

Раздел 6: Основы ГИС и корреляция отложений

1. Основы ГИС.
2. Время в геологии.
3. Корреляция отложений.

1. Основы ГИС

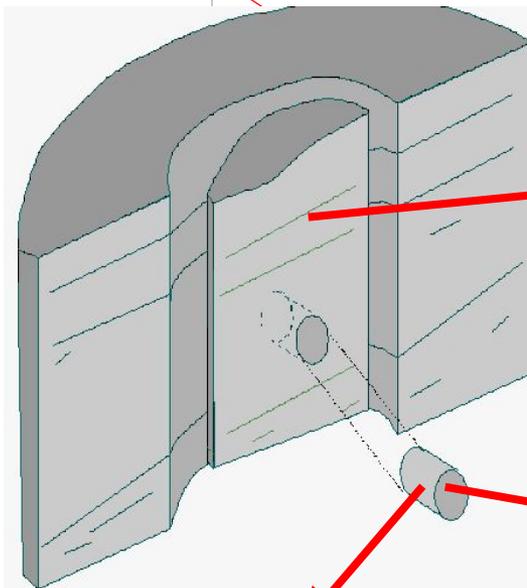
Геофизические исследования в скважинах (ГИС)

- **Геофизические исследования в скважинах (ГИС)** – совокупность физических методов, предназначенных для изучения горных пород в околоскважинном и межскважинном пространстве
- **Каротаж** – геофизические исследования, предназначенные для изучения горных пород в околоскважинном пространстве
- **Промысловая геофизика** – совокупность методов каротажа применяемых в нефтегазовых скважинах

Сравнительная характеристика данных по керну и ГИС

Керн	ГИС
<ol style="list-style-type: none">1. Детальная литолого-минералогическая характеристика2. Точное определение физических и фильтрационно-емкостных параметров отдельных типов пород3. Точечный отбор и малые размеры образцов4. Недостаточная представительность для неоднородных толщ	<ol style="list-style-type: none">1. Упрощенная литологическая модель геологического разреза2. Приближенная оценка физических и фильтрационно-емкостных свойств3. Непрерывные измерения по всему стволу скважины4. Оценка параметров геологической толщи в целом

Информация, которую даёт керн



Геологическая характеристика
Литолого-минералогический состав
Строение породы
Условия осадконакопления
Вторичные изменения

Фильтрационно-емкостные свойства
Пористость
Проницаемость
Флюидонасыщенность
Фазовые проницаемости
Капиллярное давление

Физические свойства
Плотность
Естественная радиоактивность
Акустические свойства
Электрические свойства

Для чего мы проводим ГИС?

Каротаж обеспечивает информацию о:

- *глубине залегания пласта*
- *толщине пласта*
- *пористости*
- *температуре*
- *литологических типах пород, слагающих пласт (глина, песчаник, известняк, доломит)*
- *насыщенности пласта*
- *оценке проницаемости*
- *пластовом давлении*
- *качестве сцепления цемента с колонной и породой*
- *количестве и составе потока из различных интервалов эксплуатационной скважины*

Классификация методов ГИС

Методы ГИС для решения геологических задач

Электрические

Метод ПС
Метод КС (стандартный и боковой)
Индукционный каротаж
Боковой каротаж
Микрокаротаж

Радиоактивные

Гамма каротаж
- интегральный
- спектральный
Гамма-гамма каротаж
- плотностной гамма-гамма каротаж
- селективный гамма-гамма каротаж
Нейтронный каротаж
- нейтронный гамма каротаж
- нейтрон-нейтронный каротаж

Другие

Акустический каротаж
Ядерно-магнитный каротаж
Телеметрические методы

Методы контроля технического состояния

Инклинометрия

Измерение азимута и зенитного угла скважины

Кавернометрия

Измерение диаметра скважины

Термометрия

Измерение пластовой температуры

Резистивиметрия

Измерение сопротивления бурового раствора

Разрешающая способность методов

Методы	Глубинность, см	Вертикальное разрешение, см
ПС	10-25	1-1.5 м
ГК	10-15	30-40
НК	15-30	40 – 60
АК	10-15	40– 60
ГГК-П	15-30	20 – 40 / 45-90?
ИК	100-150	1-1.5 м
БК	30-80	30-80
Микрозонды	2.5-5	10

Разрешающая способность различных типов данных

Геологический объект

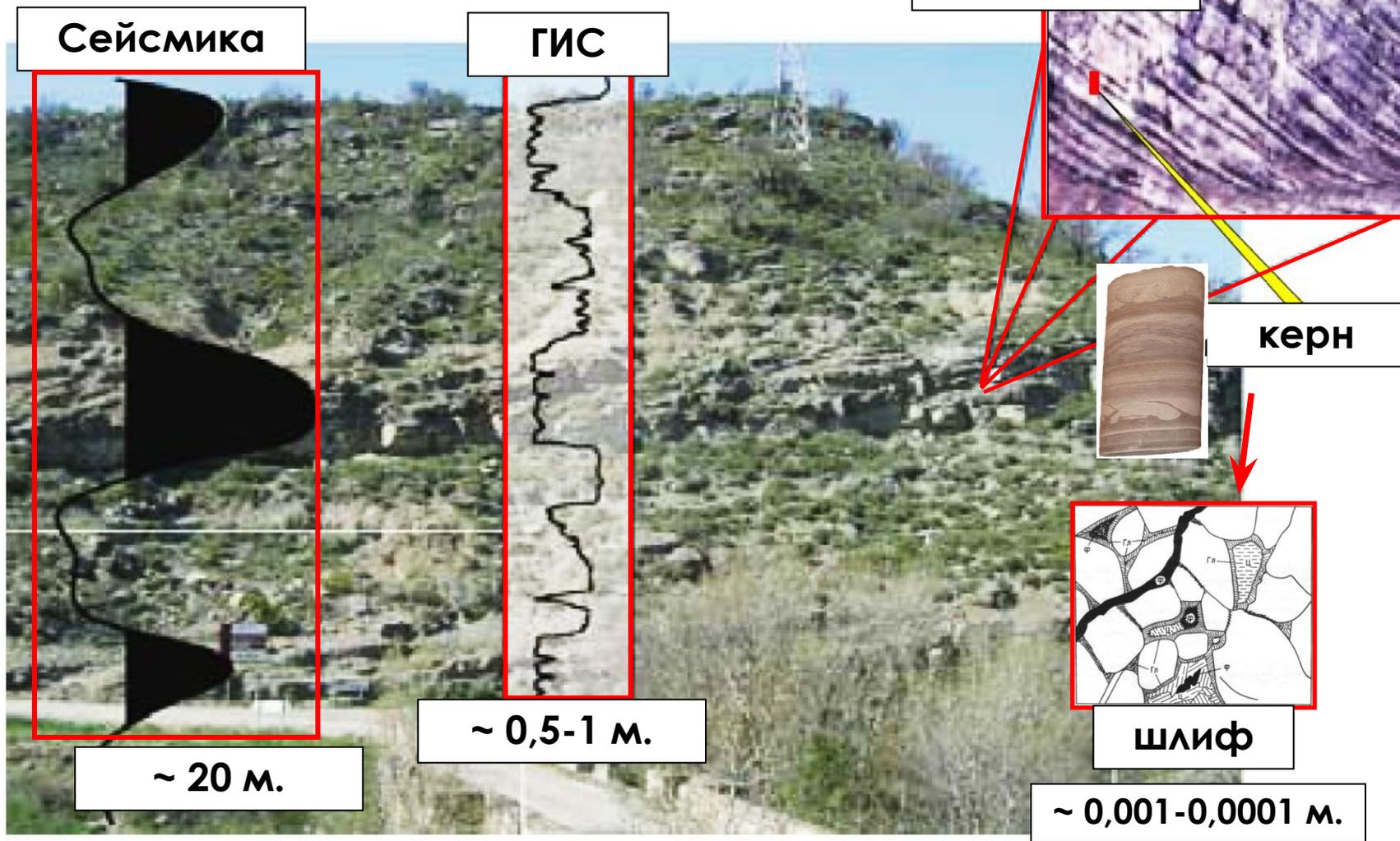
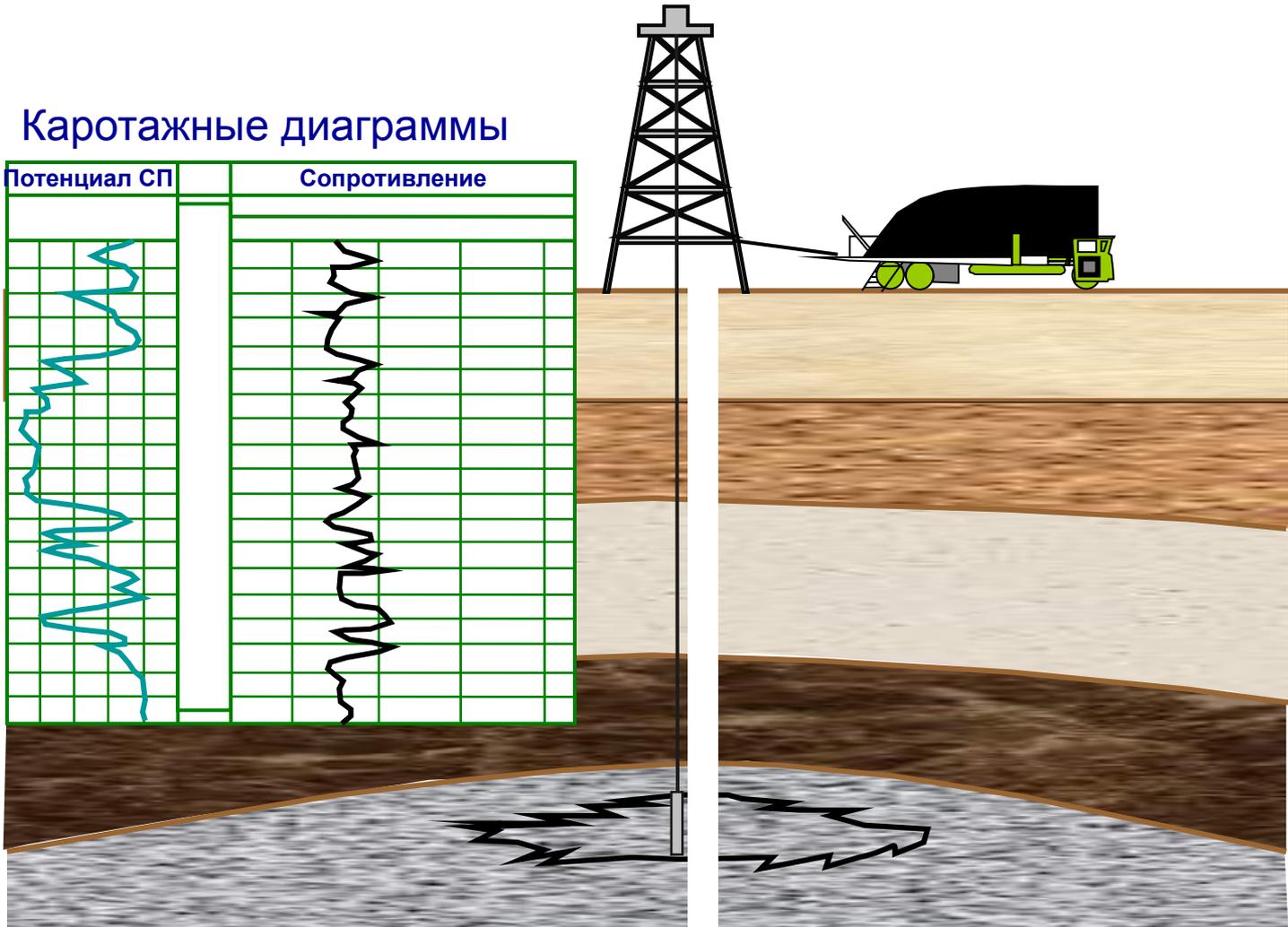
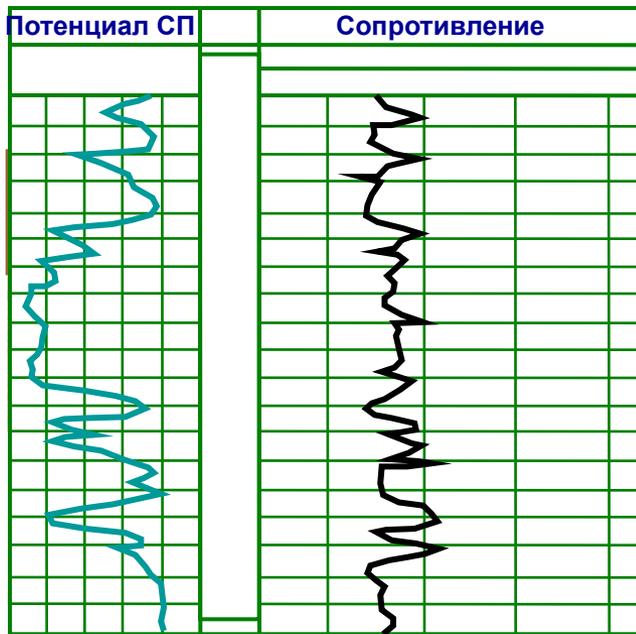
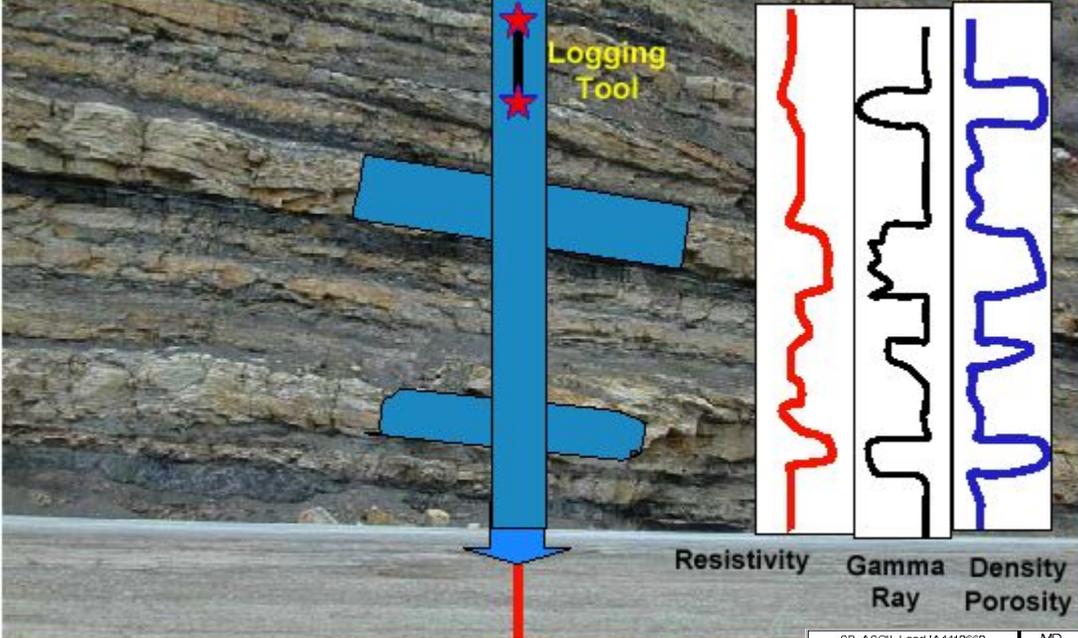


