

**Выделение коллекторов по  
количественным критериям и оценка  
характера насыщения коллекторов**

# Цели и задачи работы

- Изучить способы выделения коллекторов, основанные на использовании количественных критериев, а так же рассмотреть как оценивают характер насыщения породы-коллектора
- 1. Проанализировать и сравнить способы выделения коллекторов, основанные на использовании количественных критериев, т.е значений различных параметров, соответствующих границе коллектор – не коллектор;
- 2. Оценить характер насыщения коллектора;
- 3. Установить промышленную нефтегазоносность коллектора;
- 4. Проанализировать критические величины параметров, позволяющие установить промышленную нефтегазоносность коллектора

# Выделение коллекторов по количественным критериям

- разработаны геофизические способы выделения коллекторов, основанные на использовании количественных критериев, т. е. значений различных параметров, соответствующих границе коллектор — неколлектор.
- В качестве таких параметров используют:
- а) коэффициент проницаемости  $k_{пр}$  и соответствующие ему значения коэффициентов пористости  $k_{п}$  и глинистости ( $C_{гл}$ ,  $k_{гл}$  или  $\eta_{гл}$ ) для продуктивных и водоносных коллекторов;
- б) коэффициенты фазовой проницаемости по нефти и газу  $k_{пр н}$ ,  $k_{пр г}$  и соответствующие им значения коэффициентов нефтенасыщения  $k_{н}$ , газонасыщения  $k_{г}$  или водонасыщения  $k_{в}$  для продуктивных коллекторов;
- в) геофизические параметры: относительные амплитуды на диаграммах собственных потенциалов  $\alpha_{сп}$ , гамма-метода  $\Delta J_{\gamma}$  для продуктивных и водоносных коллекторов, удельное сопротивление  $\rho_{п}$  и параметр насыщения  $P_{н}$  для продуктивных коллекторов.

# Выделение коллекторов по количественным критериям

- Для выделения коллекторов может быть использовано граничное значение пористости пласта  $K_{п\text{ гр}}$ .
- Выделение коллекторов с использованием граничной величины  $K_{п\text{ гр}}$  получило распространение главным образом для карбонатных разрезов.
- Диаграммы геофизических методов  $U_{сн\text{ в}}$ , позволяющих расчленить отложения по глинистости, широко используют для выделения коллекторов в терригенном разрезе.

# Терригенный разрез

- Наиболее надежное выделение межзерновых коллекторов в терригенном разрезе обеспечивается при комплексной интерпретации геофизических диаграмм с использованием рассмотренных выше критериев. Межзерновой коллектор в терригенном разрезе выделяется по диаграммам метода ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) в модификации измерение сигнала свободной прецессии (ССП).
- Для выделения коллекторов могут быть также использованы диаграммы продолжительности проходки и «фильтрационного метода» (фиксирование количества жидкости, поглощаемого в процессе бурения породами), регистрируемые специальными автоматическими станциями контроля параметров бурения (АСПБ).
- Преимущество гамма-метода заключается в возможности использования его для выделения коллекторов в тех условиях, когда метод потенциалов собственной поляризации неприменим. Диаграммы ГМ, как и СП, применяют для качественного выделения коллекторов в интервалах минимальных значений естественной гамма-активности.

