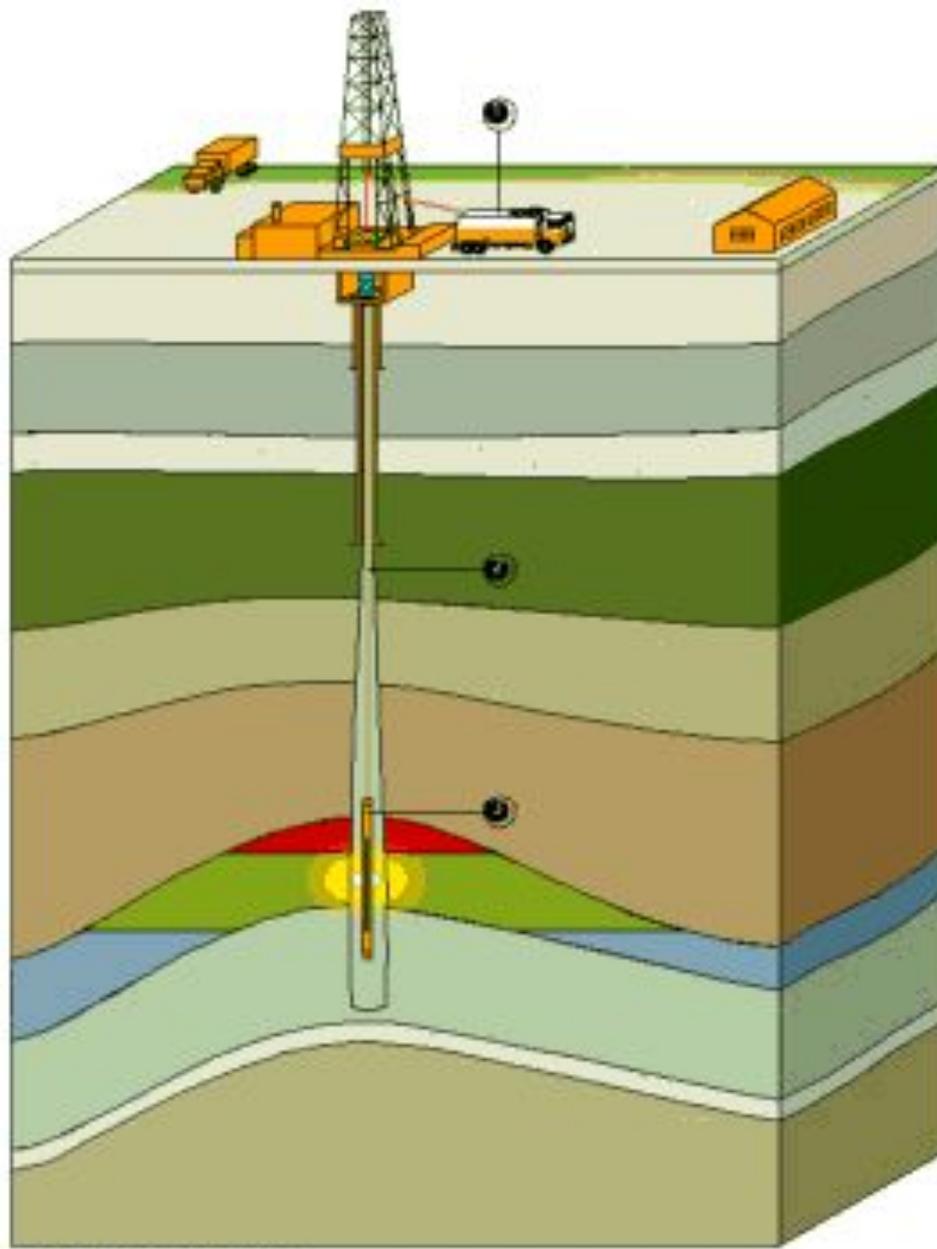


**Геофизические
исследования скважин
(каротаж)**



LOGGING OPERATION

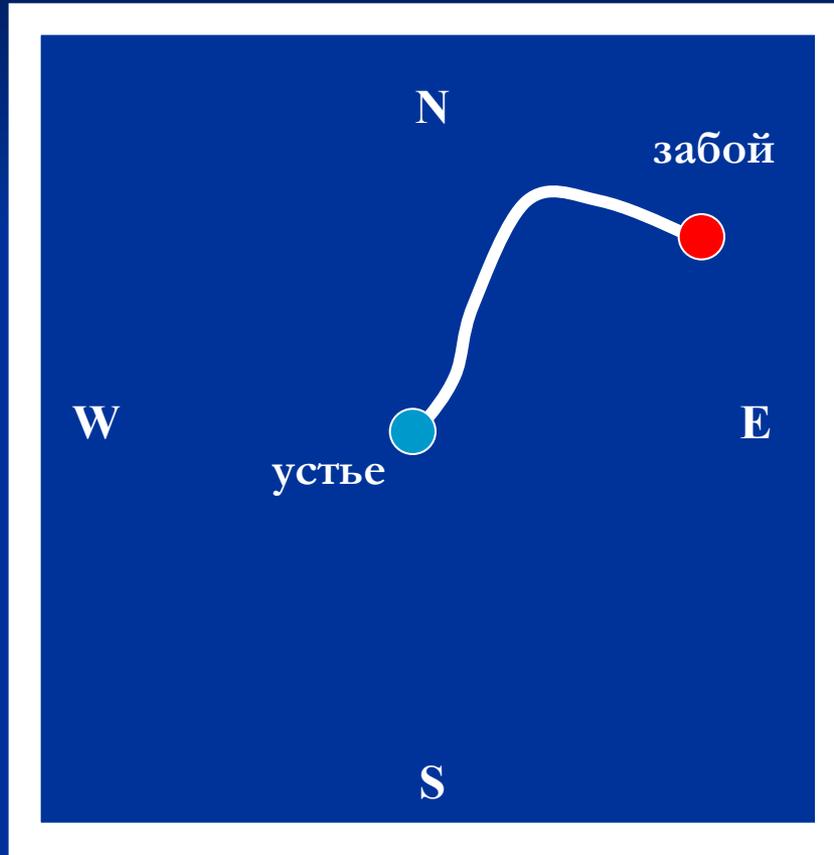
- Logging Unit
- Conductor Wireline
- Logging Instrument

Технология ГИС

Иллюстрация
производственного
процесса геофизических
исследований скважин

Инклинометрия скважин - Borehole Deviation Surveys

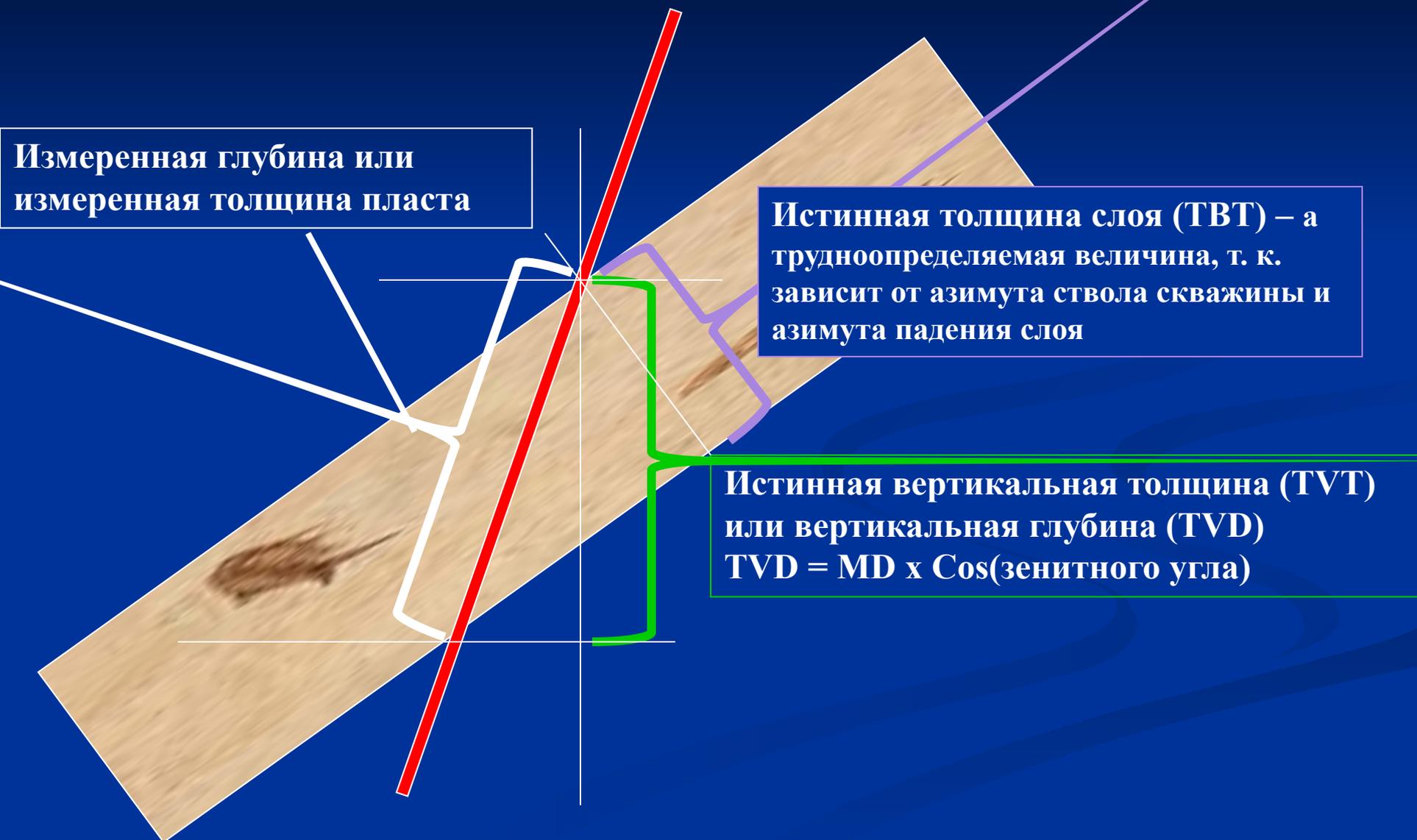
Азимутальная ориентировка
ствола скважины