Схема каротажа необсаженных скважин

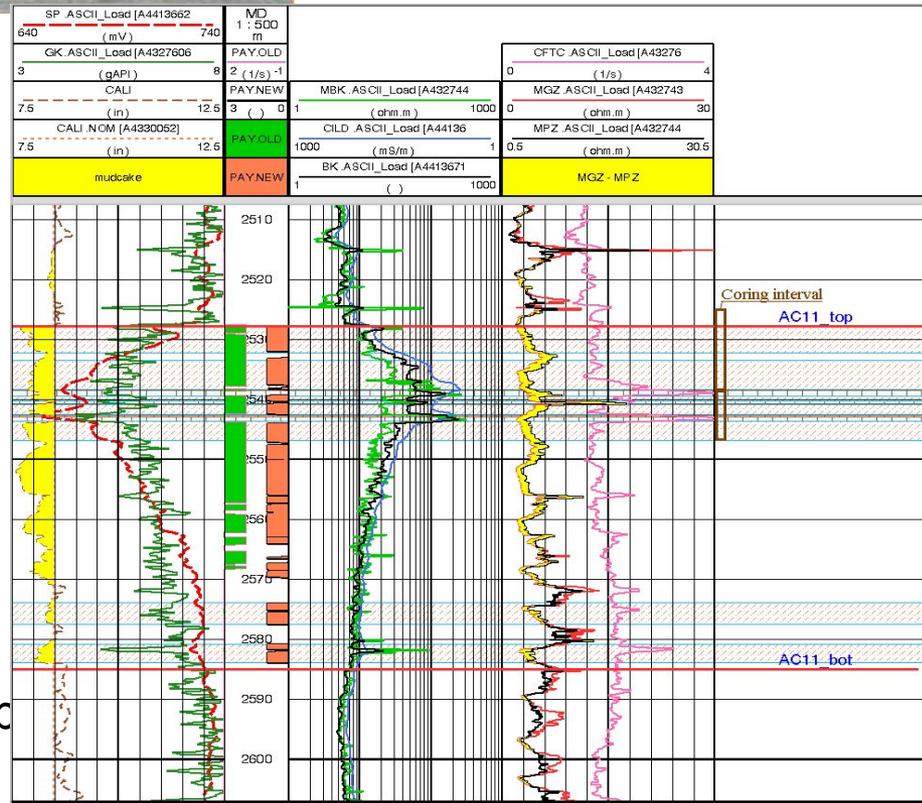
Каротажные диаграммы



Сущность каротажа



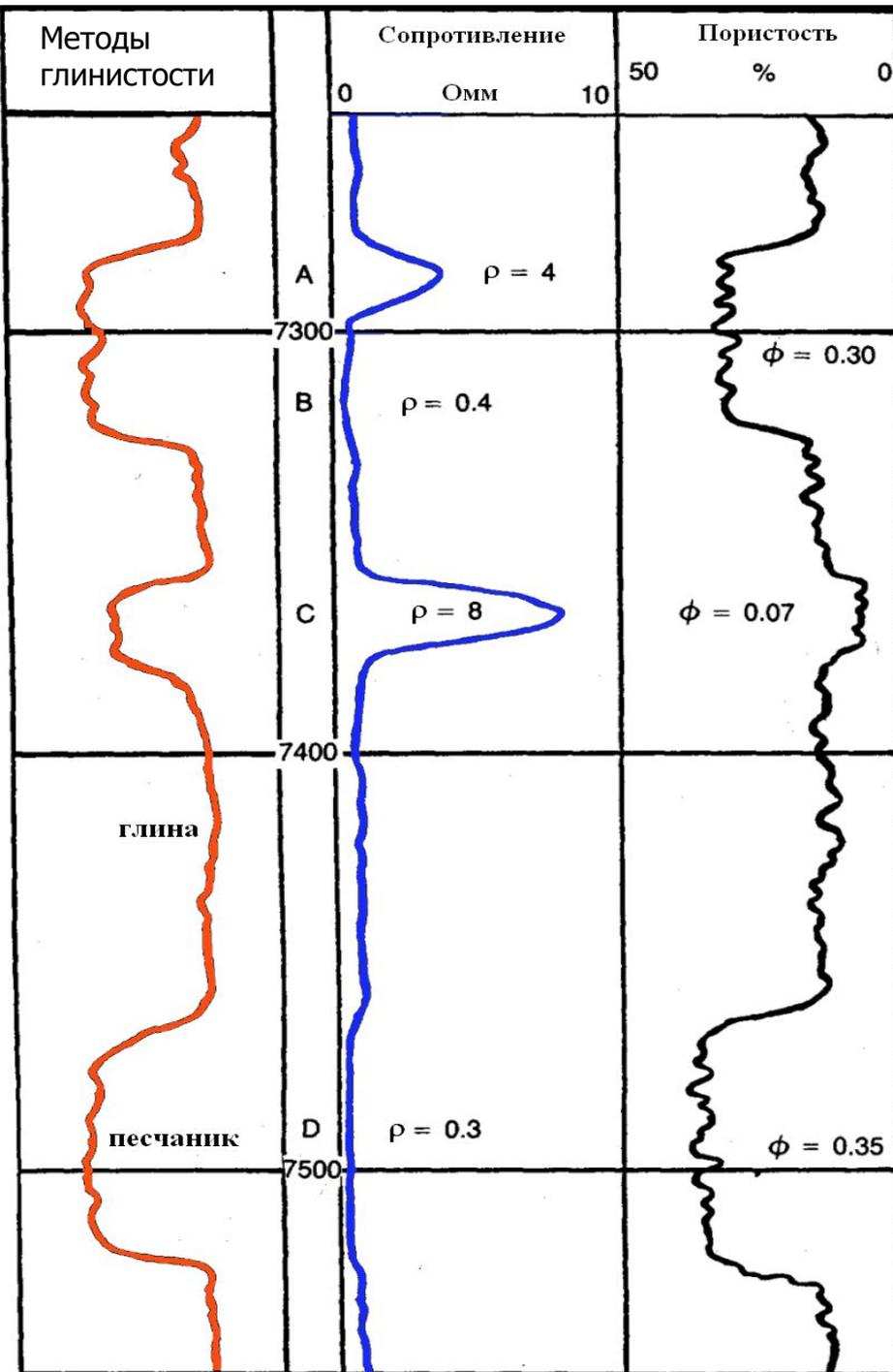
Приборы двигаются вдоль ствола скважины на кабеле и делают дискретные замеры различных физических сигналов, по величине которых можно судить о параметрах среды (горных пород) на данной глубине.



4. Кар

Основные методы каротажа для определения литологии

- **ПС, ГК** - методы определения песчанистости и глинистости осадочного разреза



Комплексная интерпретация двух методов позволяет определить литологию

4. Каротаж (Г)

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (ПС)

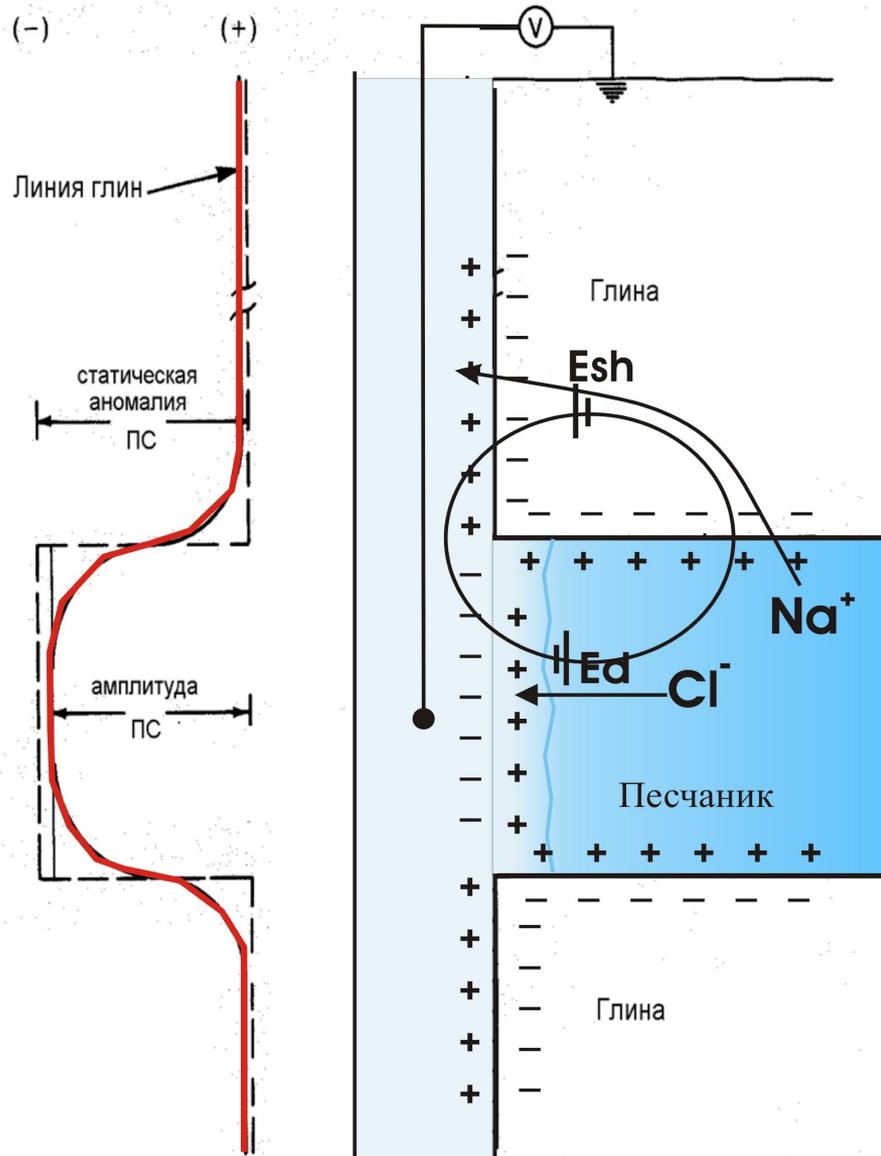
Естественные электрические поля в скважинах возникают благодаря протеканию на границе между породой и буровым раствором, а также между пластами различных электрохимических процессов, обусловленных диффузией солей, фильтрацией жидкости и окислительно-восстановительными реакциями.

Эти естественные электрические поля фиксируются электродом при его перемещении в необсаженном стволе скважины и записываются в виде кривой. В связи с этим на кривой ПС могут быть выделены участки, соответствующие развитию высокодисперсных глинистых пород, обладающих высокой адсорбционной способностью, а также участки, характеризующиеся низкой адсорбционной способностью и отвечающие наличию в разрезе низкодисперсных образований -- неглинистых песчаных пород-коллекторов.

Первые отличаются отклонением кривой ПС в сторону положительных (вправо), а вторые - в сторону отрицательных (влево) значений.

Другое название – “Самопроизвольной Поляризации”

Метод ПС (Собственной Поляризации)



1) адсорбционный потенциал

$$E_{ад}$$

Глина пропускает ионы Na^+ , но не пропускает Cl^-

=> поток Na^+ из пласта глины в скважину

2) диффузионный потенциал

$$E_{диф}$$

Ионы Cl^- более подвижны, чем ионы Na^+

=> поток Cl^- из пласта песчаника в скважину)

Выводы:

ПС:

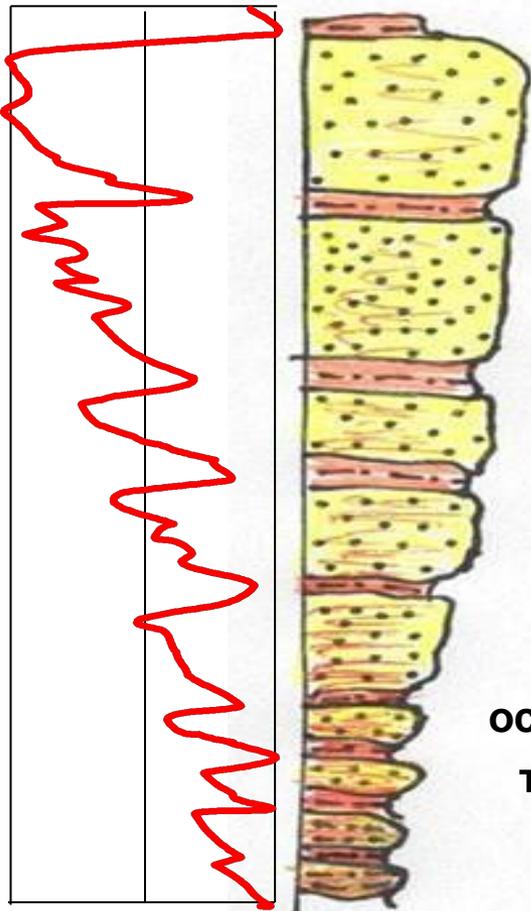
- Регистрирует изменение потенциалов, вызванное электрохимической и электрокинетической активностью
- Выделяет непроницаемые глины, проницаемые песчаники и карбонаты
- Показания в песчаниках отклоняются влево, в глинах - вправо
- По диаграмме можно определить содержание глин

ГК:

- Естественная гамма-активность связана с содержанием U, Th, K.
- Показания в глинах отклоняются вправо, в песчаниках – влево

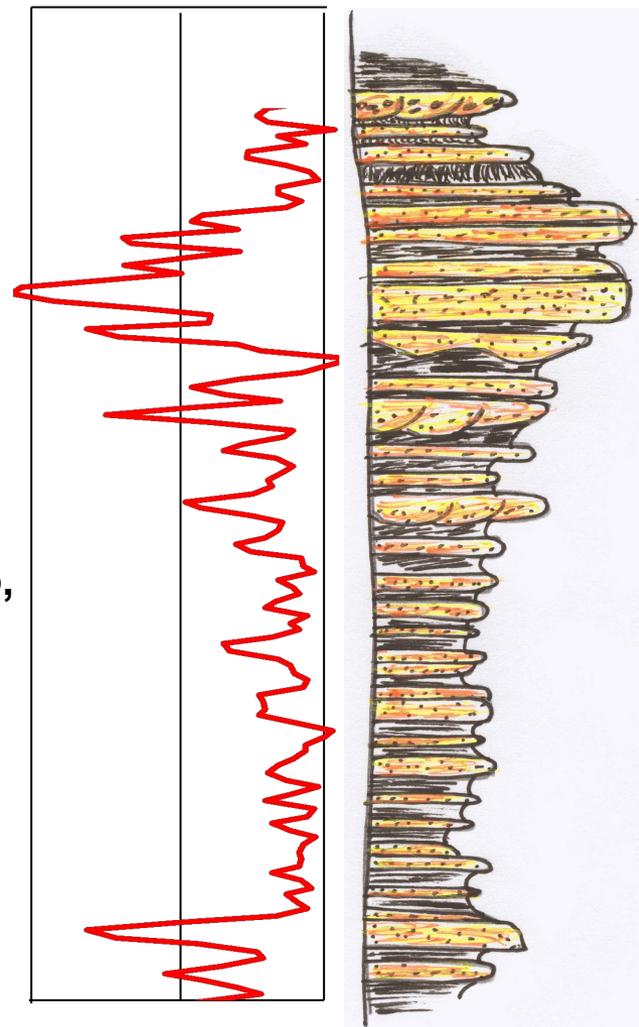
Связь зернистости песчаных/алевритовых пород и аномалий ГК, ПС

ГК



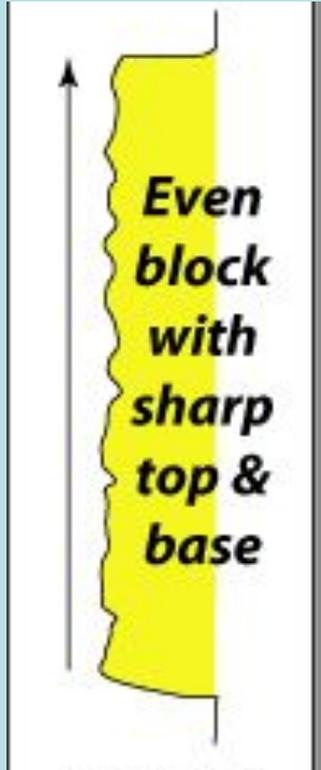
Чем крупнее зернистость, тем, активнее была обстановка осадконакопления. Следовательно, тем меньше содержание глины в породе

ГК



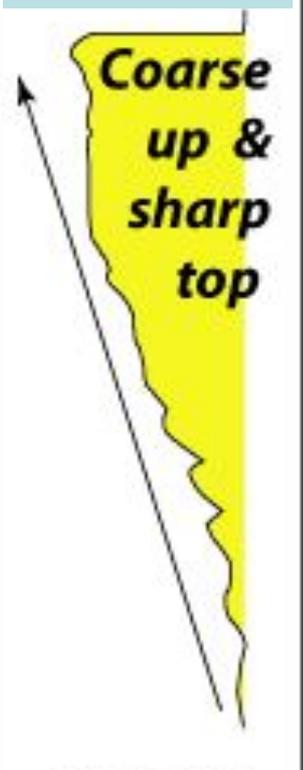
Типовые формы каротажных кривых ПС, ГК, используемые при седиментологическом анализе

Цилиндрическая



Речные каналы, подводные каньоны

Воронковидная



Устьевые бары, барьерный остров

Колоколовидная



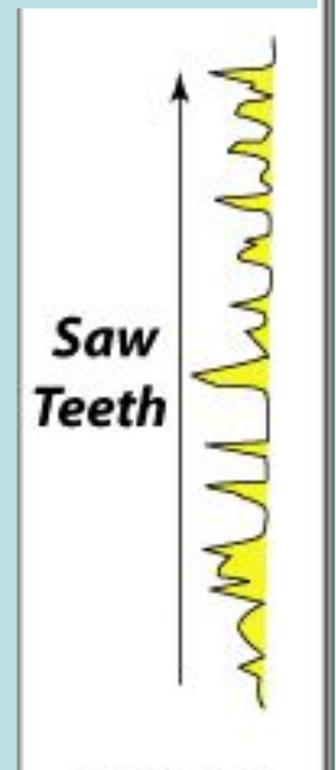
Русловые бары-побочни, трансгрессивные песчаники

Симметричная



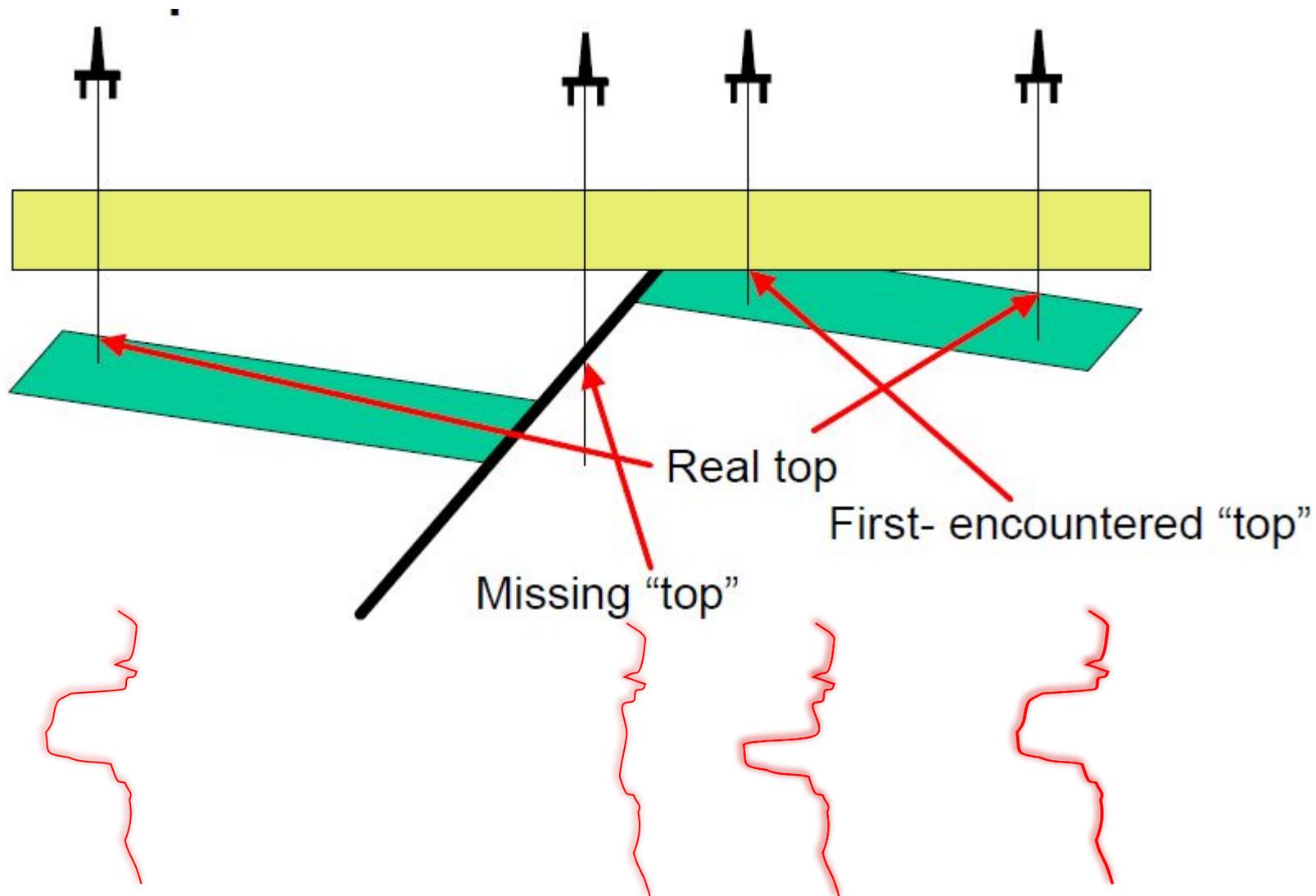
Слившиеся регрессивные и трансгрессивные отложения