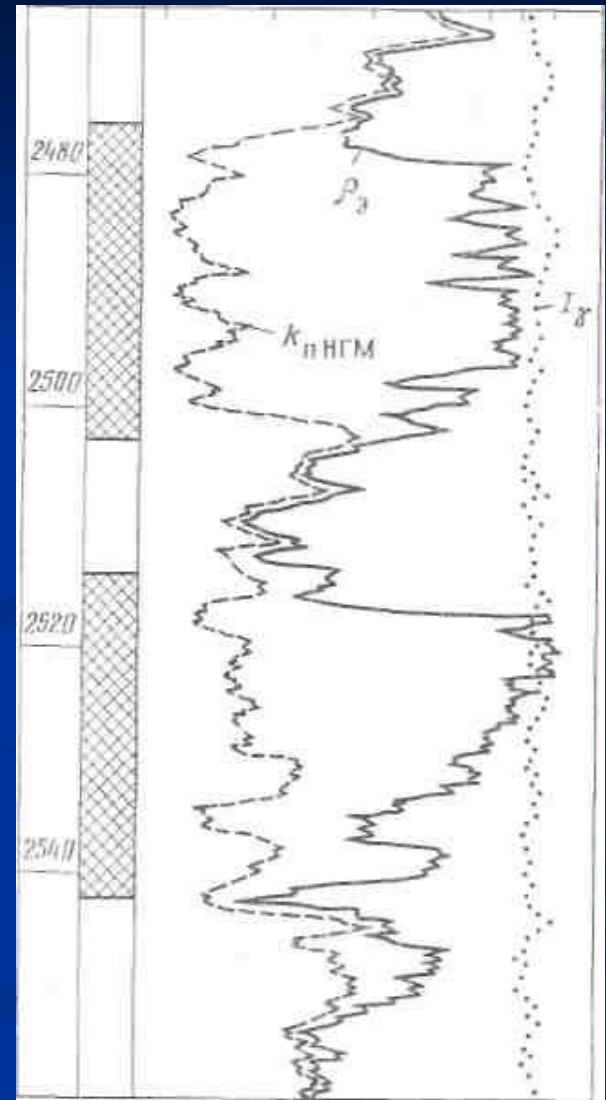
# Карбонатный разрез

- Особенность межзерновых карбонатных коллекторов по сравнению с терригенными заключается в более низком граничном значении пористости  $k_{п гр}$  (обычно 6—8% вместо 10—18% для терригенных и более низкие значения  $k_{п}$  в целом для коллекторов). Другая особенность межзерновых карбонатных коллекторов — их значительно меньшая в целом степень глинизации по сравнению с терригенными, что позволяет с большей надежностью использовать диаграммы ядерных и акустических методов для выделения коллекторов и определения их пористости.
- Методика выделения межзерновых коллекторов в карбонатном разрезе в основном аналогична той которую применяют в терригенном разрезе: используют комплекс признаков первой группы — характерные показания микрозондов, каверномера при бурении на глинистом растворе и диаграммы  $I_{пу}$ ,  $\Delta T$ ,  $I_{уу}$  с учетом граничного значения  $k_{п гр}$ .

# Карбонатный разрез

- Однако в связи с отмеченными особенностями карбонатного разреза для выделения межзерновых коллекторов в карбонатном разрезе применяют дополнительно разработанные специальные методические приемы. Наибольшее распространение получил способ нормализации идея которого заключается в сопоставлении кривой удельного сопротивления  $\rho_p$  реальных пород в изучаемом разрезе с вычисленной кривой  $\rho_{ВП}$  полученной с учетом диаграмм  $I_{пу}$ ,  $\Delta T$  или  $I_{уу}$ .

*Рис. Выделение коллекторов в карбонатном разрезе способом нормализованных кривых ПИС*



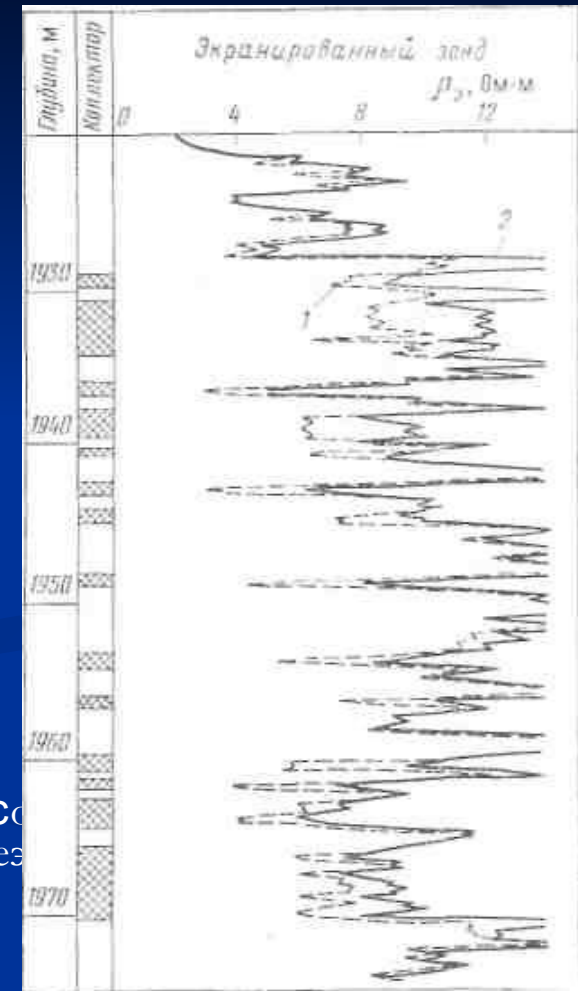
# Карбонатные коллекторы со вторичной пористостью и коллекторы смешанного типа (сложные)