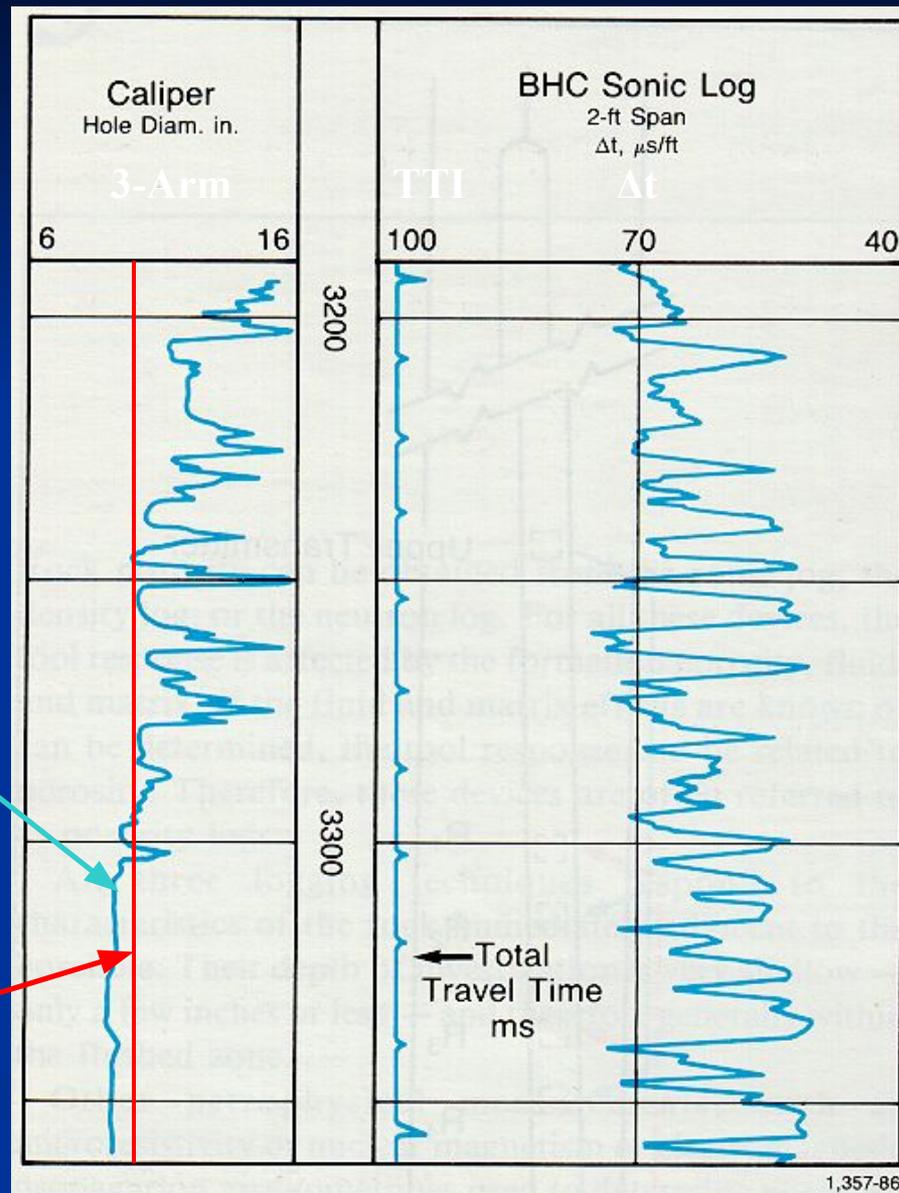
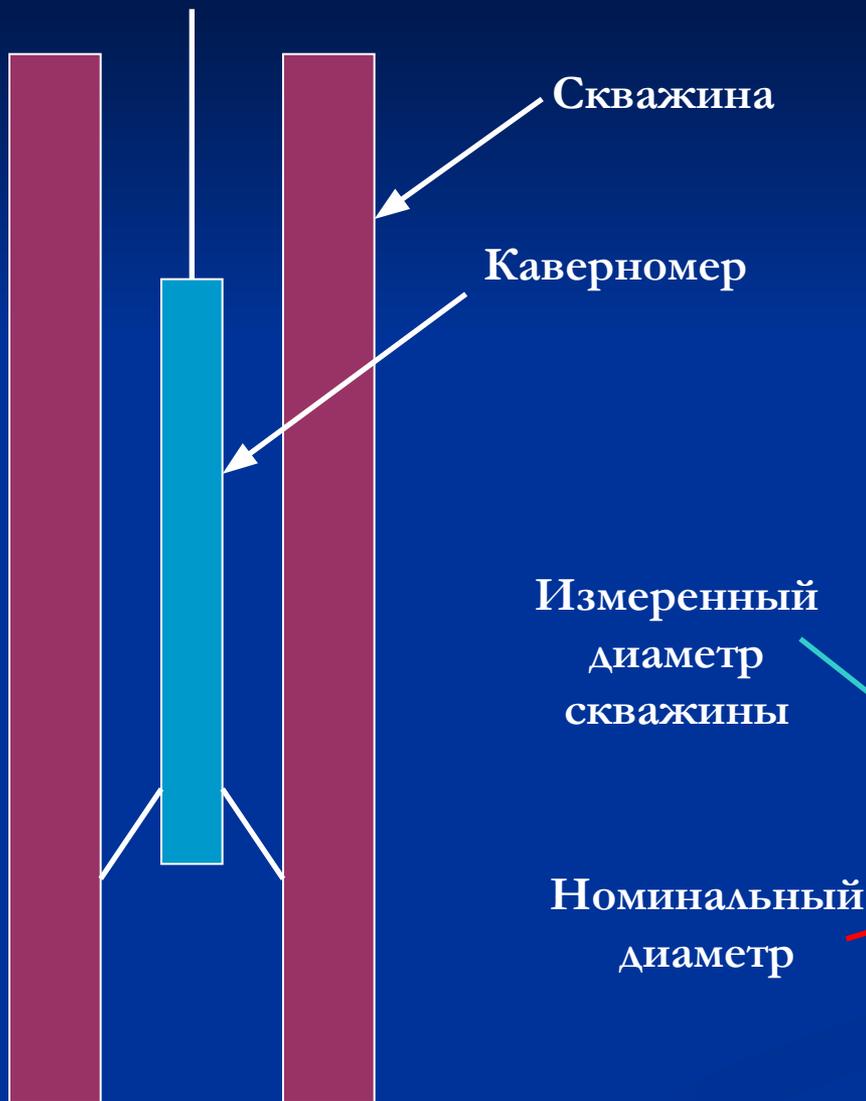
Вертикальное
отклонение ствола
скважины



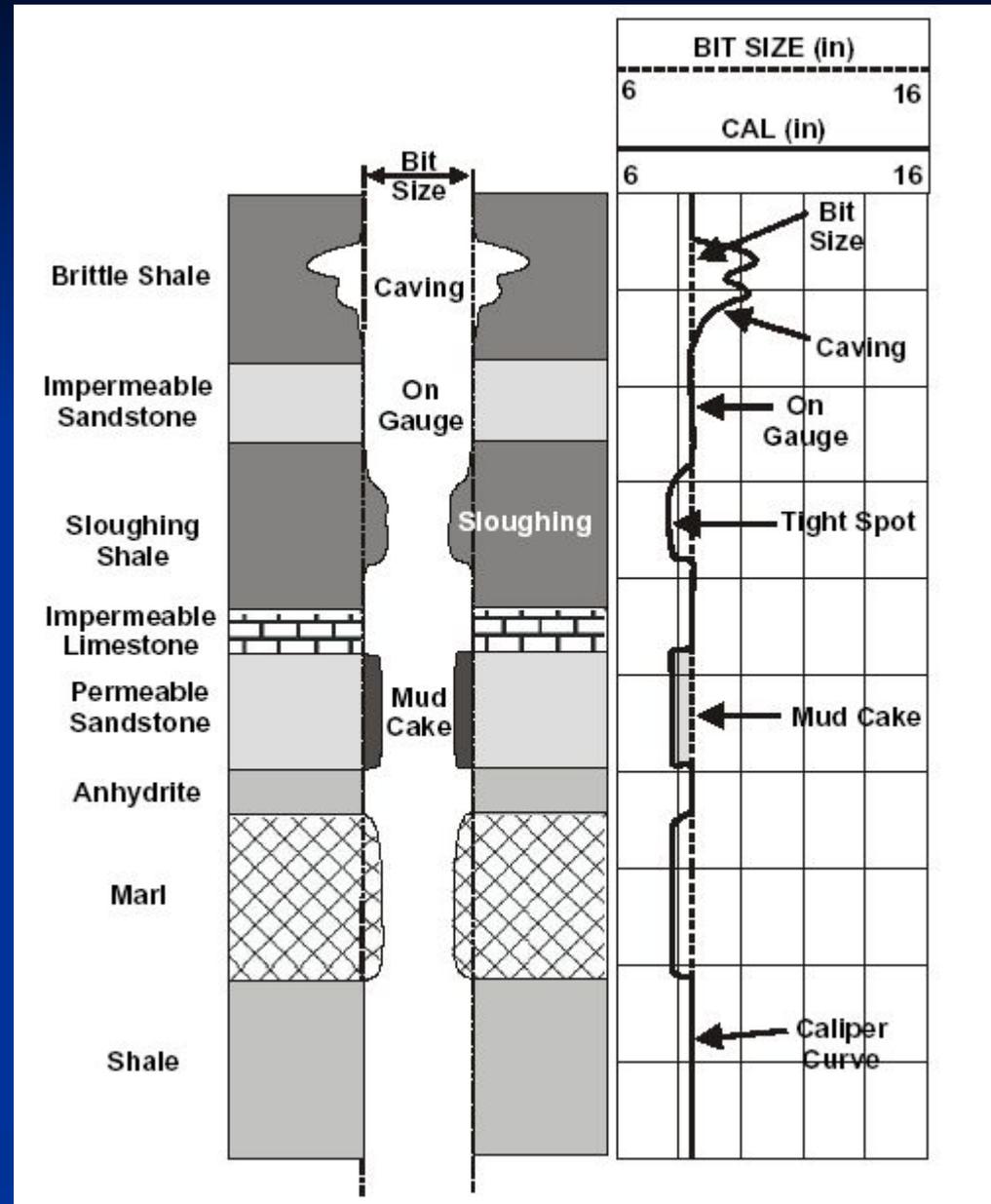
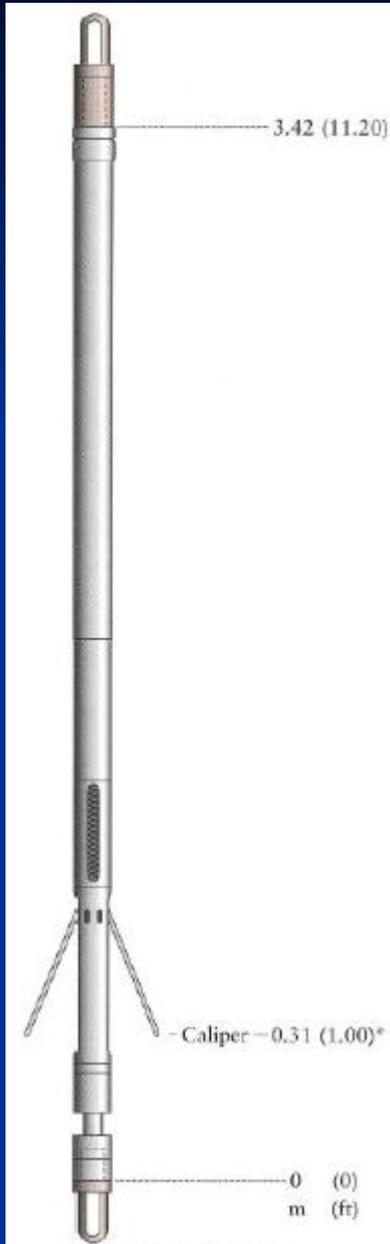
Отклонение скважины и толщина слоя



