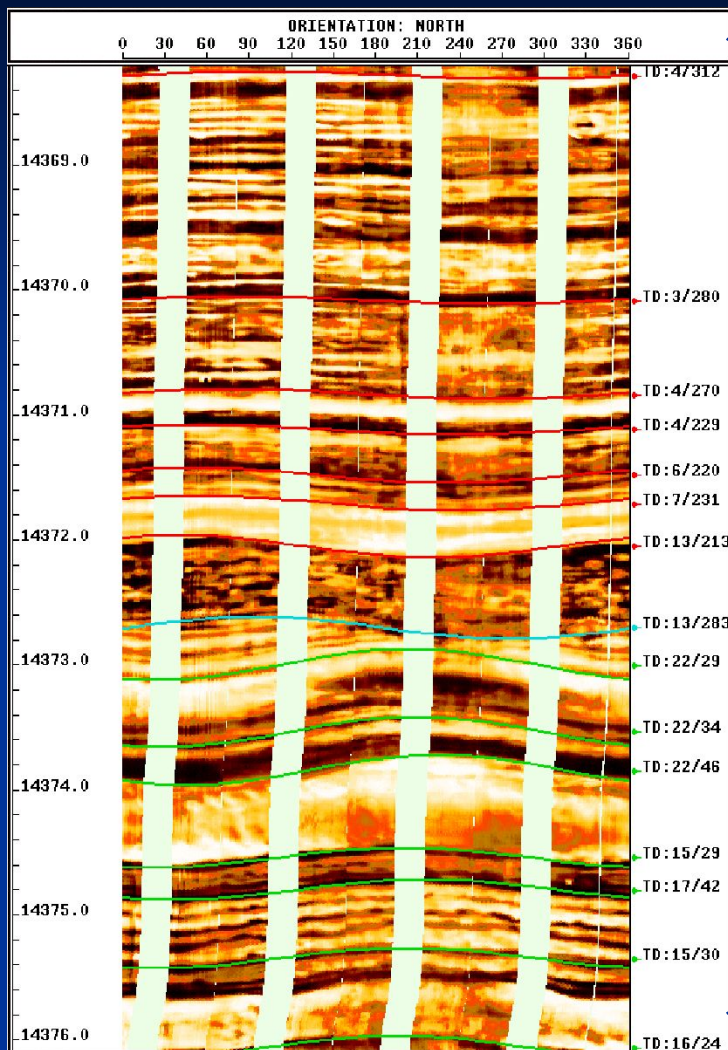
**Нормальный разлом**

**простираение**

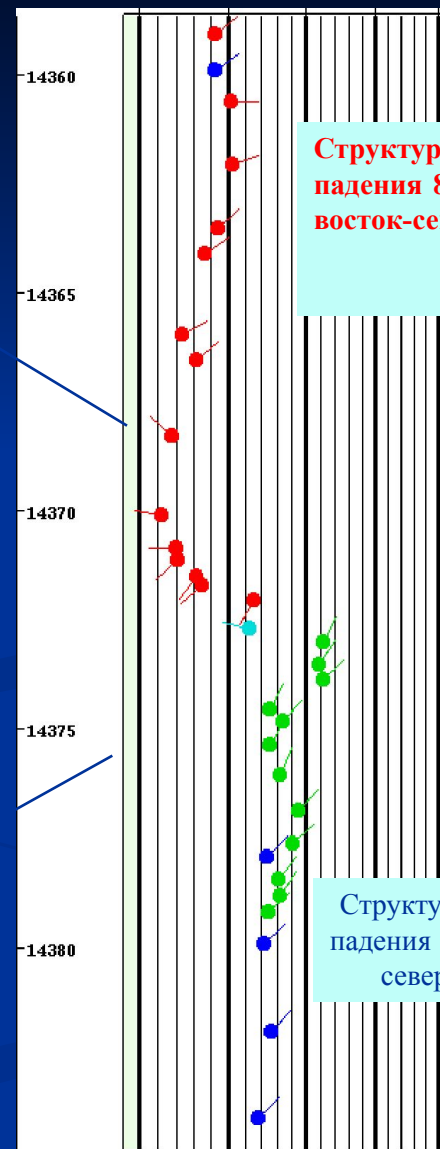
**N25E-S25W**



# Анализ несогласий



Граница несогласия



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

Структура ниже: угол падения 15 градусов на северо - восток