- Методика выделения карбонатных коллекторов смешанного типа зависит от того, какой тип пористости преобладает в данном коллекторе. Если преобладает межзерновая эффективная пористость, коллектор выделяется тем же комплексом признаков на диаграммах геофизических методов, что и обычный межзерновой коллектор. Трещинные и кавернозно-трещинные коллекторы с плотной непроницаемой матрицей (межзерновая эффективная пористость отсутствует или распределена в объеме коллектора в виде отдельных изолированных очагов) выделяются по следующим признакам. При вскрытии на пресном глинистом растворе аномалия  $U_{сп}$  отрицательная; величина ее может быть резко завышена за счет присутствия значительной фильтрационной компоненты; на кавернограмме диаметр скважины номинальный или увеличенный; возможно увеличение диаметра во времени.
- Характерные признаки трещинно-кавернозного коллектора — интенсивное поглощение бурового раствора и резкое снижение продолжительности проходки при бурении



# Карбонатные коллекторы со вторичной пористостью и коллекторы смешанного типа (сложные)

- Весьма перспективен способ двух использованием нейтронных методов. применяться в двух модификациях. модификация основана на закачке содержащих вещества высоким сечением поглощения нейтронов, и обнаружении пластов, поглотивших меченую жидкость (суспензию) путем сравнения диаграмм ИНМ, зарегистрированных до и после закачки активированного раствора. Вторая модификация основана использовании растворов (суспензий), содержащих элементы с высоким сечением активации. Поглощающие пласты выделяются повторным замером нейтронно-активационным методом. Преимущество указанных способов способом двух растворов с удельным электрическим в меньшем пористости и в возможности использования для изучения перфорированных интервалов обсаженных скважин, например после применения различных методов интенсификации притока.



С  
влиянии неэ

Рис. 102. Выделение трещинных коллекторов в карбонатном разрезе способом двух растворов.  
1 — первый замер ( $\rho_{\phi} = 0,19$  Ом·м); 2 — второй замер ( $\rho_{\phi} = 0,470$  Ом·м)

# Технологии индукционных зондирований

Методы индукционных каротажных зондирований (ИКЗ) предназначены для исследования пространственного распределения удельного электрического сопротивления пород, вскрытых скважинами.

В задачи ИКЗ входит:

- расчленение разреза с высоким пространственным разрешением – определение эффективных насыщенных толщин;
- оценка положения ВНК и ГНК;
- Определение зоны проникновения фильтрата бурового раствора с оценкой глубины вытеснения пластовых флюидов;
- выделение и оценка параметров радиальных неоднородностей в области проникновения.

Результаты интерпретации диаграмм ИКЗ в комплексе с данными других методов ГИС и петрофизической информацией позволяют определить коэффициент нефтегазонасыщения, литологию терригенного разреза, оценить неоднородность коллекторских свойств на интервалах пористо-проницаемых пластов, выделить интервалы уплотненных песчаников с карбонатным или силикатным цементом и др.