Кавернометрия скважин - Caliper



Кавернометрия и литология



Метод самопроизвольных потенциалов (СП)

Основные задачи

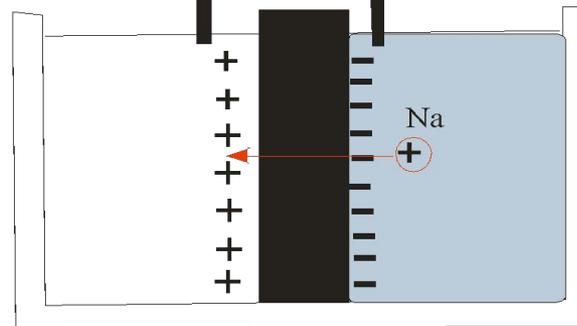
- Выделение проницаемых зон
- Определение глинистости
- Корреляция разреза

Основные условия образования СП

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

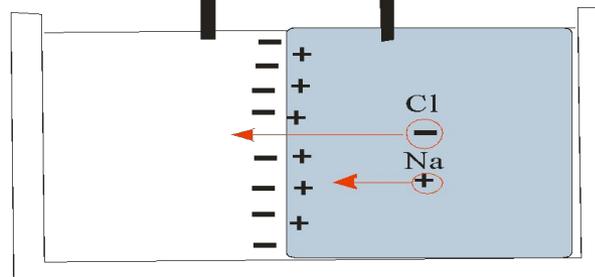
Лабораторная демонстрация образования мембранного и диффузионного потенциалов

Разбавленный раствор ток Концентрированный раствор



Мембранный потенциал
(Shale potential)

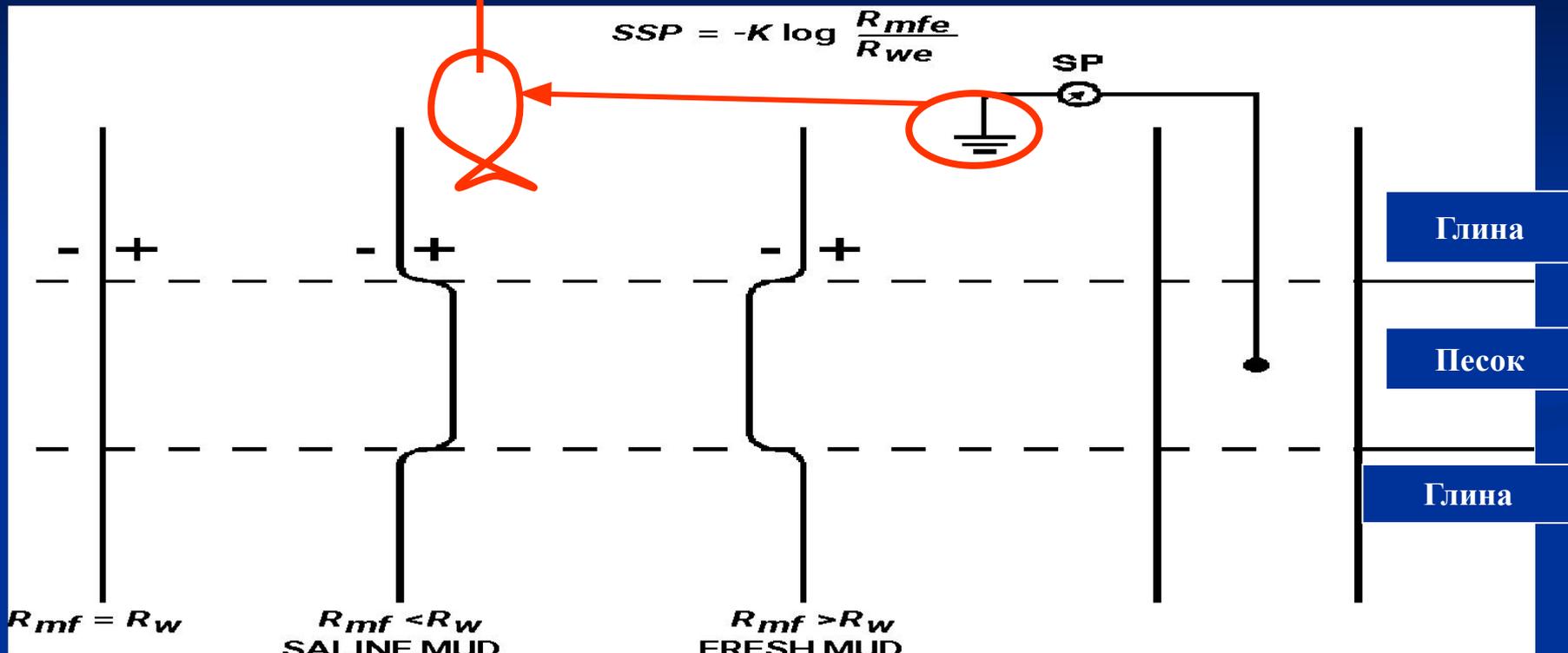
Разбавленный раствор ток Концентрированный раствор



Диффузионный потенциал
(Liquid - junction potential)

Отклонения кривой ПС в зависимости от солености

Поверхностное заземление – «рыба»



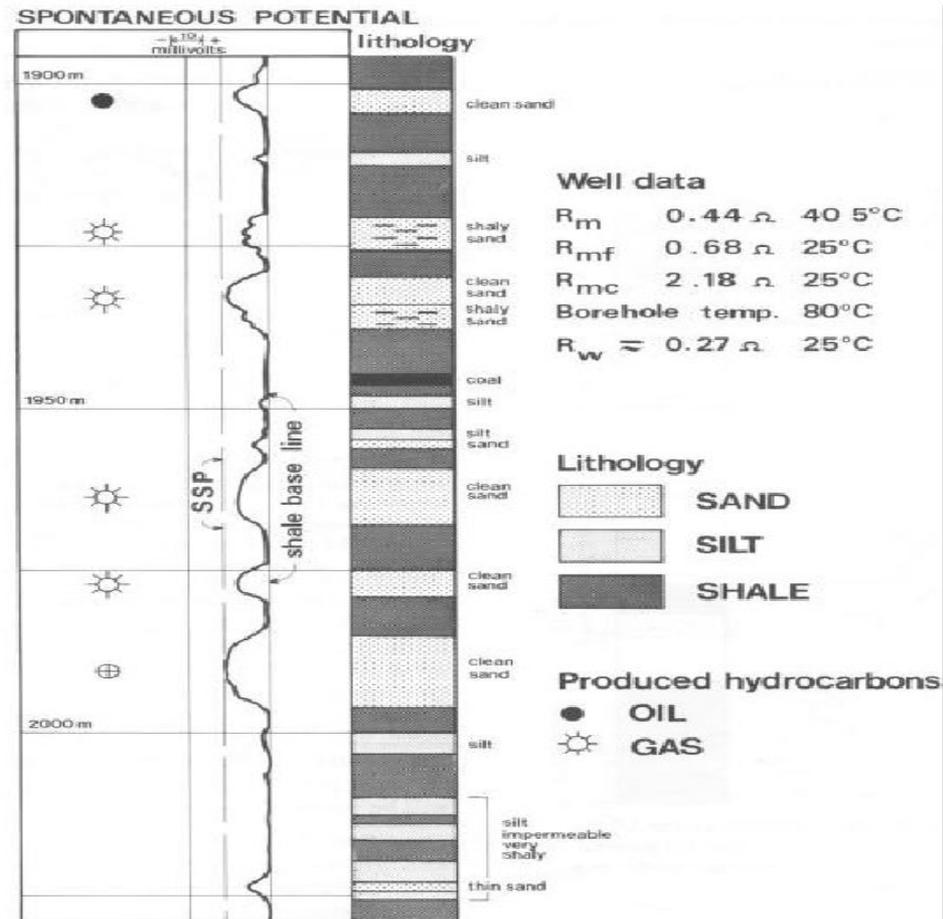
Соленый буровой
раствор

Пресный буровой
раствор

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

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

Метод SP может применяться для оперативного качественного определения проницаемых пластов

