



Petroleum Learning Centre  
центр профессиональной переподготовки  
специалистов нефтегазового дела

MSc Programs  
Магистерские программы



# Геофизические исследования скважин (Well logging)



# Геофизические исследования необсаженных скважин

1. **Технология ГИС и форма представление материалов**
2. **Задачи геофизических исследований в скважинах и комплексы ГИС**
3. **Факторы, осложняющие данные ГИС**
4. **Методы контроля технического состояния скважин**
5. **Последовательность решения геологических задач и области применения различных методов ГИС**



**Petroleum Learning Centre**  
центр профессиональной переподготовки  
специалистов нефтегазового дела

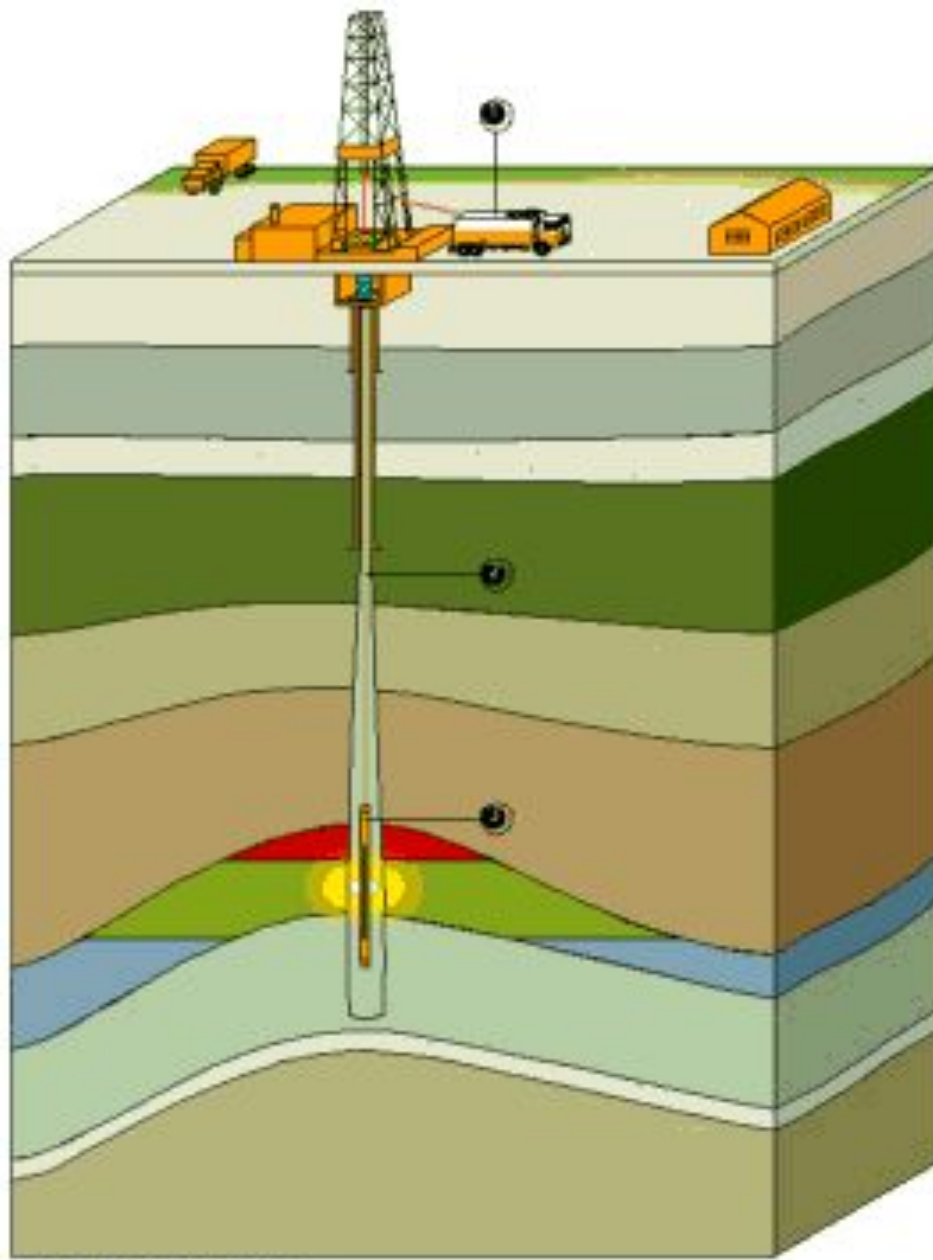
**MSc Programs**  
Магистерские программы



# **Технология ГИС и форма представление материалов**

# Технология ГИС

Иллюстрация  
производственного  
процесса  
геофизических  
исследований скважин





# Процедуры ГИС



- ❖ Кабель маркируется через каждые 100 ft (50m) магнитной маркой при натяжении 1000 lbs.
- ❖ Коррекция за растяжение кабеля выполняется на основании глубины, натяжения и температуры или сравнением забоя с натяжением кабеля.
- ❖ Натяжение записывается на верхнем шкиве и, более современными системами, на головке крепления прибора.
- ❖ Натяжение контролируется так, чтобы никогда не приблизиться к усилию на разрыв кабеля (10,000 to 14,000 lbs.).



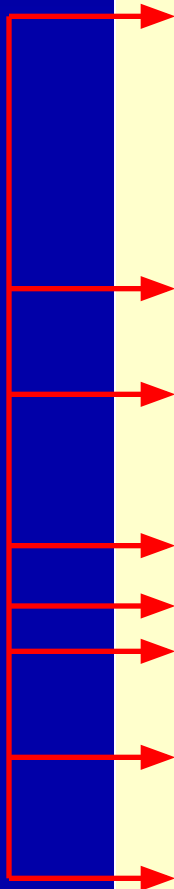
# Проведение каротажа

Procedure	Drill Bit Size (inches)	Casing Diameter (inches)	Depth (m sub sea surface)	Tools
Drill	25	-	300-400	
Case		20	300-400	
Drill	17.5	-	400-700	
Log	-	-	700-400	ISF-Sonic-GR/1
Case	-	13.375	300-690	
Drill	12.25	-	700-1400	
Log	-	-	1400-680	ISF-Sonic-GR/2
Log	-	-	1400-680	FDC-CNL/1
Log	-	-	1400-680	HDT/1
Case	-	9.625	690-1390	
Drill	8.5	-	1400-2100	
Log	-	-	2100-1380	ISF-Sonic-GR/3
Log	-	-	2100-1380	FDC-CNL/2
Log	-	-	2100-1380	HDT/2
Log	-	-	2100-1380	DLL/1



# Оформление каротажных материалов

Important data



DEPTH - DRILLER	7927	
DEPTH - LOGGER	7922	
BOTTOM LOGGED INTERVAL	7920	
TOP LOGGED INTERVAL	1530	
CASING - DRILLER	8 5/8"	@ 1525
CASING - LOGGER	1530	
BIT SIZE	7 7/8"	
TYPE FLUID IN HOLE	GEL / CELLEX	
DENSITY / VISCOSITY	9.4	65
PH / FLUID LOSS	9.0	9.2
SOURCE OF SAMPLE	MUDPIT	
RM AT MEAS. TEMP.	2.57	@ 92
RMF AT MEAS. TEMP.	1.93	@ 92
RMC AT MEAS. TEMP.	3.21	@ 92
SOURCE OF RMF / RMC	Meas	Calc
RM AT BHT	1.26	@ 187
TIME SINCE CIRCULATION	5 HRS.	
MAX. REC. TEMP. DEG.F	187	

Typical Header Data



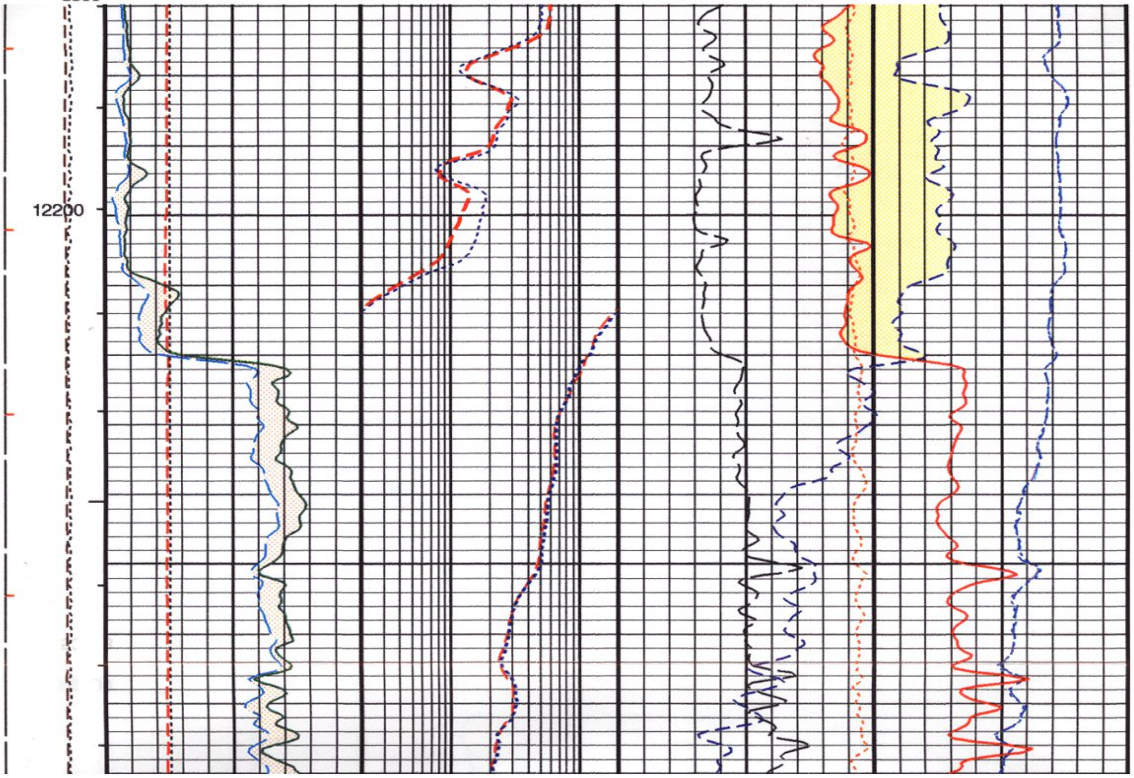
# Well Logging Technology

- Wireline Logging
- Logging While Drilling
- Measurement While Drilling



# Представление данных ГИС

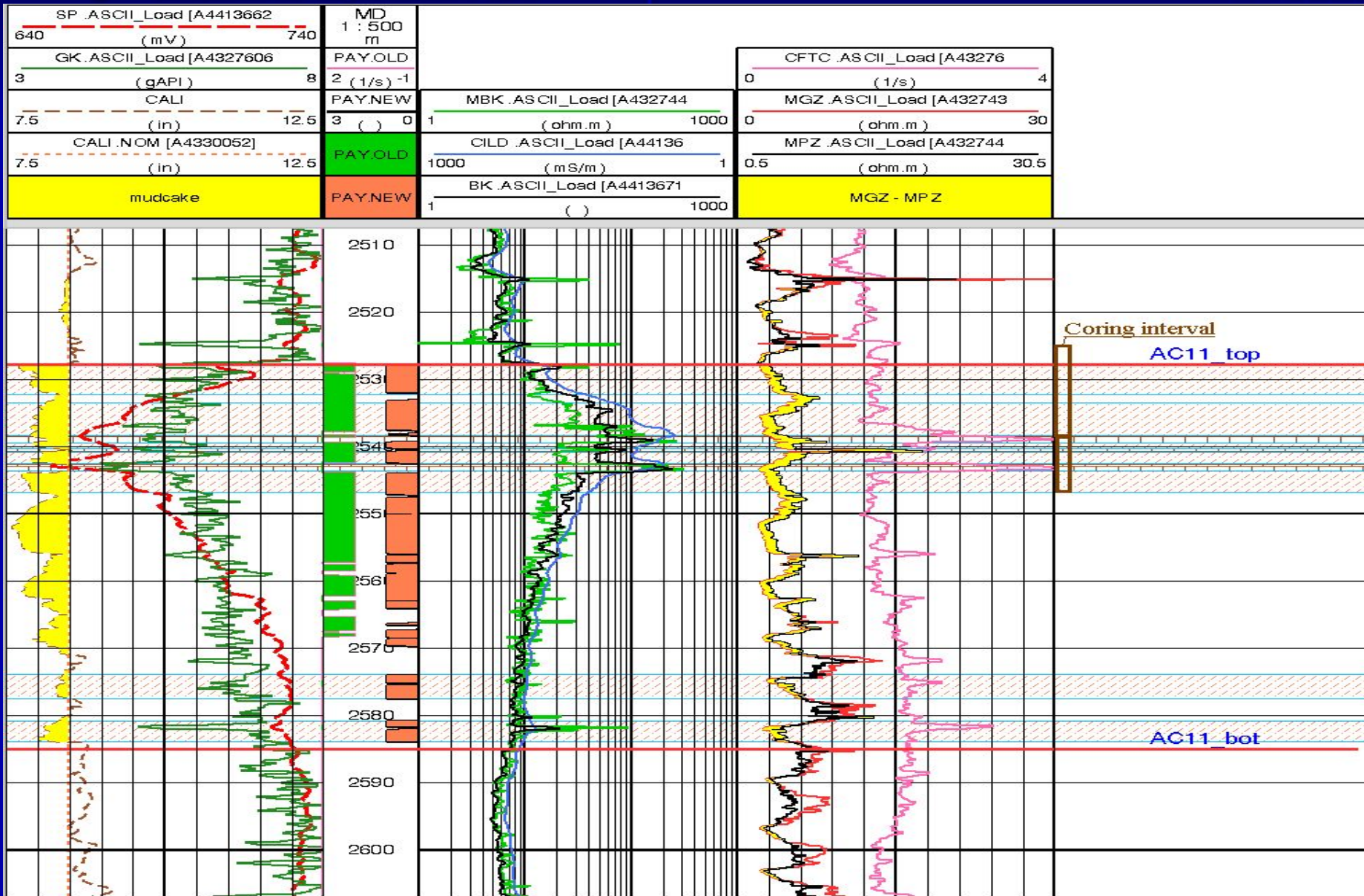
Spectroscopy Gamma Ray (SGR) (GAPI) 0 150				Delta-T Long Spacing Near (DTLN) (US/F) 140 40	
Computed Gamma Ray (CGR) (GAPI) 0 150					
Washout	IL-Deep Resistivity (ILD) (OHMM) 20 2000	1.95	Bulk Density (RHOB) (G/C3)	2.95	
Uranium Indicator	IL-Medium Resistivity (ILM) (OHMM) 20 2000	0	PhotoElectric Factor (PEF) (----) 10	Delta-T Long Spacing Far (DTLF) (US/F) 140 40	
Head Tension (HTEN) (LBF) -200 1800	Caliper (CALI) (IN) 6 16	0.2	IL-Medium Resistivity (ILM) (OHMM) 20	0.45	Neutron Porosity (NPHI) (V/V) -0.15
Tension (TENS) (LBF) 3000	Bit Size (BS) (IN) 6 16	0.2	IL-Deep Resistivity (ILD) (OHMM) 20	-0.25	Bulk Density Correction (DRHO) (G/C3) 0.25



Типичный набор  
диаграмм ГИС  
Северное море

# Представление данных ГИС

## Типичный набор диаграмм ГИС – Западная Сибирь





# Треки записи каротажные диаграмм

центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела магистерские программы

HERIOT WATT

Геологический  
Трек (корреляция)

Электрический  
Трек

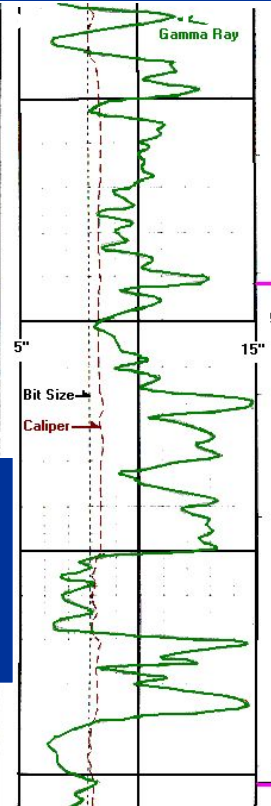
Геологический  
Трек (корреляция)

Трек  
Пористости

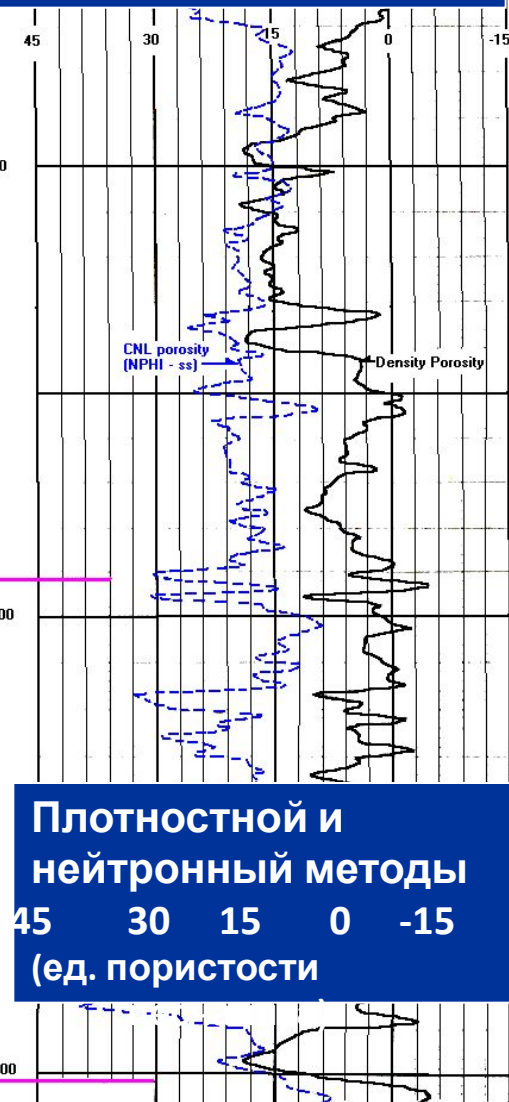


Метод  
ПС  
(мВ)

Метод ГК  
0 150  
(Ед. API)  
Каверноме  
р



Двойной индукционный и  
Фокусированный зонд  
.2 1.0 10 100 2000  
(Логарифмический м-б)



Плотностной и  
нейтронный методы  
45 30 15 0 -15  
(ед. пористости)

FT = 130 deg F  
Rmf = 2.6 ohmm @ 60 F

SP scale : 15

Resistivity : DIL-SFL  
scale : 0.2 to 2000 ohmm

GR: 0 to 150 API

CNL - FDC :  
Sandstone Matrix  
45 30 15 0 -15 scale.

Formation tops:  
Ellerslie : 5348 ft.  
Detrital : 5492 ft.  
Mississippian : 5602 ft.

- Problem:
- 1) Calculate  $R_w$  from the S.P.
  - 2) Calculate  $R_{wa}$  in a 100% wet zone.
  - 3) Identify all the sands that contain hydrocarbon and identify any free water levels, oil-water contacts, gas-water contacts, transition zones and any intervals at irreducible water saturation.
  - 4) draw the capillary pressure curve for the sand at 5410 ft.
  - 5) What will the sand at the top of the Ellerslie Fm. produce on test and why?

