Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора

Типовое месторождение Западной Сибири.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОБРАЗЦОВ ПО XXX МЕСТОРОЖДЕНИЮ

N Обр.	глинистые минералы						полевые шпаты		карбонаты			другие минералы		глинис-тость	карбона т-ность
	хлорит /смектит	смек-тит	гидро-слюда/ смектит	гидро-слюда	каоли-нит	хлорит	микро-клин	альбит	каль-цит	Доло-мит	сиде-рит	кварц	пирит		
647/32	10,2	3,2	8,06	10,71	50,55	2,37	0,55	5,33				9,03		85,09	
647/34	5,15	1,91	3,36	10,55	38,1	5,02	1,19	10,76				22,64	1,32	64,09	
647/35	5,03	2,5	4,55	9,1	46,03	4,3	0,52	10,65				17,32		71,51	
647/36			0,6	6,38	26,93	5,13	2,03	20,67			0,89	35,76	1,61	39,04	0,89
647/37				4,09	15,68	1,61	3,97	24,33			0,62	47,83	1,87	21,38	0,62
647/39			0,23	4,41	15,3	3,32	7,01	28,96	0,23			40,54		23,26	0,23
647/40			0,39	3,47	16,95	0,57	3,19	25,71				49,72		21,38	
647/53				7,13	7,22	1,41	3,66	25,55			0,7	51,96	2,37	15,76	0,7
647/54			0,15	1,96	7,27	1,68	6,13	18,38				63,24	1,19	11,06	
647/57	8,64	1,52	2,85	8,08	52,5	4,14	0,22	8,09				13,96		77,73	
647/85	12,42	4,4	4,35	27,19	9,75	12,26	0,61	12,31				14,71	2	70,37	
647/90			4,84	20,54	41,71	14,7		11,34	0,26			6,61		81,79	0,26

СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Gd	B	Cl	Sm
ppm	ppm	%	ppm
10,4705819	40	0,12	7,06761185
7,66795587	40	0,1	6,54460441
4,67017892	30	0,1	5,17528972
6,2288349	30	0,1	5,43785925
5,18700523	30	0,09	4,85856338
7,12573825	30	0,12	4,46798202
5,83283206	20	0,03	4,31489506
4,81254789	30	0,06	3,77039369
5,11378516	30	0,05	4,51698204
7,43771916	30	0,12	5,20254545
8,98540887	50	0,08	7,12604254
5,08145685	50	0,12	7,04808256

ЭЛЕМЕНТ	СЕЧЕНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ (БАРН)
Элементы с аномально высокими поглощающими свойствами	
Гадолиний	24000
Бор	3400
Хлор	33
Самарий	320
Основные породообразующие элементы	
Водород	0,329
Углерод	0,0042
Кислород	0,0002
Натрий	0,5
Магний	0,059
Алюминий	0,215
Кремний	0,13
Сера	0,49
Калий	0,97
Кальций	0,43
Железо	2,3

Исследования керна показывают наличие элементов с аномально высокими поглощающими свойствами.

Обладая аномально высокими сечениями захвата, гадолиний и бор оказывают на поглощающие свойства породы эффект, соизмеримый с эффектом минерализации пластовых вод на уровне 200г/л.

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора

Петрофизическое уравнение модели песчано-глинистой породы:

$1 = V_{ск} + V_{гл} + К_{пэфф}$,

где $V_{ск}$, $V_{гл}$ – объемы скелета породы и глинистых минералов с учетом связанной воды, $К_{пэфф}$ – эффективная пористость занятая подвижным флюидом.

Петрофизические уравнения для сечения захвата нейтронов Σа и водородного индекса $К_{п,нк}$ по данным компенсированного нейтронного каротажа в рамках данной модели запишутся

$\Sigma_а = \Sigma_{ск} V_{ск} + \Sigma_{гл} V_{гл} + \Sigma_{фл} К_{пэфф}$ и $К_{п,нк} = V_{гл} К_{пгл} + К_{пэфф} + \Delta К_{п.плот} + \Delta К_{п.хим}$,

где $\Sigma_{ск}$, $\Sigma_{гл}$, $\Sigma_{фл}$ – сечения скелета породы, глины и флюида, соответственно; $\Delta К_{п,плот}$, $\Delta К_{п,хим}$ – поправки за плотность и химический состав породы.

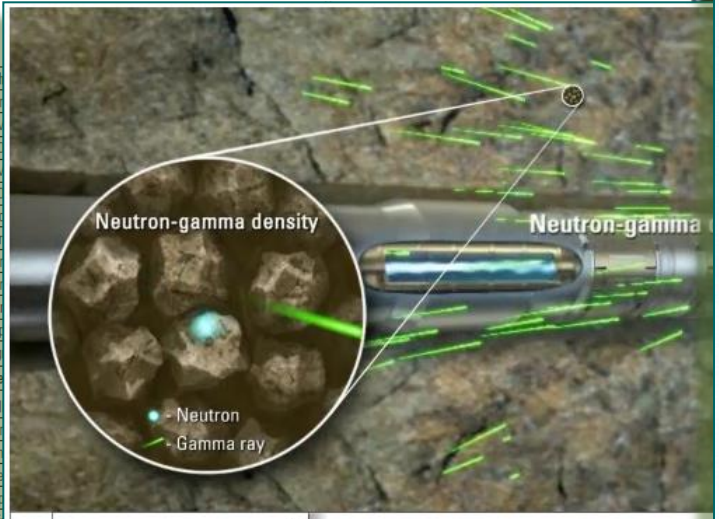
$$К_{пэфф} = \{(\Sigma_а - \Sigma_{ск}) \times К_{пгл} - (\Sigma_{гл} - \Sigma_{ск}) \times К_{п,нк}\} / \{(\Sigma_{фл} - \Sigma_{ск}) \times К_{пгл} - (\Sigma_{гл} - \Sigma_{ск})\},$$

где $\Sigma_а$ – измеренное сечение захвата нейтронов по ИННК, $К_{п,нк}$– измеренная пористостость по 2ННК, $К_{пгл}$ и $\Sigma_{гл}$ измеренные пористость по 2ННК (водородосодержание) и сечение захвата по ИННК в пласте глины.

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора

NeoScope

Measurement Specifications	
Hole size, in [mm]	8.5 to 9.0 [215 to 229] (with 8¾-in stabilizer)
Neutron Porosity	
Range	1 to 100 pu
Axial resolution	15 in (11 in with enhanced resolution processing)
Accuracy†	0.5 pu below 10 pu, 5.0% from 10 to 50 pu
Statistical precision†	0.9 pu at 30 pu
Neutron-Gamma Density	
Range	1.7 to 2.90 g/cm^3
Axial resolution	35 in
Accuracy†,‡,§,‡‡	0.025 g/cm^3 for clean sandstone, limestone, and dolomite 0.045 g/cm^3 for shale
Statistical precision†,‡	0.018 g/cm^3 at 2.4 g/cm^3
Downhole Memory	
Capacity	1.6 gigabytes



The industry's only sourceless formation evaluation-while-drilling service uses pulsed neutron generator technology for formation evaluation without the use of a chemical source.