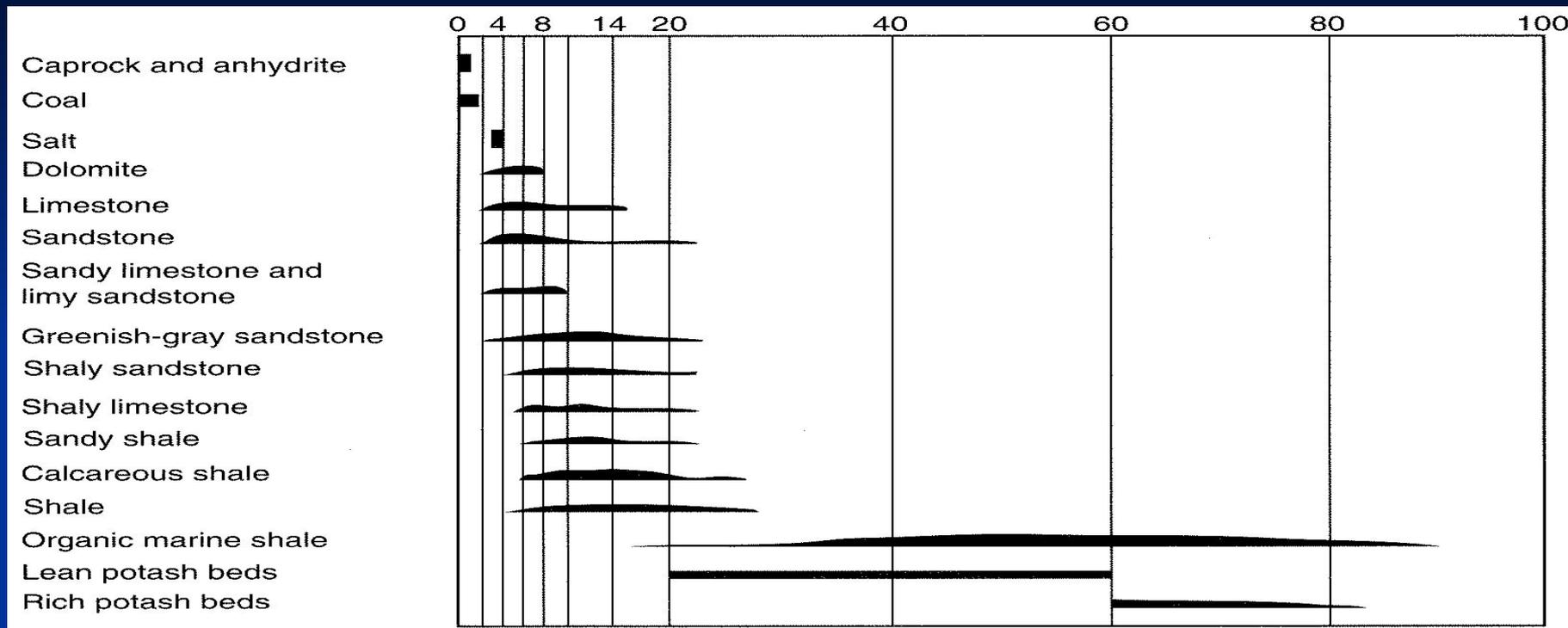


Метод ГК (GR)

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



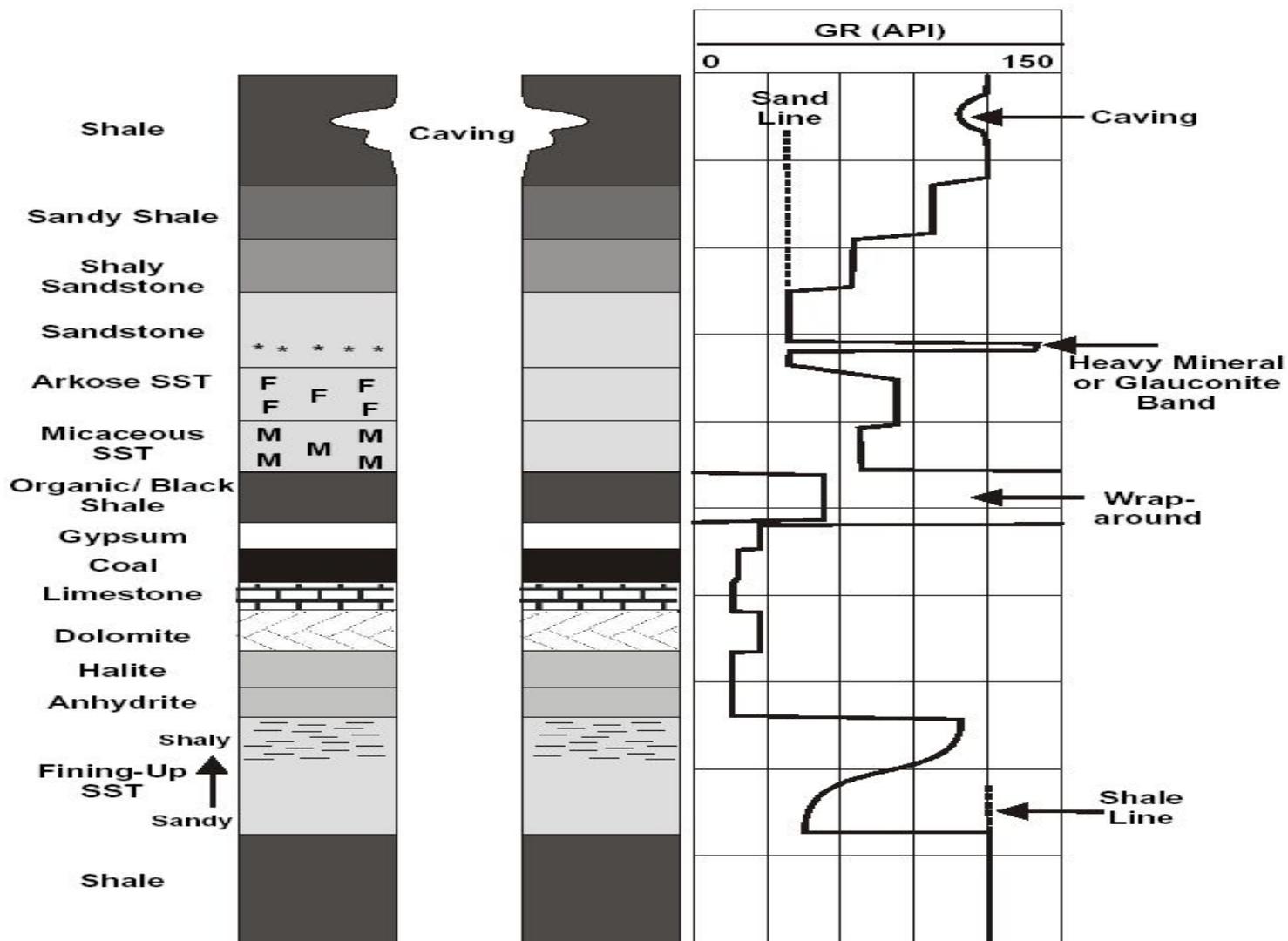
Группы пород по радиоактивности



(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 - H_2O и нефть - $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ заполняют поры породы.
- ❑ Поэтому определить пористость можно просто, посчитав атомы водорода Н.

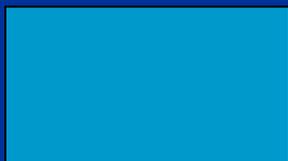
Принцип определения пористости нейтронным методом