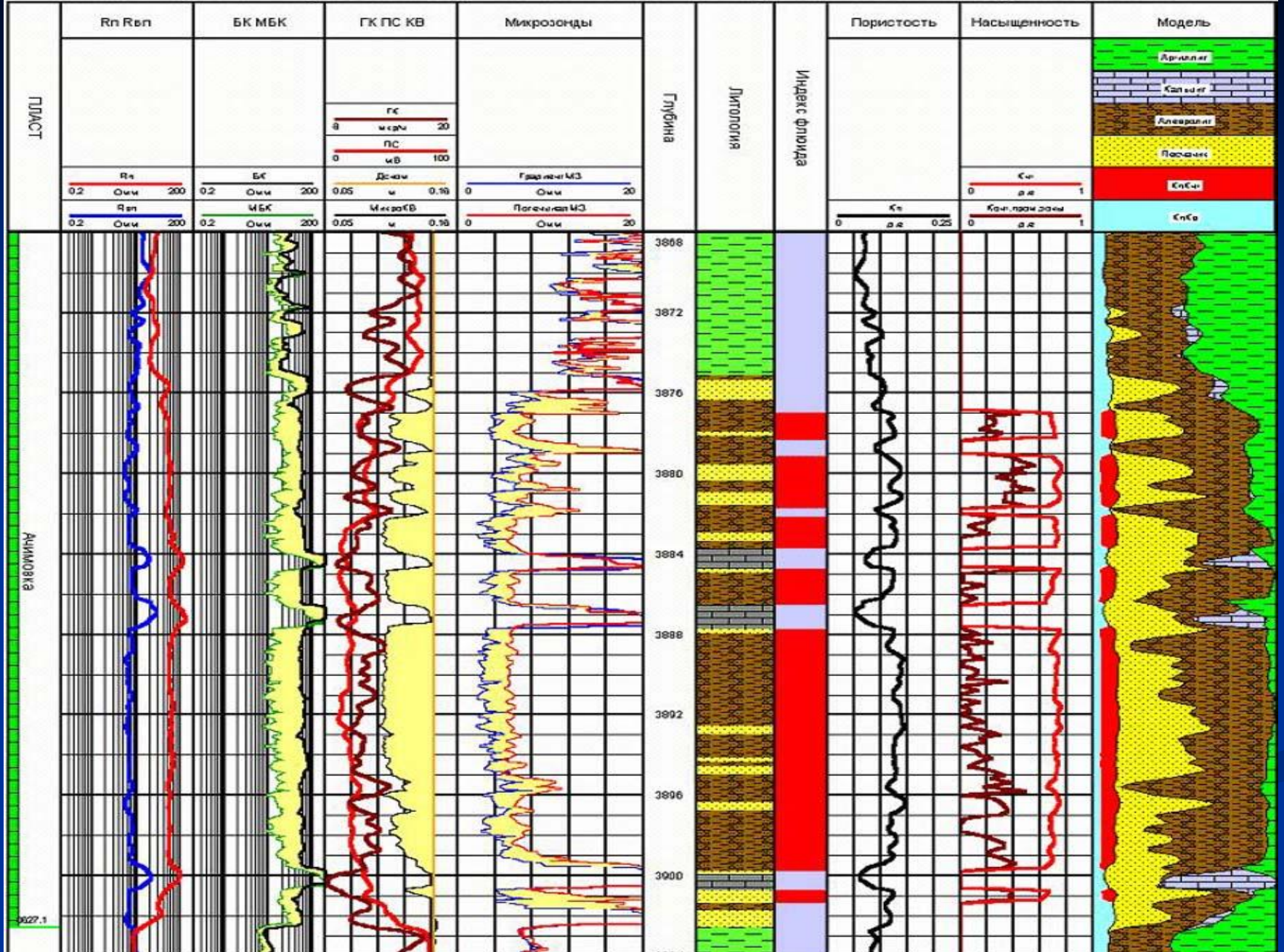
# Технологии электрического микрокаротажа

- Назначение микрокаротажа – измерение удельного сопротивления промытой зоны с целью определения отношения сопротивлений вскрытых скважиной пористых пластов. Результат измерений характеризует открытую пористость пласта. Данные микрокаротажа широко используются для выделения коллекторов (определения эффективной мощности).
- Комплексное применение методов ГИС с микрокаротажом и измерениями микрокаверномера дает дополнительные качественные данные о наличии проницаемых пропластков в исследуемом интервале.