Компания «Шлюмберже» выпускает новейшую услугу для снижения рисков в процессе бурения

19 июня 2012

Фото slb.com

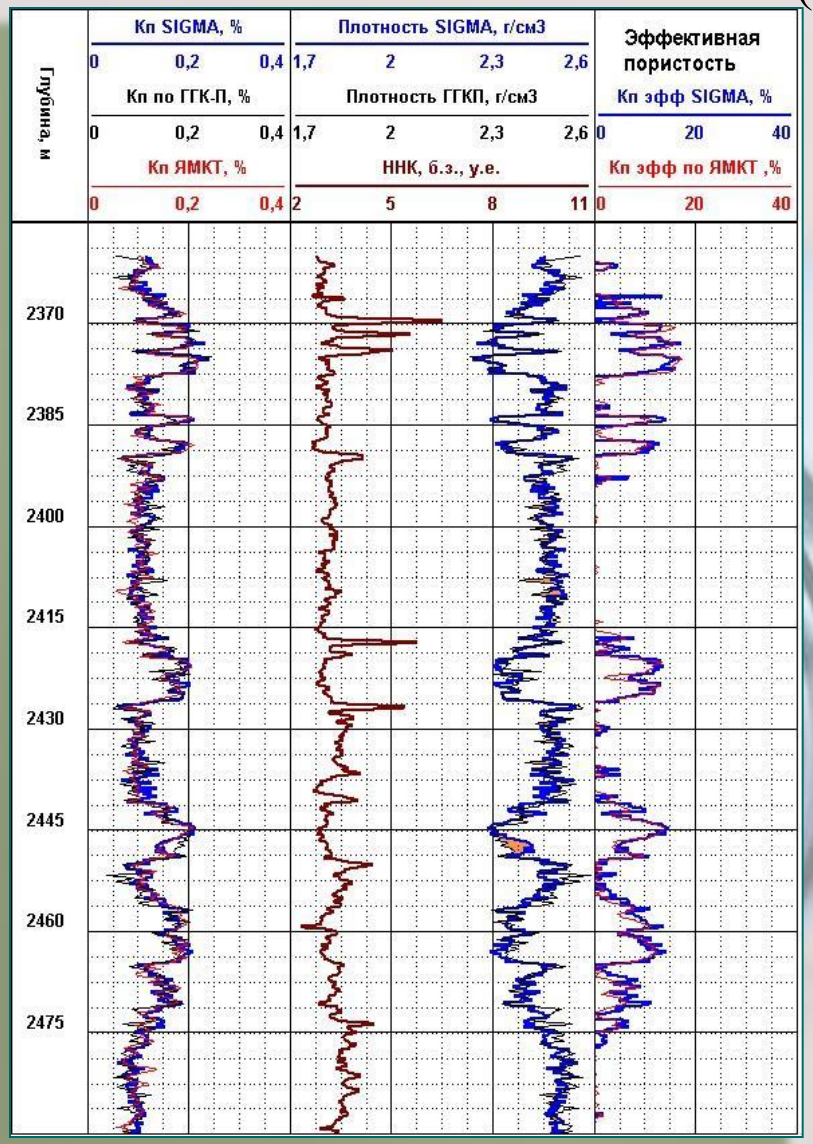
Компания "Шлюмберже" объявила о появлении на рынке новой услуги NeoScope, которая позволяет проводить оценки параметров продуктивных пластов непосредственно в процессе бурения. Новая услуга основана на технологии, использующей импульсный источник нейтронов, что устраняет необходимость в применении химических источников излучения. Уникальная технология NeoScope позволяет проводить измерения в режиме реального времени. При этом датчики находятся близко к буровому долоту, что гарантирует высокую точность измерений. Информация, получаемая при помощи услуги NeoScope, упрощает принятие решений, связанных с бурением в любых скважинных условиях.

"Компактный дизайн новой системы и технология на основе импульсного источника нейтронов дают возможность экономить время бурения, снижают соответствующие риски и обеспечивают клиента полным набором петрофизических измерений, - отметил Стив Кауфман, президент подразделения Drilling & Measurements компании "Шлюмберже". - При помощи услуги NeoScope было выполнено более 200 операций в рамках полевых испытаний, проводившихся с участием наших клиентов в более чем 30 странах мира. Новая технология продемонстрировала способность предоставлять высококачественные данные, снижая при этом эксплуатационные и технические риски".

Технологии на основе ИНК уже появились в Schlumberger

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора

Сопоставление эффективной пористости по данным ЯМР и технологии ИНК-Л (правые треки)



Поле №1:

Коэффициенты общей пористости ($К_п$)

- Технология ИНК-Л
- Комплекс ГГКП «CompactTM» Weatherford
- ЯМР

Поле №2:

Объемная плотность

- Технология ИНК-Л
- Комплекс ГГКП «CompactTM» Weatherford
- ННК, комплекс «SIGMA»

Поле №3:

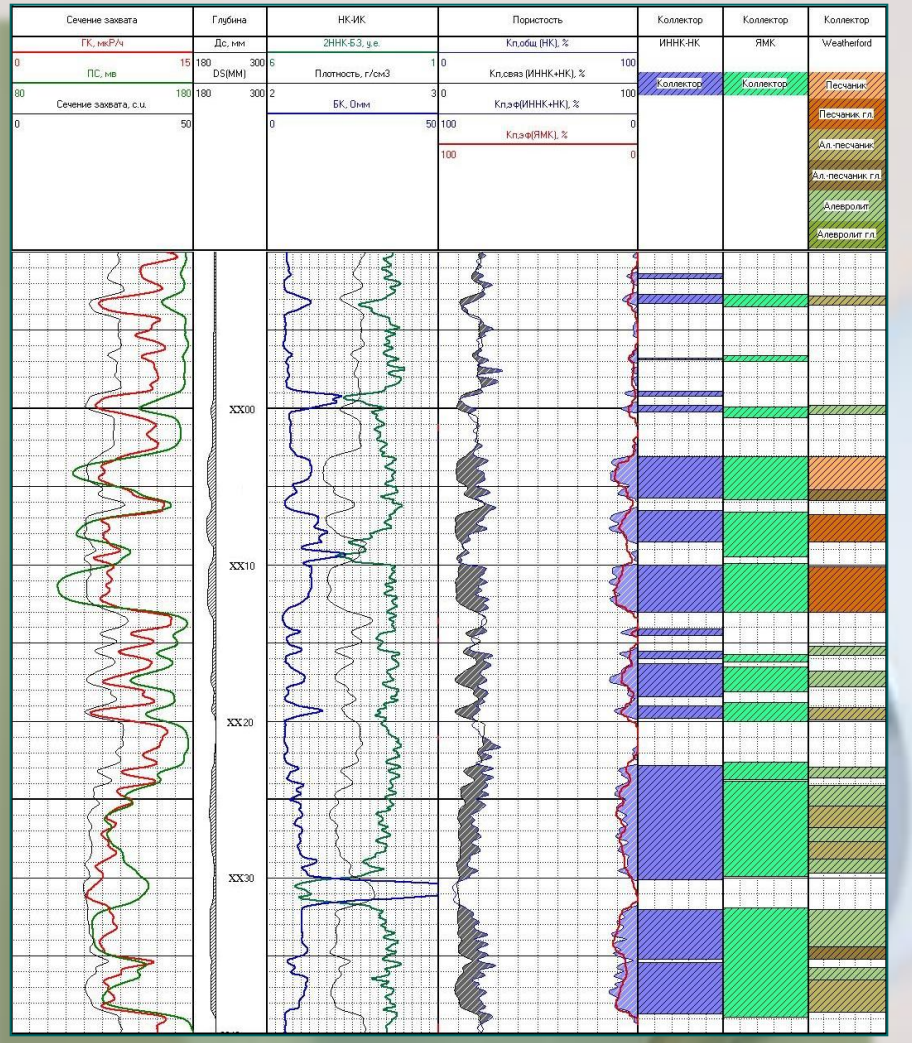
-$К_{пэфф}$ (ИНК-Л)