### Spontaneous Potential

SP (MV) -180.0      20.00	DEPTH		
		TRACK 2	TRACK 3

SPONTANEOUS POTENTIAL MILLIVOLTS  - 10 +	DEPTH		
		TRACK 2	TRACK 3

### Caliper - Gamma Ray

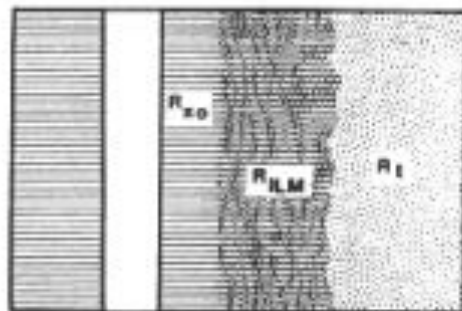
CALIPER      DIAM. IN INCHES 8      18	DEPTH		
GAMMA RAY      API UNITS 0      100			
		TRACK 2	TRACK 3

**Стандартные заголовки и масштабы диаграмм методов ПС, ГК, кавернометрии**



### Induction

	DEPTH	ILD( $\Omega m$ )	
		0.2000	2000.
		ILM( $\Omega m$ )	
		0.2000	2000.
		SFLU( $\Omega m$ )	
		0.2000	2000.
TRACK 1		TRACK 2	TRACK 3



**Стандартные заголовки и масштабы диаграмм электрических методов – индукционной и боковой каротажи**

# Стандартные заголовки и масштабы диаграмм нейтронного, плотностного и акустического методов

## Neutron - Density

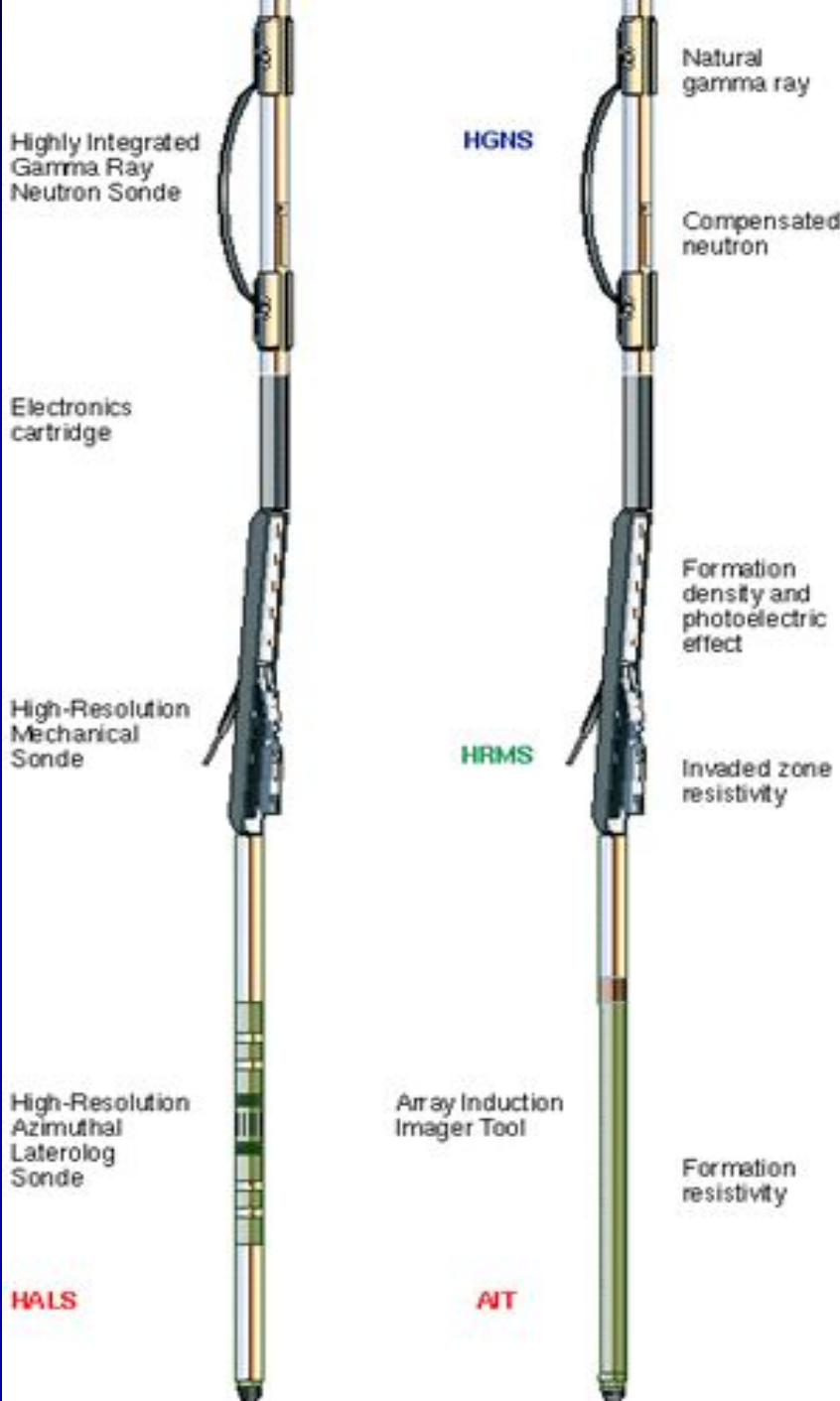
DEPTH	NPHI (SS) -0.150	
	0.4500	DPHI (SSI) -0.150
	0.4500	-0.150
TRACK 1	TRACK 2	TRACK 3

DEPTH	POROSITY INDEX % <u>55</u> MATRIX	
	COMPENSATED FORMATION DENSITY POROSITY	
	80	45 30 15 0
	COMPENSATED NEUTRON POROSITY	
	80	45 30 15 0
FIELD PRINT SECTION		
CORRECTION GRAMS CC		
Use this scale when correction curve is presented in Track 3		
	- .25	0 + .25
TRACK 1	TRACK 2	TRACK 3

## Sonic

DEPTH	INTERVAL TRANSIT TIME	
	MICROSECONDS PER FOOT $\Delta T$	
	150	50
TRACK 1	TRACK 2	TRACK 3

# Типовые многофункциональные скважинные приборы - зонды





Petroleum Learning Centre  
центр профессиональной переподготовки  
специалистов нефтегазового дела

MSc Programs  
Магистерские программы



# Задачи геофизических исследований в скважинах и комплексы ГИС





# Задачи геофизических исследований в скважинах

1. **Технические** – изучение технического состояния скважин (пространственное положение и профиль ствола, пластовая температура и свойства бурового раствора)
2. **Геологические** – изучение состава и свойств пород в разрезах скважин (литологический состав пород, расчленение и корреляция разрезов, выделение и оценка коллекторов, определение ФЕС, определение положения флюидоконтактов)



**Petroleum Learning Centre**  
центр профессиональной переподготовки  
специалистов нефтегазового дела

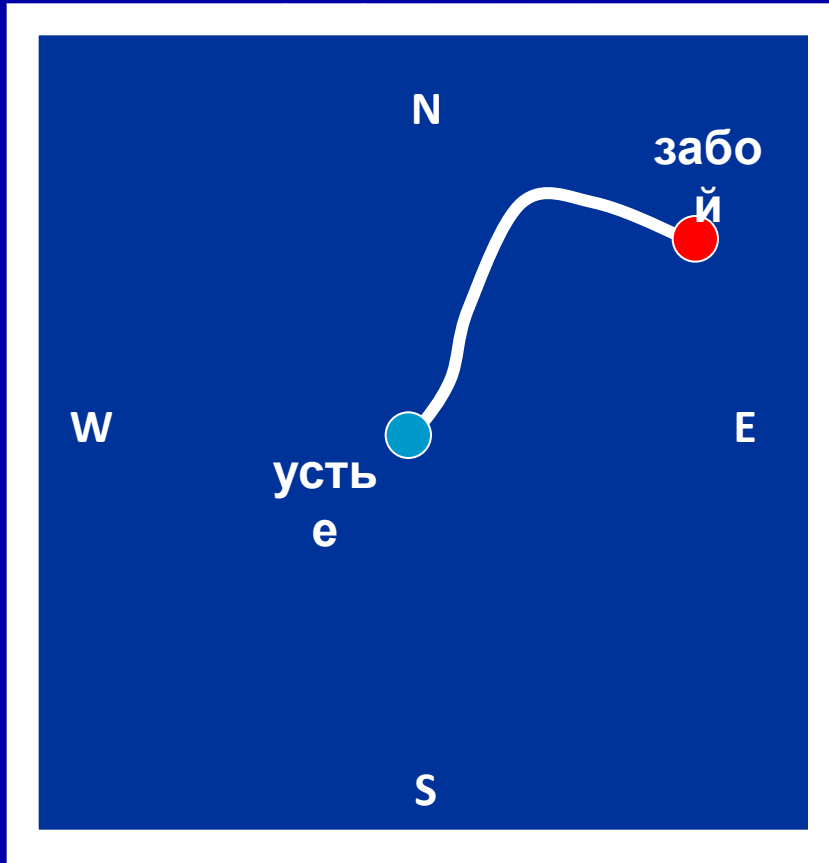
**MSc Programs**  
Магистерские программы



# **Методы контроля технического состояния скважин**

# Инклинометрия скважин - Borehole Deviation Surveys

Азимутальная ориентировка ствола

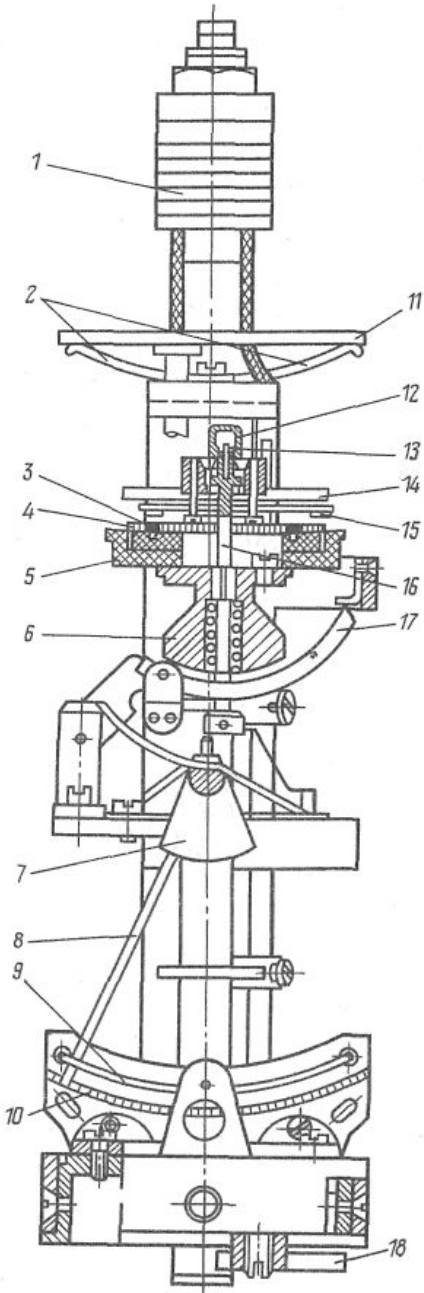


Вертикальное отклонение ствола скважины



# Инклинометр магнитный

анализ  
газового дела



1 – токосъемное кольцо с коллектором;

2 – возвратные пружины;

3 – токосъемное кольцо;

4 – кольцевой реохорд;

5 – пластмассовый корпус;

6 – груз;

7 – отвес;

8 – конец стрелки;

9 – дужка конца стрелки;

10 – реохорд;

11 – нажимное кольцо;

12 – колпачок с агатовым подшипником;

13 – острие;

14 – магнитная стрелка;

15 – изолированный пружинный контакт;

16 – подвижная ось;

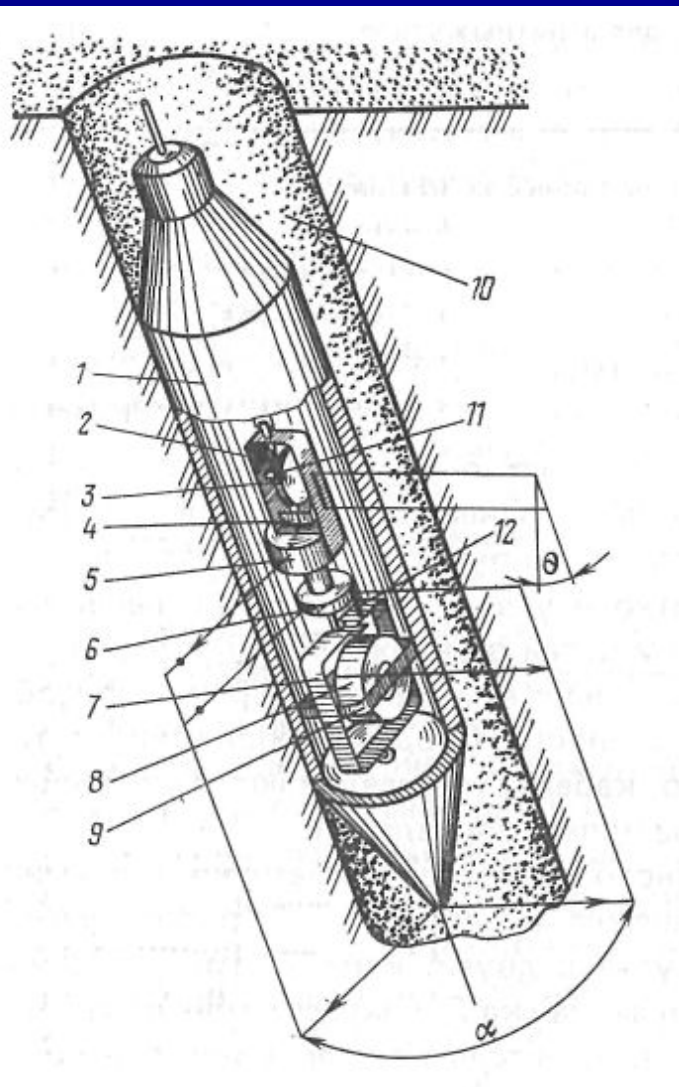
17 – дугообразный рычаг;

18 – груз

**Инклинометры магнитные** предназначены для измерения угла и азимута искривления необсаженных скважин. Инклинометр магнитный состоит из скважинного прибора и наземной панели. Пространственное положение инклинометра определяется с помощью трех чувствительных элементов: рамки, отвеса и буссоли.



# Гироскопический инклинометр



- 1 – корпус;
- 2 – наружная рамка;
- 3 – ось вращения;
- 4 – грузик;
- 5 – эксцентричный грузик;
- 6 – реохорд азимута;
- 7 – кардановое кольцо;
- 8 – гироскоп;
- 9 – внутреннее кольцо;
- 10 – скважина;
- 11 – щетка;
- 12 – щетка азимута.

Спуск прибора в скважину рекомендуется проводить со скоростью 1-2 м/с. В точке замера прибор останавливают не менее чем на 5 сек. Измерения проводят при спуске. Каждый раз фиксируется время, когда проводился замер на данной глубине. При подъеме скважинного прибора делают контрольные измерения в тех же самых точках, что и при спуске, и также фиксируется время замера.





# Схематическая таблица результатов измерений

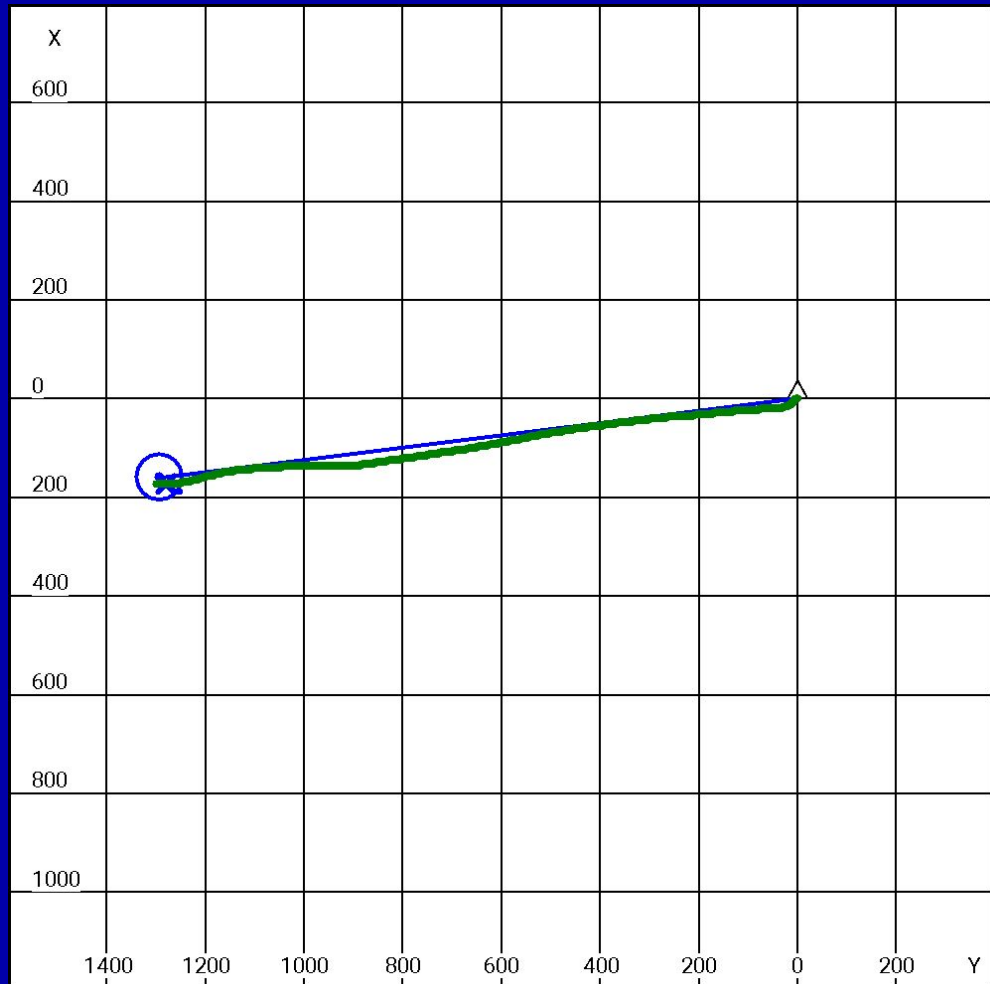
№	Глубина	Угол	Азимут	Дир Угол	Смещ.	Удлин.	Абс. Глубина	С-Ю	З-В	Простр. Инт.град/ 10м
263	2630	23.20	<b>245.5</b>	<b>262.21</b>	1241.22	345.05	-2206.48	-168.32	-1229.75	0.66
264	2640	22.64	<b>246.9</b>	<b>262.19</b>	1245.10	345.84	-2215.69	-169.20	-1233.55	0.77
265	2650	22.07	<b>247.4</b>	<b>262.18</b>	1248.89	346.59	-2224.94	-169.99	-1237.27	0.61
266	2660	21.50	<b>248.4</b>	<b>262.17</b>	1252.59	347.31	-2234.22	-170.72	-1240.90	0.68
267	2670	21.20	<b>248.7</b>	<b>262.16</b>	1256.23	347.99	-2243.54	-171.39	-1244.48	0.32
268	2680	20.79	<b>249.2</b>	<b>262.15</b>	1259.81	348.66	-2252.87	-172.02	-1248.01	0.45
269	2690	20.47	<b>249.9</b>	<b>262.15</b>	1263.33	349.30	-2262.23	-172.61	-1251.48	0.39
270	2700	20.05	<b>250.9</b>	<b>262.14</b>	1266.79	349.92	-2271.61	-173.14	-1254.90	0.56
271	2710	19.83	<b>252.0</b>	<b>262.14</b>	1270.20	350.52	-2281.01	-173.60	-1258.28	0.43
272	2720	19.87	<b>252.9</b>	<b>262.15</b>	1273.60	351.11	-2290.42	-174.00	-1261.66	0.29
273	2730	19.97	<b>254.1</b>	<b>262.15</b>	1277.00	351.71	-2299.82	-174.34	-1265.05	0.44
274	2740	19.82	<b>255.2</b>	<b>262.16</b>	1280.40	352.31	-2309.22	-174.61	-1268.44	0.39
275	2750	19.50	<b>256.4</b>	<b>262.17</b>	1283.75	352.89	-2318.64	-174.81	-1271.80	0.51
276	2760	19.56	<b>257.3</b>	<b>262.19</b>	1287.08	353.46	-2328.07	-174.95	-1275.14	0.33
277	2770	19.64	<b>258.8</b>	<b>262.21</b>	1290.41	354.04	-2337.49	-175.02	-1278.49	0.48
278	2780	19.42	<b>259.0</b>	<b>262.22</b>	1293.73	354.62	-2346.91	-175.04	-1281.83	0.23



# Азимутальная ориентировка ствола скважины

(проекция скважины на горизонтальную плоскость)

-  - проектная траектория ствола скважины
-  - фактическая траектория ствола скважины