Водородный индекс- H_i

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

$$H_i = 1$$

$$H_i = 0$$



Вода

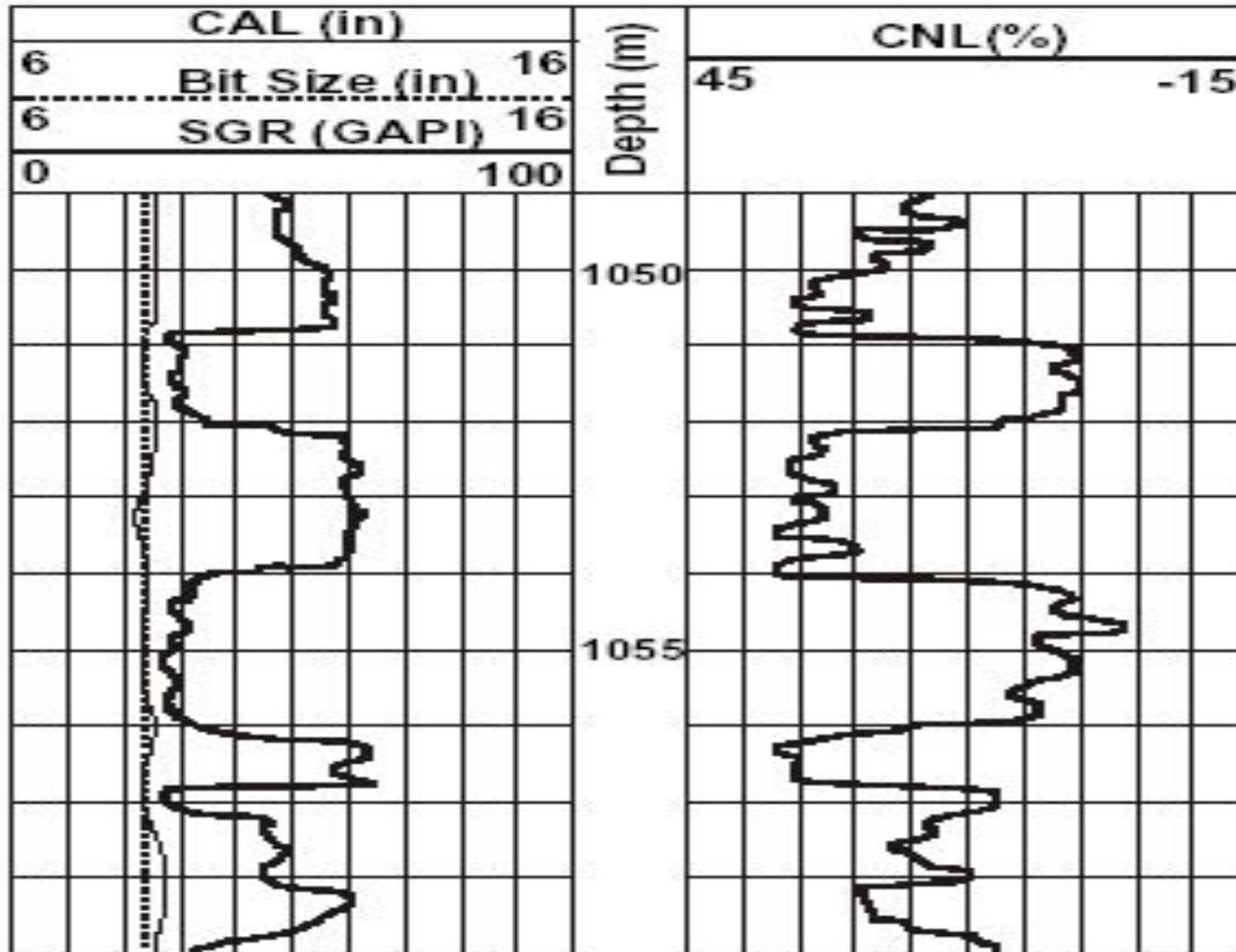
$$\phi = 1$$



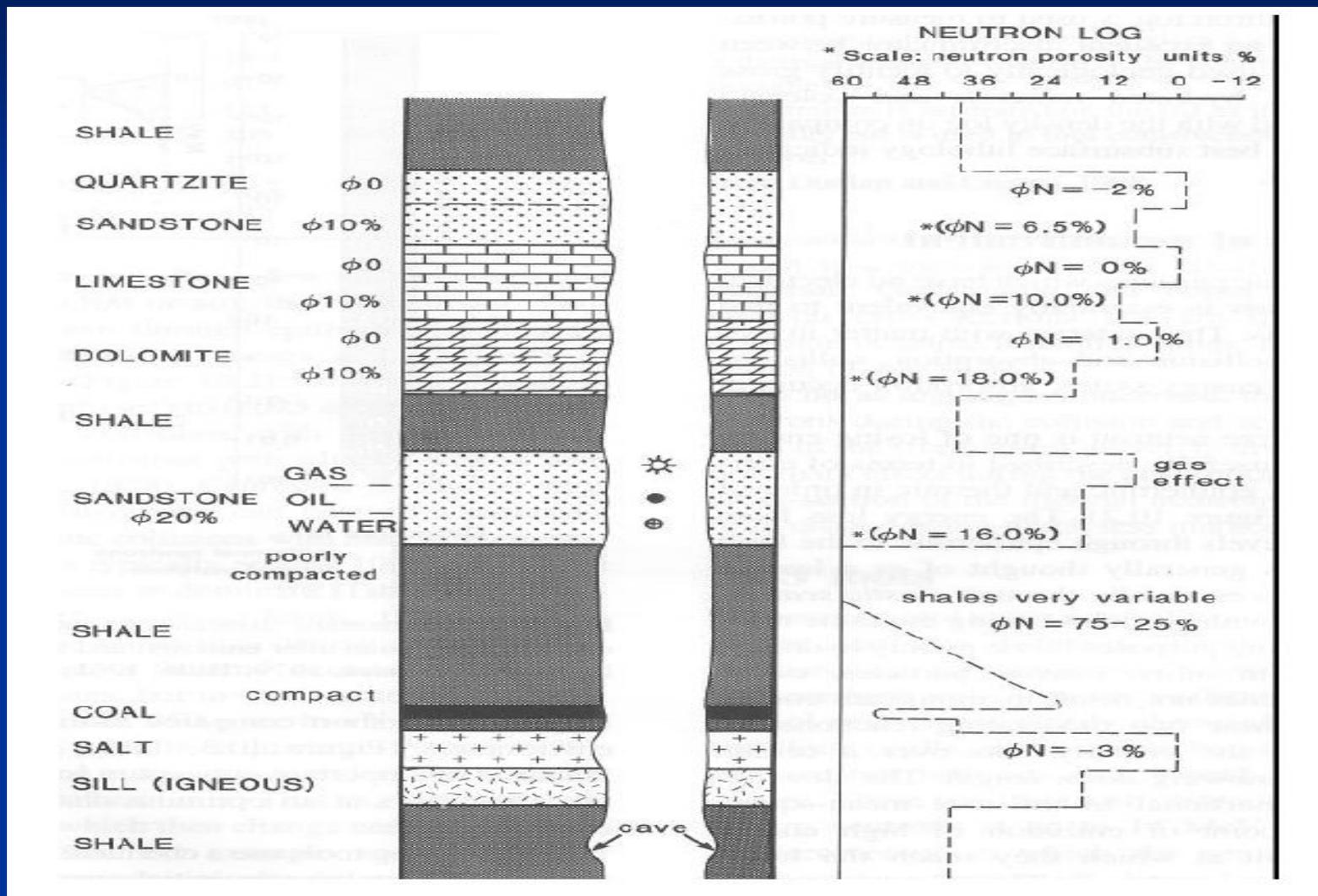
Кальцит

$$\phi = 0$$

Пример диаграммы нейтронного каротажа. CNL log.

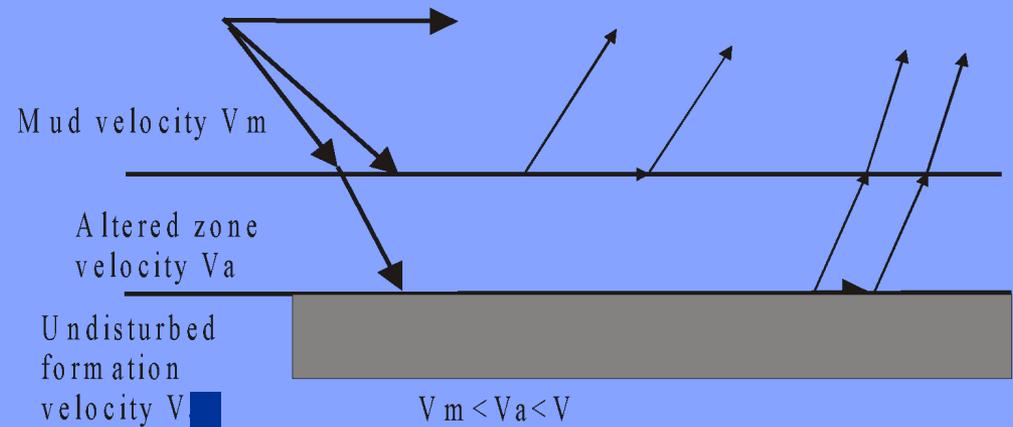
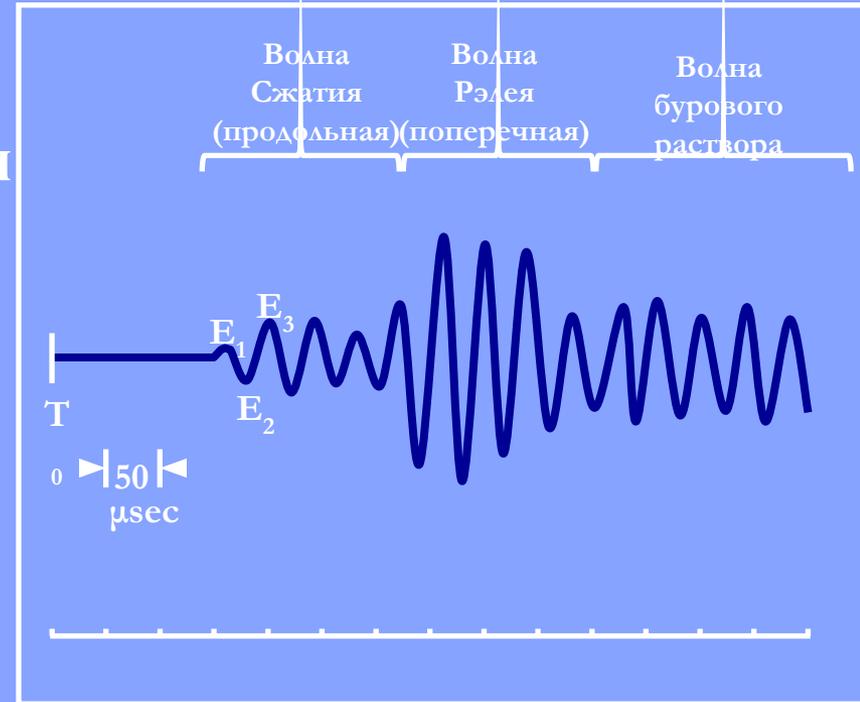