-$К_{пэфф}$ (ЯМР)

<u>Вывод</u>:

Объемная плотность, рассчитываемая по данным комплекса «SIGMA», наиболее устойчива к кавернозности, желобообразности и эллипсности ствола скважины.

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора



Коллектора, выделенные по:
ИНК-Л – фиолетовая колонка;
ЯМР («Нефтегазгеофизика») – зеленая колонка;
ГИС (Weatherford: $НК_Т$, ГК, ГГК и т.д.) – красно-коричневая колонка.

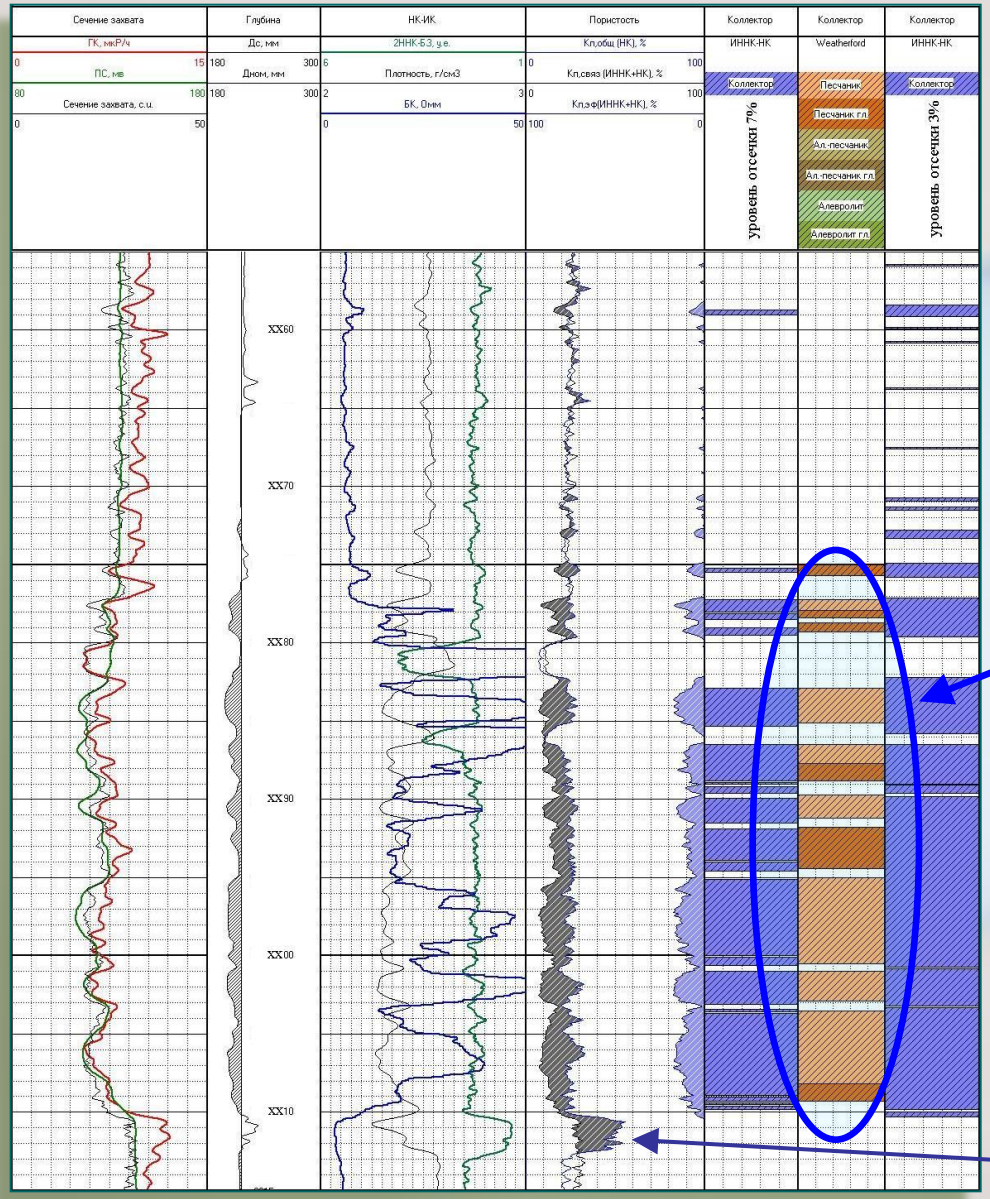
Критерием выделения коллекторов методов ИНК-Л и ЯМР принято граничное значение Кп эфф > 4%.

- ***Выделение коллекторов по ЯМК***

Критерием выделения одиночных коллекторов принято соотношение Кпэф> 4 %. По опыту работ, при такой емкости крупных пор эффективных размеров начинают формироваться устойчивые каналы для фильтрации флюида.