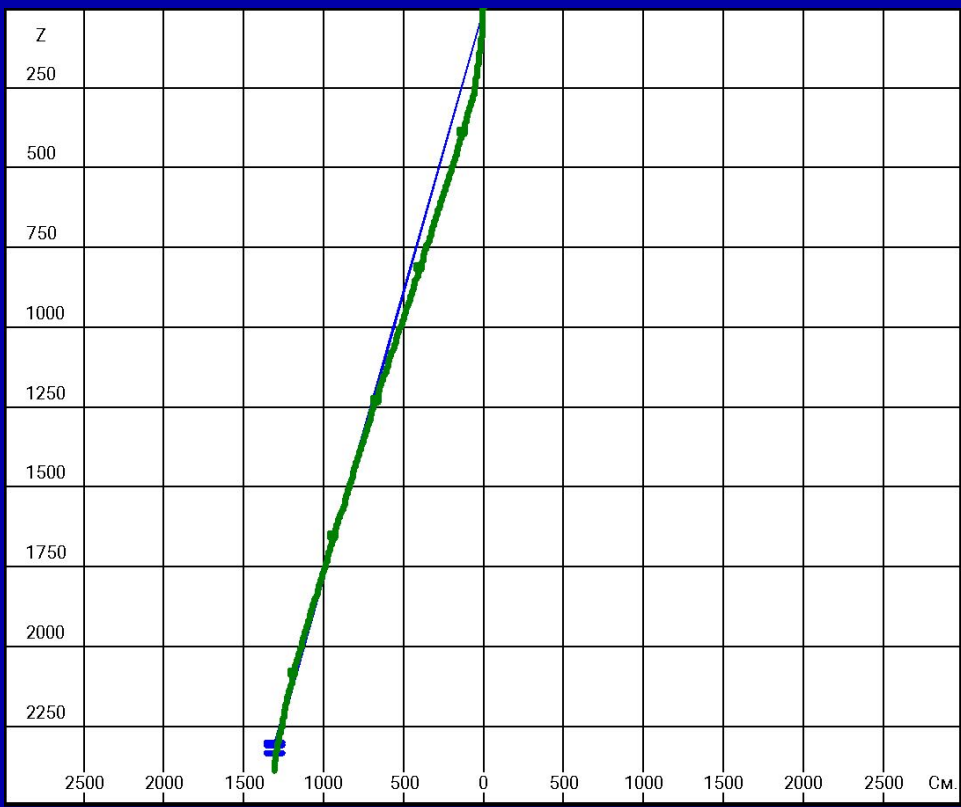




# Азимутальная ориентировка ствола скважины (проекция скважины на вертикальную плоскость)

центр профессиональной переподготовки  
специализированные магистерские программы

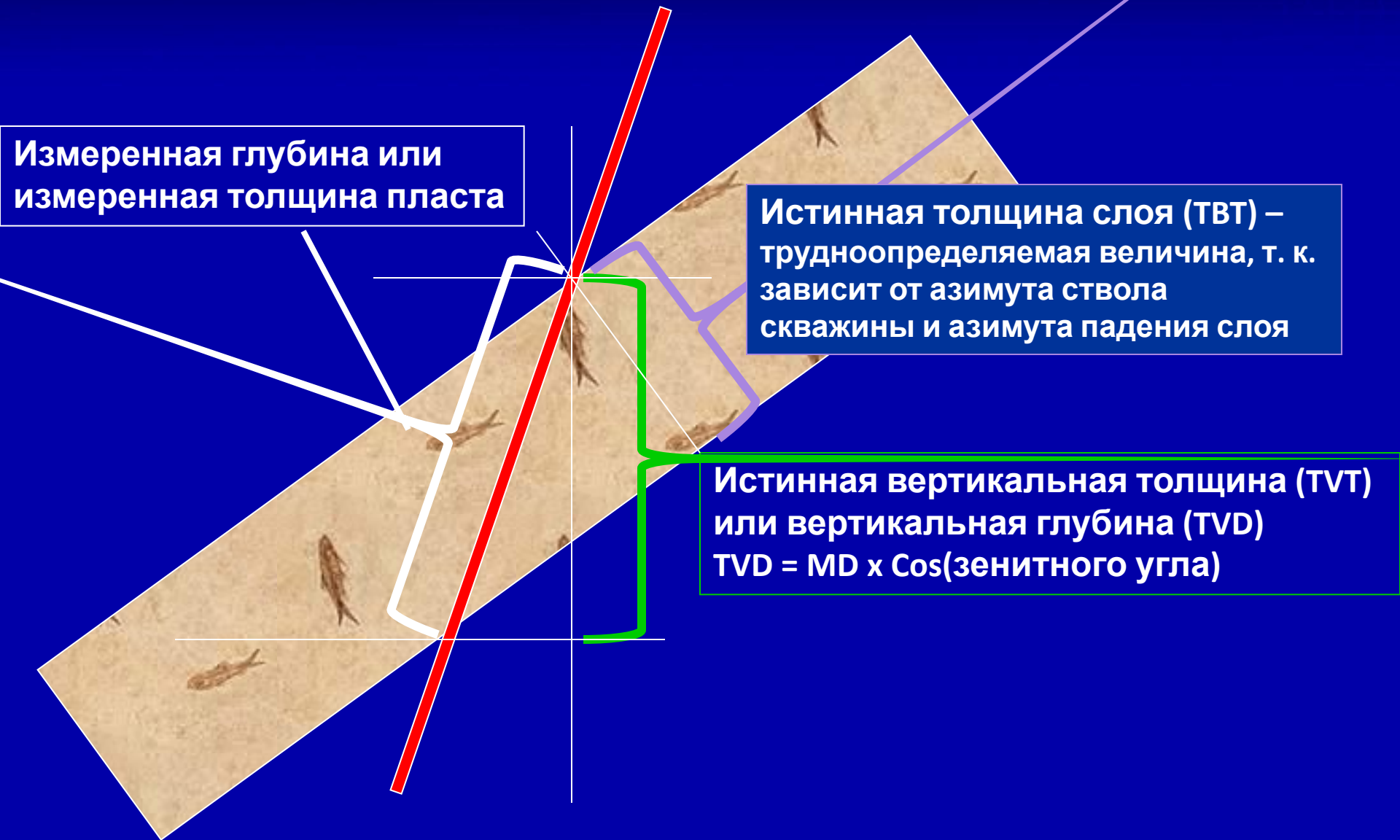
- проектная траектория  
стволо скважины
- фактическая траектория  
стволо скважины







# Отклонение скважины и толщина слоя



Измеренная глубина или измеренная толщина пласта

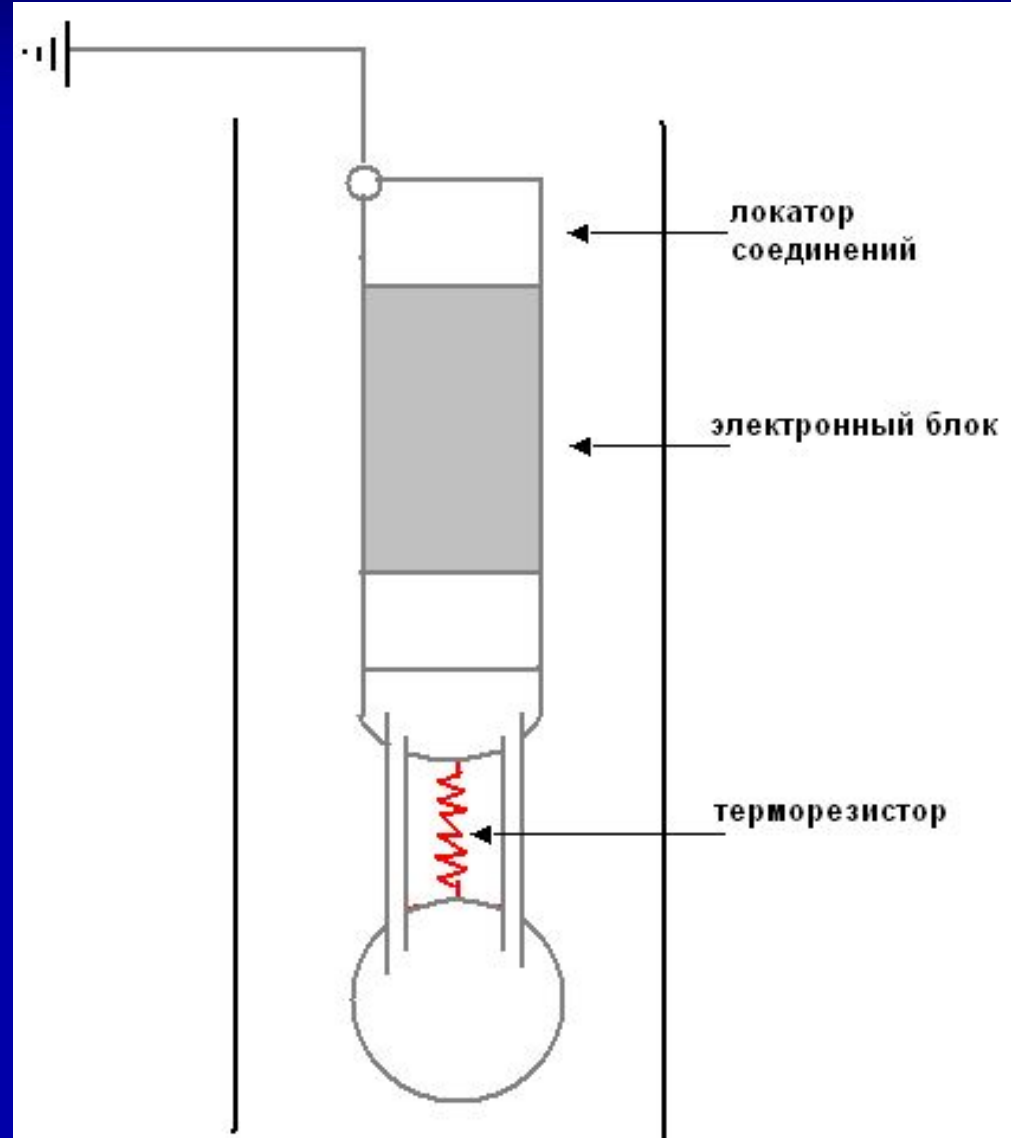
Истинная толщина слоя (ТВТ) – трудноопределяемая величина, т. к. зависит от азимута ствола скважины и азимута падения слоя

Истинная вертикальная толщина (ТВТ) или вертикальная глубина (TVD)  
 $TVD = MD \times \cos(\text{зенитного угла})$



# Скважинный термометр

- Большинство термометров основаны на одном и том же принципе:**
- температура окружающей среды влияет на электрическую проводимость тонкого провода.
  - изменения в проводимости фиксируются электронным блоком.





# Естественное тепловое поле Земли

Изменение интенсивности солнечного излучения определяет колебания температур пород

**Континент**

10 – 40м

**Водные толщи**

до 300м

**Слои постоянных суточных и годовых температур (нейтральные слои)** – слои, в которых колебания суточных и годовых температур становится незначительными.

$$t_{nc} = T_m$$

$t_{nc}$  – температура нейтрального слоя;

$T_m$  – среднегодовая температура поверхности Земли

Ниже этого слоя повсеместно наблюдается закономерное возрастание температуры с глубиной, определяемое внутренним теплом Земли.

# Геотермический градиент

Изменение температуры Земли в °С на 100м глубины.

$$\Gamma_{100} = 100 \frac{(T_2 - T_1)}{H_2 - H_1}.$$

$$\Gamma = q * \xi,$$

$\xi$  - тепловое сопротивление породы.

Этим вызваны изменения значений геотермического градиента при пересечении скважиной различных пород, что отмечается изменением угла наклона термограммы

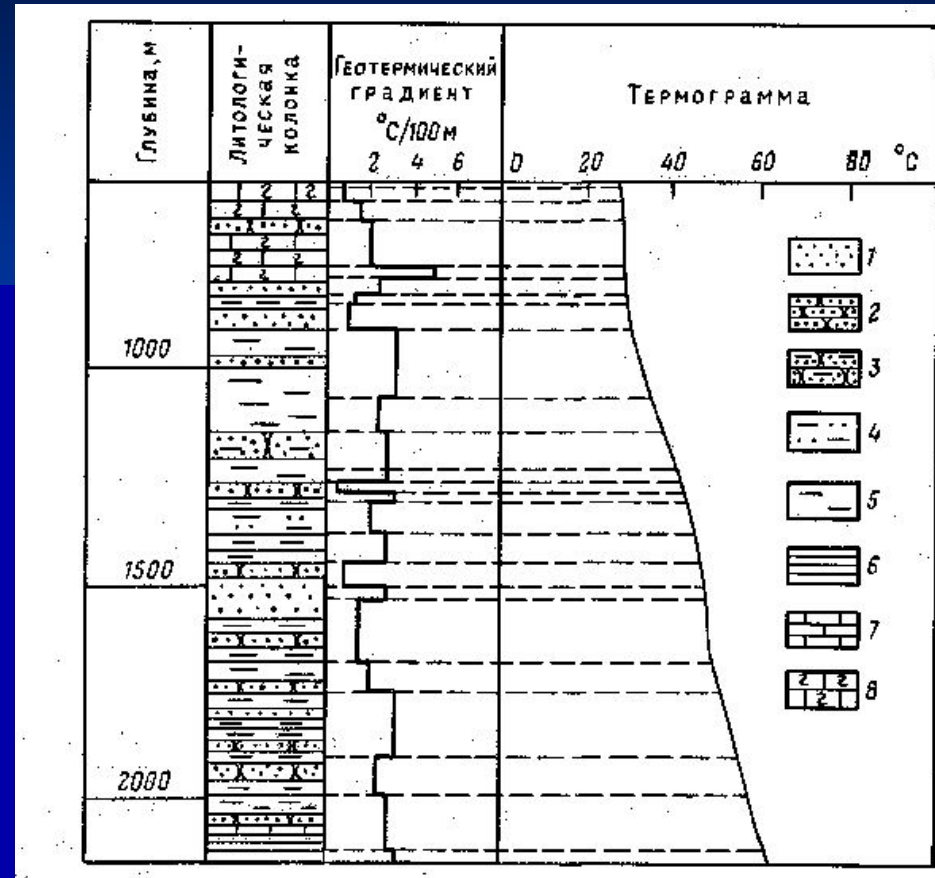
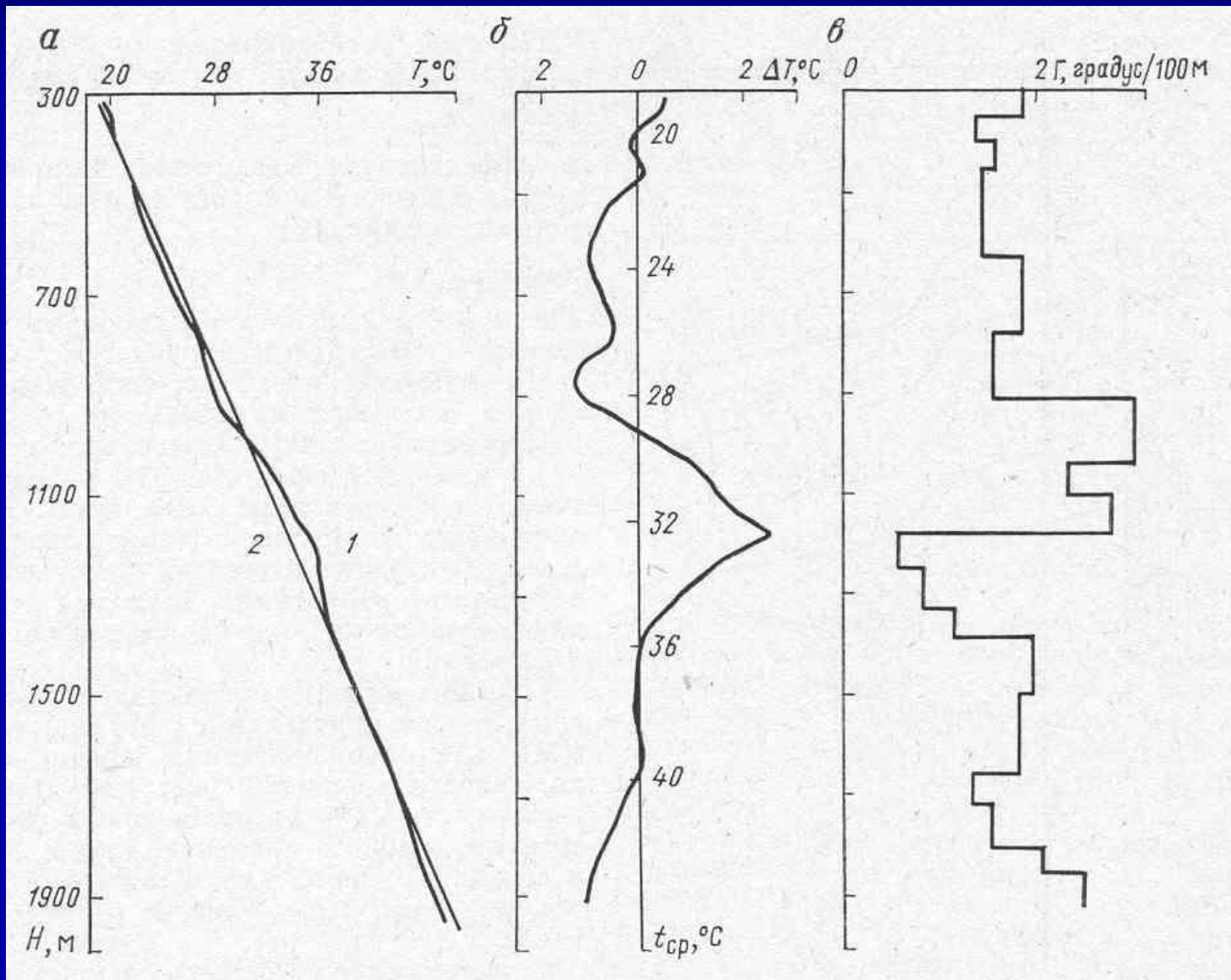


График изменения геотермического градиента  $\Gamma$  по одной из скважин в центральной части Днепровско-Донецкой впадины.  
 1—песок; 2—песчаник; 3—глинистый песчаник; 4—глина  
 песчанистая; 5—глина-6—аргиллит; 7—известняк; 8—песч. мел



# Диаграммы термометрии скважин





# Термометрия

## Назначение

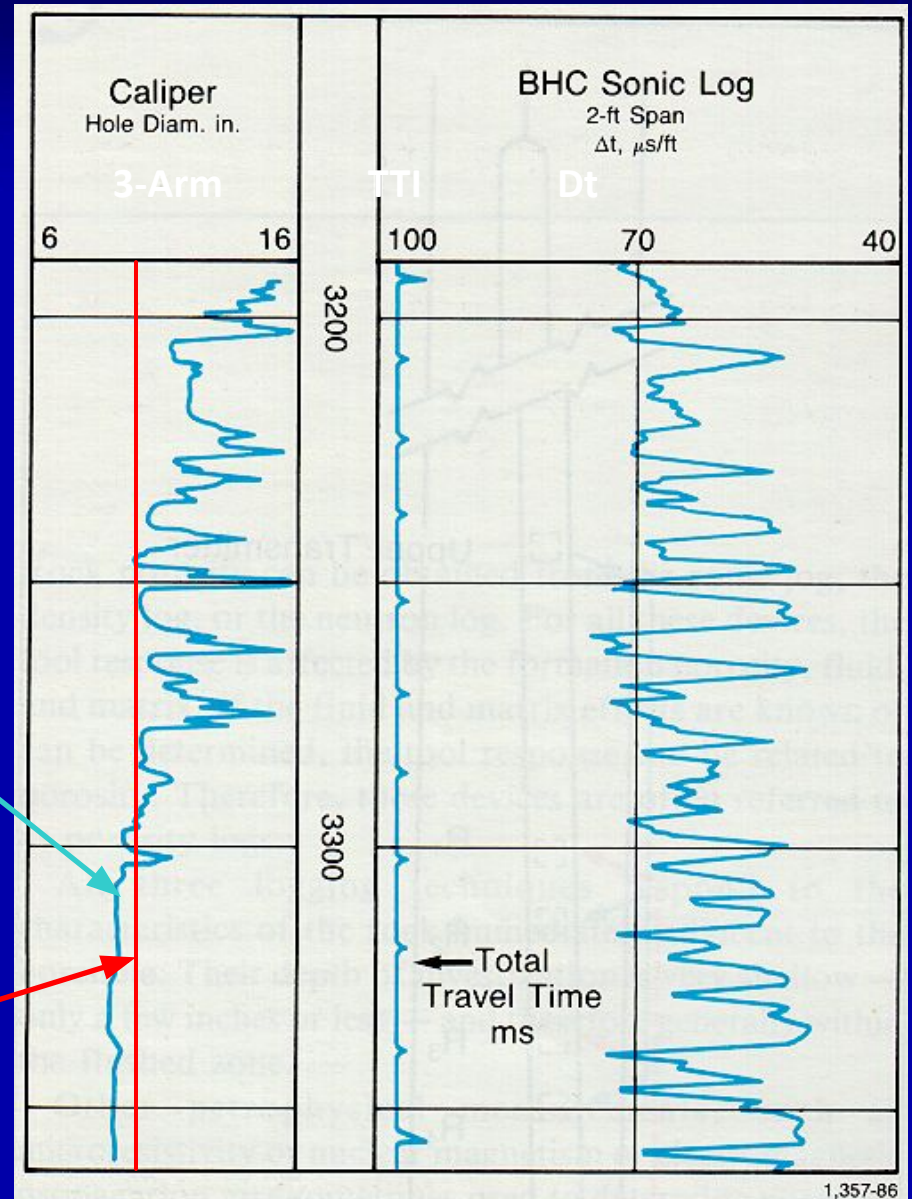
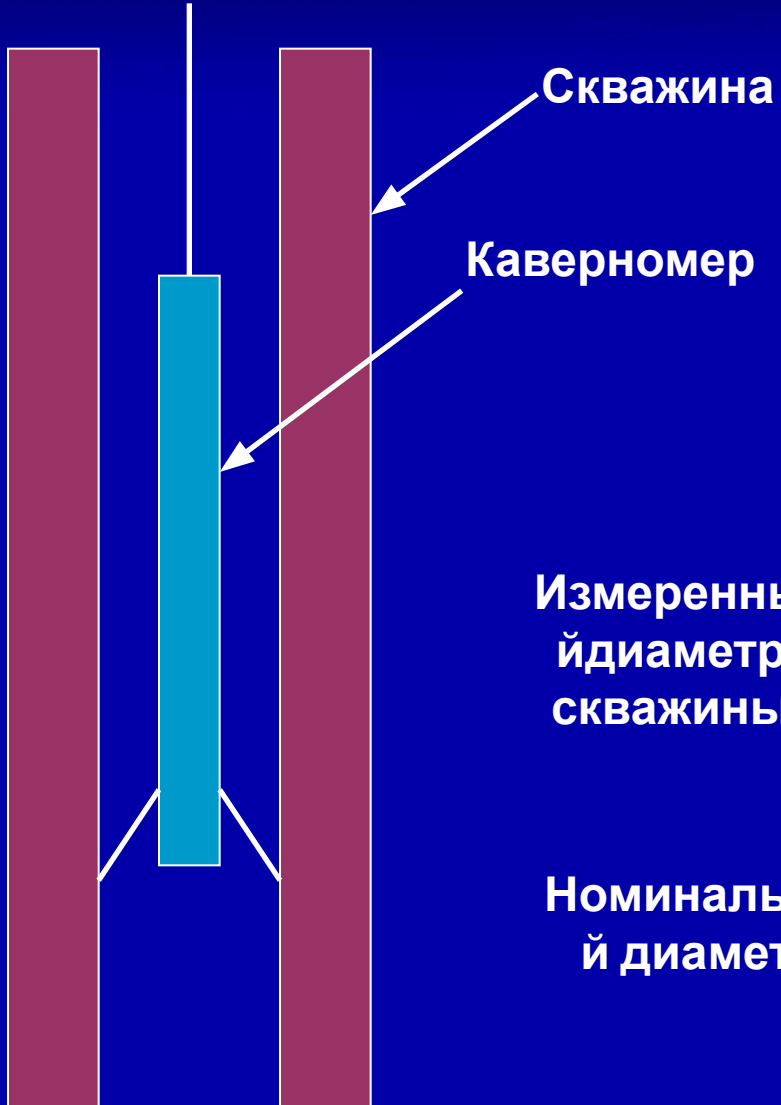
- Коррекция показаний других зондов
- Оценка зрелости углеводородов
- Корреляция
- Перетоки жидкостей
- Аномально высокое давление