Типичная пористость по нейтронному каротажу для пород различной литологии



Акустический каротаж

Волновая картина,
зарегистрированная
звукоприемником



Акустические зонды

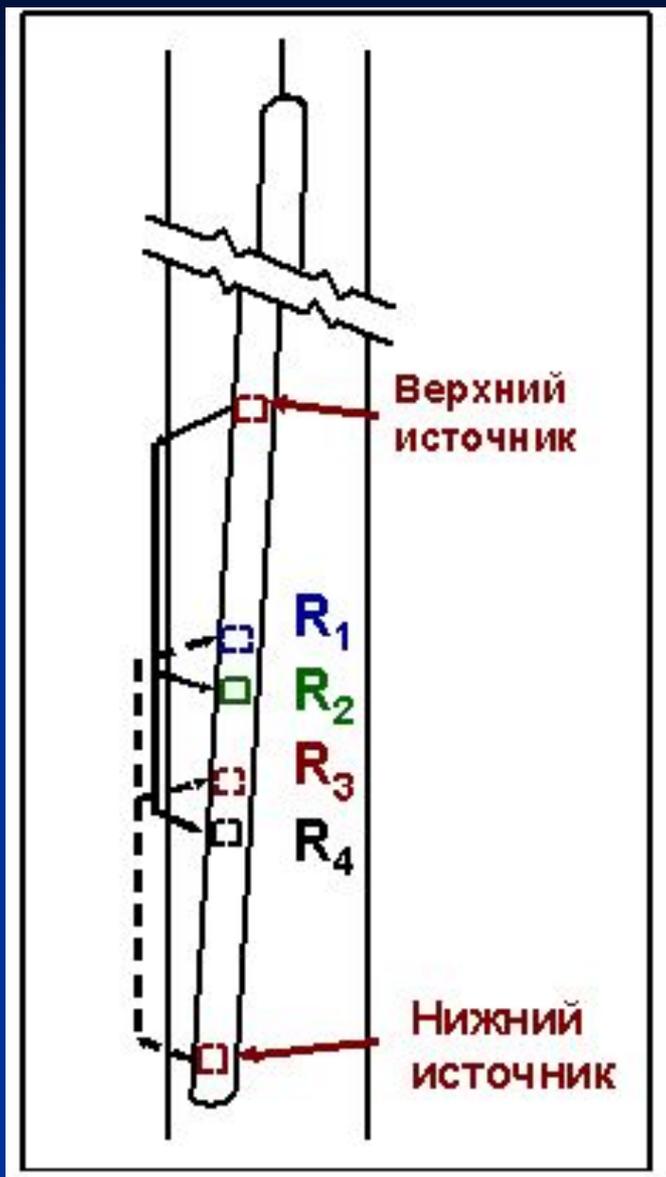
BoreHole Compensated (BHC) tool

Компенсированная система
с двумя передатчиками

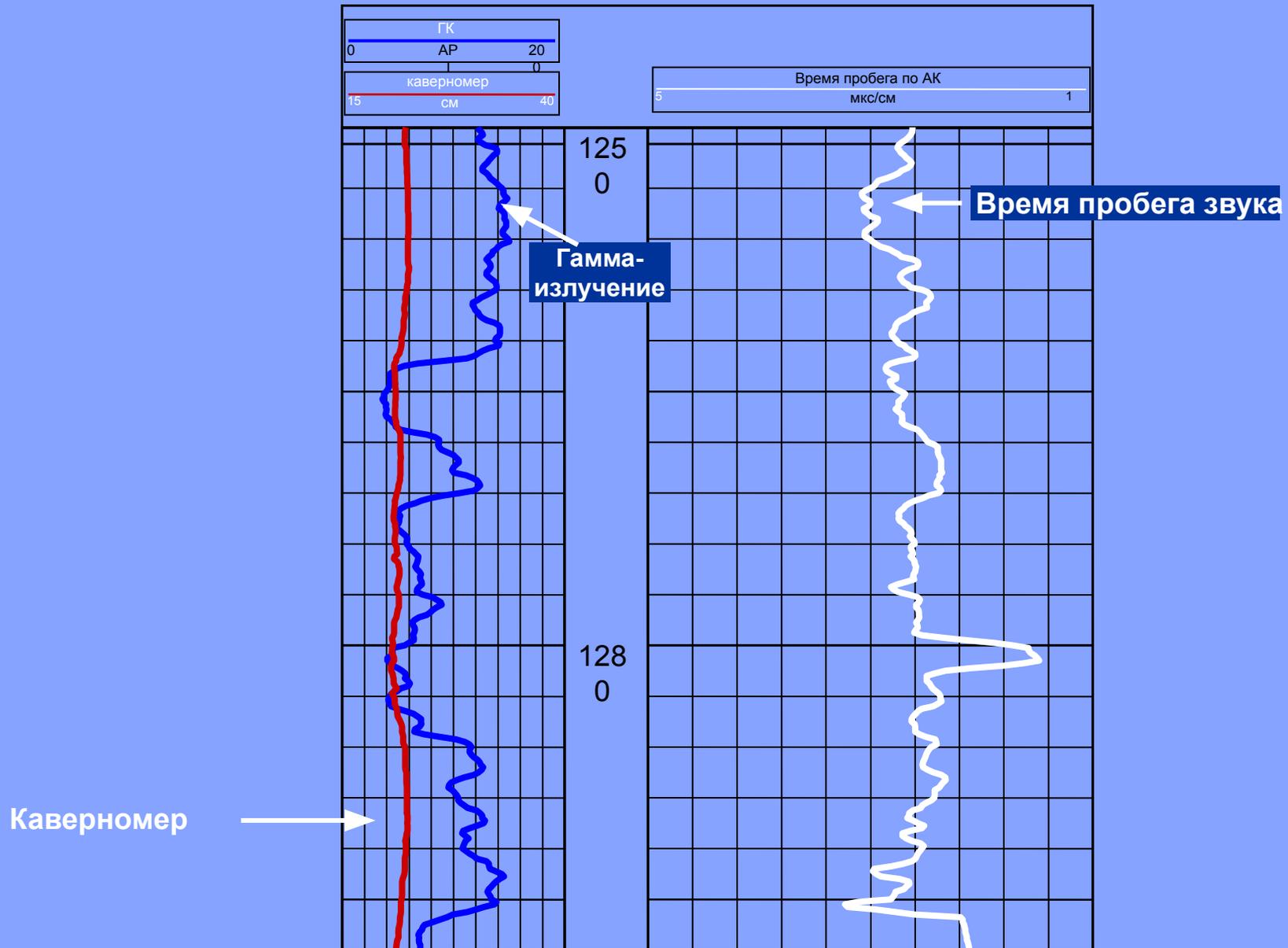
Снижение паразитных эффектов:

- угол наклона прибора
- изменение диаметра скважины

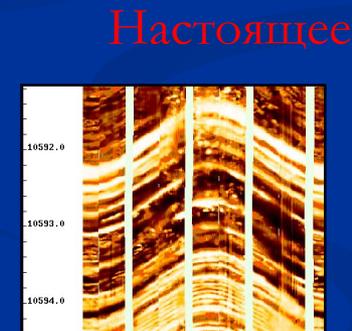
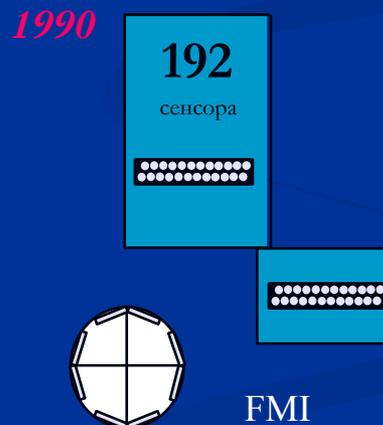
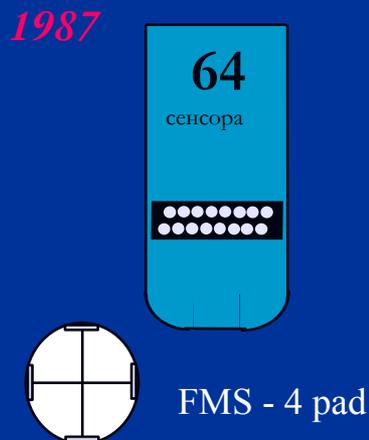
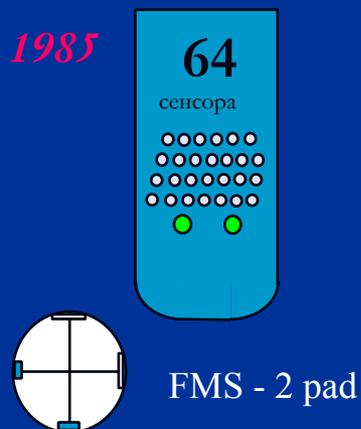
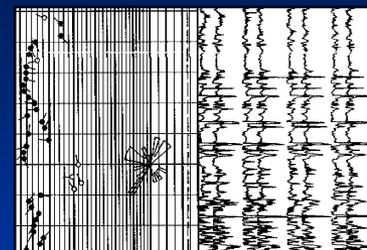
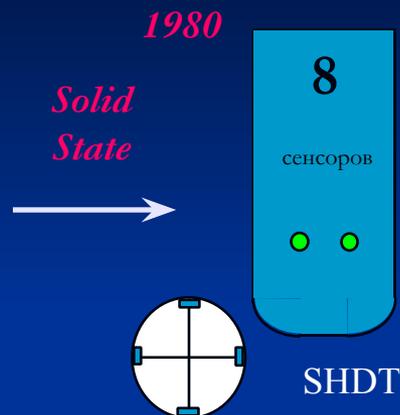
Усреднение показаний приемников