Из Заключения ЯМР

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора



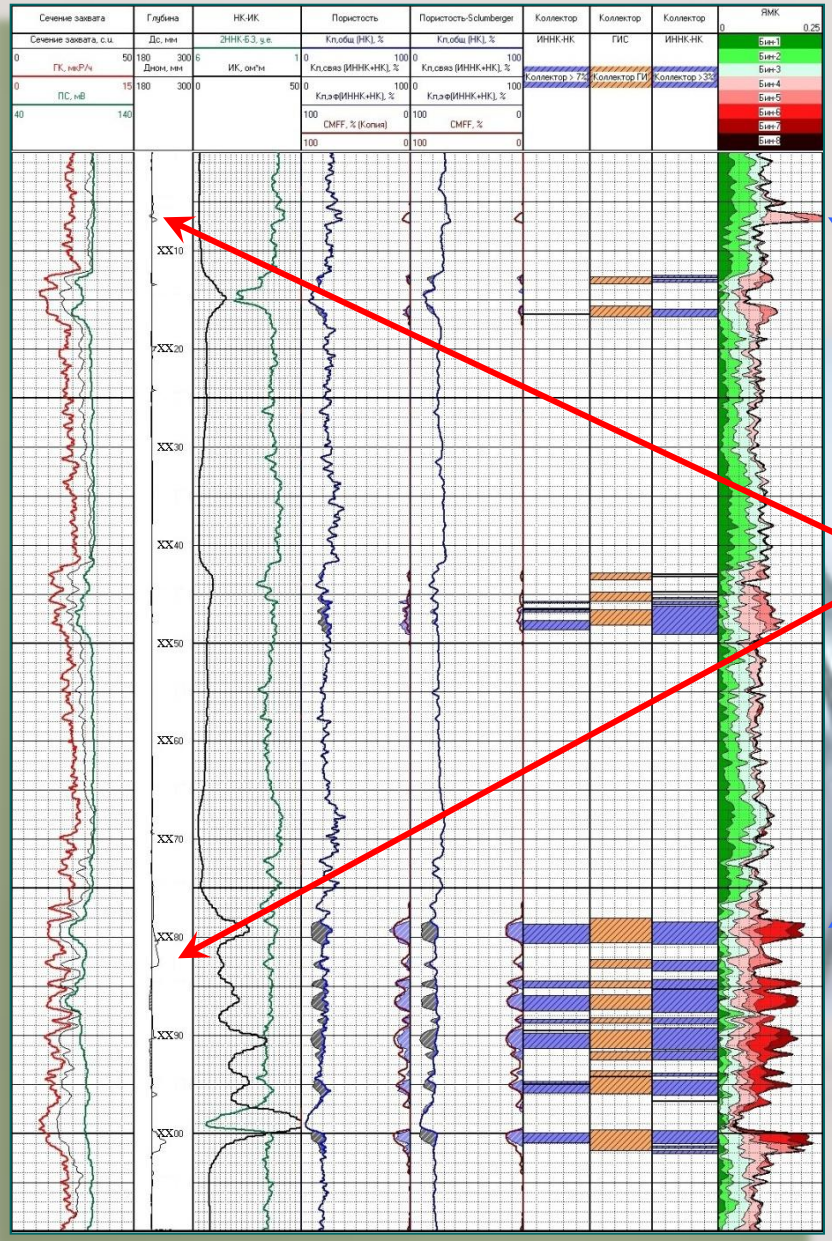
Скважина №34319 Прикамского м-я

Коллектора, выделенные по:
- ИНК-Л с отсечкой коллекторов по Кп эфф 7% - фиолетовая третья справа колонка;
- ГИС Weatherford (НКт, ГК, ГГК и т.д.) – красно-коричневая колонка;
- ИНК-Л с отсечкой коллекторов по Кп эфф 3% - фиолетовая крайняя справа колонка.

Наглядная демонстрация улучшения сходимости данных метода ИНК-Л и расширенного комплекса ГИС при увеличении граничного значения Кп эфф с 3% до 7%.

КАВЕРНА

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора



Сравнение с Кп эфф методов ИНК-Л и ЯМР Schlumberger Скважина 4873 м-е Сломанное

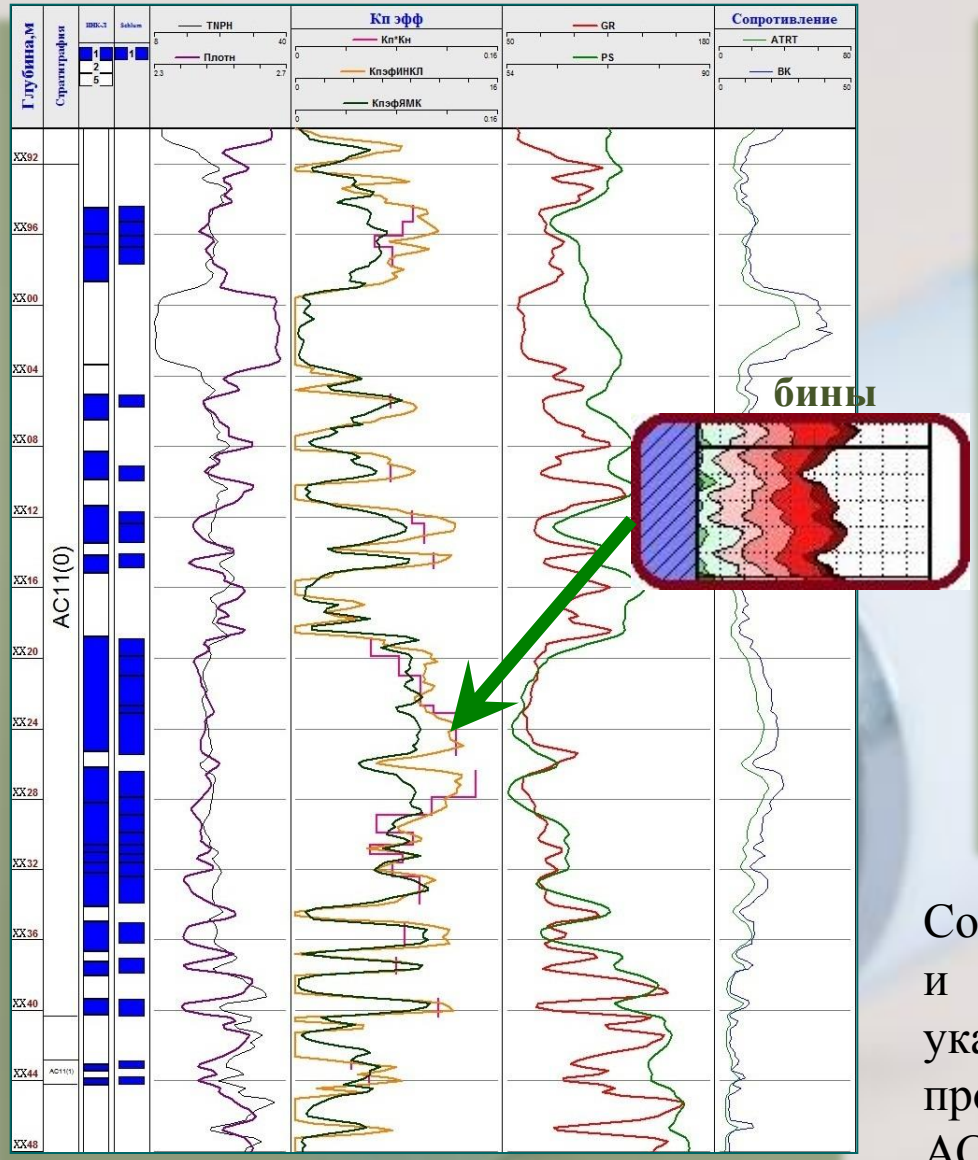
Коллектора, выделенные по:
- ИНК-Л с отсечкой коллекторов по Кп эфф 7% - фиолетовая третья справа колонка;
- ГИС (НКт, ГК, ГГК и т.д.) – красно-коричневая колонка;
-ИНК-Л с отсечкой коллекторов по Кп эфф 3% - фиолетовая крайняя справа колонка.