Неупорядоченная

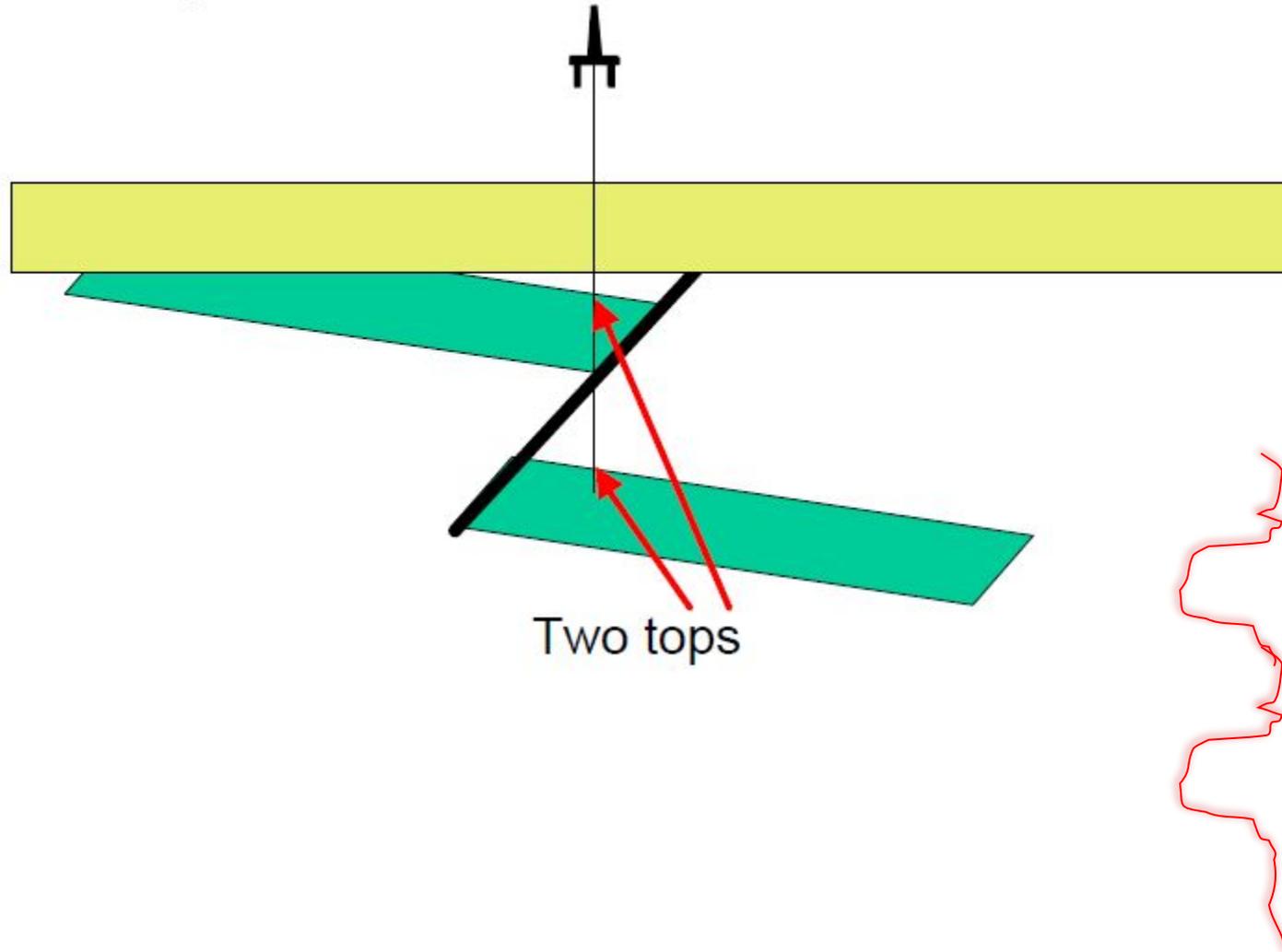


Пески пойменных разливов

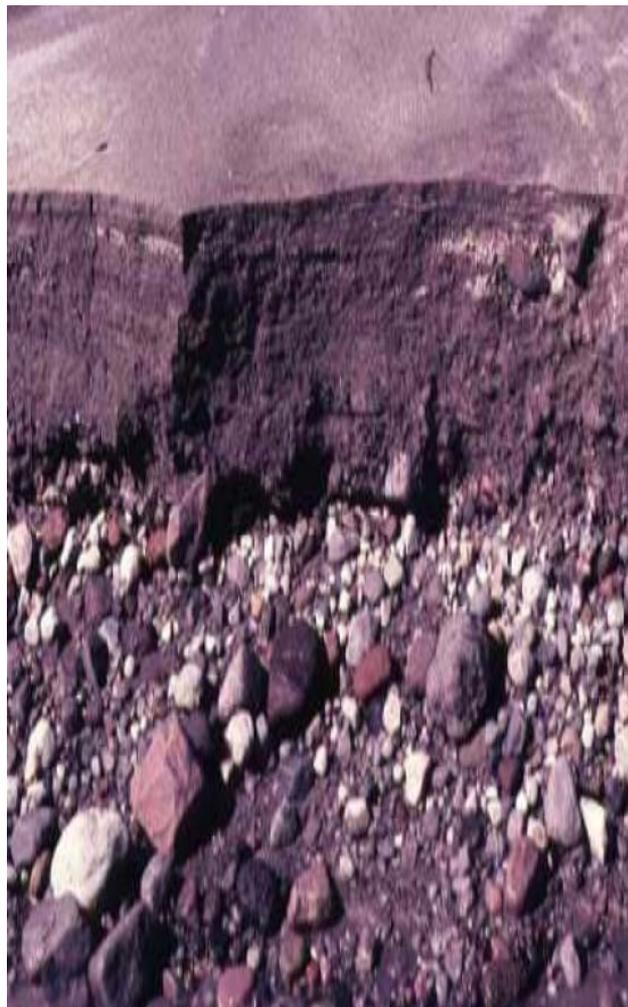
Применение ГИС: идентификация разломов



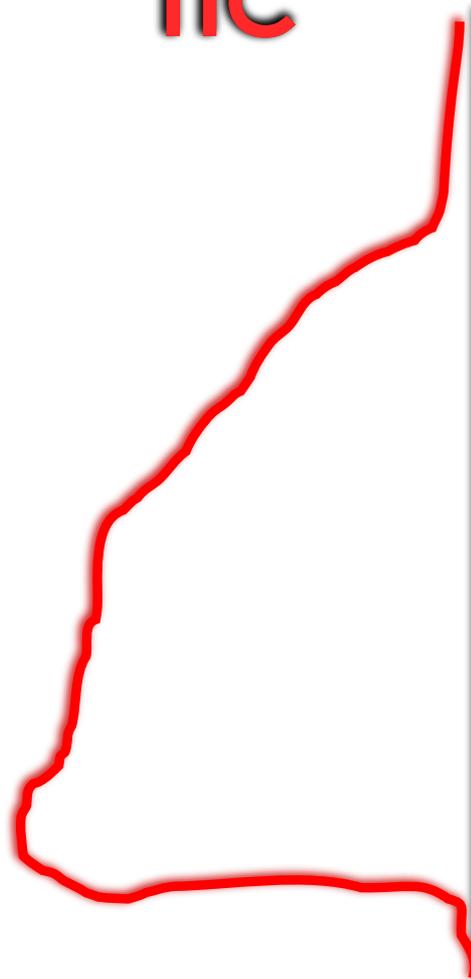
Применение ГИС: идентификация разломов - повторяющийся разрез



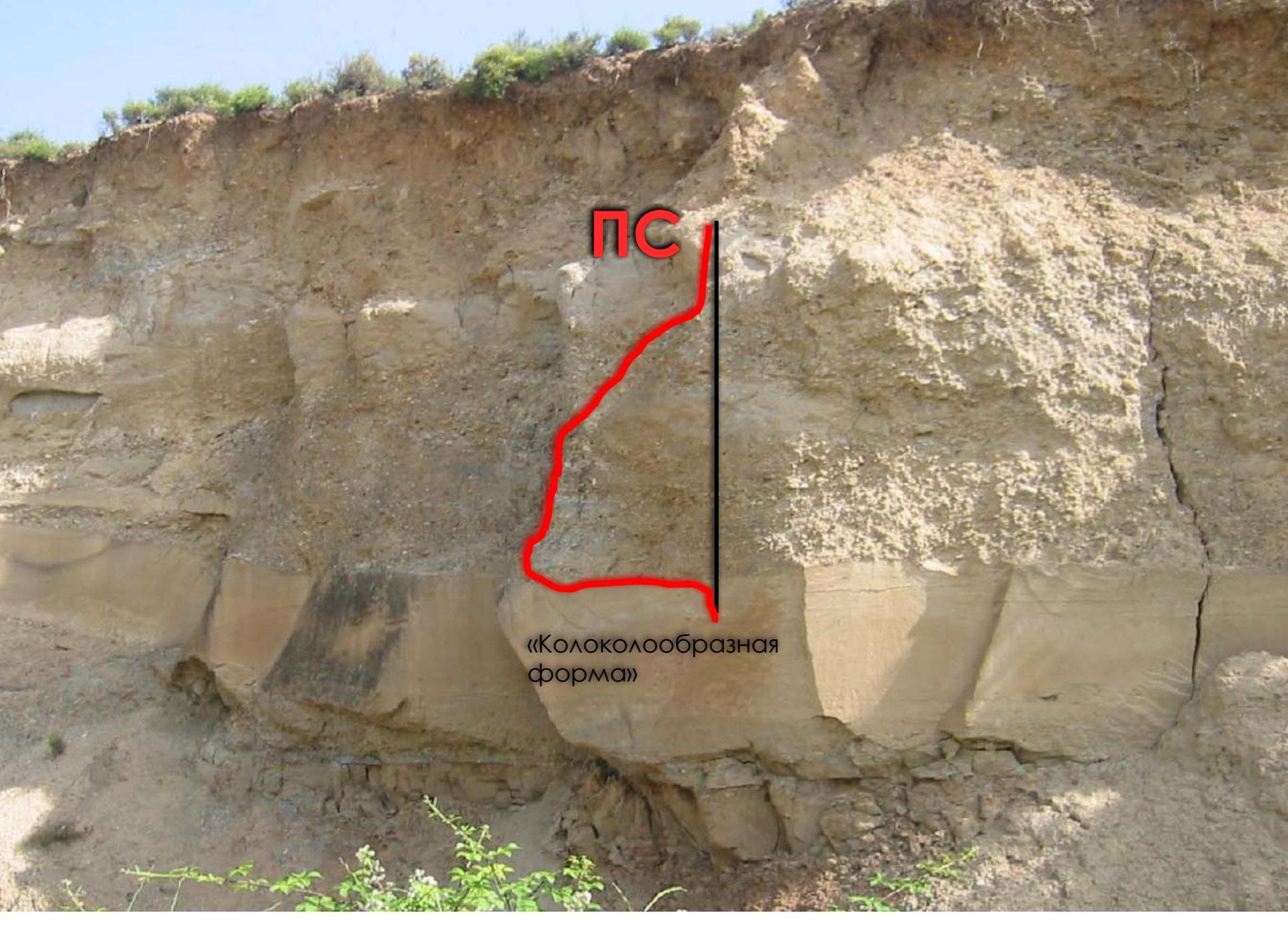
Применение ГИС: электрометрический анализ и диагностика природы осадочных тел



ПС



«Колоколообразная форма»

A photograph of a geological outcrop showing various sedimentary layers. A red line is drawn on the rock face, tracing a path that starts near the top center, moves down and left, then down and right, then left, then down, then right, and finally up to the top right. A black vertical line is drawn to the right of the red line, extending from the top of the red line down to its base. The rock is light brown and tan, with some darker, more silty layers. There are some cracks and small plants growing on the surface.

ПС

«Колоколообразная
форма»

Насыщенные песком глубоководно-морские обломочные системы (1)

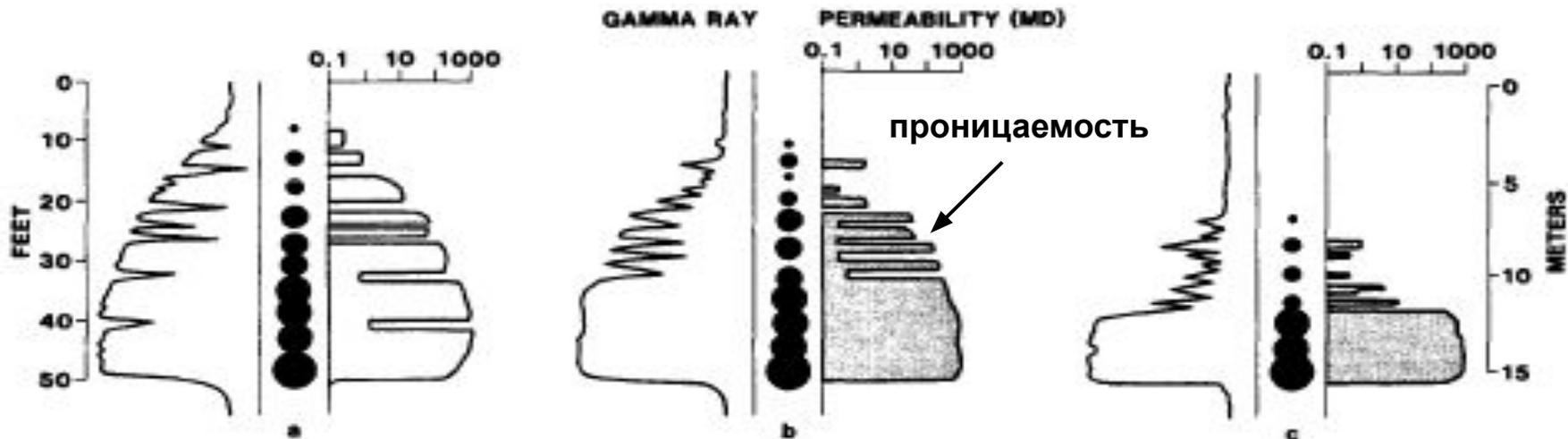
- Простые источник материала, формирующего подводные конусы выноса



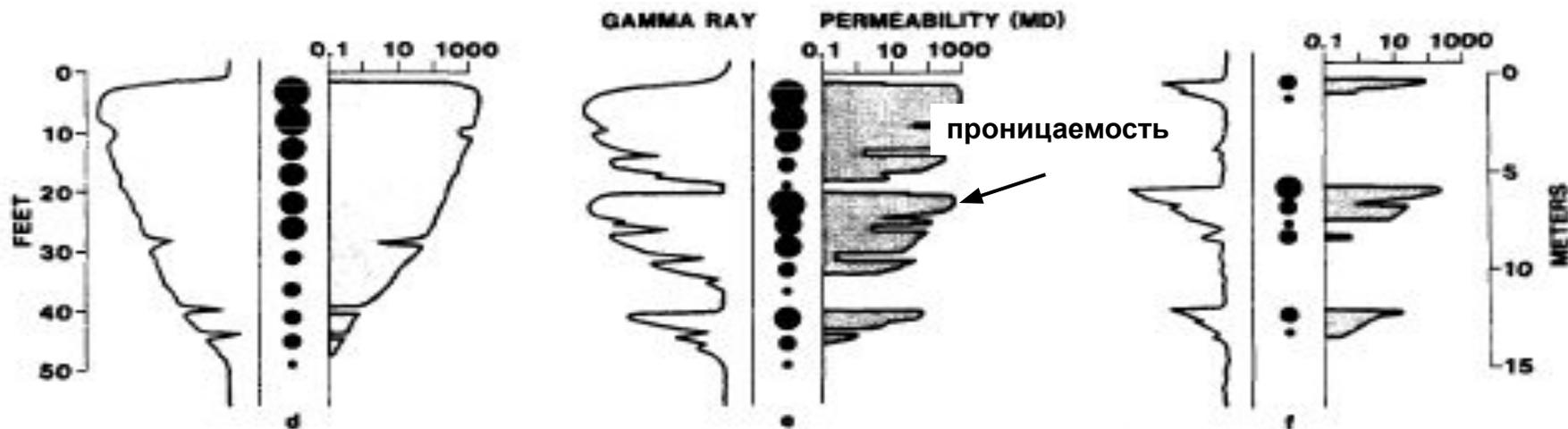
Точечный источник сноса песчаного материала!