Типичная диаграмма АК



Микросканеры - наклономеры



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

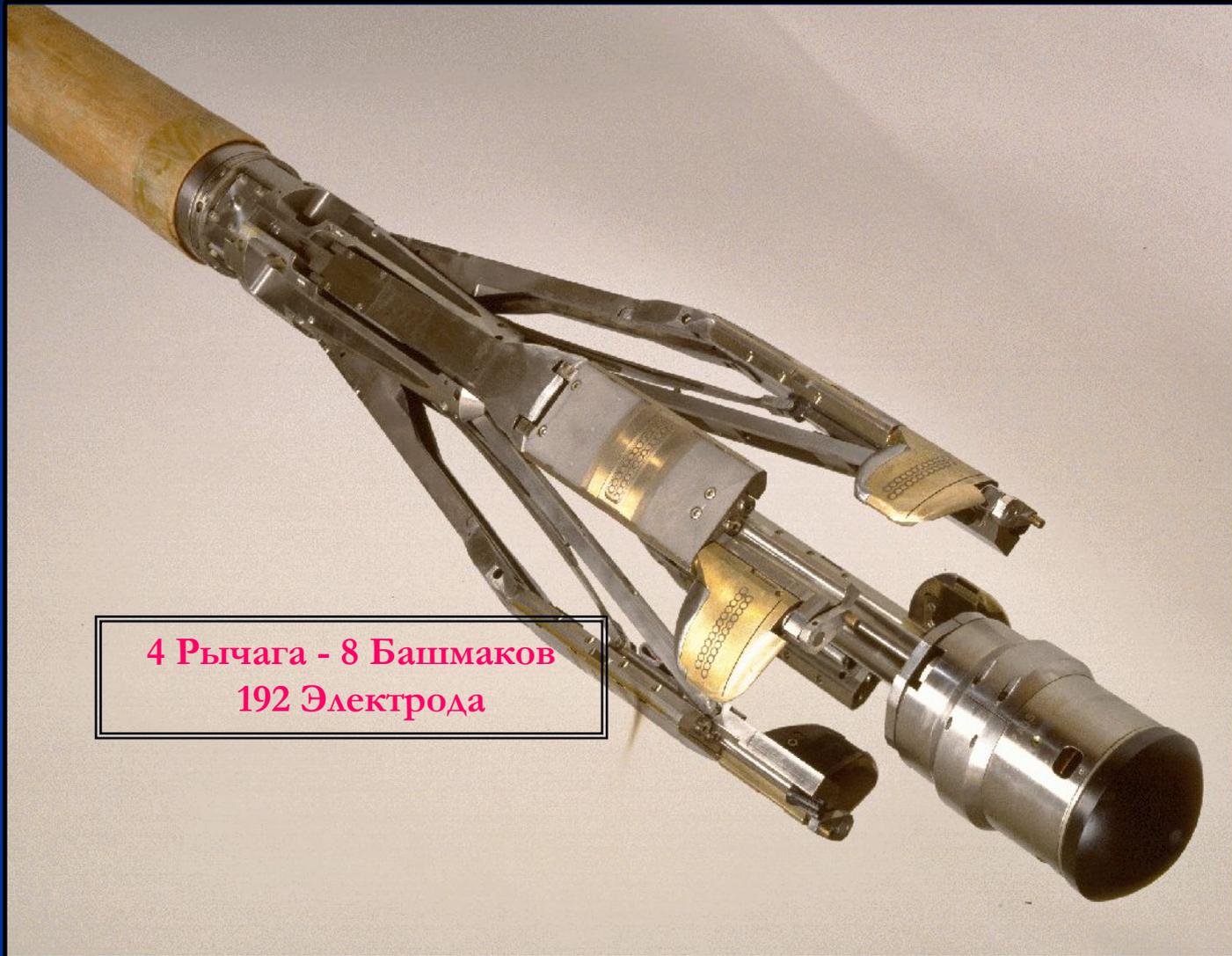
Калибровка по керну

Изучение направлений проницаемости

Трещины / Пустоты

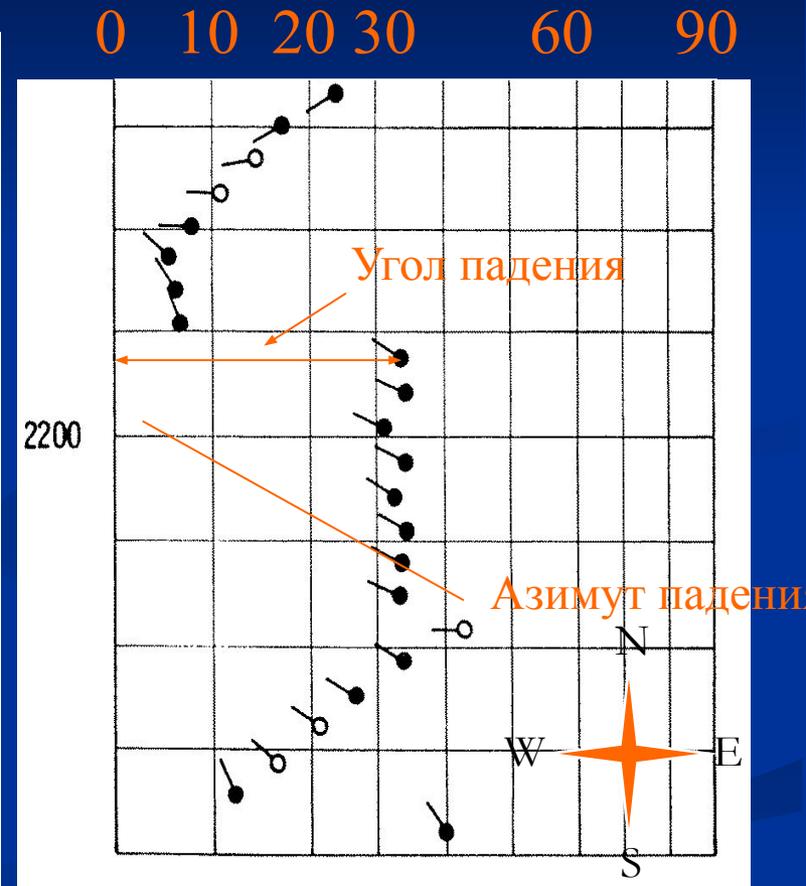
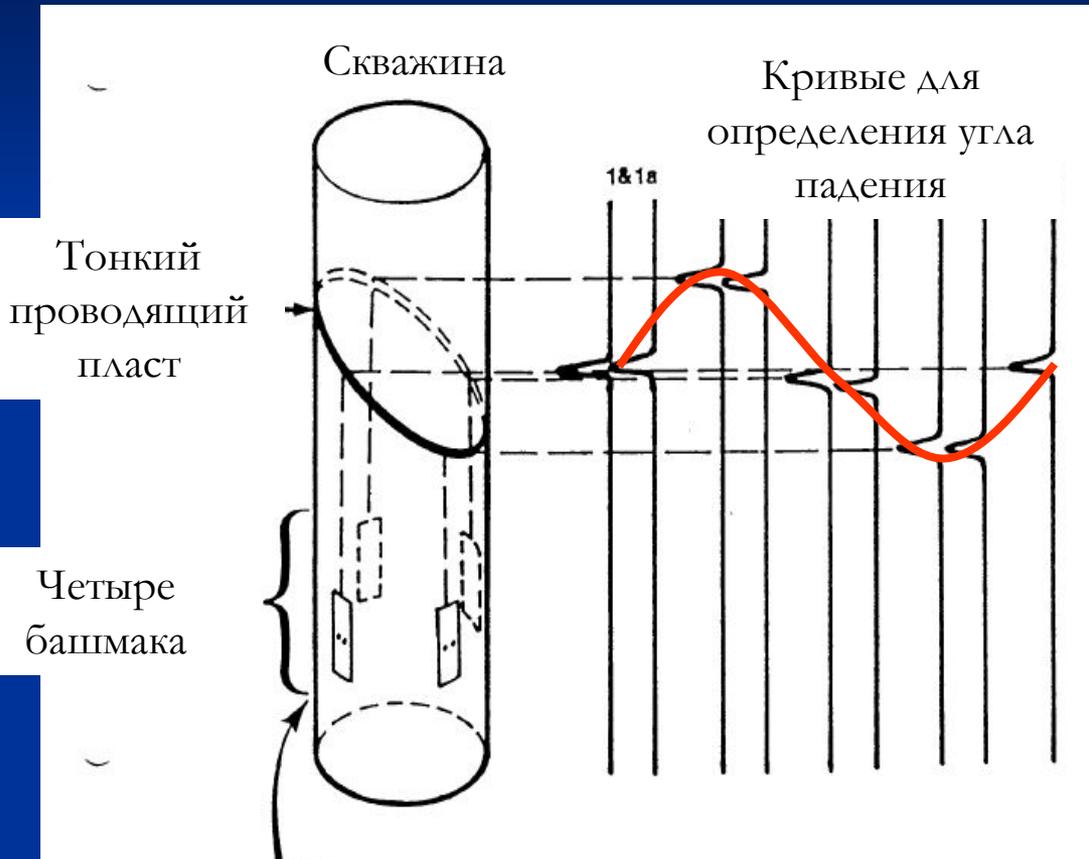
Геометрия скважины / Изучение трещин, образовавшихся в процессе бурения