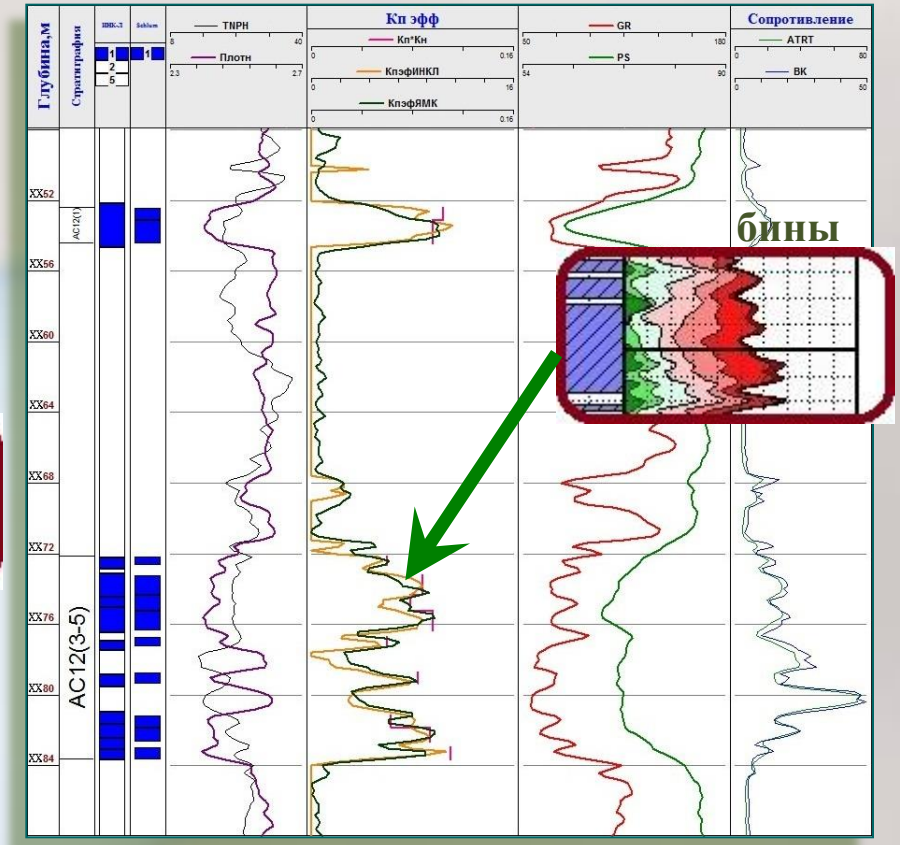
Каверны

Реакция ЯМР

Показания метода ЯМР Schlumberger очень чувствительны к состоянию и качеству стенки скважины. Метод ИНК-Л свободен от этого недостатка.

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора



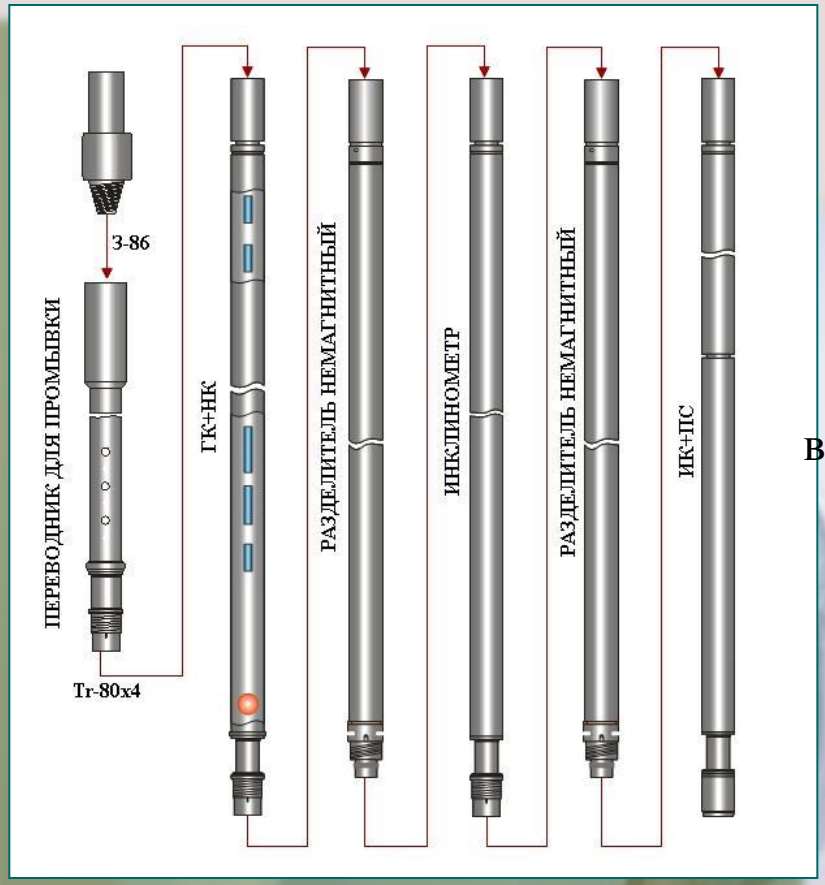


Сопоставлены Кн*Кп по данным ГИС и Кп эфф инк-л. Спектры ЯМР явно указывают на различный состав порового пространства коллекторов АС12(3-5) и АС11(0).

Скважина 55719 м-е Прикамское

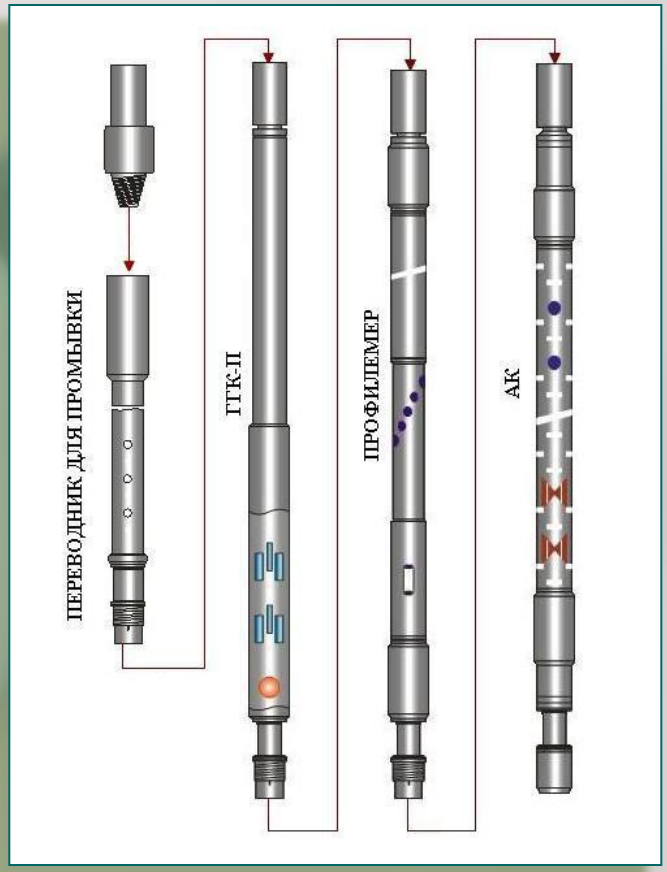
Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора

Существующий комплекс (на примере скважинных приборов доставляемых в интервал исследования на буровом инструменте):



+

Обычно выполняется за две спуско-подъемные операции.