# Кавернометрия скважин - Caliper

Petroleum Learning Centre  
центр профессиональной переподготовки  
специалистов нефтегазового дела

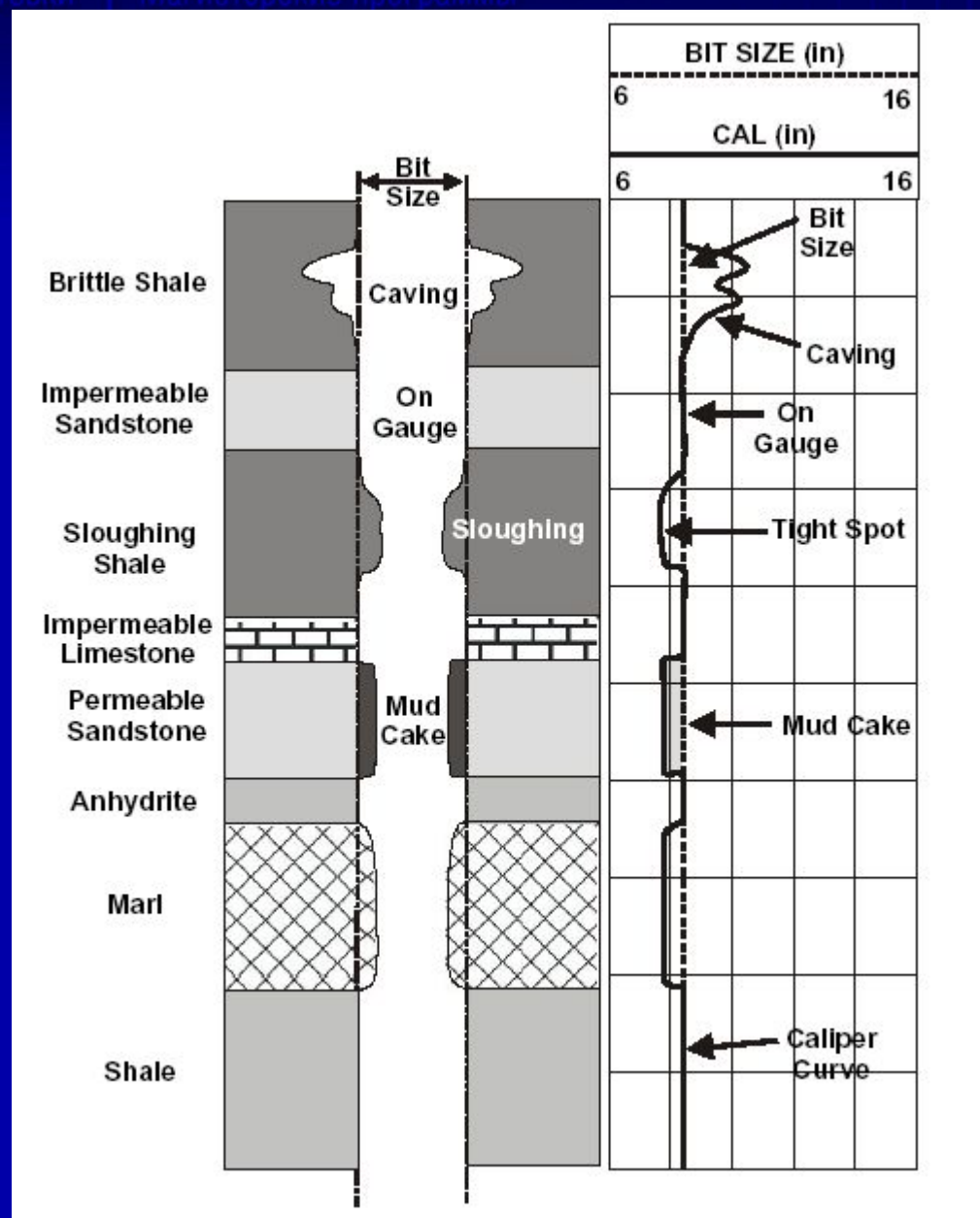
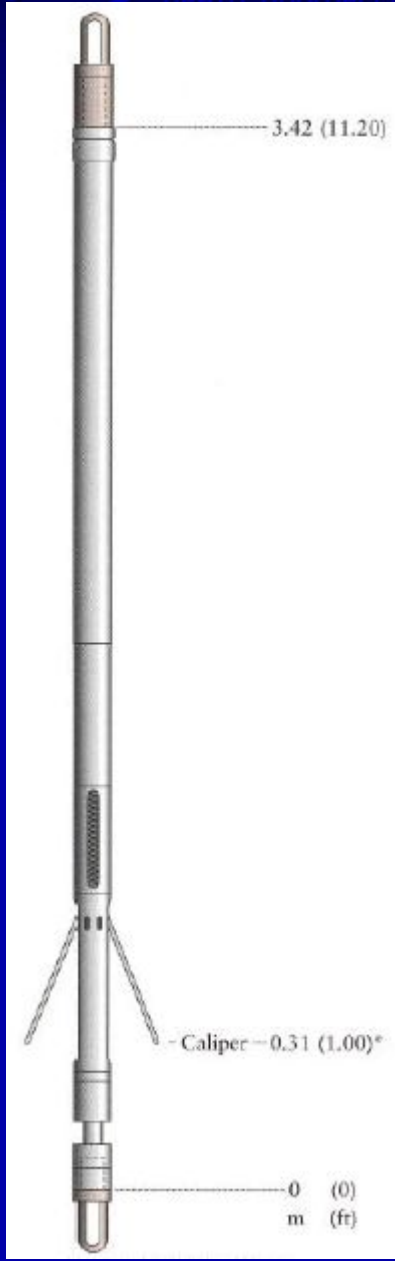
MSc Programs  
Магистерские программы



# Кавернометрия и литология

Petroleum Engineering  
 центр профессиональной переподготовки  
 нефтегазового дела

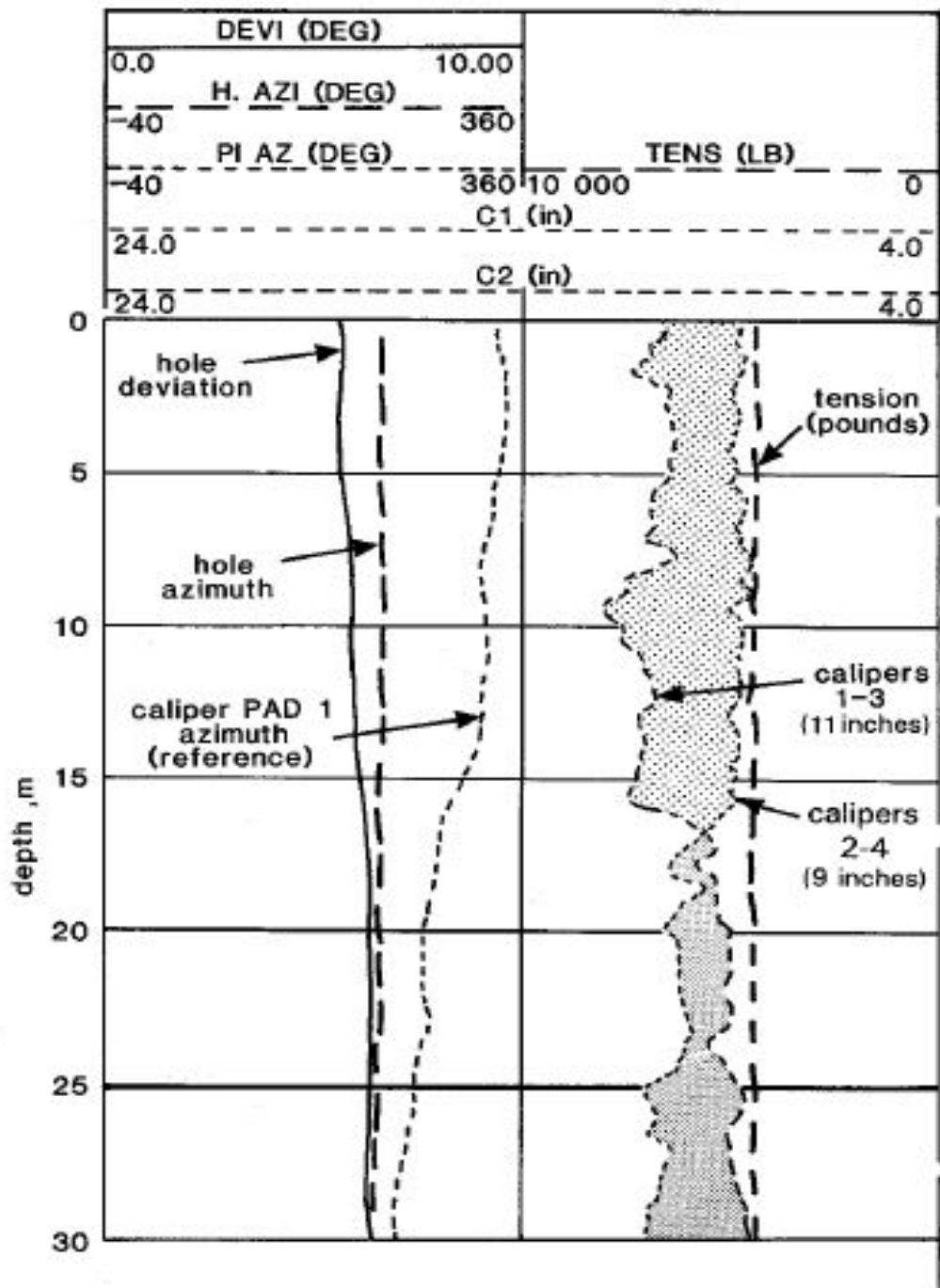
Магистерские программы



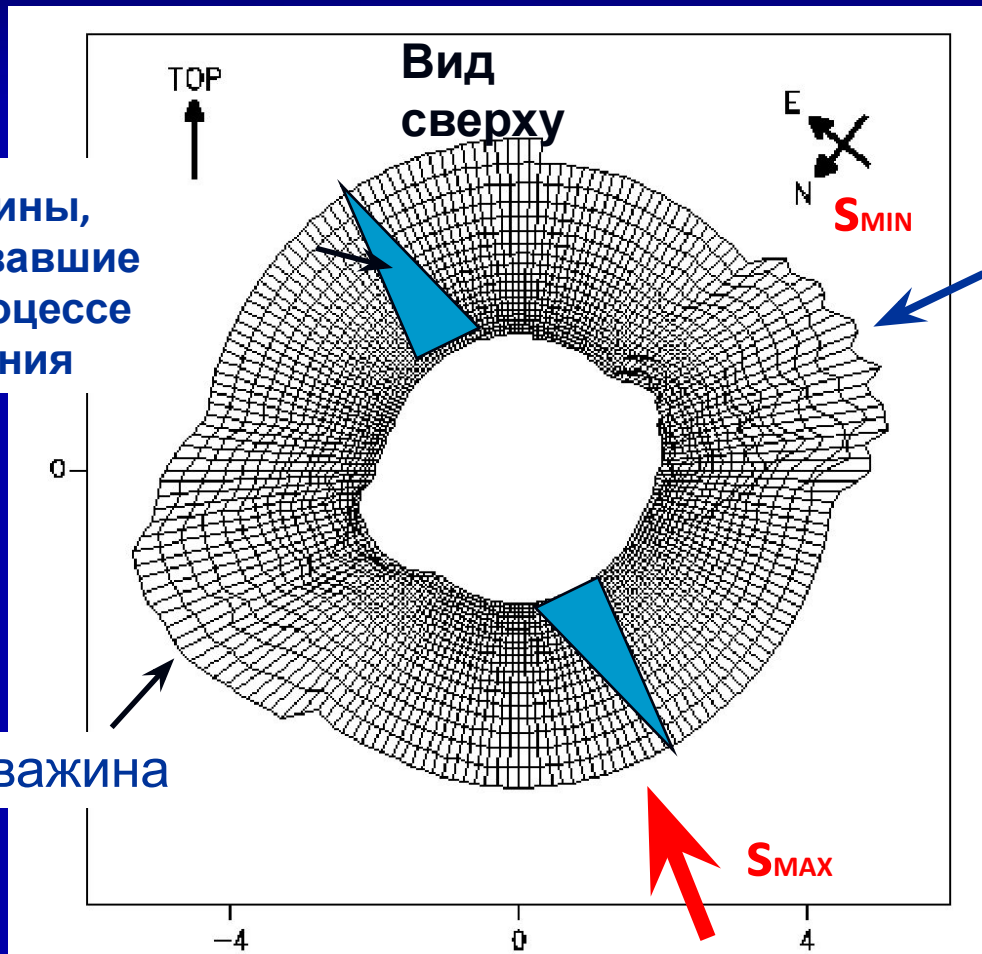


# BOREHOLE GEOMETRY LOG

## Сводные данные по геометрии скважины по данным калвернометрии и инклинометрии



# Ориентация напряжений в скважине по данным кавернометрии



Трещины,  
образовавшие  
ся в процессе  
бурения

скважина

О напряжениях горной породы во время бурения скважин было известно из различных измерений профиля скважины по данным ориентированных каверномеров.



# Кавернометрия

## Назначение

- Оценка литологии
- Проницаемые/непроницаемые зоны
- Расчет толщины глинистой корки
- Расчет объема скважины
- Расчет требуемого объема цемента
- Оценка формы скважины и коррекции показаний других приборов

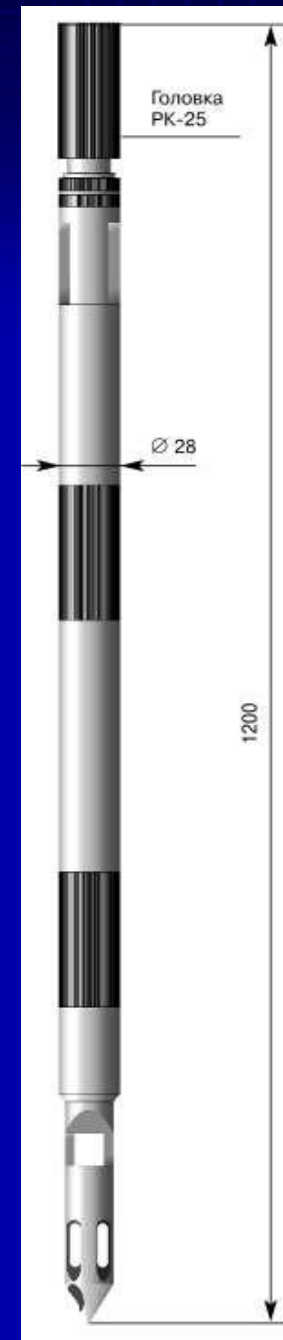


# Резистивиметрия

## Скважинный резистивиметр

Предназначен для бесконтактного измерения удельной проводимости водонефтяной эмульсии, воды, бурового раствора различной минерализации в колонне, в насосно-компрессорных трубах эксплуатационных и нагнетательных скважин.

В приборе используется индукционный метод измерения электропроводности жидкости.



# Резистивиметрия и свойства компонентов бурового раствора

## Basic Material

Schlumberger

### Estimation of $R_{mf}$ and $R_{mc}$

Gen-7

Direct measurements of filtrate and mudcake samples are preferred. When not available, filtrate resistivity,  $R_{mf}$ , and mudcake resistivity,  $R_{mc}$ , may be estimated from one of the following methods.

#### Method 1

*Lowe and Dunlap (Reference 36)*

For freshwater muds with mud resistivity,  $R_m$ , in the range from 0.1 to 2.0 ohm-m at 75°F [24°C], and *measured* values of  $R_m$  and mud density,  $\rho_m$ , in pounds per gallon:

$$\log \left( \frac{R_{mf}}{R_m} \right) = 0.396 - 0.0475 \rho_m$$

#### Method 2

*Overton and Lipson (Reference 1)*

For drilling muds with mud resistivity,  $R_m$ , in the range from 0.1 to 10.0 ohm-m at 75°F [24°C], where  $K_m$  is given as a function of mud weight in the table below:

$$R_{mf} = K_m (R_m)^{1.07}$$

$$R_{mc} = 0.69 (R_{mf}) \left( \frac{R_m}{R_{mf}} \right)^{2.65}$$

*Example:*  $R_m = 3.5$  ohm-m at 75°F [24°C]

Mud weight = 12 lbm/gal [1440 kg/m<sup>3</sup>]

Therefore,  $K_m = 0.584$

$R_{mf} = (0.584)(3.5)^{1.07} = 2.23$  ohm-m at 75°F

$R_{mc} = 0.69(2.23)(3.5/2.23)^{2.65} = 5.07$  ohm-m at 75°F

The calculated value of  $R_{mf}$  is more reliable than that of  $R_{mc}$ .

Mud Weight		$K_m$
lbm/gal	kg/m <sup>3</sup>	
10	1200	0.847
11	1320	0.708
12	1440	0.584
13	1560	0.488
14	1680	0.412
16	1920	0.380
18	2160	0.350

#### Method 3

A statistical approximation, for predominantly NaCl muds, is  $R_{mc} = 1.5 R_m$ , and  $R_{mf} = 0.75 R_m$ .