Скважинный микросканер-наклономер - FMI

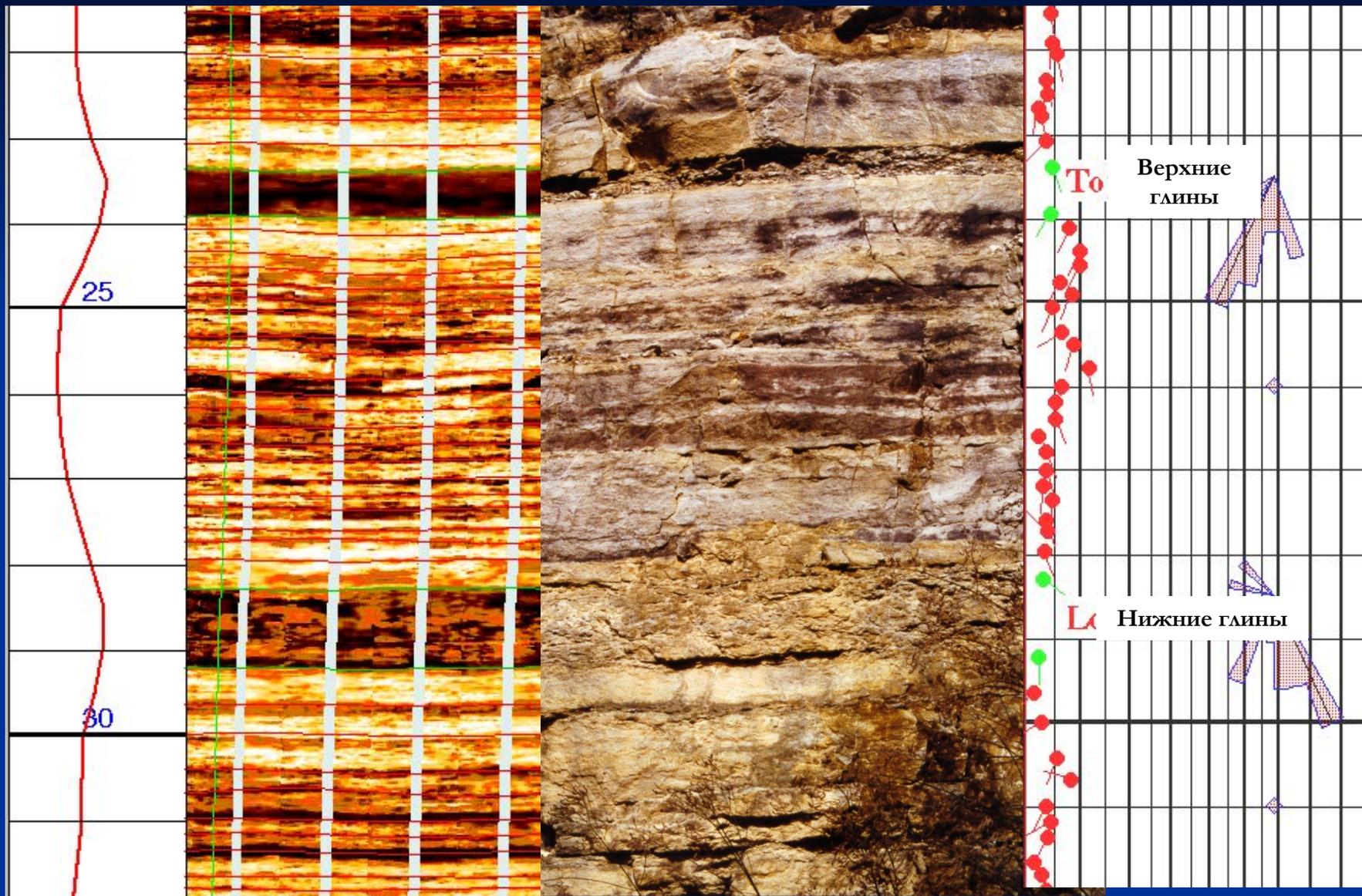


4 Рычага - 8 Башмаков
192 Electroда

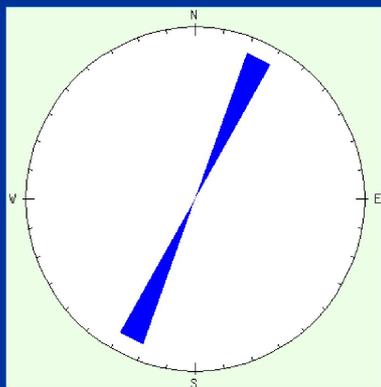
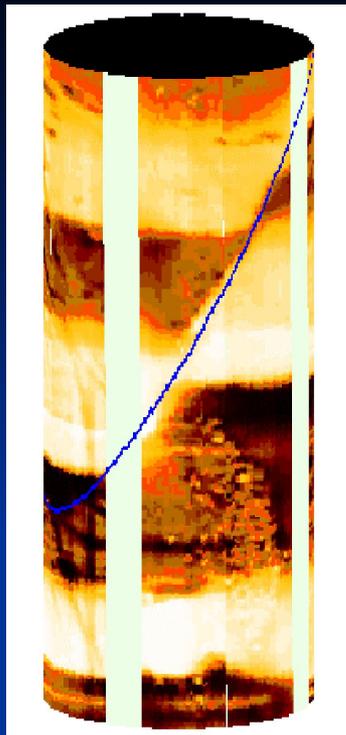
Определение угла падения азимута пласта



Сравнение сканированного изображения с разрезом



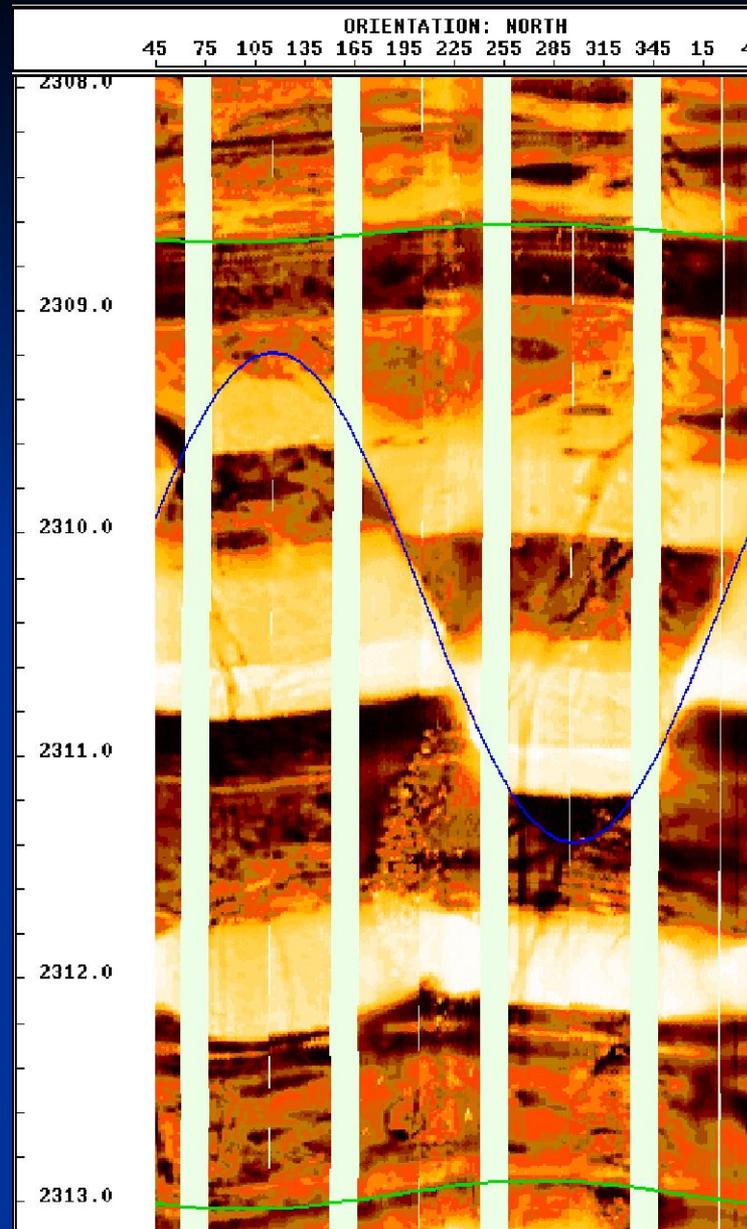
Разломы



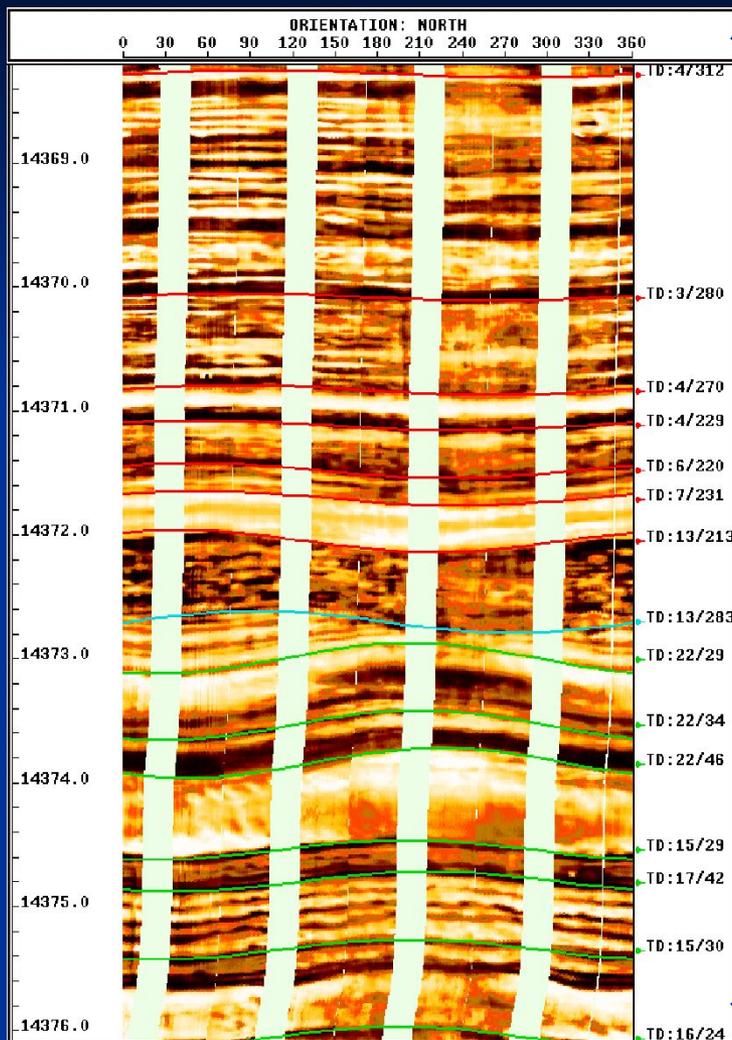
Нормальный разлом

простираение

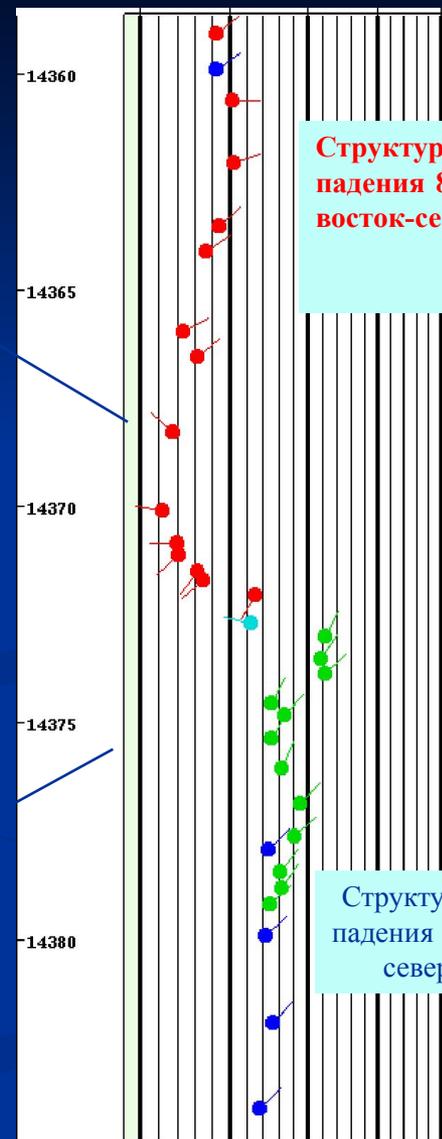
N25E-S25W



Анализ несогласий



Граница несогласия



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

Структура ниже: угол падения 15 градусов на северо - восток