Преимущества существующего комплекса:

В благоприятных геолого-технических условиях комплекс позволяет определить основные фильтрационно-емкостные свойства коллектора – эффективную пористость, глинистость, насыщенность.

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора

Недостатки существующего комплекса:

-высокая затратность ;

-в кавернозном стволе ГГК-П работает с недопустимыми погрешностями;

-при применении полимерных буровых растворов кривая ПС часто не дифференцирована, а кривые ИК искажены влиянием ближней (кавернозной) зоны, низкое вертикальное разрешение кривой ПС;

-конструкция АК не имеет аналогичной с остальными приборами прочности на случай аварийных ситуаций;

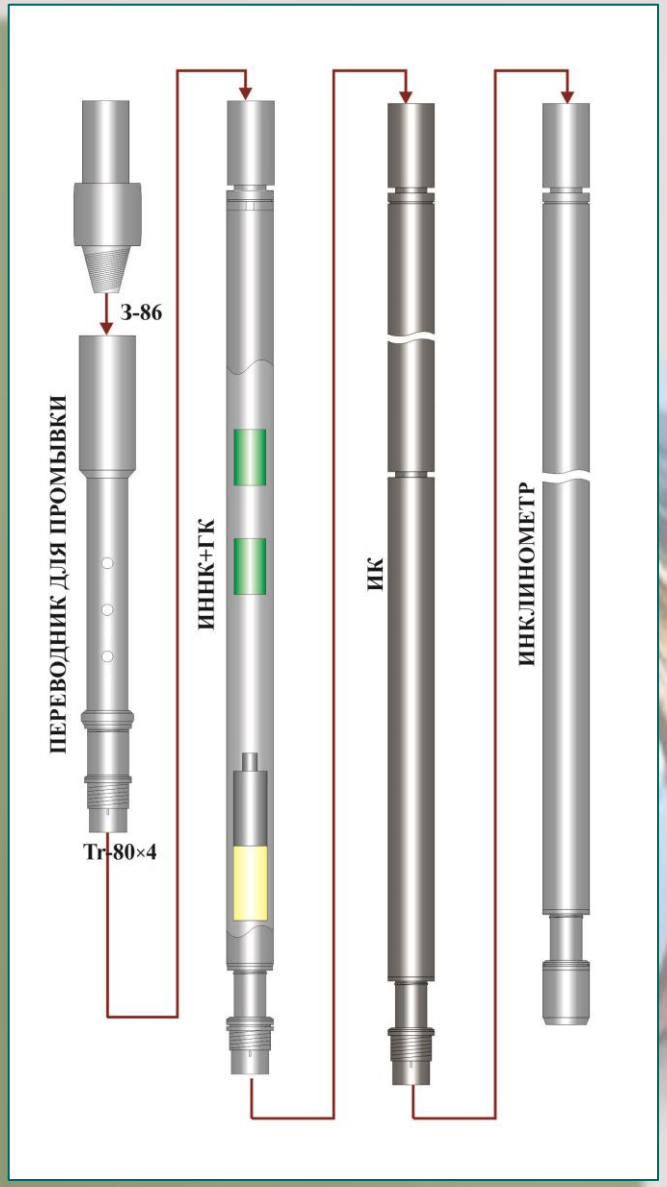
-в комплексе используются два стационарных радиоактивных источника;

-некоторые модули (например, ГГК-П) в зондовой части имеют увеличенный диаметр 108мм;

-скорость каротажа для получения качественных данных не должна превышать 200м/час;

-на практике каротаж обычно проводится за две спуско-подъемных операции с промежуточной промывкой, т.к. длина комплекса превышает 30м.

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора



Предлагается существенно более технологичный и экономически целесообразный комплекс:

РК (ГК+ИНК), ИК, профилемер.

Решаемые задачи:

определение общей и эффективной пористости, с выходом на абсолютную проницаемость, определение глинистости, насыщенности.

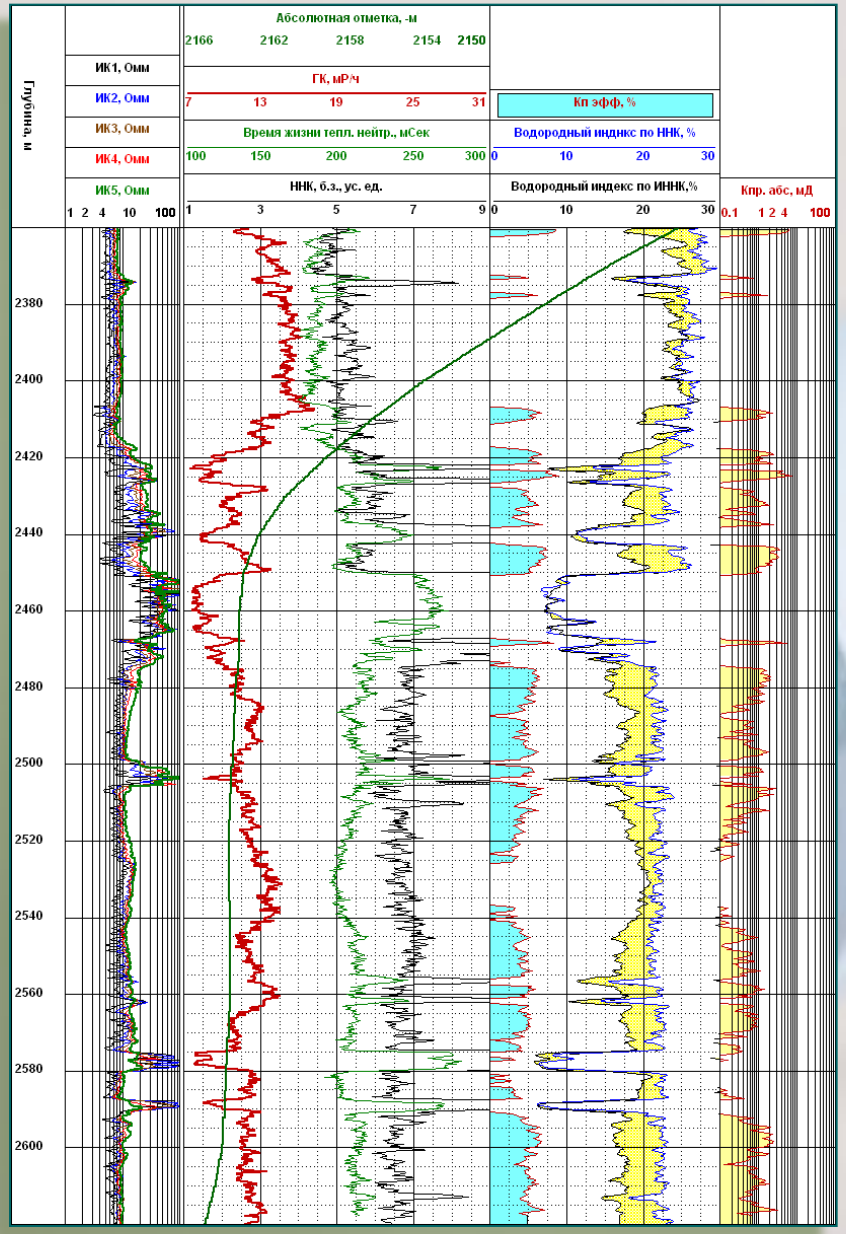
КОМПЛЕКС НЕ СОДЕРЖИТ СТАЦИОНАРНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ !!!