# Боковой микрокаротаж

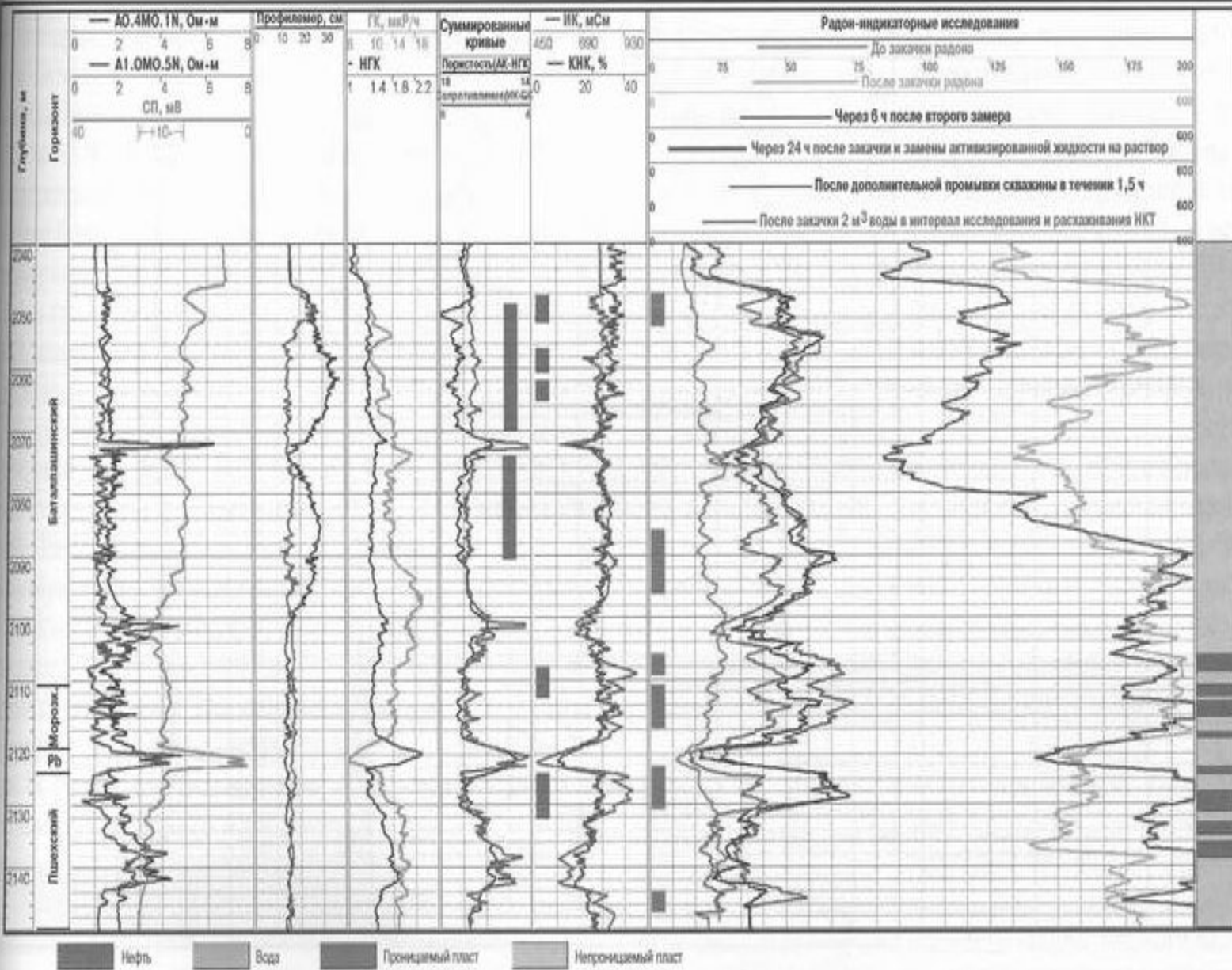
- Назначение бокового микрокаротажа – определение удельного сопротивления промытой зоны. Поскольку на показания бокового микрокаротажа значительное влияние оказывают условия проникновения фильтрата бурового раствора и вытеснения им углеводородов, то при известной пористости коллектора возможна оценка остаточной нефтегазонасыщенности промытой зоны и, следовательно, доли извлекаемых углеводородов в их общем объеме внутри пор.