Petroleum Learning Centre  
центр профессиональной переподготовки  
специалистов нефтегазового дела

MSc Programs  
Магистерские программы



# Методы ГИС для решения геологических задач





# Классификация методов ГИС для решения геологических задач

Методы ГИС для решения геологических задач

Электрические

Радиоактивные

Другие

**Пассивные методы** используют естественные физические поля без внешнего источника возбуждения

**Активные методы** используют искусственно возбужденные поля, воздействующие на геологическую среду



# Электрические методы

- **Метод ПС - SP**
- **Метод КС – conventional electric log (SN, LN, LAT)**
- **Индукционный метод – (ILD, ILM, DIL)**
- **Боковой каротаж – LLD, LLS, DLL, SFL**
- **Электромагнитный каротаж - EPT**
- **Микрометоды**
  - **микробоковой каротаж – MSFL, MLL, PL**
  - **микроэлектрокаротаж КС - ML**





# Радиоактивные методы

- Гамма каротаж - GR
- Спектральный гамма каротаж – SGR, NGR
- Гамма-гамма каротаж
  - плотностной гамма-гамма каротаж – FDC
  - селективный гамма-гамма каротаж – LDT
- Нейтронный каротаж
  - нейтронный гамма каротаж – GNT, NEUT
  - нейтрон-нейтронный по тепловым нейтронам – CNL
  - нейтрон-нейтронный каротаж по надтепловым нейтронам – SNP



# Другие методы

- **Комплекс геолого-технических исследований (+ газовый каротаж) - MudLog**
- **Акустический каротаж**
  - по времени пробега волн – VHC, LSS
  - широкополосный – Array Sonic - AST
- **Ядерно-магнитный резонанс – NMR**
- **Рентгено-радиометрический каротаж – GLT**
- **Методы сканирования скважин - (FMI – Full bore Formation Micro imager / UBI – Ultrasonic borehole imager)**

# Методы контроля технического состояния скважин

- Инклинометрия - DEVI
- Кавернометрия – CALI (MCAL)
- Термометрия - TEMP
- Резистивиметрия - MRES

# Рекомендуемые комплексы ГИС для изучения геологических разрезов скважин



Petroleum Learning Centre  
центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела

MSc Programs  
Магистерские программы



<b>Задачи исследований</b>	<b>Состав комплекса</b>
<b>Общие (по всему разрезу скважины)</b>	Метод ПС – SP, Индукционный метод – ILD, ILM, Боковой каротаж – LLD, LLS, DLL, Гамма каротаж – GR, Плотностной гамма-гамма каротаж – FDC, Нейтрон-нейтронный по тепловым нейтронам – CNL, Акустический каротаж по времени пробега волн – VHC, LSS + все методы исследования технического состояния скважин
<b>Детальные (в продуктивном интервале)</b>	Метод ПС – SP, Индукционный метод – ILD, ILM, Боковой каротаж – SFL, <b>Спектральный гамма каротаж – SGR</b> , Плотностной и <b>литоплотностной</b> гамма-гамма каротаж – FDC+LDT, Нейтрон-нейтронный по тепловым нейтронам – CNL, <b>Широкополосный акустический каротаж волн – AST</b> , Микробоковой каротаж – MSFL, MLL, PL, Ядерно-магнитный резонанс – NMR, Методы сканирования скважин – FMI / IFLI



# Характеристики приборов

- Глубина исследования
- Вертикальное разрешение
- Форма поля исследования
- Скорость подъема



Petroleum Learning Centre  
центр профессиональной переподготовки  
специалистов нефтегазового дела

MSc Programs  
Магистерские программы



# Факторы, осложняющие данные ГИС



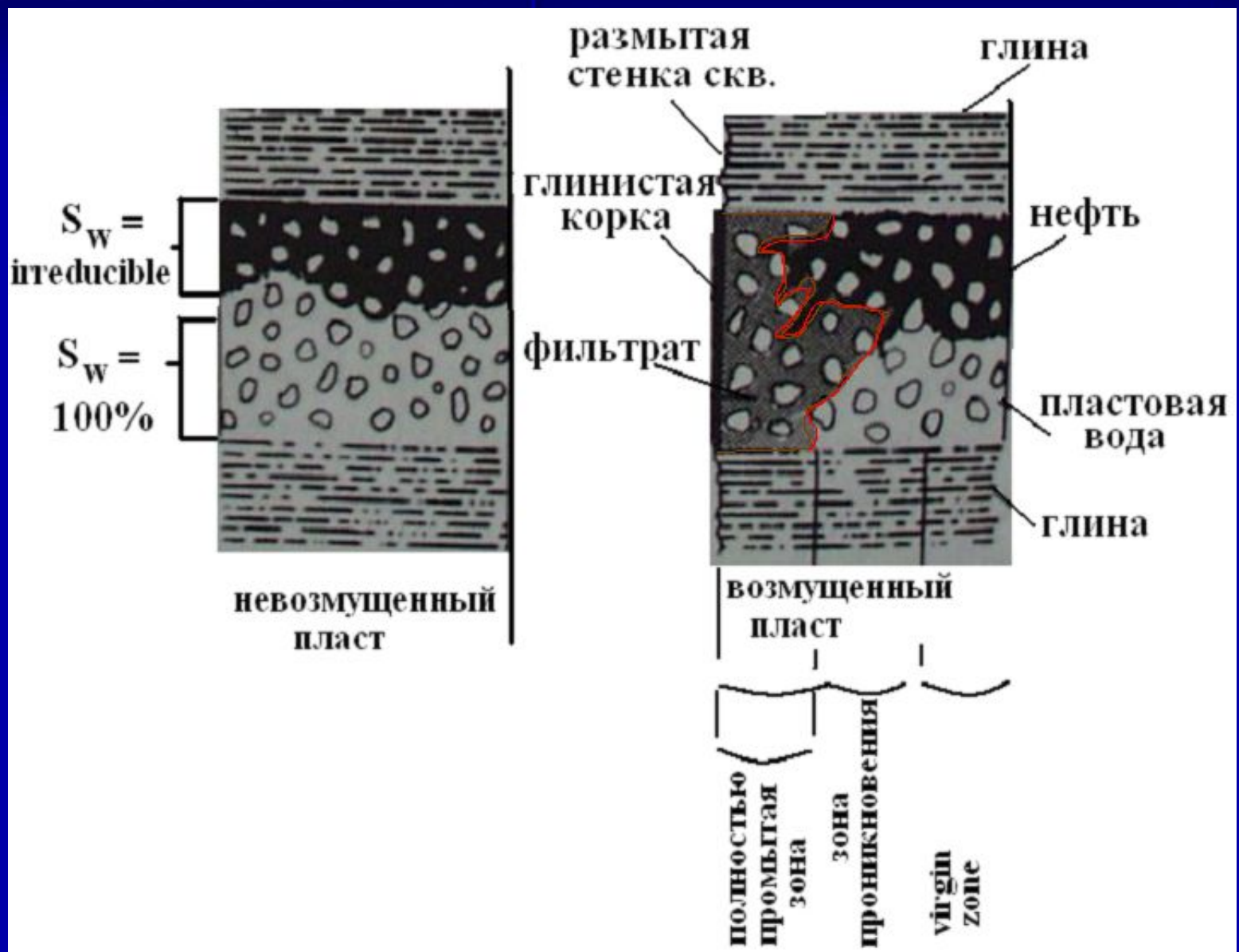
# Буровой раствор

Служит для:

- смазки долота
- выноса шлама
- стабилизации стенок скважины
- предотвращения выбросов (НГВП)



# Структура зоны проникновения

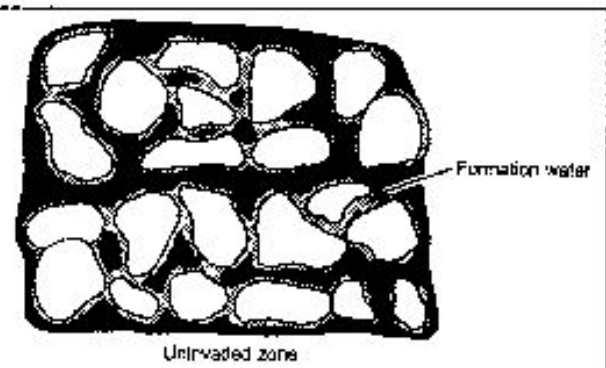


# Заполнение порового пространства различными

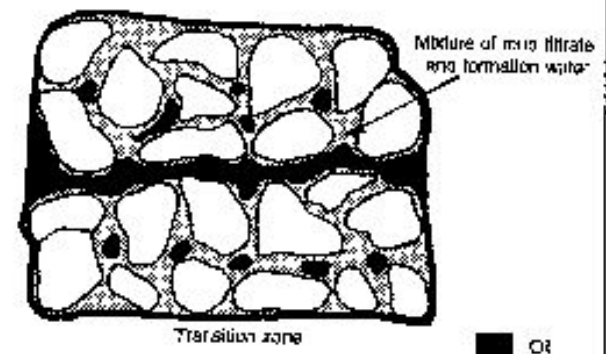
центр профессиональной переподготовки  
специалистов нефтегазового дела

Магистерские программы

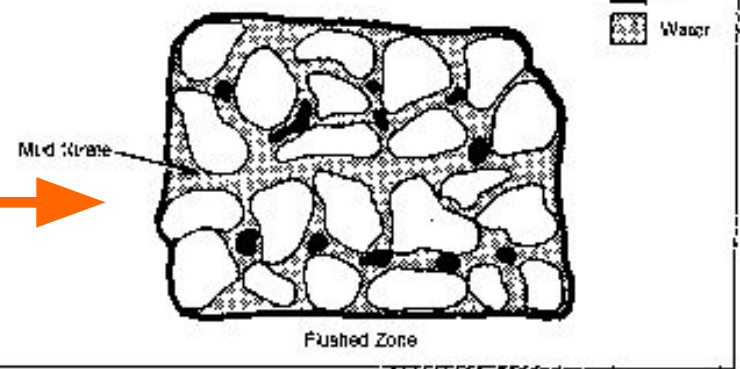
Uninvaded  
zone



Transition  
zone

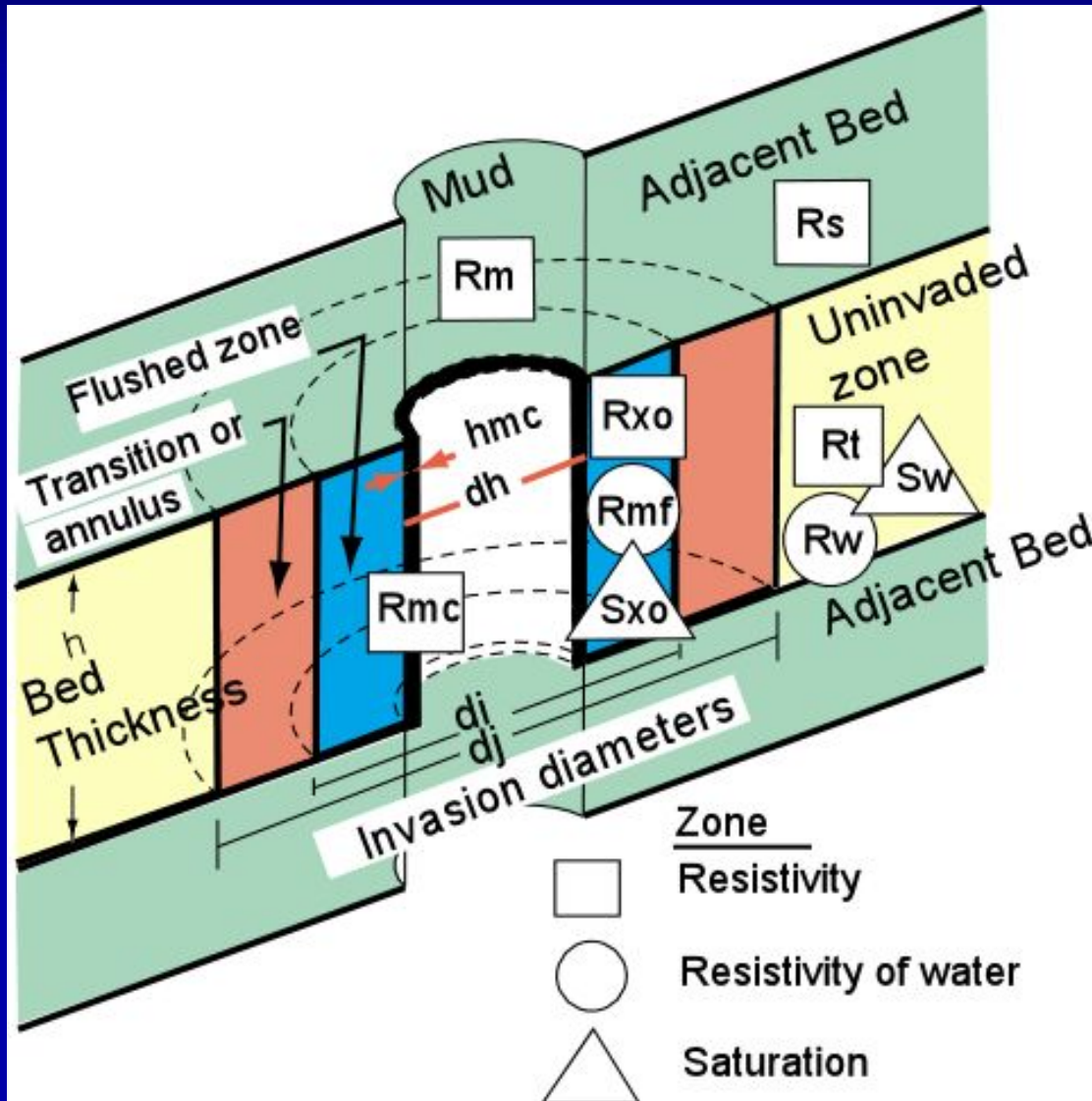


Flushed  
zone





# Параметры зоны проникновения



$R$  = уд. сопротивление  
( $\text{Ом} \cdot \text{м}$ )

$R_t$ ,  $R_w$ ,  $R_{xo}$ ,  $R_{mf}$

$S$  = насыщенность (%)

$S_w$ ,  $S_{xo}$ ,  $S_o$ ,  $S_{gas}$

$d$  = диаметр (дюймы или мм)

$h$  = толщина слоя (футы или метры)

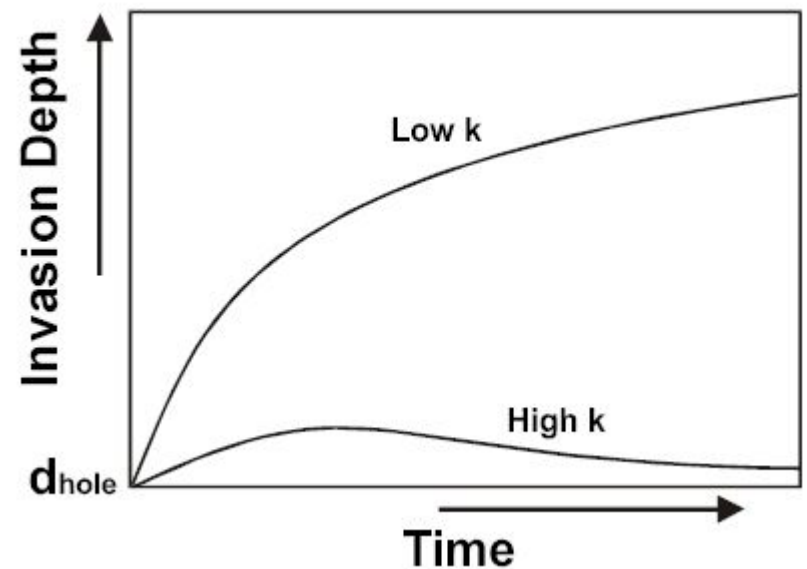
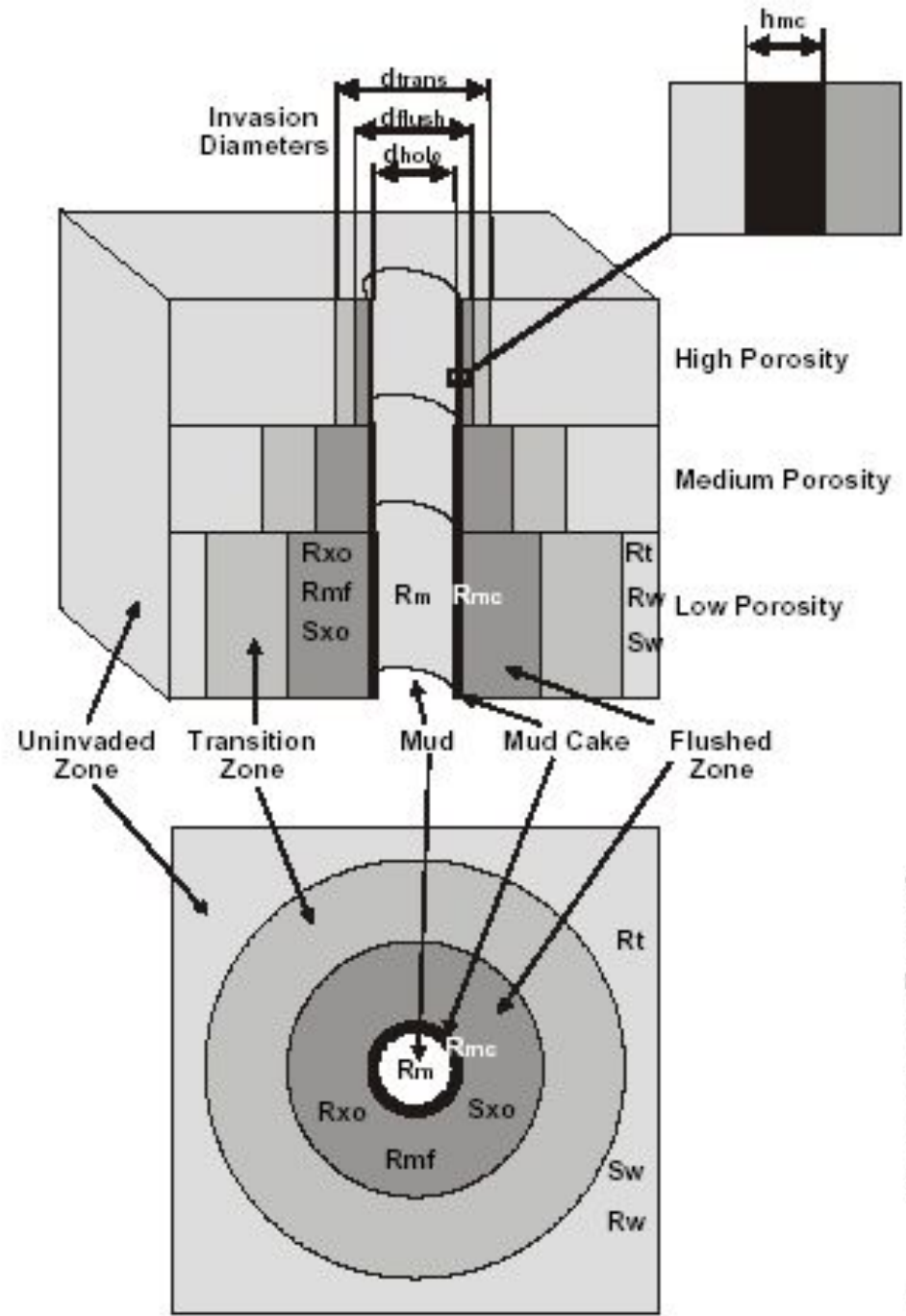
Зона

Электр. сопротивление

Электр. сопротивление воды

Насыщенность

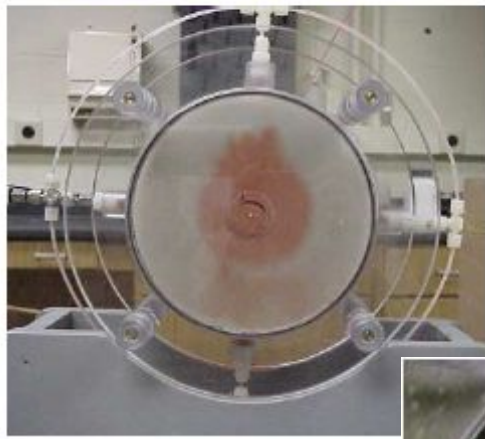
# Влияние параметров пласта на зону проникновения