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора

Преимущества предлагаемого комплекса:

* **Меньшая** длина (15м) позволяет уменьшить призабойную зону, не исследуемую типовым комплексом из-за его существенно большей длины.
* **Снижение рисков оставления** при прихвате комплекса вследствие одинакового диаметра всех приборов (90мм).
* **Отсутствие риска оставления** стационарного радиоактивного источника в скважине. В модуле РК используется нейтронный генератор.
* Возможность проведения скважинных исследований на скоростях подъема связки приборов до **600м/час** с получением качества, соизмеримого с качеством каротажа на кабеле.
* **Существенное уменьшение влияния** кавернозности, желобообразности и эллипсоидности ствола на качество получаемого материала.
* В варианте РК (ГК+ИННК) возможность выделять коллектора и получать их эффективную пористость в **обсаженной скважине**.
* Одинаковая стоимость проведения скважинных исследований по сравнению с «типовым» комплексом и **кратно меньшая стоимость** по сравнению с определением проницаемости коллектора методом ЯМР.

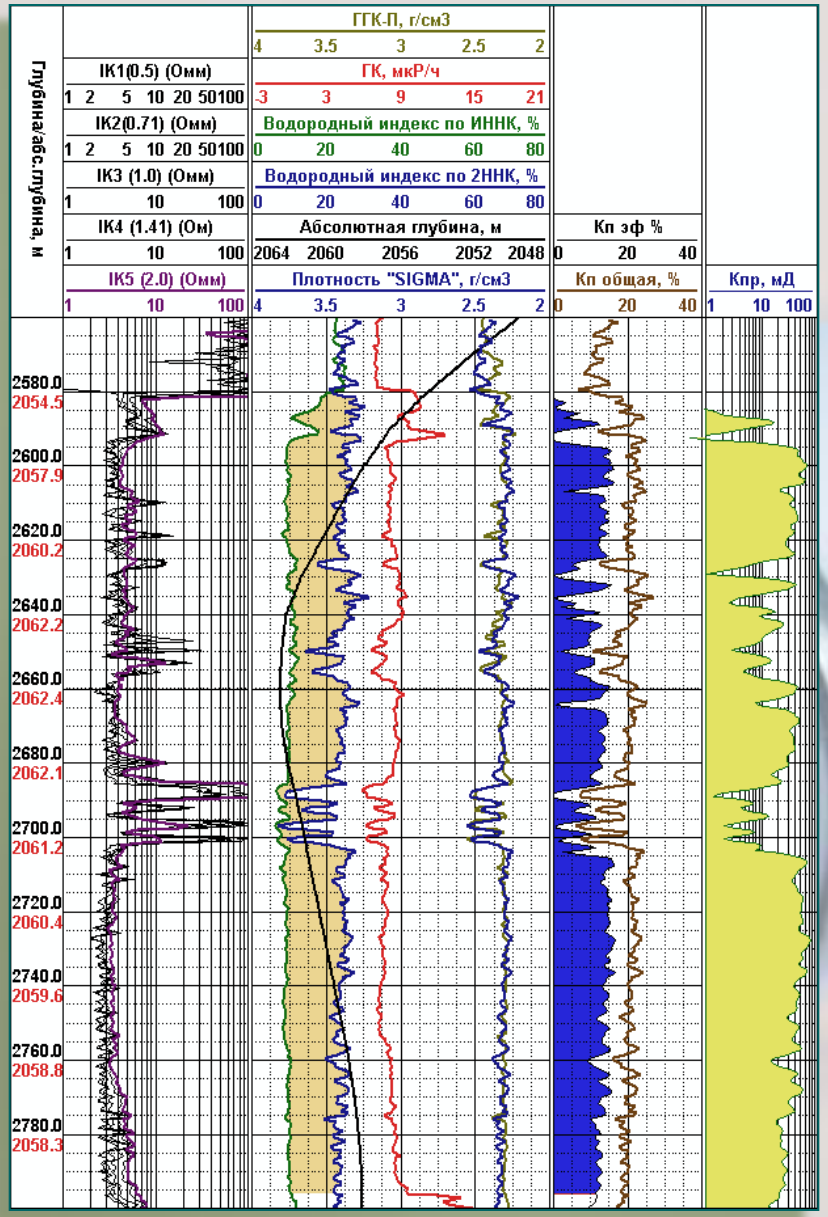
Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора



Подход, сочетающий в себе технологичность проведения полного комплекса ГИС за одну спуско-подъемную операцию бурового инструмента и достоверность оценки эффективной пористости и проницаемости на уровне близком к ЯМР, является оптимальным применительно к исследованиям протяженных участков горизонтальных скважин.

Исследования методом ИНК-Л показали, что горизонтальный участок скважины представлен неравномерным по эффективной пористости и проницаемости пластом. Правильно выбранная стратегия эксплуатации залежи (мощность ЭЦН) позволила существенно повысить количество добытой нефти и отсрочить обводнение продукции.