Промысловые характеристики речных каналов и устьевых баров дельты и форма ГК

Отложения дельтовых каналов

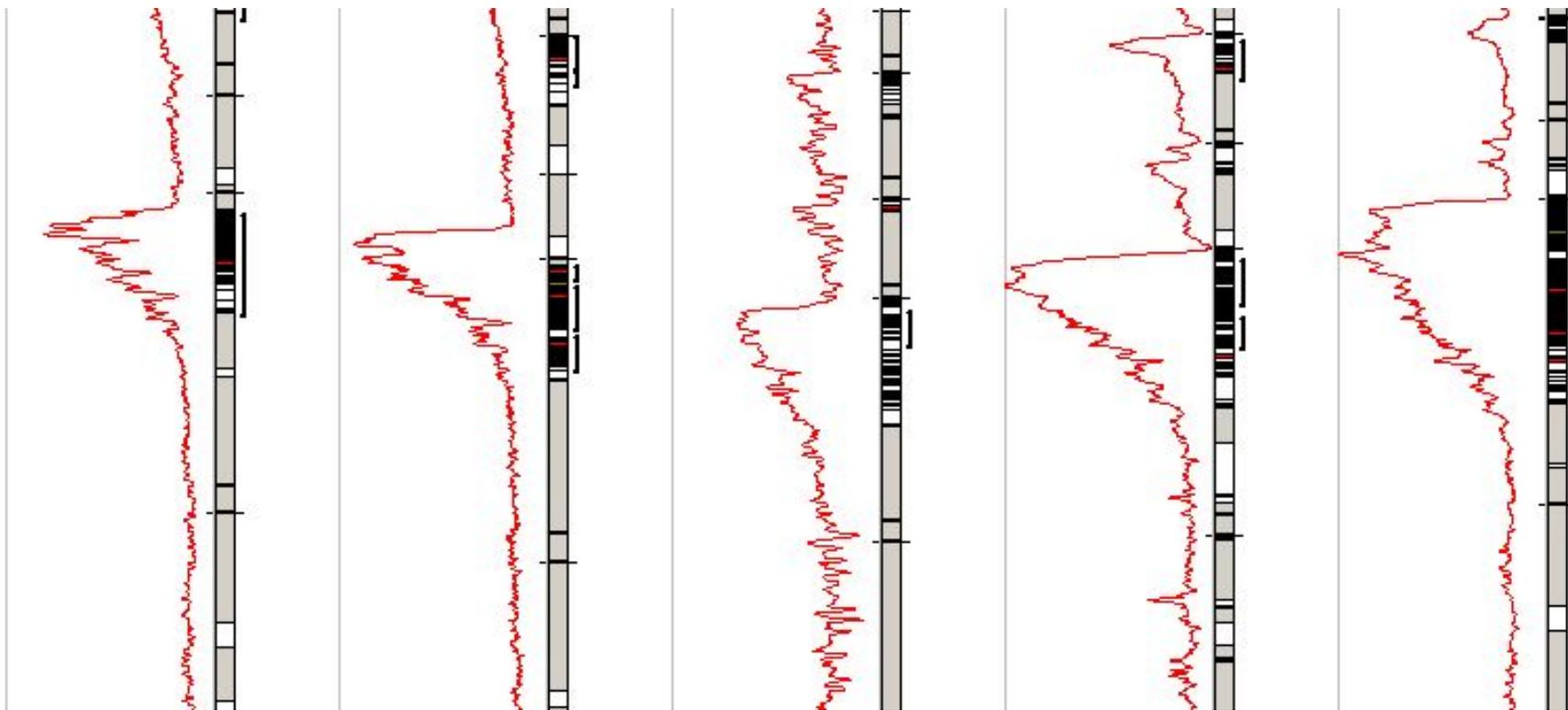


Отложения устьевых баров



• Размер зерен

Пример каротажных кривых скважин, вскрывших баровое тело



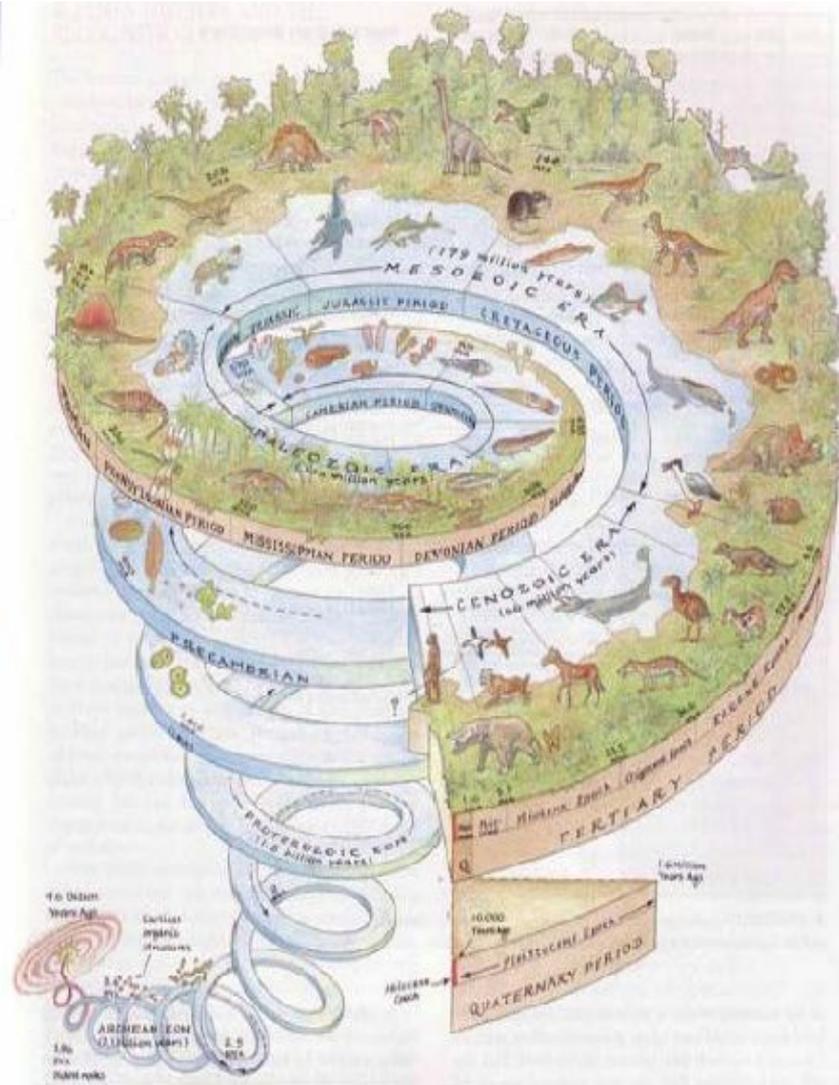
2. Время в геологии

Геохронология

Возраст горных пород:

- **Относительный** – определяет относительный возраст пород по принципу: «что древнее и что моложе»
- **Абсолютный (изотопный)** – количество лет (тысяч или миллионов) от образования горной породы до наших дней

Предполагаемый возраст Земли – 4.57 (2%) млрд. лет.



1. Методы относительной геохронологии

- **Стратиграфический** (литолого-стратиграфический) метод, базирующийся на законе «последовательности напластования»
- **Палеонтологический** (биостратиграфический) метод, использующий законы эволюции животных и растительных организмов. Понятие о «руководящих ископаемых организмах».

Относительная геохронология: что было раньше, а что – позднее?

Методы определения относительного возраста:

1. По взаимоотношению геологических тел:

а) Осадочные горные породы

4

3

2

1

Пласты, которые лежат
ниже – более древние,
верхние – более молодые

б) Магматические горные породы

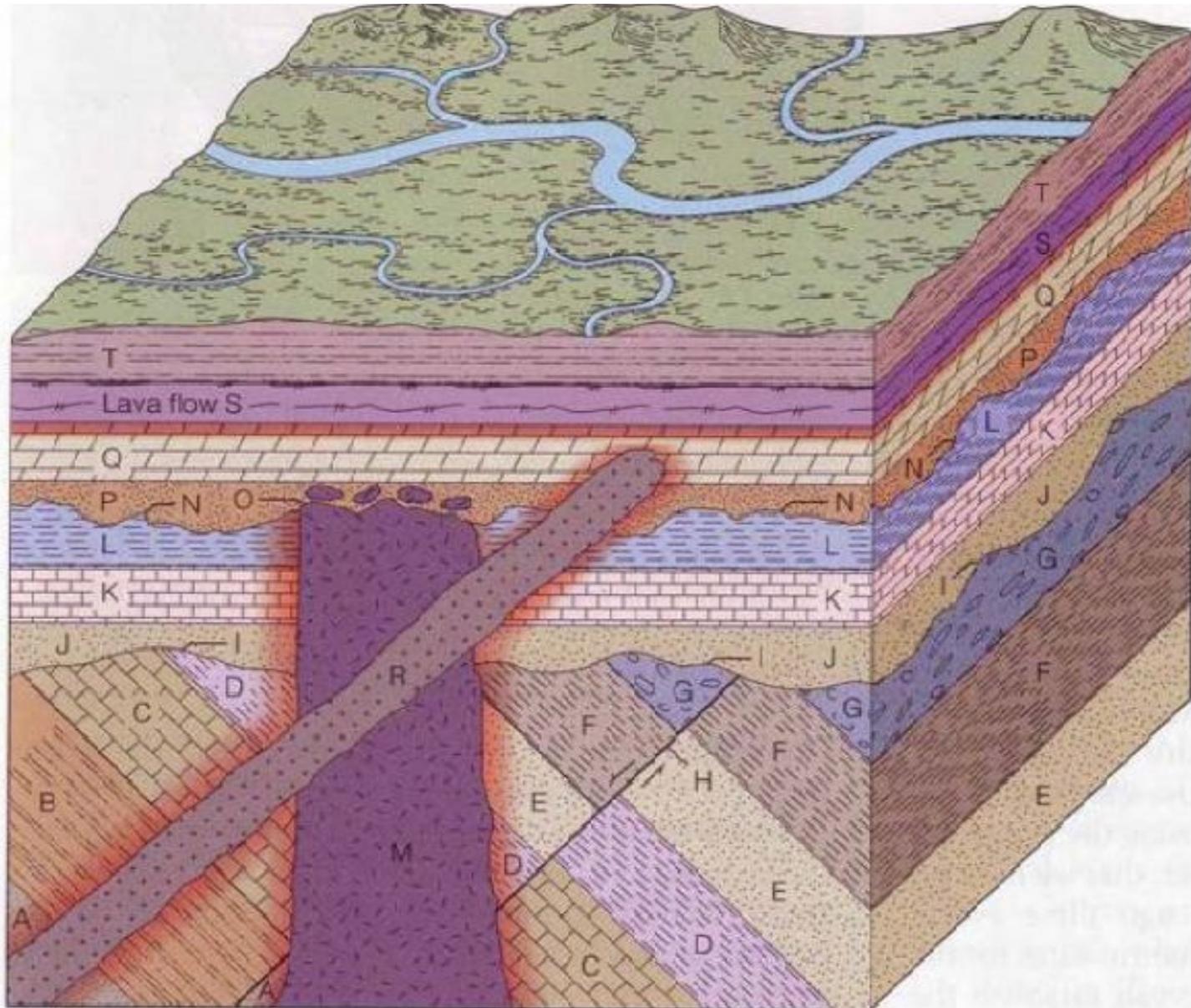


Интрузивные тела моложе тех пород, которые они прорывают и древнее тех пород, которые перекрывают интрузивные тела и имеют в своем составе обломки интрузивных пород.

Шток гранитов моложе толщи I и древнее толщи II и дайки диабазов.

Дайка диабазов моложе толщ I и II и штока гранитов и древнее толщи III

Относительная геохронология



Абсолютная геохронология

Устанавливает возраст горных пород, руд и минералов в единицах астрономического времени (миллионы, сотни тысяч и тысячи лет)

Методы абсолютной геохронологии:

- Сезонно-климатические,
- Радиологические (ядерные, изотопные)

Изменение количества суток в году в фанерозое
(по Дж. Уэллсу [Wells, 1963])

Период	Начало, млн. лет назад	Количество суток в году
Кембрий	570	421
Ордовик	500	412
Силур	435	405
Девон	395	401
Карбон	345	396
Пермь	280	390
Триас	225	385
Юра	195	382
Мел	136	377
Палеоген	65	371

Абсолютная геохронология: сезонно-климатические методы

- Основаны на связи ряда геологических и биологических процессов с сезонными изменениями климата:
 - суточные и годовые слои кораллов и деревьев,
 - «ленточные глины».
- Ограниченность применения.



Ленточные глины

Абсолютная геохронология: изотопные методы

Радиологические (ядерные, изотопные) методы основаны на явлении радиоактивного распада ряда элементов. Используются следующие типы радиоактивного распада:

- $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb} + 8\ ^4\text{He}$
- $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb} + 7\ ^4\text{He}$
- $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb} + 6\ ^4\text{He}$
- $^{40}\text{K} + e \rightarrow ^{40}\text{Ca} + ^{40}\text{Ar}$
- $^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr} + b$
- $^{147}\text{Sm} \rightarrow ^{143}\text{Nd} + \text{He}$
- $^{187}\text{Re} \rightarrow ^{187}\text{Os} + b$
- $^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N}$

Уран-свинцовый метод:

Период полураспада: ^{238}U -
4.51 млрд. лет

Калий-аргоновый метод:

^{40}K – 1.3 млрд. лет;

^{87}Rb -48.8 млрд. лет

^{147}Sm – 106 млрд. лет

Радиоуглеродный метод:

^{14}C – 5568 лет

Возраст Земли

- ***Возраст Земли*** устанавливается на основе имеющихся самых древних радиологических дат минералов и пород планеты, а также возраста метеоритов
 - Возраст «серых гнейсов» Западной Гренландии – 3.8 млрд. лет.
 - Возраст гнейсов Приалданья – 3.6-3.7 млрд. лет.
 - Возраст гнейсов Украинского щита – 3.6-3.7 млрд. лет.
 - Возраст обломочного циркона из песчаников 4.1-4.2 млрд. лет.
 - Возраст анортозитов Луны – 4.0-4.5 млрд. лет.
 - Возраст метеоритов – 4.5-4.6 млрд. лет.
- ***Предполагаемый возраст Земли – 4.57 (2%) млрд. лет.***

Международная стратиграфическая шкала (МСШ) – это шкала относительного летоисчисления.

Эра-тема	Система	Отдел/Подотдел	Ярус	Возраст (млн лет)	
Кайнозойская KZ	Четвертичная Q	Плейстоценовый Q ₄	Неоглибский Q ₄	0,01	
		Плиоценовый N ₃	Верхний N ₃	Гептазоний N ₃	0,6
			Средний N ₃	Палеоний N ₃	1,81
	Неогеновая N	Миоценовый N ₂	Верхний N ₂	Палеоний N ₂	2,58
			Средний N ₂	Зантобий N ₂	5,33
		Плиоценовый N ₁	Верхний N ₁	Тортозоний N ₁	2,29
	Палеогеновая P	Олигоценый P ₃	Верхний P ₃	Сарваллий P ₃	11,61
			Средний P ₃	Лантанский P ₃	13,85
			Нижний P ₃	Бурдигальский P ₃	15,57
		Эоценовый P ₂	Верхний P ₂	Хатсоний P ₂	20,43
			Средний P ₂	Рогельский P ₂	23,03
			Нижний P ₂	Приабисоний P ₂	28,4
		Палеоценовый P ₁	Верхний P ₁	Бартогоний P ₁	33,9
			Средний P ₁	Лютетский P ₁	37,2
			Нижний P ₁	Ипроний P ₁	40,4
Мезозойская MZ	Меловая K	Верхний K ₂	Меластокский K ₂	48,6	
			Кампанский K ₂ (K ₂ cp)	55,8	
			Сантапонский K ₂	83,5	
			Кампанский K ₂ (K ₂ cm)	85,8	
			Туронский K ₂	89,3	
			Сенманский K ₂ (K ₂ cm)	93,5	
	Юрская J	Верхний J ₃	Альбоний K ₁	99,6	
			Аптский K ₁	112,0	
			Баврионий K ₁	125,0	
	Триасовая T	Верхний J ₂	Готаривский J ₂ (J ₂)	130,0	
			Валажонский J ₂	136,4	
			Берриаский J ₂	140,2	
		Средний J ₂	Титонский J ₂	145,5	
			Киммериджий J ₂	150,8	
			Окстоджий J ₂	155,7	
Нижний J ₂	Келвудский J ₂	161,2			
	Байосский J ₂	162,4			
	Аптский J ₂	167,7			
Верхний J ₁	Тюроний J ₁	171,6			
	Пеноставский J ₁	175,6			
	Синемурский J ₁	183,0			
Верхний T ₃	Геттисбургский T ₃	189,6			
	Ритский T ₃	195,5			
	Нордский T ₃	196,0			
Средний T ₃	Карниский T ₃	203,6			
	Ладинский T ₃	216,5			
	Антейский T ₃	226,0			
Нижний T ₃	Антейский T ₃	237,0			
	Олвенский T ₃	245,0			
	Ирвинский T ₃	249,7			
		Ирвинский T ₃	251,0		

Эра-тема	Система	Отдел/Подотдел	Ярус	Возраст (млн лет)
Палеозойская PZ	Пермская P	Приуральский P ₁	Вятский P ₁	265,8
			Северодвинский P ₁	269,0
			Уфимский P ₁	271,6
	Верхний C ₂	Артинский P ₁	275,6	
		Самарский P ₁	284,4	
		Азиатский P ₁	294,6	
	Средний C ₂	Кавказский C ₂	299,0	
		Курганский C ₂	302,5	
		Балхирский C ₂	305,5	
	Нижний C ₂	Солтүстік C ₂	311,7	
		Виланский C ₂	318,1	
		Лунинский C ₂	324,4	
	Девонская D	Верхний D ₃	Фаномский D ₃	345,3
			Фрагоний D ₃	359,2
			Живетский D ₃ (D ₃ g)	374,5
Нижний D ₃	Эйфельский D ₃ (D ₃ ef)	385,3		
	Эксирский D ₃	391,6		
	Прайский D ₃	397,5		
Силурийская S	Верхний S ₂	Локсвий D ₁	407,2	
		Локсвий D ₁	411,2	
		Лудловский S ₂ (S ₂ ld)	418,0	
Ордовикская O	Верхний O ₃	Веллоский S ₁ (S ₁ w)	419,7	
		Глендвервийский S ₁	422,9	
		Ашгилльский O ₃ (O ₃ as)	428,2	
Кембрийская K	Верхний O ₂	Карадокский O ₃	443,7	
		Планерийский O ₃	460,9	
		Аренгийский O ₂	471,6	
Нижний O ₂	Тремедоний O ₂	475,6		
	Кальдронский O ₂	483,3		
	Алексианский O ₂	501,0		
Нижний O ₁	Мавский O ₁	503,0		
	Алленский O ₁	503,0		
	Толанский O ₁	510,0		
Верхний C ₁	Ботомский C ₁	517,0		
	Атдабанский C ₁	521,0		
	Томмотский C ₁	542,0		

ВСЕТВИ
 Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского
ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ФАНОЗОЯ (ОСШ)
 (Стратиграфический кодекс России, 2006)
 Геологический возраст – по Шкале геологического времени (Gradstein et al., 2004; официальный сайт
 Международной Комиссии по стратиграфии: <http://www.stratigraphy.org>)

Эра-тема	Система	Отдел/Подотдел	Ярус	Возраст (млн лет)	
Протерозойская PR	Верхнепротерозойская PR ₂	Рифейская RF	Верхнерифейская (Кротовская) RF ₂	570-555	
			Среднерифейская (Юрматинская) RF ₂	600	
			Нижнерифейская (Буревская) RF	1030	
	Карельская KR (Нижнепротерозойская PR ₁)	Верхнекарельская KR ₁	Верхнекарельская KR ₁	1350	
			Нижнекарельская KR ₁	1650	
			Лопийская LP (Верхнеархейская)	2100	
	Архейская AR	Саамская SM (Нижнеархейская)	Верхнелопийская LP ₃	2500	
			Среднелопийская LP ₂	2800	
			Нижнелопийская LP ₁	3000	
					3200
					?