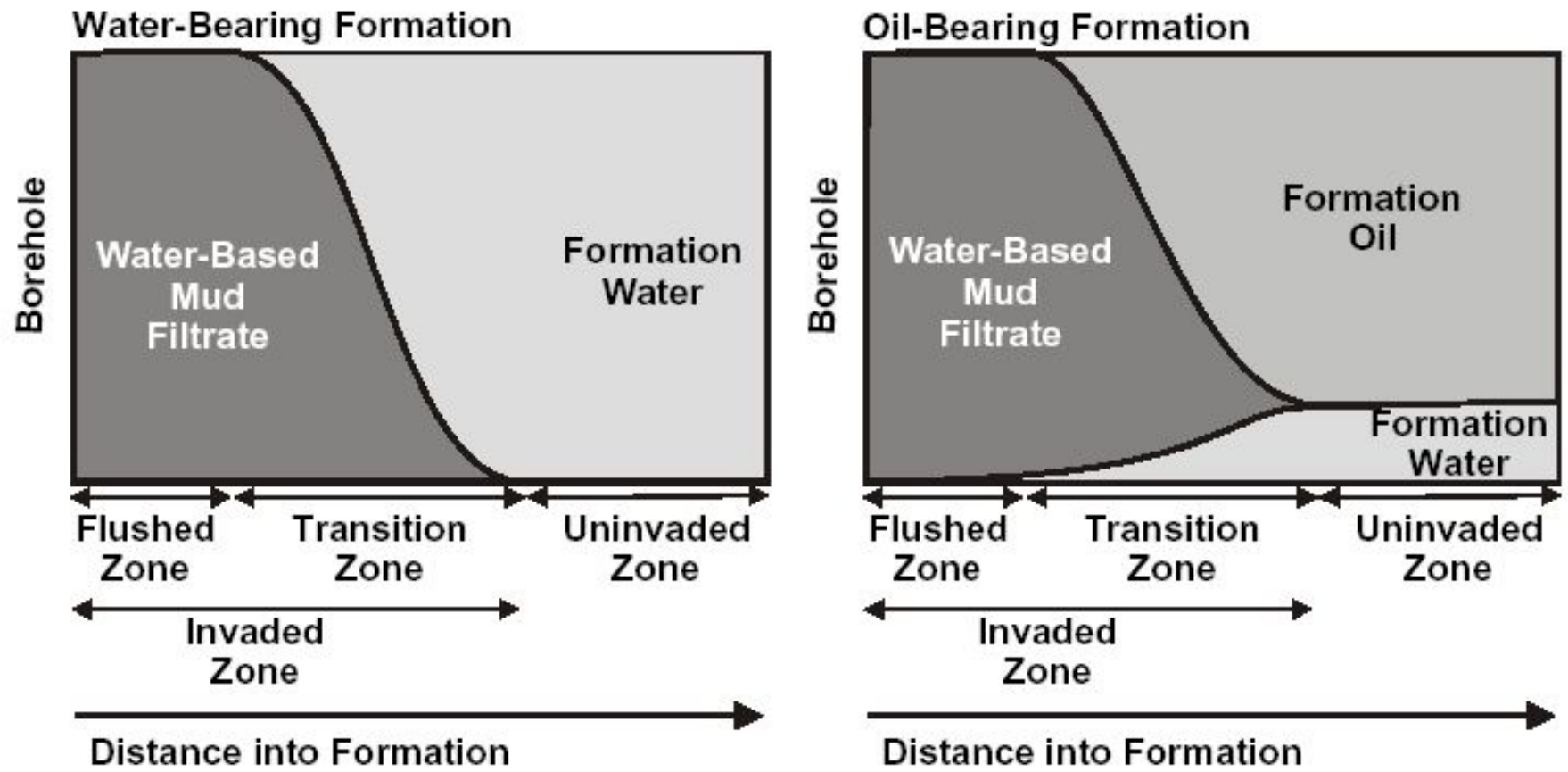


# Зона проникновения фильтрата бурового раствора в пласт

**MUD-  
FILTRATE  
INVASION  
EXPERIMENT**

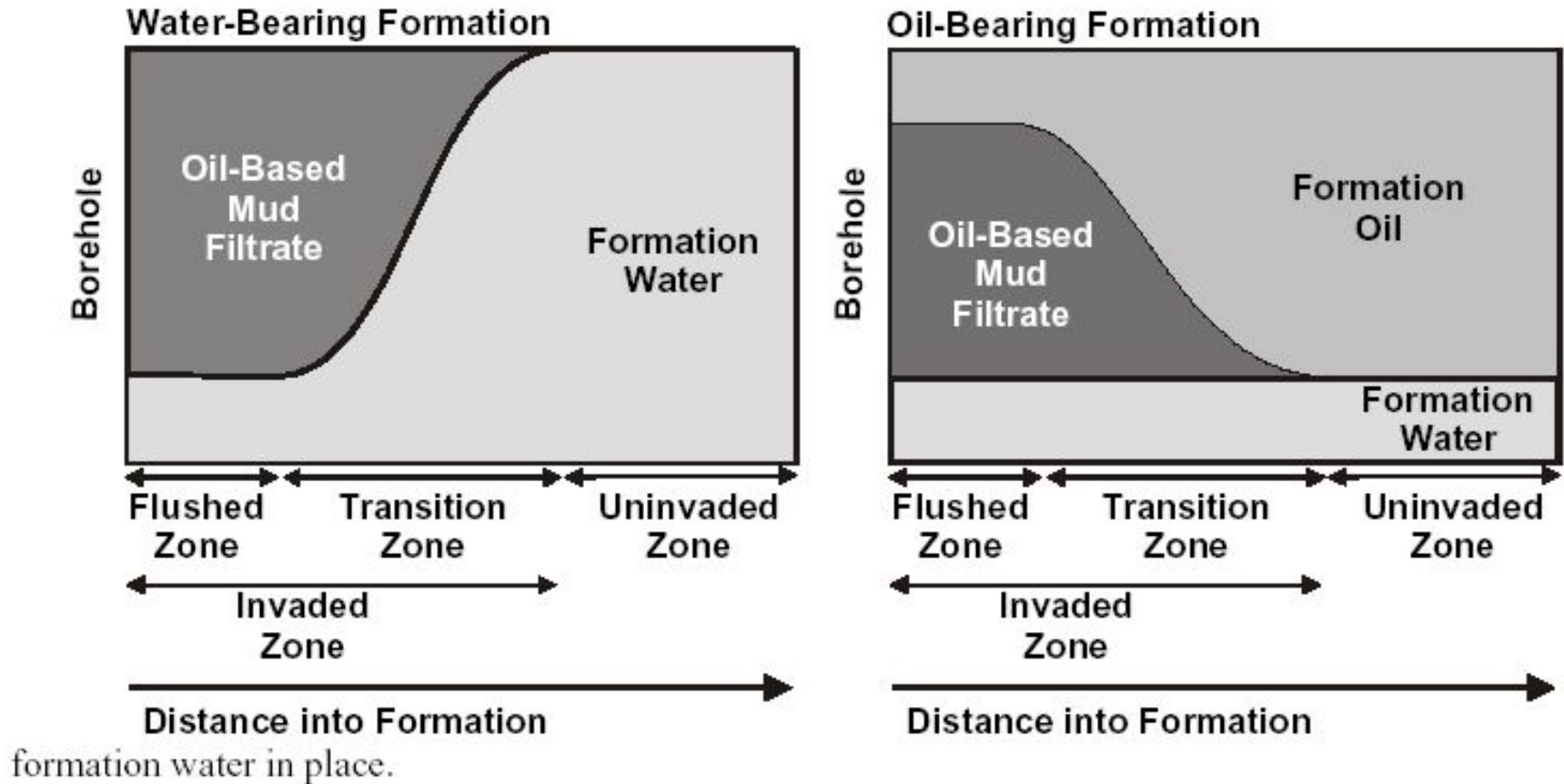


# Проникновение бурового раствора на водной основе в пласт



**Figure 6.4** Invasion profiles for water-based muds in water and oil bearing formations.

# Проникновение бурового раствора на нефтяной основе в пласт

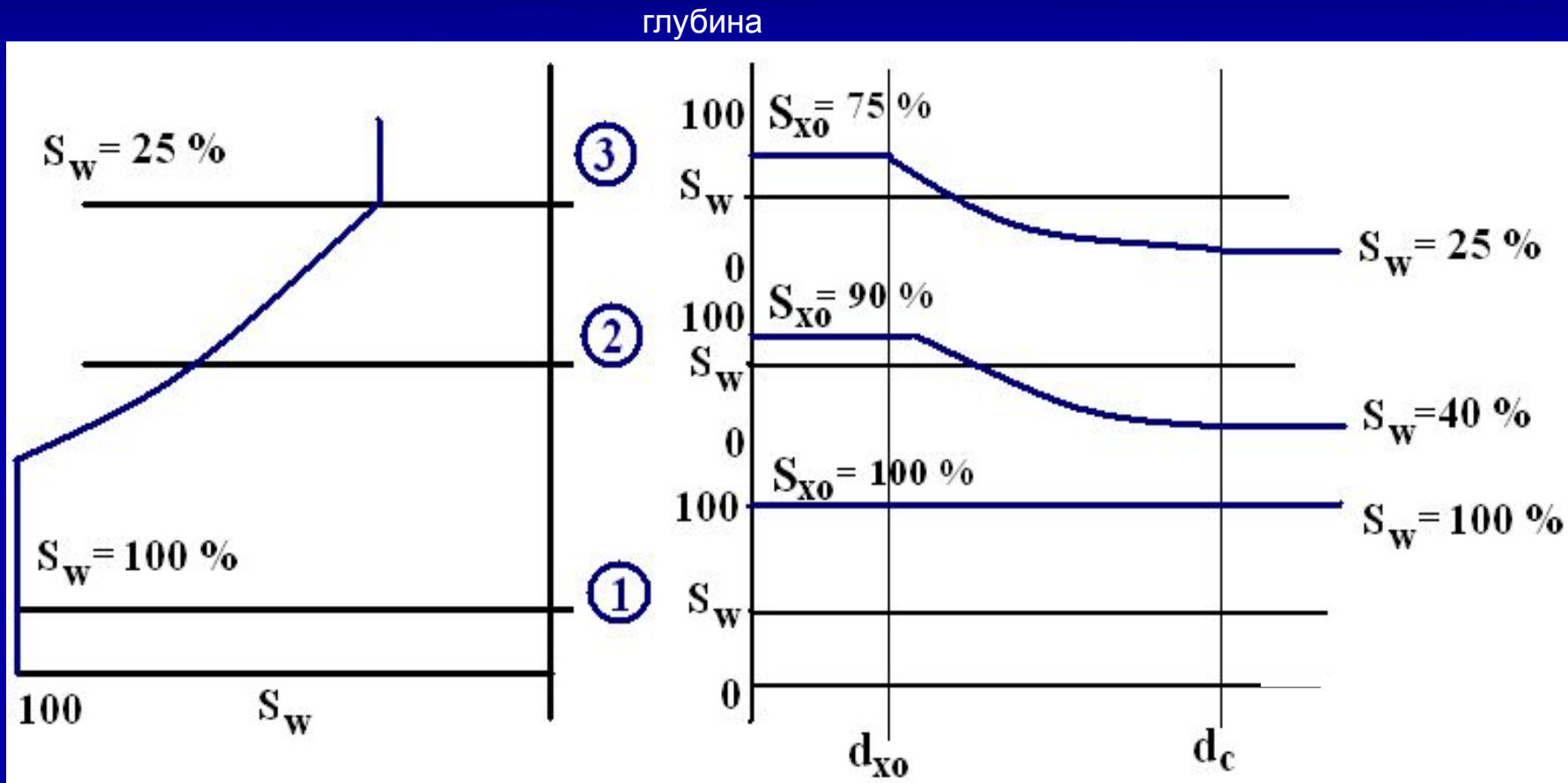


**Figure 6.5** Invasion profiles for oil-based muds in water and oil bearing formations.





# Профиль насыщенности в зоне проникновения



СТЕНКИ СВ.

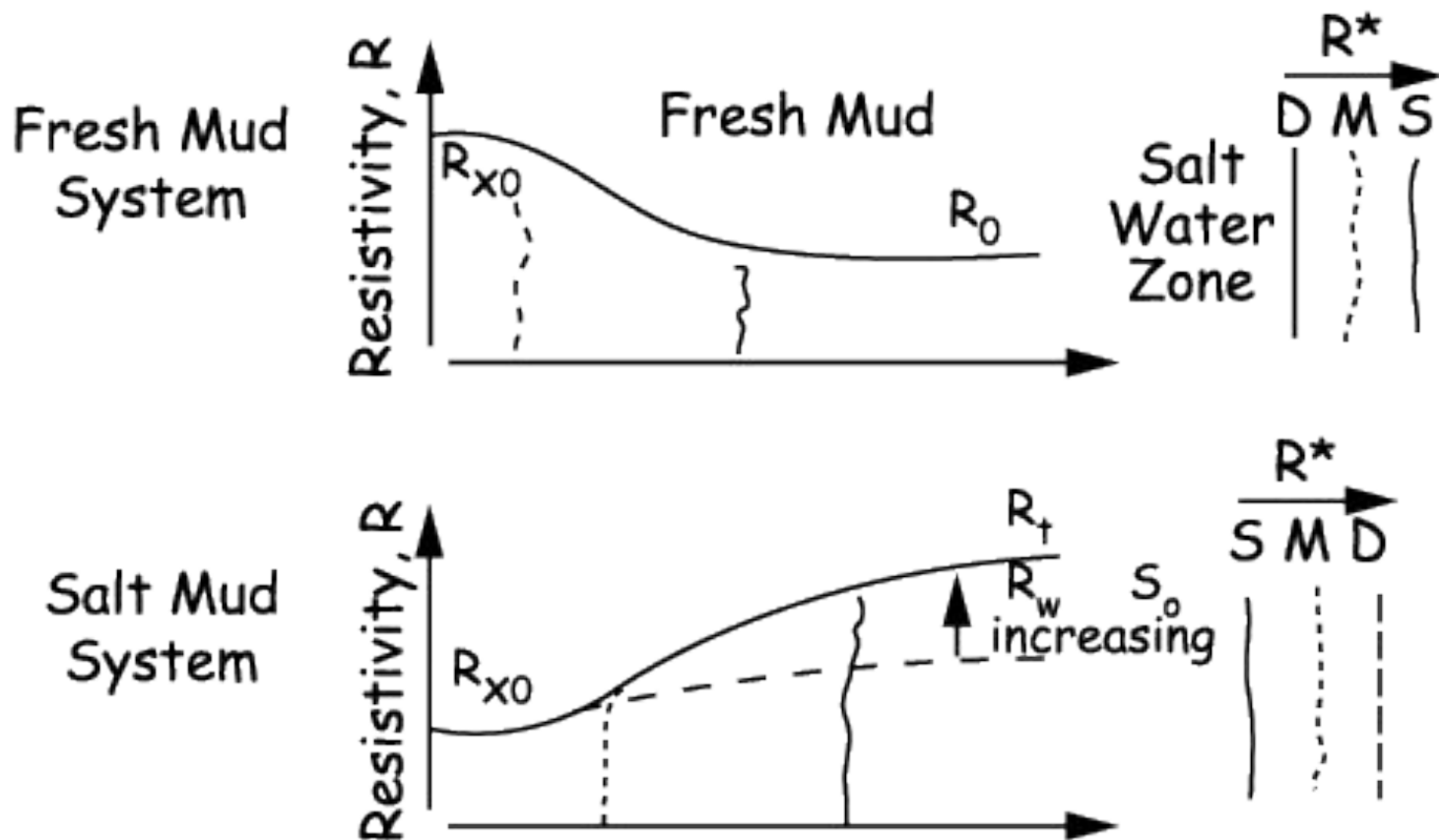
Невозмущенный пласт

Промытая  
зона

Зона  
проникновения

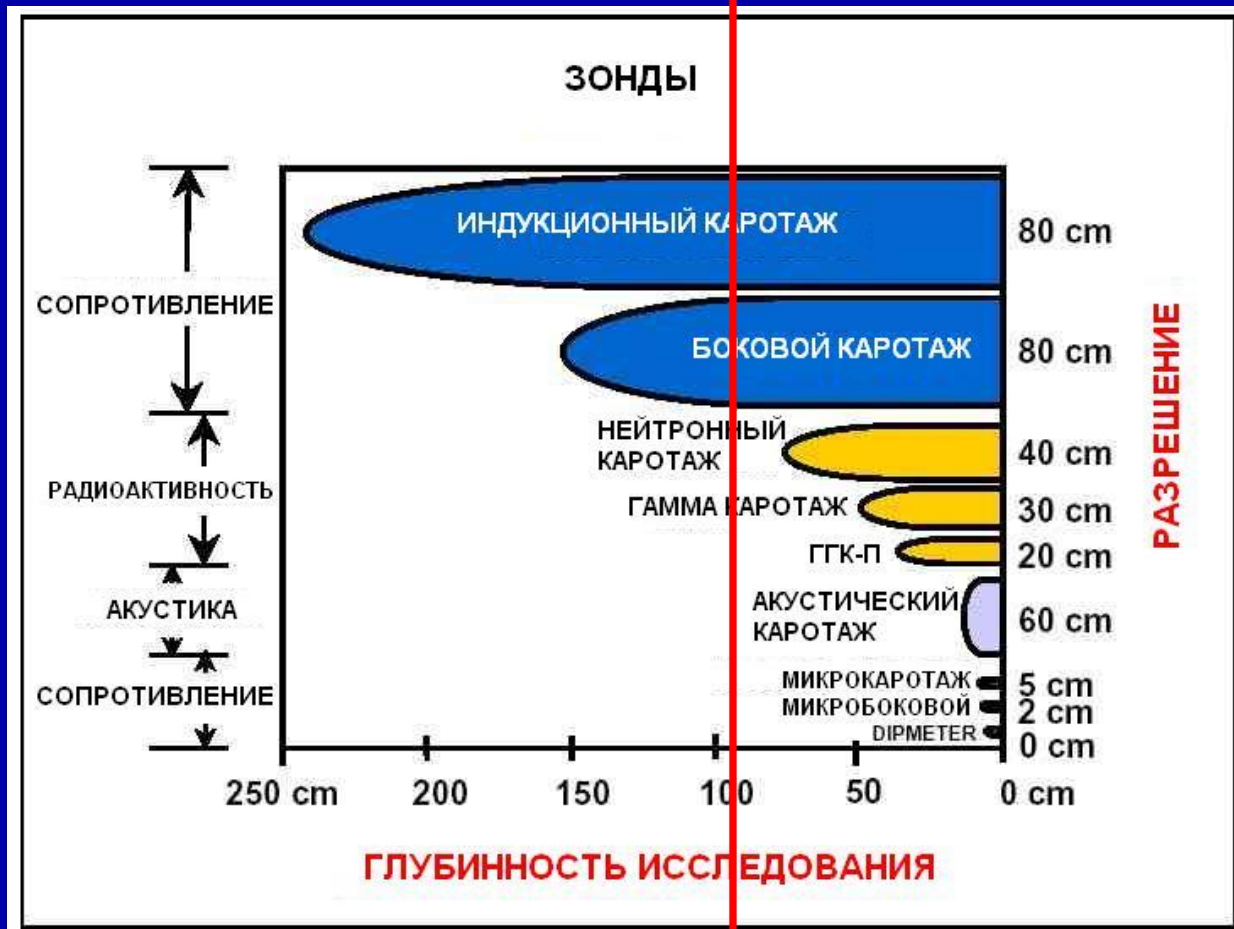
Незатронутая  
зона

# Resistivity profiles from shallow (S), medium (M) and deep (D) resistivity logs in fresh and salt mud systems





# Разрешающая способность методов в сопоставлении с зоной проникновения



Зона проникновения

# Влияние

## пластовых условий –

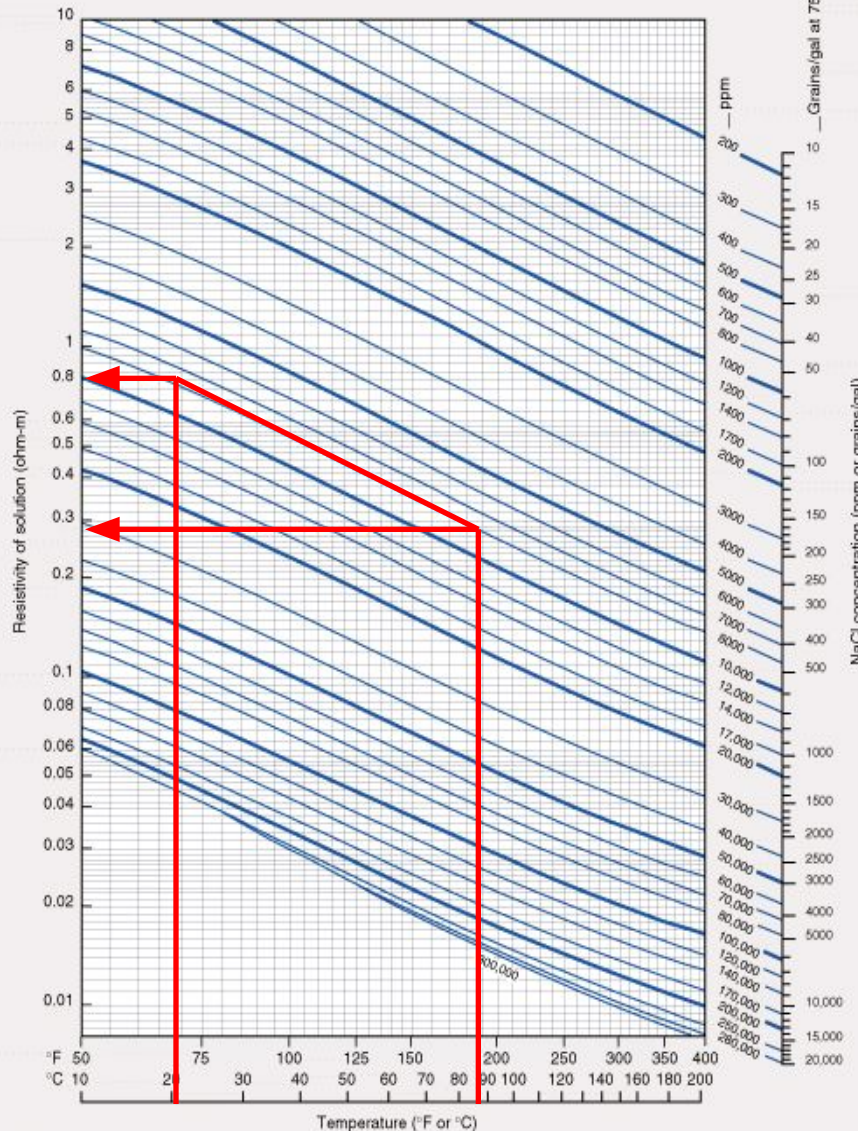
## температура

Повышение температуры  
 приводит к уменьшению  
 удельного электрического  
 сопротивления пластовых  
 вод, бурового раствора и его  
 фильтрата