**Результаты интерпретации данных ГИС в терригенном разрезе.  
Использование микрометодов при выделении коллекторов и оценке Конг промьтгой зоны.**



# Выделение сложных коллекторов в процессе бурения по радон-индикаторному методу

- ИМР основан на изучении распределения по стволу скважины и в прискважинной зоне пласта (ПЗП) индикаторного флюида (воды, нефти, соляной кислоты и др.), в котором растворен радон-222 Радон, или эманация радия, - это одноатомный газ с периода полураспада  $T = 3,823$  сут.
- Выделение коллекторов по данным ИМР основано на способности активированного радоном индикаторного флюида проникать в процессе фильтрации в емкостное пространство коллекторов и создавать аномалию гамма-поля, амплитуда которого зависит от эффективной (динамической) пористости, эффективной толщины пласта и глубины проникновения индикаторного флюида в пласт.
- Технология применения ИМР предполагает следующие замеры ГК: фоновый; контрольный (ГК-распределения) и индикаторный с учетом времени распада короткоживущих продуктов радона. Все замеры осуществляются дважды как при спущенном, так и при приподнятом буровом инструменте.
- **Выводы:**
- Для глинистых отложений, характеризующихся кавернозностью, аномально высокими пластовыми давлениями, аномальными значениями естественной гамма - активности, коллекторы могут быть выделены с помощью радон - индикаторного метода.
- Проникновение активатора в пласт контролируется индикаторным ГК, иногда электрометрией, высокочувствительной термометрией
- Предложенная технология может быть рекомендована для выделения проницаемых интервалов в сложных коллекторах других типов.



# ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА НАСЫЩЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ

- Оценка характера насыщения коллектора и установление его промышленной нефтегазоносности основаны на определении удельного сопротивления  $r_p$  породы в ее неизменной части и сравнении полученного значения  $r_p$  и вычисленного значения параметра насыщения  $r_n$  с критическими величинами  $r_{p\text{кр}}$  и  $r_{n\text{кр}}$  этих параметров, характеризующих для исследуемого типа коллектора границу между коллекторами промышленно продуктивными и непромышленными
- Критические значения  $r_{p\text{кр}}$  и  $r_{n\text{кр}}$ , позволяющие установить продуктивность коллектора, определяют:
  - а) на основе статистического анализа значений  $r_p$  и  $r_n$  по большому числу испытанных нефтеносных и непродуктивных коллекторов;
  - б) на основе петрофизических связей, полученных в лаборатории для изучаемых коллекторов, между параметрами  $\rho_p$ ,  $r_n$ , фазовой проницаемостью для нефти  $k_{пр\text{н}}$ , газа  $k_{пр\text{г}}$  и воды  $k_{пр\text{в}}$  коэффициентами нефте-газонасыщения и водонасыщения -  $k_n$ ,  $k_g$ ,  $k_w$ .



# ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА НАСЫЩЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ

- Если определять характер насыщения отдельных пластов в разрезе данной скважины по геофизическим материалам не удастся, для установления продуктивности коллекторов используют данные прямых методов — газометрии, испытателей пластов на трубах и кабеле.
- Когда коллектор насыщен нефтью или газом только в верхней части, что наблюдается в «водоплавающих» нефтяных залежах, по данным метода сопротивлений определяют положение водонефтяного (ВНК) и газоводяного (ГВК) контактов