ВСЕТВИ
 Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского
ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ДОКЕМБРИЯ
 (Стратиграфический кодекс России, 2006 с уточнениями)

Граница архея
 2900 млн. лет

палеозоя
 585 ± 30 млн. лет

мезозоя
 240 (235) млн. лет

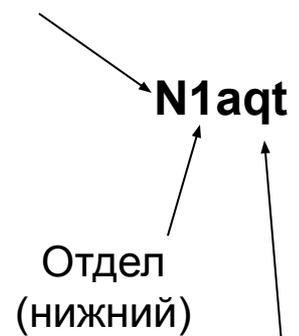
кайнозоя
 67 млн. лет

четвертичного периода
 1,7 млн. лет

Все породы литосферы от самых древних до самых молодых выстроены в единую колонку: внизу – самые древние, а выше - молодые

Эра-тема	Система	Отдел/Подотдел	Ярус	Возраст (млн лет)	
Кайнозойская КЗ	Четвер-тичная Q	Голоценовый Q _n		0.01	
		Плейстоценовый Q _p	Неоплейстоцен Q _n	0.8	
			Эоплейстоцен Q _e	1.81	
	Неогеновая N	Плиоценовый N ₂	Верхний N ₂ ¹	Гелазский N ₂ gl	2.58
			Средний N ₂ ²	Пьяченцкий N ₂ pia	
			Нижний N ₂ ¹	Занклский N ₂ zan	
		Миоценовый N ₁	Верхний N ₁ ³	Мессинский N ₁ mes	5.33
				Тортонский N ₁ tor	7.25
			Средний N ₁ ²	Серравальский N ₁ sv	11.61
				Лангийский N ₁ lan	13.65
				Бурдигальский N ₁ bur	15.97
			Нижний N ₁ ¹	Аквитанский N ₁ aqt	20.43
					23.03
	Палеогеновая P	Олигоценый P ₃	Верхний P ₃ ²	Хаттский P ₃ h	28.4
			Нижний P ₃ ¹	Рюпельский P ₃ r	33.9
		Эоценовый P ₂	Верхний P ₂ ²	Приабонский P ₂ p	37.2
				Бартонский P ₂ b	40.4
			Средний P ₂ ¹	Лютетский P ₂ l	48.6
				Ипрский P ₂ i	55.8
		Палеоценовый P ₁	Верхний P ₁ ²	Танетский P ₁ t	58.7
Зеландский P ₁ sl				61.7	
Нижний P ₁ ¹			Датский P ₁ d	65.5	

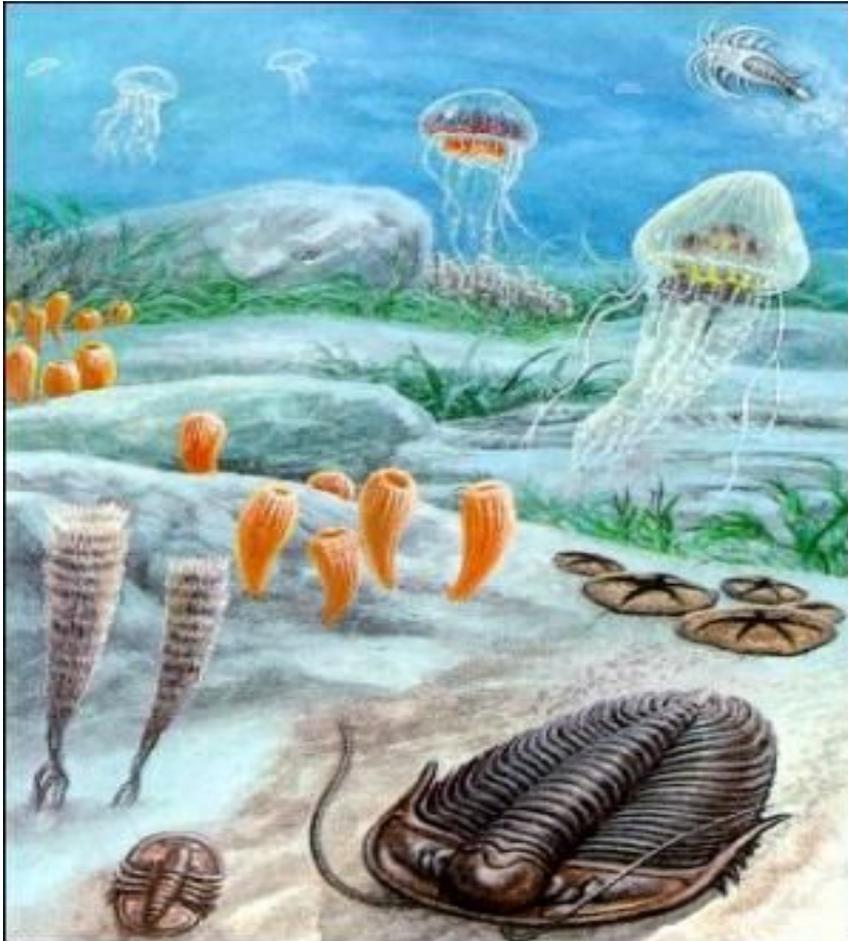
Система
(неогеновая)



Ярус
(аквитанский)

Продолжительность: система - 20-50 млн.лет; отдел – 10-20 млн.лет; ярус – 5-10 млн.лет

Главнейшие события в эволюции органического мира



1. Появление жизни – AR (архей)
2. Появление водорослей – PR (протерозой)
3. Появление скелетной фауны – E (кембрий)



4. Появление первых растений – D (девон)



Впервые растения выходят на сушу, они заселяют участки по берегам рек и озёр. Стебли большинства этих растений были гладкими и не имели листьев. Выходили на сушу и беспозвоночные – скорпионообразные. Бурно эволюционировали рыбы.

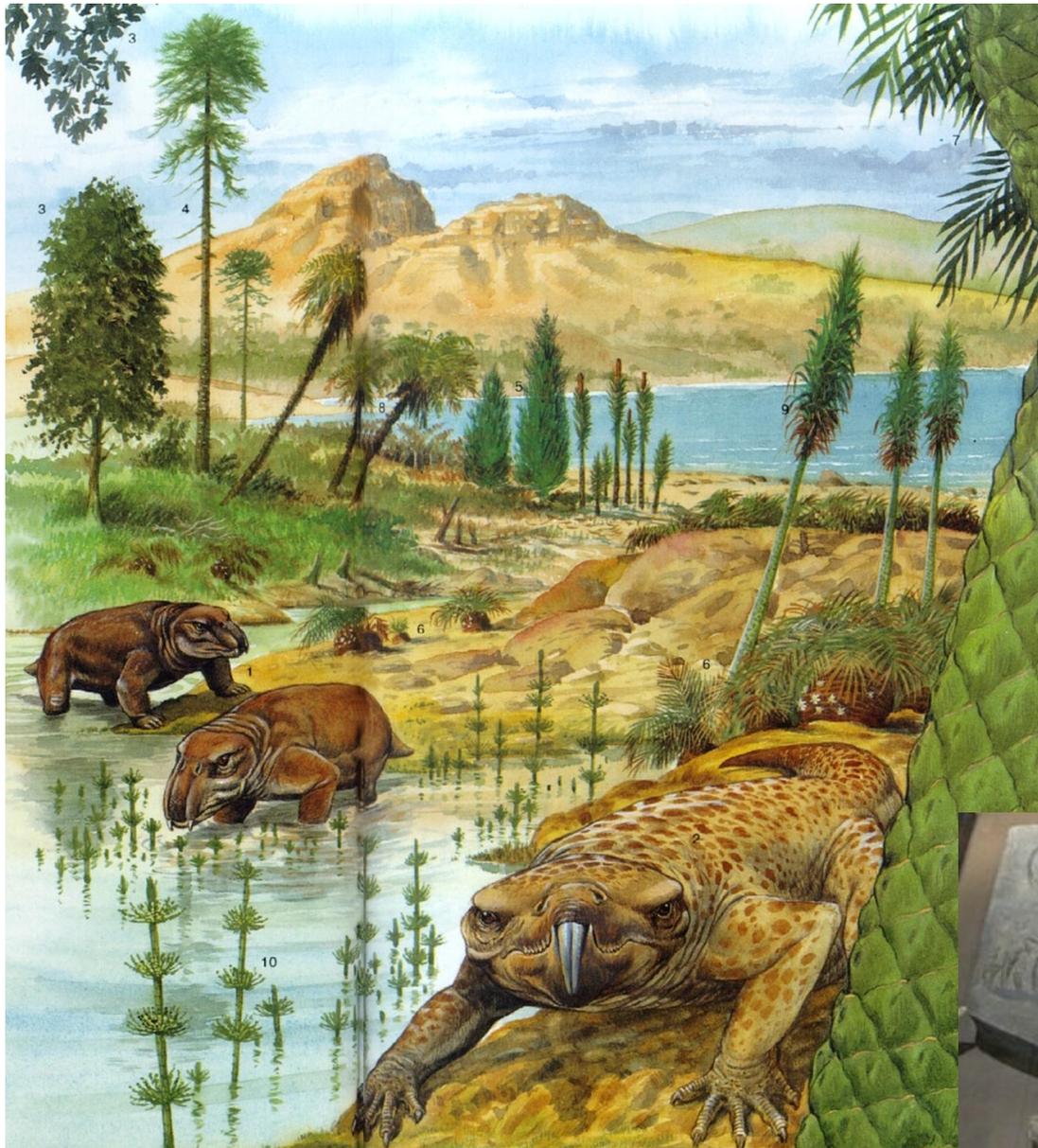


5. Расцвет папоротников – С (каменноугольный)



В карбоне образовалось множество заболоченных водоемов, быстро заросших непроходимыми джунглями. Впоследствии в этих местах образовались важнейшие каменноугольные бассейны Европы и Северной Америки. Главную роль в образовании карбоновых лесов выполняли гигантские древовидные плауновидные (*Lepido-dendron* - в средней части рисунка слева), древовидные папоротники (на переднем плане справа), кордаиты (высокие стройные деревья справа), древовидные хвощевидные (на рисунке они отсутствуют).

6. Появление млекопитающих – Т (триас)



В триасе были обширные бесплодные пустыни, но у водоёмов обитали животные: 1 – листозавр, 2 – ринхозавр, и произрастала богатая растительность:

3 – гинкго, 4 - араукария, 5 - тис, 6 - саговики, 7 - древовидный папоротник, 8 – беннеттитовые, 9 - плауновидные (плевромейя) 10 – хвоще-



7. Расцвет рептилий (динозавры) – J (юра)

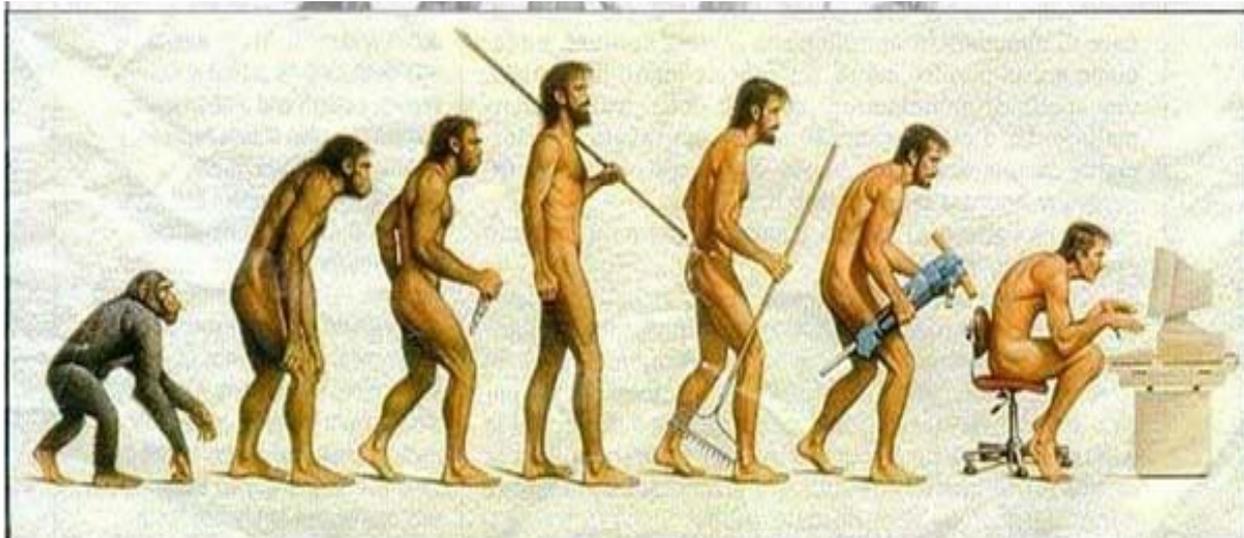


Ящеротазовый динозавр из группы ящероногих (*Sauropoda*) – весил около 30 тонн и превышал 20 м в длину. Здесь изображен *Brontosaurus excelsu* из верхней юры Северной Америки. Ящероногие динозавры (зауроподы) были крупнейшими известными до сих пор наземными животными. Все они были растительноядными.

8. Вымирание динозавров – К (мел)

**9. Появление всех современных видов –
N (неоген)**

10. Появление человека – Q (четвертичный)



3. Корреляция отложений

Что такое геологическая корреляция?

Геологическая корреляция – геологическая увязка пластов между буровыми скважинами для построения модели залежи (месторождения).