$R_w = 0.80 \text{ Ohm-m} @ 21 \text{ C}$   
 $R_w = 0.29 \text{ Ohm-m} @ 87 \text{ C}$   
 Концентрация солей  
 постоянна и  
 составляет 8000  
 промилле (ppm)

Gen

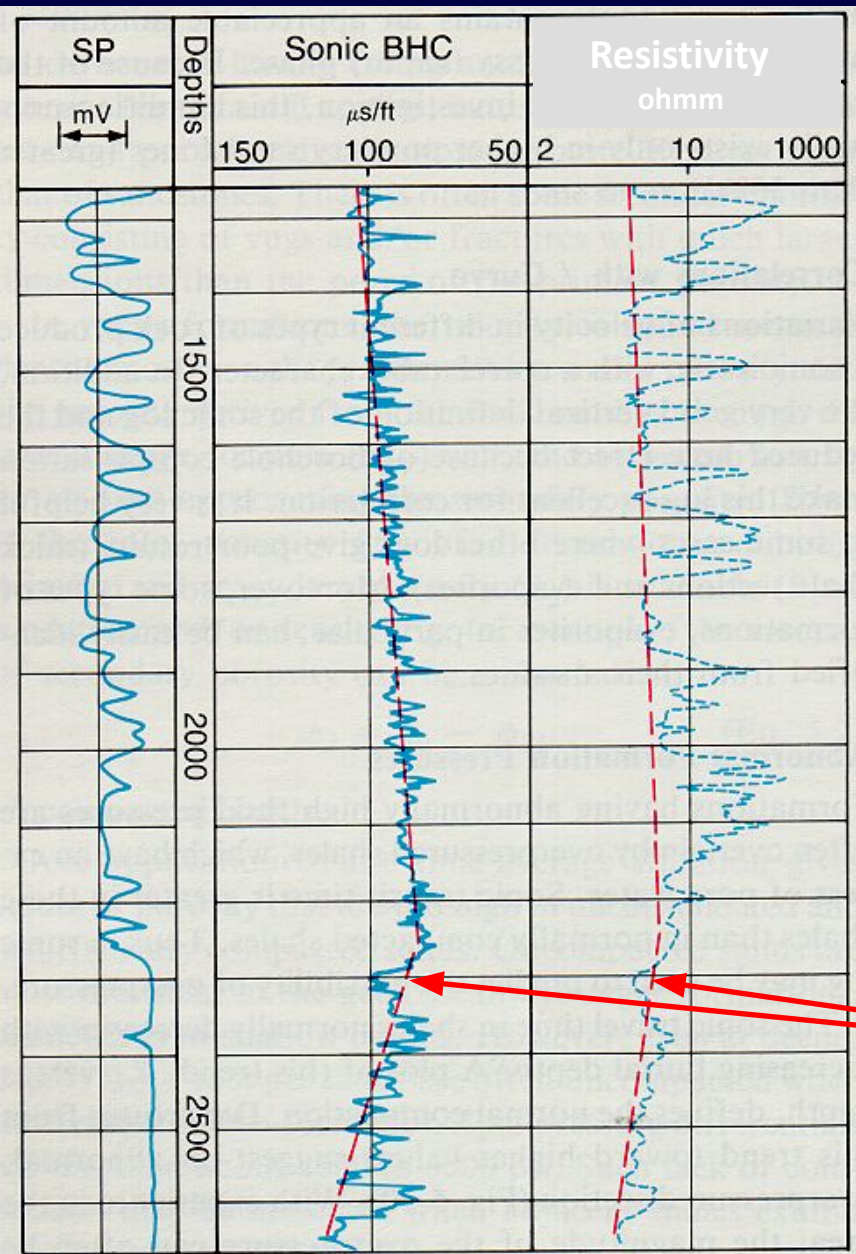
Conversion approximated by  $R_2 = R_1 [(T_1 + 6.77)/(T_2 + 6.77)]^F$  or  $R_2 = R_1 [(T_1 + 21.5)/(T_2 + 21.5)]^C$





# Влияние пластовых условий - давление

По мере увеличения температуры и давления флюидов межзерновые контакты ослабляются, это проявляется в увеличении времени пробега волны. Уменьшение сопротивления также будет свидетельствовать об увеличении доли воды в песчаниках и глинах.



1,381-86

**Зона АВПД**

Fig. 5-10—Detecting overpressured zone with the sonic log.



**Petroleum Learning Centre**  
центр профессиональной переподготовки  
специалистов нефтегазового дела

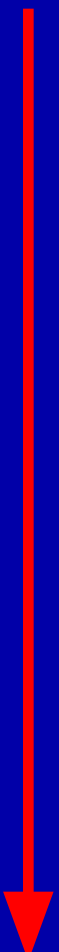
**MSc Programs**  
Магистерские программы



# **Последовательность решения геологических задач и области применения различных методов ГИС**



## Summary of Procedures Used in Interpretation

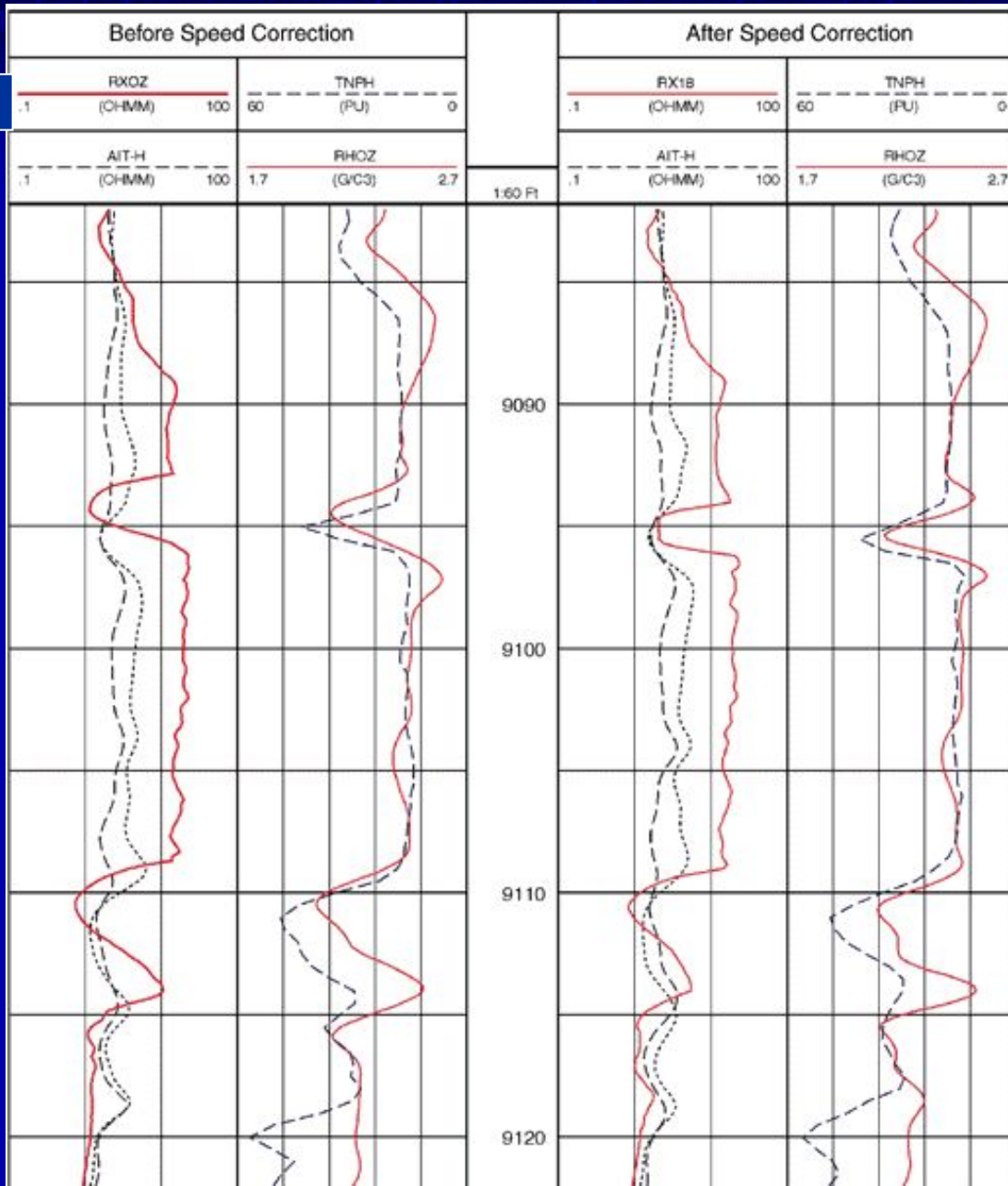
- 
- Correlate and depth match logs
  - Interpret Lithology
  - Identify permeable and non-permeable zones from logs
  - Divide formations into water and hydrocarbon bearing zones
  - Determine the porosity of the zones of interest
  - Determine the saturation





# Глубинная увязка ГИС

До  
коррекции

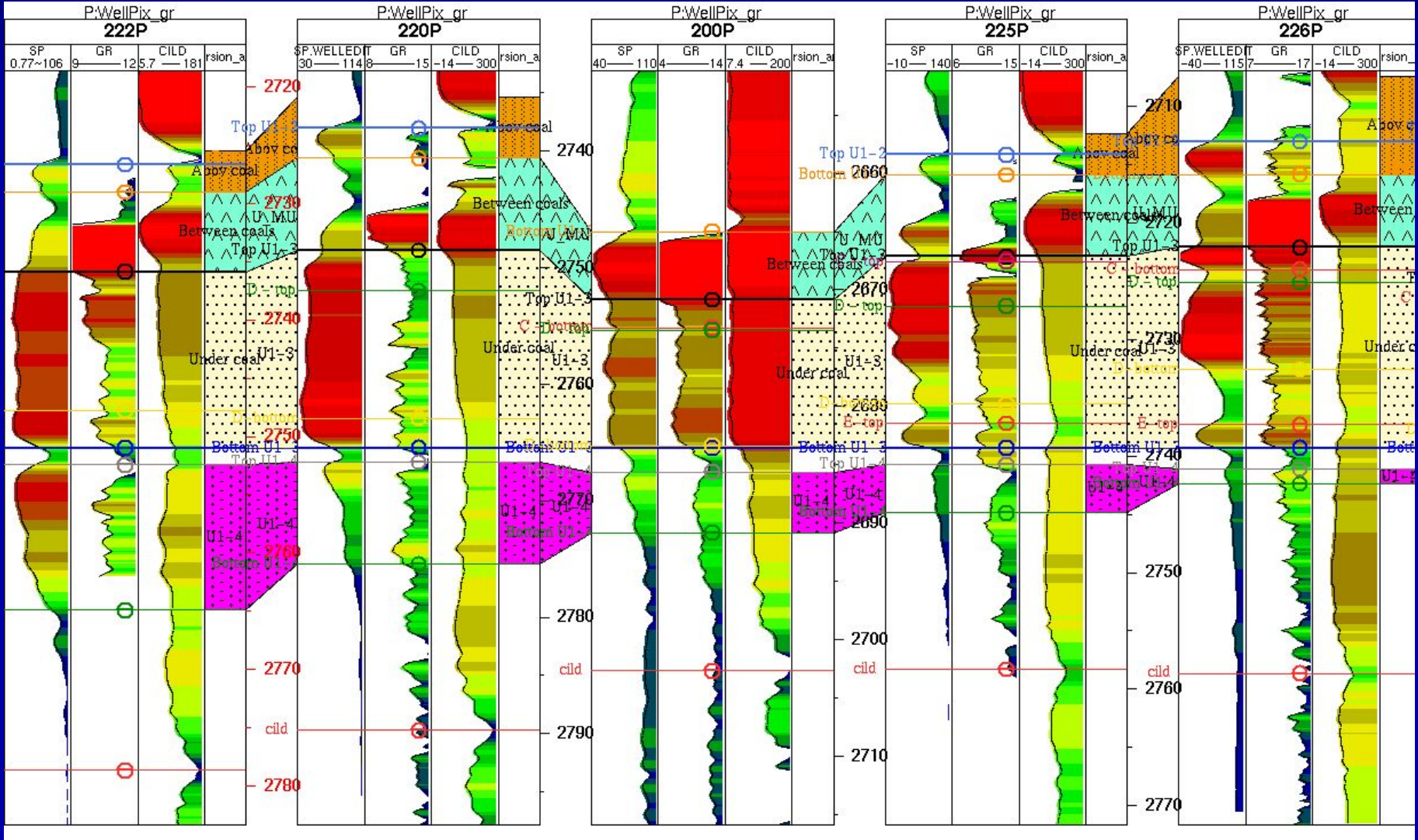


После  
коррекции

Вариации в вычисленных параметрах часто являются результатом плохой глубинной увязки входных каротажей. Это будет создавать расхождения в тонкослоистых пластах и приводить к неверной интерпретации типов горных пород



# Корреляция разрезов ГИС

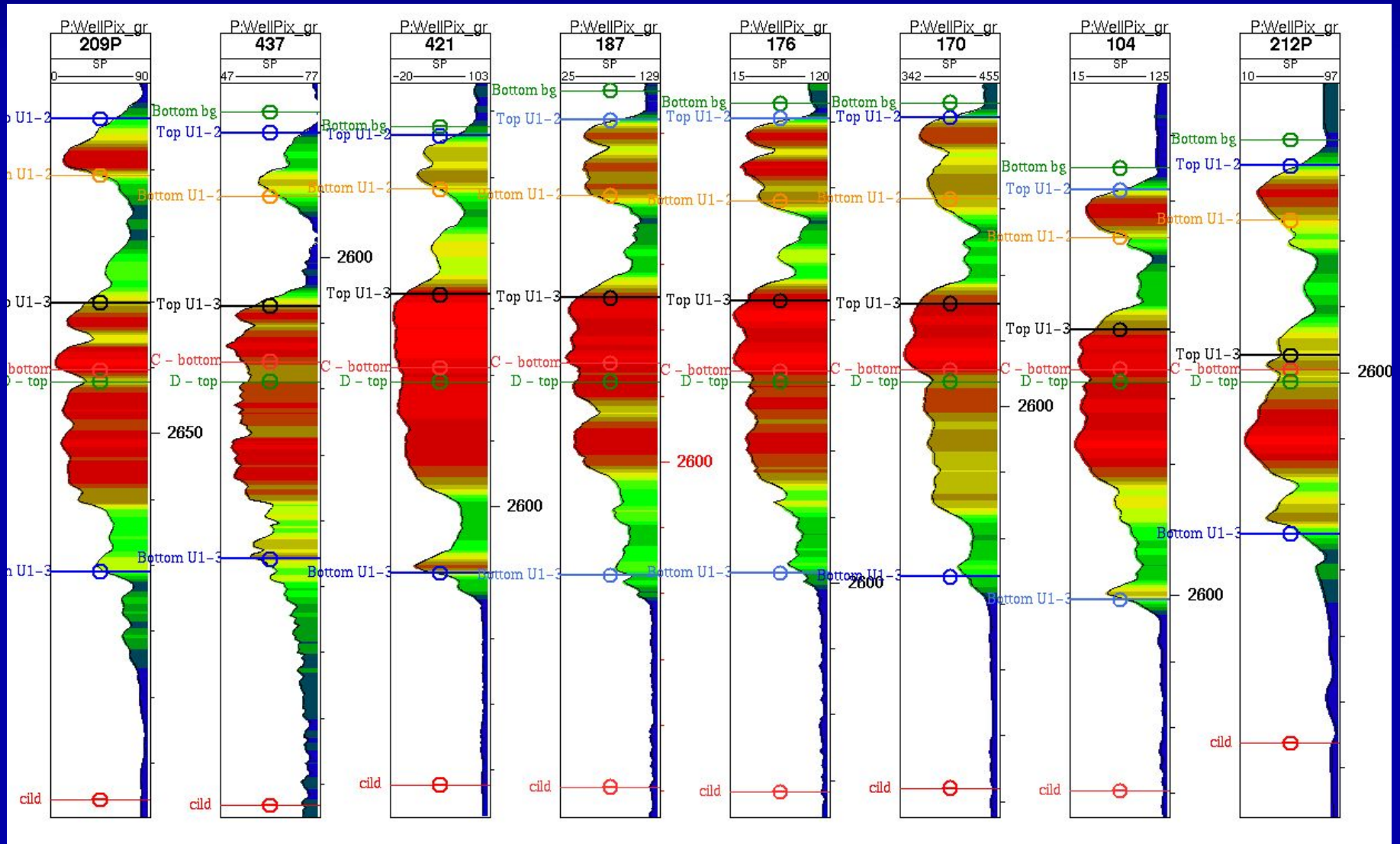






# Корреляция разрезов

## ГИС





# Литологическая интерпретация

## Упрощенная классификация:

- Песчаник - sandstone
- Глина – shale, clay
- Известняк - limestone
- Доломит - dolomite
- Эвапориты – evaporite

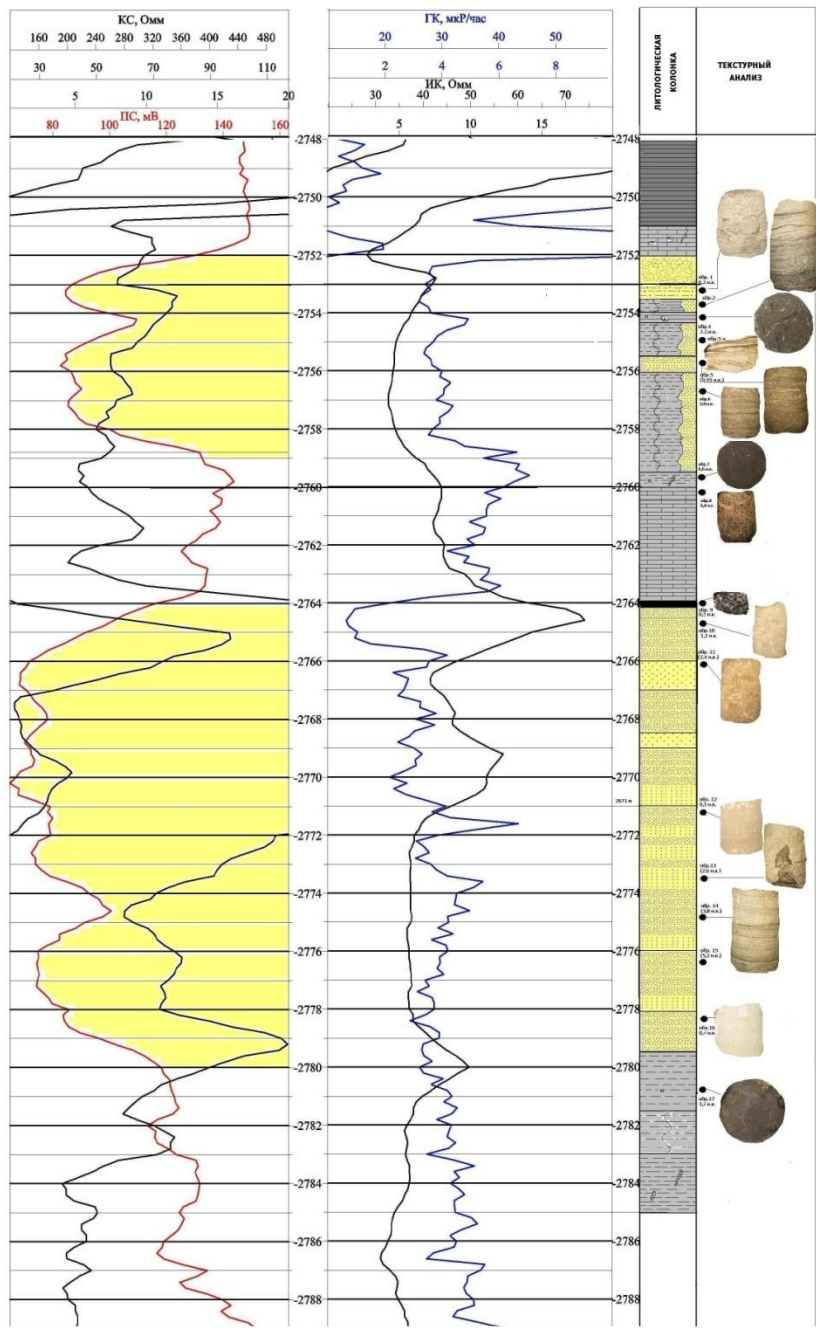
Sand  
(quartz)