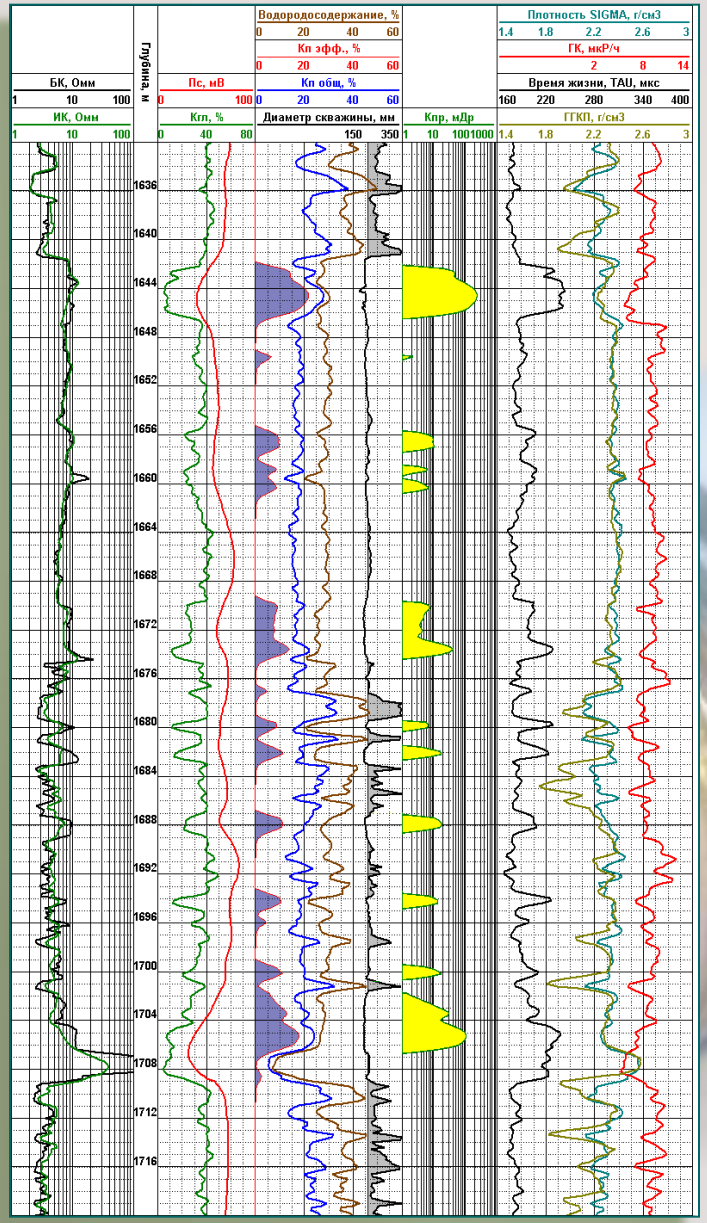
Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора



Современные технологии эксплуатации горизонтальных скважин, вскрывающих протяженные интервалы коллектора дифференцированного по фильтрационно – емкостным свойствам, предполагают применение специальных конструкций, например, фильтров, так называемых «эквалайзеров» выравнивающих депрессионное воздействие на интервалы с различной проницаемостью и обеспечивающих равномерную выработку пласта.

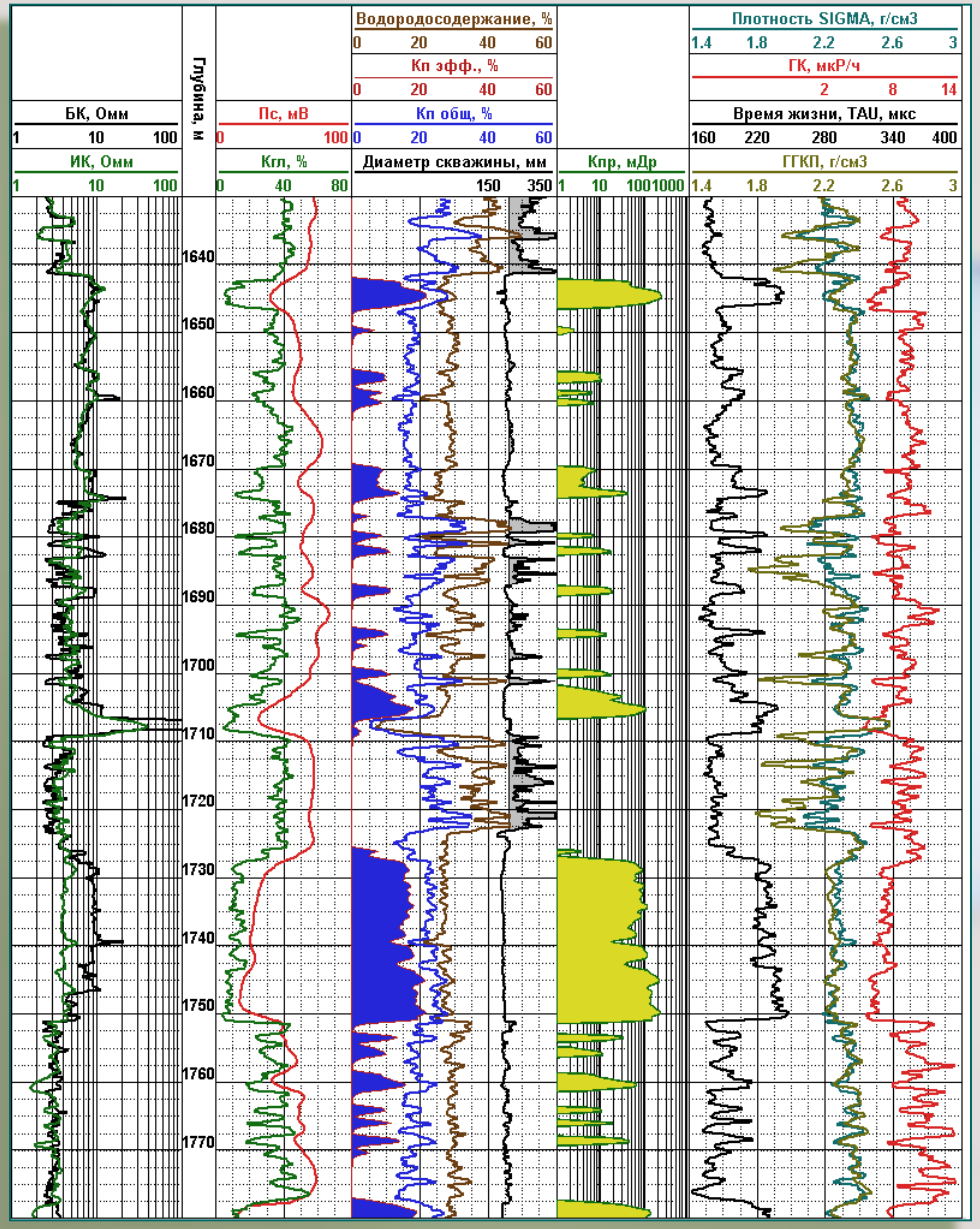
Исследования методом ИНК-Л позволяют получить для горизонтального ствола по интервальное распределение проницаемых участков, правильно расположить секции фильтра и повысить количество добытой нефти и отсрочить обводнение продукции.

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора



Практически не дифференцированная кривая ПС не позволяет выделить коллектор. Метод ИНК-Л ввиду своей высокой разрешающей способности отлично справляется с данной задачей!

Определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора



Исследования методом ИНК-Л позволяют выделить в переслаивающемся коллекторе пропластки, мощностью соизмеримые с разрешением метода ГГК и сглаженные на кривой ПС ввиду ее низкого вертикального разрешения.