От правильности корреляции зависит правильность подсчёта запасов углеводородов, а также выводы о характере гидродинамической связности тел, пересечённых разными скважинами

Корреляция проводится по комплексу ГИС, с привлечением по мере возможности дополнительных данных (сейсмика, керн, данные разработки)

Корреляция может быть: региональной, локальной, внутрислоистой

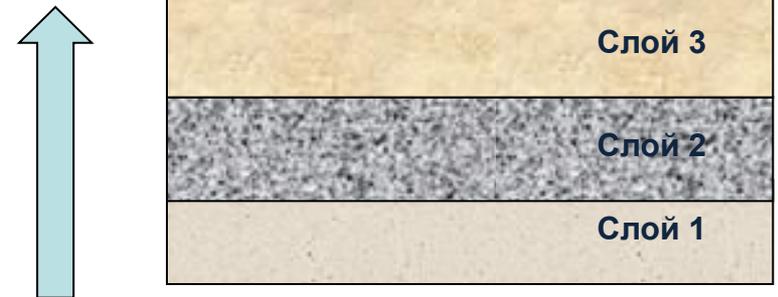
Основные принципы, используемые при корреляции разрезов:

- 1. Принцип суперпозиции (последовательности напластования)*
- 2. Принцип первоначального горизонтального залегания*
- 3. Принцип латеральной выдержанности и взаимных переходов*

1. Принцип суперпозиции

- Если одна осадочная породная единица лежит выше другой осадочной породной единицы, то вышележащая единица была отложена после нижележащей
- *Это правило не работает если слои были опрокинуты при тектонических деформациях*

Более молодые



Более древние

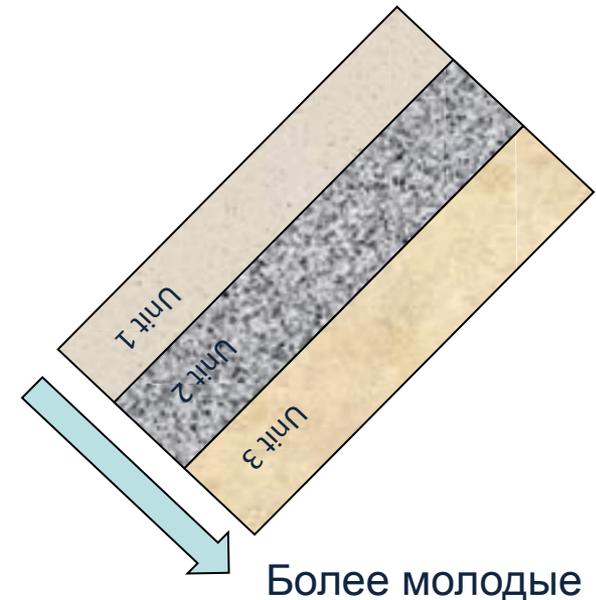
2. Принцип первоначального горизонтального залегания

- Слои горных пород были первоначально отложены примерно горизонтально.
- Это определяется геометрией первичной поверхности осадконакопления. Поскольку большинство поверхностей осадконакопления являются почти горизонтальными, то отклонение от горизонтального положения интерпретируется как влияние движений и деформаций.
- ***Наклонные слоистые поверхности, такие как крупномасштабные дельтовые клиноформы, являются исключением из этого правила.***

Более молодые



Более древние



3. Принцип латеральной выдержанности и взаимных переходов

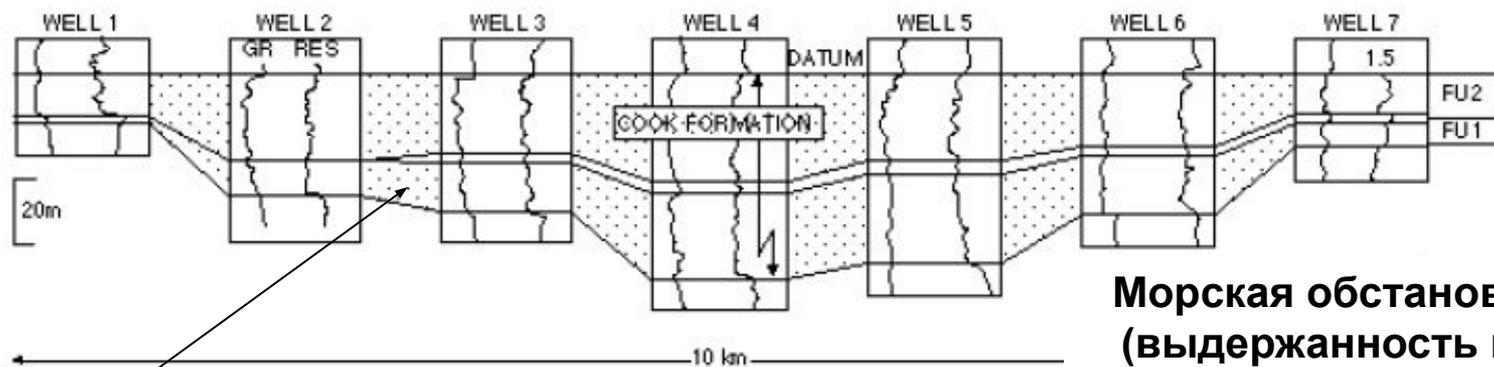
Слоистое тело, от того места, где оно было первоначально образовано простирается латерально до тех пор пока:

- 1. Ограничится размерами бассейна осадконакопления
- 2. Выклинится до нулевой мощности
- 3. Сменится по латерали другим отложением.

Разрез седиментационного бассейна



Протяжённость и форма геологических тел тесно связаны с обстановкой осадконакопления



Песчаное тело

**Морская обстановка
(выдержанность по
простиранью)**



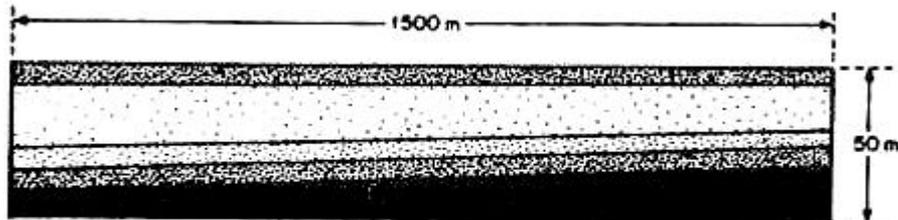
**Дельтовая обстановка
(прерывистость по
простиранью)**

Классификация песчаных тел по архитектуре

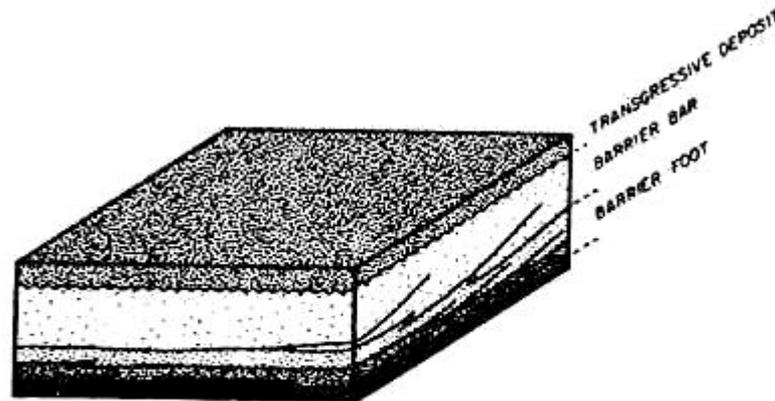
В основе данной классификации лежит степень связности коллекторов в межскважинном пространстве
(=> также и гидродинамической связности)

Выделено два крайних случая
(наилучшей и наихудшей связности)
и один промежуточный

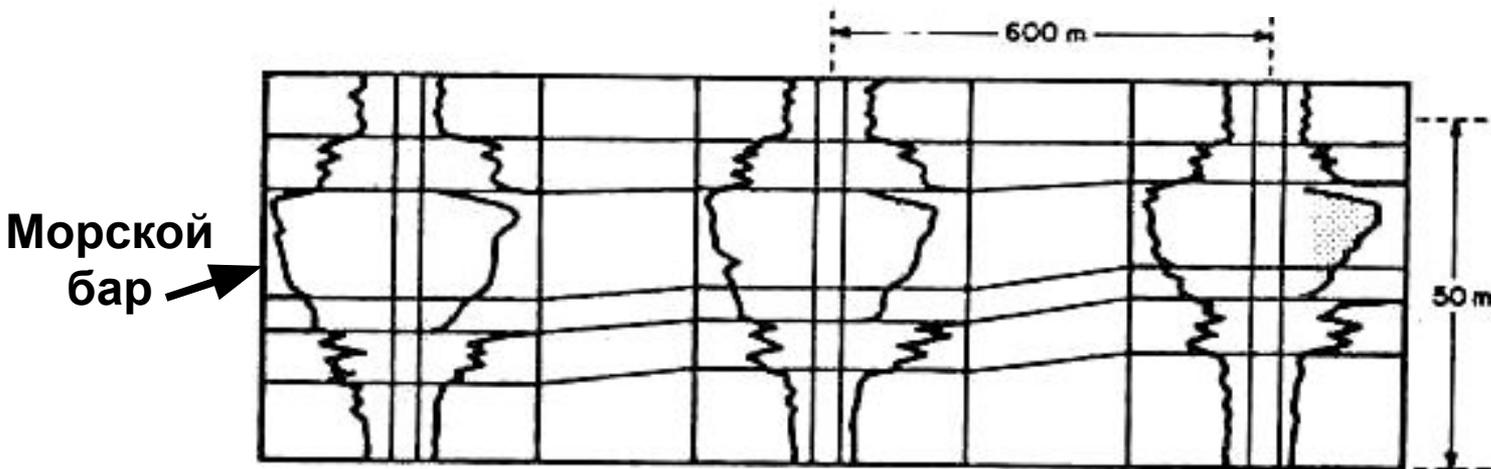
1. «Слоёный пирог» (наилучшая связность) – характерна для морских прибрежных отложений



Отчетливая пластовость и непрерывность с постепенным изменением мощности

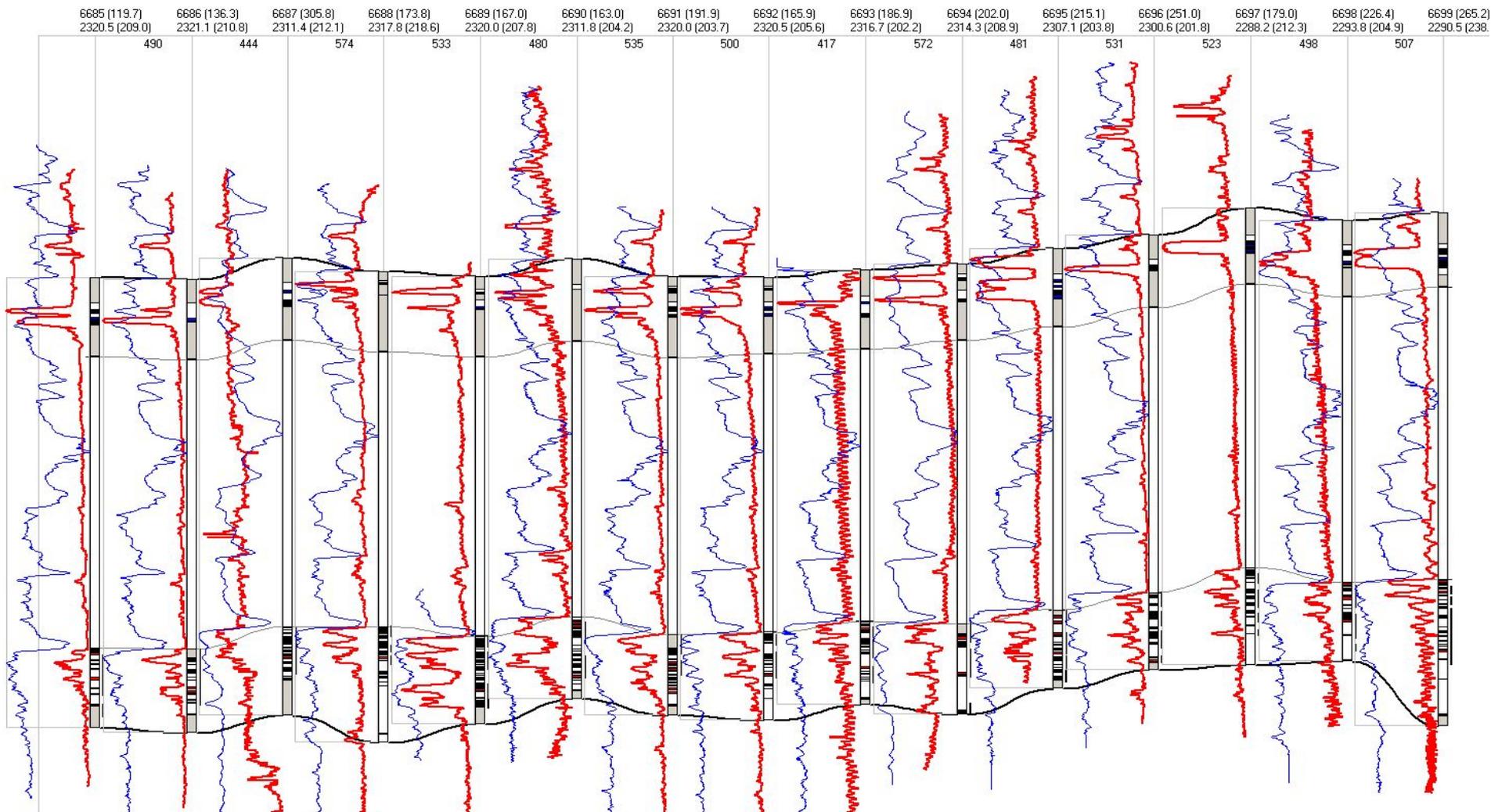


Слои представлены песчаником, отложившимся в одинаковой обстановке

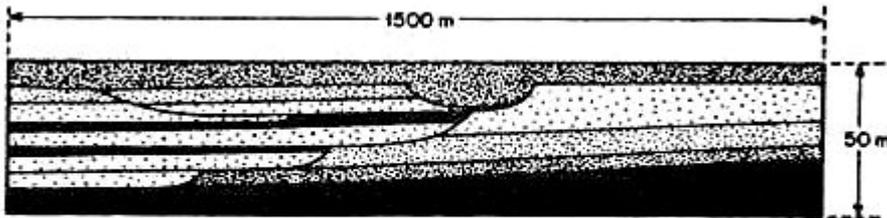


Превосходная корреляция по каротажам, демонстрирующая постепенное изменение мощности и свойств

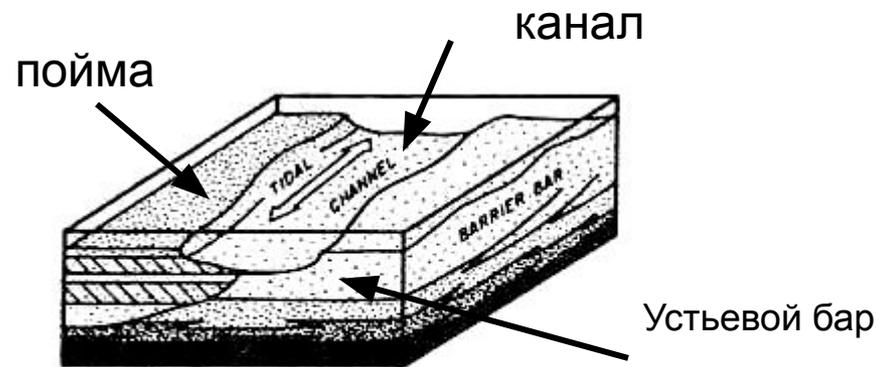
Пример корреляции («слоёный пирог») Приразломное месторождение



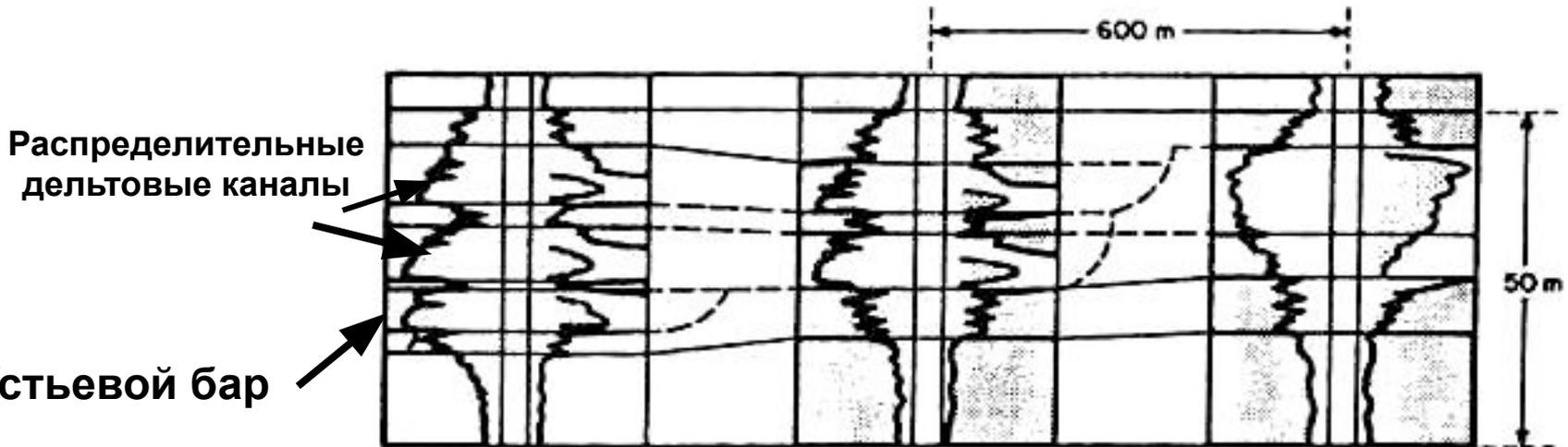
2. «Картинка-загадка» (промежуточный) – характерна для дельтовых отложений



Различные песчаные тела залегающие вместе без перерывов. Иногда низкопроницаемые зоны могут встречаться локально между соседними или наслаивающимися песчаными телами

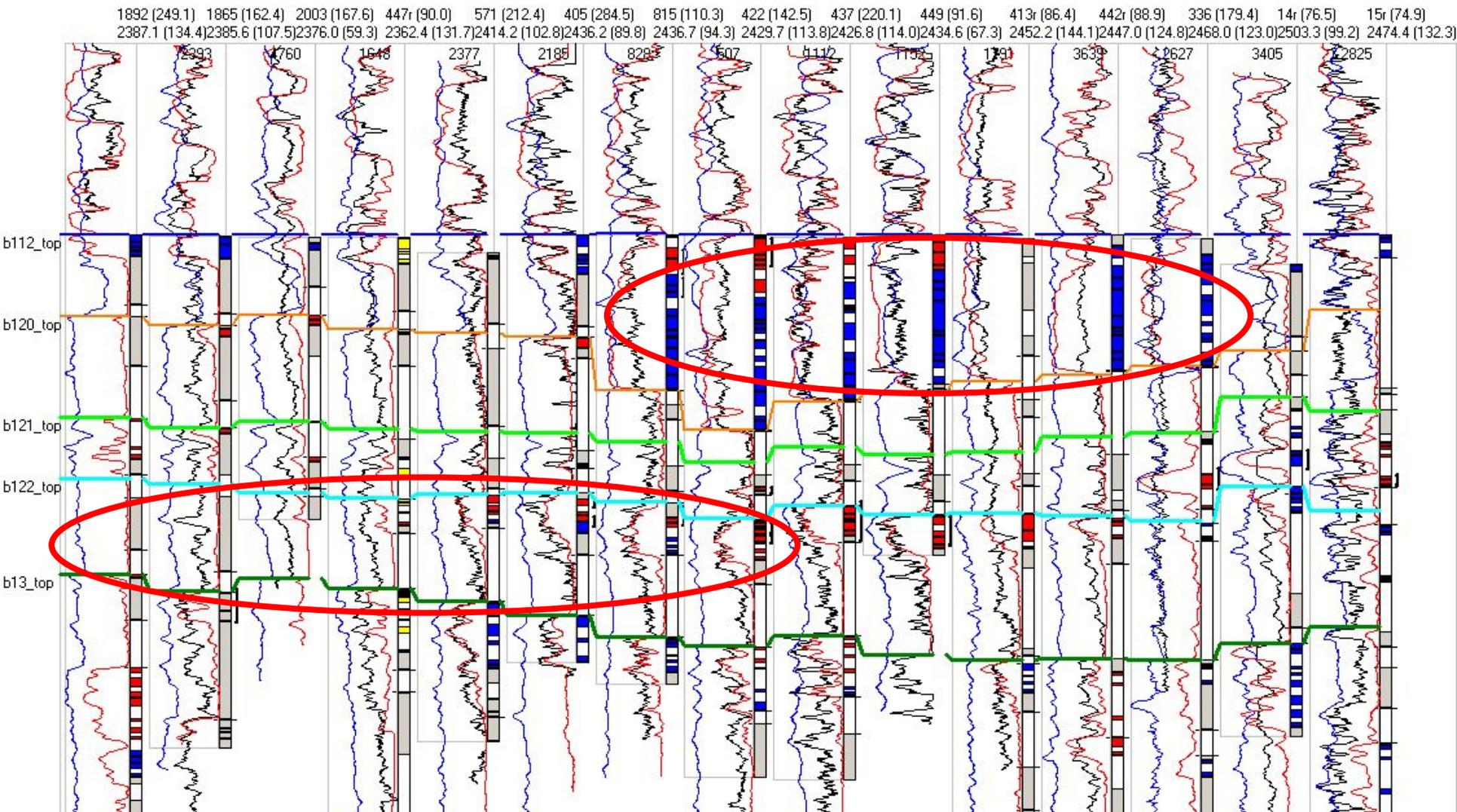


Определение архитектуры коллектора требует детального седиментологического анализа