Shale  
(clay)



# Литологическая интерпретация



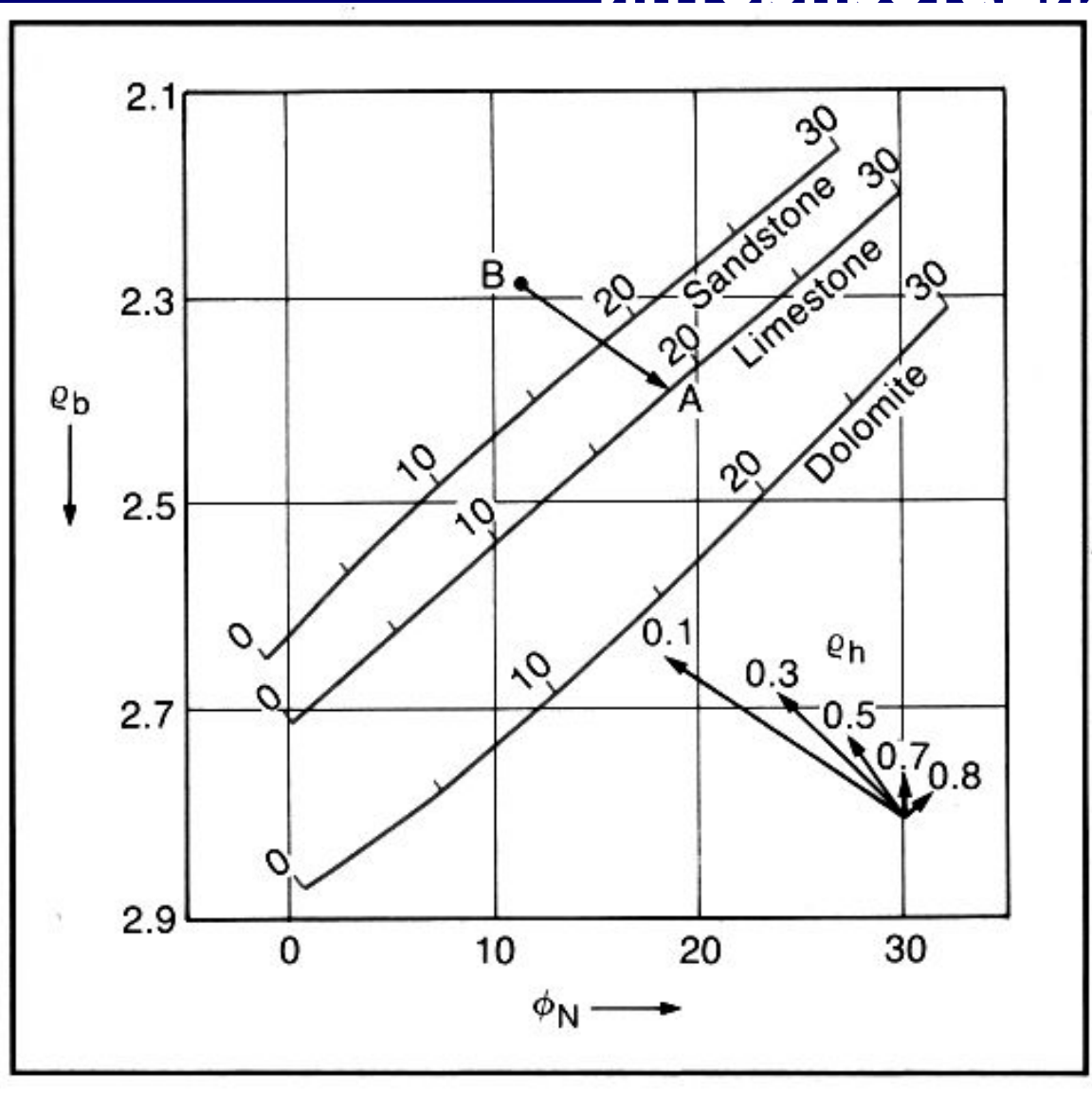
Непосредственное выделение литологических разностей на основе исследования керна и комплекса методов ГИС

Требования:

1. Тщательная увязка интервалов отбора керна и данных ГИС
2. Детальное литологическое описание керна
3. Высокое качество и достаточность материалов ГИС
4. Основные методы ГИС – SP, GR, FDC, LDT, CNL



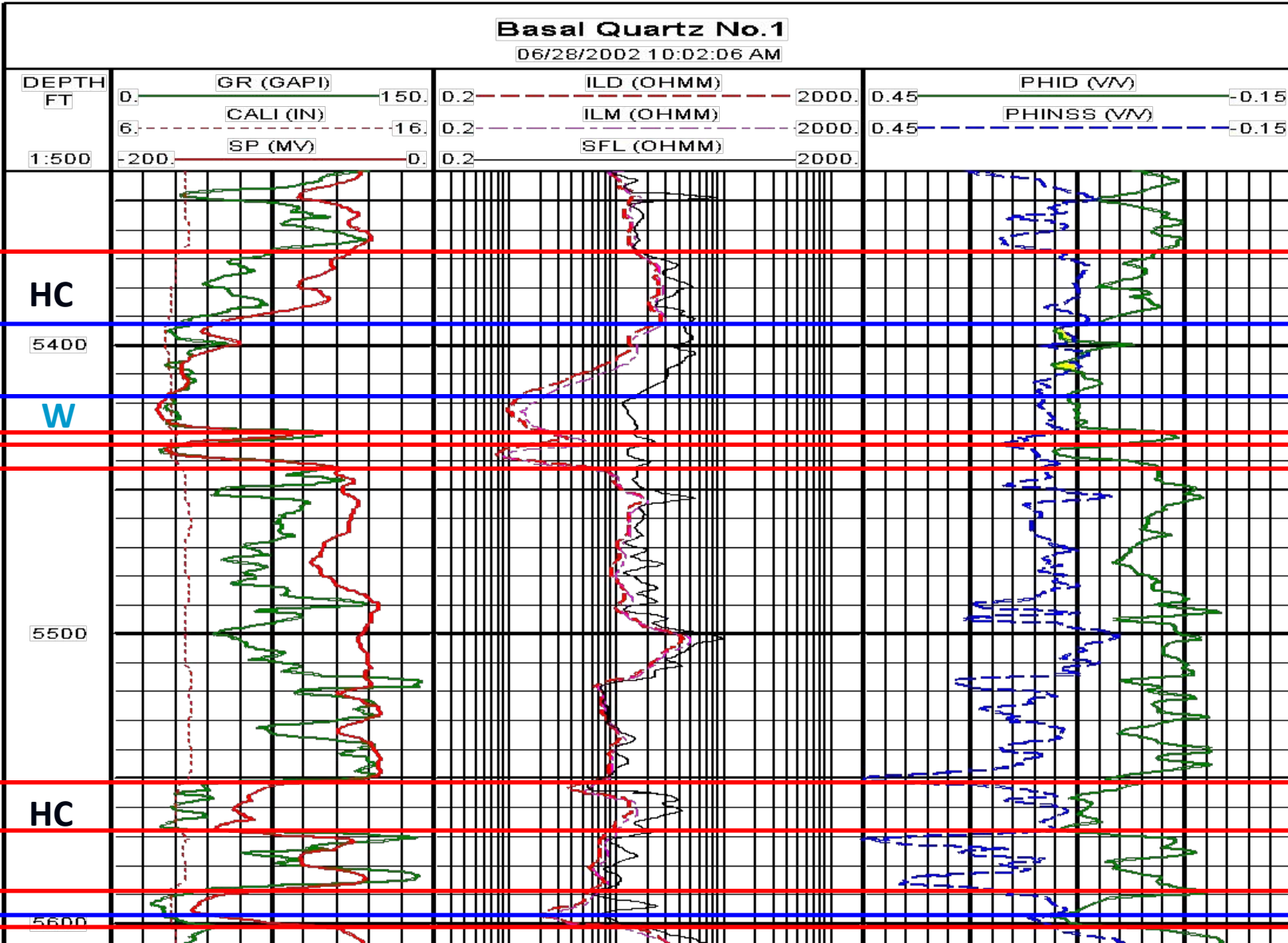
# Литологическая интерпретация



Neutron Porosity versus  
Bulk Density Crossplot  
for determining Lithology



# Выделение коллекторов и определение типа



sand

shale

HC

5400

W

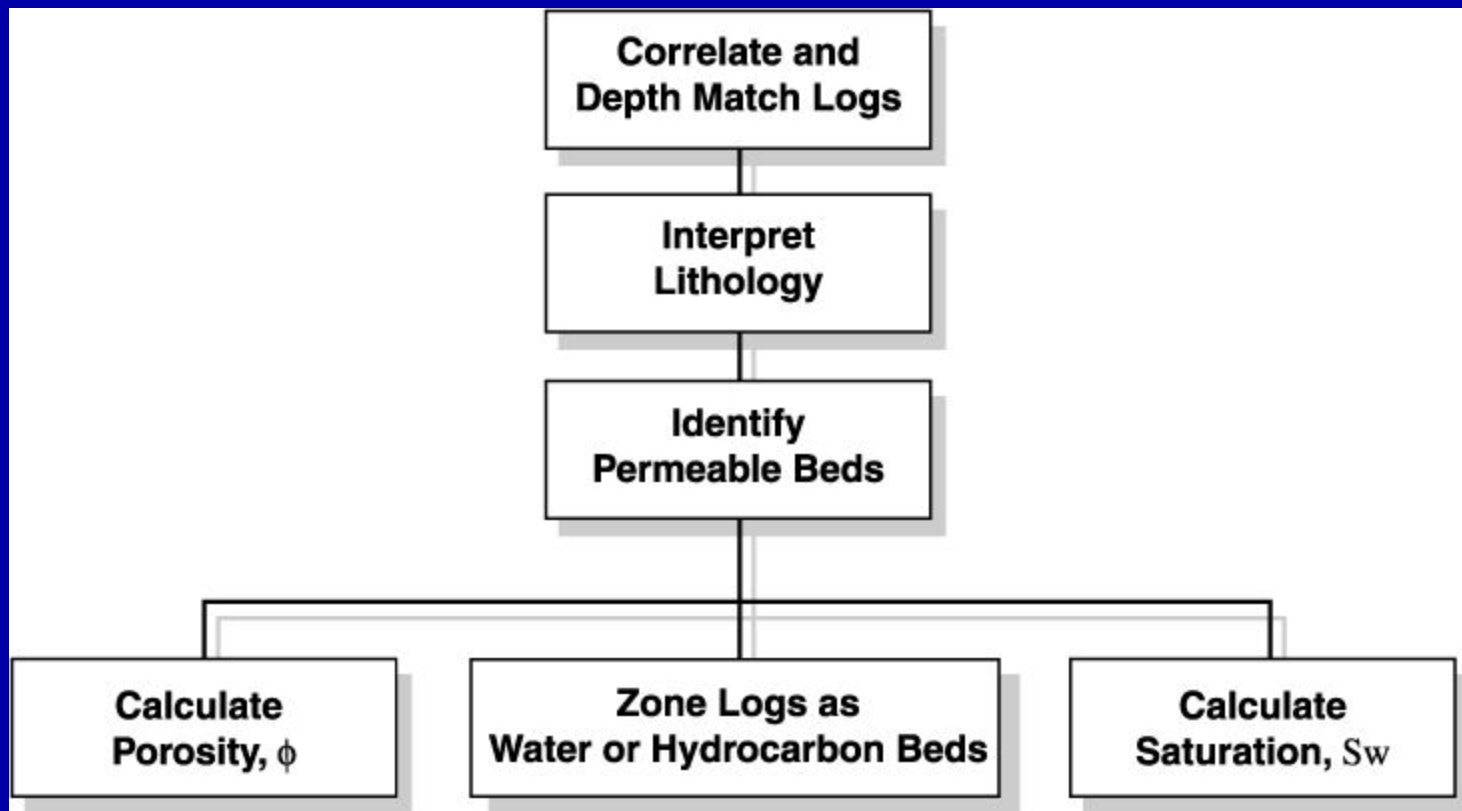
5500

HC

5600

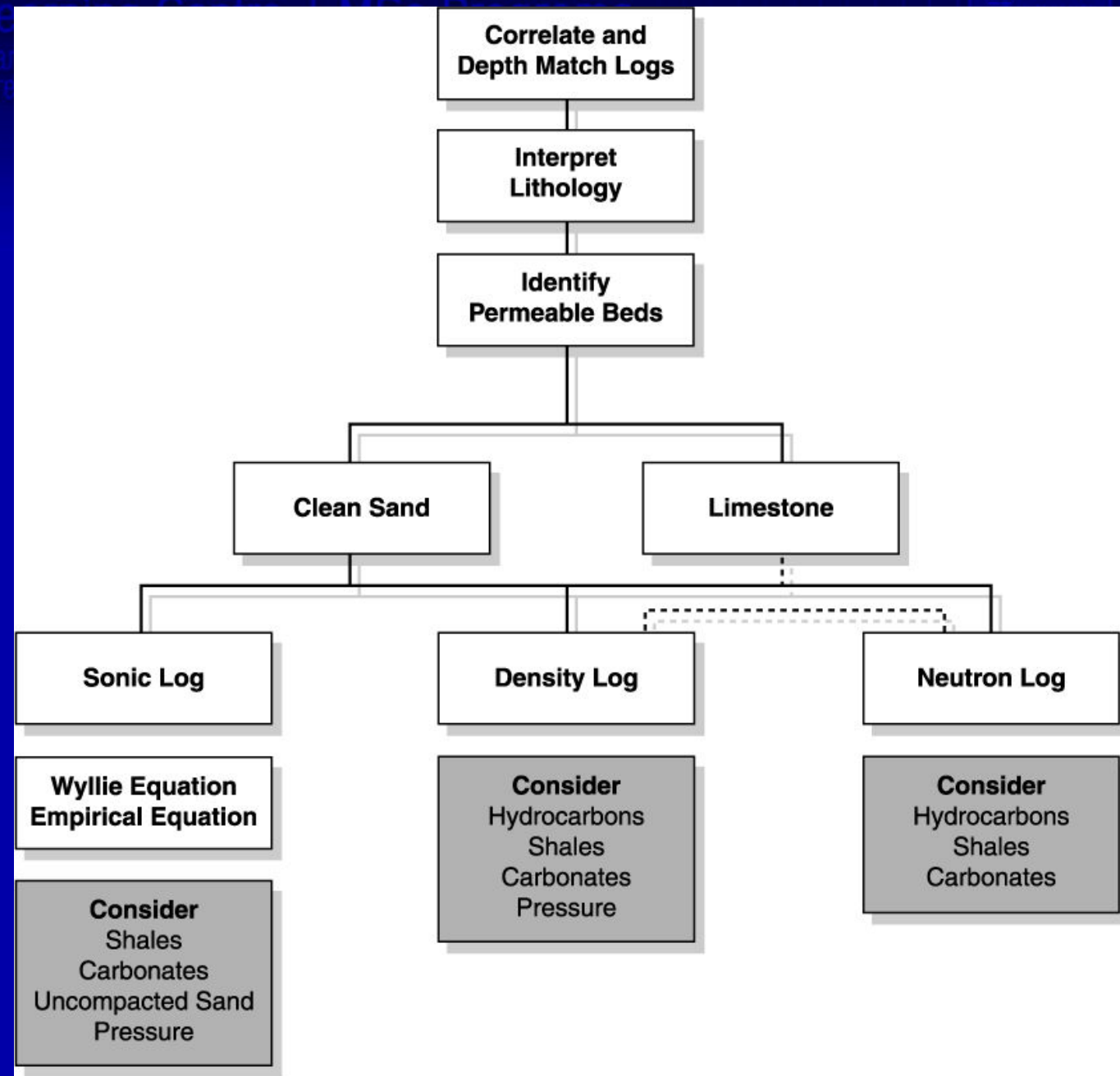


# Log Interpretation Flowchart - Overview



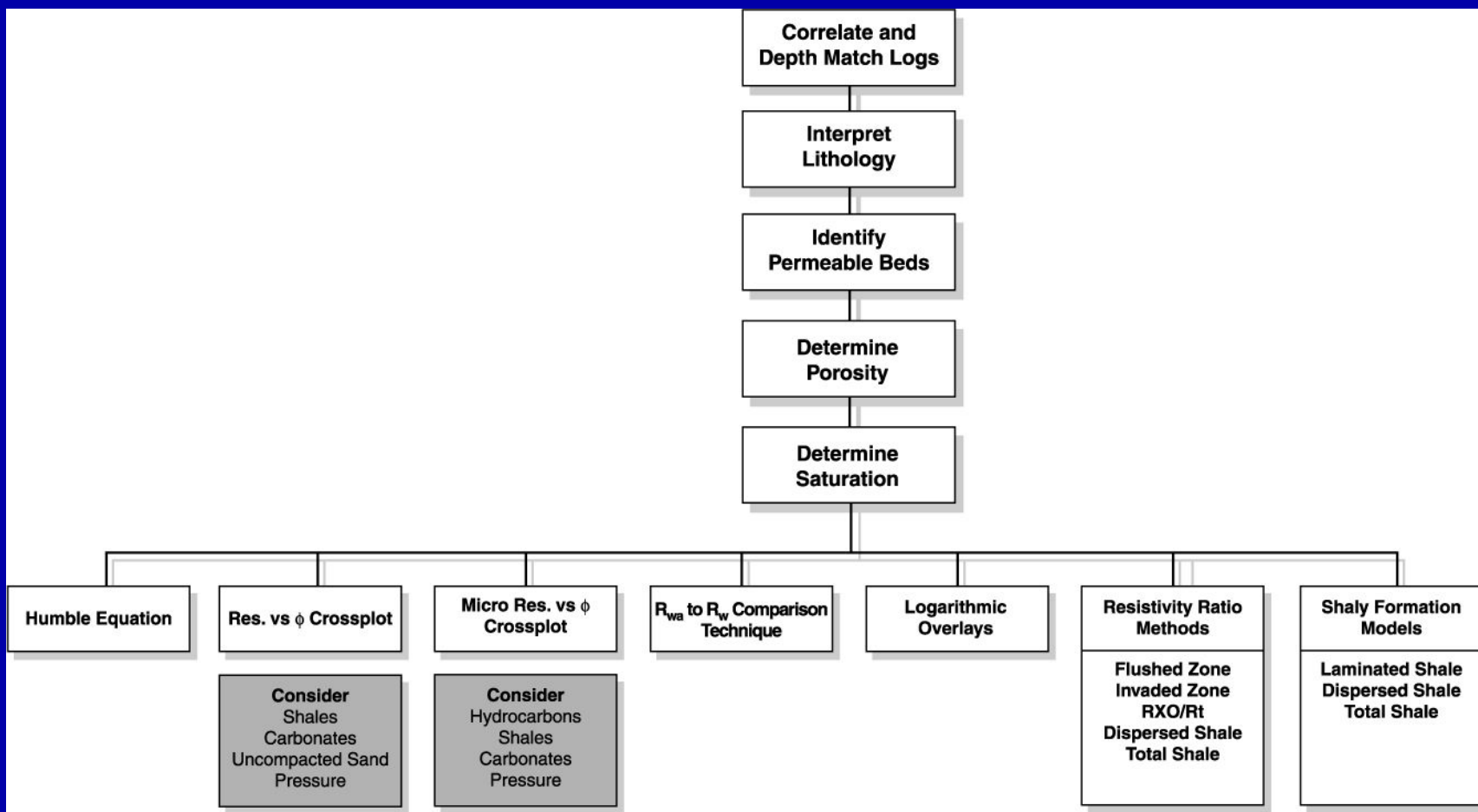


# Log Interpretation Flowchart - Porosity in Simple Systems





# Log Interpretation Flowchart - Saturation Interpretation





# Петрофизическое обеспечение геологической интерпретации ГИС

Обязательные петрофизические связи:

## 1. Коэффициент общей (и/или открытой) пористости

- интервальное время
- объемная плотность
- удельное электрическое сопротивление
- диффузионно-адсорбционный потенциал

## 2. Глинистость (весовая, объемная, относительная)

- относительная амплитуда SP
- относительные показания GR

## 3. Проницаемость

- общая (и/или открытая) пористость