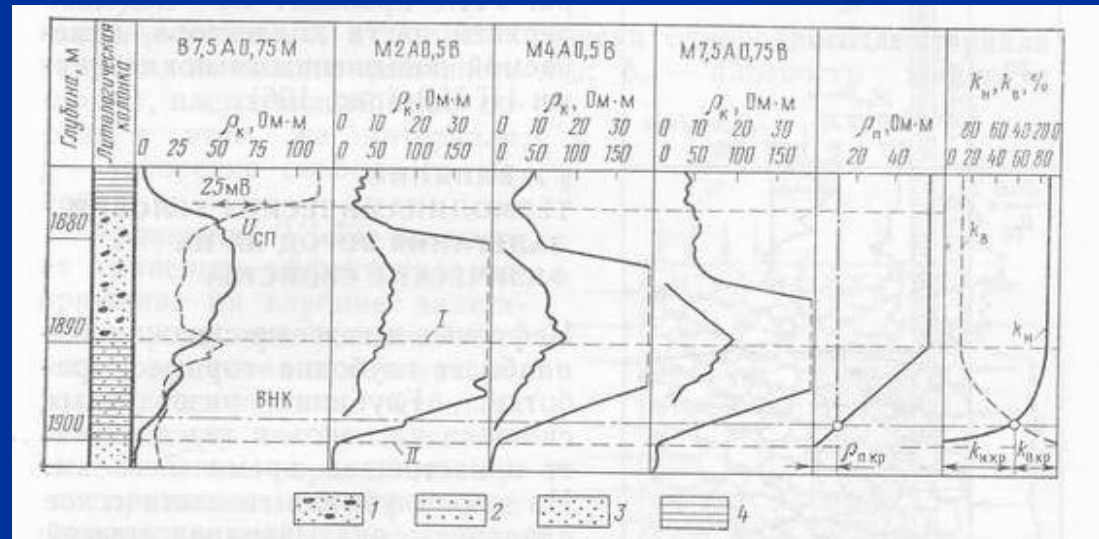


Рис. 105. Установление водонефтяного контакта в терригенном коллекторе методами КС и СП при наличии переходной зоны.

I — нижняя граница зоны предельного нефтенасыщения; II — зеркало воды; 1 — зона предельного нефтенасыщения; 2 — переходная зона; 3 — песчаный пласт; 4 — глина

# ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА НАСЫЩЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ

Газонефтяной контакт (ГНК) устанавливают по данным комплекса методов сопротивлений и нейтронного. Метод сопротивлений не позволяет разделить газо- и нефтенасыщенные коллекторы, но дает возможность определить насыщение всей мощности рассматриваемого объекта углеводородами. Положение ГНК устанавливают в результате специальных исследований одним из стационарных нейтронных методов (НГМ или ННМ-Т)

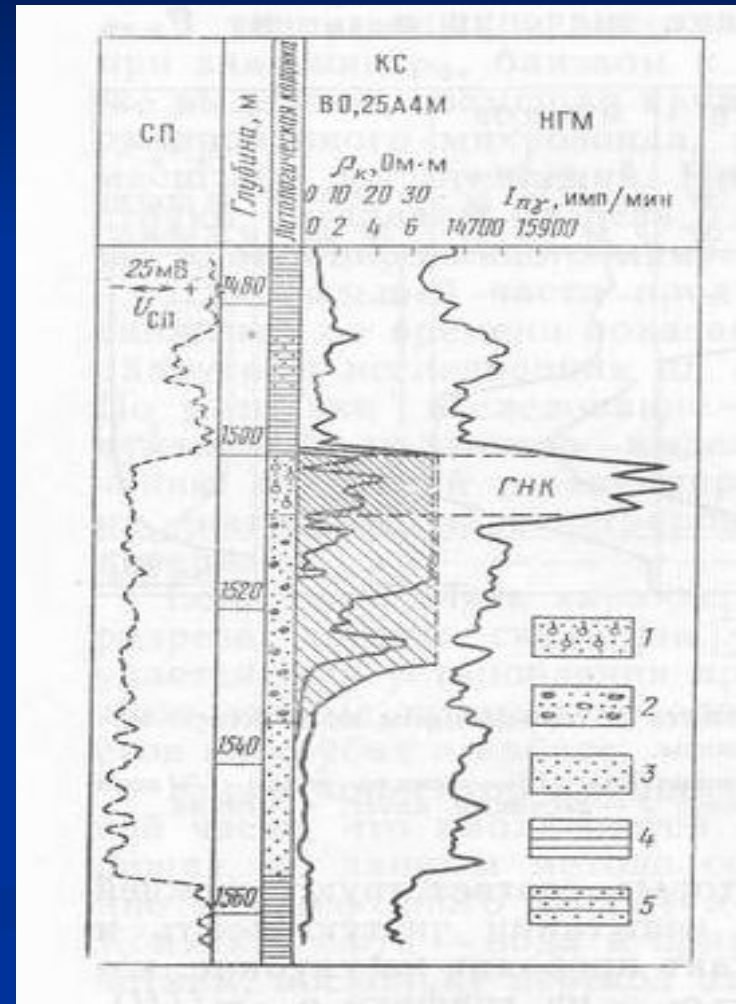


Рис. 106. Определение ГНК и ВНК в терригенном коллекторе при комплексировании методов сопротивления и нейтронного гамма-метода (по В. Н. Дахнову).

Песчаник: 1 — газонесущий; 2 — нефтеносный; 3 — водоносный; 4 — глина; 5 — неколлектор. Заштрихованные участки кривых соответствуют коллекторам.