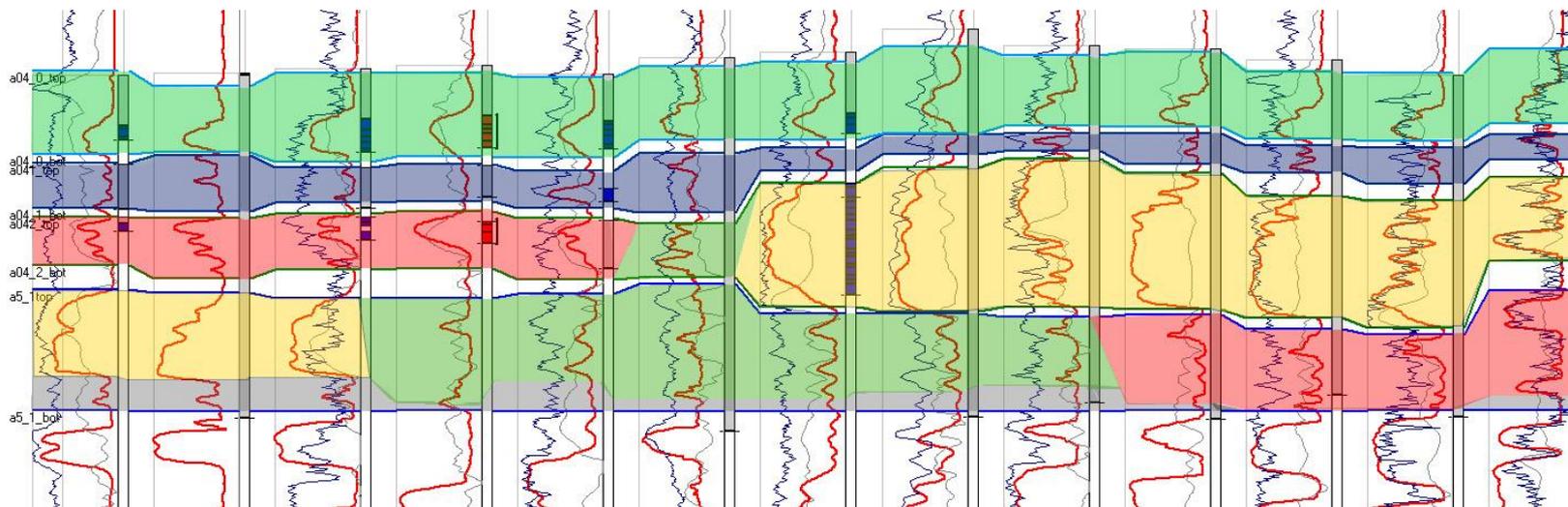
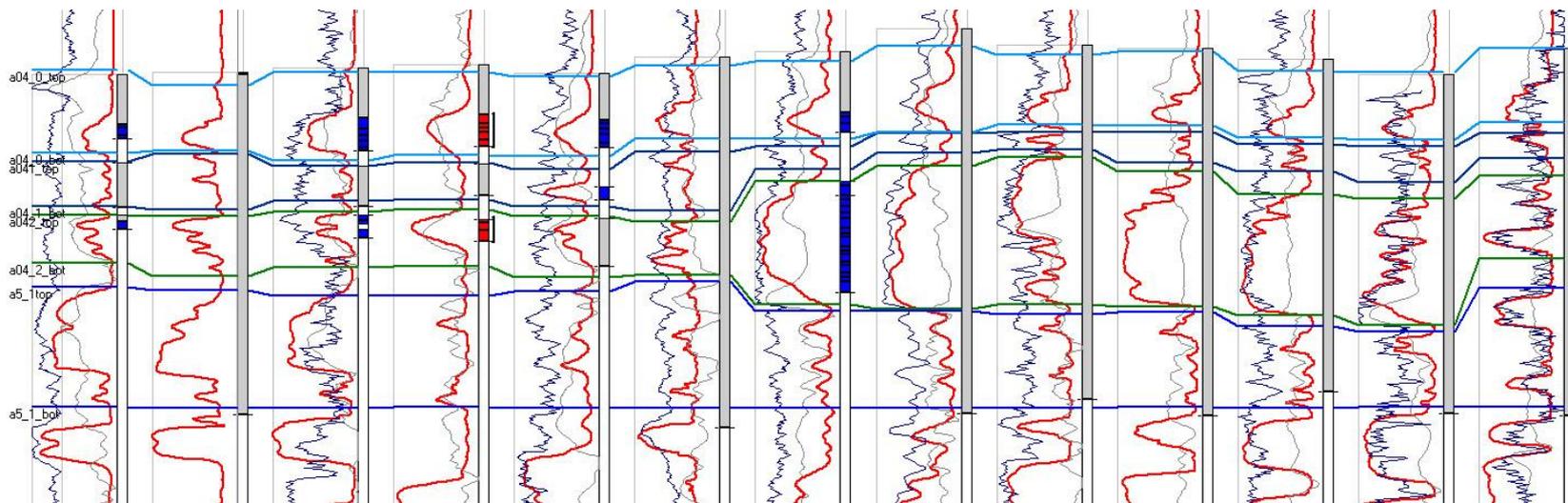


Несмотря на то, что отношение песок/глина является высоким, корреляция может быть затруднена без детальной седиментологической интерпретации

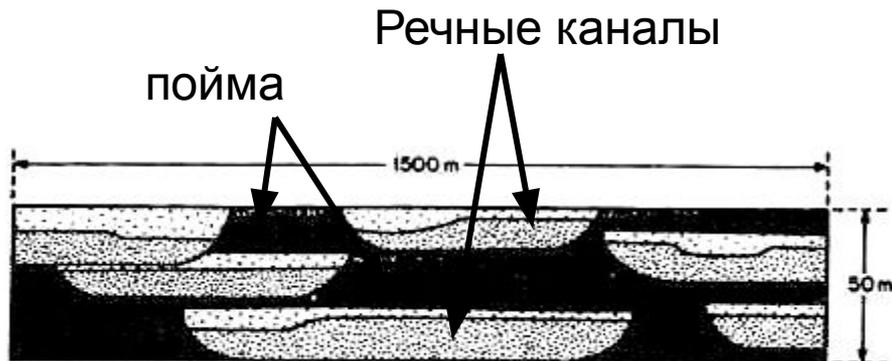
Пример канальных и баровых отложений дельты (Барсуковское месторождение)



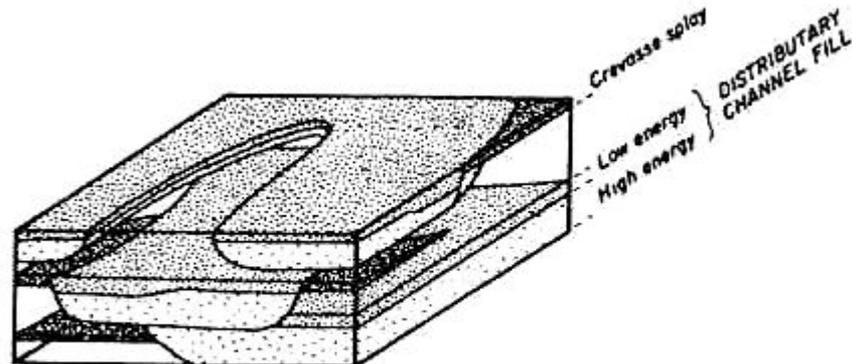
Пример корреляции с учетом фациальной природы песчаных тел



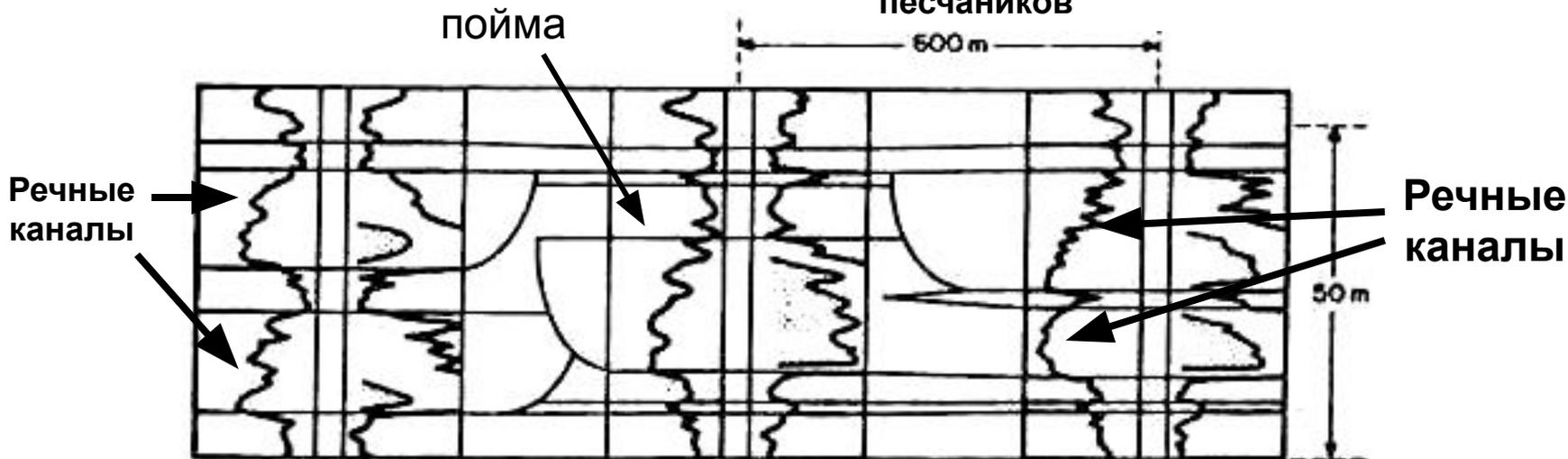
3. «Лабиринт» (наихудшая связность) – характерна для речных отложений



Сложное сочетание песчаных линз часто проявляющих несогласия (врезания) в разрезах

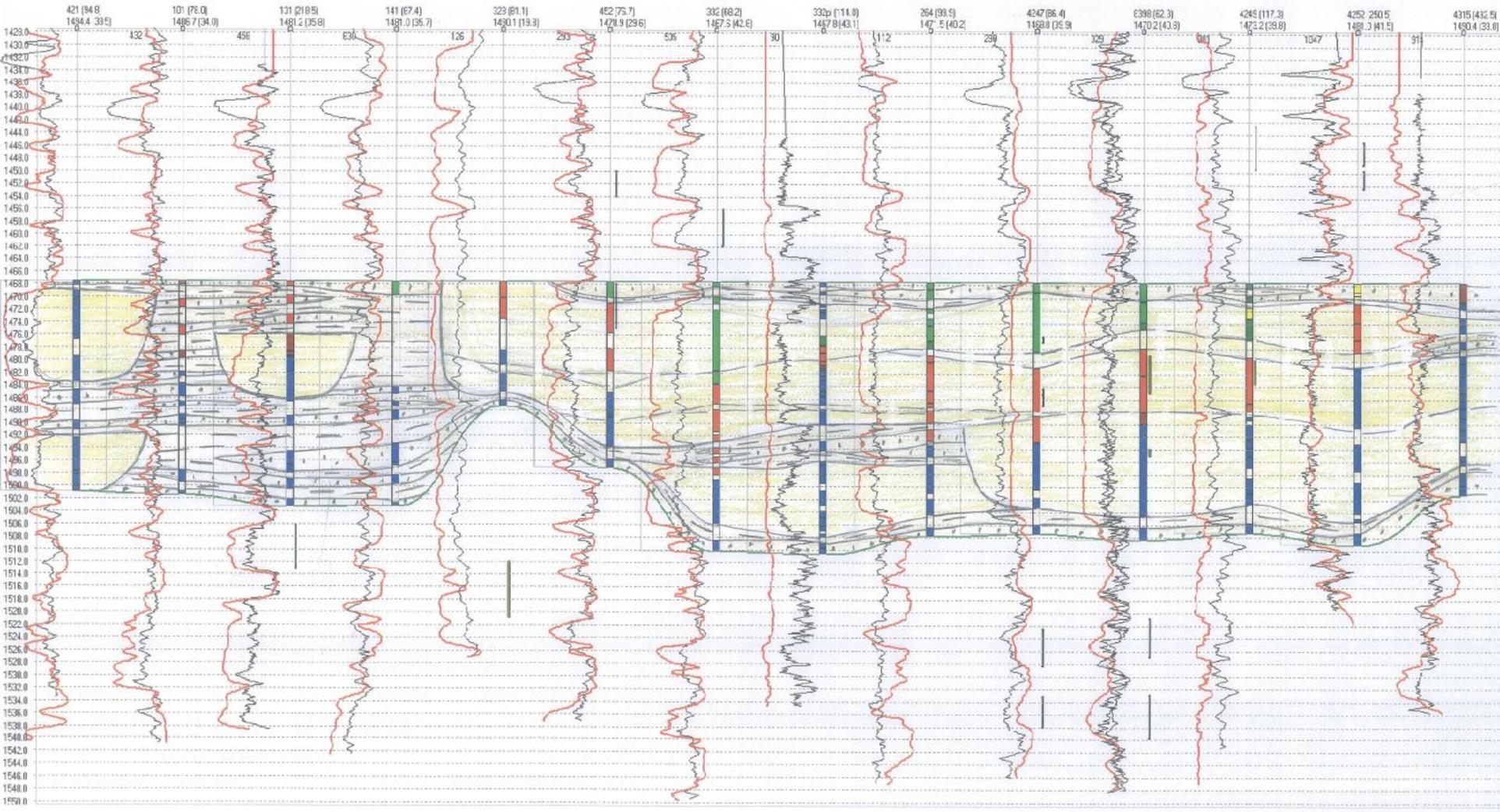


В трехмерном пространстве образуют локальные тела, разобщенные тонкими низкопроницаемыми покровами песчаников



Трудности корреляции по ГИС даже когда расстояние между скважинами 400-600 м

Пример корреляции речных канальных песчаников и пойменных песчаников



Методы корреляции

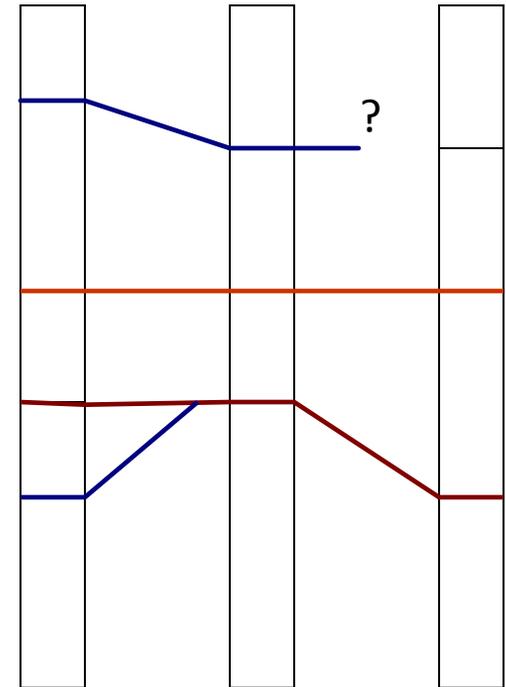
1. Литостратиграфический – корреляция разреза производится на основе литологического подобия пород (пригоден не для всех случаев)

2. Хроностратиграфический – расчленение и корреляция осадочного разреза производится с учетом возрастного соответствия пород и выделения коррелятивных изохронных поверхностей (используют фаунистические данные и сейсмику)

1. Литостратиграфическая корреляция

- Считается, что разобщенные породные единицы, имеющие близкие литологические свойства, являются эквивалентными и, следовательно, могут быть скоррелированы как одновозрастные образования.
- Проведение корреляции предполагает трассирование литологически одинаковых толщ от одного пункта к другому.

Примечание: литостратиграфическая корреляция не доказывает возрастную эквивалентность толщ. В основе корреляции лежит только литологический состав пород.



Три вертикальных разреза осадочных пород с различной литологией. Линии показывают литостратиграфическую корреляцию и являются возможными границами между толщами.

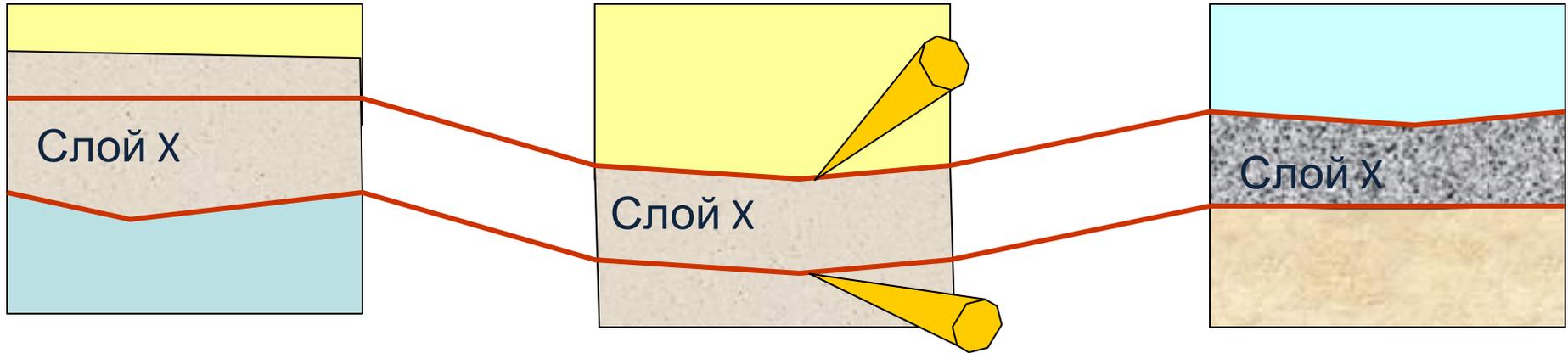
2. Хроностратиграфическая корреляция

Три различные последовательности слоев в далеко отстоящих пунктах

Пункт А

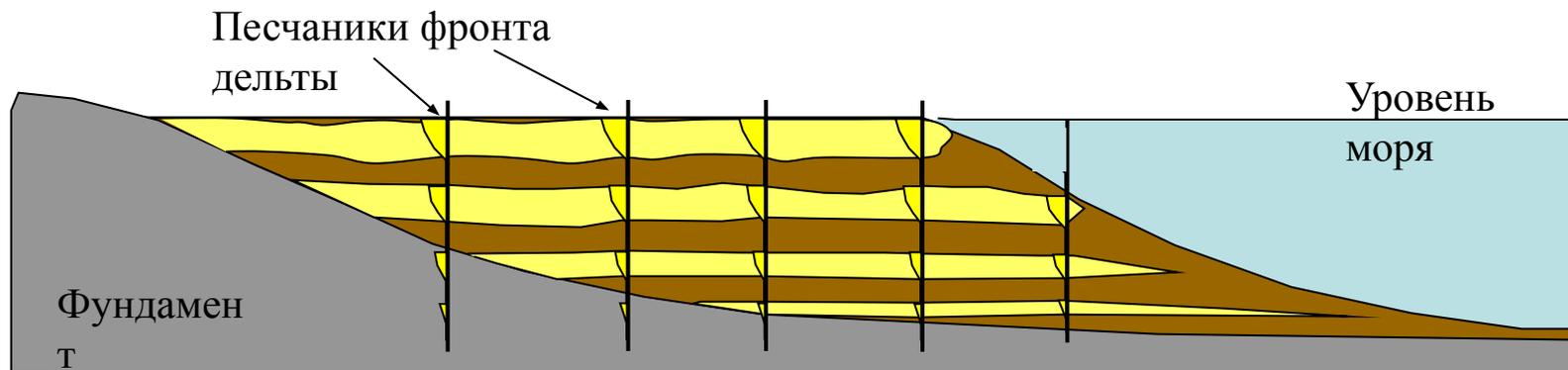
Пункт В

Пункт С



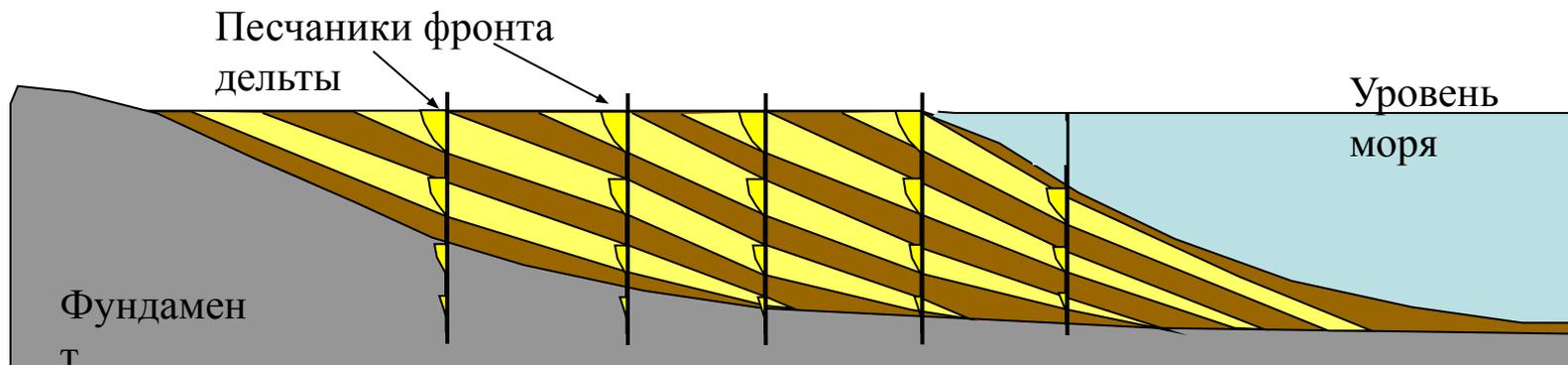
- Слой X является хроностратиграфической единицей
- Он имеет различный состав в разных пунктах, но одинаковый возраст
- Пункт В является опорным разрезом
- “Желтые клинья” располагаются на границах кровли и подошвы слоя X, маркируя международно согласованное положение изохронных границ в слое.
- Разрезы в пунктах А и С могут быть сопоставлены с опорным разрезом В на основе фаунистических остатков и таким образом установлены границы слоя X.

Пример литостратиграфической корреляции



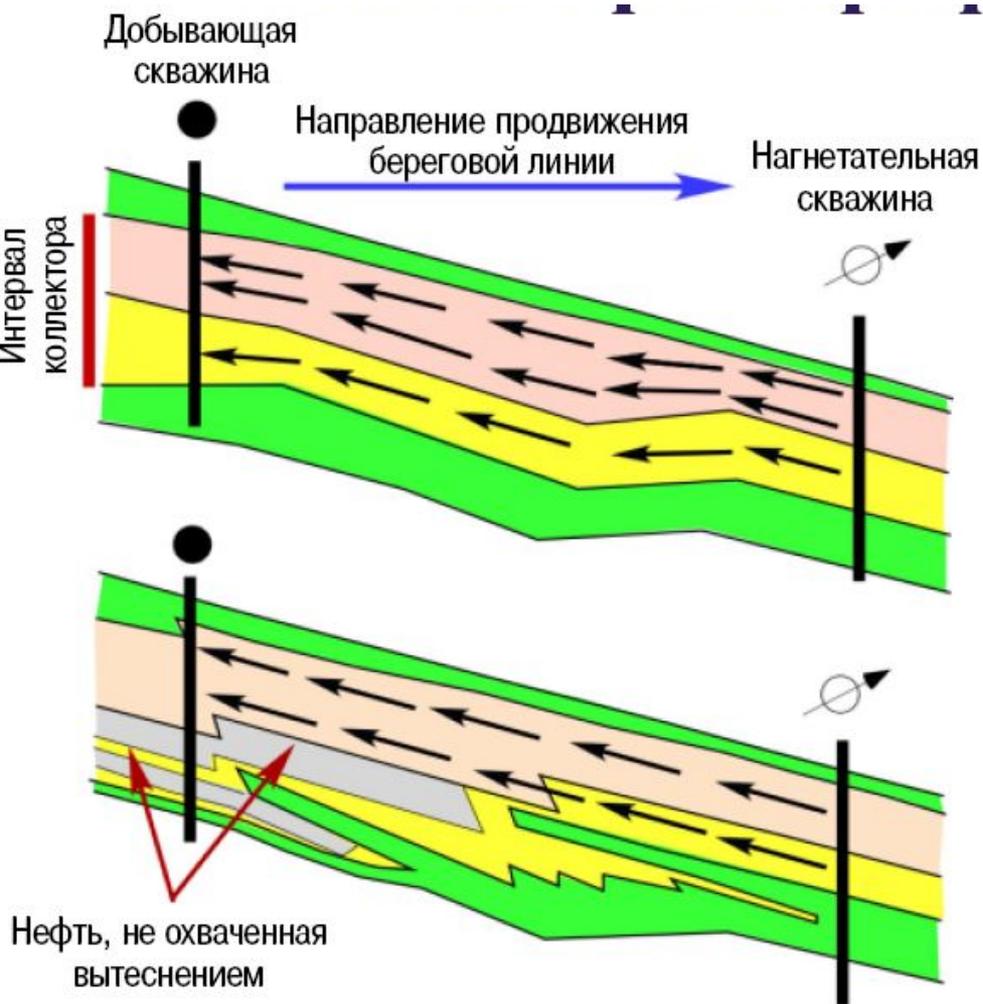
Пример корреляции, основанной на подобии форм кривой каротажа и литологии пород

Пример хроностратиграфической корреляции (на основе изохронных пластов)



Корреляция того же разреза на основе изучения керна,
каротажа, *сейсмических профилей, фаунистических
остатков*

Хроностратиграфическая и литостратиграфическая модели



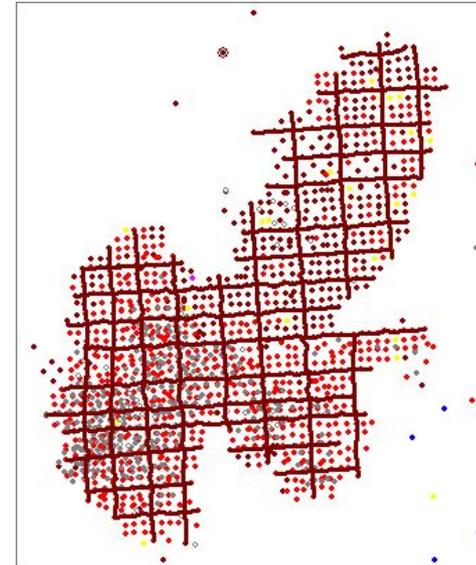
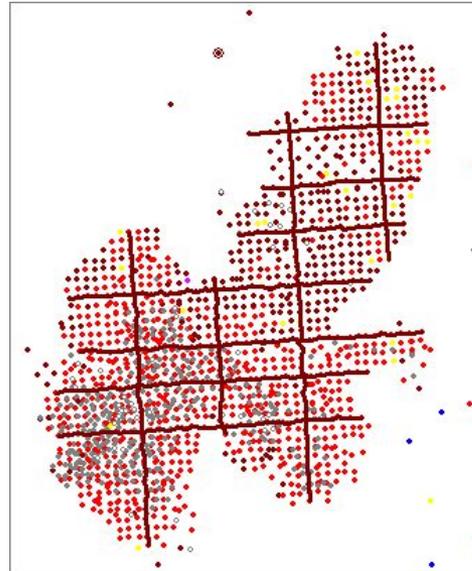
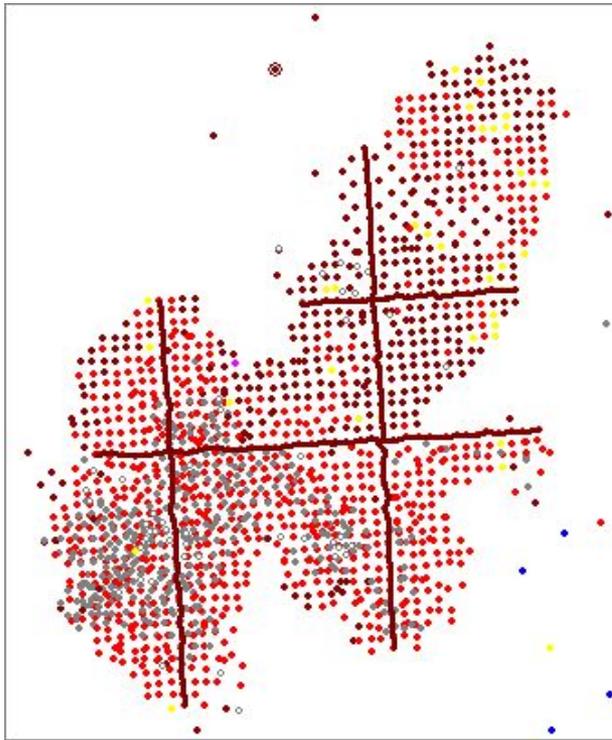
Литостратиграфическая

- Коэффициент извлечения 55%
- Модельные слои параллельны границам формаций
- Систематических изменений Kh по слоям не наблюдается
- Слишком оптимистические прогнозы эффективности вытеснения

Хроностратиграфическая

- Коэффициент извлечения 49%
- Модельные слои параллельны клиноформам
- Наблюдаются систематические изменения Kh по слоям
- Прогнозирует нефть, не охваченную вытеснением

Выбор направления профилей корреляции



Корреляция проводится по пересекающимся профилям, состоящим из скважин, составленным в перпендикулярных направлениях. Именно так можно оценить характер изменчивости песчаных тел, слагающих природный резервуар. Детальная корреляция для построения геологической модели предполагает построение многочисленных взаимно пересекающихся профилей.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СХЕМЫ

отображение стратиграфических соотношений в разрезах скважин.

- *На корреляционной схеме фиксируются глубины залегания и мощности стратиграфических подразделений во всех пробуренных скважинах. Вертикальный масштаб схем выбирают 1:2000; 1:1000; 1:500; 1:200.*
- *Схемы строят: в соответствии с размещением скважин по структуре; по порядку номеров скважин;*
- *Одним из основных элементов корреляционных схем является линия сопоставления, которую проводят для более наглядного показа изменения мощности коррелируемых отложений. Линией сопоставления могут служить кровля или подошва пласта, принятые за горизонтальную поверхность.*
- *Нельзя в качестве такой линии принимать поверхность несогласия, лучше брать пласт, залегающий ниже или выше этой поверхности.*
- *Разрезы всех скважин выравнивают по линии сопоставления. Границы одновозрастных слоев соединяют прямыми линиями, границы перерывов — волнистыми.*

Последовательность проведения корреляции по ГИС

1. Задаются направления профилей корреляции
2. В разрезах скважин находятся региональные и локальные реперы и выделяются пласты-коллекторы и непроницаемые разделы между ними. В качестве реперов принимаются выдержанные в разрезе глинистые толщи.
3. Профили выравняются на различные поверхности одного из основных реперов, называемые линиями сопоставления или выравнивания
4. Оцениваются формы каротажных кривых ПС и ГК и выделяются (с учетом керна) типы разрезов по их принадлежности к тем или иным седиментационным системам
5. Производится геометризация песчаных тел, принадлежащих различным обстановкам осадконакопления

ДЕТАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ РАЗРЕЗОВ СКВАЖИН (основные положения, учитываемые при детальной корреляции)

Репером называется достаточно выдержанный по площади и по толщине пласт, литологически отличающийся от выше- и нижележащих пород и четко фиксируемый на диаграммах ГИС.

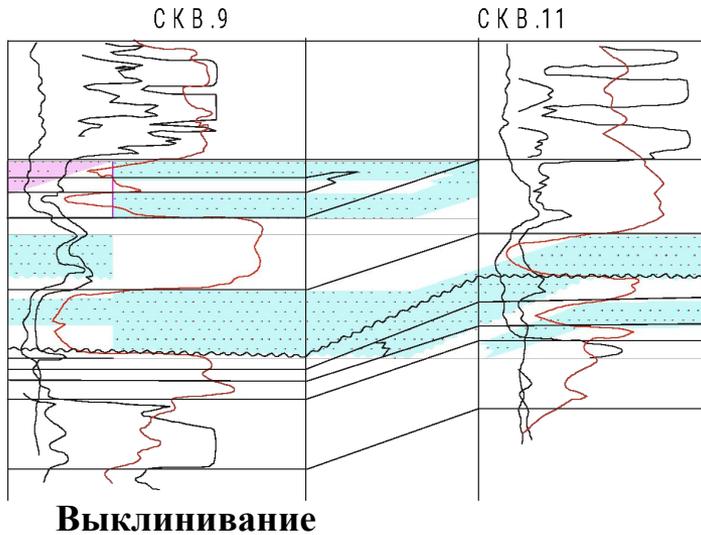
По корреляционной значимости реперные пласты разделяют на категории.

К *I категории* относят реперы, фиксируемые на каротажных диаграммах всех пробуренных скважин.

Ко *II категории* относят реперные пласты, которые хотя и повсеместно распространены, но из-за литолого-фациальной изменчивости выделяются по геофизическим данным менее уверенно.

При детальной корреляции следует широко пользоваться реперами *III категории*, каждый из которых может быть выделен только в части скважин. Обычно к ним относят прослой небольшой толщины, которые фиксируются на каротажных диаграммах по какой-либо характерной конфигурации кривых

ДЕТАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ РАЗРЕЗОВ СКВАЖИН (основные положения, учитываемые при детальной корреляции)



Если в одной из скважин пласт сложен породами-коллекторами, которые в соседней скважине замещены породами неколлекторами, то на половине расстояния между ними вертикальной ломаной (зигзагообразной) линией показывают условную границу фациального замещения.

В случае, когда проницаемый пласт размыт, линии его кровли и подошвы соединяют с волнистой линией, показывающей положение поверхности размыва, а в случае дизъюнктивного нарушения со смещением пород - с линией условной поверхности нарушения.

ПРИМЕР корреляции канальных и баровых отложений дельты

